



No. 13-091654- -00000-0000

Fecha: 2013-04-09 13:06:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 103

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCION PCT

EXPEDIENTE No _____

TITULO SERIES CONFIGURADAS
DELIMITADORES DE FLUJO VARIABLE
PARA UTILIZARLA EN UN POZO
SUBTERRANEO

CLASIFICACION INTERNACIONAL _____

SOLICITANTE: HALLIBURTON ENERGY
SERVICES, INC.

DOMICILIO: HOUSTON, TEXAS, ESTADOS
UNIDOS DE AMERICA

APODERADO LUZ HELENA ADARVE GOMEZ

BOGOTA D.C. _____

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 13-091654- -00000-0000 Fecha: 2013-04-09 13:06:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI Act. 411 PRESENTACION Folios: 103	le radicación
---	--	---------------

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	(12) TIPO DE SOLICITUD	☒	Patente de invención	☐	Patente de Modelo de Utilidad
		☒	Capitulo I	☐	Capitulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)				
Solicitud Internacional No.		PCT/US2011/048986		Fecha	24.08.2011
Publicación Internacional No.		WO 2012/033638 A4		Fecha	15.03.2012
3	(54) TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)				
SERIES CONFIGURADAS DELIMITADORES DE FLUJO VARIABLE PARA UTILIZARLA EN UN POZO SUBTERRANEO					
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (51) CIP				
5	(71) SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE		IDENTIFICACIÓN	TIPO
1.	HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC				
6	DATOS DEL SOLICITANTE				
DIRECCIÓN		10200 Bellaire Boulevard, 77072		No. TELÉFONO	313 7800
CIUDAD		Houston		E-MAIL	infopi@cardenasycardenas.com
DEPARTAMENTO/ESTADO		Texas		NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN	Estados Unidos de América
PAÍS DE RESIDENCIA		Estados Unidos de América			
7	(72) INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS		NOMBRE		NACIONALIDAD	
DYKSTRA		Jason, D.		Estadounidense	
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:					
8	DATOS INVENTOR (ES)				
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO	CIUDAD	DIRECCIÓN	
Estados Unidos de América		Texas	Carrollton	2601 Beltline Road, 75006	
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)					
Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.					
9	(74)	REPRESENTANTE		☒	APODERADO
APELLIDOS		NOMBRES		IDENTIFICACIÓN	
ADARVE GOMEZ		LUZ HELENA		C.C.41575435 BTA T.P.14.884 CSJ	
DIRECCIÓN		Carrera 7 No 71-52 Torre B Piso 9		No. TELÉFONO	313 7800
CIUDAD		BOGOTA		E-MAIL	infopi@cardenasycardenas.com
PAÍS		COLOMBIA		No. DE PROTOCOLO EN LA OFICINA	
10	(30)	DECLARACIONES DE PRIORIDAD		☒	SI
				☐	NO

(33) PAÍS DE ORIGEN 1.Estados Unidos de América 2. 3.		CÓDIGO PAÍS US		(31) NÚMERO 12/879,846		(32) FECHA (AAAA/MM/DD) 10.09.2010	
11 DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS							
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.							
12 DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES							
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.							
13 REDUCCIÓN DE TASAS							
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.							
Micro, pequeñas y medianas empresas		Universidades públicas o privadas		Entidades sin ánimo de lucro			
☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea.		☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación. Acreditación Colciencias.		☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio.			
☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.				☐ Hoja de información complementaria.			
				☐ Otros, especificar			
14 AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA		SI		x		NO	
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.							
14 COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO		N° 13-0031951		Fecha 05.04.2013			
15 FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL <i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>							
LUZ HELENA ADARVE GOMEZ NW							
16 ORDEN Y RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD							
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano				Documentación Jurídica			
1. ☒ Descripción N° de folios: 21				9. ☒ Poderes, si fuera el caso.			
2. ☒ Reivindicaciones..... N° Reivindicaciones 43				10. ☒ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante			
3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 7				11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso.			
4. ☒ Resumen.				12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso.			
5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso				13. ☒ Documento que acredita la existencia y representación legal, cuando el solicitante es persona jurídica.			
6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso				14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.			
7. ☒ Arte final 12 x 12.				15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.			
8. ☐ Anexo formato digital.				16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.			
				17. ☒ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.			

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



RECIBO DE CAJA

No. 13 - 0032781

Bogotá D.C., Abril 09 de 2013 - 13:01:01

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA NI 830.083.491

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR.PAGO
RECIBO DE CA	999999999	31951	05/04/2013		500.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	500.000.00	500.000.00
				\$500.000.00

SON: **QUINIENTOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-091654- -00000-0000

Fecha: 2013-04-09 13:06:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTE IYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 103

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

Web: www.sic.gov.co e-mai: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Linea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Abril 9 de 2013 - 13:01:01

3

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



RECIBO DE CAJA

No. 13 - 0031952

Bogotá D.C., Abril 05 de 2013 - 14:12:47

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	189793730	05/04/2013	8.560.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	1614 TASA ANUAL A#OS 17 a 20 PARA MANTENIMINETO DE PATENTE D	990.000.00	990.000.00
				\$990.000.00

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

Responsable: 

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-091654- -00000-0000

Fecha: 2013-04-09 13:06:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 103

ABOGADOS

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

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

, Abril 5 de 2013 - 14:12:48

☐

Patente de Invención

☐

Patente modelo de utilidad

☒

PCT

(21) No De solicitud	(51) int. Cl:
(22) Fecha de solicitud	(71) Solicitante (s) HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC
(30) Prioridad	(72) Inventor (es) Jason, D. Dykstra
(31) No Prioridad 12/879,846	
(32) Fecha 10.09.2010	
(33) País US	(74) Apoderado (s) LUZ HELENA ADARVE GOMEZ
(54) Título SERIES CONFIGURDAS DDELIMITADORES DE FLUJO VARIABLE PARA UTILIZARLA EN UN POZO SUBTERRANEO	

Las casillas identificadas con 85, 86 y 87 sólo aplican para PCT

(85) Fecha límite de inicio Fase Nacional 10.04.2013	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud 24.08.2011 No de Solicitud PCT PCT/US2011/048986	(87) Publicación internacional Fecha 15.03.2012 No Publicación WO 2012/033638 A2

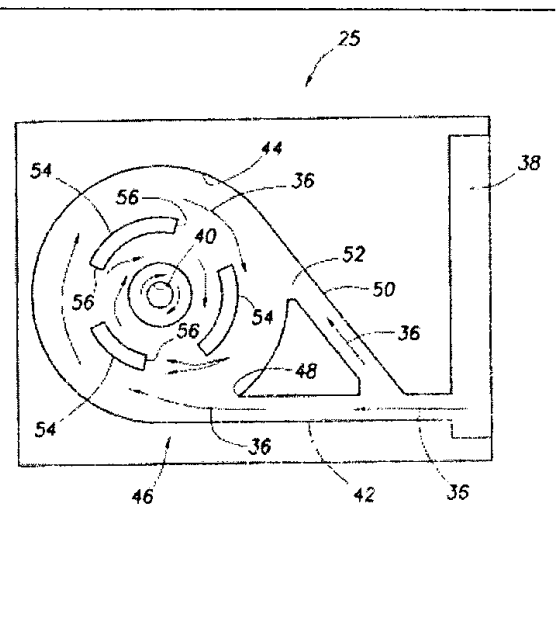
Resumen reivindicación (es):

Un sistema de resistencia de flujo variable puede incluir un dispositivo vórtice, con resistencia a la circulación de una composición de fluido a través de un dispositivo vórtice, siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la entrada al dispositivo vórtice. Otro sistema puede incluir un segundo dispositivo vórtice que recibe una composición de fluido desde una salida de un primer dispositivo vórtice, una resistencia a la circulación de una composición de fluido a través de un segundo dispositivo vórtice siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la salida. Otro sistema puede incluir un primer dispositivo vórtice, el cual ocasiona una rotación aumentada de una composición de fluido en una salida del mismo, en respuesta a un aumento de la velocidad de la composición de fluido y un segundo dispositivo vórtice el cual recibe la composición del fluido desde una salida, una resistencia a la circulación a través de un segundo dispositivo vórtice siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la salida.

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO									
	DIVISION DE NUEVAS CREACIONES									
	TARJETA DE ARCHIVO PROPIETARIOS									
	PATENTE DE INVENCION			PCT	X	MODELO DE UTILIDAD			DISEÑO INDUSTRIAL	
(21) No de solicitud:				(22) Fecha de solicitud:						
(51) Clasificación Internacional:										
(71)Solicitante(s) HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC										
(72) Inventor(es) Jason, D. Dykstra										
(74) Apoderado: LUZ HELENA ADARVE GOMEZ										
(30) Prioridad		(31) No Prioridad		(32) Fecha			(33) País			
		12/879,846		10.09.2010			US			
(85) Fecha inicio fase nacional: 10.04.2013										
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT										
Fecha de presentación de la solicitud: 24.08.2011										
No de solicitud: PCT/US2011/048986										
(54) Título SERIES CONFIGURADAS DELIMITADORES DE FLUJO VARIABLE PARA UTILIZARLA EN UN POZO SUBTERRANEO										

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO							
	DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES							
	TARJETA DE ARCHIVO TEMÁTICO							
	PATENTE DE INVENCION			PCT	X	MODELO DE UTILIDAD		DISEÑO INDUSTRIAL

(21) No de solicitud:		(22) Fecha de solicitud:	
(71) Solicitante(s) HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC			
(72) Inventor (es) Jason, D. Dykstra			
(74) Apoderado: LUZ HELENA ADARVE GOMEZ			
(30) Prioridad	(31) No Prioridad	(32) Fecha	(33) País
	12/879,846	10.09.2010	US
(85) Fecha límite inicio fase nacional: 10.04.2013		(87) Publicación internacional:	
(86) Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT		Fecha:15.03.2012	
Fecha de presentación de la solicitud: 24.08.2011		No Publicación: WO 2012/033638 A2	
No de Solicitud PCT/US2011/048986			



(54) Título: SERIES CONFIGURADAS DELIMITADORES DE FLUJO VARIABLE PARA UTILIZARLA EN UN POZO SUBTERRANEO

(57) Resumen:

Un sistema de resistencia de flujo variable puede incluir un dispositivo vórtice, con resistencia a la circulación de una composición de fluido a través de un dispositivo vórtice, siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la entrada al dispositivo vórtice. Otro sistema puede incluir un segundo dispositivo vórtice que recibe una composición de fluido desde una salida de un primer dispositivo vórtice, una resistencia a la circulación de una composición de fluido a través de un segundo dispositivo vórtice siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la salida. Otro sistema puede incluir un primer dispositivo vórtice, el cual ocasiona una rotación aumentada de una composición de fluido en una salida del mismo, en respuesta a un aumento de la velocidad de la composición de fluido y un segundo dispositivo vórtice el cual recibe la composición del fluido desde una salida, una resistencia a la circulación a través de un segundo dispositivo vórtice siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la salida.

7



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

PRODUCED BY
WILDA K. HARRIS
INTERPRETER
DES NO. 323 DEL MIG. DE TEXAS

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
BILDA AGUILERA DE PIÑA
INTERPRETE OFICIAL
SES No. 223 DEL MIN. OF JUSTICE

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
RADUCCION DE
MILDA AGUIRRE DE
INTERPRETE DE
DES No. 823 DEL MIN. OF

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)

ADUCCION OFICIAL No. 2002/143.
MILDA AGUILERA DE PIEDRANIT
INTERPRETE OFICIAL
SES No. 823 DEL MIN. DE JUSTICIA

M

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
003 De, 323 DEL MIN. DE JUSTICIA

2

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.

ADUCCION OFICIAL No. 2002/143
MILDA AGUILERA DE PIÑERO
INTERPRETE OFICIAL
CALLE No. 323 DEL MUN. DE BOGOTÁ

13

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

ADUCCION OFICIAL No: 2002/143
MILDA AGUILERA DE PIET
INTERPRETE (P)
No. 222 DEL MIN. DE JUSTICIA

14

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

TRADUCCION OFICIAL NO. 2002/143
WILDA AGUILERA DE PIEDRANTIA
INTERPRETE OFICIAL
CALLE No. 222 DEL QUIN. DE JUSTICIA

15

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
1416 Gwyn Shea
88019
CUI AFIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DE SERPENA
LAS FUNCIONES INDICADAS

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO
2002 JUL 18 P 2:47
Jefe de LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA 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.

Hilda Aguilera de Pinzón
TRADUCCION OFICIAL No. 2002/143
HILDA AGUILERA DE PINZON
INTERPRETE OFICIAL
Ces No. 323 DEL MIN. DE JUSTICIA

ASSIGNMENT

In consideration of one dollar (\$1.00), and other good and valuable consideration, the receipt and sufficiency of which are hereby acknowledged, I the undersigned, **Jason D. DYKSTRA**, having made an invention in **"SERIES CONFIGURED VARIABLE FLOW RESTRICTORS FOR USE IN A SUBTERRANEAN WELL"** while in the employ of HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC., a corporation organized and existing under the laws of the State of Delaware, doing business at 10200 Bellaire Boulevard, Houston, Texas 77072, (sometimes hereinafter called "ASSIGNEE"), do hereby ASSIGN, SELL and CONVEY to said ASSIGNEE, its successors and assigns, the entire right, title and interest throughout the world in and to:

1. Said invention in **"SERIES CONFIGURED VARIABLE FLOW RESTRICTORS FOR USE IN A SUBTERRANEAN WELL"**;

2. International Application on said invention, Agent File Reference No. **10-034824U1**, Serial No. **PCT/US11/48986** filed **24 August 2011**, entitled **"SERIES CONFIGURED VARIABLE FLOW RESTRICTORS FOR USE IN A SUBTERRANEAN WELL"**;

3. All applications for patent or like protection on said invention that have now been or may in the future be made by us or our legal representatives, whether in the United States of America or any other place anywhere in the world;

4. All patents and like protection that have now been or may in the future be granted on said invention to us or our legal representatives, whether in the United States of America or in any other country or place anywhere in the world;

5. All substitutions for and divisions, continuations, continuations-in-part, renewals, reissues, extensions, and the like of said applications and patents and like grants, including without limitations, those obtained or permissible under past, present and future law and statutes;

6. All rights of action on account of past, present and future unauthorized use of said invention for infringement of said patents and like protection;

7. The right to ASSIGNEE to file in its name applications for patents and like protection for said invention in any country or countries foreign to the United States; and

8. All international rights of priority associated with said invention, applications, patents and like protection; and we covenant that we, our heirs, legal representatives, assigns, administrators, and executors will at the

expense of ASSIGNEE, its successors and assigns, execute all papers and perform such other acts as may be reasonably necessary to give ASSIGNEE, its successors and assigns, the full benefit of this Assignment.

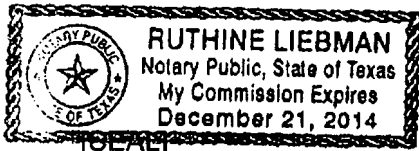
EXECUTED at Dallas County, Texas, on the 13 day of September, 2011.

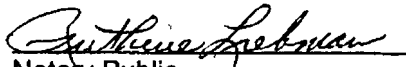

Jason D. DYKSTRA

STATE OF TEXAS §
COUNTY OF DALLAS §

BEFORE ME, the undersigned authority, on this day personally appeared **Jason D. DYKSTRA** known to me to be the person whose name is subscribed to the foregoing instrument, and acknowledged to me that he executed the same for the purposes and consideration therein expressed.

GIVEN UNDER MY HAND AND SEAL OF OFFICE, this the 13th day of September, 2011.




Notary Public

My Commission Expires:



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNDER SECRETARY OF COMMERCE FOR INTELLECTUAL PROPERTY AND
DIRECTOR OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

SEPTEMBER 14, 2011

PTAS

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

501657574

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE NOTICE OF RECORDATION OF ASSIGNMENT DOCUMENT

THE ENCLOSED DOCUMENT HAS BEEN RECORDED BY THE ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH OF THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE. A COMPLETE COPY IS AVAILABLE AT THE ASSIGNMENT SEARCH ROOM ON THE REEL AND FRAME NUMBER REFERENCED BELOW.

PLEASE REVIEW ALL INFORMATION CONTAINED ON THIS NOTICE. THE INFORMATION CONTAINED ON THIS RECORDATION NOTICE REFLECTS THE DATA PRESENT IN THE PATENT AND TRADEMARK ASSIGNMENT SYSTEM. IF YOU SHOULD FIND ANY ERRORS OR HAVE QUESTIONS CONCERNING THIS NOTICE, YOU MAY CONTACT THE ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH AT 571-272-3350. PLEASE SEND REQUEST FOR CORRECTION TO: U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE, MAIL STOP: ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313.

RECORDATION DATE: 09/14/2011

REEL/FRAME: 026903/0721
NUMBER OF PAGES: 3

BRIEF: ASSIGNMENT OF ASSIGNORS INTEREST (SEE DOCUMENT FOR DETAILS).

DOCKET NUMBER: 10-034824U1

ASSIGNOR:
DYKSTRA, JASON D.

DOC DATE: 09/13/2011

ASSIGNEE:
HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.
10200 BELLAIRE BOULEVARD
HOUSTON, TEXAS 77072

APPLICATION NUMBER:
PATENT NUMBER:
PCT NUMBER: US1148986
TITLE:

FILING DATE:
ISSUE DATE:

ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH
PUBLIC RECORDS DIVISION

PATENT ASSIGNMENT

Electronic Version v1.1
Stylesheet Version v1.1

SUBMISSION TYPE:	NEW ASSIGNMENT										
NATURE OF CONVEYANCE:	ASSIGNMENT										
CONVEYING PARTY DATA											
<table><tr><td>Name</td><td>Execution Date</td></tr><tr><td>Jason D. DYKSTRA</td><td>09/13/2011</td></tr></table>		Name	Execution Date	Jason D. DYKSTRA	09/13/2011						
Name	Execution Date										
Jason D. DYKSTRA	09/13/2011										
RECEIVING PARTY DATA											
<table><tr><td>Name:</td><td>Halliburton Energy Services, Inc.</td></tr><tr><td>Street Address:</td><td>10200 Bellaire Boulevard</td></tr><tr><td>City:</td><td>Houston</td></tr><tr><td>State/Country:</td><td>TEXAS</td></tr><tr><td>Postal Code:</td><td>77072</td></tr></table>		Name:	Halliburton Energy Services, Inc.	Street Address:	10200 Bellaire Boulevard	City:	Houston	State/Country:	TEXAS	Postal Code:	77072
Name:	Halliburton Energy Services, Inc.										
Street Address:	10200 Bellaire Boulevard										
City:	Houston										
State/Country:	TEXAS										
Postal Code:	77072										
PROPERTY NUMBERS Total: 1											
<table><tr><td>Property Type</td><td>Number</td></tr><tr><td>PCT Number:</td><td>US1148986</td></tr></table>		Property Type	Number	PCT Number:	US1148986						
Property Type	Number										
PCT Number:	US1148986										
CORRESPONDENCE DATA											
Fax Number: (972)516-0608											
Phone: 972-516-0030											
Email: mail@smithipservices.com											
Correspondence will be sent to the e-mail address first; if that is unsuccessful, it will be sent via US Mail.											
Correspondent Name: SMITH IP SERVICES, P.C.											
Address Line 1: PO Box 997											
Address Line 4: Rockwall, TEXAS 75087											
ATTORNEY DOCKET NUMBER:	10-034824U1										
NAME OF SUBMITTER:	Sally Ann Smith										
Total Attachments: 2 source=Assignment#page1.tif source=Assignment#page2.tif											

OP \$40.00 US1148986

CESIÓN

En contraprestación de un dólar (USD\$ 1.00) y a título oneroso, cuyo recibo y suficiencia por este medio se reconocen, yo el signatario **Jason D. DYKSTRA**, he realizado una invención titulada **"RESTRICTORES DE FLUJO VARIABLES CONFIGURADOS EN SERIE PARA USO EN UN POZO SUBTERRÁNEO"** siendo empleado de HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC., una sociedad constituida y en vigencia de conformidad con las leyes del Estado de Delaware, con actividad comercial en 10200 Bellaire Boulevard, Houston, Texas 77072, (algunas veces denominada CESIONARIO), por la presente CEDO, VENDO y TRANSFIERO a dicho CESIONARIO, sus sucesores, y cesionarios, el derecho completo, título e interés en todo el mundo en y para:

1. Dicha invención titulada **"RESTRICTORES DE FLUJO VARIABLES CONFIGURADOS EN SERIE PARA USO EN UN POZO SUBTERRÁNEO"**;

2. Solicitud Internacional sobre dicha invención, Referencia del Archivo del Agente No. **10-034824U1**, Serial No. **PCT/US11/48986** presentada el **24 de agosto, 2011**, titulada **"RESTRICTORES DE FLUJO VARIABLES CONFIGURADOS EN SERIE PARA USO EN UN POZO SUBTERRÁNEO"**;

3. Todas las solicitudes de patente o protección similar sobre dicha invención que se pueden realizar ahora o en el futuro por nosotros o nuestros representantes legales, ya sea en los Estados Unidos de América o cualquier otro lugar en cualquier parte del mundo;

4. Todas las patentes o protección similar que se pueden otorgar ahora o en el futuro sobre dicha invención a nosotros o a nuestros representantes legales, ya sea en los Estados Unidos de América o en cualquier otro país o cualquier lugar en cualquier parte del mundo;

5. Todas las sustituciones y divisiones, continuaciones, continuaciones en parte, renovaciones, reemisiones, extensiones y similares de dichas solicitudes y patentes y otorgamientos similares, incluyen sin limitaciones, aquellos obtenidos o permisibles de conformidad con la ley y estatutos pasados, presentes y futuros.

12

6. Todos los derechos de acción en razón del uso no autorizado pasado, presente y futuro de dicha invención por infracción de dichas patentes y protección similar.

7. El derecho para que el CESIONARIO presente a su nombre las solicitudes de patentes y protección similar para dicha invención en cualquier país o países diferentes a los Estados Unidos; y

8. Todos los derechos de prioridad internacionales asociados con dicha invención, solicitudes, patentes y protección similar; y convenimos que nosotros, nuestros herederos, representantes legales, cesionarios, administradores y albaceas a expensas del CESIONARIO sus sucesores y cesionarios legalizaremos todos los documentos y realizaremos dichos otros actos que puedan ser de manera razonable necesarios para dar al CESIONARIO, sus sucesores y cesionarios, el beneficio completo de esta Cesión.

LEGALIZADO en el Condado de Dallas, Texas, el día 13 de septiembre, 2011.

Aparece firma
Jason D. DYKSTRA

ESTADO DE TEXAS, §
§
CONDADO DE DALLAS §

ANTE MÍ, la autoridad signataria, en este día compareció personalmente **Jason D. DYKSTRA** a quien conozco por ser la persona cuyo nombre se suscribe en el instrumento anterior, y reconoció ante mí que él legalizó el mismo para el propósito y contraprestación que se expresa aquí.

DADO BAJO MI FIRMA Y SELLO DE LA OFICINA, el día 13 de septiembre, 2011.

(aparece sello:
RUTHINE LIEBMAN
Notario Público Estado de Texas
Mi Comisión Expira
21 de diciembre, 2014)

Aparece firma
Notario Público

[Sello]

Mi Comisión Expira:

22

**OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE LOS ESTADOS UNIDOS**

DE CONFORMIDAD CON LA SECRETARÍA DE COMERCIO PARA PROPIEDAD INTELECTUAL Y
DIRECTOR DE LA OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE LOS ESTADOS UNIDOS

SEPTIEMBRE 14, 2011

PTAS

SMITH IP SERVICES, P.C.

P.O. BOX 997

501657574

ROCKWALL, TX 75087

OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE LOS ESTADOS UNIDOS

AVISO DE REGISTRO DE DOCUMENTO DE CESIÓN

EL DOCUMENTO ADJUNTO SE HA REGISTRADO POR LA DIVISIÓN DE INSCRIPCIÓN DE CESIÓN DE LA OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE LOS ESTADOS UNIDOS. UNA COPIA DE MICROFILM COMPLETA ESTÁ DISPONIBLE EN LA SALA DE BÚSQUEDA DE CESIONES EN EL NÚMERO DE CUADRO Y CARRETE REFERENCIADO ADELANTE.

POR FAVOR REVISE TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE AVISO. LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE AVISO DE INSCRIPCIÓN REFLEJA LOS DATOS PRESENTADOS EN EL SISTEMA DE CESIÓN DE MARCAS Y PATENTES. SI USTED ENCUENTRA CUALESQUIER ERRORES O TIENE PREGUNTAS QUE SE RELACIONEN CON ESTE AVISO, PUEDE CONTACTAR A LA DIVISIÓN DE INSCRIPCIÓN DE CESIÓN AL 571-272-3350. POR FAVOR ENVÍE PETICIÓN PARA CORRECCIÓN A: OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE LOS ESTADOS UNIDOS, PARADA DE CORREO: DIVISIÓN DE INSCRIPCIÓN DE CESIÓN, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313.

23

FECHA DE INSCRIPCIÓN: 09/14/2011 CARRETE/CUADRO: 026903/0721

NÚMERO DE PAGINAS: 3

RESUMEN: CESIÓN DE INTERÉS DE CEDENTES (VER DOCUMENTOS PARA
DETALLES).

NÚMERO DE EXPEDIENTE: 10-034824U1

CEDENTE

DYKSTRA, JASON D.

FECHA DOC.: 09/13/2011

CESIONARIO:

HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.

10200 BELLAIRE BOULEVARD

HOUSTON, TEXAS 77072

NÚMERO DE SOLICITUD:

FECHA DE PRESENTACIÓN:

NÚMERO DE PATENTE:

FECHA DE PUBLICACIÓN:

NÚMERO PCT: US1148986

TÍTULO:

DIVISIÓN DE INSCRIPCIÓN DE CESIÓN

DIVISIÓN DE REGISTROS PÚBLICOS

P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 - www.USPTO.GOV

24

CESIÓN DE PATENTE

Versión Electrónica v1.1
Versión de Hoja de Estilo v1.1

TIPO DE PRESENTACIÓN:	NUEVA CESIÓN
NATURALEZA DE LA TRANSMISIÓN	CESIÓN
DATOS DE LAS PARTES QUE TRANSMITEN	
Nombre	Fecha de legalización
Jason D. DYKSTRA	09/13/2011
DATOS DE LAS PARTES QUE RECIBEN	
Nombre:	Halliburton Energy Services, Inc.
Dirección:	10200 Bellaire Boulevard
Ciudad:	Houston
Estado/País	TEXAS
Código Postal:	77072
NÚMERO TOTAL DE PROPIEDAD: 1	
Tipo de Propiedad	Número
Número PCT:	US1148986
DATOS DE CORRESPONDENCIA	
Número de Fax	(972) 516-0608
Teléfono	972-516-0030
Correo electrónico:	mail@smithipservices.com
<i>Se enviará correspondencia a través del correo EE.UU. cuando el intento de envío por fax no sea exitoso</i>	
Nombre del Corresponsal:	SMITH IP SERVICES, P.C.
Dirección Línea 1:	P.O. BOX 997
Dirección Línea 4:	Rockwall, TEXAS 75087
NÚMERO DE EXPEDIENTE DE ABOGADO	10-034824U1
NOMBRE DEL REMITENTE	Sally Ann Smith
Total de anexos : 2 source=Assignment#page1.tif source=Assignment#page2.tif	

25

CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere, generalmente, al equipo utilizado y a las operaciones llevadas a cabo en conjunción con un pozo subterráneo y en un ejemplo descrito posteriormente, proporciona de manera más particular, configuración en serie de limitadores de flujo variable.

ANTECEDENTE

En un pozo de producción de hidrocarburo, muchas veces es beneficioso poder regular el flujo de líquidos desde una formación de la tierra hacia un pozo abierto. Varios objetivos pueden lograrse a través de dicha regulación, incluyendo la prevención de la conificación del agua o del gas, reducción al mínimo de la producción de arena, reducción al mínimo de la producción de agua y/o gas, maximización de la producción de petróleo y/o gas, balanceo de la producción entre las zonas, etc.

En un pozo de inyección, usualmente se recomienda inyectar agua, vapor, gas, etc. de manera uniforme en las múltiples zonas, de forma que los hidrocarburos se desplacen uniformemente a través de una formación de la tierra, sin que el fluido inyectado se rompa prematuramente a través del pozo de producción. De esta forma, la capacidad de regular el flujo de fluidos desde un pozo abierto hacia una formación de tierra puede ser también beneficiosa para los pozos de inyección.

Por consiguiente, es evidente que los avances en el arte de controlar la circulación de fluido en un pozo serían recomendables en las circunstancias

mencionadas anteriormente y dichos avances serían también beneficiosos para una gran variedad de circunstancias diferentes.

RESUMEN

En la divulgación a continuación, se proporciona un sistema de resistencia de flujo variable, lo cual aporta mejoras al arte de regulación de circulación del fluido en pozos. Un ejemplo se describe infra, en el cual la circulación o flujo a través de un dispositivo vórtice es dependiente de la rotación de una composición de fluido mientras entra en el dispositivo vórtice. Otro ejemplo se describe posteriormente, en el cual los dispositivos vórtice múltiple son conectados en series.

En un aspecto, la presente divulgación proporciona al arte un sistema de resistencia de flujo variable para utilizarlo en un pozo subterráneo. El sistema puede incluir: un dispositivo vórtice, a través del cual circula una composición de fluido. Una resistencia a la circulación de la composición de fluido a través de un dispositivo vórtice es dependiente de la rotación de una composición de fluido en la entrada al dispositivo vórtice.

En otro aspecto, un sistema de resistencia de flujo variable descrito a posteriormente puede incluir: un primer dispositivo vórtice contentivo de una salida y un segundo dispositivo vórtice, el cual recibe una composición de fluido desde la salida del primer dispositivo vórtice. Una resistencia a la circulación de la composición de fluido a través de un segundo dispositivo vórtice es dependiente de la rotación de una composición de fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

En otro aspecto, un sistema de resistencia de flujo variable puede incluir: un primer dispositivo vórtice, el cual ocasiona una rotación aumentada de la composición de fluido en una salida de un primer dispositivo vórtice en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición de fluido y un segundo dispositivo vórtice que recibe la composición de fluido desde una salida del primer dispositivo vórtice. Una resistencia a la circulación de la composición de fluido a través de un segundo dispositivo vórtice es dependiente de la rotación de una composición de fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

Estas y otras características, ventajas y beneficios serán evidentes para cualquier persona con cierta experiencia en el arte, previa cuidadosa consideración de la descripción detallada de los ejemplos representativos infra y de las ilustraciones que la acompañan, en las cuales se indican elementos similares en las diferentes figuras, utilizando los mismos números de referencia.

BREVE DESCRIPCION DE LAS ILUSTRACIONES

La Figura 1 es una vista esquemática parcialmente transversal de un sistema de pozo, la cual puede representar principios de la presente divulgación.

La Figura 2 es una vista esquemática transversal en gran escala de un tubo de revestimiento perforado y un sistema de resistencia de flujo variable, el cual puede utilizarse en el sistema de pozo de la Figura 1.

La Figura 3A & B son vistas transversales 'desenrolladas' de una configuración del sistema de resistencia de flujo variable, tomada a lo largo de la línea 3-3 de la Figura 2.

Las Figuras 4 es una vista esquemática transversal de otra configuración de un sistema de resistencia de flujo variable.

La Figura 5 es una vista esquemática transversal de un sistema de resistencia de flujo variable de la Figura 4, tomada a lo largo de la línea 5-5.

Las Figuras 6A & B son vistas transversales esquemáticas de un sistema de resistencia de flujo variable de la Figura 4, representando variaciones en la resistencia a la circulación resultante de los cambios en las características de una composición de fluido.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Ilustrado en forma representativa en la Figura 1, vemos un sistema de pozo 10, el cual puede contener principios de esta divulgación. Tal como se representa en la Figura 1, un pozo abierto 12 tiene, generalmente, una sección no encerrada vertical 14, la cual se extiende en forma descendente desde la tubería de revestimiento 16, así como también, generalmente, una sección no encerrada horizontal que se extiende desde una formación de la tierra 20.

Una sarta tubular 22 (tal como una sarta de producción) se instala en el pozo abierto 12. Interconectados en la sarta de producción 22 se encuentran múltiples tubos de revestimientos perforados 24, sistemas de resistencia de flujo variable 25 y empacaduras 26.

Las empacaduras 26 sellan un anillo 28 formado radialmente entre la sarta de producción 22 y la sección del pozo abierto 18. De esta forma, los fluidos 30 pueden producirse desde múltiples intervalos o zonas de la formación 20, vía porciones aisladas del anillo 28, entre pares adyacentes de las empacaduras 26.

Colocados entre cada par adyacente de las empacaduras 26, un tubo de revestimiento perforado 24 y un sistema de resistencia de flujo variable 25 se

interconectan en una sarta de producción 22. El tubo de revestimiento perforado 24 filtra los fluidos 30 que circulan hacia la sarta de producción 22 desde el anillo 28. El sistema de resistencia de flujo variable 25 restringe de manera variable la circulación de los fluidos 30, hacia la sarta de producción 22, basado en ciertas características de los fluidos.

En este punto, debe notarse que el sistema de pozo 10 se ilustra en los dibujos y se describe en el presente trabajo simplemente como ejemplo de una gran variedad de sistemas de pozos en los cuales pueden utilizarse los principios de esta divulgación. Deben entenderse claramente que los principios de esta divulgación no se limitan a cualquiera de los detalles del sistema de pozo 10 o a los componentes de éstos en las ilustraciones o descritos en el presente trabajo.

Por ejemplo, no es necesario a los fines de mantener los principios de la presente divulgación para el pozo abierto 12, el incluir una sección de pozo abierto, generalmente vertical 14 o una sección de pozo abierto, generalmente horizontal 18. No es necesario que los fluidos 30 sean producidos únicamente desde la formación 20, ya que en otros ejemplos los fluidos pueden inyectarse en la formación, pueden inyectarse a la misma vez en la formación y pueden producirse a partir de una formación, etc...

No es necesario para cada uno de los tubos de revestimiento perforados 24 y el sistema de resistencia variable de flujo 25, ubicarlos entre cada par adyacente de las empacaduras 26. No es necesario que un solo sistema de resistencia variable de flujo 25 sea utilizado en conjunción con un solo tubo de revestimiento perforado 24. Puede utilizarse cualquier cantidad, arreglo y/o combinación de estos componentes

No es necesario que cualquier sistema de resistencia variable de flujo 25 sea utilizado con un tubo de revestimiento perforado 24. Por ejemplo: en operaciones de inyección, el fluido inyectado puede hacerse circular a través de un sistema de resistencia de flujo variable 25, sin que circule también a través de un tubo de revestimiento perforado 24.

No es necesario que los tubos de revestimiento perforados 24, los sistemas de resistencia de flujo variable 25, las empacaduras 26 o cualesquiera otros componentes de la sarta de producción 22, sean colocados en secciones no encerradas 14, 18 del pozo abierto 12. Cualquier sección del pozo abierto 12 puede estar encerrada o no y cualquier porción de la sarta de producción 22 puede colocarse en una sección cerrada o no del pozo abierto, manteniendo los principios de la presente divulgación.

En consecuencia, debe comprenderse claramente, que esta divulgación describe como realizar y utilizar ciertos ejemplos, pero los principios de la divulgación no se limitan a ninguno de los detalles de dichos ejemplos. Más bien, tales principios pueden aplicarse a una variedad de otros ejemplos, utilizando los conocimientos obtenidos de la divulgación.

Sería apreciado como beneficioso por los expertos en la materia, el poder regular el flujo de los líquidos 30, en la sarta de producción 22, de cada zona de la formación 20, por ejemplo: para prevenir el enconamiento del agua 32 o del gas 34 en la formación. Otros usos de la regulación del fluido en un pozo, incluye, pero no se limita, a equilibrar la producción desde (o inyección en) las múltiples zonas, minimizar la producción o inyección de los fluidos no deseados, maximizar la producción o inyección de fluidos deseados, etc.

Ejemplos de los sistemas de resistencia de flujo variable 25 descritos mas integralmente infra, pueden proporcionar tales beneficios a través del aumento de la resistencia a la circulación, si la velocidad del fluido aumenta más allá del nivel seleccionado (por ejemplo: para equilibrar el flujo entre zonas, prevenir el enconamiento del agua o gas, etc.), y/o aumentando la resistencia a la circulación si la viscosidad del fluido disminuye por debajo de un nivel seleccionado (por ejemplo: para restringir la circulación de un fluido no deseado, tal como agua o gas, en un pozo de producción de petróleo).

Tal como se utiliza en el presente trabajo, el término “viscosidad” se utiliza para indicar cualquier propiedad reológica, incluyendo: viscosidad cinemática, fuerza de rotura, viscoplasticidad, tensión de la superficie, humectabilidad, etc.

El hecho de que un fluido sea deseado o no, depende del objetivo de la producción o de la operación de inyección que se está llevando a cabo. Por ejemplo, si se desea producir petróleo de un pozo, pero no se desea producir agua o gas, entonces el petróleo es el fluido deseado y el agua y el gas constituyen los fluidos no deseados. Si se desea producir gas desde un pozo, pero no producir agua ni petróleo, entonces el gas es el fluido deseado y el agua y el petróleo son los fluidos no deseados. Si se desea inyectar vapor en una formación, pero no se desea inyectar agua, entonces el vapor es el fluido deseado y el agua es el fluido no deseado.

Si el gas está circulando, puede ser difícil restringir la circulación del mismo a través del uso de técnicas convencionales, lo cual involucra típicamente la interposición de pasajes de diámetro pequeño, orificios, etc. en la circulación del gas. Desafortunadamente, estos dispositivos pueden tener una velocidad de circulación volumétrica aumentada cuando circula gas en lugar de petróleo u otro fluido y puede traer como resultado problemas de erosión.

Nótese que, a temperaturas y presiones en el fondo del pozo, el gas de hidrocarburo puede encontrarse completa o parcialmente en fase líquida. Así, debe comprenderse que cuando se utiliza en el presente trabajo el término “gas”, las fases gaseosas, condensadas, supercríticas y/o líquidas se incluyen dentro del ámbito de dicho término.

Refiriéndonos adicionalmente ahora a la Figura 2, una vista transversal a gran escala de uno de los sistemas de resistencia de flujo variable 25 y una porción de uno de los tubos de revestimiento perforados 24 se ilustran en forma representativa. En este ejemplo, una composición de fluido 36 (el 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.) circula hacia el tubo de revestimiento

perforado 24, se filtra y luego circula hacia una entrada 38 del sistema de resistencia de flujo variable 25.

Una composición de fluido puede incluir uno o más fluidos deseados o no deseados. Ambos, vapor y agua pueden combinarse en una composición de fluido. Como en otro ejemplo, pueden combinarse en una composición de fluido petróleo, agua y/o gas.

La circulación del la composición de fluido 36, a través de un sistema de resistencia de flujo variable 15 se contrarresta, basada en una o más características (tales como viscosidad, velocidad, etc.) de la composición del fluido. Luego, la composición del fluido 36 se descarga desde el sistema de resistencia de flujo variable 25 hacia la parte interior de la sarta de producción 22, vía una salida 40.

En otros ejemplos, el tubo de revestimiento perforado 24 puede no utilizarse en conjunción con el sistema de resistencia de flujo variable 25 (por ejemplo: en operaciones de inyección), la composición del fluido 36 puede circular en una dirección opuesta, a través de varios elementos del sistema de pozo 10 (por ejemplo: en operaciones de inyección), un solo sistema de resistencia de flujo variable puede utilizarse en conjunción con múltiples tubos de revestimiento, múltiples sistemas de resistencia de flujo variable pueden utilizarse con uno o más tubos de revestimiento perforados, la composición de fluido puede recibirse o descargarse en las regiones de un pozo diferente a un anillo o a una sarta de producción, la composición del fluido puede circular a través del sistema de resistencia de flujo variable, antes de circular a través del tubo de revestimiento perforado, cualquier otro componente puede interconectarse a la corriente ascendente o a la corriente descendente del tubo de revestimiento perforado y/o el sistema de resistencia de flujo variable, etc. Así, sería apreciado que los principios de la presente divulgación no se limitaran a los detalles del ejemplo representado en la Figura 2 y descrito en el presente trabajo.

Aun cuando el tubo de revestimiento perforado 24, representado en la Figura 2, es del tipo conocido por los expertos en la materia como un tubo de revestimiento perforado envuelto en alambre, cualquier otro tipo de combinaciones de tubos de revestimiento perforados (tales como: sinterizado, ampliado, pre-empacado, de malla de alambre, etc.) pueden utilizarse en otros ejemplos. Componentes adicionales (tales como: aros de refuerzo, tubos de derivación, cables, instrumentaciones, sensores, dispositivos de control del flujo de entrada, etc.) pueden también utilizarse, si se desea.

El sistema de resistencia de flujo variable 25 se representa en forma simplificada en la Figura 2, pero en una representación preferida, el sistema puede incluir varias pasajes y dispositivos para cumplir con varias funciones, tal como se describe de manera más completa a continuación. Adicionalmente, el sistema 25, puede preferiblemente, extenderse circunferencialmente alrededor de la sarta de producción 22 ó el sistema puede formarse en una pared de una estructura tubular interconectada como parte de la sarta de producción.

En otros ejemplos, el sistema 25 puede no extenderse circunferencialmente alrededor de la sarta de producción o formarse en una pared de una estructura tubular. Por ejemplo, el sistema 25 puede formarse en una estructura plana, etc. El sistema 25 puede encontrarse en una cobertura separada que se anexa a la sarta de producción 22 o puede orientarse de manera que el eje de la salida 40 esté paralelo al eje de la sarta de producción. El sistema 25 puede encontrarse en una sarta registradora o anexa a un dispositivo que no es tubular en cuanto a su forma. Cualquier orientación o configuración del sistema 25 puede utilizarse manteniendo los principios de la presente divulgación.

Haciendo referencia en forma adicional a las Figuras 3A & B, una vista transversal más detallada de un ejemplo del sistema 25 se ilustra de manera representativa. El sistema 25 se representa en las Figuras 3A & B como si estuviera "desenrollada" de su configuración que se extiende circunferencialmente hacia una configuración generalmente plana.

Tal como se describió anteriormente, la composición de fluido 36 entra en el sistema 25, vía la entrada 38 y sale del sistema, vía la salida 40. Una resistencia a la circulación de la composición de fluido 36, a través del sistema 25 varía basada en una o más características de la composición del fluido.

La entrada 38, la salida 40 y el pasaje de circulación 42 y la cámara de circulación 44, a través de la cual circula la composición de fluido 36 entre la entrada y la salida, son elementos de un dispositivo vórtice 46 el cual restringe o limita la circulación de la composición de fluido, fundamentada sobre ciertas características de la composición de fluido. La circulación giratoria de la composición de fluido 36 aumenta en la cámara 44, aumentando así la restricción de la circulación a través de la cámara, por ejemplo: cuando una velocidad de la composición de fluido aumenta, cuando una viscosidad de la composición de fluido disminuye y/o cuando la proporción de fluido deseado a fluido no deseado en la composición de fluido disminuye.

Tal como se representó en la Figura 3A, la cámara 44 es de forma generalmente cilíndrica y el pasaje de circulación intercepta la cámara tangencialmente de manera que el fluido que entra en la cámara, vía la entrada 48, tiende a circular en dirección de las agujas del reloj (tal como se observa en la Fig. 3A), alrededor de la salida 40. Un pasaje de desvío 50 intercepta el pasaje 42 en forma descendente desde la entrada 38 y el pasaje de desvío intercepta también tangencialmente, la cámara 44. Sin embargo, el fluido que entra en la cámara 44 a través del pasaje de desvío 50, vía una entrada 52, tiende a circular en sentido contrario a las agujas del reloj (tal como se observa en la Fig. 3A), alrededor de la salida 40.

En la Figura 3A, una composición de fluido de poca viscosidad y/o velocidad relativamente alta 36, circula a través del pasaje de circulación 42, desde la entrada del sistema 38 hacia la cámara de circulación 44. En contraste, una composición de fluido de mucha viscosidad y/o velocidad relativamente baja

36, circula a través del pasaje de circulación 42, hacia la cámara de circulación 44, en la Fig. 3B.

Únicamente una pequeña proporción de la composición de fluido 36 circula hacia la cámara 44, vía el pasaje de desvío 50, en la Figura 3A. De esta forma, una proporción sustancial de la composición de fluido 36 gira en la cámara 44, en forma de espiral con una velocidad cada vez mayor de rotación, hacia la salida 40. Nótese que la rotación de la composición de fluido 36 en la salida 40 aumentará mientras la velocidad de la composición de fluido entra en la entrada 38 aumenta y mientras la viscosidad de la composición de fluido disminuye.

Una proporción sustancialmente mayor de la composición de fluido circula hacia la cámara 44, vía el pasaje de desvío 50, en la Fig. 3B. En este ejemplo, el flujo que entra en la cámara 44, vía las entradas 48, 52 son casi iguales. Estos flujos se cancelan o se contrarrestan entre sí, de modo que hay un flujo de rotación relativamente pequeño de la composición de fluido 36, en la cámara 44.

Se apreciará que mientras más sinuosa es la circulación de la composición del fluido 36 en el ejemplo de la Figura 3A, el resultado es que se consume mayor cantidad de energía a la misma velocidad de circulación y por consiguiente, hay más resistencia a la circulación de la composición del fluido en comparación con el ejemplo de la Figura 3B. Si el petróleo es el fluido deseado y el agua y/o el gas son los fluidos no deseados, entonces se apreciará que el sistema de resistencia de flujo variable 25 de las Figuras 3A y B, proporcionará menos resistencia a la circulación de la composición del fluido 36, cuando tiene una proporción de fluido deseado a fluido no deseado en el mismo y proporcionará una mayor resistencia a la circulación cuando la composición del fluido tiene una proporción disminuida de fluido deseado a fluido no deseado en el mismo.

En virtud de que la cámara 44 en este ejemplo tiene una forma cilíndrica con una salida central 40 y la composición de fluido 36 (al menos en la Fig. 3A),

circula en forma de espiral alrededor de la cámara, aumentando su velocidad mientras se acerca a la salida, manejada con un diferencial de presión desde la entrada 44 hacia la salida, la cámara puede denominarse como cámara "vórtice".

Estructuras 54 que inducen al flujo circular se utilizan en la cámara 44 en la configuración de las Figs. 3A & B. Las estructuras funcionan para mantener el flujo circular de la composición de fluido 36, alrededor de la salida 40 o al menos, para impedir la circulación hacia adentro de la composición del fluido hacia la salida, cuando la composición de fluido fluya circularmente alrededor de la salida. Aberturas 56 en las estructuras 54 permiten que la composición de fluido 36 circulen eventualmente hacia la parte interna de la salida 40.

Tal como se discutió anteriormente, en la Fig. 3A, el dispositivo vórtice 46 se representa en una situación en la cual una velocidad aumentada y/o una viscosidad reducida de la composición de fluido 36 resulta en una proporción sustancial de la composición de fluido que circula hacia la cámara 44, vía la entrada 48. Así, la composición de fluido 36 circula en forma de espiral alrededor de la salida 40, en la cámara 44 y la resistencia a la circulación a través del dispositivo vórtice 46 aumenta. Una viscosidad reducida puede deberse a una proporción relativamente baja de fluido deseado a fluido no deseado en la composición de fluido 36.

Una cantidad relativamente pequeña de la composición de fluido 36 circula hacia la cámara 44, vía la entrada 52, en la Fig. 3^a, debido a que el pasaje de circulación 50 se ramifica desde el paso del flujo 42 de una forma que la mayoría de la composición de fluido permanece en el pasaje de circulación 42. A velocidades relativamente altas y/o pequeñas viscosidades, la composición de fluido 36 tiende a circular pasando el pasaje de circulación 50.

En la Figura 3B, una velocidad de la composición de fluido 36 ha disminuido y/o la viscosidad de dicha composición de fluido ha aumentado y como resultado, proporcionalmente más de la composición del fluido circula desde el pasaje 42 y vía el pasaje 50 hacia la entrada 52. La viscosidad aumentada de la

composición de fluido 36 puede deberse a una proporción aumentada de fluido deseado a fluido no deseado en la composición de fluido.

En virtud de que en la Fig. 3B, la circulación hacia la cámara 44 desde las dos entradas 48, 52 se dirigen de manera opuesta (o al menos la circulación de la composición de fluido a través de la entrada 52 opone la circulación a través de la entrada 48), se contrarrestan entre sí. Así, la composición de fluido 36 circula más directamente hacia la salida 40 y una resistencia a la circulación a través del dispositivo vórtice 46 disminuye y la composición de fluido tiene una rotación reducida (o no) en la salida 40.

Haciendo referencia de manera adicional a la Figura 4, se ilustra de manera representativa otra configuración del sistema de resistencia de flujo variable 25. En esta configuración, el dispositivo vórtice 46 se utiliza en serie con dos dispositivos adicionales 58, 60. Aun cuando se representan en la Fig. 4 tres dispositivos vórtices 46, 58, 60, se apreciará que pueden conectarse en series cualquier cantidad de dispositivos vórtices, manteniendo los principios de esta divulgación

Una salida 62 del dispositivo vórtice 46 corresponde a una entrada del dispositivo vórtice 58 y una salida 63 del dispositivo vórtice 58 corresponde a una entrada del dispositivo vórtice 60. La composición de fluido 36 circula desde la entrada 38 del sistema 25 hacia la cámara 44, desde la cámara 44 al dispositivo vórtice 58, vía una cámara vórtice 66 del dispositivo vórtice 58, desde la cámara 66 hasta el dispositivo vórtice 60, vía la salida/entrada 64, desde la salida/entrada 64 hasta una cámara vórtice 68 del dispositivo vórtice 46 60 y desde la cámara 68 hasta la salida 40 del sistema 25.

Cada uno de los dispositivos vórtices 58, 60, incluyen dos pasajes 70, 72 y 74, 76, respectivamente, lo cual funciona de manera similar a los pasajes 42, 50 del dispositivo vórtice 46. Sin embargo, las proporciones de la composición de fluido 36 que circula a través de cada uno de los pasajes 70, 72 y 74, 76 varia,

basado en la rotación de la composición de fluido mientras entra en el dispositivo vórtice respectivo 58, 60, tal como describió más plenamente abajo.

Ahora, haciendo referencia de manera adicional a la Figura 5, se ilustra de manera representativa en una vista transversal un sistema de resistencia de flujo variable 25, visto a lo largo de la línea 5-5 de la Fig. 4. En esta vista, puede verse fácilmente la forma en que la salida/entrada 62 y la salida/entrada 64 proporcionan una comunicación fluida entre los dispositivos vórtices 46, 58, 60.

En la Figura 5 puede observarse también que los dispositivos vórtices 46, 58, 60 se amontonan de una manera compacta, alternando la orientación hacia atrás y hacia adelante. Sin embargo, puede apreciarse que los dispositivos vórtices 46, 58, 60 pueden acomodarse de otra forma, manteniendo los principios de esta divulgación.

Haciendo ahora referencia a las Figuras 6A y B, se representa un sistema de resistencia de flujo variable 25 de las Figs. 4 y 5, con una composición de fluido 26 de viscosidad relativamente baja y una alta velocidad, circulando a través del sistema en la Fig. 6A y con una composición de fluido 26 de viscosidad relativamente alta y una baja velocidad, circulando a través del sistema en la Fig. 6B. Estos ejemplos demuestran cómo la resistencia a la circulación a través del sistema 25 varía basado en ciertas características de la composición de fluido 36.

En la Figura 6A, una circulación en espiral significativa de la composición de fluido 36 se encuentra presente en el dispositivo vórtice 46 (similar a lo descrito anteriormente en relación a la Fig. 3A). Como resultado, la composición de fluido 36 gira significativamente cuando circula desde la cámara 44 al dispositivo vórtice 58, vía la salida/entrada 62.

Esta circulación giratoria de la composición de fluido 36 hace que una mayor proporción de la composición de fluido circule a través del pasaje 70, en comparación con la composición de fluido que circula a través del pasaje 72. La manera en que la composición de fluido giratoria 36 choca sobre las paredes curvadas de los pasajes 70, 72, en su intersección con la salida/entrada 62,

produce esta diferencia en las proporciones de la composición de fluido que circula a través de los pasajes.

En virtud de que una mayor proporción de la composición de fluido 36 circula hacia la cámara 66 del dispositivo vórtice 58, vía el pasaje 70, la composición de fluido gira dentro de la cámara 66, de manera similar a como la composición de fluido circula en forma de espiral a través de la cámara 44 del dispositivo vórtice 46. La circulación en espiral de la composición de fluido 36 a través de la cámara 66, genera resistencia a la circulación, haciendo que dicha resistencia a la circulación aumente con la circulación giratoria aumentada de a composición de fluido de la cámara.

La composición de fluido 36 gira mientras sale de la cámara 66, vía la salida/entrada 64. Esta circulación giratoria de la composición de fluido 36 hace que una mayor proporción de la composición de fluido circule a través del pasaje 74, comparado con la proporción de la composición de fluido que circula a través del pasaje 76. Similar a lo descrito anteriormente para la cámara vórtice 58, la forma en que la composición de fluido 36 choca sobre las paredes curvadas de los pasajes 74, 76, en su intersección con la salida/entrada 64, produce esta diferencia en las proporciones de la composición de fluido que circula a través de cada uno de los pasajes.

En virtud de que una mayor proporción de la composición de fluido 36 circula hacia la cámara 68 del dispositivo vórtice 60, vía el pasaje 74, la composición de fluido gira dentro de la cámara 68, de manera similar a como la composición de fluido circula en forma de espiral a través de la cámara 66 del dispositivo vórtice 58. La circulación en espiral de la composición de fluido 36 a través de la cámara 68, genera resistencia a la circulación, haciendo que dicha resistencia a la circulación aumente con la circulación giratoria aumentada de a composición de fluido de la cámara.

De esta manera, con la composición de fluido 36 de velocidad relativamente alta y/o poca viscosidad en la Figura 6A, la circulación giratoria y la resistencia a la

circulación se aumenta en cada uno de los dispositivos vórtices 46, 58, 60, de manera que todo la resistencia a la circulación es mucho mayor que aquella que se podría haber suministrado únicamente por el dispositivo vórtice 46. Adicionalmente, la circulación giratoria a través de las cámaras 66, 68 de los dispositivos vórtices 58, 60 se debe a la circulación giratoria de la composición de fluido 36 en cada salida/entrada 62, 64.

En la Figura 6B, la composición del fluido 36 de viscosidad relativamente alta y/o baja velocidad circula a través del sistema 25. Nótese que la circulación giratoria de la composición de fluido 36 en cada una de las cámaras 44, 66, 68 se reduce significativamente y así pues la resistencia a la circulación de la composición de fluido a través de las cámaras se reduce también significativamente. De esta manera, la resistencia a la circulación de la composición del fluido 36 de viscosidad relativamente alta y/o baja velocidad es mucho menor en la Fig. 6B, comparado con la resistencia al flujo de la composición del fluido de viscosidad relativamente baja y/o alta velocidad en la Fig. 6A.

Nótese que cualquiera de las características de cualquiera de las configuraciones del sistema 25 descritas anteriormente, puede incluirse en cualquier otra configuración del sistema y así, debe comprenderse que estas características no son exclusivas de alguna configuración del sistema en particular. El sistema 25 puede utilizarse en cualquier tipo de sistema de pozo (por ejemplo: no sólo en el sistema de pozo 10) y para lograr varios objetivos en varias operaciones de pozo, incluyendo pero no limitándolo a: la inyección, estimulación, completación, producción, conformidad, operaciones de perforación, etc.

Se apreciará que el sistema 25 de las Figuras 4-6B proporcionan significativos avances para el arte del control del flujo en un pozo. La resistencia a la circulación de la composición de fluido 36, a través del sistema 25, puede aumentarse sustancialmente a través de la conexión en series de los dispositivos vórtices 46, 58, 60 y a través de la limitación o resistencia de la circulación de la

composición del fluido en respuesta a su rotación, mientras pasa desde un dispositivo vórtice al siguiente.

La divulgación anterior proporciona al arte un sistema de resistencia de flujo o circulación variable 25 para utilizarlo en un pozo subterráneo. El sistema 25 puede incluir: un dispositivo vórtice 58 ó 60, a través del cual circula una composición de fluido 36. Una resistencia a la circulación de la composición de fluido 36, a través de un dispositivo vórtice 58 ó 60 es dependiente de la rotación de una composición de fluido 36 en la entrada 62 ó 64 del dispositivo vórtice 58 ó 60.

La resistencia a la circulación de la composición de fluido 36, a través de un dispositivo vórtice 58 ó 60 puede aumentar en respuesta a una rotación aumentada de la composición de fluido 36, en la entrada 62 ó 64 del dispositivo vórtice 58 ó 60.

La rotación de la composición de fluido 36, en la entrada 62 ó 64 puede aumentar, en respuesta a una disminución en la viscosidad de la composición de fluido 36.

La rotación de la composición de fluido 36, en la entrada 62 ó 64 puede aumentar, en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición de fluido 36.

La rotación de la composición de fluido 36, en la entrada 62 ó 64 puede aumentar, en respuesta a una disminución en la proporción de fluido deseado a fluido no deseado, en la composición de fluido 36.

Una salida 64 del dispositivo vórtice 58 puede comprender una entrada 64 de otro dispositivo vórtice 60. La entrada 64 del dispositivo vórtice 60 puede comprender una salida 64 de otro dispositivo vórtice 58.

El dispositivo vórtice 58 puede comprender, al menos, un primer y segundo pasajes 70, 72, los cuales reciben la composición de fluido desde una salida 62 de otro dispositivo vórtice 46. Una diferencia en proporciones de la composición de

fluido 36 que circula a través de los respectivos primer y segundo pasajes 70, 72, es dependiente de la rotación de la composición de fluido 36 en la salida 62. La diferencia en las proporciones de la composición de fluido 36 que circula a través de los respectivos primer y segundo pasajes 70, 72, puede aumentar en respuesta a una velocidad aumentada de la composición de fluido 36.

La rotación de la composición de fluido 36 en una cámara vórtice 66 aumenta en respuesta a un aumento en la diferencia en las proporciones de la composición de fluido 36, la cual circula a través del primer y segundo pasajes 70, 72.

La divulgación anterior describe también un sistema de resistencia de flujo variable 25, el cual puede incluir: un primer dispositivo vórtice 46 contentivo de una salida 62 y un segundo dispositivo vórtice 58, el cual recibe una composición de fluido 36 desde la salida 62 del primer dispositivo vórtice 46. Una resistencia a la circulación de la composición de fluido 36 a través de un segundo dispositivo vórtice 58 es dependiente de la rotación de una composición de fluido 36, en la salida 62 del primer dispositivo vórtice 46.

La rotación de la composición de fluido 36 en la salida 62 puede aumentar en respuesta a una disminución en la viscosidad de la composición de fluido 36, en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición de fluido 36 y/o en respuesta a una disminución en la proporción de fluido deseado a no deseado en la composición de fluido 36.

La resistencia a la circulación de la composición de fluido 36, a través del segundo dispositivo vórtice 58 puede aumentar en respuesta a un aumento en la rotación de la composición de fluido 36, en la salida 62 del primer dispositivo vórtice 46.

Una salida 64 del segundo dispositivo vórtice 58 puede comprender una entrada 64 de un tercer dispositivo vórtice 60.

El segundo dispositivo vórtice 58 puede incluir, al menos, un primer y segundo pasajes 70, 72, los cuales reciben la composición de fluido 36 desde una

salida 62 de otro primer dispositivo vórtice 46. Una diferencia en proporciones de la composición de fluido 36 que circula a través de los respectivos primer y segundo pasajes 70, 72, es dependiente de la rotación de la composición de fluido 36 en la salida 62 del primer dispositivo vórtice 46.

La diferencia en las proporciones de la composición de fluido 36 que circula a través del primer y segundo pasajes 70, 72, puede aumentar en respuesta a un aumento de la velocidad de la composición de fluido 36.

La rotación de la composición de fluido 36 en una cámara vórtice 66 del segundo dispositivo vórtice 58 puede aumentar, en respuesta a un aumento en la diferencia en las proporciones de la composición de fluido 36, la cual circula a través del primer y segundo pasajes 70, 72.

La divulgación anterior describe también un sistema de resistencia de flujo variable 25, el cual puede incluir: un primer dispositivo vórtice 46, el cual produce un aumento en la rotación de la composición de fluido 36 en la salida 62 del primer dispositivo vórtice 46, en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición de fluido 36 y un segundo dispositivo vórtice 58, el cual recibe la composición de fluido 36, desde la salida 62 del primer dispositivo vórtice 46. La resistencia a la circulación de la composición de fluido 36, a través del segundo dispositivo vórtice 58 puede ser dependiente de la rotación de la composición de fluido 36, en la salida 62 del primer dispositivo vórtice 46.

Debe entenderse que varios de los ejemplos descritos anteriormente pueden utilizarse en varias orientaciones, tales como: inclinada, invertida, horizontal, vertical, etc. y en varias configuraciones, sin apartarse de los principios de la presente divulgación. Las representaciones ilustradas en los dibujos se representan y describen fácilmente como ejemplos de aplicaciones útiles de los principios de la divulgación, los cuales no se limitan a ninguno de los detalles específicos de estas representaciones.

Por supuesto, una persona experta en el arte, después de haber efectuado cuidadosas consideraciones de la anterior descripción de las representaciones,

apreciarían fácilmente que pueden efectuarse muchas modificaciones, adiciones, sustituciones, eliminaciones y otros cambios a estas representaciones específicas y que dichos cambios se encuentran dentro del espíritu de los principios de la presente divulgación. En consecuencia, debe comprenderse claramente que la anterior descripción detallada se presenta como ilustración y ejemplo y el espíritu y ámbito de la presente invención se limitan únicamente por las reivindicaciones anexas y sus equivalentes.

ESPAÑOL
REIVINDICACIONES

LO QUE SE REIVINDICA ES:

1. Un sistema de resistencia de flujo variable para utilizarlo en un pozo subterráneo, el sistema comprende: un dispositivo vórtice a través del cual circula una composición del fluido y en el cual, la resistencia a la circulación de la composición de fluido a través del dispositivo vórtice es dependiente de la rotación de la composición del fluido en la entrada al dispositivo vórtice.

2. El sistema de la reivindicación 1, en el cual la resistencia a la circulación de la composición de fluido a través del dispositivo vórtice aumenta en respuesta a una rotación aumentada de la composición del fluido en la entrada del dispositivo vórtice.

3. El sistema de la reivindicación 1, en el cual la rotación de la composición de fluido en la entrada aumenta en respuesta a una disminución en la viscosidad de la composición del fluido.

4. El sistema de la reivindicación 1, en el cual la rotación de la composición de fluido en la entrada aumenta en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición del fluido.

5. El sistema de la reivindicación 1, en el cual la rotación de la composición de fluido en la entrada aumenta en respuesta a una disminución en la proporción de fluido deseado a fluido no deseado de la composición del fluido.

6. El sistema de la reivindicación 1, en el cual la salida del dispositivo vórtice comprende una entrada de otro dispositivo vórtice.

7. El sistema de la reivindicación 1, en el cual la entrada del dispositivo vórtice comprende una salida de otro dispositivo vórtice.

8. El sistema de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo vórtice comprende, al menos, un primer y un segundo pasaje que reciben la composición del fluido desde una salida de otro dispositivo vórtice y en donde la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del respectivo primer y segundo pasaje es dependiente de la rotación de la composición del fluido en la salida.

9. El sistema de la reivindicación 8, en el cual la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del primer y segundo pasaje aumenta en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición del fluido.

10. El sistema de la reivindicación 8, en el cual la rotación de la composición del fluido en la cámara vórtice aumenta en respuesta a un aumento en la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del primer y segundo pasaje.

11. Un sistema de resistencia de flujo variable para utilizarlo en un pozo subterráneo; el sistema comprende:

un primer dispositivo vórtice contentivo de una salida y

un segundo dispositivo vórtice, el cual recibe una composición de fluido desde la salida del primer dispositivo vórtice, una resistencia a la circulación de la composición de fluido a través de un segundo dispositivo vórtice, el cual es dependiente de la rotación de una composición de fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

12. El sistema de la reivindicación 11, en el cual la rotación de la composición de fluido en la salida aumenta en respuesta a una disminución en la viscosidad de la composición del fluido.

13. El sistema de la reivindicación 11, en el cual la rotación de la composición de fluido en la entrada aumenta en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición del fluido.

14. El sistema de la reivindicación 11, en el cual la rotación de la composición de fluido en la salida aumenta en respuesta a una disminución en la proporción de fluido deseado a fluido no deseado de la composición del fluido.

15. El sistema de la reivindicación 11, en el cual la resistencia a la circulación de la composición de fluido a través del segundo dispositivo vórtice aumenta en respuesta a un aumento en la rotación de la composición de fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

16. El sistema de la reivindicación 11, en el cual la salida del dispositivo del segundo vórtice comprende una salida de otro tercer dispositivo vórtice.

17. El sistema de la reivindicación 11, en el cual el segundo dispositivo vórtice comprende, al menos, un primer y un segundo pasaje que reciben la composición del fluido desde una salida de otro primer dispositivo vórtice y en donde la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del respectivo primer y segundo pasaje es dependiente de la rotación de la composición del fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

18. El sistema de la reivindicación 17, en el cual la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del primer y segundo pasaje aumenta en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición del fluido.

19. El sistema de la reivindicación 17, en el cual la rotación de la composición del fluido en la cámara vórtice del segundo dispositivo vórtice aumenta en respuesta a un aumento en la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del primer y segundo pasaje.

20. Un sistema de resistencia de flujo variable para utilizarlo en un pozo subterráneo, el sistema comprende:

un primer dispositivo vórtice, el cual ocasiona una rotación aumentada de la composición de fluido en una salida de un primer dispositivo vórtice en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición de fluido y

un segundo dispositivo vórtice que recibe la composición de fluido desde una salida del primer dispositivo vórtice, una resistencia a la circulación de la composición de fluido a través de un segundo dispositivo vórtice es dependiente de la rotación de una composición de fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

21. El sistema de la reivindicación 20, en el cual la resistencia a la circulación de la composición de fluido a través del segundo dispositivo vórtice aumenta en respuesta a un aumento en la rotación de la composición del fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

22. El sistema de la reivindicación 20, en el cual una salida del segundo dispositivo vórtice comprende una entrada de un tercer dispositivo vórtice.

23. El sistema de la reivindicación 20, en el cual el segundo dispositivo vórtice comprende, al menos, un primer y un segundo pasaje que reciben la composición del fluido desde la salida del primer dispositivo vórtice y en donde la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del respectivo primer y segundo pasaje es dependiente de la rotación de la composición del fluido en la salida del primer dispositivo vórtice.

24. El sistema de la reivindicación 23, en el cual la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del primer y segundo pasaje aumenta, en respuesta a un aumento en la velocidad de la composición del fluido.

25. El sistema de la reivindicación 23, en el cual la rotación de la composición del fluido en la cámara vórtice del segundo dispositivo vórtice aumenta en respuesta a un aumento en la diferencia en las proporciones de la composición del fluido que circula a través del primer y segundo pasaje.

26. Un sistema de resistencia de flujo variable para instalarlo en un pozo abierto en una zona subterránea; el cual comprende:

un primer dispositivo vórtice, el cual comprende:

una primera superficie interior que define una primera cámara interior,

una primera entrada en la primera cámara interior y

una primera salida desde la primera cámara interior, la primera superficie interior es operable para dirigir el fluido a los fines de que rote en una dirección rotacional a través de la primera salida y

un segundo dispositivo vórtice, el cual comprende:

una segunda superficie interior que define una segunda cámara interior en comunicación fluida con la primera salida, la segunda superficie interior es operable para dirigir el fluido a los fines de que rote en una dirección rotacional en respuesta a recibir el fluido que rota en la dirección rotacional a través de la primera salida.

27. El sistema de la reivindicación 26, en el cual el segundo dispositivo vórtice incluye una segunda entrada la cual es operable para recibir el fluido directamente desde la primera salida y la segunda cámara interior comprende:

una cámara cilindroidal;

un primer pasaje de circulación desde la segunda entrada a la cámara cilindroidal y

un segundo pasaje de circulación desde la segunda entrada a la cámara cilíndrica.

28. El sistema de la reivindicación 27, en el cual la segunda superficie interior es operable para dirigir la mayoría del fluido hacia el primer pasaje de circulación, en respuesta a la recepción del fluido en rotación, en dirección giratoria o rotacional a través de la segunda entrada.

29. El sistema de la reivindicación 26, en el cual la primera superficie interior es operable para dirigir el fluido para rotar en dirección rotacional alrededor de la primera entrada y la segunda superficie interior es operable para dirigir el fluido para rotar en dirección rotacional alrededor de la segunda entrada.

30. El sistema de la reivindicación 29, en el cual la primera salida es paralela a la segunda salida.

31. El sistema de la reivindicación 29, en el cual el sistema comprende una sección de la sarta tubular.

32. El sistema de la reivindicación 26, en el cual el primer dispositivo vórtice y el segundo dispositivo vórtice se encuentran en comunicación fluida entre el interior y el exterior del sistema.

33. El sistema de la reivindicación 32, en el cual el primer dispositivo vórtice y el segundo dispositivo vórtice se encuentran en comunicación fluida entre el interior y el exterior, a los fines de comunicar la producción de fluido desde el exterior del sistema hacia el interior del sistema.

34. El sistema de la reivindicación 33, en el cual el sistema comprende una sección de la sarta tubular de producción.

35. El sistema de la reivindicación 32, en el cual el primer dispositivo vórtice y el segundo dispositivo vórtice se encuentran en comunicación fluida entre el interior y el exterior, a los fines de comunicar inyección de fluido desde el interior del sistema al exterior del sistema.

36. El sistema de la reivindicación 26, en el cual la primera superficie interior incluye un primer lado del perímetro de la superficie y primeros extremos opuestos de las superficies, la mayor distancia entre los primeros extremos opuestos de las superficies es menor que la mayor dimensión de los primeros extremos opuestos de las superficies y en donde, el primer lado del perímetro de la superficie es operable para dirigir la circulación desde la primera entrada, para rotar alrededor de la primera salida.

37. El sistema de la reivindicación 36, en el cual la segunda entrada es operable para recibir el fluido directamente desde la primera salida; la segunda superficie interior incluye un segundo lado del perímetro de la superficie y segundos extremos opuestos de las superficies, la mayor distancia entre los segundos extremos opuestos de las superficies es menor que la mayor dimensión de los segundos extremos opuestos de las superficies y el segundo lado del perímetro de la superficie es operable para dirigir la circulación desde la segunda entrada, para rotar alrededor de la segunda salida.

38. Un método para controlar la circulación en un pozo abierto en una zona subterránea, comprende:

comunicar el fluido a través de un primer dispositivo vórtice y un segundo dispositivo vórtice en un camino de circulación entre el interior y el exterior de un

sistema de resistencia de flujo variable en la zona subterránea; comunicar el fluido a través de un primer dispositivo vórtice y un segundo dispositivo vórtice hace que el fluido rote o gire dentro del primer dispositivo vórtice en una dirección rotacional y rote dentro del segundo dispositivo vórtice en direccional rotacional.

39. El método de la reivindicación 38, en el cual el fluido comprende la producción de un fluido.

40. El método de la reivindicación 38, en el cual el fluido comprende la inyección del fluido.

41. El método de la reivindicación 38, en el cual comunicar el fluido a través de un primer dispositivo vórtice y un segundo dispositivo vórtice controla la resistencia a la circulación del fluido entre el interior y el exterior, basado en la característica de la circulación.

42. El método de la reivindicación 41, en el cual comunicar la característica comprende, al menos, alguna entre viscosidad, velocidad y densidad.

43. El método de la reivindicación 41, en el cual la resistencia a la circulación a través del segundo dispositivo vórtice se fundamenta, al menos en parte, en una característica del flujo de entrada recibido por el segundo dispositivo vórtice desde el primer dispositivo vórtice.

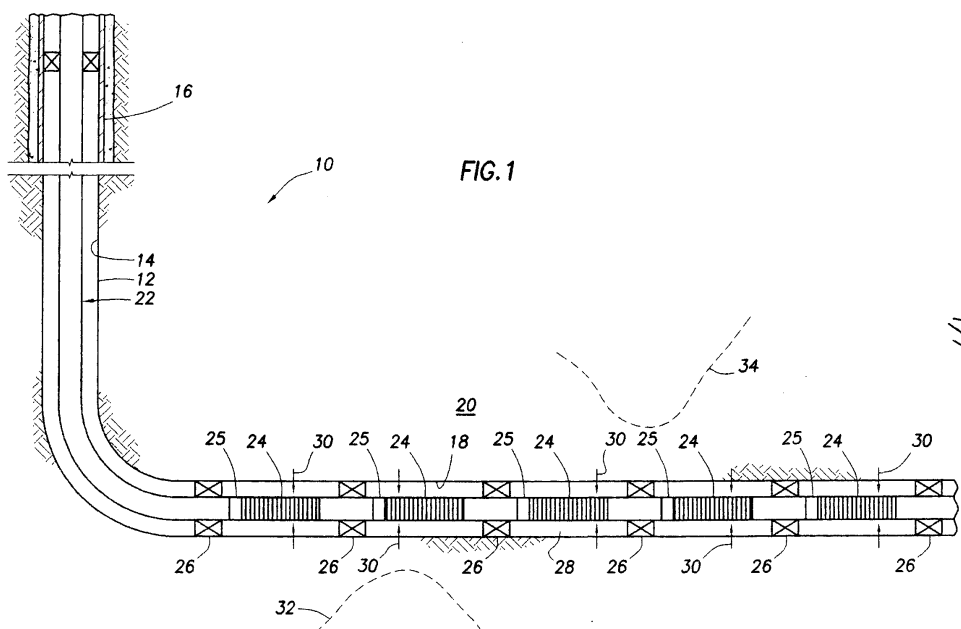
ESPAÑOL
RESUMEN

SERIES CONFIGURADAS DELIMITADORES DE FLUJO VARIABLE PARA UTILIZARLA EN UN POZO SUBTERRÁNEO

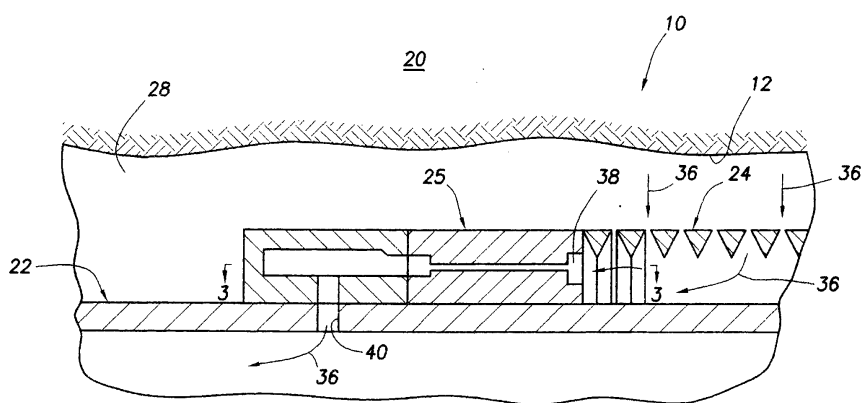
RESUMEN

Un sistema de resistencia de flujo variable puede incluir un dispositivo vórtice, con resistencia a la circulación de una composición de fluido a través de un dispositivo vórtice, siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la entrada al dispositivo vórtice. Otro sistema puede incluir un segundo dispositivo vórtice que recibe una composición de fluido desde una salida de un primer dispositivo vórtice, una resistencia a la circulación de una composición de fluido a través de un segundo dispositivo vórtice siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la salida. Otro sistema puede incluir un primer dispositivo vórtice, el cual ocasiona una rotación aumentada de una composición de fluido en una salida del mismo, en respuesta a un aumento de la velocidad de la composición de fluido y un segundo dispositivo vórtice el cual recibe la composición del fluido desde una salida, una resistencia a la circulación a través de un segundo dispositivo vórtice siendo dependiente de la rotación de la composición de fluido en la salida.

ESPAÑOL
DIBUJOS



La Figura 1 es una vista esquemática parcialmente transversal de un sistema de pozo, la cual puede representar principios de la presente divulgación.



La Figura 2 es una vista esquemática transversal en gran escala de un tubo de revestimiento perforado y un sistema de resistencia de flujo variable, el cual puede utilizarse en el sistema de pozo de la Figura 1.

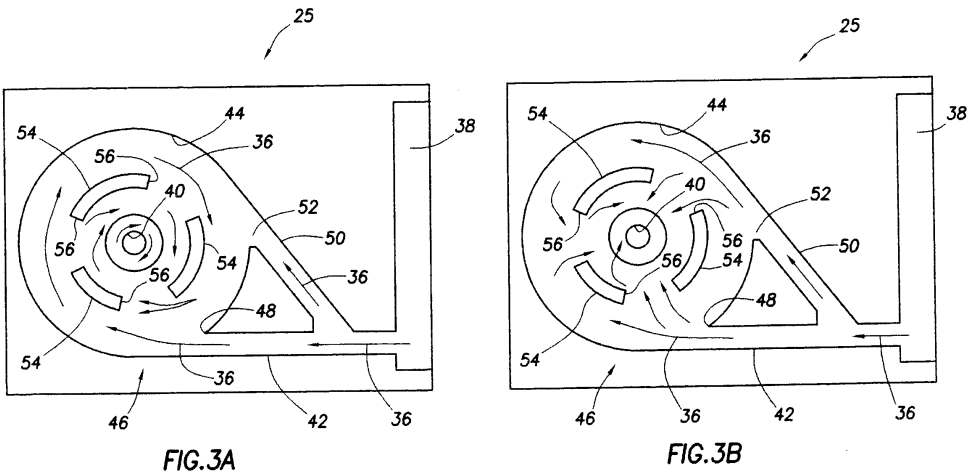


FIG.3A

FIG.3B

La Figura 3A & B son vistas transversales 'desenrolladas' de una configuración del sistema de resistencia de flujo variable, tomada a lo largo de la línea 3-3 de la Figura 2.

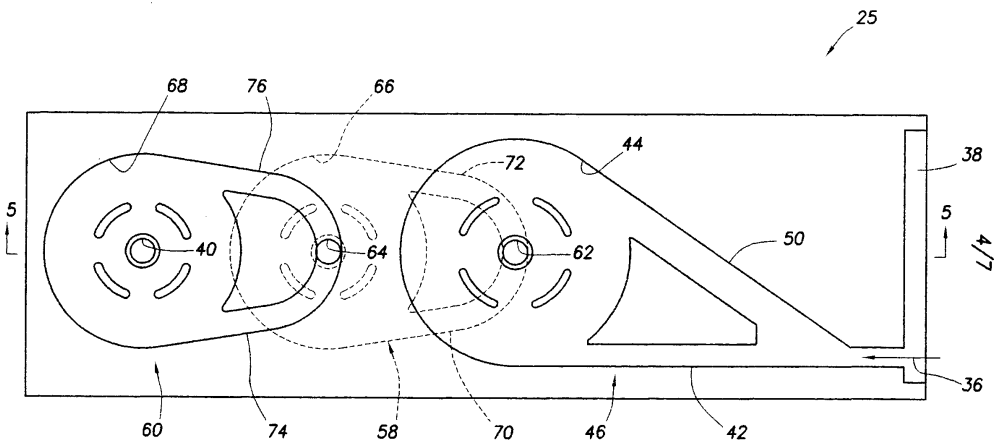
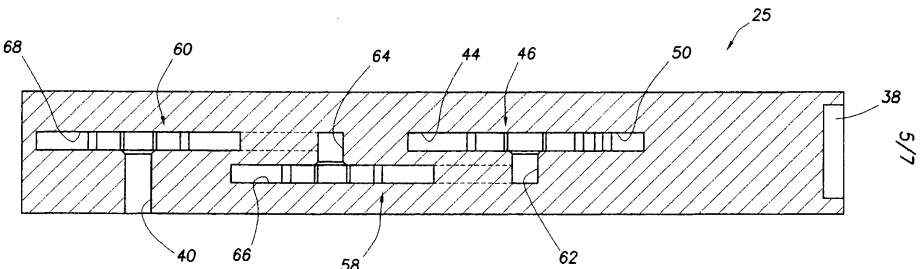


FIG.4

Las Figuras 4 es una vista esquemática transversal de otra configuración de un sistema de resistencia de flujo variable.



La Figura 5 es una vista esquemática transversal de un sistema de resistencia de flujo variable de la Figura 4, tomada a lo largo de la línea 5-5.

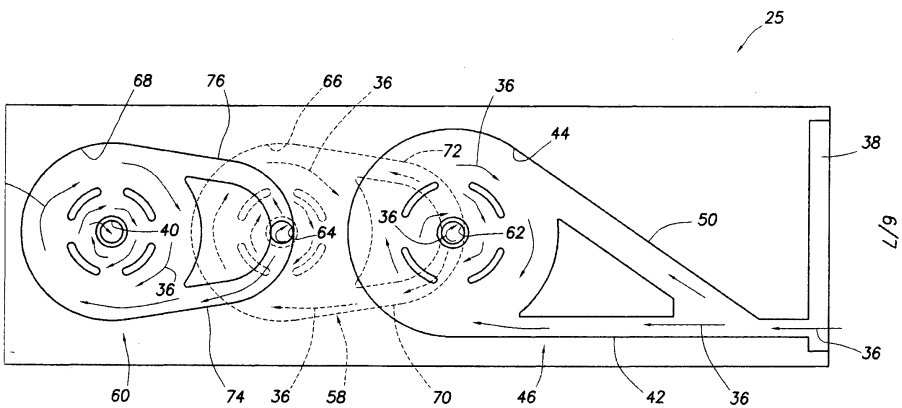


FIG. 6A

Las Figuras 6A & B son vistas transversales esquemáticas de un sistema de resistencia de flujo variable de la Figura 4, representando variaciones en la resistencia a la circulación resultante de los cambios en las características de una composición de fluido.

INGLES
DESCRIPCION.

5

SERIES CONFIGURED VARIABLE FLOW RESTRICTORS FOR USE IN A SUBTERRANEAN WELL

10

TECHNICAL FIELD

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 a series configuration of variable flow restrictors.

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 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.

20 In an injection well, it is typically desirable to evenly 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 beneficial for injection wells.

25 Therefore, it will be appreciated that advancements in the art of controlling 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 other circumstances.

SUMMARY

30 In the disclosure below, a variable flow resistance system is provided which brings improvements to the art of regulating fluid flow in wells. One example is described below in which resistance to flow through a vortex device is dependent on a rotation of a fluid composition as it enters the vortex device. Another example is described, in which multiple vortex devices are connected in series.

35 In one aspect, the disclosure provides to the art a variable flow resistance system for use in a subterranean well. The system can include a vortex device through which a fluid composition flows. A resistance to flow of the fluid composition through the vortex device is dependent on a rotation of the fluid composition at an inlet to the vortex device.

In another aspect, a variable flow resistance system described below can include a first vortex device having an outlet, and a second vortex device which receives a fluid composition from the outlet of the first vortex device. A resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device is dependent on a rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

5 In yet another aspect, a variable flow resistance system can include a first vortex device which causes increased rotation of a fluid composition at an outlet of the first vortex device in response to an increase in a velocity of the fluid composition, and a second vortex device which receives the fluid composition from the outlet of the first vortex device. A resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device is dependent on the rotation of the fluid composition at
10 the outlet of the first vortex device.

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 using the same reference numbers.

15 BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

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

20 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.

FIGS. 3A & B are schematic "unrolled" cross-sectional views of one configuration of the variable flow resistance system, taken along line 3-3 of FIG. 2.

FIG. 4 is a schematic cross-sectional view of another configuration of the variable flow resistance system.

25 FIG. 5 is a schematic cross-sectional of the variable flow resistance system of FIG. 4, taken along line 5-5.

30 FIGS. 6A & B are schematic cross-sectional views the variable flow resistance system of FIG. 4, depicting changes in flow resistance resulting from changes in characteristics of a fluid composition.

DETAILED DESCRIPTION

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

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.

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.

5 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.

10 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 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.

15 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 formation, etc.

20 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 be used in conjunction with a single well screen 24. Any number, arrangement and/or combination of these components may be used.

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

30 It is not necessary for the well screens 24, variable flow resistance systems 25, packers 26 or any other components 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.

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, those principles can be applied to a variety of other examples using the knowledge obtained from this disclosure.

35 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 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.

40

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.), and/or increasing resistance to flow if a fluid viscosity decreases below a selected level (e.g., to thereby restrict flow of an undesired fluid, such as water or gas, in an oil producing well).

As used herein, the term "viscosity" is used to indicate any of the rheological properties including kinematic viscosity, yield strength, viscoplasticity, surface tension, wettability, etc.

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.

If gas is being flowed, it can be difficult to restrict flow of the gas using conventional techniques, which typically involve interposing small diameter passages, orifices, etc. in the gas flow. Unfortunately, these devices can have an increased volumetric flow rate when gas is flowing instead of oil or another fluid, and can result in erosion problems.

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, condensate 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 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 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.

5 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.

10 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 can at least partially extend 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.

15 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
20 orientation or configuration of the system 25 may be used in keeping with the principles of this disclosure.

 Referring additionally now to FIGS. 3A & B, a more detailed cross-sectional view of one example of the system 25 is representatively illustrated. The system 25 is depicted in FIGS. 3A & B as if it is "unrolled" from its circumferentially extending configuration to a generally planar
25 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 inlet 38, the outlet 40, and a flow passage 42 and flow chamber 44 through which the
30 fluid composition 36 flows between the inlet and the outlet, are elements of a vortex device 46 which restricts flow of the fluid composition based on certain characteristics of the fluid composition. Rotational flow of the fluid composition 36 increases in the chamber 44, thereby increasing restriction to flow through the chamber, for example, when a velocity of the fluid composition increases, when a viscosity of the fluid composition decreases and/or when a ratio of desired fluid to undesired fluid in
35 the fluid composition decreases.

 As depicted in FIG. 3A, the chamber 44 is generally cylindrical-shaped, and the flow passage 42 intersects the chamber tangentially, so that fluid entering the chamber via the inlet 48 tends to flow clockwise (as viewed in FIG. 3A) about the outlet 40. A bypass passage 50 intersects the passage 42 downstream of the inlet 38, and the bypass passage also intersects the chamber 44 tangentially.
40 However, fluid entering the chamber 44 through the bypass passage 50 via an inlet 52 tends to flow counterclockwise (as viewed in FIG. 3A) about the outlet 40.

In FIG. 3A, a relatively high velocity and/or low viscosity fluid composition 36 flows through the flow passage 42 from the system inlet 38 to the flow chamber 44. In contrast, a relatively low velocity and/or high viscosity fluid composition 36 flows through the flow passage 42 to the chamber 44 in FIG. 3B.

5 Only a small proportion of the fluid composition 36 flows to the chamber 44 via the bypass passage 50 in FIG. 3A. Thus, a substantial proportion of the fluid composition 36 rotates in the chamber 44, spiraling with increasing rotational velocity toward the outlet 40. Note that the rotation of the fluid composition 36 at the outlet 40 will increase as the velocity of the fluid composition entering the inlet 38 increases, and as a viscosity of the fluid composition decreases.

10 A substantially larger proportion of the fluid composition flows to the chamber 44 via the bypass passage 50 in FIG. 3B. In this example, the flows entering the chamber 44 via the inlets 48, 52 are about equal. These flows effectively "cancel" or counteract each other, so that there is relatively little rotational flow of the fluid composition 36 in the chamber 44.

15 It will be appreciated that the much more circuitous flow path taken by the fluid composition 36 in the example of FIG. 3A consumes more of the fluid composition's energy at the same flow rate and, thus, results in more resistance to flow, as compared to the much more direct flow path taken by the fluid composition in the example of FIG. 3B. If oil is a desired fluid, and water and/or gas are undesired fluids, then it will be appreciated that the variable flow resistance system 25 of FIGS. 3A & B will provide less resistance to flow of the fluid composition 36 when it has an increased ratio of
20 desired to undesired fluid therein, and will provide greater resistance to flow when the fluid composition has a decreased ratio of desired to undesired fluid therein.

25 Since the chamber 44 in this example has a cylindrical shape with a central outlet 40, and the fluid composition 36 (at least in FIG. 3A) spirals about the chamber, increasing in velocity as it nears the outlet, driven by a pressure differential from the inlet 44 to the outlet, the chamber may be referred to as a "vortex" chamber.

30 Circular flow inducing structures 54 are used in the chamber 44 in the configuration of FIGS. 3A & B. The structures 54 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 56 in the structures 54 permit the fluid composition 36 to eventually flow inward to the outlet 40.

35 As discussed above, in FIG. 3A, the vortex device 46 is depicted in a situation in which an increased velocity and/or reduced viscosity of the fluid composition 36 results in a substantial proportion of the fluid composition flowing into the chamber 44 via the inlet 48. The fluid composition 36, thus, spirals about the outlet 40 in the chamber 44, and a resistance to flow through the vortex device 46 increases. A reduced viscosity can be due to a relatively low ratio of desired fluid to undesired fluid in the fluid composition 36.

40 Relatively little of the fluid composition 36 flows into the chamber 44 via the inlet 52 in FIG. 3A, because the flow passage 50 is branched from the flow passage 42 in a manner such that most of the fluid composition remains in the flow passage 42. At relatively high velocities and/or low viscosities, the fluid composition 36 tends to flow past the flow passage 50.

In FIG. 3B, 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 42 and via the passage 50 to the inlet 52. The increased viscosity of the fluid composition 36 may be due to an increased ratio of desired to undesired fluids in the fluid composition.

Since, in FIG. 3B, the flows into the chamber 44 from the two inlets 48, 52 are oppositely directed (or at least the flow of the fluid composition through the inlet 52 opposes the flow through the inlet 48), they counteract each other. Thus, the fluid composition 36 flows more directly to the outlet 40 and a resistance to flow through the vortex device 46 is decreased, and the fluid composition has reduced (or no) rotation at the outlet 40.

Referring additionally now to FIG. 4, another configuration of the variable flow resistance system 25 is representatively illustrated. In this configuration, the vortex device 46 is used in series with two additional vortex devices 58, 60. Although three vortex devices 46, 58, 60 are depicted in FIG. 4, it will be appreciated that any number of vortex devices may be connected in series, in keeping with the principles of this disclosure.

An outlet 62 of the vortex device 46 corresponds to an inlet of the vortex device 58, and an outlet 64 of the vortex device 58 corresponds to an inlet of the vortex device 60. The fluid composition 36 flows from the system 25 inlet 38 to the chamber 44, from the chamber 44 to the vortex device 58 via the outlet/inlet 62, from the outlet/inlet 62 to a vortex chamber 66 of the vortex device 58, from the chamber 66 to the vortex device 60 via the outlet/inlet 64, from the outlet/inlet 64 to a vortex chamber 68 of the vortex device 60, and from the chamber 68 to the outlet 40 of the system 25.

Each of the vortex devices 58, 60 includes two passages 70, 72 and 74, 76, respectively, which function somewhat similar to the passages 42, 50 of the vortex device 46. However, the proportions of the fluid composition 36 which flows through each of the passages 70, 72 and 74, 76 varies based on a rotation of the fluid composition as it enters the respective vortex device 58, 60, as described more fully below.

Referring additionally now to FIG. 5, a cross-sectional view of the variable flow resistance system 25 is representatively illustrated, as viewed along line 5-5 of FIG. 4. In this view, the manner in which the outlet/inlet 62 and outlet/inlet 64 provide fluid communication between the vortex devices 46, 58, 60 can be readily seen.

In FIG. 5, it may also be seen that the vortex devices 46, 58, 60 are "stacked" in a compact manner, alternating orientation back and forth. However, it will be appreciated that the vortex devices 46, 58, 60 could be otherwise arranged, in keeping with the principles of this disclosure.

Referring additionally now to FIGS. 6A & B, the variable flow resistance system 25 of FIGS. 4 & 5 is depicted, with a relatively low viscosity and/or high velocity fluid composition 36 flowing through the system in FIG. 6A, and with a relatively high viscosity and/or low velocity fluid composition flowing through the system in FIG. 6B. These examples demonstrate how the resistance to flow through the system 25 varies based on certain characteristics of the fluid composition 36.

In FIG. 6A, significant spiraling flow of the fluid composition 36 is present in the vortex device 46 (similar to that described above in relation to FIG. 3A). As a result, the fluid composition 36 is rotating significantly when it flows from the chamber 44 to the vortex device 58 via the outlet/inlet 62.

This rotational flow of the fluid composition 36 causes a greater proportion of the fluid composition to flow through the passage 70, as compared to the proportion of the fluid composition which flows through the passage 72. The manner in which the rotating fluid composition 36 impinges on the curved walls of the passages 70, 72 at their intersection with the outlet/inlet 62 causes this difference in the proportions of the fluid composition which flows through each of the passages.

Since a greater proportion of the fluid composition 36 flows into the chamber 66 of the vortex device 58 via the passage 70, the fluid composition rotates within the chamber 66, similar to the manner in which the fluid composition flows spirally through the chamber 44 of the vortex device 46. This spiraling flow of the fluid composition 36 through the chamber 66 generates resistance to flow, with the resistance to flow increasing with increased rotational flow of the fluid composition in the chamber.

The fluid composition 36 rotates as it exits the chamber 66 via the outlet/inlet 64. This rotational flow of the fluid composition 36 causes a greater proportion of the fluid composition to flow through the passage 74, as compared to the proportion of the fluid composition which flows through the passage 76. Similar to that described above for the vortex chamber 58, the manner in which the rotating fluid composition 36 impinges on the curved walls of the passages 74, 76 at their intersection with the outlet/inlet 64 causes this difference in the proportions of the fluid composition which flows through each of the passages.

Since a greater proportion of the fluid composition 36 flows into the chamber 68 of the vortex device 60 via the passage 74, the fluid composition rotates within the chamber 68, similar to the manner in which the fluid composition flows spirally through the chamber 66 of the vortex device 58. This spiraling flow of the fluid composition 36 through the chamber 68 generates resistance to flow, with the resistance to flow increasing with increased rotational flow of the fluid composition in the chamber.

Thus, with the relatively high velocity and/or low viscosity fluid composition 36 in FIG. 6A, rotational flow and resistance to flow is increased in each of the vortex devices 46, 58, 60, so that overall flow resistance is much greater than that which would have been provided by only the single vortex device 46. In addition, the rotational flow through the chambers 66, 68 of the vortex devices 58, 60 is due to the rotational flow of the fluid composition 36 at each of the outlet/inlets 62, 64.

In FIG. 6B, a relatively high viscosity and/or low velocity fluid composition 36 flows through the system 25. Note that rotational flow of the fluid composition 36 in each of the chambers 44, 66, 68 is significantly reduced, and so the resistance to flow of the fluid composition through the chambers is also significantly reduced. Thus, the resistance to flow of the relatively high viscosity and/or low velocity fluid composition 36 is much less in FIG. 6B, as compared to the resistance to flow of the relatively low viscosity and/or high velocity fluid composition in FIG. 6A.

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. 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.

It will be appreciated that the system 25 of FIGS. 4-6B provides significant advancements to the art of controlling flow in a well. The resistance to flow of the fluid composition 36 through the system 25 can be substantially increased by connecting the vortex devices 46, 58, 60 in series, and by resisting flow of the fluid composition in response to its rotation as it passes from one vortex device to the next.

The above disclosure provides to the art a variable flow resistance system 25 for use in a subterranean well. The system 25 can include a vortex device 58 or 60 through which a fluid composition 36 flows. A resistance to flow of the fluid composition 36 through the vortex device 58 or 60 is dependent on a rotation of the fluid composition 36 at an inlet 62 or 64 to the vortex device 58 or 60.

The resistance to flow of the fluid composition 36 through the vortex device 58 or 60 can increase in response to an increased rotation of the fluid composition 36 at the inlet 62 or 64 to the vortex device 58 or 60.

The rotation of the fluid composition 36 at the inlet 62 or 64 can increase in response to a decrease in viscosity of the fluid composition 36.

The rotation of the fluid composition 36 at the inlet 62 or 64 can increase in response to an increase in velocity of the fluid composition 36.

The rotation of the fluid composition 36 at the inlet 62 or 64 can increase in response to a decrease in a ratio of desired to undesired fluid in the fluid composition 36.

An outlet 64 of the vortex device 58 can comprise an inlet 64 of another vortex device 60. The inlet 64 of the vortex device 60 can comprise an outlet 64 of another vortex device 58.

The vortex device 58 can comprise at least first and second passages 70, 72 which receive the fluid composition 36 from an outlet 62 of another vortex device 46. A difference in proportions of the fluid composition 36 which flows through the respective first and second passages 70, 72 is dependent on the rotation of the fluid composition 36 at the outlet 62. The difference in the proportions of the fluid composition 36 which flows through the first and second passages 70, 72 may increase in response to an increase in velocity of the fluid composition 36.

Rotation of the fluid composition 36 in a vortex chamber 66 increases in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition 36 which flows through the first and second passages 70, 72.

The above disclosure also describes a variable flow resistance system 25 which can include a first vortex 46 device having an outlet 62, and a second vortex device 58 which receives a fluid composition 36 from the outlet 62 of the first vortex device 46. A resistance to flow of the fluid composition 36 through the second vortex device 58 can be dependent on a rotation of the fluid composition 36 at the outlet 62 of the first vortex device 46.

The rotation of the fluid composition 36 at the outlet 62 may increase in response to a decrease in viscosity of the fluid composition 36, in response to an increase in velocity of the fluid

composition 36 and/or in response to a decrease in a ratio of desired to undesired fluid in the fluid composition 36.

5 The resistance to flow of the fluid composition 36 through the second vortex device 58 can increase in response to an increase in the rotation of the fluid composition 36 at the outlet 62 of the first vortex device 46.

An outlet 64 of the second vortex device 58 can comprise an inlet 64 of a third vortex device 60.

10 The second vortex device 58 can include at least first and second passages 70, 72 which receive the fluid composition 36 from the outlet 62 of the first vortex device 46. A difference in proportions of the fluid composition 36 which flow through the respective first and second passages 70, 72 is dependent on the rotation of the fluid composition 36 at the outlet 62 of the first vortex device 46.

15 The difference in the proportions of the fluid composition 36 which flows through the first and second passages 70, 72 may increase in response to an increase in velocity of the fluid composition 36.

Rotation of the fluid composition 36 in a vortex chamber 66 of the second vortex device 58 may increase in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition 36 which flows through the first and second passages 70, 72.

20 The above disclosure also describes a variable flow resistance system 25 which can include a first vortex device 46 which causes increased rotation of a fluid composition 36 at an outlet 62 of the first vortex device 46 in response to an increase in a velocity of the fluid composition 36, and a second vortex device 58 which receives the fluid composition 36 from the outlet 62 of the first vortex device 46. A resistance to flow of the fluid composition 36 through the second vortex device 58 may be dependent on the rotation of the fluid composition 36 at the outlet 62 of the first vortex device 46.

25 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 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.

30 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,
35 the spirit and scope of the present invention being limited solely by the appended claims and their equivalents.



WHAT IS CLAIMED IS:

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

5 a vortex device through which a fluid composition flows; and

wherein a resistance to flow of the fluid composition through the vortex device is dependent on a rotation of the fluid composition at an inlet to the vortex device.

2. The system of claim 1, wherein the resistance to flow of the fluid composition through
10 the vortex device increases in response to an increased rotation of the fluid composition at the inlet to the vortex device.

3. The system of claim 1, wherein the rotation of the fluid composition at the inlet
15 increases in response to a decrease in viscosity of the fluid composition.

4. The system of claim 1, wherein the rotation of the fluid composition at the inlet
increases in response to an increase in velocity of the fluid composition.

5. The system of claim 1, wherein the rotation of the fluid composition at the inlet
20 increases in response to a decrease in a ratio of desired to undesired fluid in the fluid composition.

6. The system of claim 1, wherein an outlet of the vortex device comprises an inlet of
another vortex device.

7. The system of claim 1, wherein the inlet of the vortex device comprises an outlet of
25 another vortex device.

8. The system of claim 1, wherein the vortex device comprises at least first and second
passages which receive the fluid composition from an outlet of another vortex device, and wherein a
30 difference in proportions of the fluid composition which flows through the respective first and second
passages is dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet.

9. The system of claim 8, wherein the difference in the proportions of the fluid
composition which flows through the first and second passages increases in response to an increase
35 in velocity of the fluid composition.

10. The system of claim 8, wherein rotation of the fluid composition in a vortex chamber increases in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages.

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

a first vortex device having an outlet; and

a second vortex device which receives a fluid composition from the outlet of the first vortex device, a resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device being
10 dependent on a rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

12. The system of claim 11, wherein the rotation of the fluid composition at the outlet increases in response to a decrease in viscosity of the fluid composition.

15 13. The system of claim 11, wherein the rotation of the fluid composition at the outlet increases in response to an increase in velocity of the fluid composition.

14. The system of claim 11, wherein the rotation of the fluid composition at the outlet increases in response to a decrease in a ratio of desired to undesired fluid in the fluid composition.

20 15. The system of claim 11, wherein the resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device increases in response to an increase in the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

25 16. The system of claim 11, wherein an outlet of the second vortex device comprises an inlet of a third vortex device.

30 17. The system of claim 11, wherein the second vortex device comprises at least first and second passages which receive the fluid composition from the outlet of the first vortex device, and wherein a difference in proportions of the fluid composition which flows through the respective first and second passages is dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

35 18. The system of claim 17, wherein the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages increases in response to an increase in velocity of the fluid composition.

19. The system of claim 17, wherein rotation of the fluid composition in a vortex chamber of the second vortex device increases in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages.

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

a first vortex device which causes increased rotation of a fluid composition at an outlet of the first vortex device in response to an increase in a velocity of the fluid composition; and

10 a second vortex device which receives the fluid composition from the outlet of the first vortex device, a resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device being dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

15 21. The system of claim 20, wherein the resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device increases in response to an increase in the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

22. The system of claim 20, wherein an outlet of the second vortex device comprises an inlet of a third vortex device.

20 23. The system of claim 20, wherein the second vortex device comprises at least first and second passages which receive the fluid composition from the outlet of the first vortex device, and wherein a difference in proportions of the fluid composition which flows through the respective first and second passages is dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

25 24. The system of claim 23, wherein the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages increases in response to the increase in the velocity of the fluid composition.

30 25. The system of claim 23, wherein rotation of the fluid composition in a vortex chamber of the second vortex device increases in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages.

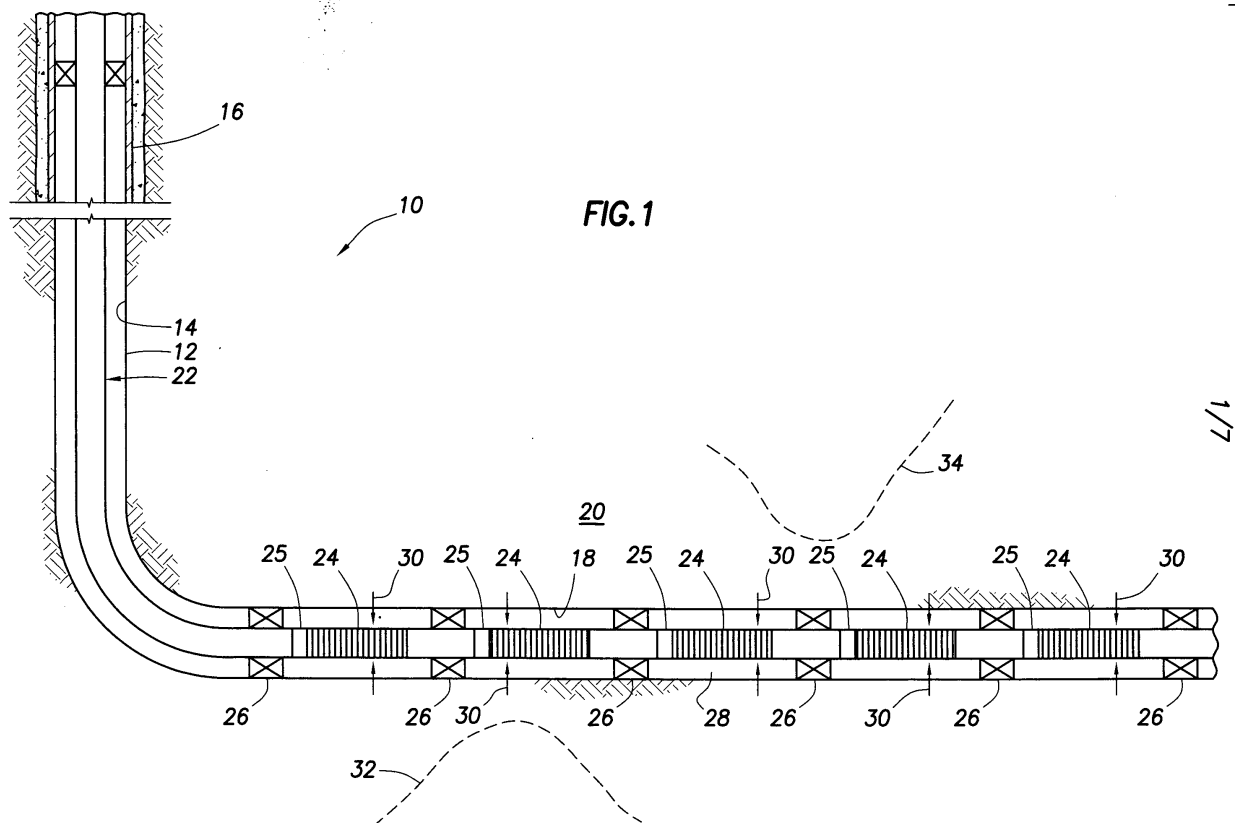
INGLES
RESUMEN

3



ABSTRACT

A variable flow resistance system can include a vortex device, with resistance to flow of a fluid composition through the vortex device being dependent on a rotation of the fluid composition at an inlet to the vortex device. Another system can include a second vortex device which receives a fluid composition from an outlet of a first vortex device, a resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device being dependent on a rotation of the fluid composition at the outlet. Another system can include a first vortex device which causes increased rotation of a fluid composition at an outlet thereof in response to an increase the fluid composition velocity, and a second vortex device which receives the fluid composition from the outlet, a flow resistance through the second vortex device being dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet.



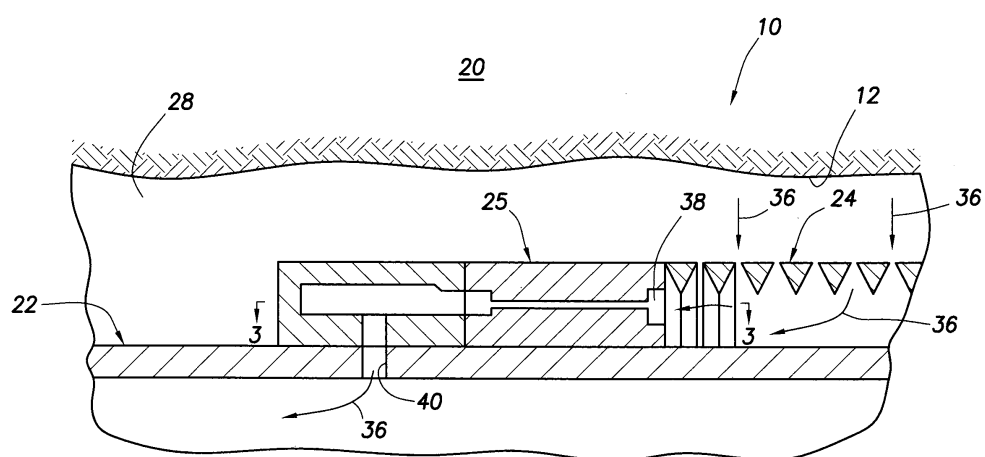


FIG.2

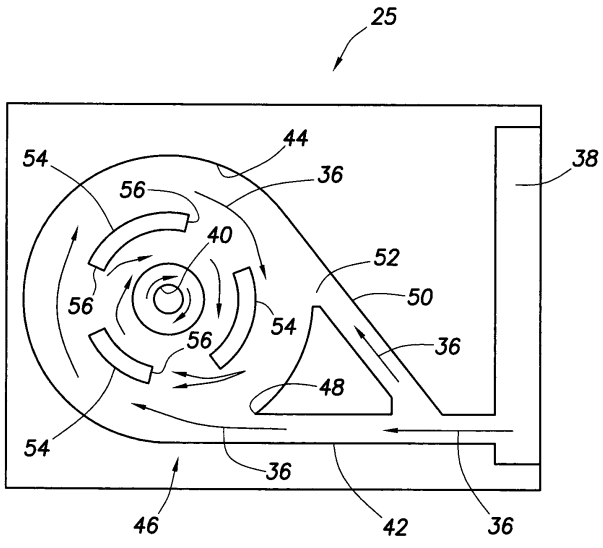


FIG. 3A

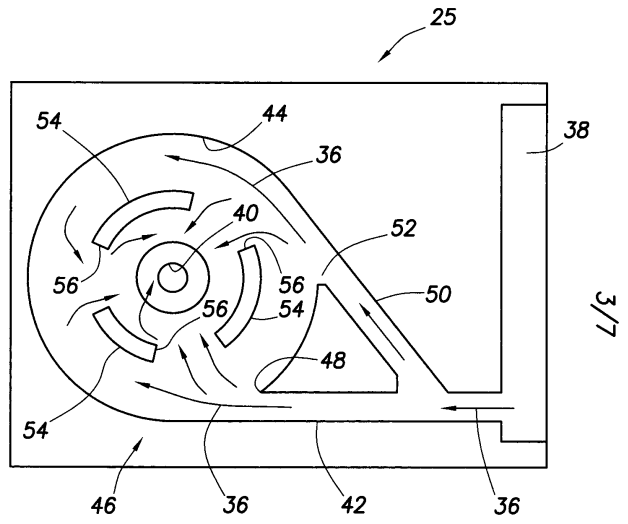


FIG. 3B

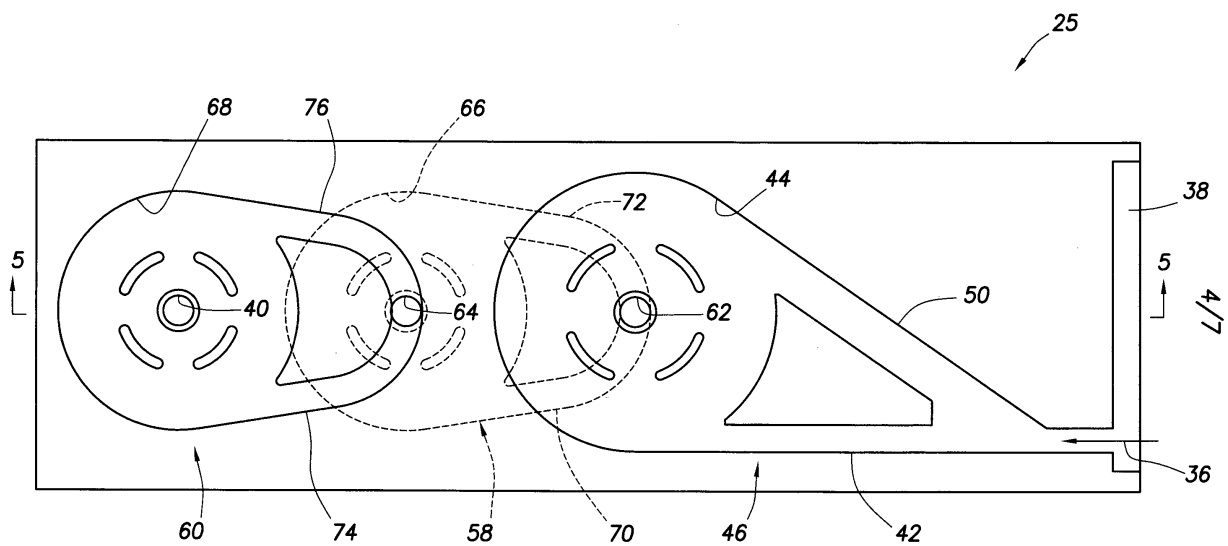


FIG. 4

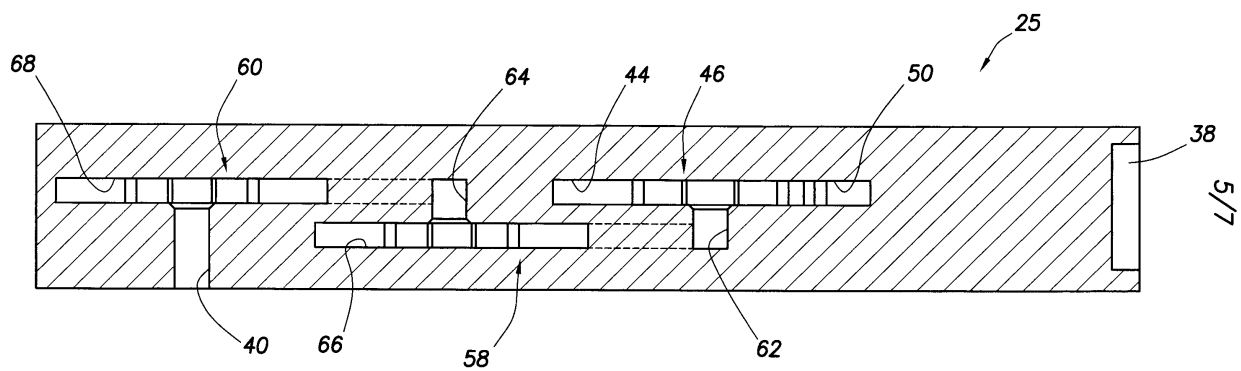


FIG.5

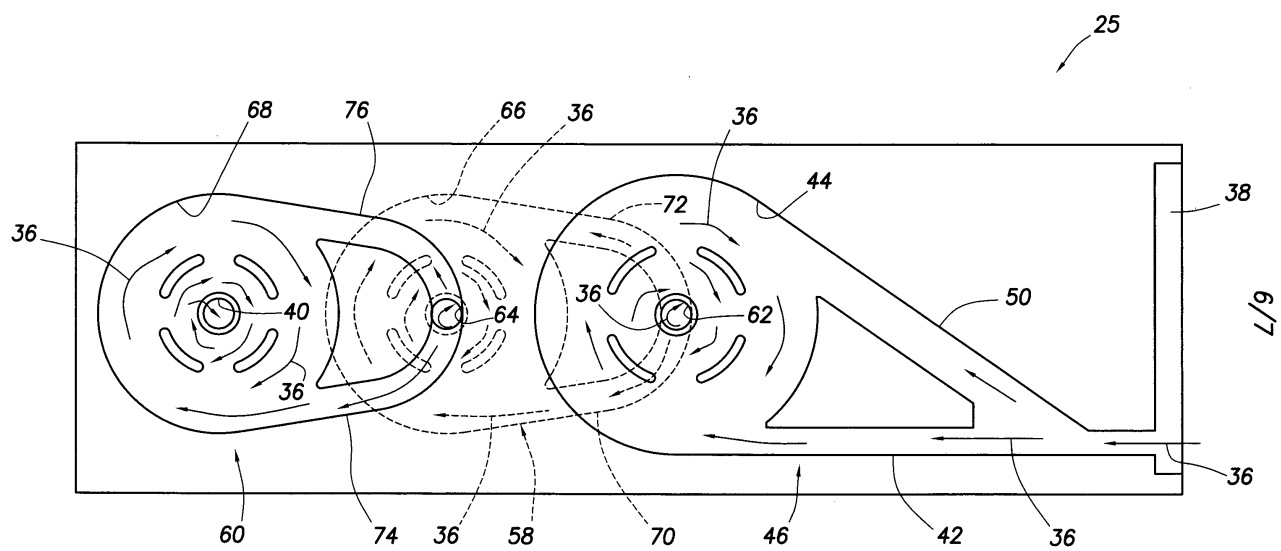


FIG. 6A

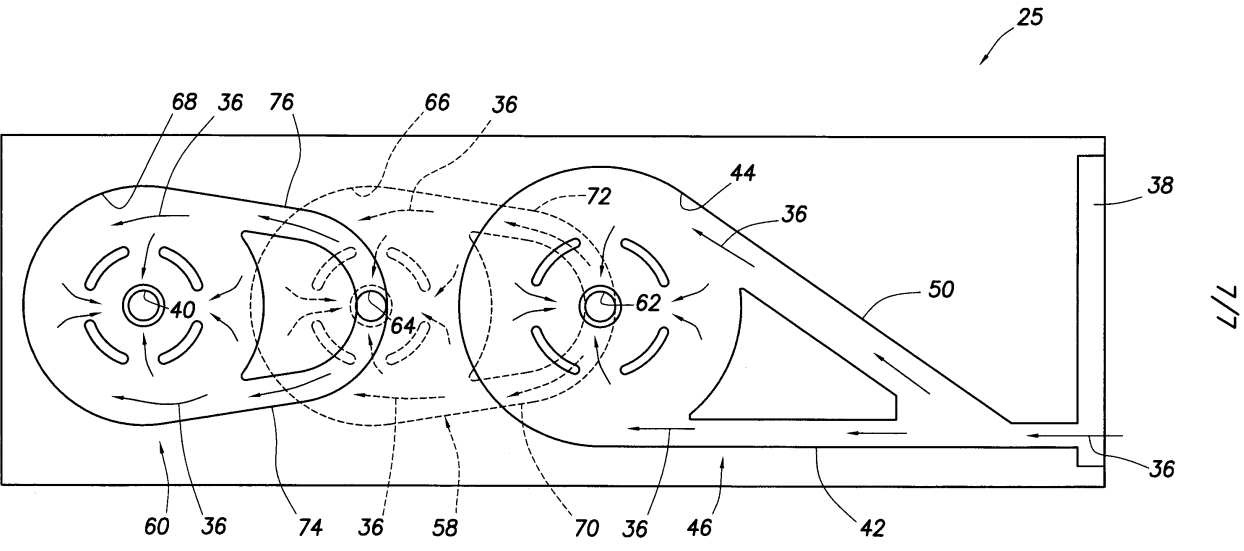


FIG. 6B

IN THE WIPO INTERNATIONAL BUREAU

In re International Application of: HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.
Application No.: PCT/US11/48986
International Filing Date: 24 August 2011
Entitled: SERIES CONFIGURED VARIABLE FLOW RESTRICTORS FOR USE IN A SUBTRERRANEAN WELL

ARTICLE 19 AMENDMENT

International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

IN THE CLAIMS:

Add new claims 26-43, as follows:

26. (New) A variable flow resistance system for installation in a wellbore in a subterranean zone, comprising:
a first vortex device comprising:
a first interior surface that defines a first interior chamber,
a first inlet into the first interior chamber, and
a first outlet from the first interior chamber, the first interior surface is operable to direct fluid to rotate in a rotational direction through the first outlet; and
a second vortex device comprising:
a second interior surface that defines a second interior chamber in fluid communication with the first outlet,

the second interior surface is operable to direct fluid to rotate in the rotational direction in response to receiving the fluid rotating in the rotational direction through the first outlet.

27. (New) The system of claim 26, wherein the second vortex device includes a second inlet which is operable to receive the fluid directly from the first outlet, and the second interior chamber comprises:

- a cylindroidal chamber;
- a first flow passage from the second inlet to the cylindroidal chamber; and
- a second flow passage from the second inlet to the cylindroidal chamber.

28. (New) The system of claim 27, wherein the second interior surface is operable to direct a majority of the fluid to the first flow passage in response to receiving the fluid rotating in the rotational direction through the second inlet.

29. (New) The system of claim 26, wherein the first interior surface is operable to direct fluid to rotate in the rotational direction about the first outlet, and the second interior surface is operable to direct fluid to rotate in the rotational direction about a second outlet.

30. (New) The system of claim 29, wherein the first outlet is parallel to the second outlet.

31. (New) The system of claim 29, wherein the system comprises a section of a tubular string.

32. (New) The system of claim 26, wherein the first vortex device and the second vortex device are in fluid communication between an interior and an exterior of the system.

33. (New) The system of claim 32, wherein the first vortex device and the second vortex device are in fluid communication between the interior and the exterior to communicate production fluid from the exterior of the system to the interior of the system.

34. (New) The system of claim 33, wherein the system comprises a section of a production tubing string.

35. (New) The system of claim 32, wherein the first and second vortex devices are in fluid communication between the interior and the exterior to communicate injection fluid from the interior of the system to the exterior of the system.

36. (New) The system of claim 26, wherein the first interior surface includes a first side perimeter surface and first opposing end surfaces, a greatest distance between the first opposing end surfaces is smaller than a largest dimension of the first opposing end surfaces, and wherein the first side perimeter surface is operable to direct flow from the first inlet to rotate about the first outlet.

37. (New) The system of claim 36, wherein the second inlet is operable to receive the fluid directly from the first outlet, the second interior surface includes a second side

perimeter surface and second opposing end surfaces, a greatest distance between the second opposing end surfaces is smaller than a largest dimension of the second opposing end surfaces, and the second side perimeter surface is operable to direct flow from the second inlet to rotate about a second outlet.

38. (New) A method of controlling flow in a wellbore in a subterranean zone, comprising:

communicating fluid through a first vortex device and a second vortex device in a flow path between an interior and an exterior of a variable flow resistance system in the subterranean zone, communicating the fluid through the first vortex device and the second vortex device causes the fluid to rotate within the first vortex device in a rotational direction and to rotate within the second vortex device in the rotational direction.

39. (New) The method of claim 38, wherein the fluid comprises a production fluid.

40. (New) The method of claim 38, wherein the fluid comprises an injection fluid.

41. (New) The method of claim 38, wherein communicating the fluid through the first vortex device and the second vortex device controls a resistance to a flow of the fluid between the interior and the exterior based on a characteristic of the flow.

42. (New) The method of claim 41, wherein the characteristic comprises at least one of viscosity, velocity, and density.

43. (New) The method of claim 41, wherein a resistance to flow through the second vortex device is based at least in part on a characteristic of inflow received by the second vortex device from the first vortex device.

REMARKS

Claims 1-25 were originally presented for consideration in this application. Claims 26-43 have been added. Therefore, Claims 1-43 are now pending in the application.

The amendment is effected in the form of replacement sheets 26A-26E attached hereto. These replacement sheets replace sheet 26 of the claims. Also attached is a Letter as required by Section 205.

Respectfully submitted,

SMITH IP SERVICES, P.C.



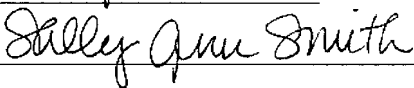
Marlin R. Smith
Attorney for Applicant

Dated: 27 April 2012

P.O. Box 997
Rockwall, Texas 75087
UNITED STATES OF AMERICA
(972) 516-0030

I hereby certify that this correspondence and the documents
referred to as attached thereto are being faxed to the International
Bureau of WIPO at 41223388270

on 27 April 2012



IN THE WIPO INTERNATIONAL BUREAU

In re International Application of: HALLIBURTON ENERGY
SERVICES, INC.

Application No.: PCT/US11/48986

International Filing Date: 24 August 2011

Entitled: SERIES CONFIGURED VARIABLE
FLOW RESTRICTORS FOR USE IN
A SUBTRERRANEAN WELL

SECTION 205 LETTER

International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

By the accompanying Article 19 Amendment, and the attached replacement sheets 21-26A-E, the following changes have been made to the Claims in the above-identified international application:

Claims 1-25 are unchanged from claims 1-25 in the international application.

Claims 26-43 are added.

1. Basis for the amendment: Claims 26-30 are new, the indication is in the text beginning on page 14, line 24 and ending on page 17, line 3 of the description, and FIGS. 5, 6A, and 6B.
2. Basis for the amendment: Claim 31 is new, the indication is in the paragraph beginning on page 4, line 13 of the description.
3. Basis for the amendment: Claims 32-33 are new, the indication is in the text beginning on page 14, line 24 and ending on page 17, line 3 of the description, and FIGS. 5, 6A, and 6B.

4. Basis for the amendment: Claim 34 is new, the indication is in the paragraph beginning on page 4, lines 13-14 of the description.

5. Basis for the amendment: Claim 35 is new, the indication is in the paragraph beginning on page 6, line 9 of the description.

6. Basis for the amendment: Claims 36-38 are new, the indication is in the text beginning on page 14, line 24 and ending on page 17, line 3 of the description, and FIGS. 5, 6A, and 6B.

7. Basis for the amendment: Claim 39-40 are new, the indication is in the paragraph beginning on page 6, line 9 of the description.

8. Basis for the amendment: Claims 41-43 are new, the indication is in the text beginning on page 14, line 24 and ending on page 17, line 3 of the description, and FIGS. 5, 6A, and 6B.

Respectfully submitted,
SMITH IP SERVICES, P.C.



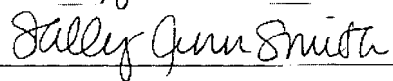
Marlin R. Smith
Attorney for Applicant

Dated: 27 April 2012

P.O. Box 997
Rockwall, Texas 75087
UNITED STATES OF AMERICA
(972) 516-0030

I hereby certify that this correspondence and the documents referred to as
attached thereto are being faxed to the International Bureau of WIPO at
41223388270

on 27 April 2012



REPLACEMENT SHEET

21

WHAT IS CLAIMED IS:

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

5 a vortex device through which a fluid composition flows; and

wherein a resistance to flow of the fluid composition through the vortex device is dependent on a rotation of the fluid composition at an inlet to the vortex device.

10

2. The system of claim 1, wherein the resistance to flow of the fluid composition through the vortex device increases in response to an increased rotation of the fluid composition at the inlet to the vortex device.

15

3. The system of claim 1, wherein the rotation of the fluid composition at the inlet increases in response to a decrease in viscosity of the fluid composition.

20 4. The system of claim 1, wherein the rotation of the fluid composition at the inlet increases in response to an increase in velocity of the fluid composition.

5. The system of claim 1, wherein the rotation of
25 the fluid composition at the inlet increases in response to a decrease in a ratio of desired to undesired fluid in the fluid composition.

REPLACEMENT SHEET

22

6. The system of claim 1, wherein an outlet of the vortex device comprises an inlet of another vortex device.

7. The system of claim 1, wherein the inlet of the
5 vortex device comprises an outlet of another vortex device.

8. The system of claim 1, wherein the vortex device comprises at least first and second passages which receive the fluid composition from an outlet of another vortex
10 device, and wherein a difference in proportions of the fluid composition which flows through the respective first and second passages is dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet.

15 9. The system of claim 8, wherein the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages increases in response to an increase in velocity of the fluid composition.

20 10. The system of claim 8, wherein rotation of the fluid composition in a vortex chamber increases in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages.

25

REPLACEMENT SHEET

23

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

a first vortex device having an outlet; and

a second vortex device which receives a fluid
5 composition from the outlet of the first vortex device, a resistance to flow of the fluid composition through the second vortex device being dependent on a rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

10 12. The system of claim 11, wherein the rotation of the fluid composition at the outlet increases in response to a decrease in viscosity of the fluid composition.

13. The system of claim 11, wherein the rotation of
15 the fluid composition at the outlet increases in response to an increase in velocity of the fluid composition.

14. The system of claim 11, wherein the rotation of the fluid composition at the outlet increases in response
20 to a decrease in a ratio of desired to undesired fluid in the fluid composition.

15. The system of claim 11, wherein the resistance to flow of the fluid composition through the second vortex
25 device increases in response to an increase in the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

REPLACEMENT SHEET

24

16. The system of claim 11, wherein an outlet of the second vortex device comprises an inlet of a third vortex device.

5 17. The system of claim 11, wherein the second vortex device comprises at least first and second passages which receive the fluid composition from the outlet of the first vortex device, and wherein a difference in proportions of the fluid composition which flows through
10 the respective first and second passages is dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

18. The system of claim 17, wherein the difference
15 in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages increases in response to an increase in velocity of the fluid composition.

19. The system of claim 17, wherein rotation of the
20 fluid composition in a vortex chamber of the second vortex device increases in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages.

25

REPLACEMENT SHEET

25

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

a first vortex device which causes increased rotation of a fluid composition at an outlet of the first vortex
5 device in response to an increase in a velocity of the fluid composition; and

a second vortex device which receives the fluid composition from the outlet of the first vortex device, a resistance to flow of the fluid composition through the
10 second vortex device being dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

21. The system of claim 20, wherein the resistance to flow of the fluid composition through the second vortex
15 device increases in response to an increase in the rotation of the fluid composition at the outlet of the first vortex device.

22. The system of claim 20, wherein an outlet of the
20 second vortex device comprises an inlet of a third vortex device.

23. The system of claim 20, wherein the second vortex device comprises at least first and second passages
25 which receive the fluid composition from the outlet of the first vortex device, and wherein a difference in proportions of the fluid composition which flows through the respective first and second passages is dependent on the rotation of the fluid composition at the outlet of the
30 first vortex device.

REPLACEMENT SHEET
26A

24. The system of claim 23, wherein the difference in the proportions of the fluid composition which flows through the first and second passages increases in response to the increase in the velocity of the fluid composition.

5

25. The system of claim 23, wherein rotation of the fluid composition in a vortex chamber of the second vortex device increases in response to an increase in the difference in the proportions of the fluid composition
10 which flows through the first and second passages.

26. A variable flow resistance system for installation in a wellbore in a subterranean zone, comprising:

15 a first vortex device comprising:

a first interior surface that defines a first interior chamber,

a first inlet into the first interior chamber, and

a first outlet from the first interior chamber, the
20 first interior surface is operable to direct fluid to rotate in a rotational direction through the first outlet; and

a second vortex device comprising:

a second interior surface that defines a second
25 interior chamber in fluid communication with the first outlet, the second interior surface is operable to direct fluid to rotate in the rotational direction in response to receiving the fluid rotating in the rotational direction through the first outlet.

REPLACEMENT SHEET
26B

27. The system of claim 26, wherein the second vortex device includes a second inlet which is operable to receive the fluid directly from the first outlet, and the second interior chamber comprises:

5 a cylindroidal chamber;

a first flow passage from the second inlet to the cylindroidal chamber; and

a second flow passage from the second inlet to the cylindroidal chamber.

10

28. The system of claim 27, wherein the second interior surface is operable to direct a majority of the fluid to the first flow passage in response to receiving the fluid rotating in the rotational direction through the
15 second inlet.

29. The system of claim 26, wherein the first interior surface is operable to direct fluid to rotate in the rotational direction about the first outlet, and the
20 second interior surface is operable to direct fluid to rotate in the rotational direction about a second outlet.

30. The system of claim 29, wherein the first outlet is parallel to the second outlet.

25

REPLACEMENT SHEET

26C

31. The system of claim 29, wherein the system comprises a section of a tubular string.

32. The system of claim 26, wherein the first vortex
5 device and the second vortex device are in fluid communication between an interior and an exterior of the system.

33. The system of claim 32, wherein the first vortex
10 device and the second vortex device are in fluid communication between the interior and the exterior to communicate production fluid from the exterior of the system to the interior of the system.

15 34. The system of claim 33, wherein the system comprises a section of a production tubing string.

35. The system of claim 32, wherein the first and second vortex devices are in fluid communication between
20 the interior and the exterior to communicate injection fluid from the interior of the system to the exterior of the system.

REPLACEMENT SHEET
26D

36. The system of claim 26, wherein the first interior surface includes a first side perimeter surface and first opposing end surfaces, a greatest distance between the first opposing end surfaces is smaller than a
5 largest dimension of the first opposing end surfaces, and wherein the first side perimeter surface is operable to direct flow from the first inlet to rotate about the first outlet.

10 37. The system of claim 36, wherein the second inlet is operable to receive the fluid directly from the first outlet, the second interior surface includes a second side perimeter surface and second opposing end surfaces, a
15 greatest distance between the second opposing end surfaces is smaller than a largest dimension of the second opposing end surfaces, and the second side perimeter surface is operable to direct flow from the second inlet to rotate about a second outlet.

20 38. A method of controlling flow in a wellbore in a subterranean zone, comprising:

communicating fluid through a first vortex device and a second vortex device in a flow path between an interior and an exterior of a variable flow resistance system in the
25 subterranean zone, communicating the fluid through the first vortex device and the second vortex device causes the fluid to rotate within the first vortex device in a rotational direction and to rotate within the second vortex device in the rotational direction.

30

107

REPLACEMENT SHEET
26E

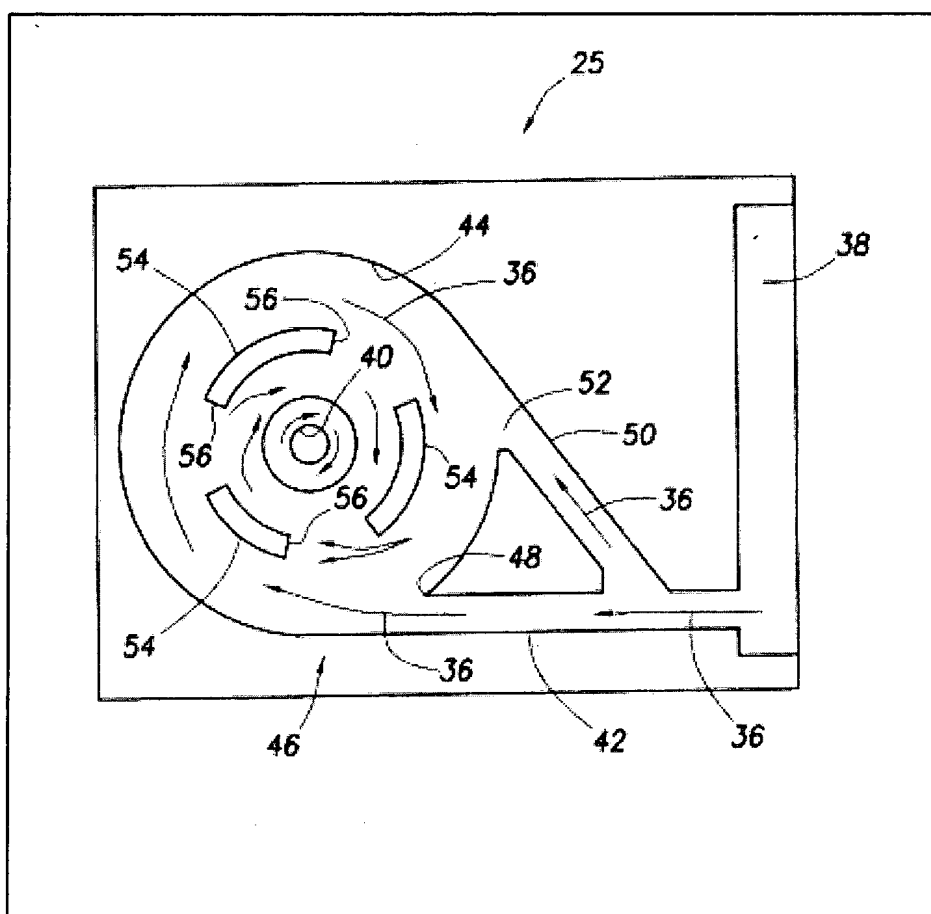
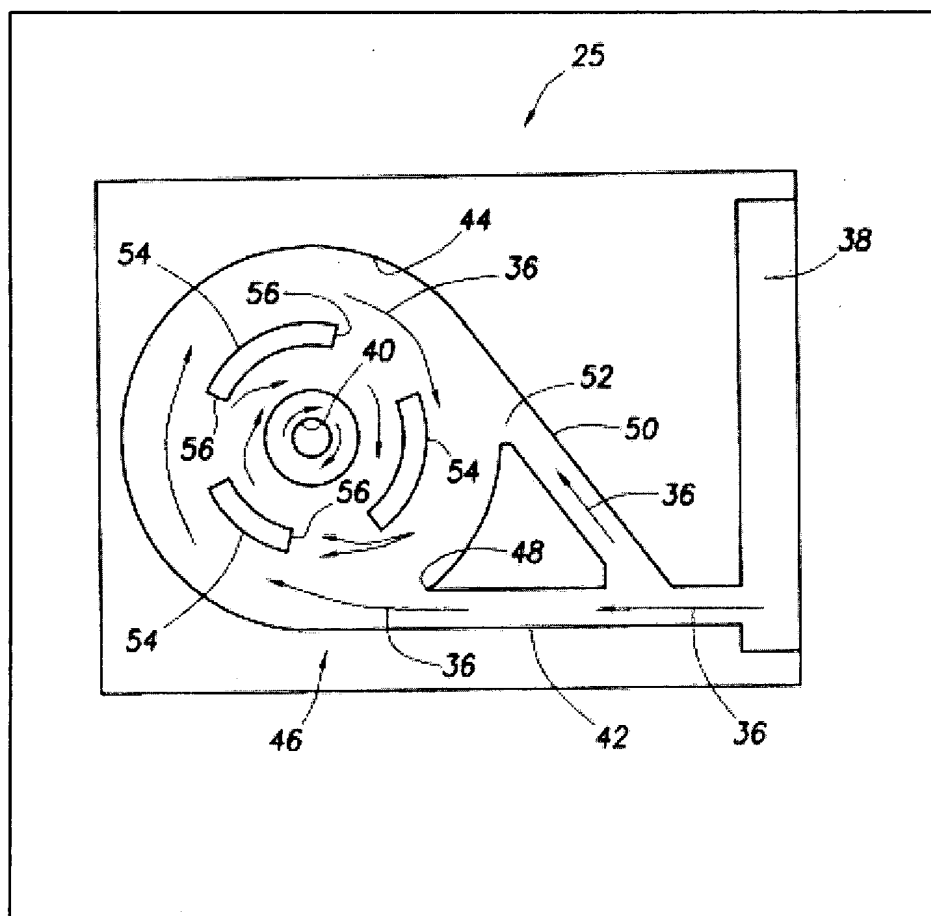
39. The method of claim 38, wherein the fluid comprises a production fluid.

40. The method of claim 38, wherein the fluid
5 comprises an injection fluid.

41. The method of claim 38, wherein communicating the fluid through the first vortex device and the second vortex device controls a resistance to a flow of the fluid
10 between the interior and the exterior based on a characteristic of the flow.

42. The method of claim 41, wherein the characteristic comprises at least one of viscosity,
15 velocity, and density.

43. The method of claim 41, wherein a resistance to flow through the second vortex device is based at least in part on a characteristic of inflow received by the second
20 vortex device from the first vortex device.



PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐	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 ☐

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-091654-00000-0000

Fecha: 2013-04-09 13:06:20 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 103

PI02-F08 (2009-11-18)