



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00785

(22) Data de depozit: 19/12/2016

(30) Prioritate:

08/04/2016 US 62/319856

(41) Data publicării cererii:

29/05/2020 BOPI nr. 5/2020

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. US 2016/067454 19/12/2016

(87) Publicare internațională:

Nr. WO 2017/176331 12/10/2017

(71) Solicitant:

• BABCOCK JOHN A., 3350 MCCUE ROAD,  
2102 HUSTON, 77056 TEXAS, US;

• LINDE AKTIENGESELLSCHAFT,

KLOSTERHOFSTR.1, 80331, MUNICH, DE

(72) Inventatori:

• BABCOCK JOHN A., 3350 MCCUE ROAD,

2102 HUSTON, 77056 TEXAS, US;

• SIESS CHARLES P.III, 75 LAKE FOREST

CIRCLE, CONROE, 77384 TEXAS, US;

• WATTS KEVIN G., 16118 RUDGEWICK

LANE, SPRING, 77379 TEXAS, US

(74) Mandatar:

ROMINVENT S.A.,

STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,

SECTOR 1, BUCUREȘTI

(54) RECUPERARE ÎMBUNĂTĂȚITĂ A PETROLULUI PE BAZĂ  
DE SOLVENT MISCIBIL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă îmbunătățită de recuperare amplificată a petrolului folosind un sistem pe bază de solvent miscibil. Metoda conform invenției constă în injectarea fluidului (260) de injecție miscibil în rezervorul (250) care conține hidrocarburi, urmat de injectarea fluidului (270) de control al mobilității în același rezervor (250), în sonda (200) de injecție este pompat un volum presurizat de fluid (260) de injecție miscibil, cum ar fi GNL de clasă Y furnizat din rezervoarele (145) de stocare, și injectat în rezervorul (250) cu hidrocarburi, la o presiune la care fluidul (260) injectabil miscibil rămâne miscibil cu hidrocarburile lichide din rezervorul (250), apoi un volum presurizat al fluidului (270) de control al mobilității, cum ar fi apa, dioxidul de carbon și/sau azotul furnizat din rezervoarele (145) de stocare, este pompat în sonda (200) de injecție și injectat în rezervorul (250) cu hidrocarburi, metoda de recuperare fiind realizată cu ajutorul unor instalații de injecție aflate la suprafață (110), care includ unul sau mai multe rezervoare (145) de stocare conectate prin conductă (140) la una sau mai multe pompe (130) de injecție, pentru injectarea fluidelor în sonda (200) de injecție printr-o conductă (120), au mai multe separatoare (160) care primesc fluidele produse din sonda (210) de producție, printr-o conductă (150), și separă lichidele și

gazele din fluidele produse, lichidele separate fiind transportate prin conductă (170) și depozitate în rezervoarele (180) de stocare, iar gazele separate sunt transportate prin magistrală (190).

Revendicări: 15

Figuri: 5

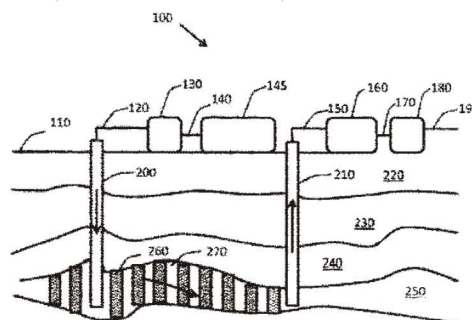


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



16

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. .... a 2018 00 785 .....
Data depozit .... 19 -12- 2016 .....

## **RECUPERARE ÎMBUNĂTĂȚITĂ A PETROLULUI PE BAZĂ DE SOLVENT MISCIBIL DOMENIUL INVENȚIEI**

**[0001]** Exemplele de realizare ale descrierii se referă la sisteme și metode de recuperare amplificată sau îmbunătățită a petrolului, folosind un solvent miscibil.

### **CADRUL INVENȚIEI**

**[0002]** Estimările petrolului *in situ* din întreaga lume variază până la 1,5 trilioane de barili. Folosind această cifră, deoarece metodele de recuperare convenționale (primare și secundare) extrag în mod obișnuit o treime din petrolul *in situ* într-un rezervor, se estimează că petrolul rămas ca saturație de petrol rezidual după recuperarea convențională ar fi de aproximativ 1,0 bilioane de barili. Mai multe tehnici îmbunătățite de recuperare a petrolului (EOR), grupate în general ca sisteme de producție terțiară, au vizat această resursă. În trecut, tehnicile chimice, termice și miscibile au fost utilizate de către industrie. Aceste tehnici EOR implică, în mod obișnuit, injectarea de compuși chimici dizolvați în apă, injectarea de abur sau, injectarea unui gaz care este miscibil cu petrolul, *in situ*.

**[0003]** Alegerea tehnicii EOR care trebuie utilizată depinde, de asemenea, de alte considerente, cum ar fi adâncimea, temperatura și cantitatea de petrol rămas *in situ*. O mare parte din faza de proiectare a unui proiect EOR este consumată în căutarea combinării proceselor și a schemelor de injecție care vor maximiza recuperarea petrolului, în raport cu costul implementării unei tehnici particulare. Cele mai multe materiale de injecție utilizate astăzi au proprietăți care diferă considerabil de hidrocarburile din rezervoare. Astfel de diferențe de proprietăți pot reduce eficiența extracției.

**[0004]** Prin urmare, este nevoie de tehnici noi amplificate și îmbunătățite de recuperare a petrolului.

### **REZUMAT**

**[0005]** Într-un exemplu de realizare, metoda pentru recuperarea petrolului amplificată sau îmbunătățită cuprinde injectarea unui fluid de injecție miscibil printr-un sondă de injecție într-un rezervor conținând hidrocarburi, care să dislocuiască hidrocarburile, în care fluidul de injecție miscibil cuprinde un amestec de hidrocarburi nefracționate care este miscibil cu hidrocarburile în rezervorul ce conține hidrocarburi; injectarea unui fluid de control al mobilității prin sonda de injecție în formațiunea care conține hidrocarburi, după injectarea fluidului de injecție miscibil; și, producerea hidrocarburilor dislocuite printr-o sondă de producție.

### **DESCRIERE PE SCURT A DESENELOR**

**[0006]** Figura 1 este o vedere în secțiune a unui rezervor ce conține hidrocarburi în conformitate cu un exemplu de realizare.

**[0007]** Figura 2 este o vedere în secțiune a unui rezervor ce conține hidrocarburi în conformitate cu un exemplu de realizare.

**[0008]** Figura 3 este o vedere plană a unui rezervor ce conține hidrocarburi în conformitate cu un exemplu de realizare.

**[0009]** Figura 4 este o vedere plană a unui rezervor ce conține hidrocarburi în conformitate cu un exemplu de realizare.

**[0010]** Figura 5 este o vedere plană a unui sistem de recuperare a fluidului în conformitate cu un exemplu de realizare.

### **DESCRIERE DETALIATĂ**

**[0011]** Printre exemplele de realizare a invenției se numără fluidele de injecție miscibile utilizate pentru recuperarea amplificată sau îmbunătățită a hidrocarburilor reziduale din

rezervoarele ce conțin hidrocarburi. Fluidele de injecție miscibile cuprind componente naturale disponibile pe plan local, ca abordare eficientă din punct de vedere al costurilor. Fluidele de injecție miscibile ajută la reducerea și / sau eliminarea tensiunilor de contact ale hidrocarburilor reziduale, pentru a amplifica sau a îmbunătăți recuperarea petrolului.

**[0012]** Într-un exemplu de realizare, fluidul de injecție miscibil poate cuprinde un amestec de hidrocarburi nefracționate, cum ar fi lichide de gaz natural de clasă Y (denumite aici GNL-clasa Y/gaz natural lichefiat - clasa Y). GNL- clasa Y este similară în vâscozitate cu petrolul de rezervor, ceea ce are ca rezultat o eficiență bună de maturare, în comparație cu gazele de hidrocarburi care sunt adesea considerabil mai scăzute în vâscozitate decât petrolul de rezervor. Eficacitatea spălării poate fi îmbunătățită în continuare dacă în rezervor se injectează GNL- clasa Y, în cantități mici (numite și „dopuri de țigăi”), care sunt alternate cu dopuri de apă, ca mijloc de scădere a mobilității fluidelor injectate. GNL- clasa Y este un solvent miscibil cu cost redus, care reprezintă un candidat excelent pentru solventul miscibil în recuperarea amplificată sau îmbunătățită a hidrocarburilor.

**[0013]** GNL de clasa Y este un amestec de hidrocarburi nefracționate care cuprinde etan, propan, butan, izobutan și pentan plus. Pentanul plus cuprinde pentan, izopentan și / sau hidrocarburi cu greutate mai mare, de exemplu compuși de hidrocarburi conținând cel puțin unul dintre C5 până la C8+. Pentanul plus poate include, de exemplu, benzină naturală.

**[0014]** În mod obișnuit, GNL de clasa Y este un produs secundar al fluxurilor de hidrocarburi de-metanizate care sunt produse din sonde de șisturi, și transportate într-o instalație centralizată. GNL de clasa Y poate fi obținut local dintr-o instalație de divizare, dintr-o instalație de gaze și / sau dintr-o rafinărie, și transportat cu camioane sau prin conducte în punctul de utilizare. În starea sa fracționată sau naturală (sub anumite presiuni și temperaturi, de exemplu, într-un interval de 250-600 psig și la temperatura capului de sondă sau, temperatura ambiantă), GNL de clasa Y nu are o piață dedicată sau o utilizare cunoscută. GNL de clasa Y trebuie să facă obiectul unei prelucrări, înainte ca adevărata sa valoare să fie dovedită.

**[0015]** Compoziția de GNL de clasa Y poate fi personalizată pentru manipularea ca lichid în diferite condiții. Deoarece conținutul de etan al GNL de clasă Y afectează presiunea de vapori, conținutul de etan poate fi ajustat, după cum este necesar. Conform unui exemplu, GNL de clasă Y poate fi prelucrat pentru a avea un conținut scăzut de etan, cum ar fi un conținut de etan care se situează într-un interval de 3-12%, pentru a permite ca GNL de clasă Y să fie transportat ca un lichid în vase de depozitare de presiune joasă. Conform unui alt exemplu, GNL - clasa Y poate fi procesat pentru a avea un conținut ridicat de etan, cum ar fi un conținut de etan care se situează într-un interval de 38-60%, pentru a permite ca GNL - clasa Y să fie transportat ca lichid în conducte de presiune ridicată.

**[0016]** GNL de clasă Y diferă de gazul petrolier lichefiat („GPL”). O diferență este că GPL este un produs fracționat compus în primul rând din propan, sau un amestec de produse fracționate compuse din propan și butan. O altă diferență este că GPL este un amestec de hidrocarburi fracționate, în timp ce GNL de clasa Y este un amestec de hidrocarburi nefracționate. O altă diferență este că GPL este produs într-o instalație de fracționare printr-un tren de fracționare, în timp ce GNL - clasa Y poate fi obținut de la o instalație de divizare, o instalație de gaze și / sau o rafinărie. O altă diferență este că GPL este un produs pur cu exact aceeași compoziție, în timp ce GNL - clasa Y poate avea o compoziție variabilă.

**[0017]** În starea sa nefracționată, GNL - clasa Y nu este un produs GNL de puritate, și nu este un amestec format prin combinarea unuia sau, mai multor produse GNL de puritate. Un

produs GNL de puritate este definit ca un flux de GNL care are cel puțin 90% dintr-un tip de moleculă de carbon. Cele cinci produse recunoscute pentru puritatea GNL sunt etanul (C2), propanul (C3), butanul normal (NC4), izobutanul (IC4) și benzina naturală (C5+). Amestecul de hidrocarburi nefracționate trebuie să fie trimis într-o instalație de fracționare, unde este răcit criogenic și trecut printr-un tren de fracționare compus dintr-o serie de turnuri de distilare, denumite de-etanizatoare, de-propanizatoare și de-butanizatoare, pentru a fracționa produsele de puritate GNL din amestecul de hidrocarburi nefracționate. Fiecare turn de distilare generează un produs de puritate GNL. Gazul petrolier lichefiat este un produs de puritate GNL care conține numai propan, sau un amestec de două sau mai multe produse de puritate GNL, cum ar fi propan și butan. Gazul petrolier lichefiat este, prin urmare, o hidrocarbură fracționată sau un amestec de hidrocarburi fracționate.

**[0018]** Într-un exemplu de realizare, GNL de clasă Y cuprinde 30-80%, cum ar fi 40-60%, de exemplu, 43% etan, 15-45%, cum ar fi 20-35%, de exemplu, 27% propan, 5-10%, de exemplu, 7% butan normal, 5-40%, cum ar fi 10-25%, de exemplu, 10% izobutan și 5-25%, cum ar fi 10-20%, de exemplu, 13% pentan plus. Metanul reprezintă, de obicei, sub 1%, de exemplu, mai puțin de 0,5% din volumul lichidului.

**[0019]** Într-un exemplu de realizare, GNL - clasa Y cuprinde componente condensate deshidratate, desulfurizate, care au o presiune a vaporilor de nu mai mult de aproximativ 600 psig la 100 grade Fahrenheit (° F), cu componente aromatice sub aproximativ 1 procente în greutate, și olefine sub aproximativ 1% din volumul lichidului. Materialele și fluxurile utile pentru metodele și sistemele descrise aici includ, în mod tipic, hidrocarburi cu punct de topire sub aproximativ 0 grade Fahrenheit (° F).

**[0020]** Într-un exemplu de realizare, GNL- clasa Y poate fi amestecat cu un agent de creștere a vâscozității, un agent tensioactiv neionic și / sau un agent de reticulare. GNL-clasa Y poate fi amestecat cu agentul tensioactiv neionic pentru a crea spumă. Agentul de creștere a vâscozității, agentul tensioactiv neionic și / sau agentul de reticulare pot fi amestecate cu un fluid de solubilizare, pentru amestecare ulterioară cu GNL de clasa Y. Fluidul de solubilizare poate cuprinde hidrocarburi fracționate sau rafinate, cum ar fi C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>, și amestecuri ale acestora. Fluidul de solubilizare poate cuprinde hidrocarburi C<sub>3</sub>+, incluzând propan, butan, pentan, nafta, toluen, motorină, benzină naturală, și orice combinație a acestora.

**[0021]** Într-un exemplu de realizare, fluidul de injecție miscibil poate cuprinde un amestec de hidrocarburi nefracționate care cuprinde lichide de gaze naturale, condens (inclusiv compuși aromatici) și urme de apă, dioxid de carbon și / sau hidrogen sulfurat (colectiv, de asemenea, cunoscut drept clasa L). Lichidele de gaze naturale din amestec cuprind etan, propan, butan, izobutan și pentan plus. Pentanul plus cuprinde pentan, izopentan și / sau hidrocarburi cu greutate mai mare, de exemplu, compuși de hidrocarburi conținând C<sub>5</sub> până la C<sub>35</sub>. Pentanul plus poate include, de exemplu, benzină naturală.

**[0022]** Figura 1 este o ilustrare schematică a unui sistem 100 de recuperare amplificată sau îmbunătățită a petrolului, dispus pe suprafața 110, pe un rezervor 250 care conține hidrocarburi, conform unui exemplu de realizare. Rezervorul 250 care conține hidrocarburi este situat sub mai multe formațiuni. În particular, o primă formațiune 220 subterană este dispusă deasupra unei a doua formațiuni 230 subterane, care este dispusă deasupra unei a treia formațiuni 240 subterane. Prima, a doua și a treia formațiune subterană sunt dispuse deasupra rezervorului 250 care conține hidrocarburi.

**[0023]** Sunt forate o sondă de injecție 200 și o sondă de producție 210, și acestea traversează prima, a doua și a treia formațiune 220-240 subterană, și se termină în rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Instalațiile de injecție sunt situate pe suprafața 110 și includ unul sau mai multe rezervoare de stocare 145 care sunt conectate prin conducta 140 la una sau mai multe pompe de injecție 130, pentru a injecta fluide în sonda de injecție 200 prin conducta 120. Instalațiile de producție sunt situate pe suprafața 110 și includ unul sau mai multe separatoare 160 care primesc fluidele produse din sonda de producție 210 prin conducta 150. Separatoarele 160 separă lichidele și gazele din fluidele produse. Lichidele separate sunt depozitate în unul sau mai multe rezervoare de stocare 180 prin conducta 170, și gazele separate sunt transportate prin magistrala 190.

**[0024]** Într-un exemplu de realizare, o metodă de recuperare amplificată sau îmbunătățită a petrolului cuprinde injectarea alternantă a unui fluid de injecție miscibil 260 și unui fluid de control al mobilității 270 în rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Metoda include injectarea de volume presurizate, definite, de fluid de injecție miscibil 260 (cum ar fi GNL - clasa Y, furnizat din rezervoarele de stocare 145) prin sonda de injecție 200 și în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, la o presiune la care fluidul de injectare miscibil 260 rămâne miscibil cu hidrocarburile lichide în rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Metoda include injectarea de volume sub presiune, definite, ale fluidului de control al mobilității 270 (cum ar fi apă, dioxid de carbon și / sau azot furnizat din rezervoarele de stocare 145) prin sonda de injecție 200 și în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, după injectarea fluidului de injecție miscibil 260.

**[0025]** Într-un exemplu de realizare, fluidul de injecție miscibil 260 poate fi amestecat cu fluidul de control al mobilității 270 (cum ar fi apa, dioxidul de carbon și / sau azotul) și injectat simultan în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, urmat de injectarea fluidului de control al mobilității 270 (cum ar fi apa, dioxidul de carbon și / sau azotul). Metoda poate include injecții alternante de volume presurizate, definite, dintr-un amestec al fluidului de injecție miscibil 260 și fluidului de control al mobilității 270 (cum ar fi apă, dioxid de carbon și / sau azot), cu injecții de volum sub presiune, definite, din aceleași fluid de control al mobilității 270 (cum ar fi apa, dioxidul de carbon și / sau azot), sau unul diferit.

**[0026]** Într-un exemplu de realizare, injecțiile de fluid de injecție miscibil 260 amestecat cu fluidul de control al mobilității 270 pot fi alternate cu injecții ale aceluiași fluid de injecție miscibil 260 sau, ale unuia diferit, numai în interiorul rezervorului 250 care conține hidrocarburi, pentru a inhiba sau a preveni străpungerea amestecului de fluid de injecție 260 din sondele de injecție 200 în sondele de producție 210.

**[0027]** Volumele de alternare și / sau amestecare ale fluidului de injectare miscibil 260 și fluidului de control al mobilității 270 mobilizează și deplasează petrolul rezidual în rezervorul 250 care conține hidrocarburi în sonda de producție 210. Petrolul mobilizat, fluidul de injecție miscibil 260, fluidul de control al mobilității 270 și / sau alte fluide de rezervor (denumite în mod colectiv „fluide produse”), sunt produse la suprafața 110 prin sonda de producție 210 și direcționate în separatoarele 160 prin conducta 150, în rezervoarele de stocare 180, prin conducta 170 și magistrala 190. Gazul separat în separatoarele 160 este trimis în magistrala 190, în timp ce lichidele separate (cum ar fi hidrocarburile lichide și apa) sunt stocate în rezervoarele de stocare 180.

**[0028]** Fluidul de control al mobilității 270 poate fi utilizat pentru a inhiba mobilitatea fluidului de injecție miscibil 260 în interiorul rezervorului 250 care conține hidrocarburi, pentru a preveni străpungerea rapidă a fluidului de injecție miscibil 260 din sonda de injecție 200 în

sonda de producție 210. Încetinirea timpului necesar pentru ca lichidul de injectare miscibil 260 să ajungă la sonda de producție 210 mărește timpul pentru ca fluidul de injectie miscibil 260 să mobilizeze și să deplaseze petrolul rezidual în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, pentru a crește eficiența de recuperare.

**[0029]** Figura 2 este o ilustrare schematică a unui sistem 100 de recuperare amplificată sau îmbunătățită, dispus pe suprafața 110 peste rezervorul 250 care conține hidrocarburi, conform unui exemplu de realizare. Rezervorul 250 care conține hidrocarburi este localizat sub mai multe formațiuni. În particular, o primă formațiune 220 subterană este dispusă deasupra unei a doua formațiuni 230 subterane, care este dispusă deasupra unei a treia formațiuni 240 subterane. Prima, a doua și a treia formațiune subterană sunt dispuse deasupra rezervorului 250 care conține hidrocarburi.

**[0030]** Instalațiile de injectie sunt situate pe suprafața 110, și includ unul sau mai multe rezervoare de stocare 145 care sunt conectate prin conducta 140 la una sau mai multe pompe de injectie 130, pentru a injecta fluide în sonda de injectie 200 prin conducta 120. Instalațiile de producție sunt situate pe suprafața 110, și includ unul sau mai multe separatoare 160 care primesc fluidele produse din sonda de producție 210 prin conducta 150. Separatoarele 160 separă lichidele și gazele din fluidele produse. Lichidele separate sunt depozitate în unul sau mai multe rezervoare de stocare 180 prin conducta 170, și gazele separate sunt transportate prin magistrala 190.

**[0031]** Într-un exemplu de realizare, o metodă de recuperare amplificată sau îmbunătățită a petrolului cuprinde injectarea fluidului de injectie miscibil 260 în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, urmat de injectarea fluidului de control al mobilității 270 în rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Un volum presurizat de fluid de injectie miscibil 260 (cum ar fi GNL de clasa Y, furnizat din rezervoarele de stocare 145) este pompat în sonda de injectie 200 și, injectat în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, la o presiune la care fluidul injectabil miscibil 260 rămâne miscibil cu hidrocarburile lichide din rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Un volum presurizat al fluidului de control al mobilității 270 (cum ar fi apa, dioxidul de carbon și / sau azotul furnizat din rezervoarele de stocare 145) este pompat în sonda de injectie 200 și injectat în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, după injectarea fluidului de injectie miscibil 260.

**[0032]** Într-un exemplu de realizare, fluidul de injectie miscibil 260 poate fi amestecat cu fluidul de control al mobilității 270 (cum ar fi apă, dioxid de carbon și / sau azot), și injectat simultan în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, urmat de injectarea de fluid de control al mobilității 270 (cum ar fi apă, dioxid de carbon și / sau azot). Metoda poate include injectia unui volum sub presiune, definit, dintr-un amestec al fluidului de injectie miscibil 260 și fluidului de control al mobilității 270 (cum ar fi apă, dioxid de carbon și / sau azot) în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, și apoi injectarea numai a unui volum presurizat, definit, al aceluiași fluid sau altui fluid de control al mobilității 270 (cum ar fi apă, dioxid de carbon și / sau azot).

**[0033]** Într-un exemplu de realizare, o injectie a fluidului de injectie miscibil 260 amestecat cu fluidul de control al mobilității 270 poate fi urmată de o injectie a aceluiași lichid sau a unui lichid de injectie miscibil 260 numai în interiorul rezervorului 250 care conține hidrocarburi, pentru a inhiba sau, a preveni trecerea fluidului de injectie miscibil 260 din sondele de injectie 200 în sondele de producție 210.

**[0034]** Fluidul de control al mobilității 270 poate fi utilizat pentru a inhiba mobilitatea fluidului de injectie miscibil 260 în interiorul rezervorului 250 care conține hidrocarburi, pentru a

preveni o străpungere rapidă a fluidului de injecție miscibil 260 din sonda de injecție 200 în sonda de producție 210. Încetinirea timpului necesar pentru ca lichidul de injecție miscibil 260 să ajungă în fanta de producție 210 mărește timpul pentru ca fluidul de injecție miscibil 260 să se mobilizeze și să deplaseze hidrocarburile reziduale în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, pentru a crește eficiența de recuperare.

**[0035]** Fluidul de injecție miscibil 260 mobilizează inițial și deplasează hidrocarburile reziduale din rezervorul 250 care conține hidrocarburi în sonda de producție 210. Fluidul de control al mobilității 270 mobilizează simultan și deplasează hidrocarburile reziduale, precum și fluidul de injecție miscibil 260 din rezervorul 250 care conține hidrocarburi în sonda de producție 210. Petrolul mobilizat, fluidul de injecție miscibil 260, fluidul de control al mobilității 270 și / sau alte fluide ale rezervorului (denumite colectiv „fluide produse”) sunt produse la suprafața 110 prin sonda de producție 210, și direcționate în separatoarele 160 prin conducta 150, în rezervoarele de stocare 180 prin conducta 170 și la magistrala 190. Gazul separat în separatoarele 160 este trimis în magistrala 190, în timp ce lichidele separate (cum ar fi hidrocarburile lichide și apa) sunt stocate în rezervoarele de stocare 180.

**[0036]** Figura 3 este o vedere plană a unei serii de sonde 400 care pot fi utilizate pentru a implementa metodele de recuperare amplificată sau îmbunătățită a petrolului descrise aici. Seria de sonde 400 include un prim grup de sonde 410 (notat cu șablon intern) care sunt decalate de un al doilea grup de sonde 420 (notat fără șablon interior). Primul grup de sonde 410 poate fi utilizat ca sonda de injecție 200 prezentată în Figurile 1 și 2, în timp ce al doilea grup de sonde 420 poate fi utilizat ca sonda de producție 210 prezentată în Figurile 1 și 2. Alternativ, al doilea grup de sonde 420 poate fi utilizat pentru injecție, în timp ce primul grup de sonde 410 poate fi utilizat pentru producție din rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Grupul de sonde 410 și 420 poate avea de la aproximativ 2 sonde la aproximativ 500 de sonde. Primul grup de sonde 410 poate avea același număr, un număr mai mare sau, un număr mai mic de sonde, decât cel de-al doilea grup de sonde 420.

**[0037]** Figura 4 este o vedere plană a unei serii de sonde 500 care poate fi utilizată pentru a implementa metodele de regenerare amplificată sau îmbunătățită a petrolului descrise aici. Seria de sonde 500 include o primă sondă 510 (notată cu șablon interior) care este decalată și dispusă între un al doilea grup de sonde 520 (notat fără șablon interior). Prima sondă 510 poate fi utilizată ca sonda de injecție 200 prezentată în Figurile 1 și 2, în timp ce al doilea grup de sonde 520 poate fi utilizat ca sonda de producție 210 prezentată în Figurile 1 și 2. Alternativ, al doilea grup de sonde 520 poate fi utilizat pentru injecție, în timp ce prima sondă 510 poate fi utilizată pentru producție din rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Cel de-al doilea grup de sonde 520 poate avea de la aproximativ 2 sonde la aproximativ 500 de sonde.

**[0038]** Perioada de timp la care fluidul de injecție miscibil 260 este injectat în rezervorul 250 care conține hidrocarburi poate fi egal cu, mai mare sau, mai mic decât perioada de timp în care fluidul de control al mobilității 270 este injectat în rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Volumul total (sau volumele definite) de fluid injectabil miscibil 260, care sunt injectate în rezervorul 250 care conține hidrocarburi, poate fi egal cu, mai mare sau, mai mic decât volumul total (sau volumele definite) al fluidului de control al mobilității 270 care este injectat în rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Fluidul de control al mobilității 270 poate fi un lichid sau un gaz. Fluidul de control al mobilității poate cuprinde apă, dioxid de carbon, azot, sau orice combinație a acestora.

**[0039]** Într-un exemplu de realizare, sonda de injecție 200 poate fi o sondă verticală sau o sondă orizontală. Într-un exemplu de realizare, sonda de producție 210 poate fi o sondă verticală sau o sondă orizontală. Într-un exemplu de realizare, primul grup de sonde 410 și / sau cel de-al doilea grup de sonde 420, 520 pot fi toate sonde verticale, toate sonde orizontale sau, o combinație de sonde verticale și orizontale.

**[0040]** Într-un exemplu de realizare, vâscozitatea hidrocarburilor din rezervorul 250 care conține hidrocarburi, anterior injecției de fluid de injecție miscibil 260 și / sau de fluid de control al mobilității 270, poate fi de aproximativ 5 centipoise până la aproximativ 100000 centipoise. Într-un exemplu de realizare, permeabilitatea rezervorului 250 care conține hidrocarburi anterior injecției de fluid de injecție miscibil 260 și / sau fluid de control al mobilității 270 poate fi de la aproximativ 0,0001 Darcies până la aproximativ 10 Darcies. Într-un exemplu de realizare, presiunea de injectare a fluidului de injecție miscibil 260 și / sau a fluidului de control al mobilității 270 poate fi de aproximativ 0 psi (sau presiunea de cap a fluidului) până la aproximativ 10.000 psi.

**[0041]** Într-un exemplu de realizare, fluidul de injecție miscibil 260 poate cuprinde GNL de clasa Y, dioxid de carbon, azot, sau orice combinație a acestora. Într-un exemplu de realizare, dioxidul de carbon și / sau azotul pot fi injectate în conducta 120 sau conducta 140, și amestecate cu fluidul de injecție miscibil 260 (cum ar fi GNL - clasa Y) furnizat din rezervoarele de stocare 145, pentru injecție în rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Într-un exemplu de realizare, dioxidul de carbon și / sau azotul pot fi preamestecate cu fluidul de injecție miscibil 260 (cum ar fi GNL - clasa Y) în rezervoarele de stocare 145, pentru injecție în rezervorul 250 care conține hidrocarburi.

**[0042]** Într-un exemplu de realizare, fluidul de injectare miscibil 260 și / sau fluidul de control al mobilității 270 poate fi injectat în rezervorul 250 care conține hidrocarburi prin sonda de injecție 200, pe măsură ce (în timp ce) lichidele produse sunt recuperate înapoi la suprafață prin sonda de producție 210, menținând în același timp o presiune și / sau o temperatură în interiorul rezervorului 250 care conține hidrocarburi la care fluidul de injecție miscibil 260 rămâne miscibil cu hidrocarburile lichide din rezervorul 250 care conține hidrocarburi. Într-un exemplu de realizare, presiunea și / sau temperatura din rezervorul 250 care conține hidrocarburi, la care fluidul de injectare miscibil 260 rămâne miscibil cu hidrocarburile lichide din rezervorul 250 care conține hidrocarburi, este deasupra punctului de rouă al fluidului de injecție miscibil 260.

**[0043]** Într-un exemplu de realizare, fluidul de injectare miscibil 260 poate fi amestecat cu un agent de creștere a vâscozității, un agent tensioactiv neionic și / sau un agent de reticulare. Agentul de creștere a vâscozității poate să cuprindă esteri de fosfat, amino-carbamați, săpunuri de aluminiu, cocoamină (C12-C14), clorură de sebacoil, oleiamină (C18), toluen-2,4-diizocianat, toluen-2,6-dicisolanat, și orice combinație a acestora. Agentul tensioactiv neionic poate fi amestecat cu fluidul de injecție miscibil pentru a crea spumă. Agentul de reticulare poate cuprinde reticulări organometalice complexe. Agentul de reticulare poate conține bor.

**[0044]** Într-un exemplu de realizare, un fluid de solubilizare poate fi amestecat cu agentul de creștere a vâscozității, agentul tensioactiv neionic și / sau agentul de reticulare, pentru a solubiliza agentul de creștere a vâscozității, agentul tensioactiv neionic și / sau agentul de reticulare, pentru amestecarea ulterioară cu lichidul de injectare miscibil 260. Fluidul de solubilizare poate cuprinde hidrocarburi fracționate sau rafinate, cum ar fi C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>, și orice combinație a acestora. Fluidul de solubilizare poate cuprinde hidrocarburi



C3+, cum ar fi propan, butan, pentan, nafta, toluen, motorină, benzină naturală, și orice combinație a acestora.

**[0045]** Într-un exemplu de realizare, rezervorul 250 care conține hidrocarburi poate fi un rezervor tratat anterior. Într-un exemplu de realizare, rezervorul 250 care conține hidrocarburi poate fi un rezervor fracturat anterior. Într-un exemplu de realizare, rezervorul 250 care conține hidrocarburi poate fi un rezervor de carbonat fracturat având o reliefare structurală ridicată (de exemplu, o structură sau o formă de scufundare abruptă).

**[0046]** Figura 5 ilustrează un exemplu de realizare a unui sistem de recuperare a fluidului 900 pentru obținerea de GNL de clasa Y, care poate fi utilizat cu oricare dintre sistemele 100 de recuperare amplificată sau îmbunătățită a petrolului. După cum se ilustrează în Figura 5, un flux de hidrocarburi este produs dintr-un prim rezervor de hidrocarburi 910 la suprafață, printr-un prim cap de sondă 920, unde fluxul de hidrocarburi produs este separat instantaneu, la fața locului, printr-un separator 930 la fața locului, într-un curent de gaz umed (denumit de asemenea flux de gaze naturale) și un flux de lichid. Fluxul de gaze naturale este transportat, prin intermediul unei magistrale, de exemplu, la o instalație regională de prelucrare a gazelor naturale 940, unde este prelucrat în continuare, iar fluxul de lichid este transportat în depozitul de câmp, de exemplu, acolo unde este comercializat.

**[0047]** Fluxul de gaze naturale intră în instalația de prelucrare a gazului natural 940 unde este deshidratat și decontaminat de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S și N<sub>2</sub>. Fluxul de gaz natural deshidratat și decontaminat este apoi expandat și răcit pentru a elimina prin condensare lichidele de gaze naturale. Aceste lichide de gaze naturale („GNL”) reprezintă un amestec de hidrocarburi nefracționate, denumit GNL de clasa Y, amestec brut sau, GNL nefracționat. Restul fluxului de gaz este transportat, de exemplu, într-o magistrală, unde este comercializat.

**[0048]** Amestecul de hidrocarburi nefracționate este un amestec lichid care a fost condensat din fluxul de gaze naturale la instalația de prelucrare a gazului natural 940. Procesul de condensare este rezultatul expandării și răcirii fluxului de gaz natural pentru a elimina prin condensare amestecul de hidrocarburi nefracționate, un proces denumit și de-metanizare a fluxului de gaze naturale. Amestecul de hidrocarburi nefracționate reprezintă, prin urmare, un produs secundar natural al unui flux de hidrocarburi de-metanizate.

**[0049]** Amestecul de hidrocarburi nefracționate este apoi transportat printr-o magistrală, de exemplu, într-un rezervor vizat pentru a fi utilizat, ca fluid de injectare miscibil 260 cu oricare dintre sistemele 100 de recuperare amplificată sau îmbunătățită a petrolului. Fluidul de injectare miscibil 260 poate fi injectat printr-un al doilea cap de sondă 950 într-un al doilea rezervor 970 care conține hidrocarburi (cum ar fi rezervorul 250 care conține hidrocarburi, prin sonda de injecție 200 prezentată în Figurile 1 și 2), utilizând metodele și sistemul descris mai sus.

**[0050]** Deși specificările anterioare sunt îndreptate spre anumite exemple de realizare, alte exemple și variante de realizare suplimentare pot fi concepute, fără a se îndepărta de la scopul de bază al prezentei descrieri.

**Se revendică:**

1. O metodă pentru recuperarea amplificată sau îmbunătățită a petrolului, cuprinzând:  
injectarea unui fluid de injecție miscibil printr-un sondă de injecție într-un rezervor care conține hidrocarburi, pentru a dislocui hidrocarburile, în care fluidul de injecție miscibil cuprinde un amestec de hidrocarburi nefracționate, care este miscibil cu hidrocarburile din rezervorul care conține hidrocarburi;  
injectarea unui fluid de control al mobilității prin sonda de injecție în formațiunea care conține hidrocarburi, pentru a inhiba mobilitatea fluidului de injecție miscibil din sonda de injecție la o sondă de producție; și  
producerea hidrocarburilor dislocuite prin sonda de producție.
2. Metodă conform revendicării 1, în care sonda de injecție cuprinde o serie de sonde de injecție verticală, și în care sonda de producție cuprinde o serie de sonde de producție verticale, decalate de seria de sonde de injecție verticală.
3. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde simultan injectarea fluidului de injecție miscibil cu fluidul de control al mobilității, în rezervorul care conține hidrocarburi.
4. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde injecții alternante ale fluidului de injecție miscibil cu injecții ale fluidului de control al mobilității, în rezervorul care conține hidrocarburi.
5. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde injectarea simultană de lichid de injecție miscibil cu fluid de control al mobilității în rezervorul care conține hidrocarburi, și apoi, injectarea fluidului de control al mobilității, același sau diferit, în rezervorul care conține hidrocarburi.
6. Metodă conform revendicării 1, în care fluidul de control al mobilității cuprinde cel puțin unul dintre dioxid de carbon, azot și apă.
7. Metodă conform revendicării 1, cuprinzând suplimentar injectarea simultană a fluidului de control miscibil cu fluidul de control al mobilității, în rezervorul care conține hidrocarburi.
8. Metodă conform revendicării 6, cuprinzând suplimentar injecții ale fluidului de control miscibil cu injecții ale fluidului de control al mobilității, în rezervorul care conține hidrocarburi.
9. Metodă conform revendicării 6, care mai cuprinde injectarea fluidului de control miscibil cu fluidul de control al mobilității în rezervorul care conține hidrocarburi, și apoi injectarea aceluiași fluid sau, a unui alt fluid de control al mobilității, în rezervorul care conține hidrocarburi.
10. Metodă conform revendicării 1, în care vâscozitatea hidrocarburilor din rezervorul care conține hidrocarburi este cuprinsă între 5 centipoise și 100 000 centipoise.
11. Metodă conform revendicării 1, în care presiunea de injecție a fluidului de injecție miscibil este cuprinsă între 0 psi și 10 000 psi.
12. Metodă conform revendicării 1, în care presiunea de injecție a fluidului de control al mobilității este situată între 0 psi și 10 000 psi.
13. Metodă conform revendicării 1, în care permeabilitatea rezervorului care conține hidrocarburi este cuprinsă între 0,0001 Darcies și 10 Darcies.
14. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde amestecarea a cel puțin unui agent de creștere a vâscozității, a unui agent tensioactiv neionic și a unui agent de reticulare cu fluidul de injecție miscibil, pentru injectare în rezervorul care conține hidrocarburi.

15. Metodă conform revendicării 1, care mai cuprinde amestecarea unui agent tensioactiv neionic cu fluidul de injectare miscibil, pentru a realiza o spumă de injectare în rezervorul care conține hidrocarburi.

6

Desene

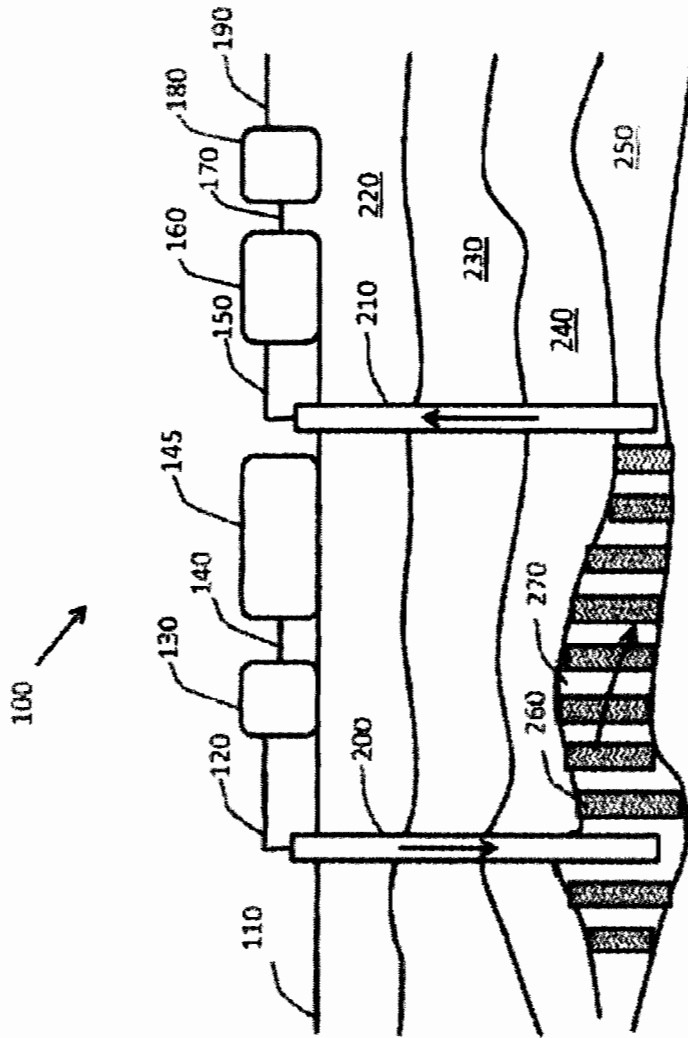


FIG. 1

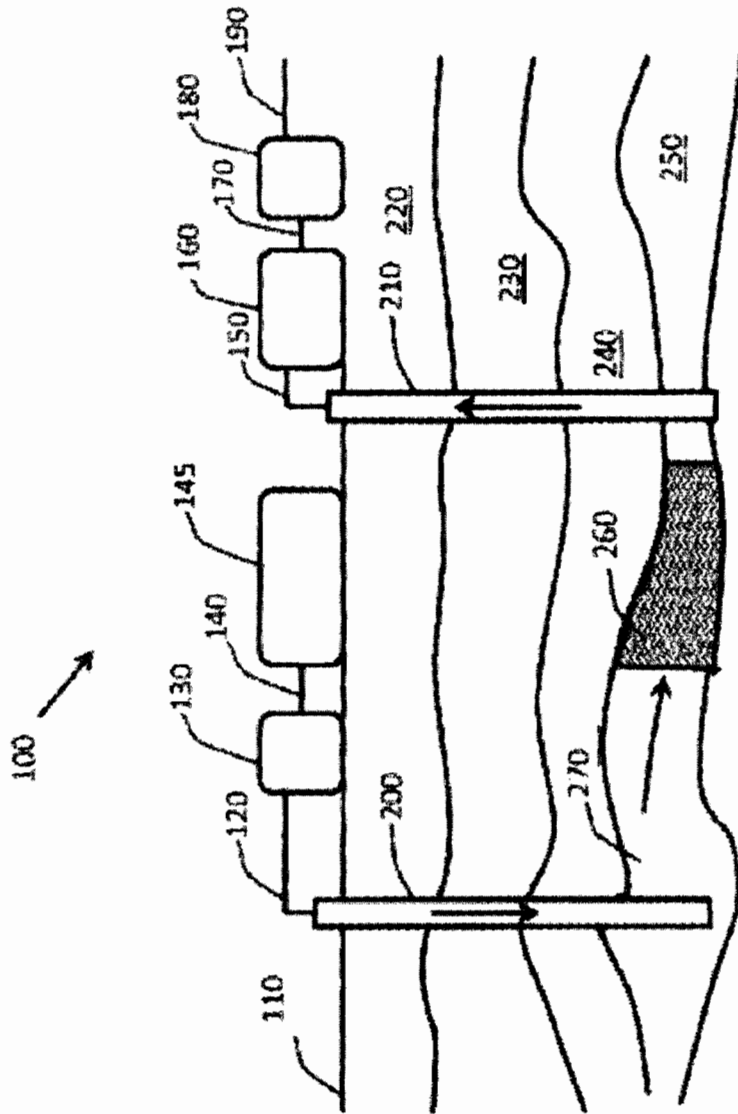


FIG. 2

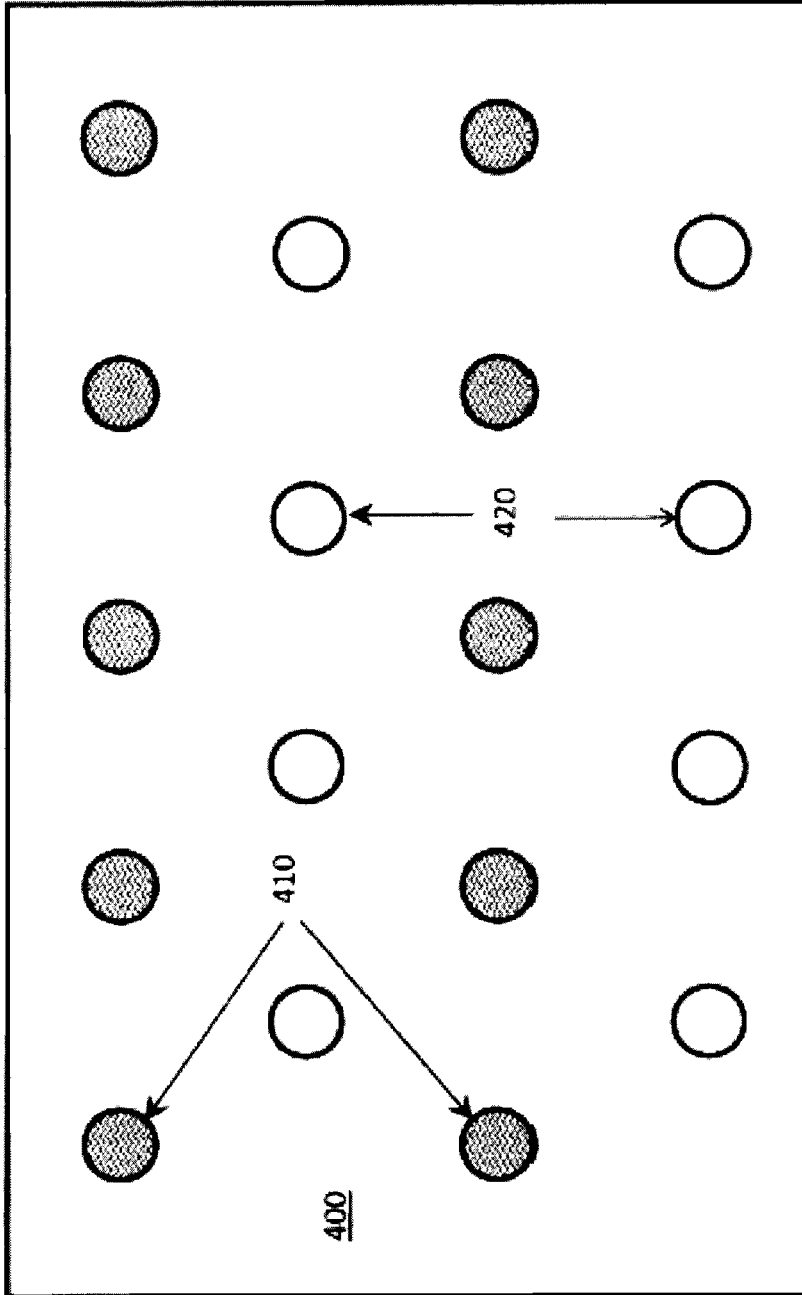


FIG. 3

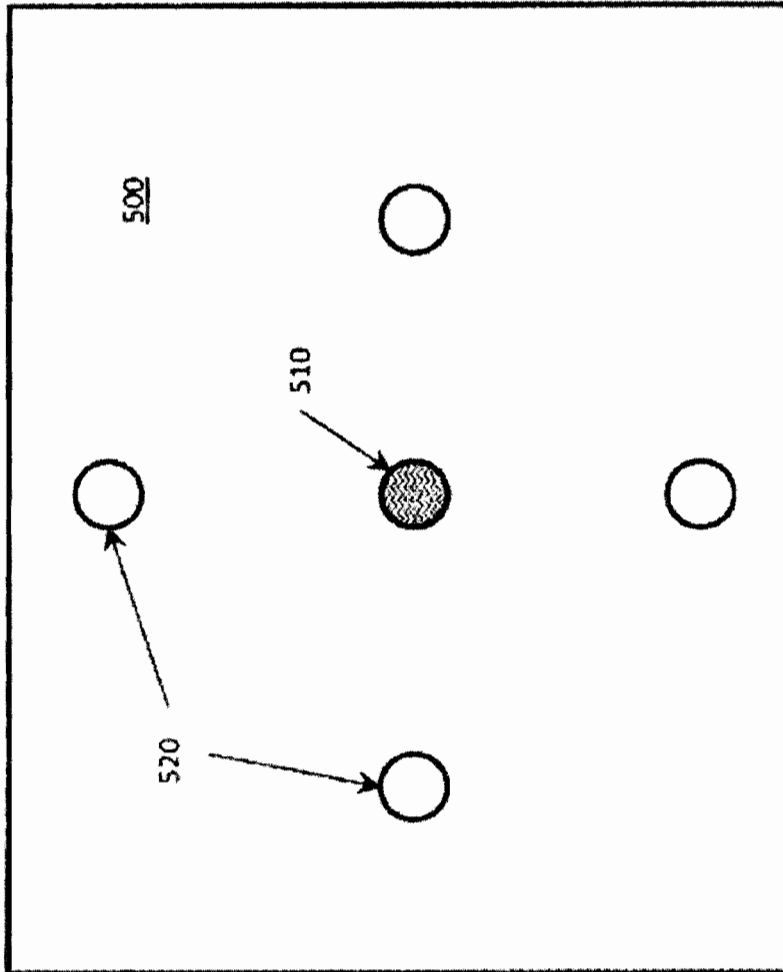


FIG. 4

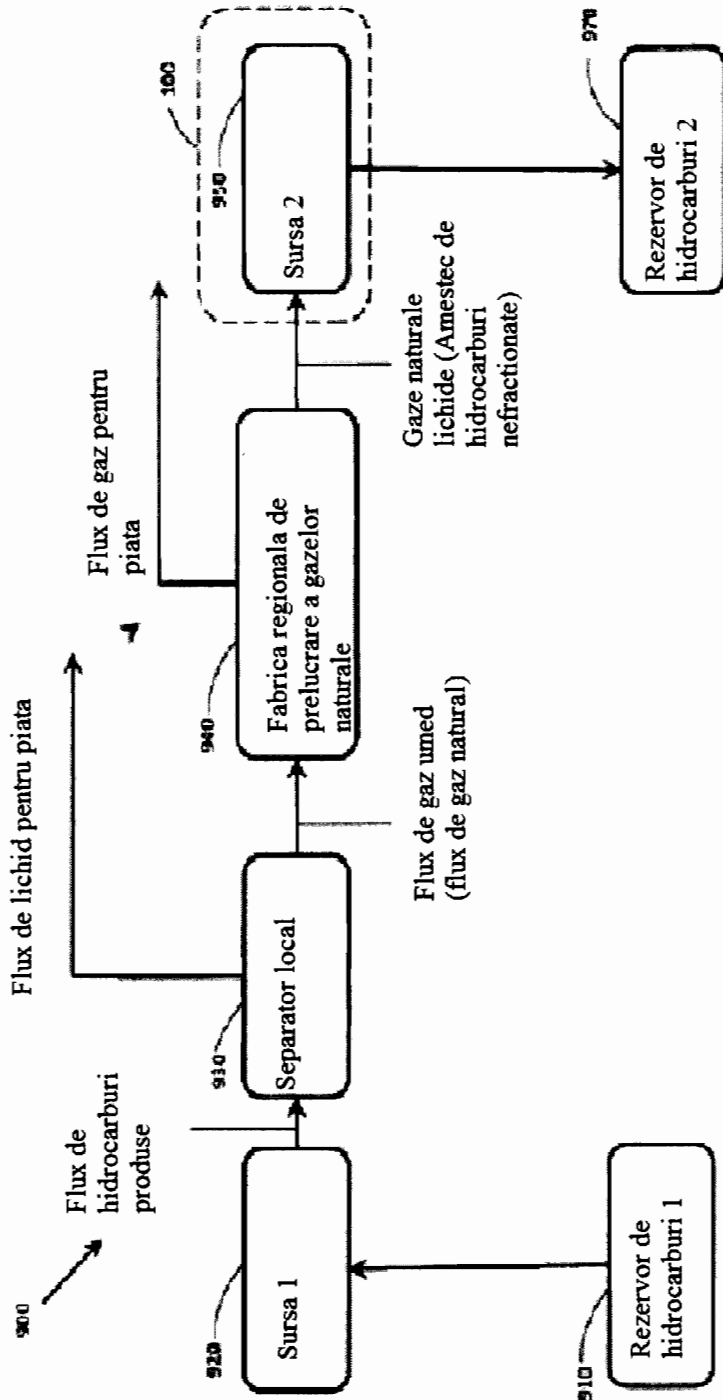


FIG. 5