



No. 12-013665-00000-0000

Fecha: 2012-01-30 14:18:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 135



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL

SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION
PCT

EXPEDIENTE No _____

TITULO CONTROL DE LA TRAYECTORIA DEL
FLUJO BASADO EN LAS CARACTERISTICAS DEL
FLUIDO PARA DE ESTA FORMA HACER
RESISTENCIA DE MANERA VARIABLE AL FLUJO
EN UN POSO SUBTERRANEO

CLASIFICACION INTERNACIONAL _____

SOLICITANTE HALLIBURTON ENERGY SERVICES,
INC

DOMICILIO Texas, Estados Unidos de América

APODERADO LUZ HELENA ADARVE GOMEZ

BOGOTA D.C. _____

PETITORIO



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 12-013665- -00000-0000

Fecha: 2012-01-30 14:18:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEI/II Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 135

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

①

SOLICITUD DE:

☒ Patente de Invención

☐ Patente de Modelo de Utilidad

☒ Capítulo I

☐ Capítulo II

②

SOLICITANTE

Nombre: **HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC**

Dirección: 10200 Beltline Road, Houston, Texas 77072,
Estados Unidos de América

Nacionalidad o Domicilio: Texas, Estados Unidos de
América

Lugar de Constitución: Estados Unidos de América

Teléfono: 3137800 Fax: 3122410

E-mail: general@cardenasycardenas.com

IDENTIFICACION

☐ NIT ☐ NIT

☐ Otro ☒ Otro

Cual
Número

③

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: **LUZ HELENA ADARVE GOMEZ**

Dirección: Carrera 7 No 71-52 Torre B Piso 9

Teléfono: 313 7800 Fax: 312 3600

E-Mail: general@cardenasycardenas.com

IDENTIFICACION

☒ NIT ☐ NIT

☐ Otro ☐ Otro

Cual
Número 41575435 TP 14.884
BTA C.S.J.

④

INVENTOR(ES)
(72)

Nombre:
1. Jason D. Dykstra
2. Michael L. Fripp
3. Syed Hamid

Dirección:
1. 2601 Beltline Road, Carrollton, TX 75006 Estado Unidos de América
2. 2601 Beltline Road, Carrollton, TX 75006 Estado Unidos de América
3. 2601 Beltline Road, Carrollton, TX 75006 Estado Unidos de América

Nacionalidad o Domicilio:
1. Estadounidense
2. Estadounidense
3. Estadounidense

⑤

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2010/044409 Fecha 04.08.2010

Publicación Internacional No. WO 2011/022210 A2 Fecha 24.02.2011

⑥

Título(54): **CONTROL DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO BASADO EN LAS CARACTERISTICAS
DEL FLUIDO PARA DE ESTA FORMA HACER RESISTENCIA DE MANERA VARIABLE**

AL FLUJO EN UN POSO SUBTERRANEO

⑦

Clasificación Internacional (51):

⑧

Prioridad

SI ☒ NO ☐

(33)País de Origen

(32)Fecha

(31)N° de Solicitud

US

18.08.2009

12/542.695

US

04.02.2010

12/700.685

US

02.06.2010

12/791.993

⑨

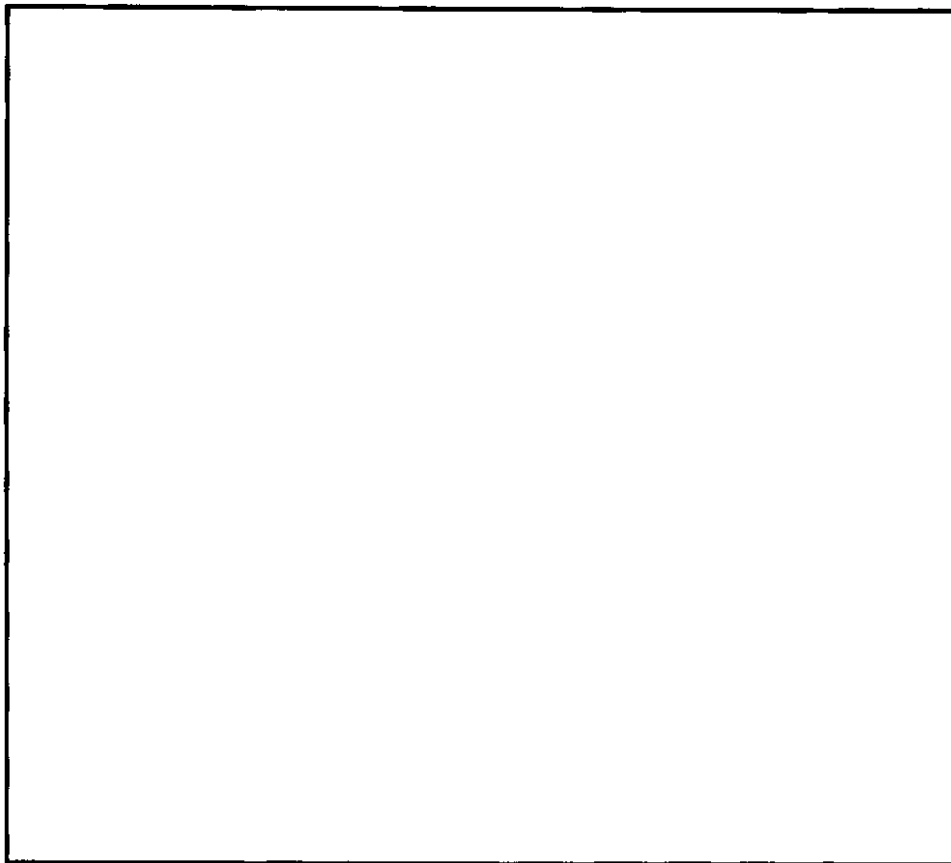
Comprobante de Pago No.: 12-006348

Fecha Enero 23/2012

10 ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA)
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☐ Arte final 12x12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☒ Recibo 44 Reivindicaciones adicionales No. 12-006354
- ☒ Prioridad
<http://www.wipo.int/patentscope/search/en/detail.jsf;jsessionid=A05D9CAFE93CAD07963097D898FE1B6F.wap1?docId=WO2011022210&recNum=1&tab=PCTDocuments&maxRec=&office=&prevFilter=&sortOption=&queryString=>

11 FIGURA CARACTERISTICA



12

Solicito la Concesión de la patente

NOMBRE: LUZ HELENA ADARVE GOMEZ

FIRMA:

C.C. 41575435 BTA TP. 14.884 CSJ

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 12 - 006348

Bogotá D.C., Enero 23 de 2012 - 15:13:45

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA

NI 830.083.491

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	191690531	23/01/2012	7.167.200.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	590.000.00	590.000.00
				<u>\$590.000.00</u>

SON: **QUINIENTOS NOVENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 12-013665- -00000-0000

Fecha: 2012-01-30 14:18:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 135

CARDENAS & CARDENAS
ABOGADOS

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.slc.gov.co e-mail: info@slc.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Enero 23 de 2012 - 15:13:45

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

	RECIBO DE CAJA	No. 12 - 006354
		Bogotá D.C., Enero 23 de 2012 - 15:13:45

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA					NI 830.083.491
*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	191690531	23/01/2012	7.167.200.00

*** Conceptos Pagados ***					
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO	
44	50005-01-01	SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INICIALES	30.000.00	1.320.000.00
					\$1.320.000.00
					=====

SON: **UN MILL&OACUTE;N TRESCIENTOS VEINTE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 12-013665- -00000-0000
Fecha: 2012-01-30 14:18:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 135

CARDENAS & CARDENAS
ABOGADOS



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional :

(71) Solicitante(s) 1. HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC.

(72) Inventor(es) JASON D. DYKSTRA, MICHAEL L. FRIPP, SYED HAMI

(74) Apoderado: LUZ HELENA ADARVE GOMEZ

(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	12/542.695	18/08/2009	US
	12/700.685	04/02/2010	US
	12/791.993	02/06/2010	US

(85) Fecha inicio fase nacional: 18/03/2012

(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT

Fecha de presentación de la solicitud: 04/08/2010

No. de solicitud PCT/US2010/044409

(54) Título CONTROL DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO BASADO EN LAS CARACTERISTICAS DEL FLUIDO PARA DE
ESTA FORMA HACER RESISTENCIA DE MANERA VARIABLE AL FLUJO EN UN POSO SUBTERRANEO

(21) N° de solicitud:		(22) Fecha de solicitud:	
(51) Clasificación Internacional :			
(71) Solicitante(s) 1. HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC			
(72) Inventor(es) JASON D. DYKSTRA, MICHAEL L. FRIPP, SYED HAMID			
(74) Apoderado: LUZ HELENA ADARVE GOMEZ			
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	32) Fecha	(33) País
	12/542.695	18/08/2009	US
	12/700.685	04/02/2010	US
	12/791.993	02/06/2010	US
(85) Fecha límite inicio fase nacional: 18/03/2012		(87) Publicación internacional:	
(86) Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT		Fecha: 24/02/2011	
Fecha de presentación de la solicitud: 04/08/2010		No. Publicación WO 2011/022210 A2	
No. de solicitud PCT/US2010/044409			
(54) Título: CONTROL DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO BASADO EN LAS CARACTERISTICAS DEL FLUIDO PARA DE ESTA FORMA HACER RESISTENCIA DE MANERA VARIABLE AL FLUJO EN UN POSO SUBTERRANEO			
(57) Resumen: Un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos puede incluir un pasaje del flujo y un conjunto de uno o más pasajes ramales que intersecan el pasaje del flujo, por lo cual una proporción de la composición de fluidos desviada desde el pasaje hacia el conjunto de pasajes ramales varía basada en al menos uno de a) la viscosidad de la composición de fluidos, y b) la velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo. Otro sistema de resistencia variable puede incluir un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos. Aún otro sistema de resistencia variable puede incluir una cámara del flujo, con una mayor parte de la composición de fluidos entrando a la cámara en una dirección que cambia basada en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.			

(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl:	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) 1. HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.	
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	32) Fecha	(33) País
	12-542.695	18/08/2009	US
	12/700.685	04/02/2010	US
	12/791.993	02/06/2010	US
		(72) Inventor(es) JASON D. DYKSTRA MICHAEL L. FRIPP SYED HAMID	
		(74) Apoderado: LUZ HELENA ADARVE GOMEZ	
(85)	Fecha limite inicio fase nacional: 18/03/2012		(87) Publicación internacional
(86)	Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 24/02/2011
	Fecha de presentación de la solicitud: 04/08/2010		N° publicación: WO 2011/022210 A2
	No. de solicitud PCT/US2010/044409		
(54) Título: CONTROL DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO BASADO EN LAS CARACTERISTICAS DEL FLUIDO PARA DE ESTA FORMA HACER RESISTENCIA DE MANERA VARIABLE AL FLUJO EN UN POSO SUBTERRANEO			

Resumen:

Un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos puede incluir un pasaje del flujo y un conjunto de uno o más pasajes ramales que intersecan el pasaje del flujo, por lo cual una proporción de la composición de fluidos desviada desde el pasaje hacia el conjunto de pasajes ramales varía basada en al menos uno de a) la viscosidad de la composición de fluidos, y b) la velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo. Otro sistema de resistencia variable puede incluir un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos. Aún otro sistema de resistencia variable puede incluir una cámara del flujo, con una mayor parte de la composición de fluidos entrando a la cámara en una dirección que cambia basada en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.



00263

The State of Texas

Secretary of State

APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. Country: United States of America

This public document

2. has been signed by

DEBORAH A HAYS

3. acting in the capacity of

Notary Public, State of Texas

4. and bears the seal/stamp of

DEBORAH A HAYS, Notary Public, State of Texas, Commission Expires: 11-28-03

CERTIFIED

5. at Austin, Texas

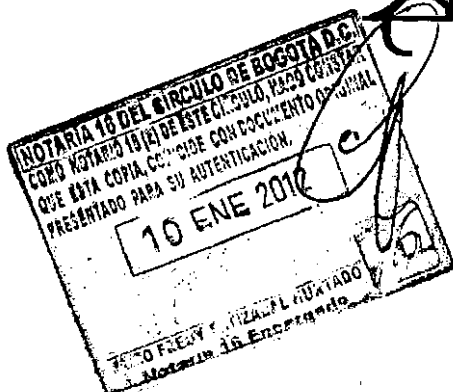
6. on July 1, 2002

7. by the Secretary of State of Texas

8. Certificate No. N-300437

9. Seal

10. Signature:



Gwyn Shea

Gwyn Shea
Secretary of State
ST/clk

ADUCCION
HILDA A. GARCIA
INTERPRETE
RES No. 123 DEL MIN. DE JUSTICIA

2002/143

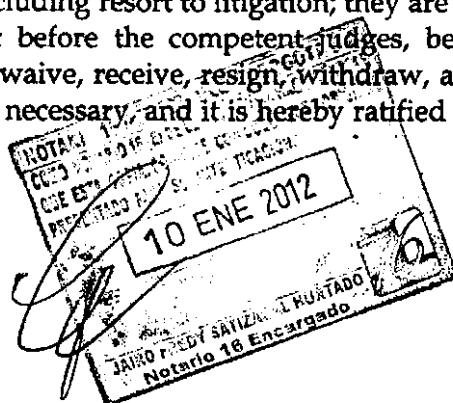
- Colombia -

POWER OF ATTORNEY

In the city of Houston on the 30th day of the month of April of the year two thousand and two (2002), before me, DEBORAH A. Hays Notary Public, appeared Charles H. White of Legal age, and domiciled at Houston, Texas USA, and stated:

FIRST: That he/she acts in his/ her capacity of Vice President of Halliburton Energy Services, Inc a company legally constituted and in existence in accordance with the laws of Delaware, USA and domiciled at Houston, Texas USA, as evidenced in the By-laws and Articles of Incorporation, documents which I have examined.

SECOND: That in such capacity he/she grants hereby special, ample and sufficient Power of Attorney to DARIO CÁRDENAS NAVAS and/or EDUARDO CÁRDENAS CABALLERO, and/or BERNARDO P. CÁRDENAS MARTINEZ and/or JAMES VALDIRI REYES and/or LUZ HELENA ADARVE GÓMEZ, and/or JUANITA ACOSTA GÓMEZ and/or ANA MARÍA RUIZ RUEDA, registered lawyers of the firm CÁRDENAS & CÁRDENAS PROPIEDAD INTELECTUAL LAWYERS, domiciled at Carrera 7 No. 71-52, Torre B, Piso 9, Bogotá, D.C. Colombia, to carry before the corresponding Colombian national offices and authorities the proceedings to obtain patent, industrial models and designs and trademark registrations, as well as proceedings of renewals, assignments, change of name or domicile of the owner, waivers and licenses of the same for which purpose they are empowered to take before said authorities all necessary actions for the indicated purposes; to file applications, statements, claims, formulate descriptions, amendments, oppositions and appeals; pay all taxes and installments and make any other payments determined by law; to receive every document and values issuing the respective discharge; to fulfill any other requirements and take, in general, every measure that they shall deem appropriate for the defense and protection of the trademarks of the company in the event of infringements, oppositions, proceedings for cancellation or annulment, imposition of fines, including resort to litigation; they are empowered to appear as plaintiff or defendant before the competent judges, being entitled to transact, submit to arbitration, waive, receive, resign, withdraw, appeal and all other legal powers which may be necessary, and it is hereby ratified and confirmed, any such



ADUCCION OFICIAL No. 2002/143
SILDA AGUILERA DE PINO
INTERPRETE OFICIAL
CALLE No. 523 DEL BARRIO OF

act said attorney lawfully do for its benefit, as my own act granting them also power to substitute this proxy and if necessary to revoke such substitutions.

THIRD: That for purposes of articles 597 and 543 of the Colombian code of Commerce the attorneys are empowered to receive service of notice and designate judicial and extra judicial attorneys.

SIGNED AT Houston, Texas USA

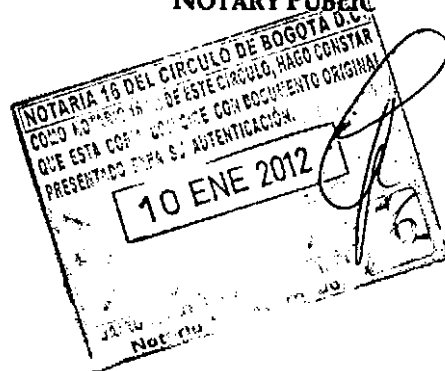
ON 30 April 2002

BY 

Charles H. White
Vice President



NOTARY PUBLIC



2002/143
REDUCCION DE
BILDA AGUIRRE DE
INTERPRETE UN
DES NO, 325 DEL MIN. DE JUSTICIA

NOTARIAL CERTIFICATION

The undersigned Notary Public certifies that Mr. Charles H. White appeared before me and signed the preceding document; that I know him personally and I am certain that he has legal capacity to grant it; that he is Vice President of Halliburton Energy Services, Inc. and is consequently authorized to grant such document; that such company is organized under the laws of Delaware USA and is domiciled at Houston, Texas USA and that the act for which this document is granted is included among those which constitute the corporate object of the named company. Furthermore, that such company performs its corporate purpose in accordance with the laws of its incorporation and domicile.

I am certain of all these facts because I have examined the respective documents consisting of Power of Attorney - Colombia all of which I hereby attest.

NOTARY PUBLIC (signature)

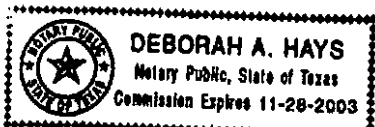
ISSUED AND SIGNED AT

DATED

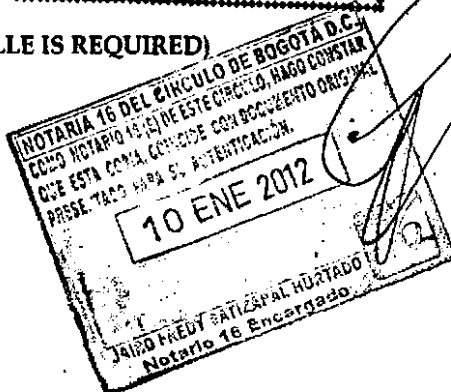
Deborah A. Hays

Houston, Harris County, Texas

30 April 2002



(LEGALIZATION BY APOSTILLE IS REQUIRED)



RAUCCION OFICIAL NO. 2002/143.
MILDA AGUILERA DE PIEDRAHITA
INTERPRETE OFICIAL
828 No. 823 DEL MIN. DE JUSTICIA

Traducción Oficial No. 2002/143 de un documento escrito en inglés el cual para su identificación se sella con el sello del traductor al tiempo con la presente. Esta traducción ha sido preparada por Hilda Aguilera de Piedrahita, traductora oficial debidamente reconocida por el Ministerio de Relaciones Exteriores y autorizada por el Ministerio de Justicia y del Derecho por Resolución No. 323 de 1980.

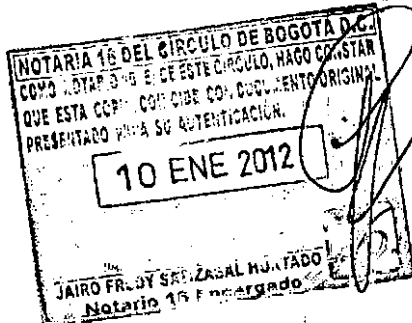
PODER

-Colombia-

En la ciudad de Houston, el día 30 del mes de Abril del año Dos Mil Dos (2002), ante mí, Deborah A. Hays, Notario Público, compareció Charles H. White, mayor de edad, y domiciliado en Houston, Texas, Estados Unidos de América, y manifestó:

PRIMERO: Que el/ella obra en su calidad de Vicepresidente de Halliburton Energy Services, Inc., una compañía legalmente constituida y existente de conformidad con las leyes del estado de Delaware, Estados Unidos de América, y con domicilio en Houston, Texas, Estados Unidos de América, según lo evidencian sus Estatutos y Artículos de Constitución, documentos que he examinado.

SEGUNDO: que en tal calidad el/ella otorga por el presente poder especial amplio y suficiente a **DARÍO CÁRDENAS-NAVAS y/o EDUARDO CÁRDENAS CABALLERO, y/o BERNARDO P. CÁRDENAS-MARTÍNEZ, y/o JAMES VALDIRI-REYES y/o LUZ HELENA ADARVE-GOMEZ, y/o JUANITA ACOSTA GÓMEZ y/o ANA MARÍA RUIZ**



TRADUCCIÓN OFICIAL No. 2002/143
HILDA AGUILERA DE PIEDRAHITA
INTERPRETE OFICIAL
RES. No. 323 DEL MIN. DE JUSTICIA

RUEDA, abogados registrados de la firma **CÁRDENAS & CÁRDENAS ABOGADOS**, domiciliada en la Carrera 7 No. 71-52, Torre B, Piso 9, Santafé de Bogotá D.C., Colombia, para llevar a cabo ante las correspondientes Oficinas Nacionales Colombianas y autoridades los trámites para obtener registros de patentes, modelos industriales, y diseños y registros de marcas, así como trámites para renovaciones, traspasos, cambios de nombre o domicilio del propietario, renunciaciones y licencias de los mismos para cuyo fin están facultados para realizar ante dichas autoridades todas las acciones necesarias para los fines indicados; para presentar solicitudes, declaraciones, reivindicaciones, formular descripciones, modificaciones, oposiciones, y apelaciones; pagar todos los impuestos y derechos y hacer cualesquiera otros pagos que la ley determine; recibir todos los documentos y valores con expedición del respectivo descargo; llenar cualesquiera otros requisitos y tomar en general todas las medidas que juzguen oportunas para la defensa y protección de las marcas de la compañía en el evento de infracciones, oposiciones, procesos de cancelación o anulación, imposición de multas, incluyendo recurrir a litigio; quedan facultados para comparecer en calidad de demandante o demandado ante los jueces competentes, tendrán derecho de transar, someterse a arbitraje, renunciar, recibir, renunciar, desistir, apelar y todas las demás facultades legales que puedan requerirse, y por el presente declara desde ahora válido y satisfactorio lo que dichos abogados hagan en nuestro beneficio, otorgándoles también poder para sustituir este poder y si fuere necesario para revocar tales sustituciones.



PRODUCCION OFICIAL NO. 2002/143
WILDA ACUILERA DE PIÑERO
INTERPRETE OFICIAL
CALLE 84, 322 DEL MUN. DE BOGOTÁ

TERCERO: que para fines de los artículos 597 y 543 del Código Colombiano de Comercio, los abogados están facultados para recibir notificaciones y para designar apoderados judiciales y extrajudiciales.

FIRMADO EN: Houston, Texas, Unidos de América,

EL: 30 de Abril de 2002.

POR: (Firmado) Charles H. White

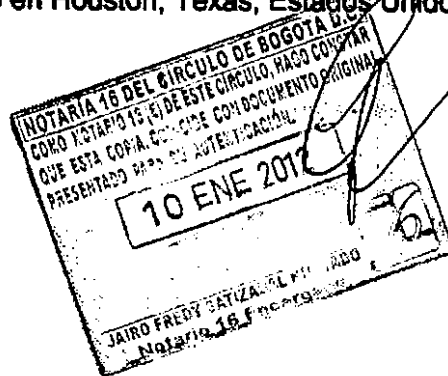
Vice Presidente

(Firmado: Sello de Revisado y Firma Ilegible.)

NOTARIO PÚBLICO

CERTIFICACIÓN NOTARIAL

El suscrito Notario Público certifica que Charles H. White compareció ante mí y suscribió el documento precedente; que lo conozco personalmente y que estoy seguro de que tiene las facultades para otorgarlo; que él es Vicepresidente de Halliburton Energy Services, Inc., y por consiguiente está autorizado para otorgar dicho documento; que la compañía mencionada existe y está constituida bajo las leyes del estado de Delaware, y con domicilio en Houston, Texas, Estados Unidos de América, y que el acto



REDUCCION OFICIAL NO: 2002/143
WILDA AGUILERA DE RIVERA
INTERPRETE III
BOGOTA, D.C. DEL MUN. DE BOGOTA

para el cual se otorga este documento está incluido entre aquellos que constituyen el objeto social de la compañía mencionada.

Estoy seguro de todos estos hechos por haber examinado los documentos respectivos consistentes en el Poder-Colombia, de todo lo cual doy fe.

NOTARIO PUBLICO /(Firma):Deborah H. Hays

EXPEDIDO Y FIRMADO EN Houston, Condado de Harris, Texas

FECHA : 30 de Abril de 2002.

Sello a tinta: Deborah A. Hays, Notario Público, Estado de Texas, Mi comisión expira el 11-28-2003.

(SE REQUIERE LEGALIZACIÓN MEDIANTE APOSTILLA)

ESTADO DE TEXAS

Secretario de Estado

APOSTILLA

(Convención de la Haya de Octubre 5 de 1961)

1. País: Estados Unidos de América
Este documento público
2. Ha sido firmado por Deborah A. Hays
3. Actuando en calidad de Notario Público, Estado de Texas
4. Lleva el sello/estampilla de Deborah A. Hays, Notario Público Estado de Texas,
Su comisión expira el 11-28-03.

CERTIFICADO



REDUCCION ORIGINAL NO. 2002/143
BILDA AGUILERA DE PIEDRANT
INTERPRETE OFICIAL
CALLE No. 223 DEL BARRIO DE HUSTON

5. En Austin, Texas
6. Hoy 1 de Julio, 2002.
7. Por El Secretario de Estado de Texas
8. Certificado Número N-300437
9. Sello (Sello Pre-impreso)
10. Firma (Firmado)

Gwyn Shea

Secretario de Estado

ST/clk

MINISTERIO DE RELACIONES
 EXTERIORES
 1418 Gwyn Shea
 98019
 CUYA FIRMA APARECE EN EL
 DOCUMENTO DESEMPLEA
 LAS FUNCIONES INDICADAS

NO SE ASUME
 RESPONSABILIDAD DEL TEXTO
 2002 JUL 18 P 2:47
 JEFE DE LEGALIZACIONES
 SANTIAGO DE BOGOTÁ D.C.

ES TRADUCCIÓN FIEL Y COMPLETA de la cual se deja copia en los archivos de esta oficina para su confrontación y a la cual me remito.

Bogotá, Julio 17 de 2002.

[Firma]
 RADUCCION OFICIAL 2002/143
 BILDA AGUILERA DE PIEDRAHITA
 INTERPRETE OFICIAL
 DEL MIN. DE JUSTICIA



CONTROL DE LA TRAYECTORIA DEL FLUJO BASADO EN LAS
CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO PARA DE ESTA FORMA HACER
RESISTENCIA DE MANERA VARIABLE AL FLUJO EN UN POZO
SUBTERRÁNEO

Inventores: Jason D. Dykstra, Michael L. Fripp, Syed Hamid

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

10 Esta solicitud es una continuación en parte de una
solicitud anterior con No. de serie 12/700685 presentada el
4 de Febrero de 2010, la cual es una continuación en parte
de la solicitud con No. de serie 12/542695 presentada el 18
de agosto de 2009. Las descripciones completas de estas
15 solicitudes anteriores se incorporan en la presente por esta
referencia para todos los propósitos.

ANTECEDENTES

Esta descripción se relaciona generalmente con el
20 equipamiento utilizado y las operaciones ejecutadas de
conjunto con un pozo subterráneo y, en un ejemplo que se
describe posteriormente, más particularmente proporciona un
control de la trayectoria del flujo basado en las
características del fluido para de esta forma hacer
25 resistencia de manera variable al flujo en un pozo.

En un pozo de producción de hidrocarburo, muchas veces
es beneficioso poder regular el flujo de los fluidos desde
una formación terrea hacia un hoyo. Tal regulación pueden
servir a una variedad de propósitos, incluyendo la
30 prevención de la conificación del agua o gas, minimización
de la producción de arena, minimización de la producción de
agua y/o gas, maximización de la producción de petróleo y/o
gas, balance de la producción entre zonas, etc.

En un pozo de inyección, típicamente es deseable
35 inyectar uniformemente agua, vapor, gas, etc., hacia
múltiples zonas, de manera que los hidrocarburos se

desplazan uniformemente a través de una formación térrea, sin que el fluido inyectado prematuramente penetre en un hoyo de producción. De esta forma, la habilidad para regular el flujo de los fluidos desde un hoyo hacia una formación térrea puede además ser beneficioso para los pozos de inyección.

Por consiguiente, se apreciará que los avances en el arte de restringir de manera variable el flujo de los fluidos en un pozo podría ser deseable en las circunstancias mencionadas anteriormente, y tales avances podrían además ser beneficiosos en una gran variedad de otras circunstancias.

SUMARIO

En la descripción posterior, se proporciona un sistema de resistencia variable al flujo que aporta mejoras al arte de la regulación del flujo del fluido en un pozo. Posteriormente se describe un ejemplo en el cual una composición de fluidos se hace fluir a lo largo de una trayectoria del flujo más resistiva si la composición tiene un nivel umbral (o más del nivel umbral) de una característica indeseada. Se describe posteriormente otro ejemplo en el cual la resistencia al flujo a través del sistema aumenta cuando una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos disminuye.

En un aspecto, la descripción proporciona un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos en un pozo subterráneo. El sistema puede incluir un pasaje del flujo y un conjunto de uno o más pasajes ramales que intersecan el pasaje del flujo. De esta forma, una cierta cantidad de la composición de fluidos desviada desde el pasaje del flujo hacia el conjunto de pasajes ramales varía basada en al menos uno de a) la viscosidad de la composición de fluidos, y b) la velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo.

En otro aspecto, se describe un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos en un pozo subterráneo. El sistema puede incluir un dispositivo

de selección de la trayectoria del flujo que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

En aún otro aspecto, un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos puede incluir una cámara del flujo. Una mayor parte de la composición de fluidos entra a la cámara en una dirección que cambia basada en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

En un aspecto adicional, la presente descripción proporciona un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos en un pozo subterráneo. El sistema puede incluir una cámara del flujo, y la mayor parte de la composición de fluidos puede entrar a la cámara en una dirección que cambia basada en la velocidad de la composición de fluidos.

En aún un aspecto adicional, un sistema de resistencia variable al flujo para su uso en un pozo subterráneo puede incluir una cámara del flujo que tiene una salida, y al menos una primera y segunda entradas. Una composición de fluidos que entra a la cámara del flujo a través de la segunda entrada puede oponerse al flujo de la composición de fluidos que entra a la cámara del flujo a través de la primera entrada, por lo cual una resistencia al flujo de la composición de fluidos a través de la cámara del flujo puede variar con una razón entre los flujos a través de la primera y segunda entradas.

Estas y otras características, desventajas y beneficios serán evidentes para alguien de habilidad ordinaria en el arte bajo consideración cuidadosa de la descripción detallada de los ejemplos representativos posteriores y las figuras acompañantes, en las cuales los elementos similares se indican en las diferentes figuras usando los mismos números de referencia.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 es una vista en sección transversal esquemática de un sistema de pozo que puede llevar a la práctica los principios de la presente descripción.

La FIG. 2 es una vista en sección transversal a escala
5 ampliada de un filtro de pozo y un sistema de resistencia variable al flujo que pueden usarse en el sistema de pozo de la FIG. 1.

La FIG. 3 es una vista en planta "desenrollada" esquemática de una configuración del sistema de resistencia
10 variable al flujo, tomada a lo largo de la línea 3-3 de la FIG. 2.

La FIG. 4 es una vista en planta esquemática de aún otra configuración del sistema de resistencia variable al flujo.

La FIG. 5 es una vista en planta esquemática a escala
15 ampliada de una porción del sistema de resistencia variable al flujo de la FIG. 4.

La FIG. 6 es una vista en planta esquemática de aún otra configuración del sistema de resistencia variable al
20 flujo.

Las FIGS. 7A y B son vistas en planta esquemáticas de una configuración adicional del sistema de resistencia variable al flujo.

Las FIGS. 8A y B son vistas en planta esquemáticas de
25 otra configuración del sistema de resistencia variable al flujo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Un sistema de pozo 10 se ilustra representativamente en
30 la FIG. 1 el cual incorpora los principios de esta descripción. Como se representa en la FIG. 1, un hoyo 12 tiene una sección no revestida 14 generalmente vertical que se extiende descendentemente desde la tubería de revestimiento 16, así como también una sección no revestida
35 18 generalmente horizontal que se extiende a través de una formación terrea 20.

Una sarta tubular 22 (tal como una sarta de producción) se instala en el hoyo 12. En la sarta tubular 22 se interconectan múltiples filtros de pozo 24, sistemas de resistencia variable al flujo 25 y empacadores 26.

5 Los empacadores 26 sellan un espacio anular 28 formado radialmente entre la sarta tubular 22 y la sección del hoyo 18. De esta forma, los fluidos 30 pueden producirse desde múltiples intervalos o zonas de la formación 20 a través de partes aisladas del espacio anular 28 entre pares adyacentes
10 de los empacadores 26.

Un filtro de pozo 24 y un sistema de resistencia variable al flujo 25 se interconectan en la sarta tubular 22, posicionados entre cada par adyacente de los empacadores 26. El filtro de pozo 24 filtra los fluidos 30 que fluyen
15 por la sarta tubular 22 desde el espacio anular 28. El sistema de resistencia variable al flujo 25 restringe de manera variable el flujo de los fluidos 30 hacia la sarta tubular 22, basado en ciertas características de los fluidos.

20 En este punto, debería observarse que el sistema de pozo 10 se ilustra en las figuras y se describe en la presente como meramente un ejemplo de una gran variedad de sistemas de pozo en los que se pueden utilizar los principios de esta descripción. Debería entenderse
25 claramente que los principios de esta descripción no se limitan en lo absoluto a cualquiera de los detalles del sistema de pozo 10, o componentes del mismo, representados en las figuras o descritos en la presente.

Por ejemplo, de acuerdo con los principios de esta
30 descripción para el hoyo 12 no es necesario incluir una sección de hoyo 14 generalmente vertical o una sección de hoyo 18 generalmente horizontal. No es necesario que los fluidos 30 se produzcan solamente desde la formación 20 dado que, en otros ejemplos, los fluidos pueden inyectarse hacia
35 una formación, los fluidos pueden tanto inyectarse hacia una formación como producirse desde una formación, etc.

No es necesario que cada filtro de pozo 24 y cada sistema de resistencia variable al flujo 25 se posicione

entre cada par adyacente de los empacadores 26. No es necesario que un solo sistema de resistencia variable al flujo se use de conjunto con un solo filtro de pozo 24. Se puede usar cualquier número, arreglo y/o combinación de
5 estos componentes.

No es necesario que cualquier sistema de resistencia variable al flujo 25 se use con un filtro de pozo 24. Por ejemplo, en operaciones de inyección, el fluido inyectado puede fluir a través de un sistema de resistencia variable
10 al flujo 25, sin tener que fluir además a través del filtro de pozo 24.

No es necesario que los filtros de pozos 24, los sistemas de resistencia variable al flujo 25, los empacadores 26 o cualquier otro componente de la sarta tubular 22 se posicionen en las secciones no revestidas 14,
15 18 del hoyo 12. Cualquier sección del hoyo 12 puede ser revestida o no revestida, y cualquier parte de la sarta tubular 22 puede posicionarse en una sección no revestida o revestida del hoyo, de acuerdo con los principios de esta
20 descripción.

Debería entenderse claramente, por consiguiente, que esta descripción describe cómo hacer y usar ciertos ejemplos, pero los principios de la descripción no se limitan a ninguno de los detalles de esos ejemplos. Por el
25 contrario, los principios de esta descripción se pueden aplicar a una variedad de ejemplos diferentes usando el conocimiento obtenido de esta descripción.

Se preciará por aquellos expertos en el arte que sería beneficioso poder regular el flujo de los fluidos 30 hacia la sarta tubular 22 desde cada zona de formación 20, por ejemplo, para evitar la conificación del agua 32 o la conificación del gas 34 en la formación. Otros usos de la regulación del flujo en un pozo incluyen, pero no se limitan a, el balance de la producción desde (o la inyección hacia)
30 múltiples zonas, minimización de la producción o inyección de fluidos indeseados, maximización de la producción o inyección de fluidos deseados, etc.
35

Los ejemplos de sistemas de resistencia variable al flujo 25 descritos completamente a continuación pueden proporcionar estos beneficios mediante el incremento de la resistencia al flujo si una velocidad del fluido aumenta más allá de un nivel seleccionado (por ejemplo, para de esta manera balancear el flujo entre zonas, evitar la conificación del agua o del gas, etc.), el incremento de la resistencia al flujo si una viscosidad del fluido disminuye por debajo de un nivel seleccionado o si una densidad del fluido aumenta por encima de un nivel seleccionado (por ejemplo, para de esta forma restringir el flujo de un fluido indeseado, tal como agua o gas, en un pozo de producción de petróleo), y/o el incremento de la resistencia al flujo si una viscosidad o densidad del fluido aumenta por encima de un nivel seleccionado (por ejemplo, para de esta forma minimizar la inyección de agua en un pozo de inyección de vapor).

El que un fluido sea un fluido deseado o indeseado depende del propósito de la operación de producción o inyección que se está realizando. Por ejemplo, si se desea producir petróleo de un pozo, pero no producir agua o gas, entonces el petróleo es un fluido deseado y el agua y el gas son fluidos indeseados. Si se desea producir gas de un pozo, pero no producir agua o petróleo, el gas es un fluido deseado, y el agua y el petróleo son fluidos indeseados. Si se desea inyectar vapor en una formación, pero no inyectar agua, entonces el vapor es un fluido deseado y el agua es un fluido indeseado en una composición de fluidos.

Se debe observar que, a las temperaturas y presiones del fondo del pozo, el gas hidrocarburo puede de hecho estar completamente o parcialmente en la fase líquida. Por consiguiente, se debe entender que cuando se usa el término "gas" en la presente, las fases supercrítica, líquida y/o gaseosa se incluyen dentro del alcance de ese término.

Con referencia ahora además a la FIG. 2, se ilustra representativamente una vista en sección transversal a escala ampliada de uno de los sistemas de resistencia variable al flujo 25 y una parte de uno de los filtros de pozos 24. En este ejemplo, una composición de fluidos 36 (la

cual puede incluir uno o más fluidos, tal como petróleo y agua, agua líquida y vapor, petróleo y gas, gas y agua, petróleo, agua y gas, etc.) fluye hacia un filtro de pozo 24, mediante el cual se filtra, y entonces fluye hacia una
5 entrada 38 del sistema de resistencia variable al flujo 25.

Una composición de fluidos puede incluir uno o más fluidos deseados o indeseados. Tanto el agua como el vapor pueden combinarse en una composición de fluidos. Como otro ejemplo, el petróleo, agua y/o gas pueden combinarse en una
10 composición de fluidos.

Al flujo de la composición de fluidos 36 a través del sistema de resistencia variable al flujo 25 se le hace resistencia basado en una o más características (tales como la densidad, viscosidad, velocidad, etc.) de la composición
15 de fluidos. La composición de fluidos 36 entonces se descarga desde el sistema de resistencia variable al flujo 25 hacia un interior de la sarta tubular 22 mediante una salida 40.

En otros ejemplos, el filtro de pozo 24 puede no usarse de conjunto con el sistema de resistencia variable al flujo 25 (por ejemplo, en operaciones de inyección), la composición de fluidos 36 puede fluir en una dirección opuesta a través de varios elementos del sistema de pozo 10 (por ejemplo, en operaciones de inyección), un solo sistema
25 de resistencia variable al flujo puede usarse de conjunto con múltiples filtros de pozos, múltiples sistemas de resistencia variable al flujo pueden usarse con uno o más filtros de pozos, la composición de fluidos puede recibirse de o descargarse hacia regiones de un pozo distintas de un
30 espacio anular o una sarta tubular, la composición de fluidos puede fluir a través del sistema de resistencia variable al fluido antes de fluir a través del filtro de pozo, cualquier otro componente se puede interconectar aguas arriba o aguas abajo del filtro de pozo y/o sistema de
35 resistencia variable al flujo, etc. Por consiguiente, se apreciará que los principios de esta descripción no se limitan de hecho a los detalles del ejemplo representado en la FIG. 2 y descrito en la presente.

Aunque el filtro de pozo 24 representado en la FIG.2 es del tipo conocido por aquellos expertos en el arte como filtro de pozo envuelto con alambre, cualquier otro tipo de combinaciones de filtros de pozo (tales como poroso, expandido, pre-empacado, malla de alambre, etc.) puede usarse en otros ejemplos. Los componentes adicionales (tales como cubiertas, tubos de derivación, líneas, instrumentación, sensores, dispositivos de control del flujo de entrada, etc.) pueden usarse además, si se desea.

El sistema de resistencia variable al flujo 25 se representa de forma simplificada en la FIG. 2, pero en un ejemplo preferido el sistema puede incluir varios pasajes y dispositivos para ejecutar varias funciones, como se describirá de manera más completa a continuación. Además, el sistema 25 preferentemente se extiende de manera circunferencial al menos parcialmente sobre la sarta tubular 22, o el sistema puede formarse en una pared de una estructura tubular interconectada como parte de la sarta tubular.

En otros ejemplos, el sistema 25 puede no extenderse de manera circunferencial sobre una sarta tubular o puede no formarse en una pared de una estructura tubular. Por ejemplo, el sistema 25 puede formarse en una estructura plana, etc. El sistema 25 puede estar en un alojamiento separado que se fija a la sarta tubular 22, o puede orientarse de manera que el eje de la salida 40 está paralelo al eje de la sarta tubular. El sistema 25 puede estar en una sarta de registro o se puede fijar a un dispositivo que no es de forma tubular. Cualquier orientación o configuración del sistema 25 se puede usar de acuerdo con los principios de esta descripción.

Con referencia ahora además a la FIG. 3, se ilustra representativamente una vista en sección transversal más detallada de un ejemplo del sistema 25. El sistema 25 se representa en la FIG. 3 como si estuviera "desenrollado" desde su configuración de extensión de manera circunferencial hasta una configuración generalmente plana.

Como se describió anteriormente, la composición de fluidos 36 entra al sistema 25 mediante la entrada 38, y

sale del sistema mediante la salida 40. Una resistencia al flujo de la composición de fluidos 36 a través del sistema 25 varía basada en una o más características de la composición de fluidos. El sistema 25 representado en la FIG. 3 es similar en su mayoría a aquel ilustrado en la FIG. 23 de la solicitud anterior con no. de serie 12/700685 incorporada en la presente mediante la referencia citada anteriormente.

En el ejemplo de la FIG. 3, la composición de fluidos 36 fluye inicialmente hacia múltiples pasajes del flujo 42, 44, 46, 48. Los pasajes del flujo 42, 44, 46, 48 dirigen la composición de fluidos 36 hacia dos dispositivos de selección de la trayectoria del flujo 50, 52. El dispositivo 50 selecciona en cuál de las dos trayectorias del flujo 54, 56 entrará la mayor parte del flujo desde los pasajes 44, 46, 48, y el dispositivo 52 selecciona en cuál de las dos trayectorias del flujo 58, 60 entrará la mayor parte del flujo desde los pasajes 42, 44, 46, 48.

El pasaje del flujo 44 se configura para ser más restrictivo al flujo de fluidos que tienen mayor viscosidad. El flujo de los fluidos de viscosidad incrementada se restringirá cada vez más a través del pasaje del flujo 44.

Como se usa en la presente, el término "viscosidad" se usa para abarcar tanto el comportamiento reológico Newtoniano como el no-Newtoniano. Las propiedades reológicas relacionadas incluyen viscosidad cinemática, fuerza de rotura, viscoplasticidad, tensión superficial, humectabilidad, etc. Por ejemplo, un fluido deseado puede tener un rango deseado de viscosidad cinemática, fuerza de rotura, viscoplasticidad, tensión superficial, humectabilidad, etc.

El pasaje del flujo 44 puede tener un área del flujo relativamente pequeña, el pasaje del flujo puede requerir que el fluido fluya a través de él para seguir una trayectoria tortuosa, una rugosidad superficial o estructuras que impiden el flujo pueden usarse para proporcionar una mayor resistencia al flujo del fluido de mayor viscosidad, etc. El fluido de viscosidad relativamente

baja, sin embargo, puede fluir a través del pasaje del flujo 44 con una resistencia relativamente baja a tal flujo.

5 El pasaje de control 64 del dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 recibe el fluido que fluye a través del pasaje del flujo 44. Un puerto de control 66 en un extremo del pasaje de control 64 tiene un área del flujo reducida para de esta forma incrementar una velocidad del fluido que sale del pasaje de control.

10 El pasaje del flujo 48 se configura para tener una resistencia al flujo que es relativamente insensible a la viscosidad de los fluidos que fluyen a través de él, pero que puede ser cada vez más resistente al flujo de fluidos de mayor velocidad o de mayor densidad. El flujo de los fluidos de viscosidad incrementada puede resistirse cada vez más a
15 través del pasaje del flujo 48, pero no en una medida tan grande como el flujo de aquellos fluidos que podrían resistirse a través del pasaje del flujo 44.

En el ejemplo representado en la FIG. 3, el fluido que fluye a través del pasaje del flujo 48 debe fluir a través
20 de una cámara "vórtice" 62 antes de ser descargado hacia un pasaje de control 68 del dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50. Debido a que la cámara 62 en este ejemplo tiene una forma cilíndrica con una salida central, y la composición de fluidos 36 gira en espiral alrededor de la cámara, incrementando su velocidad cuando se acerca a la salida, accionada por un diferencial de presión desde la entrada hacia la salida, la cámara se denomina como una
25 cámara "vórtice". En otros ejemplos, se pueden usar uno o más orificios, venturis, boquillas, etc..

30 El pasaje de control 68 termina en un puerto de control 70. El puerto de control 70 tiene un área del flujo reducida, para incrementar la velocidad del fluido que sale del pasaje de control 68.

35 Se apreciará que, cuando una viscosidad de la composición de fluidos 36 aumenta, una mayor proporción de la composición de fluidos fluirá a través del pasaje del flujo 48, el pasaje de control 68 y el puerto de control 70 (debido a que el pasaje del flujo 44 resiste más el flujo

del fluido de mayor viscosidad que el pasaje del flujo 48 y la cámara vórtice 62). Por el contrario, cuando una viscosidad de la composición de fluidos 36 disminuye, una mayor proporción de la composición de fluidos fluirán a través del pasaje del flujo 44, el pasaje de control 64 y el puerto de control 66.

El fluido que fluye a través del pasaje del flujo 46 fluye además a través de la cámara vórtice 72, la cual puede ser similar a la cámara vórtice 62 (aunque la cámara vórtice 72 en un ejemplo preferido proporciona menos resistencia al flujo dentro de ella que la cámara vórtice 62), y se descarga hacia el pasaje central 74. La cámara vórtice 72 se usa para "igualar la resistencia" para lograr un balance deseado de los flujos a través de los pasajes del flujo 44, 46, 48.

Se debe observar que se necesitará seleccionar apropiadamente las dimensiones y otras características de los diferentes componentes del sistema 25, de manera que se logren los resultados deseados. En el ejemplo de la FIG. 3, un resultado deseado del dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 es que el flujo de la mayor parte de la composición de fluidos 36 que fluye a través de los pasajes del flujo 44, 46, 48 se dirija hacia la trayectoria del flujo 54 cuando la composición de fluidos tenga una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado suficientemente alta.

En este ejemplo, el fluido deseado es petróleo, el cual tiene una mayor viscosidad que el agua o el gas, y entonces cuando una proporción suficientemente alta de la composición de fluidos 36 es petróleo, la mayor parte (o al menos una mayor proporción) de la composición de fluidos 36 que entra al dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 se dirigirá para que fluya hacia la trayectoria del flujo 54, en lugar de hacia la trayectoria del flujo 56. Este resultado se logra debido a que el fluido sale del puerto de control 70 a una mayor razón, velocidad y/o momento que el fluido que sale del otro puerto de control 66, presionando de esta forma al fluido que fluye desde los pasajes 64, 68, 74 para que fluya más hacia la trayectoria del flujo 54.

Si la viscosidad de la composición de fluidos 36 no es suficientemente alta (y por consiguiente una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado está por debajo del nivel seleccionado), la mayor parte (o al menos una mayor
5 proporción) de la composición de fluidos que entra al dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 se dirigirá para que fluya hacia la trayectoria del flujo 56, en lugar de hacia la trayectoria del flujo 54. Esto se deberá a que el fluido sale del puerto de control 66 a una
10 mayor razón, velocidad y/o momento que el fluido que sale del puerto de control 70, presionando de esta forma al fluido que fluye desde los pasajes 64, 68, 74 para que fluya más hacia la trayectoria del flujo 56.

Se apreciará que, configurando apropiadamente los
15 pasajes del flujo 44, 46, 48, los pasajes de control 64, 68, los puertos de control 66, 70, las cámaras vórtice 62, 72, etc., la razón entre el fluido deseado y el indeseado en la composición de fluidos 36 a la cual el dispositivo 50 selecciona el pasaje del flujo 54 ó 56 para hacer fluir la
20 mayor parte del fluido desde el dispositivo, puede establecerse a varios niveles diferentes.

Las trayectorias del flujo 54, 56 dirigen el fluido hacia los pasajes de control respectivos 76, 78 del otro dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 52. Los
25 pasajes de control 76, 78 terminan en los puertos de control respectivos 80, 82. Un pasaje central 75 recibe el fluido desde el pasaje del flujo 42.

El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 52 opera del mismo modo que el dispositivo de selección de
30 la trayectoria del flujo 50, en el sentido de que la mayor parte del fluido que fluye hacia el dispositivo 52 a través de los pasajes 75, 76, 78 se dirige hacia una de las trayectorias del flujo 58, 60, y la selección de la trayectoria del flujo depende de una razón entre el fluido
35 descargado desde los puertos de control 80, 82. Si el fluido fluye a través del puerto de control 80 a una mayor razón, velocidad y/o momento en comparación con un fluido que fluye a través del puerto de control 82, entonces la mayor parte (o al menos una mayor proporción) de la composición de

fluidos 36 se dirigirá para que fluya a través de la trayectoria del flujo 60. Si el fluido fluye a través del puerto de control 82 a una mayor razón, velocidad y/o momento en comparación con un fluido que fluye a través del puerto de control 80, entonces la mayor parte (o al menos una mayor proporción) de la composición de fluidos 36 se dirigirá para que fluya a través de la trayectoria del flujo 58.

Aunque dos de los dispositivos de selección de la trayectoria del flujo 50, 52 se representan en el ejemplo del sistema 25 en la FIG. 3, se apreciará que cualquier número (incluyendo uno) de los dispositivos de selección de la trayectoria del flujo se puede usar de acuerdo con los principios de esta descripción. Los dispositivos 50, 52 ilustrados en la FIG. 3 son del tipo conocido por aquellos expertos en el arte como amplificadores de razón entre fluidos tipo-chorro, pero otros tipos de dispositivos de selección de la trayectoria del flujo (por ejemplo, amplificadores de razón entre fluidos tipo-presión, interruptores del fluido bi-estables, amplificadores de razón entre fluidos proporcionales, etc.) se pueden usar de acuerdo con los principios de esta descripción.

El fluido que fluye a través de la trayectoria del flujo 58 entra a la cámara del flujo 84 a través de una entrada 86 la cual dirige el fluido a entrar a la cámara generalmente de forma tangencial (por ejemplo, la cámara 84 es de forma similar a un cilindro, y la entrada 86 se alinea con una tangente a una circunferencia del cilindro). Como resultado, el fluido girará en espiral alrededor de la cámara 84, hasta que eventualmente salga a través de la salida 40, como se indica esquemáticamente mediante la flecha 90 en la FIG. 3.

El fluido que fluye a través de la trayectoria del flujo 60 entra a la cámara del flujo 84 a través de una entrada 88 que dirige el fluido para que fluya más directamente hacia la salida 40 (por ejemplo, en una dirección radial, como se indica esquemáticamente mediante la flecha 92 en la FIG. 3). Como se apreciará fácilmente, se consume mucha menos energía al mismo caudal cuando el fluido

fluye más directamente hacia la salida 40 en comparación con cuando el fluido fluye menos directamente hacia la salida.

De esta forma, se experimenta menos resistencia al flujo cuando la composición de fluidos 36 fluye más directamente hacia la salida 40 y, por el contrario, se experimenta más resistencia al flujo cuando la composición de fluidos fluye menos directamente hacia la salida. Consecuentemente, trabajando aguas arriba desde la salida 40, se experimenta menos resistencia al flujo cuando la mayor parte de la composición de fluidos 36 fluye dentro de la cámara 84 desde la entrada 88, y a través de la trayectoria del flujo 60.

La mayor parte de la composición de fluidos 36 fluye a través de la trayectoria del flujo 60 cuando el fluido sale del puerto de control 80 a una mayor razón, velocidad y/o momento en comparación con un fluido que sale del puerto de control 82. Más fluido sale del puerto de control 80 cuando la mayor parte del fluido que fluye desde los pasajes 64, 68, 74 fluye a través de la trayectoria del flujo 54.

La mayor parte del fluido que fluye desde los pasajes 64, 68, 74 fluye a través de la trayectoria del flujo 54 cuando el fluido sale del puerto de control 70 a una mayor razón, velocidad y/o momento en comparación con el fluido que sale del puerto de control 66. Más fluido sale del puerto de control 70 cuando una viscosidad de la composición de fluidos 36 está por encima de un nivel seleccionado.

De esta forma, el flujo a través del sistema 25 se resiste menos cuando la composición de fluidos 36 tiene una viscosidad incrementada (y una mayor razón entre el fluido deseado y el indeseado en la misma). El flujo a través del sistema 25 se resiste más cuando la composición de fluidos 36 tiene una viscosidad disminuida.

Se experimenta más resistencia al flujo cuando la composición de fluidos 36 fluye menos directamente hacia la salida 40 (por ejemplo, como se indica mediante la flecha 90). De esta forma, se experimenta más resistencia al flujo cuando una mayor parte de la composición de fluidos 36 fluye

hacia la cámara 84 desde la entrada 86, y a través de la trayectoria del flujo 58.

Una mayor parte de la composición de fluidos 36 fluye a través de la trayectoria del flujo 58 cuando el fluido sale del puerto de control 82 a una mayor razón, velocidad y/o momento en comparación con el fluido que sale del puerto de control 80. Más fluido sale del puerto de control 82 cuando la mayor parte del fluido que fluye desde los pasajes 64, 68, 74 fluye a través de la trayectoria del flujo 56, en lugar de a través de la trayectoria del flujo 54.

La mayor parte del fluido que fluye desde los pasajes 64, 68, 74 fluye a través de la trayectoria del flujo 56 cuando el fluido sale del puerto de control 66 a una mayor razón, velocidad y/o momento en comparación con el fluido que sale del puerto de control 70. Más fluido sale del puerto de control 66 cuando una viscosidad de la composición de fluidos 36 está por debajo de un nivel seleccionado.

Como se describió anteriormente, el sistema 25 se configura para proporcionar menos resistencia al flujo cuando la composición de fluidos 36 tiene una viscosidad incrementada, y más resistencia al flujo cuando la composición de fluidos tiene una viscosidad disminuida. Esto es beneficioso cuando se desea fluir más de un fluido de alta viscosidad, y menos de un fluido de baja viscosidad (por ejemplo, para producir más petróleo y menos agua o gas).

Si se desea fluir más de un fluido de baja viscosidad, y menos de un fluido de alta viscosidad (por ejemplo, para producir más gas y menos agua, o para inyectar más vapor y menos agua), entonces el sistema 25 puede reconfigurarse fácilmente para este propósito. Por ejemplo, las entradas 86, 88 podrían convenientemente invertirse, de manera que el fluido que fluye a través de la trayectoria del flujo 58 se dirija hacia la entrada 88, y el fluido que fluye a través de la trayectoria del flujo 60 se dirija hacia la entrada 86.

Con referencia ahora además a la FIG. 4, se ilustra representativamente otra configuración del sistema de

resistencia variable al flujo 25. La configuración de la FIG. 4 es similar en cierto sentido a la configuración de la FIG. 3, pero difiere un poco, en el sentido de que las cámaras vórtices 62, 72 no se usan para los pasajes del flujo 46, 48, y no se usa el pasaje del flujo separado 42 que conecta la entrada 38 con el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 52 en la configuración de la FIG. 4. En cambio, el pasaje del flujo 48 conecta la entrada 38 con el pasaje central 75 del dispositivo 52.

Una serie de pasajes ramales separados 94a-c intersecan el pasaje del flujo 48 y proporcionan comunicación del fluido entre el pasaje del flujo y el pasaje de control 68. Las cámaras 96a-c se proporcionan en las intersecciones respectivas entre los pasajes ramales 94a-c y el pasaje del flujo 48.

Una mayor proporción de la composición de fluidos 36 que fluye a través del pasaje del flujo 48 se desviará hacia los pasajes ramales 94a-c cuando aumenta la viscosidad de la composición de fluidos, o cuando disminuye la velocidad de la composición de fluidos. De esta forma, el fluido fluirá a una mayor razón, velocidad y/o momento a través del puerto de control 70 del dispositivo 50 (comparado con la razón, velocidad y/o momento del fluido que fluye a través del puerto de control 66) cuando aumenta la viscosidad de la composición de fluidos, o cuando disminuye la velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo 48.

Preferentemente, el sistema 25 de la FIG. 4 se configura apropiadamente de manera que la razón entre los flujos a través de los puertos de control 66, 70 tenga una relación lineal o monótona con una proporción de un fluido deseado en la composición de fluidos 36. Por ejemplo, si el fluido deseado es petróleo, entonces la razón entre el flujo a través del puerto de control 70 y el flujo a través del puerto de control 66 puede variar con el porcentaje de petróleo en la composición de fluidos 36.

Las cámaras 96a-c no son estrictamente necesarias, pero se proporcionan para mejorar el efecto de la viscosidad en la desviación del fluido hacia los pasajes ramales 94a-c. Las cámaras 96a-c se pueden considerar cámaras "remolino",

ya que ellas proporcionan un volumen en el cual la composición de fluidos 36 puede actuar sobre sí misma, aumentando de esta forma la desviación del fluido cuando aumenta su viscosidad. Las cámaras 96a-c pueden usar varias
5 formas diferentes, volúmenes, tratamientos superficiales, topografías superficiales, etc. para mejorar más el efecto de la viscosidad en la desviación del fluido hacia los pasajes ramales 94a-c.

Aunque tres de los pasajes ramales 94a-c se representan
10 en la FIG. 4, cualquier número (incluyendo uno) de los pasajes ramales se puede usar de acuerdo con los principios de esta descripción. Los pasajes ramales 94a-c se separan linealmente en un lado del pasaje del flujo 48 como se representa en la FIG. 4, pero en otros ejemplos ellos
15 podrían separarse radialmente, helicoidalmente o de otra manera, y ellos podrían estar en cualquier lado del pasaje del flujo 48, de acuerdo con los principios de esta descripción.

Tal como se ve más claramente en la FIG. 5, el pasaje
20 del flujo 48 preferentemente aumenta en ancho (y, por lo tanto, en área del flujo) en cada una de las intersecciones entre los pasajes ramales 94a-c y el pasaje del flujo. De esta forma, un ancho w_2 del pasaje del flujo 48 es mayor que un ancho w_1 del pasaje del flujo, el ancho w_3 es mayor que
25 el ancho w_2 , y el ancho w_4 es mayor que el ancho w_3 . Cada incremento en ancho preferentemente está en el lado del pasaje del flujo 48 intersecado por el lado receptivo de los pasajes ramales 94a-c.

El ancho del pasaje del flujo 48 aumenta en cada
30 intersección con los pasajes ramales 94a-c, para compensar la propagación del flujo de la composición de fluidos 36 a través del pasaje del flujo. Preferentemente se mantiene un flujo de la composición de fluidos tipo-chorro 36 cuando la misma atraviesa cada una de las intersecciones. De esta
35 forma, se presiona menos a los fluidos de alta velocidad y baja viscosidad a ser desviados hacia los pasajes 94a-c.

Las intersecciones de los pasajes ramales 94a-c con el pasaje del flujo 48 pueden separarse uniformemente (como se representa en las FIGS. 4 y 5) o separarse desigualmente. La

separación de los pasajes ramales 94a-c se selecciona preferentemente para mantener el flujo de la composición de fluidos tipo-chorro 36 a través del pasaje del flujo 48 cuando la misma atraviesa cada una de las intersecciones,
5 como se mencionó anteriormente.

En la configuración de las FIGS. 4 y 5, el fluido deseado tiene una mayor viscosidad en comparación con el fluido indeseado, y por lo tanto los diferentes elementos del sistema 25 (por ejemplo, pasajes del flujo 44, 48,
10 pasajes de control 64, 68, puertos de control 66, 70, pasajes ramales 94a-c, cámaras 96a-c, etc.) se configuran apropiadamente de manera que el dispositivo 50 dirija la mayor parte (o al menos una mayor proporción) del fluido que fluye a través de los pasajes 44, 46, 48 hacia la
15 trayectoria del flujo 54 cuando la composición de fluidos 36 tiene una viscosidad suficientemente alta. Si la viscosidad de la composición de fluidos 36 no es suficientemente alta, entonces el dispositivo 50 dirige la mayor parte (o al menos una mayor proporción) de los fluidos hacia dentro la
20 trayectoria del flujo 56.

Si la mayor parte del fluido se dirige hacia la trayectoria del flujo 54 (es decir, si la composición de fluidos 36 tiene una viscosidad suficientemente alta), entonces el dispositivo 52 dirigirá una mayor parte de la
25 composición de fluidos para que fluya hacia la trayectoria del flujo 60. Por consiguiente, una mayor parte sustancial de la composición de fluidos 36 fluirá hacia la cámara 84 a través de la entrada 88, y seguirá una trayectoria relativamente directa, menos resistente hacia la salida 40.

Si el dispositivo 50 dirige la mayor parte del fluido hacia la trayectoria del flujo 56 (es decir, si la composición de fluidos 36 tiene una viscosidad relativamente
30 baja), entonces el dispositivo 52 dirigirá la mayor parte de la composición de fluidos para que fluya hacia la trayectoria del flujo 58. Por consiguiente, una mayor parte sustancial de la composición de fluidos 36 fluirá hacia la
35 cámara 84 a través de la entrada 86, y seguirá una trayectoria relativamente indirecta, más resistente hacia la salida 40.

Se apreciará, por consiguiente, que el sistema 25 de las FIGS. 4 y 5 aumenta la resistencia al flujo de composiciones de fluidos de viscosidad relativamente baja, y disminuye la resistencia al flujo de composiciones de fluidos de viscosidad relativamente alta. El nivel de viscosidad al cual la resistencia al flujo a través del sistema 25 aumenta o disminuye por encima o por debajo de ciertos niveles se puede determinar configurando apropiadamente los diferentes elementos del sistema.

De forma similar, si el fluido que fluye a través del pasaje del flujo 48 tiene una velocidad relativamente baja, de forma proporcional más fluido se desviará desde el pasaje del flujo y hacia los pasajes ramales 94a-c, resultando en una mayor razón entre flujo del fluido a través del puerto de control 70 y el flujo del fluido a través del puerto de control 66. Como resultado, la mayor parte (o al menos una mayor proporción) de la composición de fluidos fluirá a través de la entrada 88 hacia la cámara 84, y la composición de fluidos seguirá una trayectoria relativamente directa, menos resistente hacia la salida 40.

Por el contrario, si el fluido que fluye a través del pasaje del flujo 48 tiene una velocidad relativamente alta, de forma proporcional menos fluido se desviará desde el pasaje del flujo y hacia los pasajes ramales 94a-c, resultando en una menor razón entre flujo del fluido a través del puerto de control 70 y el flujo del fluido a través del puerto de control 66. Como resultado, la mayor parte (o al menos una mayor proporción) de la composición de fluidos 36 fluirá a través de la entrada 86 hacia la cámara 84, y la composición de fluidos seguirá una trayectoria relativamente indirecta, más resistente hacia la salida 40.

Se apreciará, por consiguiente, que el sistema 25 de las FIGS. 4 y 5 aumenta la resistencia al flujo de composiciones de fluidos de velocidad relativamente alta, y disminuye la resistencia al flujo de composiciones de fluidos de velocidad relativamente baja. El nivel de velocidad al cual la resistencia al flujo a través del sistema 25 aumenta o disminuye por encima o por debajo de un

cierto nivel se puede determinar configurando apropiadamente los diferentes elementos del sistema.

En un ejemplo preferido del sistema 25, el sistema resiste el flujo de un fluido de viscosidad relativamente baja (tal como la composición de fluidos 36 que tiene una alta proporción de gas en la misma), sin importar su velocidad (por encima de un umbral de velocidad mínimo). Sin embargo, el sistema resiste el flujo de un fluido de viscosidad relativamente alta (tal como la composición de fluidos 36 que tiene una alta proporción de petróleo en la misma) sólo cuando su velocidad está por encima de un nivel seleccionado. Nuevamente, estas características del sistema 25 se pueden determinar configurando apropiadamente los diferentes elementos del sistema.

Con referencia ahora además a la FIG. 6, se ilustra representativamente otra configuración del sistema 25. La configuración de la FIG. 6 es similar en muchos sentidos a la configuración de las FIGS. 4 y 5, pero difieren un poco, en el sentido que el fluido desde ambos pasajes del flujo 44, 48 se comunica con el pasaje central 75 del dispositivo 52, y una serie de pasajes ramales separados 98a-c intersecan el pasaje del flujo 44, con las cámaras 100a-c en las intersecciones. Se puede usar cualquier número (incluyendo uno), separación, dimensión, configuración, etc., de los pasajes ramales 98a-c y las cámaras 100a-c de acuerdo con los principios de esta descripción.

Al igual que los pasajes ramales 94a-c y las cámaras 96a-c descritas anteriormente, los pasajes ramales 98a-c y las cámaras 100a-c operan para desviar proporcionalmente más fluido desde el pasaje del flujo 44 (y hacia el pasaje central 75 del dispositivo 52) cuando aumenta la viscosidad de la composición de fluidos 36, o cuando disminuye la velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo. De esta forma, de manera proporcional se entrega menos fluido al puerto de control 66 cuando aumenta la viscosidad de la composición de fluidos 36, o cuando disminuye la velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo 44.

Dado que se entrega más fluido al puerto de control 70 cuando aumenta la viscosidad de la composición de fluidos 36, o cuando disminuye la velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo 48 (como se describió anteriormente en relación con la configuración de las FIGS. 4 y 5), la razón entre el flujo del fluido a través del puerto de control 70 y flujo del fluido a través del puerto de control 66 aumenta sustancialmente más cuando aumenta la viscosidad de la composición de fluidos 36, o cuando disminuye la velocidad de la composición de fluidos en la configuración de la FIG. 6, en comparación con la configuración de las FIGS. 4 y 5.

Por el contrario, la razón entre el flujo del fluido a través del puerto de control 70 y el flujo del fluido a través del puerto de control 66 disminuye sustancialmente más cuando disminuye la viscosidad de la composición de fluidos 36, o cuando aumenta la velocidad de la composición de fluidos en la configuración de la FIG. 6, en comparación con la configuración de las FIGS. 4 y 5. Por consiguiente, el sistema 25 de la FIG. 6 responde más a los cambios en la viscosidad o velocidad de la composición de fluidos 36, en comparación con el sistema de las FIGS. 4 y 5.

Otra diferencia en la configuración de la FIG. 6 es que las cámaras 96a-c y las cámaras 100a-c disminuyen en volumen paso a paso en una dirección aguas abajo a lo largo de los pasajes del flujo respectivos 48, 44. De esta forma, la cámara 96b tiene un volumen más pequeño que la cámara 96a, y la cámara 96c tiene un volumen más pequeño que la cámara 96b. Del mismo modo, la cámara 100b tiene un volumen más pequeño que la cámara 100a, y la cámara 100c tiene un volumen más pequeño que la cámara 100b.

Los cambios en volumen de las cámaras 96a-c y 100a-c pueden ayudar a compensar los cambios en el caudal, velocidad, etc. de la composición de fluidos 36 a través de los pasajes respectivos 48, 44. Por ejemplo, en cada intersección sucesiva entre los pasajes ramales 94a-c y el pasaje del flujo 48, la velocidad del fluido a través del pasaje del flujo 48 disminuirá, y el volumen del fluido respectivo de las cámaras 96a-c disminuirá consecuentemente.

Del mismo modo, en cada intersección sucesiva entre los pasajes ramales 98a-c y el pasaje del flujo 44, la velocidad del fluido a través del pasaje del flujo 44 disminuirá, y el volumen del fluido respectivo de las cámaras 100a-c
5 disminuirá consecuentemente.

Una ventaja de las configuraciones de las FIGS. 4-6 sobre la configuración de la FIG. 3 es que todos los pasajes del flujo, trayectorias del flujo, pasajes de control, pasajes ramales, etc. en las configuraciones de las FIGS. 4-
10 6 están preferentemente en un único plano (como se observa en las figuras). Por supuesto, cuando el sistema 25 se extiende circunferencialmente alrededor de, o dentro de, una estructura tubular, los pasajes, las trayectorias del flujo, etc. podrían preferentemente estar a la misma distancia
15 radial dentro de o sobre la estructura tubular. Esto hace al sistema 25 menos difícil y costoso de construir.

Con referencia ahora además a las FIGS. 7A y B, se ilustra representativamente otra configuración del sistema de resistencia variable al flujo 25. El sistema 25 de las
20 FIGS. 7A y B es mucho menos complejo en comparación con los sistemas de las FIGS. 3-5, al menos en parte porque el mismo no incluye los dispositivos de selección de la trayectoria del flujo 50, 52.

La cámara del flujo 84 de las FIGS. 7A y B es también
25 un poco diferente, en el sentido que dos entradas 116, 110 hacia la cámara se suministran con el flujo de la composición de fluidos 36 a través de dos pasajes del flujo 110, 112 que dirigen la composición de los fluidos para que fluya en direcciones opuestas alrededor de la salida 40.
30 Como se representa en las FIGS. 7A y B, el fluido que entra a la cámara 84 a través de la entrada 116 se dirige para que fluya en una dirección en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la salida 40, y el fluido que entra a la cámara a través de la entrada 110 se dirige para que fluya en una
35 dirección opuesta al sentido de las agujas del reloj alrededor de la salida.

En la FIG. 7A, el sistema 25 se representa en una situación en la cual una velocidad incrementada y/o viscosidad reducida de la composición de fluidos 36 resulta

en que la mayor parte de la composición de fluidos fluye hacia la cámara 84 a través de la entrada 116. La composición de fluidos 36, de esta forma, gira en espiral alrededor de la salida 40 en la cámara 84, y aumenta una
5 resistencia al flujo a través del sistema 25. La viscosidad reducida podría resultar de una razón relativamente baja entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

Una cantidad relativamente pequeña de la composición de
10 fluidos 36 fluye hacia la cámara 84 a través de la entrada 110 en la FIG. 7A, debido a que el pasaje del flujo 114 se conecta con los pasajes ramales 102a-c que se ramifican desde el pasaje del flujo 112 en las cámaras remolino 104a-c. A velocidades relativamente altas y/o viscosidades bajas,
15 la composición de fluidos 36 tiende a fluir más allá de las cámaras remolino 104a-c, sin que una cantidad substancial de la composición de fluidos fluya a través de las cámaras remolino y pasajes ramales 102a-c hacia el pasaje del flujo 114.

En la FIG. 7B, una velocidad de la composición de
20 fluidos 36 disminuye y/o una viscosidad de la composición de fluidos aumenta, y como resultado, de forma proporcional más de la composición de fluidos fluye desde el pasaje 112 hacia los pasajes ramales 102a-c y a través del pasaje 114 hacia
25 la entrada 110. Dado que los flujos hacia la cámara 84 desde las dos entradas 116, 110 están en direcciones opuestas, ellos se contrarrestan entre sí, resultando en una ruptura del vórtice 90 en la cámara.

Como se representa en la FIG. 7B, la composición de
30 fluidos 36 fluye menos en espiral alrededor de la salida 40, y más directamente hacia la salida, reduciendo de esta forma la resistencia al flujo a través del sistema 25. Por consiguiente, la resistencia al flujo a través del sistema 25 disminuye cuando disminuye la velocidad de la composición
35 de fluidos 36, cuando aumenta la viscosidad de la composición de fluidos, o cuando aumenta una razón entre el flujo deseado y el flujo indeseado en la composición de fluidos.

Con referencia ahora además a las FIGS. 8A y B, se ilustra representativamente otra configuración del sistema de resistencia variable al flujo 25. El sistema 25 de las FIGS. 8A y B es similar en muchos sentidos al sistema de las FIGS. 7A y B, pero difiere al menos en que los pasajes
5 ramales 102a-c y las cámaras remolino 104a-c no se usan necesariamente en la configuración de las FIGS. 8A y B. En lugar de eso, el pasaje del flujo 114 por sí mismo se ramifica desde el pasaje del flujo 112.

Otra diferencia es que las estructuras de inducción del flujo circular 106 se usan en la cámara 84 en la configuración de las FIGS. 8A y B. Las estructuras 106 operan para mantener un flujo circular de la composición de fluidos 36 alrededor de la salida 40, o al menos para
15 impedir el flujo entrante de la composición de fluidos hacia la salida, cuando la composición de fluidos fluye circularmente alrededor de la salida. Las aberturas 108 en las estructuras 106 permiten a la composición de fluidos 36 fluir eventualmente hacia la salida 40.

Las estructuras 106 son un ejemplo de cómo la configuración del sistema 25 puede alterarse para producir una resistencia al flujo deseada (por ejemplo, cuando la composición de fluidos 36 tiene una viscosidad, velocidad, densidad, razón predeterminada entre el fluido deseado y el
25 indeseado, etc.). La manera en la que el pasaje del flujo 114 se ramifica desde el pasaje del flujo 112 es aún otro ejemplo de cómo la configuración del sistema 25 puede alterarse para producir una resistencia al flujo deseada.

En la FIG. 8A, el sistema 25 se representa en una situación en la que una velocidad incrementada y/o viscosidad reducida de la composición de fluidos 36 resulta en que la mayor parte de la composición de fluidos fluye hacia la cámara 84 a través de la entrada 116. La composición de fluidos 36, de esta forma, gira en espiral
30 alrededor de la salida 40 en la cámara 84, y aumenta una resistencia al flujo a través del sistema 25. La viscosidad reducida puede ser debido a una razón relativamente baja entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.
35

Una cantidad relativamente pequeña de la composición de fluidos 36 fluye hacia la cámara 84 a través de la entrada 110 en la FIG. 8A, debido a que el pasaje del flujo 114 se ramifica desde el pasaje del flujo 112 de un modo tal que la
5 mayor parte de la composición de fluidos permanece en el pasaje del flujo 112. A velocidades relativamente altas y/o viscosidades bajas, la composición de fluidos 36 tiende a fluir más allá del pasaje del flujo 114.

En la FIG. 8B, una velocidad de la composición de fluidos 36 disminuye y/o una viscosidad de la composición de fluidos aumenta, y como resultado, de forma proporcional más de la composición de fluidos fluye desde el pasaje 112 y a través del pasaje 114 hacia la entrada 110. La viscosidad incrementada de la composición de fluidos 36 se puede deber
10 a una razón incrementada entre los fluidos deseados y los indeseados en la composición de fluidos.

Dado que los flujos hacia la cámara 84 desde las dos entradas 116, 110 se dirigen de forma opuesta (o al menos el flujo de la composición de fluidos a través de la entrada 110 se opone al flujo a través de la entrada 116), ellos se contrarrestan entre sí, resultando en una ruptura del vórtice 90 en la cámara. De esta forma, la composición de fluidos 36 fluye más directamente hacia la salida 40 y disminuye una resistencia al flujo a través del sistema 25.
20

Se debe observar que cualquiera de las características de cualquiera de las configuraciones del sistema 25 descritas anteriormente puede incluirse en cualquiera de las otras configuraciones del sistema y, por consiguiente, debería entenderse que estas características no son
25 exclusivas para cualquier configuración en particular del sistema. El sistema 25 puede usarse en cualquier tipo de sistema de pozo (por ejemplo, no sólo en el sistema de pozo 10), y para lograr varios propósitos en varias operaciones de pozo, incluyendo pero no limitado a la inyección, estimulación, terminación, producción, conformidad,
30 operaciones de perforación, etc.

Puede apreciarse completamente ahora que la descripción anterior proporciona avances substanciales al arte de controlar el flujo del fluido en un pozo. Se puede hacer

resistencia al flujo del fluido de manera variable basado en diferentes características (por ejemplo, viscosidad, densidad, velocidad, etc.) de una composición de fluidos que fluye a través de un sistema de resistencia variable al
5 flujo.

En particular, las descripciones anteriores proporcionan al arte un sistema 25 para hacer resistencia, de manera variable, al flujo de una composición de fluidos 36 en un pozo subterráneo. El sistema 25 puede incluir un
10 primer pasaje del flujo 48, 112 y un primer conjunto de uno o más pasajes ramales 94a-c, 100, 102a-c que intersecan el primer pasaje del flujo 48, 112. De esta forma, una proporción de la composición de fluidos 36 desviada desde el primer pasaje del flujo 48, 112 hacia el primer conjunto de
15 pasajes ramales 94a-c, 100, 102a-c varía basada en al menos uno de a) la viscosidad de la composición de fluidos 36, y b) la velocidad de la composición de fluidos 36 en el primer pasaje del flujo 48, 98.

La proporción de la composición de fluidos 36 desviada desde el primer pasaje del flujo 48, 112 hacia el primer conjunto de pasajes ramales 94a-c, 100, 102a-c preferentemente aumenta en respuesta a la viscosidad incrementada de la composición de fluidos 36.

La proporción de la composición de fluidos 36 desviada desde el primer pasaje del flujo 48, 112 hacia el primer conjunto de pasajes ramales 94a-c, 100, 102a-c preferentemente aumenta en respuesta a la velocidad disminuida de la composición de fluidos 36 en el primer pasaje del flujo 48, 112.

El primer conjunto de pasajes ramales 94a-c puede dirigir la composición de fluidos 36 hacia un primer pasaje de control 68 de un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50. El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede seleccionar a través de cuál
30 de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo 50, basado al menos parcialmente en la proporción de la composición de fluidos 36 desviada hacia el primer pasaje de control 68.

El sistema 25 puede incluir un segundo pasaje del flujo 44 con un segundo conjunto de uno o más pasajes ramales 98a-c que intersecan el segundo pasaje del flujo 44. En esta configuración, una proporción de la composición de fluidos 36 desviada desde el segundo pasaje del flujo 44 hacia el segundo conjunto de pasajes ramales 98a-c preferentemente aumenta con la viscosidad incrementada de la composición de fluidos 36, y aumenta con la velocidad disminuida de la composición de fluidos 36 en el segundo pasaje del flujo 44.

El segundo pasaje del flujo 44 puede dirigir la composición de fluidos 36 hacia un segundo pasaje de control 64 del dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50. El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede seleccionar a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo 50, basado en una razón entre los caudales de la composición de fluidos 36 a través del primero y segundo pasajes de control 64, 68. La razón entre los caudales a través del primer y segundo pasajes de control preferentemente varía con respecto a una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

El primer conjunto de pasajes ramales 94a-c, 100, 102a-c puede incluir múltiples pasajes ramales separados a lo largo del primer pasaje del flujo 48, 112. Se puede proporcionar una cámara 96a-c, 104a-c en cada una de las múltiples intersecciones entre el primer pasaje del flujo 48, 112 y los pasajes ramales 94a-c, 102a-c.

Cada una de las cámaras 96a-c, 104a-c tiene un volumen del fluido, y el volumen puede disminuir en una dirección del flujo de la composición de fluidos 36 a través del primer pasaje del flujo 48, 112. Un área del flujo del primer pasaje del flujo 48, 112 puede aumentar en cada una de las múltiples intersecciones entre el primer pasaje del flujo 48, 112 y el primer conjunto de los pasajes ramales 96a-c, 104a-c.

También se describió anteriormente un sistema 25 para hacer resistencia de manera variable al flujo de una composición de fluidos 36 en un pozo subterráneo, incluyendo

el sistema 25 un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede incluir un primer puerto de control 70. Un caudal de la composición de fluidos 36 a través del primer puerto de control 70 afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo 50. El caudal de la composición de fluidos 36 a través del primer puerto de control 70 preferentemente varía basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede incluir además un segundo puerto de control 66. El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede seleccionar a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo 50, basado en una razón entre a) el caudal de la composición de fluidos 36 a través del primer puerto de control 70 y b) un caudal de la composición de fluidos 36 a través del segundo puerto de control 66. La razón entre los caudales a través del primer y segundo puertos de control 70, 66 preferentemente varía con respecto a la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

La composición de fluidos 36 puede fluir hacia el primer puerto de control 70 a través de al menos un pasaje de control 68 que se conecta con un pasaje del flujo 48 a través del cual fluye la composición de fluidos 36. Un caudal de la composición de fluidos 36 desde el pasaje del flujo 48 hacia el pasaje de control 68 puede variar basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36. Una proporción de la composición de fluidos 36 que fluye desde el pasaje del flujo 48 hacia el pasaje de control 68 puede aumentar cuando

aumenta una viscosidad de la composición de fluidos, y/o puede disminuir cuando aumenta una velocidad de la composición de fluidos 36 en el pasaje del flujo 48.

5 El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede incluir un segundo puerto de control 66. Un caudal de la composición de fluidos 36 a través del segundo puerto de control 66 afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor del fluido desde el dispositivo 50.

10 La composición de fluidos 36 fluye hacia el segundo puerto de control 66 a través de al menos un pasaje de control 64 a través del cual fluye la composición de fluidos 36. El pasaje de control 64 se conecta al menos con un pasaje del flujo 44, y un caudal de la composición de fluidos 36 desde el pasaje del flujo 44 hacia el pasaje de control 64 puede variar basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

20 Una proporción de la composición de fluidos 36 que fluye desde el pasaje del flujo 44 hacia el pasaje de control 64 puede disminuir cuando aumenta una viscosidad de la composición de fluidos 36, y/o puede aumentar cuando aumenta una velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo 44.

25 La descripción anterior además proporciona al arte un sistema 25 para hacer resistencia de manera variable al flujo de una composición de fluidos 36 en un pozo subterráneo, incluyendo el sistema 25 una cámara del flujo 84. La mayor parte de la composición de fluidos 36 entra a la cámara 84 en una dirección que cambia basada en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

35 La composición de fluidos 36 puede fluir más directamente a través de la cámara 84 hacia una salida 40 de la cámara 84 en respuesta a un incremento en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

La mayor parte de la composición de fluidos 36 entra a la cámara 84 a través de una de las múltiples entradas 86, 88. Una de las múltiples entradas 86, 88 donde entra la mayor parte de la composición de fluidos 36 se selecciona
5 basada en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

Una primera entrada 88 dirige la composición de fluidos 36 para que fluya más directamente hacia una salida 40 de la cámara 84 en comparación con una segunda entrada 86. La
10 primera entrada 88 puede dirigir la composición de fluidos 36 para que fluya más radialmente en relación con la salida 40 en comparación con la segunda entrada 86. La segunda entrada 86 puede dirigir la composición de fluidos 36 para que gire más en espiral alrededor de la salida 40 en
15 comparación con la primera entrada 88.

La cámara 84 puede ser generalmente de forma cilíndrica, y la composición de fluidos 36 puede girar más en espiral dentro de la cámara 84 cuando disminuye la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la
20 composición de fluidos 36.

El sistema 25 preferentemente incluye un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo,
25 basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 incluye un primer puerto de control 70. Un caudal de la composición de fluidos 36 a través del primer puerto de control 70 afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo. El caudal de la composición de fluidos 36 a través del primer puerto de control 70 varía
30 basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.
35

El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede además incluir un segundo puerto de control 66. Una razón entre a) el caudal de la composición de fluidos 36 a

través del primer puerto de control 70 y b) un caudal de la composición de fluidos 36 a través del segundo puerto de control 66 afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo. La razón entre los caudales a través del primero y segundo puertos de control 70, 66 preferentemente varía con respecto a la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

La composición de fluidos 36 puede fluir hacia el primer puerto de control 70 a través de al menos un pasaje de control 68 que se conecta con un pasaje del flujo 48 a través del cual fluye la composición de fluidos 36. Un caudal de la composición de fluidos 36 desde el pasaje del flujo 48 hacia el pasaje de control 68 puede variar basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

El dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 50 puede incluir un segundo puerto de control 66. Un caudal de la composición de fluidos 36 a través del segundo puerto de control 66 afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 54, 56 fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo 50. La composición de fluidos 36 fluye hacia el segundo puerto de control 66 a través de al menos un pasaje de control 64 a través del cual fluye la composición de fluidos 36.

El pasaje de control 64 se conecta al menos con un pasaje del flujo 44. Un caudal de la composición de fluidos 36 desde el pasaje del flujo 44 hacia el pasaje de control 64 varía basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

También se describió anteriormente un sistema 25 para hacer resistencia de manera variable al flujo de una composición de fluidos 36 en un pozo subterráneo, incluyendo el sistema 25 una cámara del flujo 84. La mayor parte de la composición de fluidos 36 entra a la cámara 84 en una dirección que cambia basada en una velocidad de la composición de fluidos 36.

La composición de fluidos 36 puede fluir más directamente a través de la cámara 84 hacia una salida 40 de la cámara 84 en respuesta a una disminución en la velocidad.

5 La mayor parte de la composición de fluidos 36 puede entrar a la cámara 84 a través de una de las múltiples entradas 86, 88. Una de las múltiples entradas 86, 88 se selecciona basada en la velocidad. Una primera entrada 88 de las múltiples entradas puede dirigir la composición de fluidos 36 para que fluya más directamente hacia una salida
10 40 de la cámara 84 en comparación con una segunda entrada 86 de las múltiples entradas.

La primera entrada 88 puede dirigir la composición de fluidos 36 para que fluya más radialmente en relación con la salida 40 en comparación con la segunda entrada 86. La
15 segunda entrada 86 puede dirigir la composición de fluidos 36 para que gire más en espiral alrededor de la salida 40 en comparación con la primera entrada 88.

La cámara 84 puede ser generalmente de forma cilíndrica, y la composición de fluidos 36 puede girar más
20 en espiral dentro de la cámara 84 cuando aumenta la velocidad.

El sistema 25 puede además incluir un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo 52 que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo 58, 60 fluye la mayor parte de la composición de fluidos 36 desde el dispositivo 52, basado en la velocidad de la
25 composición de fluidos 36.

La descripción anterior además describe un sistema de resistencia variable al flujo 25 para su uso en un pozo
30 subterráneo, comprendiendo el sistema de resistencia variable al flujo 25 una cámara del flujo 84 que tiene una salida 40, y al menos una primera y segunda entradas 116, 100. Una composición de fluidos 36 que entra a la cámara del flujo 84 a través de la segunda entrada 100 se opone al
35 flujo de la composición de fluidos 36 que entra a la cámara del flujo a través de la primera entrada 116, por lo cual una resistencia al flujo de la composición de fluidos 36 a través de la cámara del flujo 84 varía con una razón entre

los flujos a través de la primera y segunda entradas 116, 110.

Una resistencia al flujo de la composición de fluidos 36 a través de la cámara del flujo 84 puede disminuir cuando el flujo a través de la primera y segunda entradas 116, 110 se hace más parejo. El flujo a través de la primera y segunda entradas 116, 110 puede hacerse más parejo cuando aumenta una viscosidad de la composición de fluidos 36, cuando disminuye una velocidad de la composición de fluidos 36, cuando disminuye una densidad de la composición de fluidos 36, y/o cuando aumenta una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos 36.

Una resistencia al flujo de la composición de fluidos 36 a través de la cámara del flujo 84 puede aumentar cuando el flujo a través de la primera y segunda entradas 116, 110 se hace menos parejo.

La composición de fluidos 36 puede fluir hacia la primera entrada 116 a través de un primer pasaje del flujo 112 el cual se orienta generalmente de forma tangencial a la cámara del flujo 84. La composición de fluidos 36 puede fluir hacia la segunda entrada 110 a través de un segundo pasaje del flujo 114 el cual se orienta generalmente de forma tangencial a la cámara del flujo 84, y el segundo pasaje del flujo 114 puede recibir la composición de fluidos 36 desde una rama del primer pasaje del flujo 112.

Se debe entender que los diferentes ejemplos descritos anteriormente pueden utilizarse en varias orientaciones, tales como inclinada, invertida, horizontal, vertical, etc., y en varias configuraciones, sin salirse de los principios de la presente descripción. Las modalidades ilustradas en las figuras se representan y describen meramente como ejemplos de aplicaciones útiles de los principios de la descripción, la cual no se limita a ninguno de los detalles específicos de estas modalidades.

Por supuesto, una persona experta en el arte podría, bajo una consideración cuidadosa de la descripción anterior de las modalidades representativas, fácilmente apreciar que

muchas modificaciones, adiciones, substituciones, supresiones, y otros cambios se pueden hacer a estas modalidades específicas, y tales cambios están dentro del alcance de los principios de la presente descripción.

- 5 Consecuentemente, la descripción detallada anterior debe ser entendida claramente ya que se ha impartido a través de ilustración y ejemplo solamente, el espíritu y el alcance de la presente invención están limitados solamente por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

10

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos en un pozo subterráneo, el
5 sistema comprende:

un primer pasaje del flujo; y

un primer conjunto de uno o más pasajes ramales que intersecan el primer pasaje del flujo, por lo cual una proporción de la composición de fluidos desviada desde el
10 primer pasaje del flujo hacia el primer conjunto de pasajes ramales varía basada en al menos uno de a) la viscosidad de la composición de fluidos, y b) la velocidad de la composición de fluidos en el primer pasaje del flujo.

15 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la proporción aumenta en respuesta a la viscosidad incrementada de la composición de fluidos.

20 3. El sistema de la reivindicación 1, en donde la proporción aumenta en respuesta a la velocidad disminuida de la composición de fluidos en el primer pasaje del flujo.

25 4. El sistema de reivindicación 1, en donde el primer conjunto de pasajes ramales dirige la composición de fluidos hacia un primer pasaje de control de un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo, y en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el
30 dispositivo, basado al menos parcialmente en la proporción de la composición de fluidos desviada hacia el primer pasaje de control.

35 5. El sistema de la reivindicación 4, que además comprende un segundo pasaje del flujo, y un segundo conjunto de uno o más pasajes ramales que intersecan el segundo

pasaje del flujo, por lo cual una proporción de la composición de fluidos desviada desde el segundo pasaje del flujo hacia el segundo conjunto de pasajes ramales aumenta con la viscosidad incrementada de la composición de fluidos, y aumenta con la velocidad disminuida de la composición de fluidos en el segundo pasaje del flujo.

6. El sistema de la reivindicación 5, en donde el segundo pasaje del flujo dirige la composición de fluidos hacia un segundo pasaje de control del dispositivo de selección de la trayectoria del flujo, y en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre los caudales de la composición de fluidos a través del primero y segundo pasajes de control.

7. El sistema de la reivindicación 6, en donde la razón entre los caudales a través del primero y segundo pasajes de control varía con respecto a una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

8. El sistema de la reivindicación 4, que además comprende un segundo pasaje del flujo, en donde el segundo pasaje del flujo dirige la composición de fluidos hacia un segundo pasaje de control del dispositivo de selección de la trayectoria del flujo, y en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre los caudales de la composición de fluidos a través del primero y segundo pasajes de control.

9. El sistema de la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de pasajes ramales incluye múltiples pasajes ramales separados a lo largo del primer pasaje del flujo.

10. El sistema de la reivindicación 9, que además comprende una cámara en cada una de las múltiples intersecciones entre el primer pasaje del flujo y los pasajes ramales.

11. El sistema de la reivindicación 10, en donde cada una de las cámaras tiene un volumen del fluido, y en donde los volúmenes disminuyen en una dirección del flujo de la composición de fluidos a través del primer pasaje del flujo.

12. El sistema de la reivindicación 9, en donde un área del flujo del primer pasaje del flujo aumenta en cada una de las múltiples intersecciones entre el primer pasaje del flujo y el primer conjunto de pasajes ramales.

13. Un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos en un pozo subterráneo, el sistema comprende:

un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre el fluido deseado y fluido indeseado en la composición de fluidos.

14. El sistema de la reivindicación 13, en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo incluye un primer puerto de control, y en donde un caudal de la composición de fluidos a través del primer puerto de control afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo.

15. El sistema de la reivindicación 14, en donde el caudal de la composición de fluidos a través del primer puerto de control varía basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

16. El sistema de la reivindicación 14, en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo incluye además un segundo puerto de control, y en donde el
5 dispositivo de selección de la trayectoria del flujo selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en una razón entre los caudales de la composición de fluidos a través del primero y segundo
10 puertos de control.

17. El sistema de la reivindicación 16, en donde la razón entre los caudales a través del primero y segundo puertos de control varía con respecto a la razón entre el
15 fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

18. El sistema de la reivindicación 14, en donde la composición de fluidos fluye hacia el primer puerto de control a través de al menos un pasaje de control que se
20 conecta con un pasaje del flujo a través del cual fluye la composición de fluidos, y en donde un caudal de la composición de fluidos desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control varía basado en la razón entre el fluido
25 deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

19. El sistema de la reivindicación 18, en donde una proporción de la composición de fluidos que fluye desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control aumenta cuando
30 aumenta una viscosidad de la composición de fluidos.

20. El sistema de la reivindicación 18, en donde una proporción de la composición de fluidos que fluye desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control disminuye cuando
35 aumenta una velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del flujo.

21. El sistema de la reivindicación 14, en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo incluye un segundo puerto de control, en donde un caudal de la composición de fluidos a través del segundo puerto de control afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, en donde la composición de fluidos fluye hacia el segundo puerto de control a través de al menos un pasaje de control a través del cual fluye la composición de fluidos, en donde el pasaje de control se conecta al menos con un pasaje del flujo, y en donde un caudal de la composición de fluidos desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control varía basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

15

22. El sistema de la reivindicación 21, en donde una proporción de la composición de fluidos que fluye desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control disminuye cuando aumenta una viscosidad de la composición de fluidos.

20

23. El sistema de la reivindicación 21, en donde una proporción de la composición de fluidos que fluye desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control aumenta cuando aumenta una velocidad de la composición de fluidos.

25

24. Un sistema para resistir de manera variable el flujo de una composición de fluidos en un pozo subterráneo, el sistema comprende:

5 una cámara del flujo, y

en donde una mayor parte de la composición de fluidos entra a la cámara en una dirección que cambia basada en una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

10

25. El sistema de la reivindicación 24, en donde la composición de fluidos fluye más directamente a través de la cámara hacia una salida de la cámara en respuesta a un incremento en la razón.

15

26. El sistema de la reivindicación 24, en donde la mayor parte de la composición de fluidos entra a la cámara a través de una de las múltiples entradas, y en donde una de las múltiples entradas se selecciona basada en la razón.

20

27. El sistema de la reivindicación 26, en donde una primera entrada de las múltiples entradas dirige la composición de fluidos para que fluya más directamente hacia una salida de la cámara en comparación con una segunda entrada de las múltiples entradas.

25

28. El sistema de la reivindicación 27, en donde la primera entrada dirige la composición de fluidos para que fluya más radialmente en relación con la salida en comparación con la segunda entrada.

30

29. El sistema de la reivindicación 27, en donde la segunda entrada dirige la composición de fluidos para que gire más en espiral alrededor de la salida en comparación con la primera entrada.

35

30. El sistema de la reivindicación 24, en donde la cámara es generalmente de forma cilíndrica, y en donde la composición de fluidos gira más en espiral dentro de la cámara cuando disminuye la razón.

5

31. El sistema de la reivindicación 24, que además comprende un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el dispositivo, basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

32. El sistema de la reivindicación 31, en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo incluye un primer puerto de control, y en donde un caudal de la composición de fluidos a través del primer puerto de control afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte de la composición de fluidos desde el dispositivo.

15
20

33. El sistema de la reivindicación 32, en donde el caudal de la composición de fluidos a través del primer puerto de control varía basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

25

34. El sistema de la reivindicación 32, en donde el dispositivo de selección de la trayectoria del flujo incluye además un segundo puerto de control, y en donde una razón entre los caudales de la composición de fluidos a través del primero y segundo puertos de control afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte de la composición de fluidos desde el dispositivo.

35. El sistema de la reivindicación 34, en donde la razón entre los caudales a través del primero y segundo puertos de control varía con respecto a la razón entre el

30
35

fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

36. El sistema de la reivindicación 32, en donde la
5 composición de fluidos fluye hacia el primer puerto de control a través de al menos un pasaje de control que se conecta con un pasaje del flujo a través del cual fluye la composición de fluidos, y en donde un caudal de la
10 composición de fluidos desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control varía basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

37. El sistema de la reivindicación 32, en donde el
15 dispositivo de selección de la trayectoria del flujo incluye un segundo puerto de control, en donde un caudal de la composición de fluidos a través del segundo puerto de control afecta a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte de la
20 composición de fluidos desde el dispositivo, en donde la composición de fluidos fluye hacia el segundo puerto de control a través de al menos un pasaje de control a través del cual fluye la composición de fluidos, en donde el pasaje de control se conecta al menos con un pasaje del flujo, y en
25 donde un caudal de la composición de fluidos desde el pasaje del flujo hacia el pasaje de control varía basado en la razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

38. Un sistema para resistir de manera variable el
30 flujo de una composición de fluidos en un pozo subterráneo, el sistema comprende:

una cámara del flujo, y

en donde una mayor parte de la composición de fluidos
entra a la cámara en una dirección que cambia basada en una
35 velocidad de la composición de fluidos.

39. El sistema de la reivindicación 38, en donde la composición de fluidos fluye más directamente a través de la cámara hacia una salida de la cámara en respuesta a una disminución en la velocidad.

5

40. El sistema de la reivindicación 38, en donde la mayor parte de la composición de fluidos entra a la cámara a través de una de las múltiples entradas, y en donde una de las múltiples entradas se selecciona basada en la velocidad.

10

41. El sistema de la reivindicación 40, en donde una primera entrada de las múltiples entradas dirige la composición de fluidos para que fluya más directamente hacia una salida de la cámara en comparación con una segunda entrada de las múltiples entradas.

15

42. El sistema de la reivindicación 41, en donde la primera entrada dirige la composición de fluidos para que fluya más radialmente en relación con la salida en comparación con la segunda entrada.

20

43. El sistema de la reivindicación 41, en donde la segunda entrada dirige la composición de fluidos para que gire más en espiral alrededor de la salida en comparación con la primera entrada.

25

44. El sistema de la reivindicación 38, en donde la cámara es generalmente de forma cilíndrica, y en donde la composición de fluidos gira más en espiral dentro de la cámara cuando aumenta la velocidad.

30

45. El sistema de la reivindicación 38, que además comprende un dispositivo de selección de la trayectoria del flujo que selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias del flujo fluye la mayor parte de la composición de fluidos desde el dispositivo, basado en la velocidad de la composición de fluidos.

35

46. Un sistema de resistencia variable al flujo para su uso en un pozo subterráneo, el sistema de resistencia variable al flujo comprende:

5 una cámara del flujo que tiene una salida, y al menos una primera y segunda entradas, en donde una composición de fluidos que entra a la cámara del flujo a través de la segunda entrada se opone al flujo de la composición de fluidos que entra a la cámara del flujo a través de la
10 primera entrada, por lo cual una resistencia al flujo de la composición de fluidos a través de la cámara del flujo varía con una razón entre los flujos a través de la primera y segunda entradas.

15 47. El sistema de la reivindicación 46, en donde una resistencia al flujo de la composición de fluidos a través de la cámara del flujo disminuye cuando el flujo a través de la primera y segunda entradas se hace más parejo.

20 48. El sistema de la reivindicación 47, en donde el flujo a través de la primera y segunda entradas se hace más parejo cuando aumenta una viscosidad de la composición de fluidos.

25 49. El sistema de la reivindicación 47, en donde el flujo a través de la primera y segunda entradas se hace más parejo cuando disminuye una velocidad de la composición de fluidos.

30 50. El sistema de la reivindicación 47, en donde el flujo a través de la primera y segunda entradas se hace más parejo cuando disminuye una densidad de la composición de fluidos.

35 51. El sistema de la reivindicación 47, en donde el flujo a través de la primera y segunda entradas se hace más

parejo cuando aumenta una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en la composición de fluidos.

5 52. El sistema de la reivindicación 46, en donde una resistencia al flujo de la composición de fluidos a través de la cámara del flujo aumenta cuando el flujo a través de la primera y segunda entradas se hace menos parejo.

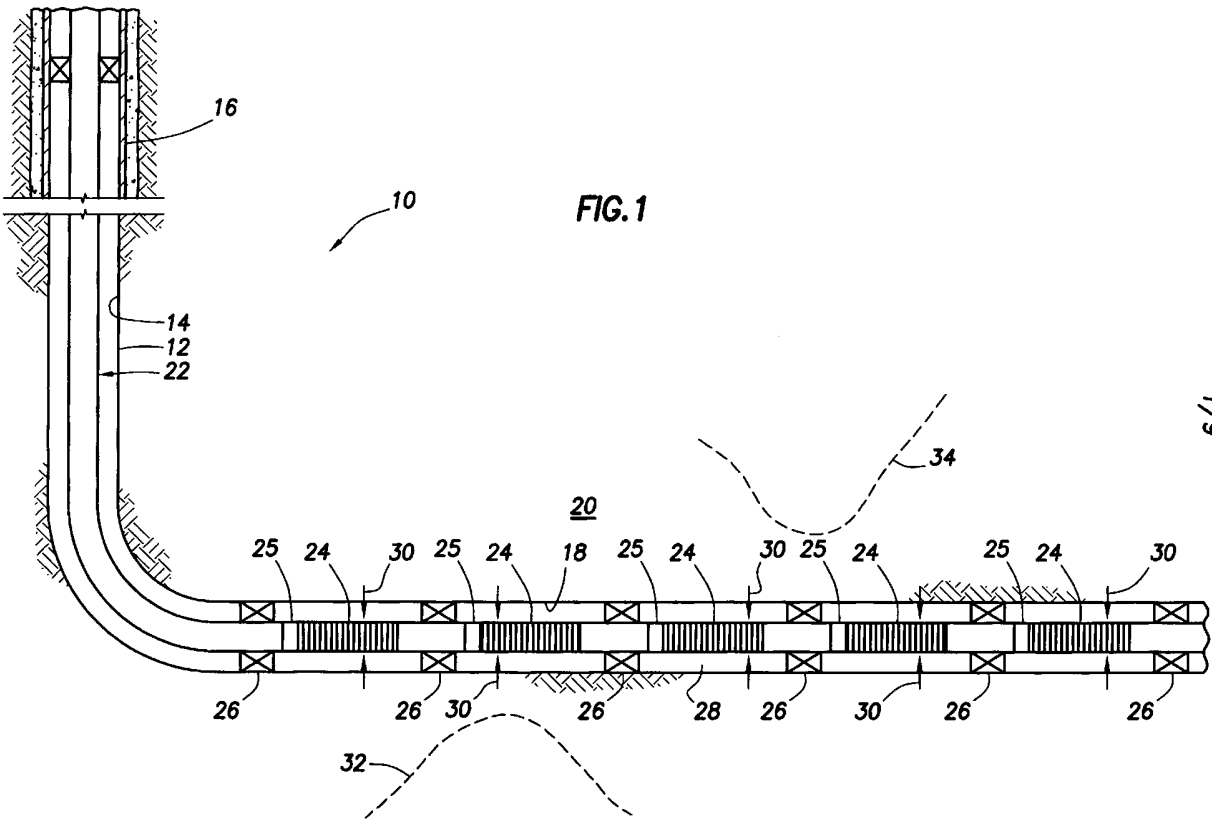
10 53. El sistema de la reivindicación 46, en donde la composición de fluidos fluye hacia la primera entrada a través de un primer pasaje del flujo el cual se orienta generalmente tangencial a la cámara del flujo, y en donde la
15 composición de fluidos fluye hacia la segunda entrada a través de un segundo pasaje del flujo el cual se orienta generalmente tangencial a la cámara del flujo.

54. El sistema de la reivindicación 53, en donde el segundo pasaje recibe la composición de fluidos desde una rama del primer pasaje del flujo.

20

RESUMEN DE LA DESCRIPCION

Un sistema para resistir de manera variable el flujo de
5 una composición de fluidos puede incluir un pasaje del flujo
y un conjunto de uno o más pasajes ramales que intersecan el
pasaje del flujo, por lo cual una proporción de la
composición de fluidos desviada desde el pasaje hacia el
conjunto de pasajes ramales varía basada en al menos uno de
10 a) la viscosidad de la composición de fluidos, y b) la
velocidad de la composición de fluidos en el pasaje del
flujo. Otro sistema de resistencia variable puede incluir un
dispositivo de selección de la trayectoria del flujo que
selecciona a través de cuál de las múltiples trayectorias
15 del flujo fluye la mayor parte del fluido desde el
dispositivo, basado en una razón entre el fluido deseado y
el fluido indeseado en la composición de fluidos. Aún otro
sistema de resistencia variable puede incluir una cámara del
flujo, con una mayor parte de la composición de fluidos
20 entrando a la cámara en una dirección que cambia basada en
una razón entre el fluido deseado y el fluido indeseado en
la composición de fluidos.



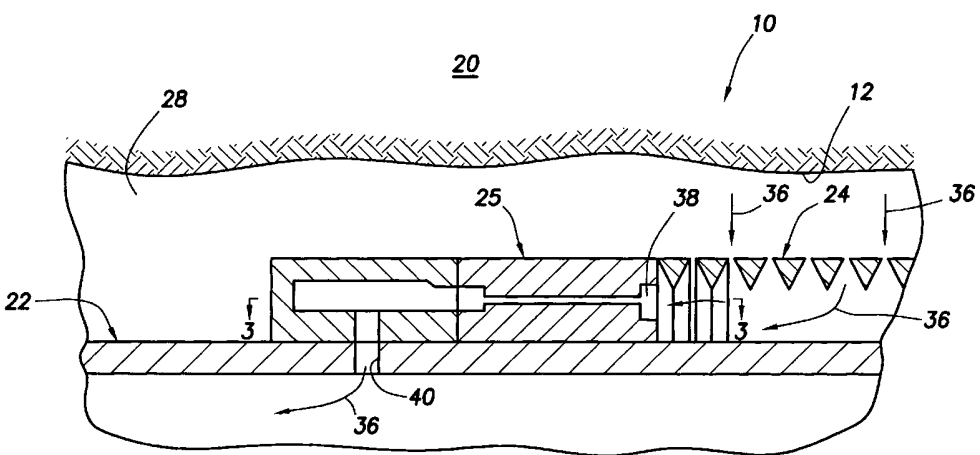


FIG.2

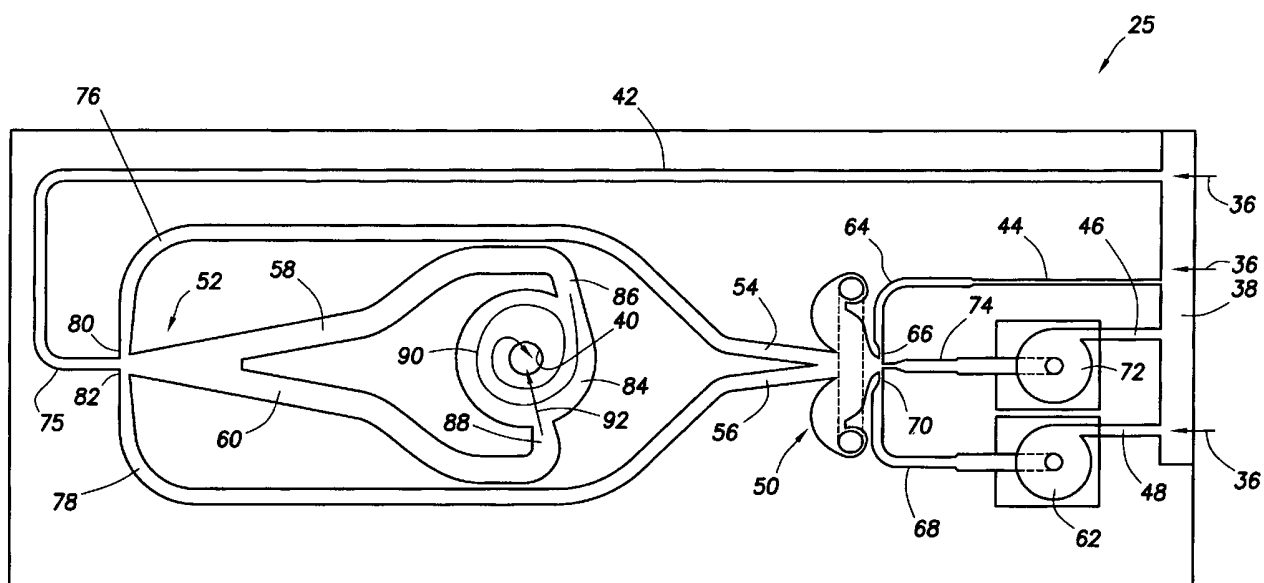


FIG.3

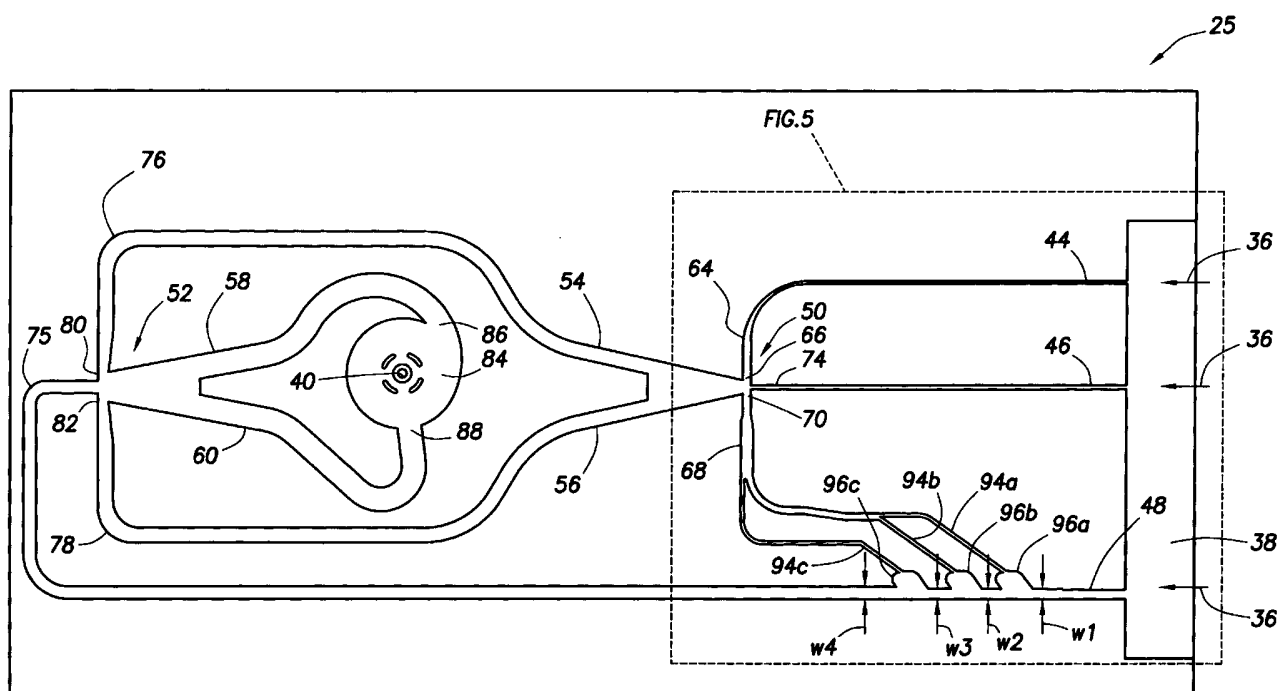


FIG. 4

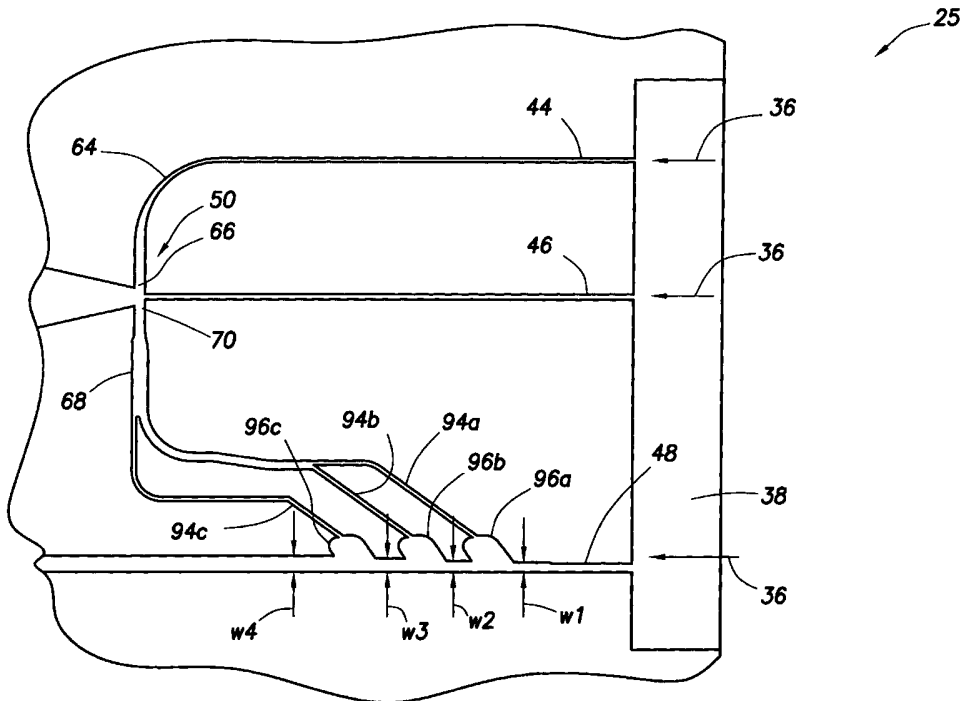


FIG.5

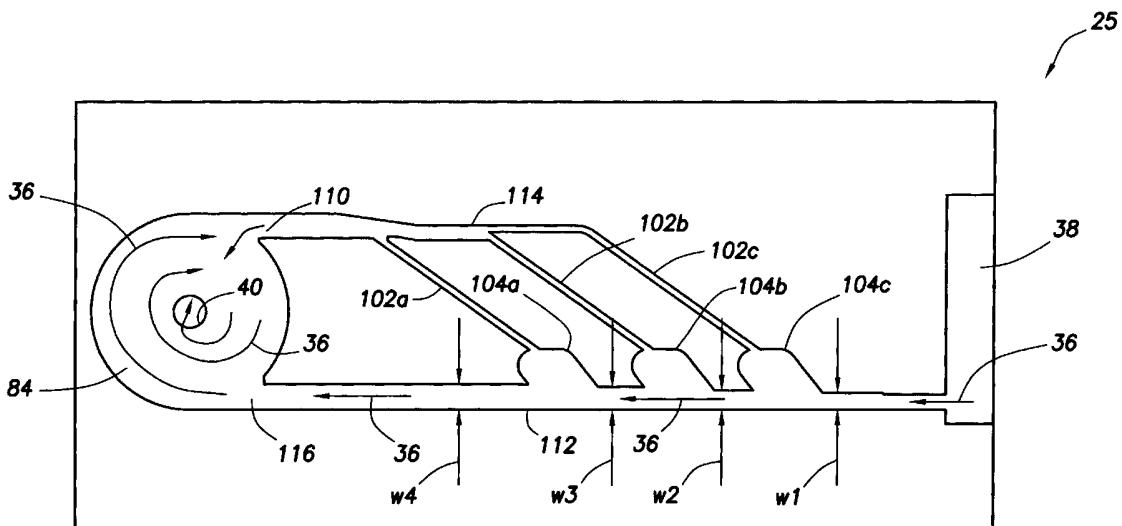


FIG. 7A

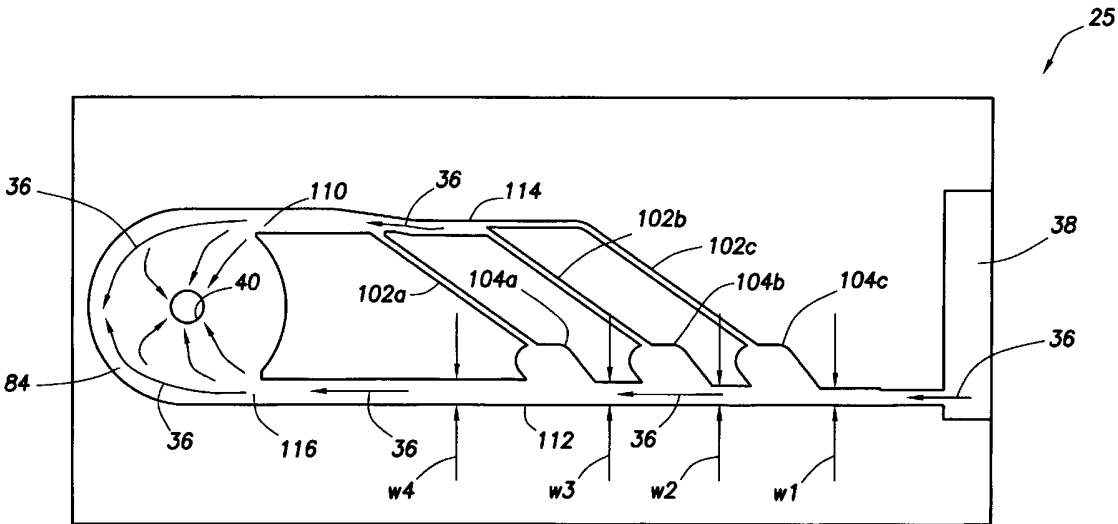


FIG. 7B

9/9

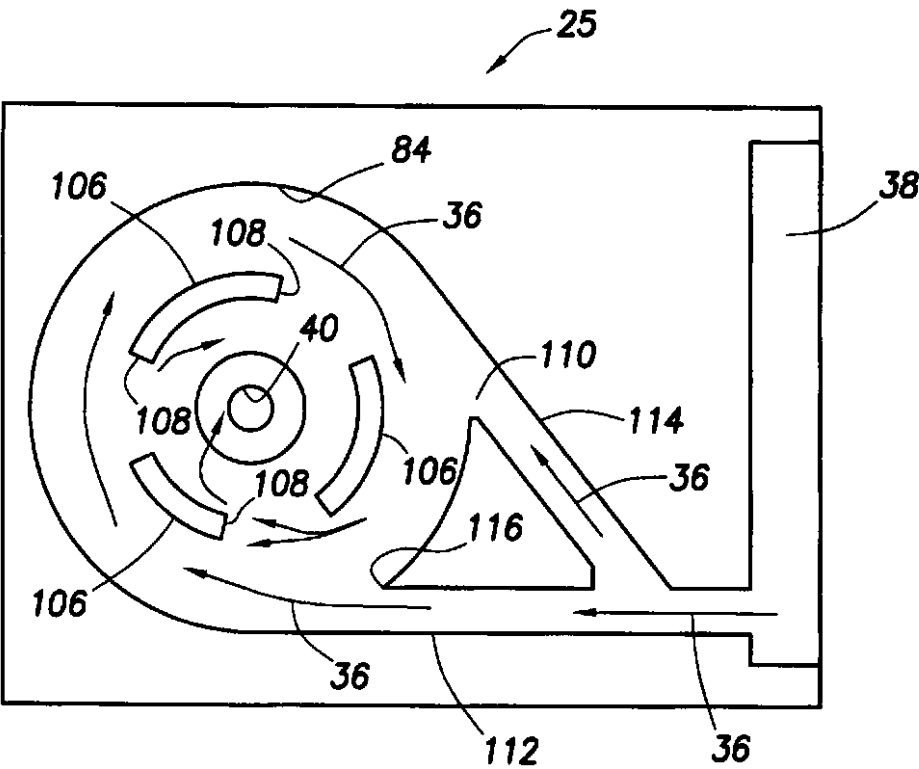


FIG. 8A

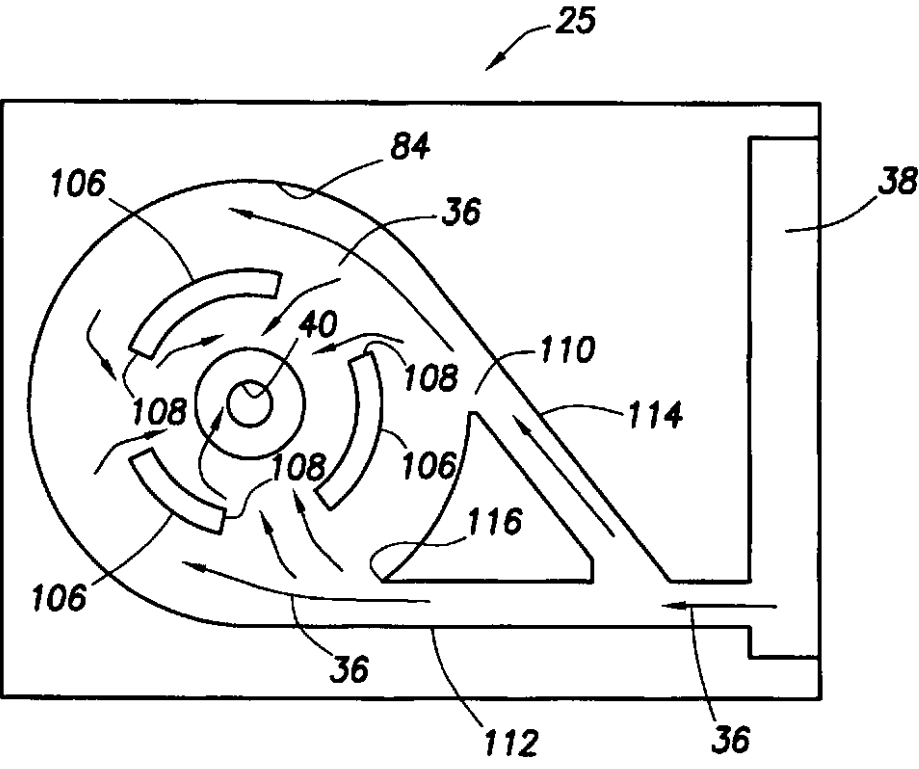


FIG. 8B

- 1 -

5

FLOW PATH CONTROL BASED ON FLUID CHARACTERISTICS TO THEREBY VARIABLY RESIST FLOW IN A SUBTERRANEAN WELL

TECHNICAL FIELD

10 This disclosure relates generally to equipment utilized
and operations performed in conjunction with a subterranean
well and, in an example described below, more particularly
provides for flow path control based on fluid characteristics
to thereby variably resist flow in a subterranean well.

15

BACKGROUND

 In a hydrocarbon production well, it is many times
beneficial to be able to regulate flow of fluids from an earth
formation into a wellbore. A variety of purposes may be
20 served by such regulation, including prevention of water or
gas coning, minimizing sand production, minimizing water
and/or gas production, maximizing oil and/or gas production,
balancing production among zones, etc.

 In an injection well, it is typically desirable to evenly
25 inject water, steam, gas, etc., into multiple zones, so that
hydrocarbons are displaced evenly through an earth formation,
without the injected fluid prematurely breaking through to a
production wellbore. Thus, the ability to regulate flow of
fluids from a wellbore into an earth formation can also be
30 beneficial for injection wells.

 Therefore, it will be appreciated that advancements in
the art of variably restricting fluid flow in a well would be
desirable in the circumstances mentioned above, and such
advancements would also be beneficial in a wide variety of
35 other circumstances.

SUMMARY

- 2 -

In the disclosure below, a variable flow resistance system is provided which brings improvements to the art of regulating fluid flow in a well. One example is described below in which a fluid composition is made to flow along a more resistive flow path if the fluid composition has a threshold level (or more than the threshold level) of an undesirable characteristic. Another example is described below in which a resistance to flow through the system increases as a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition decreases.

In one aspect, a system for variably resisting flow of a fluid composition in a subterranean well is provided by the disclosure. The system can include a flow passage and a set of one or more branch passages which intersect the flow passage. In this manner, a proportion of the fluid composition diverted from the flow passage to the set of branch passages varies based on at least one of a) viscosity of the fluid composition, and b) velocity of the fluid composition in the flow passage.

In another aspect, a system for variably resisting flow of a fluid composition in a subterranean well is described. The system can include a flow path selection device that selects which of multiple flow paths a majority of fluid flows through from the device, based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

In yet another aspect, a system for variably resisting flow of a fluid composition can include a flow chamber. A majority of the fluid composition enters the chamber in a direction which changes based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

In a further aspect, the present disclosure provides a system for variably resisting flow of a fluid composition in a subterranean well. The system can include a flow chamber, and a majority of the fluid composition can enter the chamber in a direction which changes based on a velocity of the fluid composition.

In a still further aspect, a variable flow resistance system for use in a subterranean well can include a flow chamber having an outlet, and at least first and second inlets. A fluid composition which enters the flow chamber via the second inlet can oppose flow of the fluid composition

- 3 -

which enters the flow chamber via the first inlet, whereby a resistance to flow of the fluid composition through the flow chamber can vary with a ratio of flows through the first and second inlets.

5 These and other features, advantages and benefits will become apparent to one of ordinary skill in the art upon careful consideration of the detailed description of representative examples below and the accompanying drawings, in which similar elements are indicated in the various figures
10 using the same reference numbers.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

15 FIG. 1 is a schematic partially cross-sectional view of a well system which can embody principles of the present disclosure.

FIG. 2 is an enlarged scale schematic cross-sectional view of a well screen and a variable flow resistance system which may be used in the well system of FIG. 1.

20 FIG. 3 is a schematic "unrolled" plan view of one configuration of the variable flow resistance system, taken along line 3-3 of FIG. 2.

FIG. 4 is a schematic plan view of another configuration of the variable flow resistance system.

25 FIG. 5 is an enlarged scale schematic plan view of a portion of the variable flow resistance system of FIG. 4.

FIG. 6 is a schematic plan view of yet another configuration of the variable flow resistance system.

30 FIGS. 7A & B are schematic plan views of a further configuration of the variable flow resistance system.

FIGS. 8A & B are schematic plan views of another configuration of the variable flow resistance system.

DETAILED DESCRIPTION

35 Representatively illustrated in FIG. 1 is a well system 10 which can embody principles of this disclosure. As depicted in FIG. 1, a wellbore 12 has a generally vertical

- 4 -

uncased section 14 extending downwardly from casing 16, as well as a generally horizontal uncased section 18 extending through an earth formation 20.

5 A tubular string 22 (such as a production tubing string) is installed in the wellbore 12. Interconnected in the tubular string 22 are multiple well screens 24, variable flow resistance systems 25 and packers 26.

10 The packers 26 seal off an annulus 28 formed radially between the tubular string 22 and the wellbore section 18. In this manner, fluids 30 may be produced from multiple intervals or zones of the formation 20 via isolated portions of the annulus 28 between adjacent pairs of the packers 26.

15 Positioned between each adjacent pair of the packers 26, a well screen 24 and a variable flow resistance system 25 are interconnected in the tubular string 22. The well screen 24 filters the fluids 30 flowing into the tubular string 22 from the annulus 28. The variable flow resistance system 25 variably restricts flow of the fluids 30 into the tubular string 22, based on certain characteristics of the fluids.

20 At this point, it should be noted that the well system 10 is illustrated in the drawings and is described herein as merely one example of a wide variety of well systems in which the principles of this disclosure can be utilized. It should be clearly understood that the principles of this disclosure
25 are not limited at all to any of the details of the well system 10, or components thereof, depicted in the drawings or described herein.

30 For example, it is not necessary in keeping with the principles of this disclosure for the wellbore 12 to include a generally vertical wellbore section 14 or a generally horizontal wellbore section 18. It is not necessary for fluids 30 to be only produced from the formation 20 since, in other examples, fluids could be injected into a formation, fluids could be both injected into and produced from a
35 formation, etc.

It is not necessary for one each of the well screen 24 and variable flow resistance system 25 to be positioned between each adjacent pair of the packers 26. It is not necessary for a single variable flow resistance system 25 to
40 be used in conjunction with a single well screen 24. Any

- 5 -

number, arrangement and/or combination of these components may be used.

It is not necessary for any variable flow resistance system 25 to be used with a well screen 24. For example, in
5 injection operations, the injected fluid could be flowed through a variable flow resistance system 25, without also flowing through a well screen 24.

It is not necessary for the well screens 24, variable flow resistance systems 25, packers 26 or any other components
10 of the tubular string 22 to be positioned in uncased sections 14, 18 of the wellbore 12. Any section of the wellbore 12 may be cased or uncased, and any portion of the tubular string 22 may be positioned in an uncased or cased section of the wellbore, in keeping with the principles of this disclosure.

15 It should be clearly understood, therefore, that this disclosure describes how to make and use certain examples, but the principles of the disclosure are not limited to any details of those examples. Instead, the principles of this disclosure can be applied to a variety of other examples using
20 the knowledge obtained from this disclosure.

It will be appreciated by those skilled in the art that it would be beneficial to be able to regulate flow of the fluids 30 into the tubular string 22 from each zone of the formation 20, for example, to prevent water coning 32 or gas
25 coning 34 in the formation. Other uses for flow regulation in a well include, but are not limited to, balancing production from (or injection into) multiple zones, minimizing production or injection of undesired fluids, maximizing production or injection of desired fluids, etc.

30 Examples of the variable flow resistance systems 25 described more fully below can provide these benefits by increasing resistance to flow if a fluid velocity increases beyond a selected level (e.g., to thereby balance flow among zones, prevent water or gas coning, etc.), increasing
35 resistance to flow if a fluid viscosity decreases below a selected level or if a fluid density increases above a selected level (e.g., to thereby restrict flow of an undesired fluid, such as water or gas, in an oil producing well), and/or increasing resistance to flow if a fluid viscosity or density
40 increases above a selected level (e.g., to thereby minimize injection of water in a steam injection well).

- 6 -

Whether a fluid is a desired or an undesired fluid depends on the purpose of the production or injection operation being conducted. For example, if it is desired to produce oil from a well, but not to produce water or gas, then oil is a desired fluid and water and gas are undesired fluids. If it is desired to produce gas from a well, but not to produce water or oil, the gas is a desired fluid, and water and oil are undesired fluids. If it is desired to inject steam into a formation, but not to inject water, then steam is a desired fluid and water is an undesired fluid in a fluid composition.

Note that, at downhole temperatures and pressures, hydrocarbon gas can actually be completely or partially in liquid phase. Thus, it should be understood that when the term "gas" is used herein, supercritical, liquid and/or gaseous phases are included within the scope of that term.

Referring additionally now to FIG. 2, an enlarged scale cross-sectional view of one of the variable flow resistance systems 25 and a portion of one of the well screens 24 is representatively illustrated. In this example, a fluid composition 36 (which can include one or more fluids, such as oil and water, liquid water and steam, oil and gas, gas and water, oil, water and gas, etc.) flows into the well screen 24, is thereby filtered, and then flows into an inlet 38 of the variable flow resistance system 25.

A fluid composition can include one or more undesired or desired fluids. Both steam and water can be combined in a fluid composition. As another example, oil, water and/or gas can be combined in a fluid composition.

Flow of the fluid composition 36 through the variable flow resistance system 25 is resisted based on one or more characteristics (such as density, viscosity, velocity, etc.) of the fluid composition. The fluid composition 36 is then discharged from the variable flow resistance system 25 to an interior of the tubular string 22 via an outlet 40.

In other examples, the well screen 24 may not be used in conjunction with the variable flow resistance system 25 (e.g., in injection operations), the fluid composition 36 could flow in an opposite direction through the various elements of the well system 10 (e.g., in injection operations), a single variable flow resistance system could be used in conjunction

- 7 -

with multiple well screens, multiple variable flow resistance systems could be used with one or more well screens, the fluid composition could be received from or discharged into regions of a well other than an annulus or a tubular string, the fluid composition could flow through the variable flow resistance system prior to flowing through the well screen, any other components could be interconnected upstream or downstream of the well screen and/or variable flow resistance system, etc. Thus, it will be appreciated that the principles of this disclosure are not limited at all to the details of the example depicted in FIG. 2 and described herein.

Although the well screen 24 depicted in FIG. 2 is of the type known to those skilled in the art as a wire-wrapped well screen, any other types or combinations of well screens (such as sintered, expanded, pre-packed, wire mesh, etc.) may be used in other examples. Additional components (such as shrouds, shunt tubes, lines, instrumentation, sensors, inflow control devices, etc.) may also be used, if desired.

The variable flow resistance system 25 is depicted in simplified form in FIG. 2, but in a preferred example, the system can include various passages and devices for performing various functions, as described more fully below. In addition, the system 25 preferably at least partially extends circumferentially about the tubular string 22, or the system may be formed in a wall of a tubular structure interconnected as part of the tubular string.

In other examples, the system 25 may not extend circumferentially about a tubular string or be formed in a wall of a tubular structure. For example, the system 25 could be formed in a flat structure, etc. The system 25 could be in a separate housing that is attached to the tubular string 22, or it could be oriented so that the axis of the outlet 40 is parallel to the axis of the tubular string. The system 25 could be on a logging string or attached to a device that is not tubular in shape. Any orientation or configuration of the system 25 may be used in keeping with the principles of this disclosure.

Referring additionally now to FIG. 3, a more detailed cross-sectional view of one example of the system 25 is representatively illustrated. The system 25 is depicted in

FIG. 3 as if it is "unrolled" from its circumferentially extending configuration to a generally planar configuration.

As described above, the fluid composition 36 enters the system 25 via the inlet 38, and exits the system via the outlet 40. A resistance to flow of the fluid composition 36 through the system 25 varies based on one or more characteristics of the fluid composition. The system 25 depicted in FIG. 3 is similar in most respects to that illustrated in FIG. 23 of the prior application serial no. 12/700685 incorporated herein by reference above.

In the example of FIG. 3, the fluid composition 36 initially flows into multiple flow passages 42, 44, 46, 48. The flow passages 42, 44, 46, 48 direct the fluid composition 36 to two flow path selection devices 50, 52. The device 50 selects which of two flow paths 54, 56 a majority of the flow from the passages 44, 46, 48 will enter, and the other device 52 selects which of two flow paths 58, 60 a majority of the flow from the passages 42, 44, 46, 48 will enter.

The flow passage 44 is configured to be more restrictive to flow of fluids having higher viscosity. Flow of increased viscosity fluids will be increasingly restricted through the flow passage 44.

As used herein, the term "viscosity" is used to encompass both Newtonian and non-Newtonian rheological behaviors. Related rheological properties include kinematic viscosity, yield strength, viscoplasticity, surface tension, wettability, etc. For example, a desired fluid can have a desired range of kinematic viscosity, yield strength, viscoplasticity, surface tension, wettability, etc.

The flow passage 44 may have a relatively small flow area, the flow passage may require the fluid flowing therethrough to follow a tortuous path, surface roughness or flow impeding structures may be used to provide an increased resistance to flow of higher viscosity fluid, etc. Relatively low viscosity fluid, however, can flow through the flow passage 44 with relatively low resistance to such flow.

A control passage 64 of the flow path selection device 50 receives the fluid which flows through the flow passage 44. A control port 66 at an end of the control passage 64 has a

- 9 -

reduced flow area to thereby increase a velocity of the fluid exiting the control passage.

The flow passage 48 is configured to have a flow resistance which is relatively insensitive to viscosity of fluids flowing therethrough, but which may be increasingly resistant to flow of higher velocity or higher density fluids. Flow of increased viscosity fluids may be increasingly resisted through the flow passage 48, but not to as great an extent as flow of such fluids would be resisted through the flow passage 44.

In the example depicted in FIG. 3, fluid flowing through the flow passage 48 must flow through a "vortex" chamber 62 prior to being discharged into a control passage 68 of the flow path selection device 50. Since the chamber 62 in this example has a cylindrical shape with a central outlet, and the fluid composition 36 spirals about the chamber, increasing in velocity as it nears the outlet, driven by a pressure differential from the inlet to the outlet, the chamber is referred to as a "vortex" chamber. In other examples, one or more orifices, venturis, nozzles, etc. may be used.

The control passage 68 terminates at a control port 70. The control port 70 has a reduced flow area, in order to increase the velocity of the fluid exiting the control passage 68.

It will be appreciated that, as a viscosity of the fluid composition 36 increases, a greater proportion of the fluid composition will flow through the flow passage 48, control passage 68 and control port 70 (due to the flow passage 44 resisting flow of higher viscosity fluid more than the flow passage 48 and vortex chamber 62). Conversely, as a viscosity of the fluid composition 36 decreases, a greater proportion of the fluid composition will flow through the flow passage 44, control passage 64 and control port 66.

Fluid which flows through the flow passage 46 also flows through a vortex chamber 72, which may be similar to the vortex chamber 62 (although the vortex chamber 72 in a preferred example provides less resistance to flow therethrough than the vortex chamber 62), and is discharged into a central passage 74. The vortex chamber 72 is used for "resistance matching" to achieve a desired balance of flows through the flow passages 44, 46, 48.

- 10 -

Note that dimensions and other characteristics of the various components of the system 25 will need to be selected appropriately, so that desired outcomes are achieved. In the example of FIG. 3, one desired outcome of the flow path selection device 50 is that flow of a majority of the fluid composition 36 which flows through the flow passages 44, 46, 48 is directed into the flow path 54 when the fluid composition has a sufficiently high ratio of desired fluid to undesired fluid therein.

10 In this example, the desired fluid is oil, which has a higher viscosity than water or gas, and so when a sufficiently high proportion of the fluid composition 36 is oil, a majority (or at least a greater proportion) of the fluid composition 36 which enters the flow path selection device 50 will be
15 directed to flow into the flow path 54, instead of into the flow path 56. This result is achieved due to the fluid exiting the control port 70 at a greater rate, higher velocity and/or greater momentum than fluid exiting the other control port 66, thereby influencing the fluid flowing from the
20 passages 64, 68, 74 to flow more toward the flow path 54.

If the viscosity of the fluid composition 36 is not sufficiently high (and thus a ratio of desired fluid to undesired fluid is below a selected level), a majority (or at least a greater proportion) of the fluid composition which
25 enters the flow path selection device 50 will be directed to flow into the flow path 56, instead of into the flow path 54. This will be due to the fluid exiting the control port 66 at a greater rate, higher velocity and/or greater momentum than fluid exiting the other control port 70, thereby influencing
30 the fluid flowing from the passages 64, 68, 74 to flow more toward the flow path 56.

It will be appreciated that, by appropriately configuring the flow passages 44, 46, 48, control passages 64, 68, control ports 66, 70, vortex chambers 62, 72, etc., the ratio of
35 desired to undesired fluid in the fluid composition 36 at which the device 50 selects either the flow passage 54 or 56 for flow of a majority of fluid from the device can be set to various different levels.

The flow paths 54, 56 direct fluid to respective control
40 passages 76, 78 of the other flow path selection device 52. The control passages 76, 78 terminate at respective control

- 11 -

ports 80, 82. A central passage 75 receives fluid from the flow passage 42.

The flow path selection device 52 operates similar to the flow path selection device 50, in that a majority of fluid which flows into the device 52 via the passages 75, 76, 78 is directed toward one of the flow paths 58, 60, and the flow path selection depends on a ratio of fluid discharged from the control ports 80, 82. If fluid flows through the control port 80 at a greater rate, velocity and/or momentum as compared to fluid flowing through the control port 82, then a majority (or at least a greater proportion) of the fluid composition 36 will be directed to flow through the flow path 60. If fluid flows through the control port 82 at a greater rate, velocity and/or momentum as compared to fluid flowing through the control port 80, then a majority (or at least a greater proportion) of the fluid composition 36 will be directed to flow through the flow path 58.

Although two of the flow path selection devices 50, 52 are depicted in the example of the system 25 in FIG. 3, it will be appreciated that any number (including one) of flow path selection devices may be used in keeping with the principles of this disclosure. The devices 50, 52 illustrated in FIG. 3 are of the type known to those skilled in the art as jet-type fluid ratio amplifiers, but other types of flow path selection devices (e.g., pressure-type fluid ratio amplifiers, bi-stable fluid switches, proportional fluid ratio amplifiers, etc.) may be used in keeping with the principles of this disclosure.

Fluid which flows through the flow path 58 enters a flow chamber 84 via an inlet 86 which directs the fluid to enter the chamber generally tangentially (e.g., the chamber 84 is shaped similar to a cylinder, and the inlet 86 is aligned with a tangent to a circumference of the cylinder). As a result, the fluid will spiral about the chamber 84, until it eventually exits via the outlet 40, as indicated schematically by arrow 90 in FIG. 3.

Fluid which flows through the flow path 60 enters the flow chamber 84 via an inlet 88 which directs the fluid to flow more directly toward the outlet 40 (e.g., in a radial direction, as indicated schematically by arrow 92 in FIG. 3). As will be readily appreciated, much less energy is consumed

- 12 -

at the same flow rate when the fluid flows more directly toward the outlet 40 as compared to when the fluid flows less directly toward the outlet.

Thus, less resistance to flow is experienced when the fluid composition 36 flows more directly toward the outlet 40 and, conversely, more resistance to flow is experienced when the fluid composition flows less directly toward the outlet. Accordingly, working upstream from the outlet 40, less resistance to flow is experienced when a majority of the fluid composition 36 flows into the chamber 84 from the inlet 88, and through the flow path 60.

A majority of the fluid composition 36 flows through the flow path 60 when fluid exits the control port 80 at a greater rate, velocity and/or momentum as compared to fluid exiting the control port 82. More fluid exits the control port 80 when a majority of the fluid flowing from the passages 64, 68, 74 flows through the flow path 54.

A majority of the fluid flowing from the passages 64, 68, 74 flows through the flow path 54 when fluid exits the control port 70 at a greater rate, velocity and/or momentum as compared to fluid exiting the control port 66. More fluid exits the control port 70 when a viscosity of the fluid composition 36 is above a selected level.

Thus, flow through the system 25 is resisted less when the fluid composition 36 has an increased viscosity (and a greater ratio of desired to undesired fluid therein). Flow through the system 25 is resisted more when the fluid composition 36 has a decreased viscosity.

More resistance to flow is experienced when the fluid composition 36 flows less directly toward the outlet 40 (e.g., as indicated by arrow 90). Thus, more resistance to flow is experienced when a majority of the fluid composition 36 flows into the chamber 84 from the inlet 86, and through the flow path 58.

A majority of the fluid composition 36 flows through the flow path 58 when fluid exits the control port 82 at a greater rate, velocity and/or momentum as compared to fluid exiting the control port 80. More fluid exits the control port 82 when a majority of the fluid flowing from the passages 64, 68,

74 flows through the flow path 56, instead of through the flow path 54.

5 A majority of the fluid flowing from the passages 64, 68, 74 flows through the flow path 56 when fluid exits the control port 66 at a greater rate, velocity and/or momentum as compared to fluid exiting the control port 70. More fluid exits the control port 66 when a viscosity of the fluid composition 36 is below a selected level.

10 As described above, the system 25 is configured to provide less resistance to flow when the fluid composition 36 has an increased viscosity, and more resistance to flow when the fluid composition has a decreased viscosity. This is beneficial when it is desired to flow more of a higher viscosity fluid, and less of a lower viscosity fluid (e.g., in
15 order to produce more oil and less water or gas).

If it is desired to flow more of a lower viscosity fluid, and less of a higher viscosity fluid (e.g., in order to produce more gas and less water, or to inject more steam and less water), then the system 25 may be readily reconfigured
20 for this purpose. For example, the inlets 86, 88 could conveniently be reversed, so that fluid which flows through the flow path 58 is directed to the inlet 88, and fluid which flows through the flow path 60 is directed to the inlet 86.

Referring additionally now to FIG. 4, another
25 configuration of the variable flow resistance system 25 is representatively illustrated. The configuration of FIG. 4 is similar in some respects to the configuration of FIG. 3, but differs somewhat, in that the vortex chambers 62, 72 are not used for the flow passages 46, 48, and the separate flow
30 passage 42 connecting the inlet 38 to the flow path selection device 52 is not used in the configuration of FIG. 4. Instead, the flow passage 48 connects the inlet 38 to the central passage 75 of the device 52.

35 A series of spaced apart branch passages 94a-c intersect the flow passage 48 and provide fluid communication between the flow passage and the control passage 68. Chambers 96a-c are provided at the respective intersections between the branch passages 94a-c and the flow passage 48.

40 A greater proportion of the fluid composition 36 which flows through the flow passage 48 will be diverted into the

- 14 -

branch passages 94a-c as the viscosity of the fluid composition increases, or as the velocity of the fluid composition decreases. Thus, fluid will flow at a greater rate, velocity and/or momentum through the control port 70 of the device 50 (compared to the rate, velocity and/or momentum of fluid flow through the control port 66) as the viscosity of the fluid composition increases, or as the velocity of the fluid composition in the flow passage 48 decreases.

Preferably, the system 25 of FIG. 4 is appropriately configured so that the ratio of flows through the control ports 66, 70 has a linear or monotonic relationship to a proportion of a desired fluid in the fluid composition 36. For example, if the desired fluid is oil, then the ratio of flow through the control port 70 to flow through the control port 66 can vary with the percentage of oil in the fluid composition 36.

The chambers 96a-c are not strictly necessary, but are provided to enhance the effect of viscosity on the diversion of fluid into the branch passages 94a-c. The chambers 96a-c can be considered "eddy" chambers, since they provide a volume in which the fluid composition 36 can act upon itself, thereby increasing diversion of the fluid as its viscosity increases. Various different shapes, volumes, surface treatments, surface topographies, etc. may be used for the chambers 96a-c to further enhance the effect of viscosity on diversion of fluid into the branch passages 94a-c.

Although three of the branch passages 94a-c are depicted in FIG. 4, any number (including one) of the branch passages may be used in keeping with the principles of this disclosure. The branch passages 94a-c are linearly spaced apart on one side of the flow passage 48 as depicted in FIG. 4, but in other examples they could be radially, helically or otherwise spaced apart, and they could be on any side(s) of the flow passage 48, in keeping with the principles of this disclosure.

As is more clearly viewed in FIG. 5, the flow passage 48 preferably increases in width (and, thus, flow area) at each of the intersections between the branch passages 94a-c and the flow passage. Thus, a width w_2 of the flow passage 48 is greater than a width w_1 of the flow passage, width w_3 is greater than width w_2 , and width w_4 is greater than width w_3 . Each increase in width is preferably on the side of the flow

passage 48 intersected by the respective one of the branch passages 94a-c.

5 The width of the flow passage 48 increases at each intersection with the branch passages 94a-c, in order to compensate for spreading of the flow of the fluid composition 36 through the flow passage. Preferably a jet-type flow of the fluid composition 36 is maintained as it traverses each of the intersections. In this manner, higher velocity and lower viscosity fluids are less influenced to be diverted into the
10 branch passages 94a-c.

The intersections of the branch passages 94a-c with the flow passage 48 may be evenly spaced apart (as depicted in FIGS. 4 & 5) or unevenly spaced apart. The spacing of the branch passages 94a-c is preferably selected to maintain the
15 jet-type flow of the fluid composition 36 through the flow passage 48 as it traverses each intersection, as mentioned above.

In the configuration of FIGS. 4 & 5, the desired fluid has a higher viscosity as compared to the undesired fluid, and
20 so the various elements of the system 25 (e.g., flow passages 44, 48, control passages 64, 68, control ports 66, 70, branch passages 94a-c, chambers 96a-c, etc.) are appropriately configured so that the device 50 directs a majority (or at least a greater proportion) of the fluid flowing through the
25 passages 44, 46, 48 into the flow path 54 when the fluid composition 36 has a sufficiently high viscosity. If the viscosity of the fluid composition 36 is not sufficiently high, then the device 50 directs a majority (or at least a greater proportion) of the fluid into the flow path 56.

30 If a majority of the fluid has been directed into the flow path 54 (i.e., if the fluid composition 36 has a sufficiently high viscosity), then the device 52 will direct a majority of the fluid composition to flow into the flow path 60. Thus, a substantial majority of the fluid composition 36
35 will flow into the chamber 84 via the inlet 88, and will follow a relatively direct, less resistant path to the outlet 40.

If a majority of the fluid has been directed by the device 50 into the flow path 56 (i.e., if the fluid
40 composition 36 has a relatively low viscosity), then the device 52 will direct a majority of the fluid composition to

- 16 -

flow into the flow path 58. Thus, a substantial majority of the fluid composition 36 will flow into the chamber 84 via the inlet 86, and will follow a relatively circuitous, more resistant path to the outlet 40.

5 It will, therefore, be appreciated that the system 25 of FIGS. 4 & 5 increases resistance to flow of relatively low viscosity fluid compositions, and decreases resistance to flow of relatively high viscosity fluid compositions. The level of viscosity at which resistance to flow through the system 25
10 increases or decreases above or below certain levels can be determined by appropriately configuring the various elements of the system.

15 Similarly, if the fluid flowing through the flow passage 48 has a relatively low velocity, proportionately more of the fluid will be diverted from the flow passage and into the branch passages 94a-c, resulting in a greater ratio of fluid flow through the control port 70 to fluid flow through the control port 66. As a result, a majority (or at least a greater proportion) of the fluid composition will flow through
20 the inlet 88 into the chamber 84, and the fluid composition will follow a relatively direct, less resistant path to the outlet 40.

25 Conversely, if the fluid flowing through the flow passage 48 has a relatively high velocity, proportionately less of the fluid will be diverted from the flow passage and into the branch passages 94a-c, resulting in a decreased ratio of fluid flow through the control port 70 to fluid flow through the control port 66. As a result, a majority (or at least a greater proportion) of the fluid composition 36 will flow
30 through the inlet 86 into the chamber 84, and the fluid composition will follow a relatively circuitous, more resistant path to the outlet 40.

35 It will, therefore, be appreciated that the system 25 of FIGS. 4 & 5 increases resistance to flow of relatively high velocity fluid compositions, and decreases resistance to flow of relatively low velocity fluid compositions. The level of velocity at which resistance to flow through the system 25 increases or decreases above or below a certain level can be determined by appropriately configuring the various elements
40 of the system.

- 17 -

In one preferred example of the system 25, the flow of a relatively low viscosity fluid (such as the fluid composition 36 having a high proportion of gas therein) is resisted by the system, no matter its velocity (above a minimum threshold velocity). However, the flow of a relatively high viscosity fluid (such as the fluid composition 36 having a high proportion of oil therein) is resisted by the system only when its velocity is above a selected level. Again, these characteristics of the system 25 can be determined by appropriately configuring the various elements of the system.

Referring additionally now to FIG. 6, another configuration of the system 25 is representatively illustrated. The configuration of FIG. 6 is similar in many respects to the configuration of FIGS. 4 & 5, but differs somewhat, in that fluid from both of the flow passages 44, 48 is communicated to the central passage 75 of the device 52, and a spaced apart series of branch passages 98a-c intersect the flow passage 44, with chambers 100a-c at the intersections. Any number (including one), spacing, size, configuration, etc., of the branch passages 98a-c and chambers 100a-c may be used in keeping with the principles of this disclosure.

Similar to the branch passages 94a-c and chambers 96a-c described above, the branch passages 98a-c and chambers 100a-c operate to divert proportionately more fluid from the flow passage 44 (and to the central passage 75 of the device 52) as the viscosity of the fluid composition 36 increases, or as the velocity of the fluid composition decreases in the flow passage. Thus, proportionately less fluid is delivered to the control port 66 as the viscosity of the fluid composition 36 increases, or as the velocity of the fluid composition decreases in the flow passage 44.

Since more fluid is delivered to the control port 70 as the viscosity of the fluid composition 36 increases, or as the velocity of the fluid composition decreases in the flow passage 48 (as described above in relation to the configuration of FIGS. 4 & 5), the ratio of fluid flow through the control port 70 to fluid flow through the control port 66 increases substantially more when the viscosity of the fluid composition 36 increases, or when the velocity of the fluid

- 18 -

composition decreases in the configuration of FIG. 6, as compared to the configuration of FIGS. 4 & 5.

Conversely, the ratio of fluid flow through the control port 70 to fluid flow through the control port 66 decreases substantially more when the viscosity of the fluid composition 36 decreases, or when the velocity of the fluid composition increases in the configuration of FIG. 6, as compared to the configuration of FIGS. 4 & 5. Thus, the system 25 of FIG. 6 is more responsive to changes in viscosity or velocity of the fluid composition 36, as compared to the system of FIGS. 4 & 5.

Another difference in the configuration of FIG. 6 is that the chambers 96a-c and the chambers 100a-c decrease in volume stepwise in a downstream direction along the respective flow passages 48, 44. Thus, the chamber 96b has a smaller volume than the chamber 96a, and the chamber 96c has a smaller volume than the chamber 96b. Similarly, the chamber 100b has a smaller volume than the chamber 100a, and the chamber 100c has a smaller volume than the chamber 100b.

The changes in volume of the chambers 96a-c and 100a-c can help to compensate for changes in flow rate, velocity, etc. of the fluid composition 36 through the respective passages 48, 44. For example, at each successive intersection between the branch passages 94a-c and the flow passage 48, the velocity of the fluid through the flow passage 48 will decrease, and the volume of the respective one of the chambers 96a-c decreases accordingly. Similarly, at each successive intersection between the branch passages 98a-c and the flow passage 44, the velocity of the fluid through the flow passage 44 will decrease, and the volume of the respective one of the chambers 100a-c decreases accordingly.

One advantage of the configurations of FIGS. 4-6 over the configuration of FIG. 3 is that all of the flow passages, flow paths, control passages, branch passages, etc. in the configurations of FIGS. 4-6 are preferably in a single plane (as viewed in the drawings). Of course, when the system 25 extends circumferentially about, or in, a tubular structure, the passages, flow paths, etc. would preferably be at a same radial distance in or on the tubular structure. This makes the system 25 less difficult and expensive to construct.

- 19 -

Referring additionally now to FIGS. 7A & B, another configuration of the variable flow resistance system 25 is representatively illustrated. The system 25 of FIGS. 7A & B is much less complex as compared to the systems of FIGS. 3-5, at least in part because it does not include the flow path selection devices 50, 52.

The flow chamber 84 of FIGS. 7A & B is also somewhat different, in that two inlets 116, 110 to the chamber are supplied with flow of the fluid composition 36 via two flow passages 110, 112 which direct the fluid composition to flow in opposing directions about the outlet 40. As depicted in FIGS. 7A & B, fluid which enters the chamber 84 via the inlet 116 is directed to flow in a clockwise direction about the outlet 40, and fluid which enters the chamber via the inlet 110 is directed to flow in a counter-clockwise direction about the outlet.

In FIG. 7A, the system 25 is depicted in a situation in which an increased velocity and/or reduced viscosity of the fluid composition 36 results in a majority of the fluid composition flowing into the chamber 84 via the inlet 116. The fluid composition 36, thus spirals about the outlet 40 in the chamber 84, and a resistance to flow through the system 25 increases. The reduced viscosity could result from a relatively low ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

Relatively little of the fluid composition 36 flows into the chamber 84 via the inlet 110 in FIG. 7A, because the flow passage 114 is connected to branch passages 102a-c which branch from the flow passage 112 at eddy chambers 104a-c. At relatively high velocities and/or low viscosities, the fluid composition 36 tends to flow past the eddy chambers 104a-c, without a substantial amount of the fluid composition flowing through the eddy chambers and branch passages 102a-c to the flow passage 114.

In FIG. 7B, a velocity of the fluid composition 36 has decreased and/or a viscosity of the fluid composition has increased, and as a result, proportionately more of the fluid composition flows from the passage 112 into the branch passages 102a-c and via the passage 114 to the inlet 110. Since the flows into the chamber 84 from the two inlets 116,

- 20 -

110 are in opposing directions, they counteract each other, resulting in a disruption of the vortex 90 in the chamber.

As depicted in FIG. 7B, the fluid composition 36 flows less spirally about the outlet 40, and more directly to the outlet, thereby reducing the resistance to flow through the system 25. Thus, resistance to flow through the system 25 is decreased when the velocity of the fluid composition 36 decreases, when the viscosity of the fluid composition increases, or when a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition increases.

Referring additionally now to FIGS. 8A & B, another configuration of the variable flow resistance system 25 is representatively illustrated. The system 25 of FIGS. 8A & B is similar in many respects to the system of FIGS. 7A & B, but differs at least in that the branch passages 102a-c and eddy chambers 104a-c are not necessarily used in the FIGS. 8A & B configuration. Instead, the flow passage 114 itself branches off of the flow passage 112.

Another difference is that circular flow inducing structures 106 are used in the chamber 84 in the configuration of FIGS. 8A & B. The structures 106 operate to maintain circular flow of the fluid composition 36 about the outlet 40, or at least to impede inward flow of the fluid composition toward the outlet, when the fluid composition does flow circularly about the outlet. Openings 108 in the structures 106 permit the fluid composition 36 to eventually flow inward to the outlet 40.

The structures 106 are an example of how the configuration of the system 25 can be altered to produce a desired flow resistance (e.g., when the fluid composition 36 has a predetermined viscosity, velocity, density, ratio of desired to undesired fluid therein, etc.). The manner in which the flow passage 114 is branched off of the flow passage 112 is yet another example of how the configuration of the system 25 can be altered to produce a desired flow resistance.

In FIG. 8A, the system 25 is depicted in a situation in which an increased velocity and/or reduced viscosity of the fluid composition 36 results in a majority of the fluid composition flowing into the chamber 84 via the inlet 116. The fluid composition 36, thus, spirals about the outlet 40 in the chamber 84, and a resistance to flow through the system 25

- 21 -

increases. The reduced viscosity can be due to a relatively low ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

5 Relatively little of the fluid composition 36 flows into the chamber 84 via the inlet 110 in FIG. 8A, because the flow passage 114 is branched from the flow passage 112 in a manner such that most of the fluid composition remains in the flow passage 112. At relatively high velocities and/or low viscosities, the fluid composition 36 tends to flow past the
10 flow passage 114.

In FIG. 8B, a velocity of the fluid composition 36 has decreased and/or a viscosity of the fluid composition has increased, and as a result, proportionately more of the fluid composition flows from the passage 112 and via the passage 114
15 to the inlet 110. The increased viscosity of the fluid composition 36 may be due to an increased ration of desired to undesired fluids in the fluid composition.

Since the flows into the chamber 84 from the two inlets 116, 110 are oppositely directed (or at least the flow of the fluid composition through the inlet 110 opposes the flow
20 through the inlet 116), they counteract each other, resulting in a disruption of the vortex 90 in the chamber. Thus, the fluid composition 36 flows more directly to the outlet 40 and a resistance to flow through the system 25 is decreased.

25 Note that any of the features of any of the configurations of the system 25 described above may be included in any of the other configurations of the system and, thus, it should be understood that these features are not exclusive to any one particular configuration of the system.
30 The system 25 can be used in any type of well system (e.g., not only in the well system 10), and for accomplishing various purposes in various well operations, including but not limited to injection, stimulation, completion, production, conformance, drilling operations, etc.

35 It may now be fully appreciated that the above disclosure provides substantial advancements to the art of controlling fluid flow in a well. Fluid flow can be variably resisted based on various characteristics (e.g., viscosity, density, velocity, etc.) of a fluid composition which flows through a
40 variable flow resistance system.

- 22 -

In particular, the above disclosure provides to the art a system 25 for variably resisting flow of a fluid composition 36 in a subterranean well. The system 25 can include a first flow passage 48, 112 and a first set of one or more branch passages 94a-c, 100, 102a-c which intersect the first flow passage 48, 112. In this manner, a proportion of the fluid composition 36 diverted from the first flow passage 48, 112 to the first set of branch passages 94a-c, 100, 102a-c varies based on at least one of a) viscosity of the fluid composition 36, and b) velocity of the fluid composition 36 in the first flow passage 48, 98.

The proportion of the fluid composition 36 diverted from the first flow passage 48, 112 to the first set of branch passages 94a-c, 100, 102a-c preferably increases in response to increased viscosity of the fluid composition 36.

The proportion of the fluid composition 36 diverted from the first flow passage 48, 112 to the first set of branch passages 94a-c, 100, 102a-c preferably increases in response to decreased velocity of the fluid composition 36 in the first flow passage 48, 112.

The first set of branch passages 94a-c can direct the fluid composition 36 to a first control passage 68 of a flow path selection device 50. The flow path selection device 50 can select which of multiple flow paths 54, 56 a majority of fluid flows through from the device 50, based at least partially on the proportion of the fluid composition 36 diverted to the first control passage 68.

The system 25 can include a second flow passage 44 with a second set of one or more branch passages 98a-c which intersect the second flow passage 44. In this configuration, a proportion of the fluid composition 36 diverted from the second flow passage 44 to the second set of branch passages 98a-c preferably increases with increased viscosity of the fluid composition 36, and increases with decreased velocity of the fluid composition 36 in the second flow passage 44.

The second flow passage 44 can direct the fluid composition 36 to a second control passage 64 of the flow path selection device 50. The flow path selection device 50 can select which of the multiple flow paths 54, 56 the majority of fluid flows through from the device 50, based on a ratio of flow rates of the fluid composition 36 through the first and

- 23 -

second control passages 64, 68. The ratio of the flow rates through the first and second control passages 64, 68 preferably varies with respect to a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

5 The first set of branch passages 94a-c, 100, 102a-c can include multiple branch passages spaced apart along the first flow passage 48, 112. A chamber 96a-c, 104a-c may be provided at each of multiple intersections between the first flow passage 48, 112 and the branch passages 94a-c, 102a-c.

10 Each of the chambers 96a-c, 104a-c has a fluid volume, and the volumes may decrease in a direction of flow of the fluid composition 36 through the first flow passage 48, 112. A flow area of the first flow passage 48, 112 may increase at each of multiple intersections between the first flow passage
15 48, 112 and the first set of branch passages 94a-c, 102a-c.

Also described above is a system 25 for variably resisting flow of a fluid composition 36 in a subterranean well, with the system 25 including a flow path selection device 50 that selects which of multiple flow paths 54, 56 a
20 majority of fluid flows through from the device, based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

The flow path selection device 50 can include a first control port 70. A flow rate of the fluid composition 36
25 through the first control port 70 affects which of the multiple flow paths the majority of fluid flows through from the device 50. The flow rate of the fluid composition 36 through the first control port 70 preferably varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid
30 composition 36.

The flow path selection device 50 can also include a second control port 66. The flow path selection device 50 can select which of multiple flow paths 54, 56 the majority of fluid flows through from the device 50, based on a ratio of a)
35 the flow rate of the fluid composition 36 through the first control port 70 to b) a flow rate of the fluid composition 36 through the second control port 66. The ratio of the flow rates through the first and second control ports 70, 66 preferably varies with respect to the ratio of desired fluid
40 to undesired fluid in the fluid composition 36.

The fluid composition 36 can flow to the first control port 70 via at least one control passage 68 which connects to a flow passage 48 through which the fluid composition 36 flows. A flow rate of the fluid composition 36 from the flow passage 48 to the control passage 68 can vary based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36. A proportion of the fluid composition 36 which flows from the flow passage 48 to the control passage 68 can increase when a viscosity of the fluid composition 36 increases, and/or decrease when a velocity of the fluid composition 36 in the flow passage 48 increases.

The flow path selection device 50 can include a second control port 66. A flow rate of the fluid composition 36 through the second control port 66 affects which of the multiple flow paths 54, 56 the majority of fluid flows through from the device 50.

The fluid composition 36 flows to the second control port 66 via at least one control passage 64 through which the fluid composition 36 flows. The control passage 64 connects to at least one flow passage 44, and a flow rate of the fluid composition 36 from the flow passage 44 to the control passage 64 can vary based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

A proportion of the fluid composition 36 which flows from the flow passage 44 to the control passage 64 can decrease when a viscosity of the fluid composition 36 increases, and/or increase when a velocity of the fluid composition 36 in the flow passage 44 increases.

The above disclosure also provides to the art a system for variably resisting flow of a fluid composition 36 in a subterranean well, with the system including a flow chamber 84. A majority of the fluid composition 36 enters the chamber 84 in a direction which changes based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

The fluid composition 36 can more directly flow through the chamber 84 to an outlet 40 of the chamber 84 in response to an increase in the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

The majority of the fluid composition 36 enters the chamber 84 via one of multiple inlets 86, 88. The one of the

- 25 -

multiple inlets 86, 88 which the majority of the fluid composition 36 enters is selected based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

5 A first inlet 88 directs the fluid composition 36 to flow more directly toward an outlet 40 of the chamber 84 as compared to a second inlet 86. The first inlet 88 may direct the fluid composition 36 to flow more radially relative to the outlet 40 as compared to the second inlet 86. The second inlet 86 may direct the fluid composition 36 to spiral more
10 about the outlet 40 as compared to the first inlet 88.

The chamber 84 can be generally cylindrical-shaped, and the fluid composition 36 may spiral more within the chamber 84 as the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36 decreases.

15 The system 25 preferably includes a flow path selection device 50 that selects which of multiple flow paths 54, 56 a majority of fluid flows through from the device, based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

20 The flow path selection device 50 includes a first control port 70. A flow rate of the fluid composition 36 through the first control port 70 affects which of the multiple flow paths 54, 56 the majority of fluid flows through from the device. The flow rate of the fluid composition 36
25 through the first control port 70 varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

The flow path selection device 50 can also include a second control port 66. A ratio of a) the flow rate of the fluid composition 36 through the first control port 70 to b) a
30 flow rate of the fluid composition 36 through the second control port 66 affects which of the multiple flow paths the majority of fluid flows through from the device. The ratio of the flow rates through the first and second control ports 70, 66 preferably varies with respect to the ratio of desired
35 fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

The fluid composition 36 can flow to the first control port 70 via at least one control passage 68 which connects to a flow passage 48 through which the fluid composition 36 flows. A flow rate of the fluid composition 36 from the flow
40 passage 48 to the control passage 68 can vary based on the

- 26 -

ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

The flow path selection device 50 can include a second control port 66. A flow rate of the fluid composition 36 through the second control port 66 affects which of the multiple flow paths 54, 56 the majority of fluid flows through from the device 50. The fluid composition 36 flows to the second control port 66 via at least one control passage 64 through which the fluid composition 36 flows.

The control passage 64 connects to at least one flow passage 44. A flow rate of the fluid composition 36 from the flow passage 44 to the control passage 64 varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

Also described above is system 25 for variably resisting flow of a fluid composition 36 in a subterranean well, with the system 25 including a flow chamber 84. A majority of the fluid composition 36 enters the chamber 84 in a direction which changes based on a velocity of the fluid composition 36.

The fluid composition 36 can more directly flow through the chamber 84 to an outlet 40 of the chamber 84 in response to a decrease in the velocity.

The majority of the fluid composition 36 can enter the chamber 84 via one of multiple inlets 86, 88. The one of the multiple inlets 86, 88 is selected based on the velocity. A first one 88 of the multiple inlets may direct the fluid composition 36 to flow more directly toward an outlet 40 of the chamber 84 as compared to a second one 86 of the multiple inlets.

The first inlet 88 may direct the fluid composition 86 to flow more radially relative to the outlet 40 as compared to the second inlet 86. The second inlet 86 may direct the fluid composition 36 to spiral more about the outlet 40 as compared to the first inlet 88.

The chamber 84 may be generally cylindrical-shaped, and the fluid composition 36 may spiral more within the chamber 84 as the velocity increases.

The system 25 can also include a flow path selection device 52 that selects which of multiple flow paths 58, 60 the

majority of the fluid composition 36 flows through from the device 52, based on the velocity of the fluid composition 36.

The above disclosure also describes a variable flow resistance system 25 for use in a subterranean well, with the
5 variable flow resistance system 25 comprising a flow chamber 84 having an outlet 40, and at least first and second inlets 116, 110. A fluid composition 36 which enters the flow chamber 84 via the second inlet 110 opposes flow of the fluid composition 36 which enters the flow chamber 84 via the first
10 inlet 116, whereby a resistance to flow of the fluid composition 36 through the flow chamber 84 varies with a ratio of flows through the first and second inlets 116, 110.

A resistance to flow of the fluid composition 36 through the flow chamber 84 may decrease as flow through the first and
15 second inlets 116, 110 becomes more equal. Flow through the first and second inlets 116, 110 may become more equal as a viscosity of the fluid composition 36 increases, as a velocity of the fluid composition 36 decreases, as a density of the fluid composition 36 decreases, and/or as a ratio of desired
20 fluid to undesired fluid in the fluid composition 36 increases.

A resistance to flow of the fluid composition 36 through the flow chamber 84 may increase as flow through the first and second inlets 116, 110 becomes less equal.

25 The fluid composition 36 may flow to the first inlet 116 via a first flow passage 112 which is oriented generally tangential to the flow chamber 84. The fluid composition 36 may flow to the second inlet 110 via a second flow passage 114 which is oriented generally tangential to the flow chamber 84,
30 and the second passage 114 may receive the fluid composition 36 from a branch of the first flow passage 112.

It is to be understood that the various examples described above may be utilized in various orientations, such as inclined, inverted, horizontal, vertical, etc., and in
35 various configurations, without departing from the principles of the present disclosure. The embodiments illustrated in the drawings are depicted and described merely as examples of useful applications of the principles of the disclosure, which are not limited to any specific details of these embodiments.

- 28 -

Of course, a person skilled in the art would, upon a careful consideration of the above description of representative embodiments, readily appreciate that many modifications, additions, substitutions, deletions, and other changes may be made to these specific embodiments, and such changes are within the scope of the principles of the present disclosure. Accordingly, the foregoing detailed description is to be clearly understood as being given by way of illustration and example only, the spirit and scope of the present invention being limited solely by the appended claims and their equivalents.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A system for variably resisting flow of a fluid composition in a subterranean well, the system comprising:

5 a first flow passage; and

a first set of one or more branch passages which intersect the first flow passage, whereby a proportion of the fluid composition diverted from the first flow passage to the first set of branch passages varies based on at least one of
10 a) viscosity of the fluid composition, and b) velocity of the fluid composition in the first flow passage.

2. The system of claim 1, wherein the proportion increases in response to increased viscosity of the fluid
15 composition.

3. The system of claim 1, wherein the proportion increases in response to decreased velocity of the fluid composition in the first flow passage.
20

4. The system of claim 1, wherein the first set of branch passages direct the fluid composition to a first control passage of a flow path selection device, and wherein the flow path selection device selects which of multiple flow
25 paths a majority of fluid flows through from the device, based at least partially on the proportion of the fluid composition diverted to the first control passage.

5. The system of claim 4, further comprising a second flow passage, and a second set of one or more branch passages which intersect the second flow passage, whereby a proportion of the fluid composition diverted from the second flow passage to the second set of branch passages increases with increased
30 viscosity of the fluid composition, and increases with decreased velocity of the fluid composition in the second flow passage.
35

- 30 -

6. The system of claim 5, wherein the second flow passage directs the fluid composition to a second control passage of the flow path selection device, and wherein the flow path selection device selects which of the multiple flow paths the majority of fluid flows through from the device, based on a ratio of flow rates of the fluid composition through the first and second control passages.

7. The system of claim 6, wherein the ratio of the flow rates through the first and second control passages varies with respect to a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

8. The system of claim 4, further comprising a second flow passage, wherein the second flow passage directs the fluid composition to a second control passage of the flow path selection device, and wherein the flow path selection device selects which of the multiple flow paths the majority of fluid flows through from the device, based on a ratio of flow rates of the fluid composition through the first and second control passages.

9. The system of claim 1, wherein the first set of branch passages includes multiple branch passages spaced apart along the first flow passage.

10. The system of claim 9, further comprising a chamber at each of multiple intersections between the first flow passage and the branch passages.

11. The system of claim 10, wherein each of the chambers has a fluid volume, and wherein the volumes decrease in a direction of flow of the fluid composition through the first flow passage.

12. The system of claim 9, wherein a flow area of the first flow passage increases at each of multiple intersections

between the first flow passage and the first set of branch passages.

13. A system for variably resisting flow of a fluid
5 composition in a subterranean well, the system comprising:

a flow path selection device that selects which of multiple flow paths a majority of fluid flows through from the device, based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

10

14. The system of claim 13, wherein the flow path selection device includes a first control port, and wherein a flow rate of the fluid composition through the first control port affects which of the multiple flow paths the majority of
15 fluid flows through from the device.

15. The system of claim 14, wherein the flow rate of the fluid composition through the first control port varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

20

16. The system of claim 14, wherein the flow path selection device further includes a second control port, and wherein the flow path selection device selects which of multiple flow paths the majority of fluid flows through from
25 the device, based on a ratio of the flow rates of the fluid composition through the first and second control ports.

17. The system of claim 16, wherein the ratio of the flow rates through the first and second control ports varies
30 with respect to the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

18. The system of claim 14, wherein the fluid composition flows to the first control port via at least one
35 control passage which connects to a flow passage through which the fluid composition flows, and wherein a flow rate of the fluid composition from the flow passage to the control passage varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

19. The system of claim 18, wherein a proportion of the fluid composition which flows from the flow passage to the control passage increases when a viscosity of the fluid composition increases.

20. The system of claim 18, wherein a proportion of the fluid composition which flows from the flow passage to the control passage decreases when a velocity of the fluid composition in the flow passage increases.

21. The system of claim 14, wherein the flow path selection device includes a second control port, wherein a flow rate of the fluid composition through the second control port affects which of the multiple flow paths the majority of fluid flows through from the device, wherein the fluid composition flows to the second control port via at least one control passage through which the fluid composition flows, wherein the control passage connects to at least one flow passage, and wherein a flow rate of the fluid composition from the flow passage to the control passage varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

22. The system of claim 21, wherein a proportion of the fluid composition which flows from the flow passage to the control passage decreases when a viscosity of the fluid composition increases.

23. The system of claim 21, wherein a proportion of the fluid composition which flows from the flow passage to the control passage increases when a velocity of the fluid composition in the flow passage increases.

24. A system for variably resisting flow of a fluid composition in a subterranean well, the system comprising:
a flow chamber, and

- 33 -

wherein a majority of the fluid composition enters the chamber in a direction which changes based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

5 25. The system of claim 24, wherein the fluid composition more directly flows through the chamber to an outlet of the chamber in response to an increase in the ratio.

10 26. The system of claim 24, wherein the majority of the fluid composition enters the chamber via one of multiple inlets, and wherein the one of the multiple inlets is selected based on the ratio.

15 27. The system of claim 26, wherein a first one of the multiple inlets directs the fluid composition to flow more directly toward an outlet of the chamber as compared to a second one of the multiple inlets.

20 28. The system of claim 27, wherein the first inlet directs the fluid composition to flow more radially relative to the outlet as compared to the second inlet.

25 29. The system of claim 27, wherein the second inlet directs the fluid composition to spiral more about the outlet as compared to the first inlet.

30 30. The system of claim 24, wherein the chamber is generally cylindrical-shaped, and wherein the fluid composition spirals more within the chamber as the ratio decreases.

35 31. The system of claim 24, further comprising a flow path selection device that selects which of multiple flow paths the majority of the fluid composition flows through from the device, based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

- 34 -

32. The system of claim 31, wherein the flow path selection device includes a first control port, and wherein a flow rate of the fluid composition through the first control port affects which of the multiple flow paths the majority of the fluid composition flows through.

33. The system of claim 32, wherein the flow rate of the fluid composition through the first control port varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

34. The system of claim 32, wherein the flow path selection device further includes a second control port, and wherein a ratio of the flow rates of the fluid composition through the first and second control ports affects which of the multiple flow paths the majority of fluid composition flows through from the device.

35. The system of claim 34, wherein the ratio of the flow rates through the first and second control ports varies with respect to the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

36. The system of claim 32, wherein the fluid composition flows to the first control port via at least one control passage which connects to a flow passage through which the fluid composition flows, and wherein a flow rate of the fluid composition from the flow passage to the control passage varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

37. The system of claim 32, wherein the flow path selection device includes a second control port, wherein a flow rate of the fluid composition through the second control port affects which of the multiple flow paths the majority of the fluid composition flows through from the device, wherein the fluid composition flows to the second control port via at least one control passage through which the fluid composition flows, wherein the control passage connects to at least one

flow passage, and wherein a flow rate of the fluid composition from the flow passage to the control passage varies based on the ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

5

38. A system for variably resisting flow of a fluid composition in a subterranean well, the system comprising:

a flow chamber, and

10 wherein a majority of the fluid composition enters the chamber in a direction which changes based on a velocity of the fluid composition.

39. The system of claim 38, wherein the fluid composition more directly flows through the chamber to an outlet of the chamber in response to a decrease in the velocity.

40. The system of claim 38, wherein the majority of the fluid composition enters the chamber via one of multiple inlets, and wherein the one of the multiple inlets is selected based on the velocity.

41. The system of claim 40, wherein a first one of the multiple inlets directs the fluid composition to flow more directly toward an outlet of the chamber as compared to a second one of the multiple inlets.

42. The system of claim 41, wherein the first inlet directs the fluid composition to flow more radially relative to the outlet as compared to the second inlet.

43. The system of claim 41, wherein the second inlet directs the fluid composition to spiral more about the outlet as compared to the first inlet.

35

44. The system of claim 38, wherein the chamber is generally cylindrical-shaped, and wherein the fluid

- 36 -

composition spirals more within the chamber as the velocity increases.

5 45. The system of claim 38, further comprising a flow path selection device that selects which of multiple flow paths the majority of the fluid composition flows through from the device, based on the velocity of the fluid composition.

10 46. A variable flow resistance system for use in a subterranean well, the variable flow resistance system comprising:

15 a flow chamber having an outlet, and at least first and second inlets, wherein a fluid composition which enters the flow chamber via the second inlet opposes flow of the fluid composition which enters the flow chamber via the first inlet, whereby a resistance to flow of the fluid composition through the flow chamber varies with a ratio of flows through the first and second inlets.

20 47. The system of claim 46, wherein a resistance to flow of the fluid composition through the flow chamber decreases as flow through the first and second inlets becomes more equal.

25 48. The system of claim 47, wherein flow through the first and second inlets becomes more equal as a viscosity of the fluid composition increases.

30 49. The system of claim 47, wherein flow through the first and second inlets becomes more equal as a velocity of the fluid composition decreases.

35 50. The system of claim 47, wherein flow through the first and second inlets becomes more equal as a density of the fluid composition decreases.

51. The system of claim 47, wherein flow through the first and second inlets becomes more equal as a ratio of

- 37 -

desired fluid to undesired fluid in the fluid composition increases.

52. The system of claim 46, wherein a resistance to flow
5 of the fluid composition through the flow chamber increases as
flow through the first and second inlets becomes less equal.

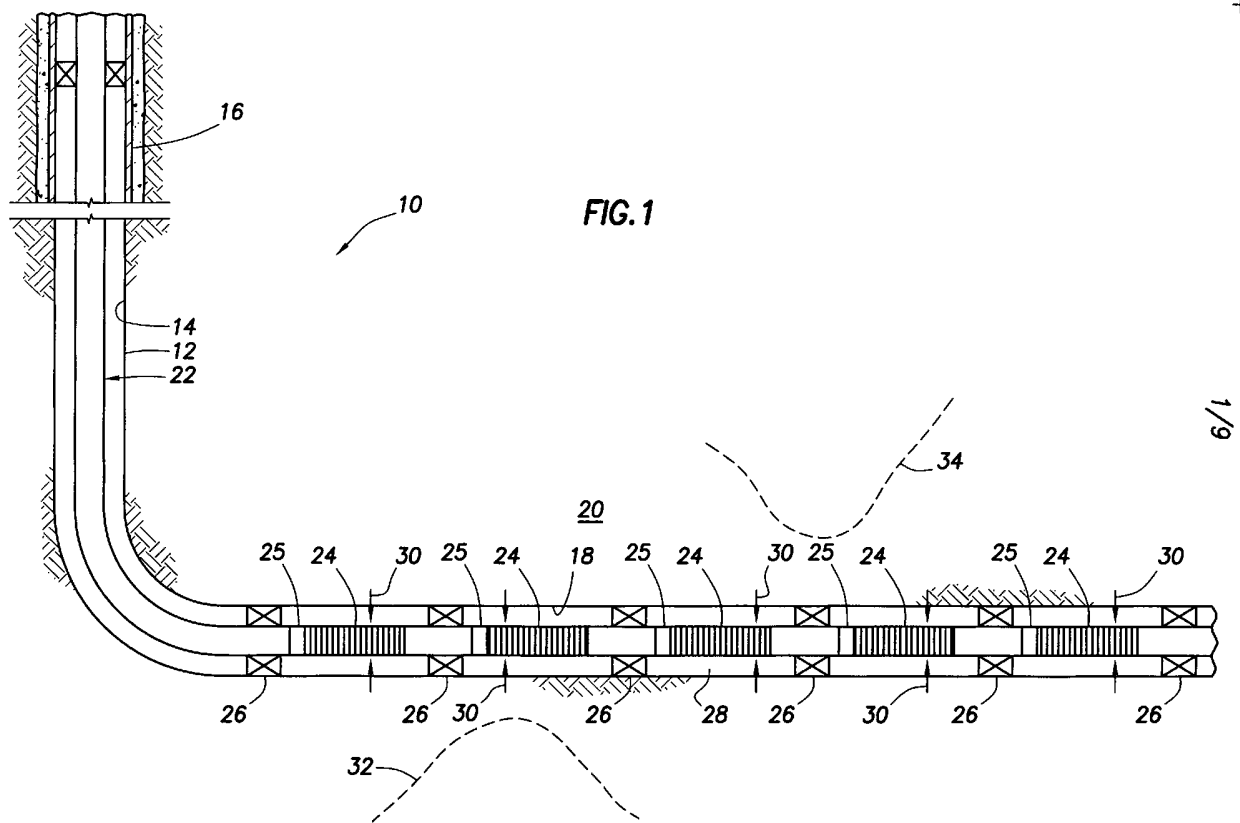
53. The system of claim 46, wherein the fluid
composition flows to the first inlet via a first flow passage
10 which is oriented generally tangential to the flow chamber,
and wherein the fluid composition flows to the second inlet
via a second flow passage which is oriented generally
tangential to the flow chamber.

15 54. The system of claim 53, wherein the second passage
receives the fluid composition from a branch of the first flow
passage.

- 38 -

ABSTRACT

A system for variably resisting flow of a fluid composition can include a flow passage and a set of one or more branch passages which intersect the flow passage, whereby
5 a proportion of the fluid composition diverted from the passage to the set of branch passages varies based on at least one of a) viscosity of the fluid composition, and b) velocity of the fluid composition in the flow passage. Another variable flow resistance system can include a flow path
10 selection device that selects which of multiple flow paths a majority of fluid flows through from the device, based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition. Yet another variable flow resistance system can include a flow chamber, with a majority of the fluid
15 composition entering the chamber in a direction which changes based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.



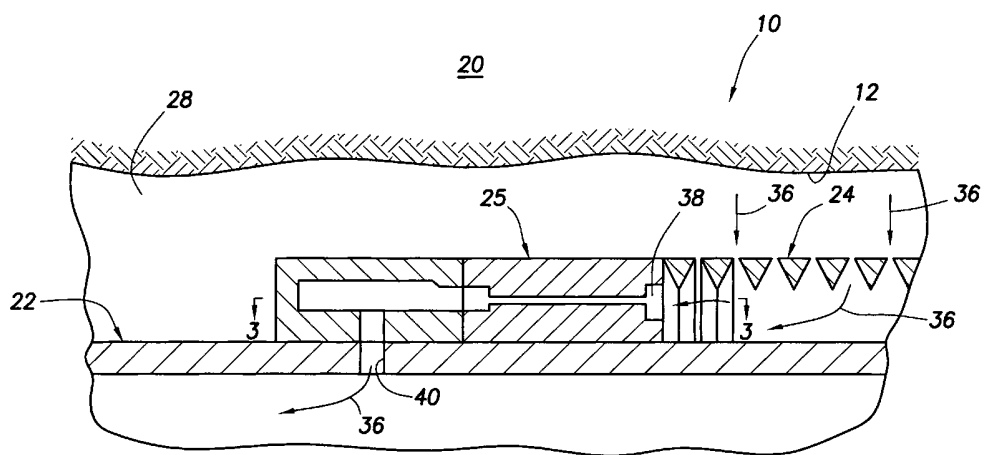


FIG. 2

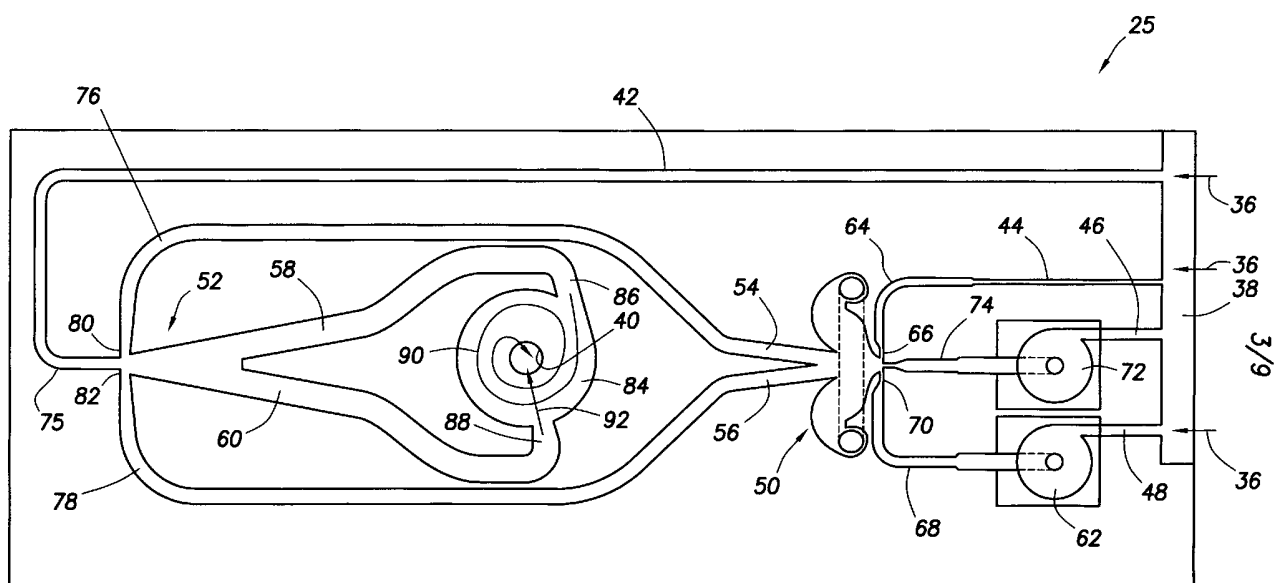


FIG.3

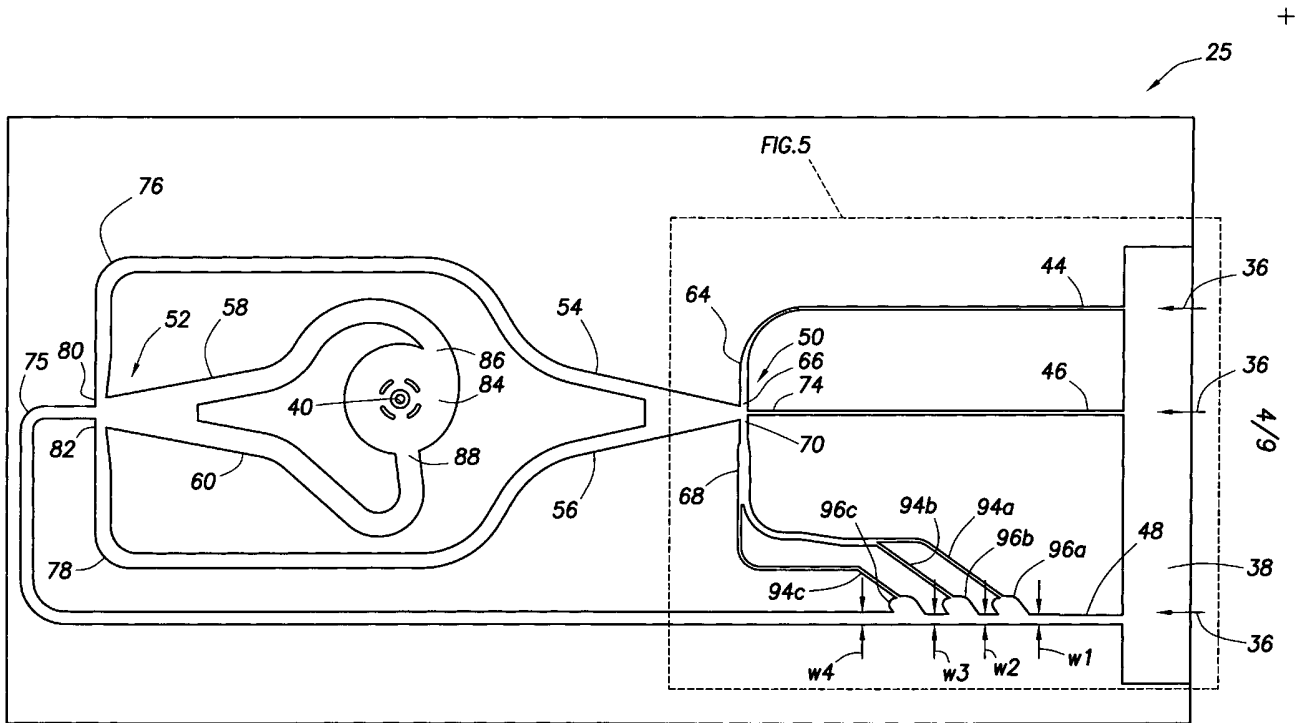


FIG.4

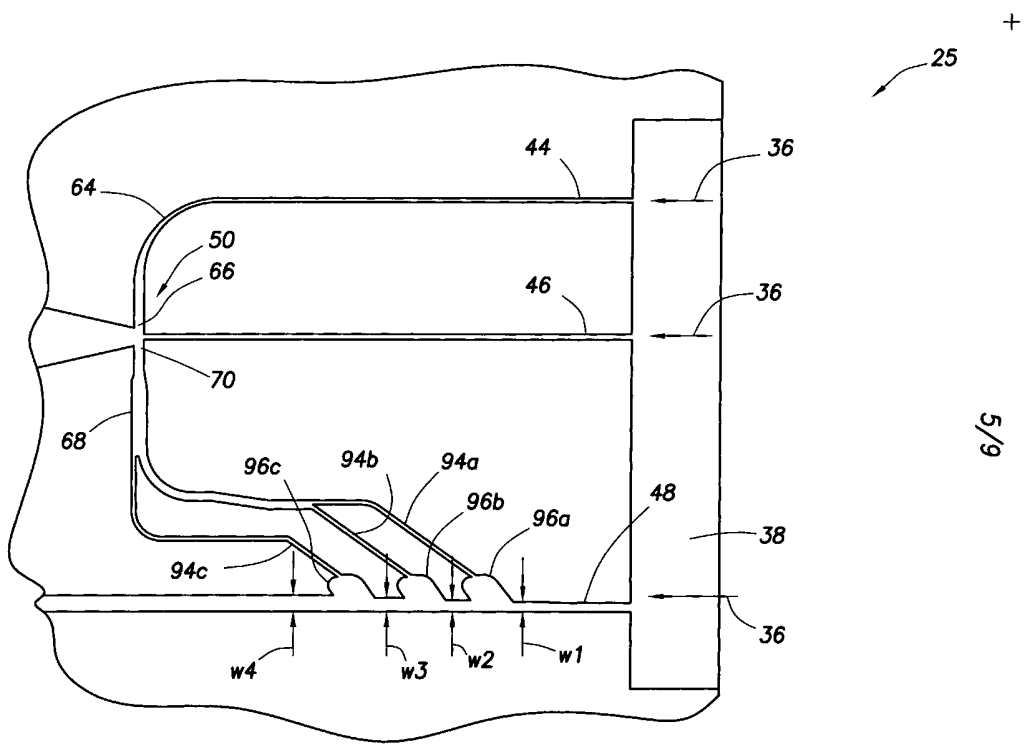


FIG.5

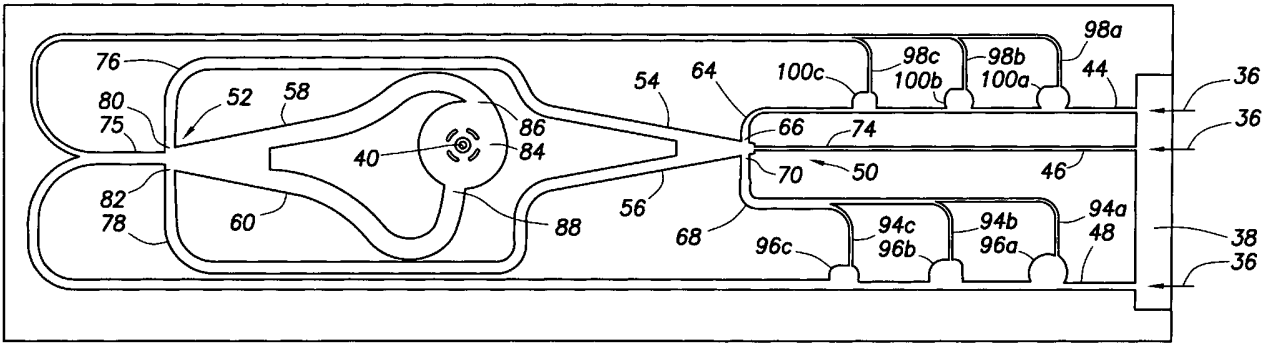


FIG.6

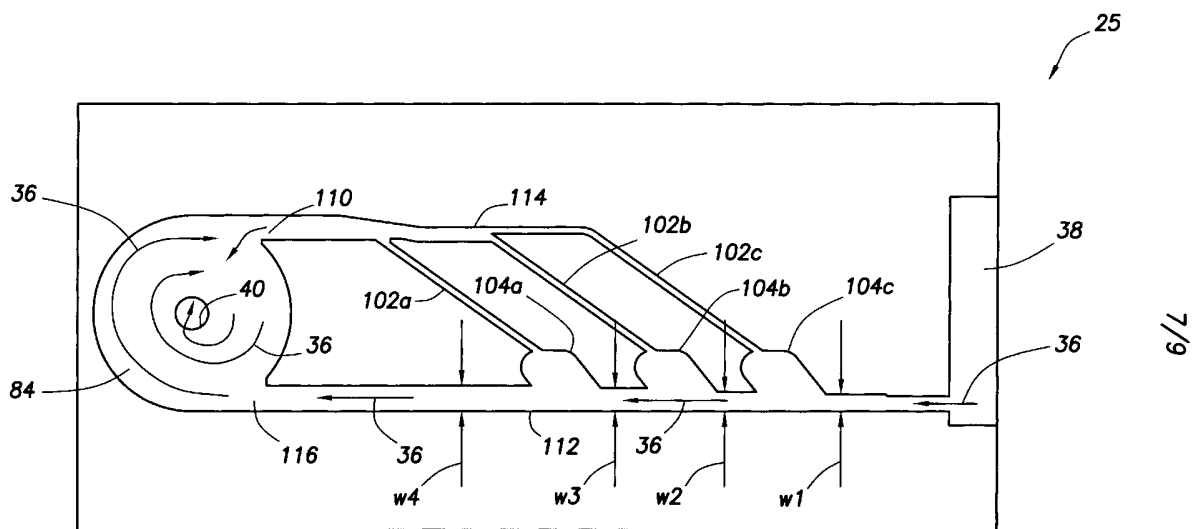


FIG. 7A

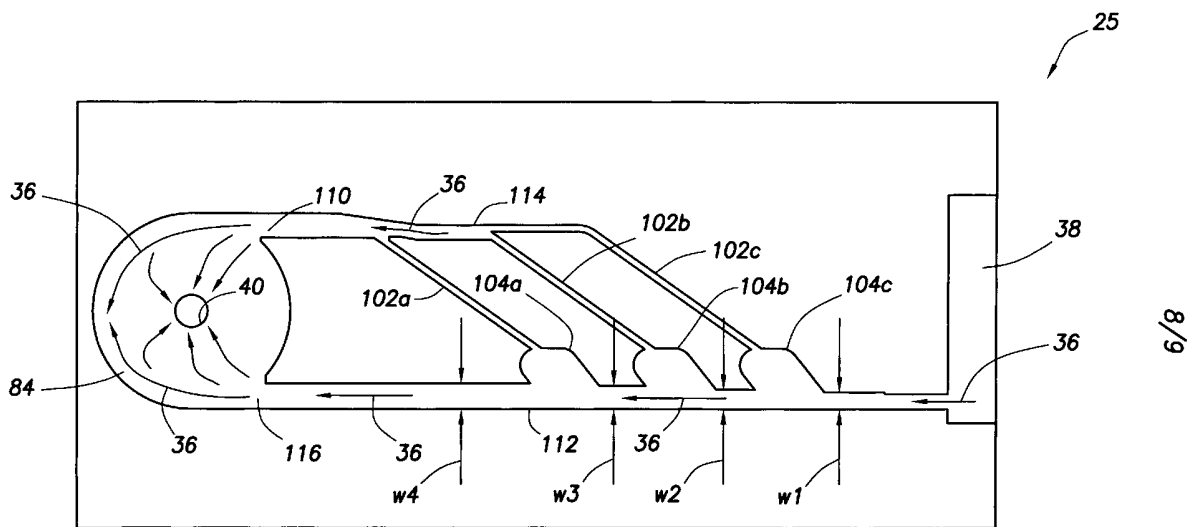


FIG. 7B

+

9/9

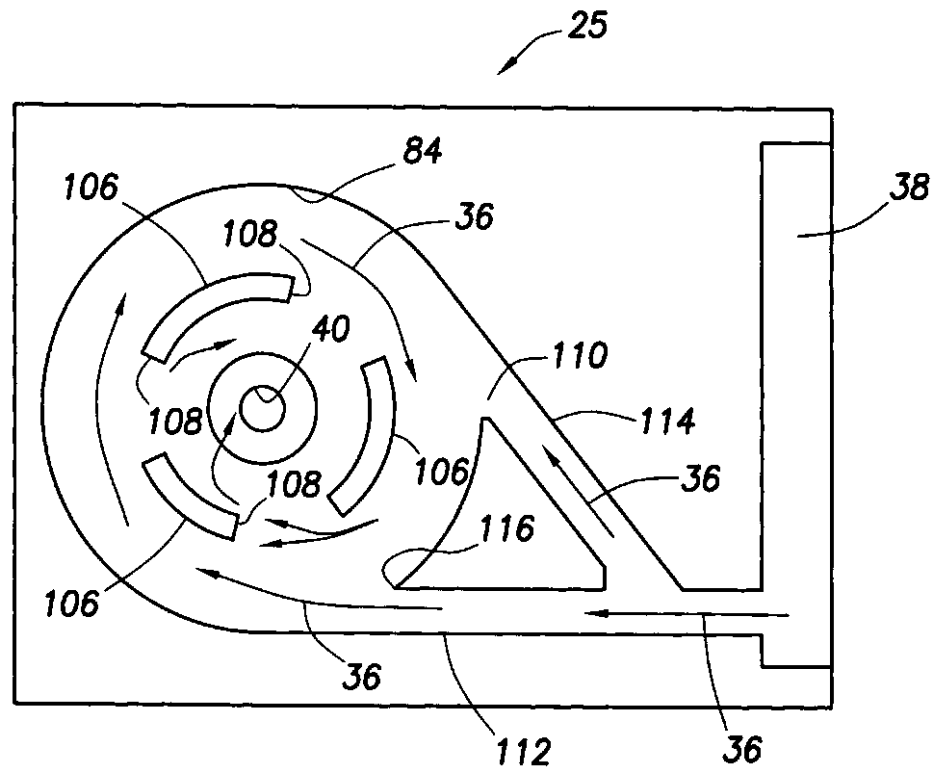


FIG. 8A

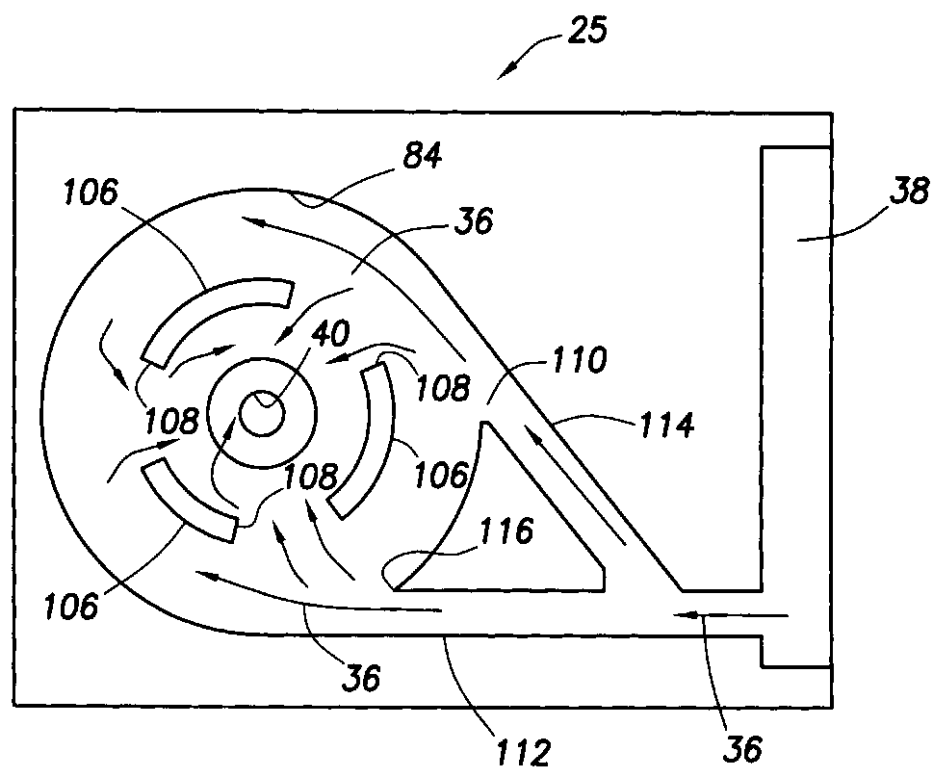


FIG. 8B

+

DOC.
PRESENTACION
SOLICITUD
INTERNACIONAL

PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

International Application No.

International Filing Date

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference
(if desired) (12 characters maximum) 10-032789U1

Box No. I TITLE OF INVENTION

FLOW PATH CONTROL BASED ON FLUID CHARACTERISTICS TO THEREBY
VARIABLY RESIST FLOW IN A SUBTERRANEAN WELL

Box No. II APPLICANT

☐ This person is also inventor

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.
10200 Bellaire Boulevard
Houston, Texas 77072
US

Telephone No.

Facsimile No.

Applicant's registration No. with the Office

E-mail authorization: Marking one of the check-boxes below authorizes the receiving Office, the International Searching Authority, the International Bureau and the International Preliminary Examining Authority to use the e-mail address indicated in this Box to send, notifications issued in respect of this international application to that e-mail address if those offices are willing to do so.

☐ as advance copies followed by paper notifications; or ☐ exclusively in electronic form (no paper notifications will be sent).

E-mail address:

State (that is, country) of nationality:

US

State (that is, country) of residence:

US

This person is applicant
for the purposes of:

☐ all designated
States

☒ all designated States except
the United States of America

☐ the United States
of America only

☐ the States indicated in
the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

☒ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf
of the applicant(s) before the competent International Authorities as:

☒ agent

☐ common
representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

SMITH, Marlin R.
SMITH IP SERVICES, P.C.
P.O. Box 997
Rockwall, Texas 75087
US

Telephone No.

972-516-0030

Facsimile No.

972-516-0608

Agent's registration No. with the Office

38310

E-mail authorization: Marking one of the check-boxes below authorizes the receiving Office, the International Searching Authority, the International Bureau and the International Preliminary Examining Authority to use the e-mail address indicated in this Box to send, notifications issued in respect of this international application to that e-mail address if those offices are willing to do so.

☒ as advance copies followed by paper notifications; or ☐ exclusively in electronic form (no paper notifications will be sent).

E-mail address: mail@smithipservices.com

☐ Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)*If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.*

Name and address: <i>(Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</i> DYKSTRA, Jason D. 2601 Beltline Road Carrollton, Texas 75006 US		This person is: ☐ applicant only ☒ applicant and inventor ☐ inventor only <i>(If this check-box is marked, do not fill in below.)</i>
Applicant's registration No. with the Office		
State <i>(that is, country)</i> of nationality: US	State <i>(that is, country)</i> of residence: US	
This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box		
Name and address: <i>(Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</i> FRIPP, Michael L. 2601 Beltline Road Carrollton, Texas 75006 US		This person is: ☐ applicant only ☒ applicant and inventor ☐ inventor only <i>(If this check-box is marked, do not fill in below.)</i>
Applicant's registration No. with the Office		
State <i>(that is, country)</i> of nationality: US	State <i>(that is, country)</i> of residence: US	
This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box		
Name and address: <i>(Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</i> HAMID, Syed 2601 Beltline Road Carrollton, Texas 75006 US		This person is: ☐ applicant only ☒ applicant and inventor ☐ inventor only <i>(If this check-box is marked, do not fill in below.)</i>
Applicant's registration No. with the Office		
State <i>(that is, country)</i> of nationality: US	State <i>(that is, country)</i> of residence: US	
This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box		
Name and address: <i>(Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)</i> (Empty)		This person is: ☐ applicant only ☐ applicant and inventor ☐ inventor only <i>(If this check-box is marked, do not fill in below.)</i>
Applicant's registration No. with the Office		
State <i>(that is, country)</i> of nationality: (Empty)	State <i>(that is, country)</i> of residence: (Empty)	
This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box		
☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.		

Box No. V DESIGNATIONS

The filing of this request constitutes under Rule 4.9(a) the designation of all Contracting States bound by the PCT on the international filing date, for the grant of every kind of protection available and, where applicable, for the grant of both regional and national patents.

However,

- ☐ DE Germany is not designated for any kind of national protection
- ☐ JP Japan is not designated for any kind of national protection
- ☐ KR Republic of Korea is not designated for any kind of national protection

(The check-boxes above may only be used to exclude (irrevocably) the designations concerned if, at the time of filing or subsequently under Rule 26bis.1, the international application contains in Box No. VI a priority claim to an earlier national application filed in the particular State concerned, in order to avoid the ceasing of the effect, under the national law, of this earlier national application.)

Box No. VI PRIORITY CLAIM

The priority of the following earlier application(s) is hereby claimed:

Filing date of earlier application (day/month/year)	Number of earlier application	Where earlier application is:		
		national application: country or Member of WTO	regional application: regional Office	international application: receiving Office
item (1) 02/06/2010 02 June 2010	12/791,993	US		
item (2) 04/02/2010 04 February 2010	12/700,685	US		
item (3) 18/08/2009 18 August 2009	12/542,695	US		

☐ Further priority claims are indicated in the Supplemental Box.

☐ The **International Bureau** is requested to obtain from a digital library, a certified copy of the earlier application(s) (if the earlier application(s) is available to it from a digital library) identified above as:*

☐ all items ☐ item (1) ☐ item (2) ☐ item (3) ☐ other, see Supplemental Box

☒ The **receiving Office** is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (if the earlier application(s) was filed with the Office which for the purposes of this international application is the receiving Office) or to obtain a certified copy of the earlier application(s) from a digital library and transmit a copy of it to the International Bureau (if the earlier application(s) is available to the receiving Office from a digital library), identified above as:*

☒ all items ☐ item (1) ☐ item (2) ☐ item (3) ☐ other, see Supplemental Box

* Where the certified copy of the earlier application(s) is not stored in a digital library under the number of the earlier application indicated above but under the application number of another application which also claims priority from it, indicate that number in the supplemental sheet (item 4).

Restore the right of priority: the receiving Office is requested to restore the right of priority for the earlier application(s) identified above or in the Supplemental Box as item(s) (_____). (See also the Notes to Box No. VI: further information must be provided to support a request to restore the right of priority.)

Incorporation by reference: where an element of the international application referred to in Article 11(1)(iii)(d) or (e) or a part of the description, claims or drawings referred to in Rule 20.5(a) is not otherwise contained in this international application but is completely contained in an earlier application whose priority is claimed on the date on which one or more elements referred to in Article 11(1)(iii) were first received by the receiving Office, that element or part is, subject to confirmation under Rule 20.6, incorporated by reference in this international application for the purposes of Rule 20.6.

Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

Choice of International Searching Authority (ISA) (if more than one International Searching Authority is competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):

ISA/ KR

Continuation of Box No. VII USE OF RESULTS OF EARLIER SEARCH, REFERENCE TO THAT SEARCH

- ☐ The ISA indicated in Box No. VII is requested to take into account the results of the earlier search(es) indicated below (*see also Notes to Box VII; use of results of more than one earlier search*).

Filing date (day/month/year)

Application Number

Country (or regional Office)

- ☐ **Statement (Rule 4.12(ii)):** this international application is the same, or substantially the same, as the application in respect of which the earlier search was carried out except, where applicable, that it is filed in a different language.

- ☐ **Availability of documents:** the following documents are available to the ISA in a form and manner acceptable to it and therefore do not need to be submitted by the applicant to the ISA (Rule 12bis.1(f)):

- ☐ a copy of the results of the earlier search.*
☐ a copy of the earlier application.
☐ a translation of the earlier application into a language which is accepted by the ISA.
☐ a translation of the results of the earlier search into a language which is accepted by the ISA.
☐ a copy of any document cited in the results of the earlier search. (*If known, please indicate below the document(s) available to the ISA*):

- ☐ **Transmit copy of results of earlier search and other documents** (*where the earlier search was not carried out by the ISA indicated above but by the same Office as that which is acting as the receiving Office*): the **receiving Office** is requested to prepare and transmit to the ISA (Rule 12bis.1(c)):

- ☐ a copy of the results of the earlier search.*
☐ a copy of the earlier application.
☐ a copy of any document cited in the results of the earlier search.

* Where the results of the earlier search are neither available from a digital library nor transmitted by the receiving Office, the applicant is required to submit them to the receiving Office (Rule 12bis.1(a)) (*See item 11. in the check-list and also Notes to Box No. VII*).

Filing date (day/month/year)

Application Number

Country (or regional Office)

- ☐ **Statement (Rule 4.12(ii)):** this international application is the same, or substantially the same, as the application in respect of which the earlier search was carried out except, where applicable, that it is filed in a different language.

- ☐ **Availability of documents:** the following documents are available to the ISA in a form and manner acceptable to it and therefore do not need to be submitted by the applicant to the ISA (Rule 12bis.1(f)):

- ☐ a copy of the results of the earlier search.*
☐ a copy of the earlier application.
☐ a translation of the earlier application into a language which is accepted by the ISA.
☐ a translation of the results of the earlier search into a language which is accepted by the ISA.
☐ a copy of any document cited in the results of the earlier search. (*If known, please indicate below the document(s) available to the ISA*):

- ☐ **Transmit copy of results of earlier search and other documents** (*where the earlier search was not carried out by the ISA indicated above but by the same Office as that which is acting as the receiving Office*): the **receiving Office** is requested to prepare and transmit to the ISA (Rule 12bis.1(c)):

- ☐ a copy of the results of the earlier search.*
☐ a copy of the earlier application.
☐ a copy of any document cited in the results of the earlier search.

* Where the results of the earlier search are neither available from a digital library nor transmitted by the receiving Office, the applicant is required to submit them to the receiving Office (Rule 12bis.1(a)) (*See item 11. in the check-list and also Notes to Box No. VII*).

- ☐ Further earlier searches are indicated on a continuation sheet.

Box No. VIII DECLARATIONS

The following **declarations** are contained in Boxes Nos. VIII (i) to (v) (*mark the applicable check-boxes below and indicate in the right column the number of each type of declaration*):

Number of declarations

- | | | | |
|---|--|---|---|
| ☐ Box No. VIII (i) | Declaration as to the identity of the inventor | : | |
| ☒ Box No. VIII (ii) | Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent | : | 1 |
| ☐ Box No. VIII (iii) | Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application | : | |
| ☐ Box No. VIII (iv) | Declaration of inventorship (only for the purposes of the designation of the United States of America) | : | |
| ☐ Box No. VIII (v) | Declaration as to non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty | : | |

Box No. VIII (ii) DECLARATION: ENTITLEMENT TO APPLY FOR AND BE GRANTED A PATENT

The declaration must conform to the standardized wording provided for in Section 212: see Notes to Boxes Nos. VIII, VIII (i) to (v) (in general) and the specific Notes to Box No. VIII (ii). If this Box is not used, this sheet should not be included in the request.

Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent (Rules 4.17(ii) and 51bis.1(a)(ii)), in a case where the declaration under Rule 4.17(iv) is not appropriate:

in relation to this international application,

HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC., is entitled to apply for and be granted a patent by virtue of the following:

...HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC., is entitled as employer of the inventors, DYKSTRA, Jason D., FRIPP, Michael L., and HAMID, Syed.

☐ This declaration is continued on the following sheet. "Continuation of Box No. VIII (ii)".

Box No. IX CHECK LIST for EFS-Web filings - this sheet is only to be used when filing an international application with RO/US via EFS-Web			
This international application contains the following: (a) request form PCT/RO/101 (including any declarations and supplemental sheets) : 6 (b) description (excluding any sequence listing part of the description, see (f), below) : 36 (c) claims : 11 (d) abstract : 1 (e) drawings (if any) : 9 (f) sequence listing part of the description in the form of an image file (e.g. PDF) : 63 Total number of sheets (including the sequence listing part of the description if filed as an image file) : 63 (g) sequence listing part of the description ☐ filed in the form of an Annex C/ST.25 text file ☐ WILL BE filed separately on physical data carrier(s), on the same day and in the form of an Annex C/ST.25 text file Indicate type and number of physical data carrier(s) :	Number of sheets	This international application is accompanied by the following item(s) (mark the applicable check-boxes below and indicate in right column the number of each item): 1. ☒ fee calculation sheet : 1 2. ☐ original separate power of attorney : 3. ☐ original general power of attorney : 4. ☐ copy of general power of attorney; reference number: : 5. ☐ statement explaining lack of signature : 6. ☐ priority document(s) identified in Box No. VI as item(s) : 7. ☐ Translation of international application into (language): : 8. ☐ separate indications concerning deposited microorganism or other biological material : 9. ☐ (only where item (f) is marked in the left column) copy of the sequence listing in electronic form (Annex C/ST.25 text file) not forming part of the international application but furnished only for the purposes of international search under Rule 13ter : 10. ☐ (only where item (f) is marked in the left column) a statement confirming that "the information recorded in electronic form submitted under Rule 13ter is identical to the sequence listing as contained in the international application" as filed via EFS-Web: : 11. ☐ copy of results of earlier search(es) (Rule 12bis.1(a)) : 12. ☒ other (specify): Transmittal, Fee Payment : 2	Number of items
Figure of the drawings which should accompany the abstract:		Language of filing of the international application: English	
Box No. X SIGNATURE OF APPLICANT, AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE <i>Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).</i> Marlin R. Smith Agent			

For receiving Office use only	
1. Date of actual receipt of the purported international application:	2. Drawings: ☐ received: ☐ not received:
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:	
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):	
5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA /	6. ☐ Transmittal of search copy delayed until search fee is paid

For International Bureau use only
Date of receipt of the record copy by the International Bureau:

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
24 February 2011 (24.02.2011)



(10) International Publication Number
WO 2011/022210 A2

(51) International Patent Classification:

E21B 43/12 (2006.01) *E21B 43/16* (2006.01)
E21B 43/08 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/US2010/044409

(22) International Filing Date:

4 August 2010 (04.08.2010)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

12/542,695	18 August 2009 (18.08.2009)	US
12/700,685	4 February 2010 (04.02.2010)	US
12/791,993	2 June 2010 (02.06.2010)	US

(71) Applicant (for all designated States except US): **HAL-LIBURTON ENERGY SERVICES, INC.** [US/US];
10200 Bellaire Boulevard, Houston, TX 77072 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **DYKSTRA, Jason, D.** [US/US]; 2601 Beltline Road, Carrollton, TX 75006 (US). **FRIPP, Michael, L.** [US/US]; 2601 Beltline Road, Carrollton, TX 75006 (US). **HAMID, Syed** [US/US]; 2601 Beltline Road, Carrollton, TX 75006 (US).

(74) Agent: **SMITH, Marlin, R.**; Smith IP Services, P.C., P.O. Box 997, Rockwall, TX 75087 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(ii))
- of inventorship (Rule 4.17(iv))

Published:

- without international search report and to be republished upon receipt of that report (Rule 48.2(g))

(54) Title: FLOW PATH CONTROL BASED ON FLUID CHARACTERISTICS TO THEREBY VARIABLY RESIST FLOW IN A SUBTERRANEAN WELL

(57) Abstract: A system for variably resisting flow of a fluid composition can include a flow passage and a set of one or more branch passages which intersect the flow passage, whereby a proportion of the fluid composition diverted from the passage to the set of branch passages varies based on at least one of a) viscosity of the fluid composition, and b) velocity of the fluid composition in the flow passage. Another variable flow resistance system can include a flow path selection device that selects which of multiple flow paths a majority of fluid flows through from the device, based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition. Yet another variable flow resistance system can include a flow chamber, with a majority of the fluid composition entering the chamber in a direction which changes based on a ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition.

PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:
SMITH MARLIN R.
SMITH IP SERVICES, P.C. P.O. BOX 997 ROCKWALL TX 75087 USA

PCT

NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF
THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT AND
THE WRITTEN OPINION OF THE INTERNATIONAL
SEARCHING AUTHORITY, OR THE DECLARATION

(PCT Rule 44.1)

Applicant's or agent's file reference 10-032789U1	Date of mailing (day/month/year) 25 MARCH 2011 (25.03.2011)
International application No. PCT/US2010/044409	FOR FURTHER ACTION See paragraphs 1 and 4 below
International filing date (day/month/year) 04 AUGUST 2010 (04.08.2010)	
Applicant HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC. et al	

- ☒ The applicant is hereby notified that the international search report and the written opinion of the International Searching Authority have been established and are transmitted herewith.
Filing of amendments and statement under Article 19:
The applicant is entitled, if he so wishes, to amend the claims of the international application (see Rule 46):
When? The time limit for filing such amendments is normally two months from the date of transmittal of the international search report.
Where? Directly to the International Bureau of WIPO, 34 chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland, Facsimile No.: +41 22 338 82 70
For more detailed instructions, see *PCT Applicant's Guide*, International Phase, paragraphs 9.004 - 9.011.
- ☐ The applicant is hereby notified that no international search report will be established and that the declaration under Article 17(2)(a) to that effect and the written opinion of the International Searching Authority are transmitted herewith.
- ☐ With regard to any protest against payment of (an) additional fee(s) under Rule 40.2, the applicant is notified that:
☐ the protest together with the decision thereon has been transmitted to the International Bureau together with any request to forward the texts of both the protest and the decision thereon to the designated Offices.
☐ no decision has been made yet on the protest; the applicant will be notified as soon as a decision is made.
- Reminders**
The applicant may submit comments on an informal basis on the written opinion of the International Searching Authority to the International Bureau. The International Bureau will send a copy of such comments to all designated Offices unless an international preliminary examination report has been or is to be established. Following the expiration of 30 months from the priority date, these comments will also be made available to the public.
Shortly after the expiration of **18 months** from the priority date, the international application will be published by the International Bureau. If the applicant wishes to avoid or postpone publication, a notice of withdrawal of the international application, or of the priority claim, must reach the International Bureau before the completion of the technical preparations for international publication (Rules 90bis.1 and 90bis.3).
Within **19 months** from the priority date, but only in respect of some designated Offices, a demand for international preliminary examination must be filed if the applicant wishes to postpone the entry into the national phase until **30 months** from the priority date (in some Offices even later); otherwise, the applicant must, within **20 months** from the priority date, perform the prescribed acts for entry into the national phase before those designated Offices.
In respect of other designated Offices, the time limit of **30 months** (or later) will apply even if no demand is filed within 19 months.
For details about the applicable time limits, Office by Office, see www.wipo.int/pct/en/texts/time_limits.html and the PCT Applicant's Guide, National Chapters.

Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea	Authorized officer COMMISSIONER	
Facsimile No. 82-42-472-7140	Telephone No. 82-42-481-8754	

Form PCT/ISA/220 (July 2010)

* Attention

Copies of the documents cited in the international search report can be searched in the following Korean Intellectual Property Office English website for three months from the date of mailing of the international search report.

<http://www.kipo.go.kr/en/> => PCT Services => PCT Services

ID : PCT international application number
PW : **TS7SPIFJ**

Inquiries related to PCT International Search Report or Written Opinion prepared by KIPO as an International Searching Authority can be answered not only by KIPO but also through IPKC (Intellectual Property Korea Center), located in Vienna, VA, which functions as a PCT Help Desk for PCT applicants.

Homepage: <http://www.ipkcenter.com>
Email: ipke@ipkcenter.com
Phone: +1 703 388 1066
Fax: +1 703 388 1084

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/US2010/044409

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 10-032789U1	FOR FURTHER ACTION see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/US2010/044409	International filing date (day/month/year) 04 AUGUST 2010 (04.08.2010)	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 18 AUGUST 2009 (18.08.2009)
Applicant HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC. et al		

This International search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 3 sheets.

☐ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

a. With regard to the language, the international search was carried out on the basis of:

☒ the international application in the language in which it was filed

☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

b. ☐ This international search report has been established taking into account the rectification of an obvious mistake authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43.6bis(a)).

c. ☐ With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, see Box No. I.

2. ☐ Certain claims were found unsearchable (See Box No. II)

3. ☐ Unity of invention is lacking (See Box No. III)

4. With regard to the title,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the abstract,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established, according to Rule 38.2, by this Authority as it appears in Box No. IV. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. With regard to the drawings,

a. the figure of the drawings to be published with the abstract is Figure No. 3

☐ as suggested by the applicant.

☒ as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure.

☐ as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention.

b. ☐ none of the figure is to be published with the abstract.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2010/044409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
E21B 43/12(2006.01)i, E21B 43/08(2006.01)i, E21B 43/16(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E21B 43/12; H04H 9/00; F15C 1/16; E21B 47/12; G01V 1/40		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: first flow passage, first set of one or more branch passage, flow path selection device, flow chamber		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4276943 A (HOLMES; ALLEN B.) 07 July 1981 See abstract, columns 3,4 and figures 3, 5.	1-3, 24-30, 35-44 , 46-54
A		4-23, 31-37, 45
A	US 4418721 A (HOLMES; ALLEN B.) 06 December 1983 See abstract and figure 3.	1-54
A	US 5455804 A (HOLMES; ALLEN B. et al.) 03 October 1995 See abstract and figure 4.	1-54
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 MARCH 2011 (25.03.2011)		Date of mailing of the international search report 25 MARCH 2011 (25.03.2011)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer BAHNG, Seung Hoon Telephone No. 82-42-481-8444 

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2010/044409

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4276943 A	07.07.1981	None	
US 4418721 A	06.12.1983	None	
US 5455804 A	03.10.1995	CA 2190749 C EP 0764375 A1 EP 0764375 A4 WO 95-34144 A1	04.01.2000 10.07.2002 12.09.2001 14.12.1995

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:
SMITH MARLIN R.

SMITH IP SERVICES, P.C. P.O. BOX 997 ROCKWALL TX
75087 USA

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing
(day/month/year) 25 MARCH 2011 (25.03.2011)

Applicant's or agent's file reference
10-032789U1

FOR FURTHER ACTION

See paragraph 2 below

International application No.

PCT/US2010/044409

International filing date (day/month/year)

04 AUGUST 2010 (04.08.2010)

Priority date(day/month/year)

18 AUGUST 2009 (18.08.2009)

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC

E21B 43/12(2006.01)I, E21B 43/08(2006.01)I, E21B 43/16(2006.01)I

Applicant

HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC. et al

1. This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the international application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application

2. FURTHER ACTION

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.
For further options, see Form PCT/ISA/220.

3. For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

 Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302 -701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Date of completion of this opinion 25 MARCH 2011 (25.03.2011)	Authorized officer BAHNG, Seung Hoon Telephone No. 82-42-481-8444 
---	--	--

Form PCT/ISA/237 (cover sheet) (July 2009)

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.

PCT/US2010/044409

Box No. 1 Basis of this opinion

1. With regard to the language, this opinion has been established on the basis of:

- ☒ the international application in the language in which it was filed
- ☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

2. ☐ This opinion has been established taking into account the rectification of an obvious mistake authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43bis.1(a))

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, this opinion has been established on the basis of:

a. a sequence listing filed or furnished

- ☐ on paper
- ☐ in electronic form

b. time of filing or furnishing

- ☐ contained in the international application as filed
- ☐ filed together with the international application in electronic form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority for the purposes of search.

4. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.

5. Additional comments:

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.
PCT/US2010/044409

Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	4-23,31-37,45	YES
	Claims	1-3,24-30,38-44,46-54	NO
Inventive step (IS)	Claims	4-23,31-37,45	YES
	Claims	1-3,24-30,38-44,46-54	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-54	YES
	Claims	NONE	NO

2. Citations and explanations :

Reference is made to the following documents:

D1: US 4276943 A (HOLMES: ALLEN B.) 07 July 1981
D2: US 4418721 A (HOLMES: ALLEN B.) 06 December 1983
D3: US 5455804 A (HOLMES: ALLEN B. et al.) 03 October 1995

1. Novelty and Inventive Step

1.1 Independent Claims

1.1.1 Claims 1, 24, 38, 46

D1, which is considered to represent the most relevant state of the art, discloses a system in which a fluid passes through a path(10) in accordance with a fluid velocity, or simultaneously pass through the path(10) and a path(12).

As all of the features of claims 1, 24, 38 and 46 are disclosed in D1, these claims are anticipated by D1. Therefore, claims 1, 24, 38 and 46 lack novelty under PCT Article 33(2).

1.1.2 Claim 13

The subject matter of claim 13 differs from these prior art documents in that claim 13 does not have a flow path selection device in a system. And it is not obvious to a person skilled in the art by the documents, taken alone or in combination. Therefore, claim 13 meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3) with respect to novelty and inventive step.

1.2 Dependent Claims

1.2.1 Claim 2, 3, 25-30, 39-44, 47-54

The additional features of claims 2, 3, 25-30, 39-44 and 47-54 are known from document D1 (see abstract, columns 3, 4 and figures 3, 5). Therefore, claims 2, 3, 25-30, 39-44 and 47-54 lack novelty under PCT Article 33(2).

1.2.2 Claims 4-12, 31-37, 45

The additional features of dependent claims 4-12, 31-37 and 45 are neither disclosed nor suggested by any one of the available prior art documents. Therefore, a combination of at least one of these claims with the claims to which they refer could be considered as novel and inventive under PCT Article 33(2) and (3).

1.2.3 Claim 14-23

Claims 14-23 are dependent on claim 13. Consequently, claims 14-23 are also considered to be novel
Continued on Supplemental Box

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.
PCT/US2010/044409

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.
Continuation of:

Box V

and to involve an inventive step under PCT Article 33(2) and (3).

2. Industrial Applicability

Claims 1-54 are industrially applicable under PCT Article 33(4).



No. 12-013665- 00000-0000

Fecha: 2012-01-30 14:18:09 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 135

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒	Indicación que se solicita una PCT
☒	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐