

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Un método que comprende:

introducir una lechada de cemento modificada con resina en un pozo que penetra una formación subterránea, en donde la formación subterránea comprende una roca impermeable y una zona de inyección de dióxido de carbono, en donde la lechada de cemento modificada con resina comprende:

una resina;
un endurecedor;
un cemento hidráulico; y
agua; y

fragar la lechada de cemento modificada con resina para formar un cemento fraguado, en donde el cemento fraguado forma una barrera resistente a la carbonatación en la zona de inyección de dióxido de carbono en la formación subterránea.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la barrera resistente a la carbonatación se superpone con la zona de inyección de dióxido de carbono y al menos una zona seleccionada del grupo que consiste en una zona que comprende la roca impermeable, una zona que contiene una zapata de una tubería de revestimiento anterior, una zona que contiene un ensamblaje de colgador de tubería de revestimiento corta y combinaciones de estas, y en donde la formación subterránea comprende un depósito agotado que tiene al menos una característica seleccionada del grupo que consiste en gradiente de presión de poro menor de 9 kPa/m, porosidad de 5% o mayor, permeabilidad de 0.1 mD o mayor y combinaciones de estos.

3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde la resina comprende al menos una resina seleccionada del grupo que consiste en olefinas cíclicas, resinas de fenol-aldehído, resinas de urea-aldehído, resinas de

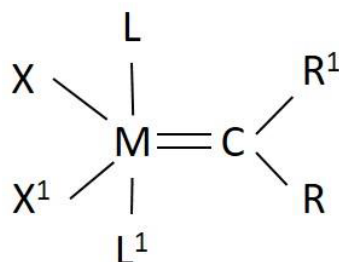
uretano, resinas fenólicas, resinas de furano, resinas de furano y alcohol furfurílico, resinas de látex, resinas de fenol formaldehído, resinas de butoximetil butil glicidil éter, resinas de bisfenol A-epiclorohidrina, resinas de bisfenol F, resinas de bisfenol F diglicidil éter, ciclohexan dimetanol diglicidil éter, resinas de glicidil éter, resinas de poliéster e híbridos y copolímeros de estas, resinas de poliuretano e híbridos y copolímeros de estas, resinas de acrilato, un cicloalqueno, resinas a base de epoxi, resinas novolac, resinas de poliepóxido, resinas fenólicas, resinas de bisfenol A diglicidil éter, resinas de poliamina y combinaciones de estos.

4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el endurecedor comprende al menos un endurecedor seleccionado del grupo que consiste en aminas aromáticas, catalizadores de metal de transición, aminas alifáticas terciarias, aminas alifáticas, aminas cicloalifáticas, aminas heterocíclicas, amido aminas, poliamidas, polietilaminas, polieteraminas, polioxialquilenaminas, anhídridos carboxílicos, trietilentetraamina, etilendiamina, N-cocoalquiltrimetileno, isoforona diamina, N-aminofenil piperazina, imidazolina, 1,2-diaminociclohexano, polieteramina, dietiltoluendiamina, 4,4'-diaminodifenil metano, anhídrido metiltetrahidroftálico, anhídrido hexahidroftálico, anhídrido maleico, polianhídrido poliazelaico, anhídrido ftálico, fenilendiaminas dialquiladas y combinaciones de estos.

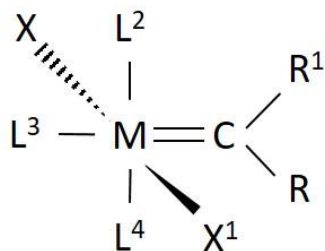
5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la lechada de cemento modificada con resina está libre de resina de bisfenol A diglicidil éter y resina epoxi fenol novolac.

6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la resina comprende un cicloalqueno y el endurecedor comprende un catalizador de compuesto de metal de transición, en donde el catalizador de compuesto de

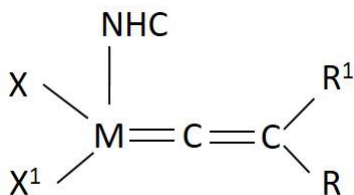
metal de transición comprende un catalizador que tiene una estructura seleccionada del grupo que consiste en:



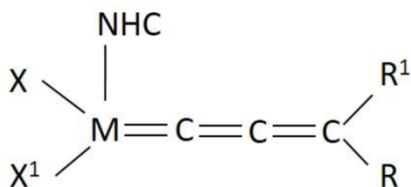
Estructura 1;



Estructura 2;



Estructura 3; y



Estructura 4,

donde M es rutenio u osmio, R y R1 se seleccionan independientemente de hidrógeno, C2-C20 alquenilo, C2-C20 alquinilo, C2-C20 alquilo, arilo, C1-C20 carboxilato, C1-C20 alcoxi, C2-C20 alqueniloxi, C2-C20 alquiniloxi, ariloxi, C2-

C20 alcoxycarbonilo, C1-C20 alquiltio, C1-C20 alquilsulfonilo o C1-C20 alquilsulfinilo, X y X1 son cada uno un ligando aniónico, L y L1 son cada uno un donante de electrones neutro, y NHC es un ligando de carbeno N-heterocíclico, y en donde el cicloalqueno se selecciona del grupo que consiste en ciclopentadieno, dicitopentadieno, triciclopentadieno, ciclobutadieno, derivados de ciclobutadieno, ciclohexadieno, terpineno, norbornadieno, isómeros de estos y combinaciones de estos, y en donde la resina y el catalizador de compuesto de metal de transición están presentes en una relación de masa de alrededor de 50:1 a alrededor de 10000:1 de la resina con respecto al catalizador de compuesto de metal de transición.

7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la resina y el endurecedor están presentes en una cantidad combinada de alrededor de 5% a alrededor de 50% en volumen de la lechada de cemento modificada con resina.

8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la resina está presente en la lechada de cemento modificada con resina en una cantidad de alrededor de 1% a alrededor de 20% en peso de la lechada de cemento modificada con resina en donde el endurecedor está presente en la lechada de cemento modificada con resina en una cantidad de alrededor de 0.05% a alrededor de 5% en peso de la lechada de cemento modificada con resina.

9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la lechada de cemento modificada con resina comprende además al menos un aditivo complementario seleccionado del grupo que consiste en componentes cementosos complementarios, aglutinantes hidráulicos, sólidos micronizados, partículas o micropartículas de sólidos inertes, microesferas huecas, microesferas elásticas de baja densidad, agentes densificantes, aditivos ligeros,

aditivos generadores de gas, aditivos que mejoran las propiedades mecánicas, materiales de pérdida de circulación, aditivos de control de filtración, aditivos de control de pérdida de fluido, agentes antiespumantes, agentes formadores de espuma, aditivos tixotrópicos, dispersantes, retardadores, aceleradores y combinaciones de estos.

10. Un método que comprende:

proporcionar un sistema de almacenamiento subterráneo de captura de carbono, en donde el sistema de almacenamiento subterráneo de captura de carbono comprende:

un pozo que penetra una formación subterránea que comprende una zona de inyección de dióxido de carbono; y

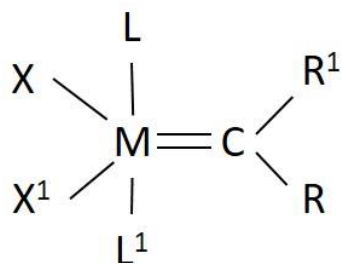
una barrera resistente a la carbonatación, en donde la barrera resistente a la carbonatación comprende un cemento fraguado formado a partir de una lechada de cemento modificada con resina que comprende una resina, un endurecedor, un cemento hidráulico y agua, y en donde la barrera resistente a la carbonatación se superpone con al menos una porción de la zona de inyección de dióxido de carbono en la formación subterránea;

introducir dióxido de carbono en el sistema de almacenamiento subterráneo de captura de carbono; y

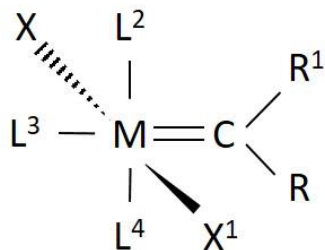
hacer fluir el dióxido de carbono hacia la zona de inyección de dióxido de carbono.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la resina comprende una resina a base de epoxi, en donde el endurecedor comprende dietiltoluendiamina, y en donde el cemento hidráulico comprende un cemento Portland.

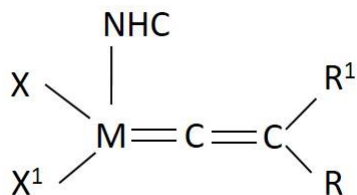
12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-11, en donde la resina comprende un cicloalqueno y el endurecedor comprende un catalizador de compuesto de metal de transición, en donde el catalizador de compuesto de metal de transición comprende un catalizador que tiene una estructura seleccionada del grupo que consiste en:



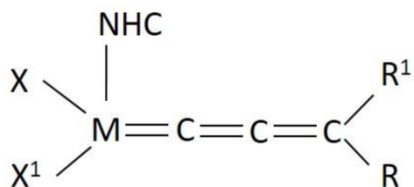
Estructura 1;



Estructura 2;



Estructura 3; y



Estructura 4,

donde M es rutenio u osmio, R y R1 se seleccionan independientemente de hidrógeno, C2-C20 alquenilo, C2-C20 alquinilo, C2-C20 alquilo, arilo, C1-C20 carboxilato, C1-C20 alcoxi, C2-C20 alqueniloxi, C2-C20 alquiniloxi, ariloxi, C2-C20 alcoxycarbonilo, C1-C20 alquiltio, C1-C20 alquilsulfonilo o C1-C20 alquilsulfinilo, X y X1 son cada uno un ligando aniónico, L y L1 son cada uno un donante de electrones neutro, y NHC es un ligando de carbeno N-heterocíclico, en donde el cicloalqueno se selecciona del grupo que consiste en ciclopentadieno, dicitopentadieno, triciclopentadieno, ciclobutadieno, derivados de ciclobutadieno, ciclohexadieno, terpineno, norbornadieno, isómeros de estos y combinaciones de estos, y en donde la resina y el catalizador de compuesto de metal de transición están presentes en una relación de masa de alrededor de 50:1 a alrededor de 10000:1 de la resina con respecto al catalizador de compuesto de metal de transición.

13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en donde la resina y el endurecedor están presentes en una cantidad combinada de alrededor de 5% a alrededor de 50% en volumen de la lechada de cemento modificada con resina.

14. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en donde la zona de inyección de dióxido de carbono comprende al menos una zona seleccionada del grupo que consiste en una formación altamente porosa o permeable, un depósito agotado, una formación agotada, una caverna de sal y combinaciones de estos.

15. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-14, en donde el dióxido de carbono se introduce en el sistema de almacenamiento subterráneo de captura de carbono como un gas, un líquido, un vapor, un fluido supercrítico o una combinación de estos.