

PCT



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYI Eve: 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE N°

11-2499

54. TÍTULO SISTEMA Y MÉTODO PARA LA CAPTURA DE CALOR GEOTÉRMICO DESDE EL INTERIOR DE UN POZO PERFORADO PARA GENERAR ELECTRICIDAD.

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL F24J 3/08

71. SOLICITANTE PARRELLA, MICHAEL, J.

DOMICILIO Weston, Connecticut, Estados Unidos de América.

74. APODERADO DILIA MARIA RODRIGUEZ D'ALEMAN

22. BOGOTÁ, D.C.

Bd.
13-01-2011



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

**FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL**

1

SOLICITUD DE:



Patente de Invención



Patente de Modelo de Utilidad



Capítulo I.



Capítulo II.

2

**SOLICITANTE
(71)**

Nombre: PARRELLA, MICHAEL, J.
Dirección: 40 Kellogg Hill Road, Weston,
Connecticut 06883, Estados Unidos de América.
Nacionalidad o domicilio: Weston,
Connecticut, Estados Unidos de América
Lugar de Constitución: Connecticut,
Estados Unidos de América.
Teléfono: **Fax:**
E-mail

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐

NIT ☐

C.E. ☐

Otro ☐

Número

3

**REPRESENTANTE
O APODERADO
(74)**

Nombre: DILIA MARÍA RODRÍGUEZ
D'ALEMAN
Dirección: Carrera 11 No. 86-53, piso 6
Teléfono: 6 181088 **Fax:** 6350824
E-mail: clarkemodet@clarkemodet.com.co

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒

NIT ☐

C.E. ☐

Otro ☐

Número 41.654.882
TP 20824 CSJ

4

**INVENTOR (ES)
(72)**

Nombre: PARRELLA, Michael, J.
Dirección: 40 Kellogg Hill Road, Weston, Connecticut 06883, Estados Unidos de América.
Nacionalidad o domicilio: Estadounidense.

5 **PCT (86)**

Solicitud Internacional No. PCT/US2009/003592 Fecha 15 de junio de 2009

Publicación Internacional No. WO 2009/151649 A2 Fecha 17 de diciembre de 2009

6 **TÍTULO (54)** SISTEMA Y MÉTODO PARA LA CAPTURA DE CALOR GEOTÉRMICO DESDE EL INTERIOR DE UN POZO PERFORADO PARA GENERAR ELECTRICIDAD.

7 **Clasificación Internacional (51)** F24J 3/08

8 **Prioridad**

SI ☒ NO ☐

(33) País de Origen

Estados Unidos de América

(32) Fecha

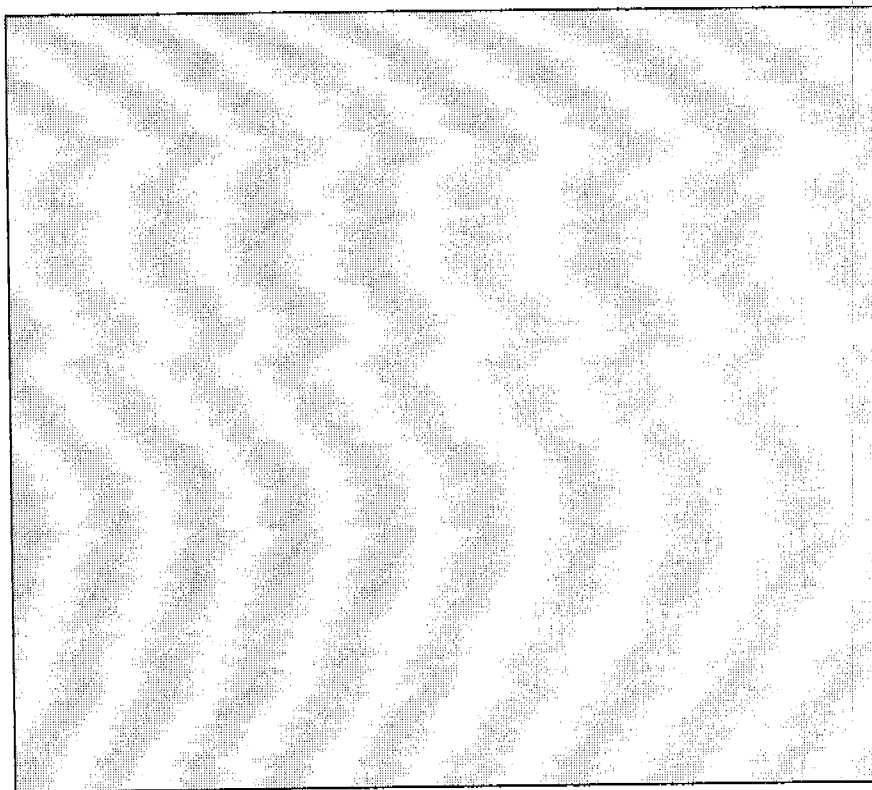
13 de junio de 2008

(31) Número de Solicitud

61/131.967

9 **Comprobante de pago No.** 10-93.721// 10-101.102// 10-111.345// 10-111.346// 11-900// 10-101.001//
10-111.243// 10-111.244//10-101.076//10-111.324 **Fecha** 03/11/2010//29/11/2010//27/05/01/2011

- ☐ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica
- ☐ Poderes si fuere el caso
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☐ Declaraciones
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA
- ☐ De ser el caso copia de contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- ☐ Arte final 12 X 12 .
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional
- ☐ Otros

11 FIGURA CARACTERÍSTICA**12 Solicito la concesión de la patente****NOMBRE :** DILIA MARÍA RODRÍGUEZ D'ALEMAN**FIRMA:**

C.C. 41.654.882

T.P. 20824

BOP

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 93,721
FECHA : NOVIEMBRE 3 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499- -00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYI Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754397	353217222	03/11/2010	95,427,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		*** S.DISTINTIVO CAMBIO TITULARIDAD-	350,000.00
		TOTAL :	350,000.00

SON: TRESCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

2

P-2803

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800174089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 101,102
FECHA : NOVIEMBRE 29 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499- -00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	353180914	26/11/2010	85,235,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
		99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	200,000.00
		TOTAL :	\$ 200,000.00

SON: DOSCIENTOS MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

3

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800174089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 111,345
FECHA : DICIEMBRE 27 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499- -00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Fojos: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411713905	27/12/2010	21,136,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
		99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	10,000.00
		TOTAL :	10,000.00

SON: DIEZ MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE DATA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

✓

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 111,346
FECHA : DICIEMBRE 27 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411713805	27/12/2010	21,130,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
		99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	10,000.00
		TOTAL :	\$ 10,000.00

SON: DIEZ MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

5

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

UIT - 00017/009-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 11 - 900
FECHA : ENERO 5 DE 2011

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eva: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

PARTE CONSIGNACION YANNO

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VAL. PAGO
CLARKE MODET	RECIBO DE CAJA			104054	09/12/2010	76,500.00

ANEXO C O M D E P Y O YANNO

CANT. REENTRISTADO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50009-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	2,000.00
	TOTAL :	2,000.00

SON: DOS MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

6

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 101,001
FECHA : NOVIEMBRE 29 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	353180914	26/11/2010	85,235,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	3 PROC. REGISTRO DE MARCAS Y LEMAS	706,000.00
	TOTAL :	706,000.00

SON: SETECIENTOS SEIS MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No.

P-2803

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 111,243
FECHA : DICIEMBRE 27 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411713805	27/12/2010	21,130,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		3 PROC. REGISTRO DE MARCAS Y LEHAS	706,000.00
		TOTAL :	\$ 706,000.00

SON: SETECIENTOS SEIS MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

8

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

MIT : 803174089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 111,244
FECHA : DICIEMBRE 27 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411713905	27/12/2010	21,136,000.00

***** C O N C E P T O *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
3		PROC. REGISTRO DE MARCAS Y LEÑAS	705,000.00
		TOTAL :	\$ 705,000.00

SOM: SETECIENTOS SEIS MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

9

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 101,076
FECHA : NOVIEMBRE 27 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499- -00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CLARKE MIDEI	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	353180914	26/11/2010	85,235,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I *** TASA ANUAL AÑOS 4 a 8 PARA MANTEN	292,000.00

TOTAL : \$ 292,000.00

SON: DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

10

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 111,324
FECHA : DICIEMBRE 27 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-002499- -00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 74

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CLARKE MODET	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	411713805	27/12/2010	21,130,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
		99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	20,000.00
		TOTAL :	\$ 20,000.00

SON: VEINTE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No.

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

RESUMEN

Un sistema de estado sólido de ciclo cerrado genera electricidad a partir del calor geotérmico de un pozo por medio del flujo de calor, son necesidad de grandes cantidades de agua para transportar calor desde el suelo. La presente invención contempla los usos para los pozos de petróleo o gas agotados y pozos recientemente perforados para generar electricidad en un método amigable con el medio ambiente. El calor geotérmico es transportado desde la Tierra a un elemento intercambiador de calor para calentar el contenido de tuberías. Las tuberías son aisladas entre el fondo del pozo y la superficie para minimizar la disipación de calor a medida que el contenido de las tuberías viaja a la superficie.

12

DESCRIPCIÓN

TÍTULO DE LA INVENCION

Sistema y método para la captura de calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado para generar electricidad.

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica prioridad de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos No. 61/131,967, presentada el 13 de junio de 2008, cuyo contenido es incorporado acá en su totalidad.

DECLARACIÓN CON RELACIÓN A LA INVESTIGACIÓN O DESARROLLO PATROCINADO FEDERALMENTE

No aplicable.

REFERENCIA A LISTADO DE SECUENCIAS, UNA TABLA, O UN APÉNDICE DE DISCO COMPACTO DE LISTADO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR

No aplicable.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona generalmente con el campo de la conversión de energía geotérmica en electricidad. Más específicamente, la

presenten invención se relaciona con la captura del calor geotérmico desde la profundidad de un pozo perforado y traer este calor geotérmico a la superficie de la Tierra para generar electricidad en un proceso amigable con el medio ambiente.

Los pozos que han sido perforados para la exploración de petróleo y gas que están agotadas, o que nunca han producido petróleo o gas, usualmente permanecen abandonados y/o inutilizados y pueden eventualmente ser llenados. Dichos pozos fueron creados a un costo grande y crean un problema ambiental cuando ya no son más necesitados para su uso inicial.

Los pozos también pueden ser perforados específicamente para producir calor. Dado que existen métodos y sistemas conocidos de calor geotérmico/eléctrico para utilizar la energía/calor geotérmica de la profundidad dentro de un pozo (con el fin de producir un fluido (líquido o gas) calentado y generar electricidad a partir del mismo), estos métodos tienen inconvenientes ambientales significantes y son usualmente ineficientes en los pozos de petróleo y gas debido a la profundidad de dichos pozos.

Más específicamente, los sistemas de bombeo de calor geotérmico (GHP) y los sistemas geotérmicos mejorados (EGS) son sistemas bien conocidos en el arte previo para la recuperación de energía a partir de la Tierra. En los sistemas GHP, el calor geotérmico de la Tierra es utilizado para calentar un fluido, tal como agua, el cual es luego usado para calentar y enfriar. El fluido, usualmente agua, es actualmente calentado a un punto donde éste se convierte en vapor en un proceso llamado conversión de vapor rápida, el cual es luego utilizado para generar

electricidad. Estos sistemas utilizan reservas de agua existentes o hechos por el hombre para transportar el calor desde la profundidad del pozo hacia la superficie. El agua utilizada para estos sistemas es extremadamente dañina para el medio ambiente, dado que se encuentra llena de minerales, es cáustica y puede contaminar los acuíferos de agua. Estas implementaciones de profundidad de pozo requieren que exista una reserva de salmuera o que se construya una reserva por medio de la inyección de altas cantidades de agua en un pozo de inyección, requiriendo efectivamente el uso de por lo menos dos pozos. Los dos métodos requieren que el agua sucia contaminada sea llevada a la superficie. En el caso de los sistemas EGS, el agua inyectada en un pozo empapa la Tierra a medida que ésta viaja sobre las rocas u otros materiales bajo la superficie de la Tierra, volviéndolos en contaminados, cáusticos, y peligrosos.

Un sistema basado en agua para generar calor a partir de un pozo presenta problemas significantes y específicos. Por ejemplo, cantidades extremadamente grandes de agua son a medida inyectadas en un pozo. Esta agua es calentada y fluye alrededor del interior del pozo para calentarse y luego es extraída del pozo para generar electricidad. Esta agua se contamina con minerales y otras sustancias dañinas, a menudo es cáustica, y causa problemas tales como inestabilidad sísmica y disturbio de manifestaciones hidrotérmicas. Adicionalmente, existe un alto potencial para la polución o contaminación de acuíferos circundantes. Esta agua contaminada causa problemas adicionales, tales como el depósito de minerales y ampliación severa de tuberías.

La energía geotérmica está presente en todos lados debajo de la superficie de la Tierra. En general, la temperatura de la Tierra aumenta a medida que aumenta la profundidad, desde 400°-1800° F en la base de la corteza terrestre hasta una temperatura estimada de 6300°-8100° F en el centro de la Tierra. Sin embargo, con el fin de ser útil como una fuente de energía, ésta debe ser accesible a pozos perforados. Esto incrementa los costos de perforación asociados con los sistemas geotérmicos, y los costos aumentan a medida que aumenta la profundidad.

En un sistema geotérmico convencional, tal como por ejemplo y sistemas geotérmicos mejorados (EGS), el agua o un fluido (un líquido o gas), es bombeado en un pozo utilizando una bomba y un sistema de tubería. El agua luego viaja sobre roca caliente a un pozo de producción y el agua o fluido caliente y sucio es transferido a la superficie para generar electricidad.

Como se mencionó acá anteriormente, el fluido (agua) puede actualmente ser calentado al punto donde éste se convierte en gas/vapor. El fluido o gas/vapor calentado luego viaja a la superficie hacia arriba y afuera del pozo. Cuando este alcanza la superficie, el agua calentada y/o gas/vapor es utilizado para alimentar una máquina térmica (turbina eléctrica o generador eléctrico) la cual convierte la energía térmica del agua calentada o gas/vapor en electricidad.

Este tipo de sistema geotérmico convencional es altamente ineficiente en pozos bastante profundos por varias razones. Primero, con el fin de generar un fluido calentado requerido para operar eficientemente varias máquinas térmicas

(turbinas y generadores eléctricos), el fluido debe ser calentado a grados que se encuentran en cualquier lado entre 190° F y 1000° F. Por lo tanto el fluido debe obtener calor desde las rocas calientes circundantes. A medida que recoge calor también recoge minerales, sal, y acidez, lo que causa que sea muy cáustico. Con el fin de alcanzar dichas temperaturas deseadas en áreas que carecen de una fuente de calor geotérmico de profundidad superficial (es decir, con el fin de calentar el fluido a su temperatura deseada), el pozo utilizado debe ser muy profundo. En este tipo de sistemas del arte previo, las geologías que pueden ser utilizadas son muy limitadas debido a la necesidad de grandes cantidades de agua.

Entre más profundo sea el pozo, más difícil es implementar un sistema basado en agua. Además, a medida que el pozo se vuelve más profundo el gas o el fluido debe viajar más lejos para alcanzar la superficie, lo que permite que más calor sea disipado. Por lo tanto, el uso de sistemas convencionales de generación de electricidad geotérmica pueden ser altamente ineficientes debido a las largas longitudes entre el fondo de un pozo y la superficie lo que resulta en la pérdida de calor más rápidamente. Esta pérdida de calor tiene un impacto en la eficacia y la economía de la generación de electricidad a partir de estos tipos de sistemas. Aún más agua se requiere en dichos pozos profundos, lo que hace que los sistemas de generación de electricidad geotérmica más difíciles en pozos profundos.

De acuerdo con lo anterior, los sistemas geotérmicos del arte previo incluyen una bomba, un sistema de tubería enterrado en la tierra, un dispositivo de

transferencia de calor por encima de la tierra y grandes cantidades de agua que circula a través de la Tierra para recoger calor desde las rocas calientes de la Tierra. El suelo es utilizado como una fuente de calor para calentar el agua circulante. Un factor importante en la determinación de la viabilidad de dicho sistema geotérmico del arte previo es la profundidad del pozo, lo cual afecta los costos de perforación, los costos de la tubería y el tamaño de la bomba. Si el pozo debe ser perforado a una alta profundidad, un sistema geotérmico basado en agua puede no ser una fuente de energía alternativa práctica. Además, estos sistemas basados en agua a menudo fallan debido a la falta de permeabilidad de la roca caliente dentro de la Tierra, dado que el agua inyectada dentro del pozo nunca alcanza el pozo de producción que recupera el agua.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención divulga, generalmente, un sistema y método para económicamente transportar el calor geotérmico desde un pozo hacia la superficie de la Tierra y luego utilizar este calor para generar electricidad en un sistema de estado sólido, de ciclo cerrado. Este sistema y método, conocido como GTherm, es ambientalmente responsable debido a que no hay ningún flujo de fluido desde la Tierra. Se basa en su totalidad en el flujo de calor desde la roca profunda dentro de un pozo a través de materiales sólidos para calentar el contenido de las tuberías bombeado en un ciclo cerrado desde y hacia la superficie de la Tierra.

La presente invención divulga un sistema para generar electricidad utilizando calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado, que comprende un componente de aprovechamiento del calor que tiene un sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado. El sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado incluye un elemento intercambiador de calor ubicado dentro de un nido de calor en un pozo y un material conductor de calor insertado en el pozo para transportar el calor geotérmico desde la roca que rodea el nido de calor hasta el elemento intercambiador de calor. La roca que rodea el nido de calor calienta el material conductor de calor a una temperatura de equilibrio determinada por un área de superficie de la roca que rodea el nido de calor, la temperatura de equilibrio es una temperatura a la cual la roca que rodea el nido de calor y que genera el calor geotérmico recupera continuamente el calor geotérmico que se transporta al material conductor de calor y por encima del cual el calor generado por la roca que rodea el nido de calor disipa a medida que el material conductor de calor transporta el calor desde la roca que rodea el nido de calor hasta el elemento intercambiador de calor. El sistema también incluye un componente generador de electricidad que incluye un motor térmico, el componente generador de electricidad recibe el calor geotérmico del contenido de un componente de tubería que acopla el componente de aprovechamiento de calor al componente generador de electricidad, el componente de tubería incluye un juego de tubos de flujo hacia abajo y un juego de tubos de flujo hacia arriba, los tubos de flujo hacia arriba transportan el contenido del componente de tubería

calentado por el elemento intercambiador de calor a la superficie del pozo y hacia el interior del componente generador de electricidad. El sistema además incluye aislamiento insertado en el pozo y que rodea sustancialmente por lo menos los tubos de flujo hacia arriba en al menos una posición entre el nido de calor y la superficie del pozo para mantener una temperatura del contenido del sistema de tubería sustancialmente constante a medida que el contenido del sistema de tubería es bombeado a la superficie del pozo. El sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae el calor geotérmico del pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un flujo de líquidos.

En otra modalidad, la presente invención divulga un sistema de extracción de calor para generar calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado. El sistema de extracción de calor comprende un material conductor de calor inyectado en un área dentro de un nido de calor cerca al fondo del pozo perforado entre un elemento intercambiador de calor y la roca que rodea el nido de calor para formar un intercambio de calor de estado sólido de ciclo cerrado para calentar el contenido de un sistema de tubería que fluye hacia adentro y afuera del elemento intercambiador de calor a una temperatura de equilibrio a la cual la roca que rodea el nido de calor y generando que el calor geotérmico recupere continuamente el calor geotérmico que está siendo transportado al material conductor de calor y por encima del cual el calor generado por la roca que rodea el nido de calor se disipa a medida que el material conductor de calor transporta el calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de

calor. El material conductor de calor se solidifica para llenar sustancialmente el área dentro del nido de calor para transferir calor desde la roca que rodea el nido de calor y el elemento intercambiador de calor, el sistema de tubería trae el contenido del sistema de tubería desde una superficie del pozo hacia el interior del nido de calor y lleva el contenido calentado a la superficie del pozo desde el nido de calor. El sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae el calor geotérmico desde el pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un flujo de líquido.

En otra modalidad, la presente invención divulga un método para generar electricidad utilizando calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado. El método comprende extraer el calor geotérmico desde la roca que rodea el nido de calor ubicado en una ubicación dentro de un pozo por medio de la inyección de un material conductor de calor en el nido de calor para rodear un elemento intercambiador de calor para formar un sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado, el material conductor de calor intercambia el calor geotérmico desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor para calentar el contenido de un sistema de tubería, el contenido calentado dentro del nido de calor a una temperatura de equilibrio a la cual la roca que rodea el nido de calor y que genera el calor geotérmico recupera continuamente el calor geotérmico que intercambia con el material conductor de calor y por encima del cual el calor geotérmico generado por la roca que rodea el nido de calor se disipa a medida que el material conductor de calor intercambia

calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor. El método también comprende el aislamiento del sistema de tubería a por lo menos un punto entre el nido de calor y la superficie del pozo para mantener una temperatura del contenido del sistema de tubería sustancialmente constante a medida que el contenido del sistema de tubería es bombeado hacia la superficie del pozo. El método además comprende bombear el contenido calentado del sistema de tubería en un componente generador de electricidad después de que el contenido calentado del sistema de tubería alcance la superficie del pozo. El sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae el calor geotérmico del pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un flujo de líquido.

En aún otra modalidad, la presente invención divulga un método para extraer calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado. El método comprende determinar un tipo de roca a una profundidad de un pozo, un área de superficie de la roca a la profundidad del pozo, y un factor de conductividad de calor de la roca a la profundidad del pozo, incrementado el área de superficie de la roca a un punto deseado en el pozo entre un punto de calor del pozo y el fondo del pozo, y formando un nido de calor dentro del pozo que comienza en el fondo del pozo y que termina en el punto de calor del pozo. El método también incluye inyectar un material conductor de calor entre la roca que rodea el nido de calor y un elemento intercambiador de calor dentro del nido de calor para formar un sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado para intercambiar

calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor para calentar el contenido de un sistema de tubería que fluye hacia adentro y afuera del elemento intercambiador de calor a una temperatura de equilibrio a la cual la roca que rodea el nido de calor y que genera el calor geotérmico recupera continuamente el calor geotérmico que está intercambiando con el material conductor de calor y por encima del cual el calor geotérmico generado por la roca que rodea el nido de calor se disipa a medida que el material conductor de calor intercambia calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor. El método además comprende aislar el sistema de tubería entre el nido de calor y una superficie del pozo. El sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae el calor geotérmico del pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un flujo de fluidos.

Otras modalidades, características y ventajas de la presente invención se volverán más evidentes a partir de la siguiente descripción de las modalidades, tomadas junto con las varias vistas que acompañan las figuras, las cuales ilustran, por medio de ejemplos, los principios de la invención.

BREVE DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES VISTAS DE LAS FIGURAS

FIG. 1 es una vista en bloque de un sistema de acuerdo una modalidad de la presente invención que muestra un sistema de ciclo cerrado que tiene tuberías, un componente de aprovechamiento del calor, y un componente generador de electricidad;

FIG. 2 es una vista de primer plano del elemento intercambiador de calor de acuerdo a una modalidad de la presente invención;

FIG. 3 es una vista transversal de las tuberías en una perforación de un pozo de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

FIG. 4 es un diagrama de flujo mostrando los pasos en un método para generación de electricidad de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

FIG. 5 es una vista transversal de un pozo y un nido de calor de acuerdo a una modalidad de la presente invención; y

FIG. 6 es una vista transversal del elemento intercambiador de calor de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

En la siguiente descripción de la presente invención se ha hecho referencia a los dibujos de acompañamiento los cuales forman parte de la misma, y en los cuales se muestra, a modo de ilustración, ejemplos de modalidades ilustrando los principios de la presente invención y como deben ser realizados. Se va a entender que otras modalidades pueden ser utilizadas para realizar la presente invención y cambios estructurales y funcionales se pueden realizar a la misma sin salirse del alcance de la presente invención.

La presente invención conduce económicamente y eficientemente el calor geotérmico dentro de la profundidad de un pozo hacia la superficie de la tierra, y

luego usa ese calor geotérmico para generar electricidad en un sistema de estado sólido de ciclo cerrado. Este sistema de estado sólido de ciclo cerrado genera electricidad por flujo de calor en lugar de ser por flujo de agua, por esto no necesita grandes cantidades de agua inyectada separadamente dentro del pozo.

Referente a la FIG.1, la presente invención incluye un componente de aprovechamiento de calor 10 y un componente generador de electricidad 20. Como se muestra en la FIG: 1, el componente de aprovechamiento de calor incluye un elemento intercambiador de calor 40, y un material conductor de calor 100 que transfiere el calor geotérmico de las rocas calientes cerca al fondo 90 del pozo 110 al elemento intercambiador de calor 40. La presente invención incluye además un sistema de tuberías 50, compuesto de uno o más tuberías que fluyen hacia abajo 60 y de una o más tuberías que fluyen hacia arriba 80. El contenido del sistema de tuberías 50, bombeado desde y hacia la superficie por medio de un mecanismo de bombeo 30, incluye un fluido o gas conductor del calor que fluye dentro del sistema de ciclo cerrado y transporta el calor a la superficie del pozo 110. El componente generador de electricidad 20 incluye un motor térmico 120 el cual convierte el calor en energía eléctrica. El motor térmico 120 puede incluir una turbina eléctrica y un generador. El sistema de tuberías 50 se acopla al componente de aprovechamiento de calor 10 junto al componente generador de electricidad 20.

Las tuberías que fluyen hacia abajo 60 y las tuberías aisladas que fluyen hacia arriba 80 del sistema de tuberías 50 deben ser aisladas con asilamiento 70.

El diámetro de las tuberías que fluyen hacia abajo 60 y las tuberías aisladas que fluyen hacia arriba 80 usadas en el sistema de tuberías 50 puede variar, y deben ser determinadas de acuerdo a los requerimientos específicos del flujo deseado. En otra modalidad, las tuberías aisladas que fluyen hacia abajo 60 y las tuberías aisladas que fluyen hacia arriba 80 están integradas en un solo elemento, a la mayor amplitud posible, con el fin de simplificar la instalación.

En otra modalidad, una o más tuberías de flujo hacia abajo 60 y una o más tuberías aisladas de flujo hacia arriba 80 son elaboradas con un material flexible y puede ser accionadas dentro del pozo. Debido a esto el sistema de tuberías 50 es flexible y compuesto por varias capas diferentes de cableado de acero resistente a la corrosión y polímeros termoplásticos aprueba de fugas como es polietileno, poliamida 11, y o PVD. El número de capas utilizadas en cualquiera tubería particular en el sistema de tuberías 50 será determinado en función de la profundidad del pozo y en los requerimientos de presión/temperatura.

Utilizando el mecanismo de bombeo 30 y el sistema de tuberías 50, contenida en el sistema de tuberías 50, el cual puede utilizar un fluido conductor de calor compuesto de líquido o gas, es bombeado hacia abajo a través de una o más tuberías que fluyen hacia abajo 60 dentro del pozo 110. Los contenidos son bombeados hacia abajo a través de uno o más tuberías que fluyen hacia abajo 60 a un nivel del pozo 110 donde hay un calor geotérmico significativo que sea suficiente para calentar los contenidos. Esta gran profundidad fue el primer calor apropiado encontrado y será referenciado desde ahora y en adelante como el

punto de calor 130, aunque es entendido que se puede encontrar calor geotérmico en muchos niveles y este calor geotérmico es cada vez mejor entre mas aumente la profundidad del pozo 110. El área entre el punto de calor 130 y el fondo 90 del pozo 110 es llamado el nido de calor 140.

El elemento de intercambio de calor 40 está ubicado en nido de calor 140 en un punto entre el punto de calor 130 del pozo y el fondo 90 del pozo 110. Las tuberías que fluyen hacia abajo 60 están acopladas a este elemento intercambiador de calor 40 en un primer lado 150, permitiendo que los contenidos pasen a través del elemento intercambiador de calor 40 en un primer lado 150 del elemento intercambiador de calor 40. El elemento intercambiador de calor 40 extrae el calor geotérmico de la tierra usando el material conductor de calor 100 el cual interactúa con la roca caliente alrededor del nido de calor 140 y usa este calor geotérmico para calentar los contenidos cuando pasan a través del elemento intercambiador de calor 40. A diferencia de los sistemas convencionales los cuales simplemente dibujan un fluido de calor del pozo a la superficie, y luego utiliza un elemento calentador con el fin de luego calentar el fluido en el nivel de la superficie, la presente invención incluye el elemento intercambiador de calor 40 realmente en lo profundo del mismo pozo 110. El elemento intercambiador de calor 40 y el material conductor de calor 100 forman un sistema solido de estado de extracción de ciclo cerrado que no tiene impactos negativos en el ambiente y solo requiere de la presencia de rocas calientes.

El nido de calor 140 está construido a una profundidad deseada después del área de superficie en el cual el entorno de las rocas ha aumentado para asegurar el máximo de temperatura y el flujo del calor geotérmico generado por la roca. Una variedad de técnicas, discutidas aquí, pueden ser utilizadas para incrementar la superficie del área de las rocas. Incrementar el área de las superficies de las rocas asegura un estable, continuo equilibrio de la temperatura y del máximo flujo del calor geotérmico de las rocas alrededor y dentro del material conductor de calor 100, el cual es inyectado después de construir el nido de calor 140. Por esto, es un objetivo de la presente invención incrementar lo máximo posible el área de superficie de las rocas alrededor de donde se pretende construir el nido de calor 140, logrando esto se mejora el flujo de calor de la roca al material conductor de calor 100 al elemento intercambiador de calor 40 y al contenido dentro del sistema de tuberías 50.

Un método para incrementar el área de superficie de las rocas es fracturando la roca alrededor del nido de calor para crear grietas y fisuras que expandan el área de superficie. La presente invención contempla las diferentes formas que pueden ser usadas para fracturar las rocas, incluyendo desde hidrofracturación, hasta perforación de pozos de sondeo en múltiples direcciones como se describe aquí, y en general cualquier método actual o futuro de quebrar o fracturar rocas debajo de la superficie de la tierra.

En consecuencia, la temperatura equilibrada es la temperatura, o rango de temperaturas en una modalidad, en el sistema o método de la presente invención

en el cual el calor geotérmico calienta los contenidos del sistema de tuberías 50 iguala la tasa en la cual la roca caliente provee la recuperación del calor geotérmico, o lo regenera, el calor que está siendo transferido afuera. Si el calor geotérmico es transferido afuera por encima de la temperatura en equilibrio, el calor geotérmico en la roca caliente será agotado o disipado, y la tasa y la temperatura de la extracción de calor se deterioraran. Si el calor geotérmico es transferido afuera a la temperatura de equilibrio o por debajo, la tasa de la extracción de calor será continua y estable, por lo tanto un estado estable del sistema de extracción de calor será logrado.

Los elementos intercambiadores de calor generalmente son dispositivos contruidos para una eficiente transferencia de calor el cual típicamente transfiere calor de un fluido a otro. Estos elementos intercambiadores de calor por lo tanto disponen de un flujo de fluido en el cual los flujos de fluidos a través de dos lados del elemento intercambiador de calor, con un fluido se calientan el otro. Estos son ampliamente usados en muchos procesos de ingeniería. Algunos ejemplos son enfriadores, pre-calentadores, calderas y condensadores en plantas de energía.

La FIG. 2 es un diagrama que muestra el elemento intercambiador de calor 40 utilizado en la presente invención. El elemento intercambiador de calor 40 de la presente calienta los fluidos dentro del sistema estable de extracción de calor con ciclo cerrado, de acuerdo a la presente invención por un flujo de calor, en vez de un fluido de líquido. Mediante la aplicación de la primera ley de termodinámica a

un elemento intercambiador de calor trabajando en condiciones de estado estable.

Nosotros obtenemos:

$$\mu \sum X=0$$

donde,

μ = Flujo de masa del i-ésimo fluido

X = Cambios de entalpía específica del i-ésimo fluido

Refiriéndose a la FIG.2, el elemento intercambiador de calor 40 es mostrado como un intercambiador de calor transversal en el cual el calor fluye perpendicular al fluido que necesita ser calentado, de manera que el calor fluye 240 veces sobre/ alrededor del intercambiador en dirección perpendicular, de tal modo que caliente el fluido 230 el cual fluye a través de este en dirección perpendicular al flujo caliente 240.

En una modalidad, el elemento intercambiador de calor 40 de la presente invención es un intercambiador de calor de alta temperatura ("HTHE") comprendido de un intercambiador de calor de tipo "flujo cruzado", en el cual fluye intercambio de calor en cualquiera de los lados de una pared divisoria. Alternativamente, el elemento intercambiador de calor 40 puede estar comprendido de un HTHE el cual utiliza un diseño regenerativo y/o por evaporación. Sin importar la configuración del elemento intercambiador de calor utilizado, la presente invención contempla que el fluido que pasa a través del elemento intercambiador de calor 40 es calentado por un flujo calentado generado

por medio de la extracción del calor geotérmico desde la roca que rodea el nido de calor 140, en lugar de un flujo de más de un fluido.

En otra modalidad, el elemento intercambiador de calor 40 incluye una pluralidad de capilares más pequeños 170. El contenido ingresa al elemento intercambiador de calor 40 desde una o más tuberías de flujo hacia abajo 60, donde éste es luego dispersado, fluyendo a través de cada una de las pluralidades de capilares más pequeños 170. Los capilares 170 pueden ser más delgados que las tuberías de flujo hacia abajo 60. Por ejemplo, la pluralidad de capilares 170 puede tener un diámetro menor que las tuberías de flujo hacia abajo 60, permitiendo así que el contenido sea calentado más rápidamente a medida que pasa a través de los capilares 170 – e incrementado así la eficiencia total del elemento intercambiador de calor 40. En otra modalidad, el flujo combinado de los capilares 170 del elemento intercambiador de calor 40 debe ser capaz de acomodar un flujo igual o mayor que las tuberías de flujo hacia abajo 60 y las tuberías de flujo hacia arriba 80.

En aún otra modalidad, el elemento intercambiador de calor 40 puede estar comprendido de una hoja de tubería de recubrimiento de titanio, en donde la hoja de tubería puede ser formada a partir de una aleación con base níquel a alta temperatura o acero ferrítico. De esta forma, el elemento intercambiador de calor 40 es capaz de operar eficientemente bajo condiciones de alta temperatura/presión. Además, el grosor del titanio puede variar de acuerdo con las

condiciones específicas de temperatura y/o presión bajo las cuales opera el elemento intercambiador de calor 40.

Se entiende que existen otros tipos de elementos intercambiadores de calor 40 conocidos en el arte los cuales también pueden ser utilizados en la presente invención. Los ejemplos incluyen pero no se limitan a intercambiadores de calor paralelos y/o intercambiadores de calor de flujo en reversa. En modalidades alternas, cualquiera de estos tipos de intercambiadores puede ser utilizado. Una consideración principal en el diseño del elemento intercambiador de calor 40 será asegurar su operación eficiente bajo condiciones de alta temperatura/presión. Además, cualquiera de dicho elemento intercambiador de calor 40 utilizado en la presente invención desde ser adaptado en tamaño para ajustarse dentro del agujero de perforación 190 del pozo 110.

Adicionalmente, los componentes internos del elemento intercambiador de calor 40 pueden incluir diferentes formas diseñadas para maximizar la cantidad de calor transferido al interior del sistema de tubería 50 dentro del elemento intercambiador de calor 40 para calentar el contenido tanto como sea posible.

Aún con referencia a la FIG. 1, las tuberías de flujo hacia arriba 80 del sistema de tubería 50 son acopladas al elemento intercambiador de calor 40 en un segundo lado opuesto 160 del elemento intercambiador de calor 40. Las tuberías de flujo hacia arriba 80 extraen el contenido calentado del elemento intercambiador de calor 40 y traen el contenido calentado hacia arriba desde el punto caliente 130 en el pozo 110 hacia la parte superior 180, o superficie. El

agujero de perforación 190 desde el punto de calor 130 hasta la parte superior 180 del pozo 110 está completamente aislado para prevenir la pérdida de calor. El elemento intercambiador de calor 40 y el sistema de tubería 50 forman un ciclo cerrado que separa el contenido del ambiente, creando un sistema completamente amigable con el medio ambiente.

En una modalidad, el fluido que necesita ser calentado (o, también acá utilizado, el contenido del sistema de tubería 50) debe ser optimizado para transportar calor. Un ejemplo de dicho fluido es anticongelante utilizado en automóviles. As o agua también pueden ser utilizados como un fluido. Además, el fluido no debe tener propiedades corrosivas, y el material utilizado para construir el sistema de tubería 50 necesita ser resistente al fluido. Además, el fluido es presurizado dentro del sistema de tubería 50 de modo tal que el sistema debe ser capaz de soportar la presión generada por la profundidad del pozo 110 y el mecanismo de bombeo 30, a medida que el fluido es bombeado a través del sistema. El fluido utilizado es inerte ambientalmente y no causa problemas ambientales si el sistema de tubería 50 se quiebra.

Aún refiriéndonos a la FIG. 1 y a la construcción de un sistema de acuerdo con la presente invención, una vez que el sistema de tubería 50 y el elemento intercambiador de calor 40 se encuentran completamente instalados en el pozo 110, el nido de calor 140 es llenado completamente con el material conductor de calor 100. Una vez el material conductor de calor 100 llena el nido de calor 140, el resto del agujero de perforación del pozo 110 es llenado con aislamiento 70. El

material conductor de calor 100 debe tener propiedades conductoras de calor y permitirle unirse y solidificarse dentro del nido de calor 140. El material conductor de calor 100 está diseñado para retener y conducir calor eficientemente, manteniendo una temperatura sustancialmente constante a lo largo del nido de calor 140. El material conductor de calor 100 conecta la roca caliente que rodea el nido de calor 140 al elemento intercambiador de calor 40, creando el componente de aprovechamiento de calor 10.

El material conductor de calor 100 utilizado en la presente invención puede tomar varias formas. Generalmente, cualquier sustancia o material que conduce calor a las temperaturas requeridas dentro de pozo 110 puede ser utilizado. Los ejemplos de dichas sustancias o materiales incluyen pero no se limitan a lechada, lechada mejorada, plástico, cerámica, cerámica mejorada, metal fundido tal como por ejemplo cobre, o cualquier combinación de estos.

Adicionalmente, la presente invención contempla que uno o más materiales adicionales pueden también ser inyectados en un pozo 110 (por medio de una tubería tal como una tubería de diámetro grande 210) y pueden ser utilizados para capturar y transportar calor geotérmico generado desde el área de superficie de la roca. Los ejemplos de dicho material adicional incluyen pero no se limitan a rodamientos de bola, cuentas, malla de alambre o metálica, y tuberías. Dicho material adicional aumenta la conducción del calor geotérmico por medio del llenado de grietas y hendeduras en la roca que rodea el nido de calor. Por medio de la expansión del área de superficie de la roca que rodea el nido de calor 140 y

utilizando el material adicional, usted por lo tanto expande la capacidad del material conductor de calor 100. El material adicional como tal incrementa el área de superficie de conducción, lo que significa que el calor geotérmico transportado desde la roca que rodea el nido de calor 140 es liberado sobre áreas de superficie mayores provistas por la introducción de los materiales adicionales en el nido de calor 140. El material conductor de calor 100, inyectado en el nido de calor 140 por medio de la tubería de diámetro grande 210, también llena estas ranuras y hendeduras alrededor del material adicional y se solidifica, adicionado capacidades de conducción por medio del área de superficie incrementada. Así, el material conductor de calor 100 puede ser utilizado en conjunto con dicho material adicional para tomar ventaja del aumento en el área de superficie de la roca que rodea el nido de calor 140.

La presente invención también contempla, en otra modalidad, que dichos materiales adicionales pueden ser utilizados sin material conductor de calor 100. Los materiales adicionales como se describen acá, también transportan el calor geotérmico desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor 40. En una modalidad donde el material conductor de calor 100 es usado junto con los materiales adicionales como se describe acá, el material conductor de calor 100 se une con los materiales adicionales y se solidifica alrededor de ellos.

La FIG. 3 ilustra un diagrama seccional cruzado para un pozo 110 en el cual el sistema de la presente invención es utilizado. El agujero de perforación 190 del

pozo 100 ha posicionado allí una o más tuberías de flujo hacia arriba 60 y una o más tuberías de flujo hacia abajo 80. Un espacio entre la pared 200 del agujero de perforación 190 y las tuberías de flujo hacia abajo 60 y las tuberías de flujo hacia arriba 80 es llenado con aislante 70. Un tubo de diámetro grande 210 es llenado con el material conductor de calor 100, de modo tal que el material conductor de calor 100 rodea las tuberías de flujo hacia arriba 60 y las tuberías de flujo hacia abajo 80.

Como se explicó acá anteriormente, este material conductor de calor 100 puede endurecerse pero no se expande, lo que no causa presión en el sistema de tubería 50 o el elemento intercambiador de calor 40. Una vez el material conductor de calor 40 ha sido insertado en el pozo 110 y se ha endurecido alrededor del elemento intercambiador de calor 40 y el sistema de tubería 50 en el nido de calor 140, comenzará a calentarse hasta que se convierte completamente calentado y alcanza una temperatura de la roca que rodea el nido de calor 140 en el fondo 90 del pozo 110. A medida que el material conductor de calor 100 alcanza esta temperatura de equilibrio de calor, éste intercambia el calor geotérmico desde la roca que rodea el nido de calor 140 hacia el elemento intercambiador de calor 40. La porción restante del pozo 110 es llenada con aislante 70 que mantiene el contenido calentado caliente a medida que viaja hacia arriba en el pozo 110 a través de una o más tuberías de flujo hacia arriba 80. Esto minimiza la pérdida de energía de modo que el contenido puede ser utilizado más eficientemente para la generación de potencia en la parte superior 180 del pozo 110. De acuerdo con lo

anterior, el material conductor de calor 100 opera como del tipo de "pista calentadora" la cual rodea el elemento intercambiador de calor 40 en el pozo 110. Esta pista calentadora maximiza el calor del contenido y extiende el elemento intercambiador de calor 40 al interior de la roca caliente creando el componente de aprovechamiento de calor 10.

Más específicamente, el calor geotérmico de la roca caliente en el pozo 110 calienta el material conductor de calor 100 hasta que el sistema logra una temperatura de equilibrio. Cuando el sistema alcanza la temperatura de equilibrio, el material conductor de calor 100 debe estar tan caliente como la roca caliente que rodea el nido de calor 140. Por lo tanto, a medida que el contenido del sistema de tubería 50 ingresa al nido de calor 140 éste se empieza a calentar inmediatamente. Cuando el contenido alcanza el fondo 90 éste se calienta completamente. A medida que el contenido se devuelve hacia arriba del nido de calor 140 éste no pierde el calor debido a que el material conductor de calor 100 ha alcanzado la temperatura de equilibrio. El uso del material conductor de calor 100 dentro del pozo 110 asegura un sistema que maximiza de forma única el transporte del calor desde el nido de calor 140 del pozo 110 hacia la parte superior 180. La combinación de un nido de calor 140 y el aislamiento 70 es especialmente efectiva para pozos profundos donde la longitud del pozo 110 causa pérdidas de calor.

Se debe entender que la temperatura de equilibrio puede diferir dentro de cada pozo y para diferentes contenidos dependiendo de una variedad de factores.

Por ejemplo, el tipo de roca presente dentro de un pozo puede ser un factor en la determinación de la profundidad, tamaño, y materiales utilizados en la construcción de un nido de calor 140 y el tipo y la calidad del material conductor de calor 100. El área de superficie de la roca dentro del pozo influye la conductividad de calor de la roca, permitiendo diferentes rangos de temperaturas para la temperatura de equilibrio. La temperatura de equilibrio puede por lo tanto estar en un rango de temperaturas y puede variar de acuerdo con el calor necesitado para ser obtenido para calentar el contenido a un punto deseado.

Como una característica adicional, el material conductor de calor 100 suministra estabilidad adicional al sistema, minimizando los efectos de la presión aumentada y aumentando la integridad y la fuerza del elemento intercambiador de calor 40. Más específicamente, a medida que el material conductor de calor 100 se endurece, éste suministra soporte estructural adicional para el elemento intercambiador de calor 40, el material conductor de calor 100 endurecido suministra soporte estructural para el sistema de tubería 50 y las tuberías de flujo hacia abajo 60 y las tuberías de flujo hacia arriba 80 que se encuentran bajo presión. De acuerdo con esto, el material conductor de calor 100 se adiciona a la rigidez del sistema. Además, el material conductor de calor 100 mejora la estabilidad del sistema por medio de la protección de los componentes del sistema tales como el elemento intercambiador de calor 40 y el contenido del sistema de tubería 50 del ambiente cáustico dentro del pozo.

38

Refiriéndonos todavía a la FIG. 1, el contenido calentado fluye hacia afuera del componente de aprovechamiento de calor 10 y hacia adentro del componente generador de electricidad 20. Más específicamente, el contenido calentado fluye hacia afuera del pozo 110 y hacia adentro del motor térmico 120 ubicado en la superficie, donde el calor del contenido es utilizado para generar electricidad utilizando técnicas bien conocidas en el arte.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que describe los pasos en un proceso para la extracción de calor geotérmico y generar electricidad utilizando el sistema y el método de la presente invención. Un pozo 110 es perforado y encajonado por medio del agujero de perforación 190, y el área de superficie de la roca a una profundidad deseada es aumentada en el paso 300. Este paso incluye determinar la ubicación y el tamaño apropiados para un nido de calor 140 una vez que el punto de calor 130 y el fondo 90 del pozo 110 son estimados. En conjunto con las FIG. 1 y 2, un nido de calor 140 es construido como en el paso 310 por medio de la inserción de un elemento intercambiador de calor 40 que tiene una o más tuberías de fluido hacia abajo 60 que fluyen en un primer lado 150 y una o más tuberías de flujo hacia arriba 80 que fluyen hacia afuera de un segundo lado opuesto 160 ubicado en un pozo 110 a una profundidad deseada. El punto de inicio de la profundidad deseada es el punto de calor 130 y es determinado como una función de la temperatura deseada a la cual el contenido del sistema de tubería 50 va a ser calentado, con base en el tipo y el área de superficie de la roca circundante. La longitud del nido de calor 140 determina la longitud del elemento

intercambiador de calor 40 y consecuentemente la configuración de los componentes internos del elemento intercambiador de calor 40.

Una vez el elemento intercambiador de calor 40 y el sistema de tubería 50 han sido instalados en el pozo 110, el nido de calor 140 es llenado completamente con el material conductor de calor 100 desde el fondo hacia arriba como se muestra en el paso 320. Esto se logra por medio de la inyección del material conductor de calor 100 en el pozo 110 por medio de una tubería de diámetro grande 210. En una modalidad alterna, una tercera tubería es insertada en el pozo 110 para bombear el material conductor de calor 100 en el pozo 110. La tercera tubería es luego retirada lentamente desde el fondo 90 del pozo 110 a medida que el material conductor de calor 100 es bombeado hacia el interior del pozo 110, hasta que éste alcance el punto de calor 130. El pozo 110 es luego llenado con aislante 70 desde el punto de calor 130 hasta la parte superior 180 del pozo 110 como se muestra en el paso 330.

Una vez el nido de calor 140 ha sido completamente llenado con el material conductor de calor 100 y la tercera tubería 210 es completamente retirada del pozo 110, el material conductor de calor 100 comenzará a endurecerse y a calentarse hasta que se alcance la temperatura de equilibrio, transportando así el calor geotérmico desde la roca caliente que rodea el nido de calor 140 en el fondo 90 del pozo 110 hacia el elemento intercambiador de calor 40 como en el paso 340. Una vez el material conductor de calor 100 logra la temperatura de equilibrio, un fluido o gas es bombeado en el pozo 110, a través de una o más tuberías de

flujo hacia abajo 60 y hacia el interior del elemento intercambiador de calor 40 como en el paso 350. Este fluido o gas forma el contenido del sistema de tubería 50 y será calentado geotérmicamente dentro del elemento intercambiador de calor 40 para formar un sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado como en el paso 360. El contenido es luego retirado del pozo 110 por medio de una o más tuberías de flujo hacia arriba 80. El aislamiento 70 inyectado en el pozo 110 ayuda a mantener el contenido caliente a medida que éste viaja hacia arriba a través del pozo 110, minimizando la pérdida de energía de modo que el calor pueda ser utilizado para la generación de potencia.

El contenido calentado luego fluye hacia afuera del pozo 110 y hacia el interior del componente generador de electricidad 20 y el motor térmico 120 en la superficie, donde el calor del contenido es utilizado para generar electricidad como en el paso 370 utilizando técnicas bien conocidas en el arte.

En una modalidad alternativa, como se discutió anteriormente, el sistema puede incluir múltiples materiales adicionales utilizados en conjunto con el material conductor de calor 100. La FIG. 5 ilustra una vista conceptual seccional cruzada de un pozo 110. La FIG. 5 ilustra un nido de calor 140 de acuerdo con la presente invención en la cual se han perforado varios agujeros 220 en la roca que rodea el nido de calor 140 para aumentar el área de superficie por medio del llenado de los varios agujeros 220 con los materiales adicionales. En la FIG. 5, el calor geotérmico fluye desde las rupturas y hendeduras formadas en la roca por la perforación de los varios agujeros 220. La presente invención contempla que,

antes de la construcción del nido de calor 140, el área de superficie de la roca será aumentada tanto como sea posible para maximizar el flujo del calor geotérmico de la roca circundante y en el elemento intercambiador de calor 40 por medio del material conductor de calor 100. El uso de materiales adicionales también permite más del fluido para ser calentado a una temperatura deseada y por lo tanto se puede generar más electricidad.

En otra modalidad, el sistema puede incluir múltiples componentes adicionales intercambiadores de calor y/o elementos intercambiadores de calor con varias configuraciones diferentes de componentes internos. También son posibles las configuraciones diferentes de los componentes internos del elemento intercambiador de calor 40. Incrementar el tiempo que el contenido del sistema de tubería 50 está en el interior del elemento intercambiador de calor 40 aumenta la cantidad de fluido o gas que puede ser calentado adentro del nido de calor 140. Dicha configuración es una formación de hélice en la cual los componentes internos son una serie de tuberías entrelazadas. Otras configuraciones tales como tuberías torcidas como se muestran en la FIG. 6 ejemplifican la modalidad en la cual el aumento en la longitud de la tubería (y, por lo tanto, la distancia que el contenido debe viajar dentro del elemento intercambiador de calor 40) aumenta la cantidad de contenido que puede ser calentado.

Se entiende que otras modalidades pueden ser utilizadas y se pueden hacer cambios de estructurales y funcionales sin salirse del alcance de la presente invención. Las descripciones anteriores de las modalidades de la invención han

sido presentadas para los propósitos de la ilustración y la descripción. No se pretende ser exhaustivo o limitar la invención a las formas precisas divulgadas. De acuerdo con lo anterior, los múltiples elementos intercambiadores de calor 40 pueden ser implementados dentro de un nido de calor 140. Adicionalmente, cualquier configuración de un elemento intercambiador de calor 40 que aumente el tiempo que el contenido del sistema de tubería permanece en el elemento intercambiador de calor puede ser utilizada, También, se pueden perforar múltiples agujeros de perforación en la roca que rodea el nido de calor para crear más área de superficie, y dichos agujeros de perforación pueden ser utilizados para perforar agujeros verticalmente, horizontalmente, diagonalmente, o a cualquier ángulo para crear más área de superficie a través de la cual la energía geotérmica puede fluir. Por lo tanto se pretende que el alcance de la invención no sea limitado por esta descripción detallada.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para generar electricidad utilizando calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado, que comprende

un componente de aprovechamiento de calor que tiene un sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado, el sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado incluye un elemento intercambiador de calor ubicado dentro de un nido de calor en un pozo y un material conductor de calor insertado en el pozo para transportar el calor geotérmico desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor, en donde la roca que rodea el nido de calor calienta el material conductor de calor a una temperatura de equilibrio determinada por un área de superficie de la roca que rodea el nido de calor, la temperatura de equilibrio es una temperatura a la cual la roca que rodea el nido de calor y que genera el calor geotérmico recupera continuamente el calor geotérmico que está siendo transportado al material conductor de calor y por encima del cual el calor geotérmico generado por la roca que rodea el nido de calor se disipa a medida que el material conductor de calor transporta calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor;

un componente generador de electricidad que incluye un motor térmico, el componente generador de electricidad recibe el calor geotérmico del contenido de un componente de tubería que acopla el componente de aprovechamiento de calor al

componente generador de electricidad, el componente de tubería incluye un juego de tuberías de flujo hacia abajo y un juego de tuberías de flujo hacia arriba, las tuberías de flujo hacia arriba transporta el contenido del componente de tubería calentado por el elemento intercambiador de calor a una superficie del pozo y en el componente generador de electricidad; y

aislamiento insertado en el pozo y que rodea sustancialmente al menos las tuberías de flujo hacia arriba en al menos una posición entre el nido de calor y la superficie del pozo para mantener una temperatura del contenido del sistema de tubería sustancialmente constante a medida que el contenido del sistema de tubería es bombeado a la superficie del pozo,

en donde el sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae el calor geotérmico del pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un fluido de líquido.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la temperatura de equilibrio incrementa por medio del incremento del área de superficie de la roca que rodea el nido de calor.

3. El sistema de la reivindicación 2, en donde al menos un agujero de perforación adicional es perforado en la roca para aumentar el área de superficie de la roca.

4. El sistema de la reivindicación 3, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es al menos un cojinete de bola.
5. El sistema de la reivindicación 3, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es al menos una cuenta.
6. El sistema de la reivindicación 3, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es al menos un material metálico en malla.
7. El sistema de la reivindicación 1, en donde las tuberías de flujo hacia abajo son flexibles.
8. El sistema de la reivindicación 1, en donde las tuberías de flujo hacia arriba son flexibles.
9. El sistema de la reivindicación 1, en donde las tuberías de flujo hacia abajo y las tuberías de flujo hacia arriba cada una incluye una pluralidad de capas de cableado de acero resistente a la corrosión.

10. El sistema de la reivindicación 1, en donde las tuberías de flujo hacia abajo se acoplan a un primer lado del elemento intercambiador de calor.
11. El sistema de la reivindicación 6, en donde las tuberías de flujo hacia arriba se acoplan a un segundo lado del elemento intercambiador de calor.
12. El sistema de la reivindicación 1, en donde el elemento intercambiador de calor incluye una pluralidad de capilares.
13. El sistema de la reivindicación 12, en donde el contenido de las tuberías de flujo hacia abajo se dispersa a través de la pluralidad de capilares después de ingresar al elemento intercambiador de calor.
14. El sistema de la reivindicación 13, en donde cada capilar en la pluralidad de capilares tiene un diámetro menor que un diámetro de las tuberías de flujo hacia abajo, permitiendo así que el contenido del sistema de tubería será calentado rápidamente a medida que el contenido pasa a través de la pluralidad de capilares.
15. El sistema de la reivindicación 1, en donde el contenido del sistema de tubería es un fluido conductor de calor ambientalmente inerte que no hierve cuando es calentado dentro del nido de calor.

16. El sistema de la reivindicación 15, en donde el contenido del sistema de tubería es agua.

17. El sistema de la reivindicación 15, en donde el contenido del sistema de tubería es gas.

18. El sistema de la reivindicación 1, en donde el material conductor de calor se solidifica sustancialmente dentro del nido de calor después de ser inyectado en el área entre la roca que rodea el nido de calor y el sistema de tubería.

19. El sistema de la reivindicación 18, en donde el material conductor de calor es lechada.

20. El sistema de la reivindicación 18, en donde el material conductor de calor es metal fundido.

21. El sistema de la reivindicación 18, en donde el material conductor de calor es un cerámico.

22. El sistema de la reivindicación 18, en donde el material conductor de calor es un material en malla.

23. El sistema de la reivindicación 18, en donde el material conductor de calor es plástico.

24. El sistema de la reivindicación 1, en donde después que el nido de calor es llenado con el material conductor de calor, el pozo es llenado con el aislante.

25. El sistema de la reivindicación 1, en donde el material conductor de calor es inyectado en el nido de calor por medio de una tubería insertada a través de un agujero de perforación y retirada una vez el nido de calor ha sido llenado con el material conductor de calor.

26. El sistema de la reivindicación 1, en donde el material conductor de calor estabiliza la presión en el sistema de tubería y el elemento intercambiador de calor dentro del nido de calor.

27. El sistema de la reivindicación 1, en donde la temperatura de equilibrio es un rango de temperaturas determinadas al menos en parte por un área de superficie de la roca dentro del nido de calor.

28. El sistema de la reivindicación 1, en donde el elemento intercambiador de calor tiene una forma de hélice en el cual el sistema de tubería dentro del

elemento intercambiador de calor comprende al menos un tubo retorcido para incrementar la distancia que el contenido del sistema de tubería fluye dentro del elemento intercambiador de calor.

29. Un sistema de extracción de calor para generar calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado, que comprende:

un material conductor de calor inyectado en un área dentro de un nido de calor cerca al fondo de un pozo perforado entre un elemento intercambiador de calor y la roca que rodea el nido de calor para formar un intercambio de calor de estado sólido de ciclo cerrado para calentar el contenido de un sistema de tubería que fluye hacia adentro y afuera del elemento intercambiador de calor a una temperatura de equilibrio a la cual la roca que rodea el nido de calor y que genera el calor geotérmico recupera continuamente el calor geotérmico que se transporte al material conductor de calor y por encima del cual el calor geotérmico generado por la roca que rodea el nido de calor se disipa a medida que el material conductor de calor transporta el calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor, en donde el material conductor de calor se solidifica para llenar sustancialmente el área dentro del nido de calor para transferir calor desde la roca que rodea el nido de calor y el elemento intercambiador de calor, el sistema de tubería trae el contenido del sistema de tubería desde una superficie del pozo hacia el interior del nido de calor y transporta el contenido calentado a la superficie del pozo desde el nido de calor,

en donde el sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae el calor geotérmico del pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un flujo de fluido.

30. El sistema de la reivindicación 29, en donde la temperatura de equilibrio aumenta por medio del incremento del área de superficie de la roca que rodea el nido de calor.

31. El sistema de la reivindicación 30, en donde al menos un agujero de perforación adicional es perforado en la roca para aumentar el área de superficie de la roca.

32. El sistema de la reivindicación 31, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es al menos un cojinete de bola.

33. El sistema de la reivindicación 31, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es al menos una cuenta.

34. El sistema de la reivindicación 31, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es al menos un material metálico en malla.

35. El sistema de la reivindicación 29, en donde el sistema de tubería incluye un juego de tuberías flexibles de flujo hacia abajo que llevan el contenido del sistema de tubería hacia el elemento intercambiador de calor, y un juego de tuberías flexibles de flujo hacia arriba que llevan el contenido del sistema de tubería hacia afuera del elemento intercambiador de calor.

36. El sistema de la reivindicación 35, en donde las tuberías de flujo hacia abajo y las tuberías de flujo hacia arriba cada una incluye una pluralidad de capas de cableado de acero resistente a la corrosión.

37. El sistema de la reivindicación 29, en donde el elemento intercambiador de calor incluye una pluralidad de capilares.

38. El sistema de la reivindicación 37, en donde el contenido de las tuberías de flujo hacia abajo se dispersa a través de la pluralidad de capilares después de ingresar al elemento intercambiador de calor.

39. El sistema de la reivindicación 38, en donde cada capilar en la pluralidad de capilares tiene un diámetro menor que un diámetro de las tuberías de flujo hacia abajo, permitiendo así que el contenido del sistema de tubería será calentado rápidamente a medida que el contenido pasa a través de la pluralidad de capilares.

40. El sistema de la reivindicación 29, en donde el contenido del sistema de tubería es un fluido conductor de calor ambientalmente inerte que no hierve cuando es calentado dentro del nido de calor.

41. El sistema de la reivindicación 40, en donde el contenido del sistema de tubería es agua.

42. El sistema de la reivindicación 40, en donde el contenido del sistema de tubería es gas.

43. El sistema de la reivindicación 29, en donde el material conductor de calor es lechada.

44. El sistema de la reivindicación 29, en donde el material conductor de calor es metal fundido.

45. El sistema de la reivindicación 29, en donde el material conductor de calor es un cerámico.

46. El sistema de la reivindicación 29, en donde el material conductor de calor es un material en malla.

47. El sistema de la reivindicación 29, en donde el material conductor de calor es plástico.

48. El sistema de la reivindicación 29, en donde el material conductor de calor estabiliza la presión en el sistema de tubería y el elemento intercambiador de calor dentro del nido de calor.

49. El sistema de la reivindicación 29, en donde la temperatura de equilibrio es un rango de temperaturas determinadas al menos en parte por un área de superficie de la roca dentro del nido de calor.

50. El sistema de la reivindicación 29, en donde el elemento intercambiador de calor tiene una forma de hélice en el cual el sistema de tubería dentro del elemento intercambiador de calor comprende al menos un tubo retorcido para incrementar la distancia que el contenido del sistema de tubería fluye dentro del elemento intercambiador de calor.

SM

51. Un método para generar electricidad utilizando calor geotérmico desde el interior de un pozo perforado, que comprende:

extraer calor geotérmico de la roca que rodea un nido de calor ubicado en una posición dentro de un pozo por medio de la inyección de un material conductor de calor dentro del nido de calor para rodear un elemento intercambiador de calor para formar un sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado, el material conductor de calor intercambia calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor para calentar el contenido de un sistema de tubería, el contenido calentado dentro del nido de calor a una temperatura de equilibrio a la cual la roca que rodea el nido de calor y que genera el calor geotérmico recupera continuamente el calor geotérmico que se intercambia con el material conductor de calor y por encima del cual el calor geotérmico generado por la roca que rodea el nido de calor se disipa a medida que el material conductor de calor intercambia calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor;

aislar el sistema de tubería a por lo menos un punto entre el nido de calor y la superficie del pozo para mantener una temperatura del contenido del sistema de tubería sustancialmente constante a medida que el contenido del sistema de tubería es bombeado a la superficie del pozo; y

bombear el contenido calentado del sistema de tubería en un componente generador de electricidad después que el contenido calentado del sistema de tubería alcanza la superficie del pozo,

en donde el sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae calor geotérmico del pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un flujo de fluido.

52. El método de la reivindicación 51, que además comprende incrementar un área de superficie de la roca que rodea el nido de calor para aumentar la temperatura de equilibrio.

53. El método de la reivindicación 52, que además comprende perforar al menos un agujero de perforación en la roca que rodea el nido de calor.

54. El método de la reivindicación 53, que además comprende inyectar al menos un material adicional en el nido de calor, en donde al menos un material adicional es al menos un cojinete de bola.

55. El método de la reivindicación 53, que además comprende inyectar al menos un material adicional en el nido de calor, en donde al menos un material adicional es al menos una cuenta.

56. El método de la reivindicación 53, que además comprende inyectar al menos un material adicional en el nido de calor, en donde al menos un material adicional es al menos un material metálico en malla.

57. El método de la reivindicación 51, que además comprende bombear el contenido del sistema de tubería en el elemento intercambiador de calor en un juego de tuberías flexibles de flujo hacia abajo y hacia afuera del elemento intercambiador de calor en un juego de tuberías flexibles de flujo hacia arriba.

58. El método de la reivindicación 57, en donde las tuberías de flujo hacia abajo y las tuberías de flujo hacia arriba cada una incluye una pluralidad de capas de alambrado de acero resistente a la corrosión.

59. El método de la reivindicación 57, que además comprende dispersar el contenido del sistema de tubería en una pluralidad de capilares acoplados al sistema de tubería dentro del nido de calor.

60. El método de la reivindicación 59, en donde cada capilar en la pluralidad de capilares tiene un diámetro menor que un diámetro de las tuberías de flujo hacia abajo, permitiendo así que el contenido del sistema de tubería será calentado rápidamente a medida que el contenido pasa a través de la pluralidad de capilares.

61. El método de la reivindicación 51, en donde el contenido del sistema de tubería es un fluido conductor de calor ambientalmente inerte que no hierve cuando es calentado dentro del nido de calor.
62. El método de la reivindicación 61, en donde el contenido del sistema de tubería es agua.
63. El método de la reivindicación 61, en donde el contenido del sistema de tubería es gas.
64. El método de la reivindicación 51, que además comprende inyectar el material conductor de calor en el nido de calor, el material conductor de calor sustancialmente se solidifica dentro del nido de calor después de ser inyectado en el área entre la roca que rodea el nido de calor y el sistema de tubería.
65. El método de la reivindicación 51, en donde el material conductor de calor es lechada.
66. El método de la reivindicación 51, en donde el material conductor de calor es metal fundido.

67. El método de la reivindicación 51, en donde el material conductor de calor es un cerámico.

68. El método de la reivindicación 51, en donde el material conductor de calor es un material en malla.

69. El método de la reivindicación 51, en donde el material conductor de calor es plástico.

70. El método de la reivindicación 64, en donde la inyección del material conductor de calor en el nido de calor además comprende insertar un tubo a través de un agujero de perforación y retirar el tubo una vez el nido de calor ha sido llenado con el material conductor de calor.

71. El método de la reivindicación 51, en donde la extracción del calor geotérmico además comprende formar una forma del elemento intercambiador de calor en una hélice, en la cual el sistema de tubería dentro del elemento intercambiador de calor comprende al menos un tubo retorcido para incrementar la distancia que el contenido del sistema de tubería fluye dentro del elemento intercambiador de calor.

72. Un método para extraer calor geotérmico del interior de un pozo perforado, que comprende:

determinar un tipo de roca a una profundidad de un pozo, un área de superficie de la roca a la profundidad del pozo, y un factor de conductividad de calor de la roca a la profundidad del pozo;

incrementar el área de superficie de la roca a un punto deseado en el pozo entre un punto de calor del pozo y el fondo del pozo;

formar un nido de calor dentro del pozo que empieza en el fondo del pozo y que termina en el punto de calor del pozo;

inyectar un material conductor de calor entre la roca que rodea el nido de calor y un elemento intercambiador de calor dentro del nido de calor para formar un sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado para intercambiar calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor para calentar un contenido de un sistema de tubería que fluye hacia adentro y afuera del elemento intercambiador de calor a una temperatura de equilibrio a la cual la roca que rodea el nido de calor y que genera el calor geotérmico recupera continuamente el calor geotérmico que se intercambia con el material conductor de calor y por encima del cual el calor geotérmico generado por la roca que rodea el nido de calor se disipa a medida que el material conductor de calor intercambia calor desde la roca que rodea el nido de calor hacia el elemento intercambiador de calor; y

aislar el sistema de tubería entre el nido de calor y una superficie del pozo, en donde el sistema de extracción de calor de estado sólido de ciclo cerrado extrae calor geotérmico del pozo sin exponer la roca que rodea el nido de calor a un fluido de líquido.

73. El método de la reivindicación 72, en donde el incremento del área de superficie de la roca que rodea el nido de calor aumenta la temperatura de equilibrio.

74. El método de la reivindicación 73, en donde el incremento del área de superficie de la roca además comprende perforar al menos un agujero de perforación en la roca que rodea el nido de calor.

75. El método de la reivindicación 74, que además comprende inyectar al menos un material adicional en el nido de calor, en donde al menos un material adicional es al menos un cojinete de bola.

76. El método de la reivindicación 74, que además comprende inyectar al menos un material adicional en el nido de calor, en donde al menos un material adicional es al menos una cuenta.

77. El método de la reivindicación 74, que además comprende inyectar al menos un material adicional en el nido de calor, en donde al menos un material adicional es al menos un material metálico en malla.

78. El método de la reivindicación 72, que además comprende bombear el contenido del sistema de tubería en el elemento intercambiador de calor en un juego de tuberías flexibles de flujo hacia abajo y hacia afuera del elemento intercambiador de calor en un juego de tuberías flexibles de flujo hacia arriba.

79. El método de la reivindicación 78, que además comprende dispersar el contenido del sistema de tubería en una pluralidad de capilares acopladas al sistema de tubería dentro del nido de calor.

80. El método de la reivindicación 79, en donde cada capilar en la pluralidad de capilares tiene un diámetro menor que un diámetro de las tuberías de flujo hacia abajo, permitiendo así que el contenido del sistema de tubería será calentado rápidamente a medida que el contenido pasa a través de la pluralidad de capilares.

81. El método de la reivindicación 72, en donde el contenido del sistema de tubería es un fluido conductor de calor ambientalmente inerte que no hierve cuando es calentado dentro del nido de calor.

82. El método de la reivindicación 81, en donde el contenido del sistema de tubería es agua.

83. El método de la reivindicación 81, en donde el contenido del sistema de tubería es gas.

84. El método de la reivindicación 72, en donde el material conductor de calor es lechada.

85. El método de la reivindicación 72, en donde el material conductor de calor es metal fundido.

86. El método de la reivindicación 72, en donde el material conductor de calor es un cerámico.

87. El método de la reivindicación 72, en donde el material conductor de calor es un material en malla.

88. El método de la reivindicación 72, en donde el material conductor de calor es plástico.

89. El método de la reivindicación 72, en donde la inyección del material conductor de calor en el pozo además comprende insertar un tubo a través de un agujero de perforación y retirar el tubo una vez el nido de calor ha sido llenado con el material conductor de calor.

90. El método de la reivindicación 72, en donde el aislamiento del sistema de tubería además comprende aislar el sistema de tubería a por lo menos un punto entre el nido de calor y la superficie del pozo.

91. El método de la reivindicación 72, en donde la temperatura de equilibrio es un rango de temperaturas.

92. El método de la reivindicación 72, en donde la extracción del calor geotérmico además comprende formar una forma del elemento intercambiador de calor en una hélice, en la cual el sistema de tubería dentro del elemento intercambiador de calor comprende al menos un tubo retorcido para incrementar la distancia que el contenido del sistema de tubería fluye dentro del elemento intercambiador de calor.

93. El sistema de la reivindicación 2, en donde el área de superficie de la roca que rodea el nido de calor es incrementada por medio de la fracturación de la roca que rodea el nido de calor.

94. El sistema de la reivindicación 3, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el por menos un material adicional es una varilla de calor.

95. El sistema de la reivindicación 30, en donde el área de superficie de la roca que rodea el nido de calor es incrementada por medio de la fracturación de la roca que rodea el nido de calor.

96. El sistema de la reivindicación 31, que además comprende al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el por menos un material adicional es una varilla de calor.

97. El método de la reivindicación 52, en donde el incremento de un área de superficie de la roca que rodea el nido de calor para aumentar la temperatura de equilibrio además comprende fracturar el área de superficie de la roca que rodea el nido de calor.

98. El método de la reivindicación 53, en donde la perforación de la menos un agujero de perforación en la roca que rodea el nido de calor además comprende inyectar al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es una varilla de calor.

99. El método de la reivindicación 73, en donde el incremento de un área de superficie de la roca que rodea el nido de calor para aumentar la temperatura de equilibrio además comprende fracturar el área de superficie de la roca que rodea el nido de calor.

100. El método de la reivindicación 74, en donde la perforación de la menos un agujero de perforación en la roca que rodea el nido de calor además comprende inyectar al menos un material adicional inyectado en el nido de calor, en donde el al menos un material adicional es una varilla de calor.

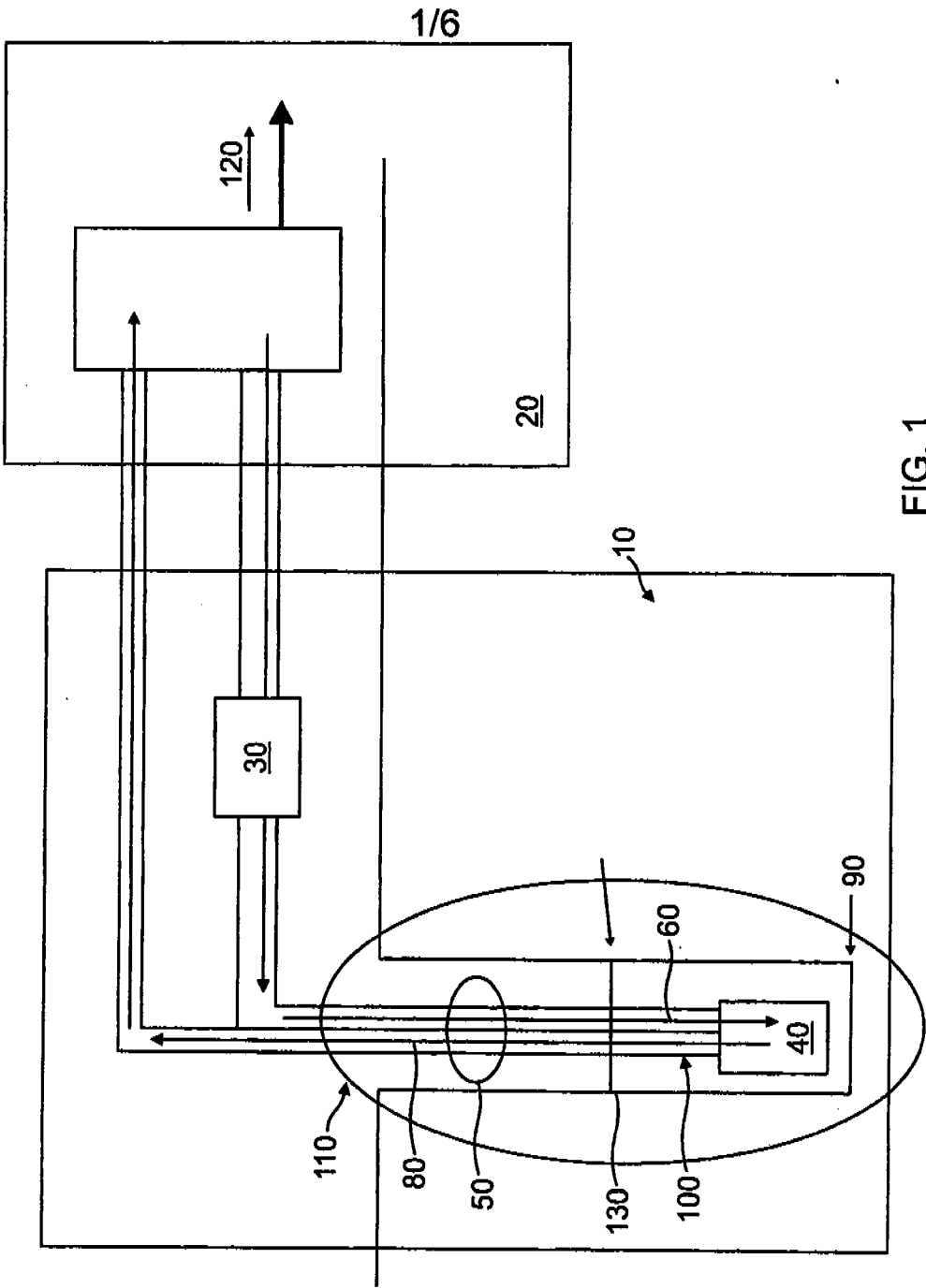


FIG. 1

67

2/6

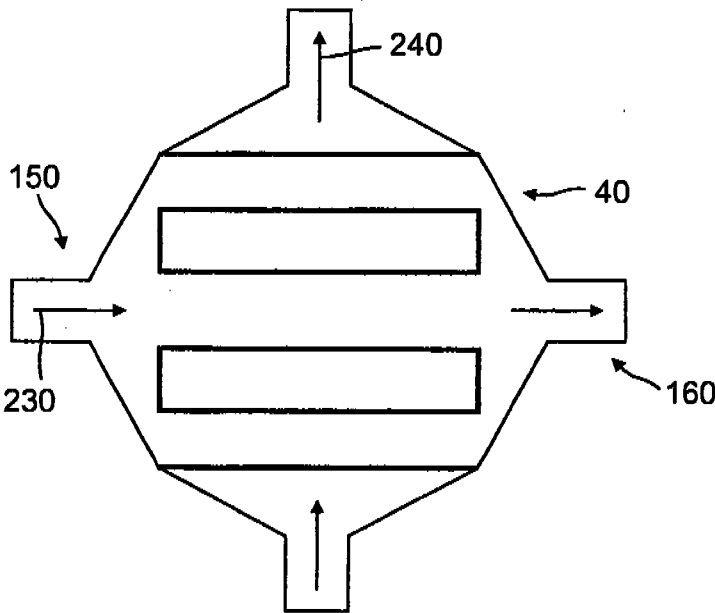


FIG. 2

68

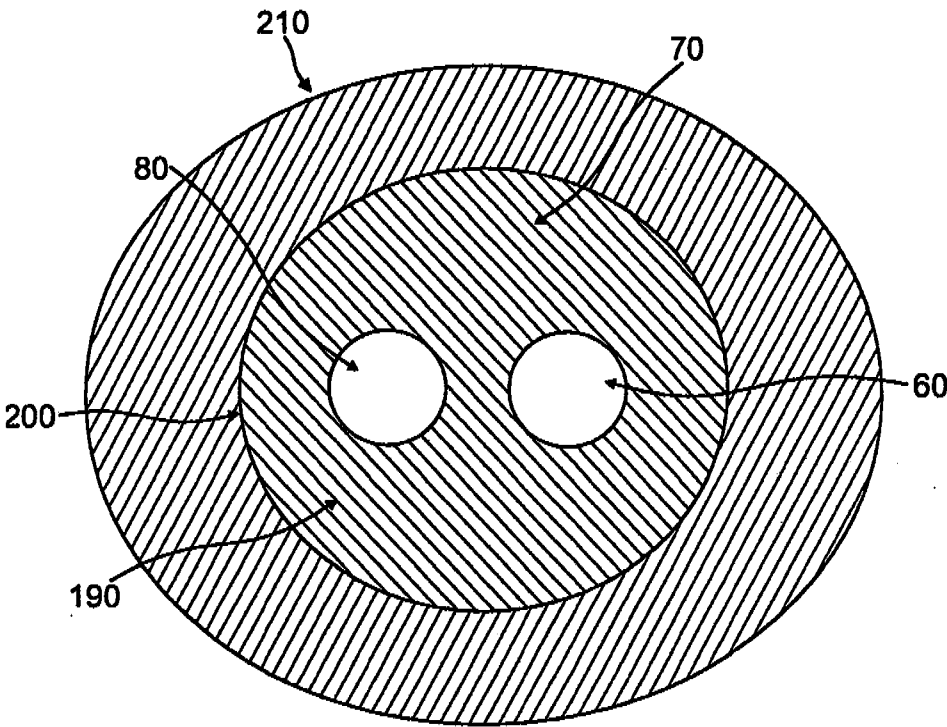


FIG. 3

69

4/6

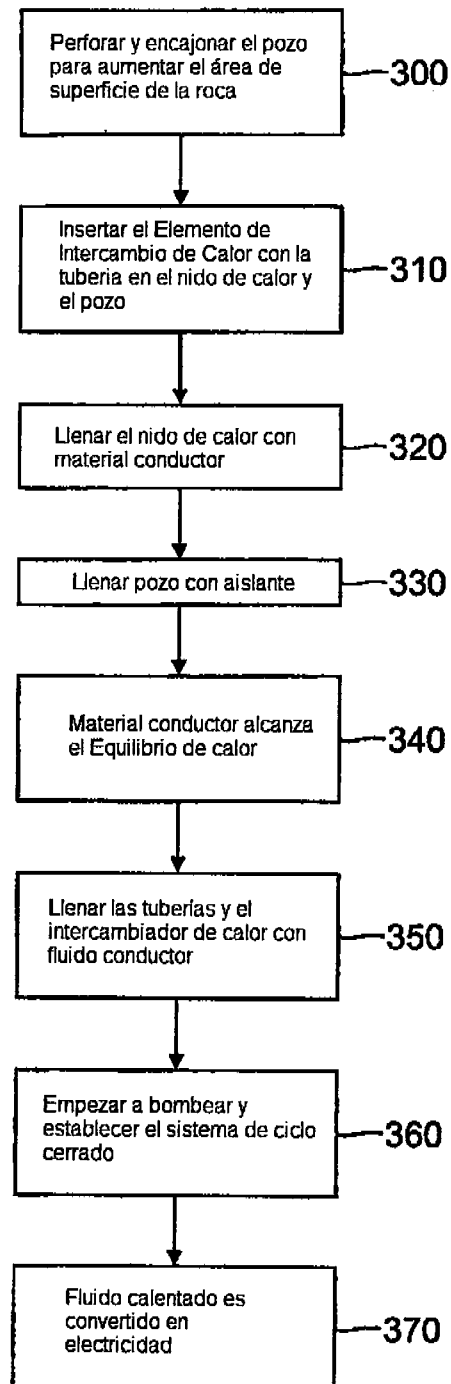


FIG. 4

78

5/6

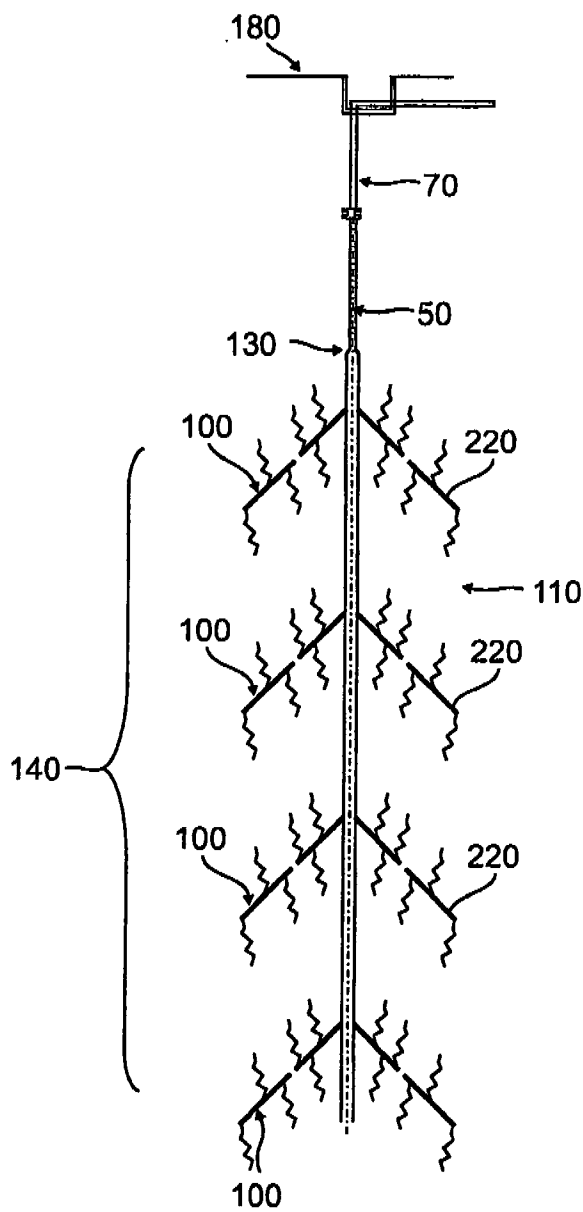


FIG. 5

21

6/6

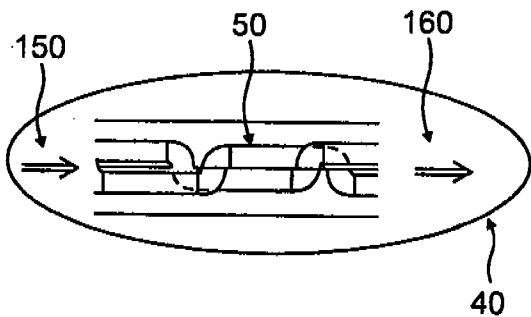


FIG. 6

72

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)
(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
17 December 2009 (17.12.2009)



(10) International Publication Number
WO 2009/151649 A2

- (51) International Patent Classification:
F24J 3/08 (2006.01) F25B 30/06 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)
- (21) International Application Number:
PCT/US2009/003592
- (22) International Filing Date:
15 June 2009 (15.06.2009)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
61/131,967 13 June 2008 (13.06.2008) US
- (71) Applicant and
(72) Inventor: PARRELLA, Michael, J. [US/US]; 40 Kellogg Hill Road, Weston, CT 06883 (US).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[Continued on next page]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD OF CAPTURING GEOTHERMAL HEAT FROM WITHIN A DRILLED WELL TO GENERATE ELECTRICITY

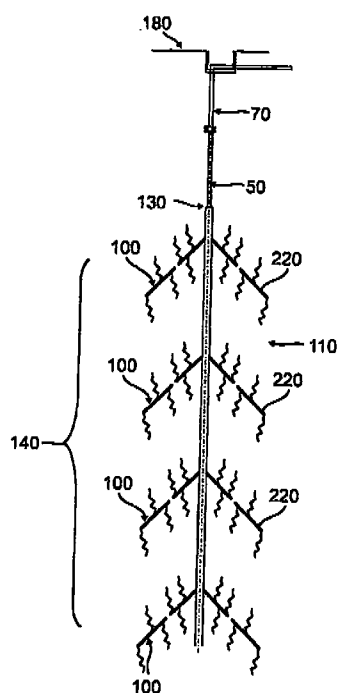


FIG. 5

(57) Abstract: A closed-loop, solid-state system generates electricity from geothermal heat from a well by flow of heat, without needing large quantities of water to conduct heat from the ground. The present invention contemplates uses for depleted oil or gas wells and newly drilled wells to generate electricity in an environmentally-friendly method. Geothermal heat is conducted from the Earth to a heat exchanging element to heat the contents of pipes. The pipes are insulated between the bottom of the well and the surface to minimize heat dissipation as the heated contents of the pipes travel to the surface.

WO 2009/151649 A2

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

Declarations under Rule 4.17:

— as to the identity of the inventor (Rule 4.17(i))

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

LE



No. 11-002499-00000-0000

Fecha: 2011-01-12 14:51:16

Tra. 11 PATENTEI/II

Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Eve: 378 FASENACIONALI

Folios: 74

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO D

☐

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 ☐



Bogotá D.C.,
2020



Doctor(a)
RODRIGUEZ D' ALEMAN DILIA MARIA
Apoderado(a) y/o Representante de
PARRELLA MICHAEL J

REFERENCIA	Radicación No.	11 002499
	Solicitud internacional	PCT/US2009/003592
	Fecha inicio fase nacional	13/01/2011
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	003939

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única No.10 de 2001.

JOSE LUIS SALAZAR LOPEZ
Director de Nuevas Creaciones (c)

04 MAR. 2011

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha _____
adpa11