

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 579**

51 Int. Cl.:  
**C09K 8/76** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07848458 .1**  
96 Fecha de presentación: **10.12.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2094809**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54 Título: **Aditivos de función dual para mejorar el control de pérdida de fluido y estabilizar fluidos de tensioactivo viscoelástico**

30 Prioridad:  
**29.12.2006 US 648019**  
**29.12.2006 US 647605**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.04.2012**

73 Titular/es:  
**HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.**  
**P.O. BOX 1431**  
**DUNCAN, OK 73533, US**

72 Inventor/es:  
**WELTON, Thomas, D.;**  
**McMECHAN, David, Eugene y**  
**BRYANT, Jason, E.**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

**ES 2 378 579 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Aditivos de función dual para mejorar el control de pérdida de fluido y estabilizar fluidos de tensioactivo viscoelástico

5 La presente invención se refiere a fluidos de tensioactivo viscoelástico útiles en operaciones subterráneas, y más particularmente, a aditivos de función dual que mejoran el control de pérdida de fluido y la estabilidad de los fluidos de tensioactivo viscoelástico y a sus métodos asociados de uso .

10 Los fluidos de tratamiento se pueden usar en una variedad de tratamientos subterráneos, incluyendo, pero sin limitarse a, tratamientos de estímulo y tratamientos de control de arenas. Según se usa en el presente documento, el término "tratamiento" o "tratar" se refiere a cualquier operación subterránea que usa un fluido junto con una función deseada y/o para un fin deseado. Los términos "tratamiento" y "tratar", según se usan en el presente documento, no implican ninguna acción particular por parte del fluido o de algunos de sus componentes. Estas operaciones subterráneas incluyen, pero sin limitarse a, tratamientos hidráulicos de fracturación, tratamientos de acidificación, 15 tratamientos de filtro de grava, tratamientos de control de arenas y similares.

20 El hecho de mantener la viscosidad suficiente en los fluidos de tratamiento usados en estas operaciones es importante por un número de motivos. Mantener la viscosidad suficiente es importante para la fracturación y los tratamientos de control de arenas para el transporte de partículas y/o con el fin de crear o mejorar la amplitud de fractura. De igual forma, el hecho de mantener una viscosidad suficiente puede resultar importante para controlar y/o reducir la pérdida de fluido hacia el interior de la formación. Al mismo tiempo, al tiempo que se mantienen la viscosidad suficiente del fluido de tratamiento, con frecuencia, resulta también deseable mantener la viscosidad del fluido de tratamiento de tal forma que ésta se pueda reducir fácilmente en un momento particular, entre otros, para la posterior recuperación de fluidos a partir de la formación.

25 Para proporcionar la viscosidad deseada, se añaden comúnmente agentes poliméricos de formación de gel a los fluidos de tratamiento. La expresión "agente de formación de gel" se define en el presente documento de forma que incluye cualquier sustancia que sea capaz de aumentar la viscosidad del fluido, por ejemplo, mediante la formación de un gel. Ejemplos de agentes poliméricos de formación de gel usados comúnmente incluyen, pero no se limitan a, 30 gomas guar y sus derivados, derivados de celulosa, biopolímeros y similares. Para aumentar más la viscosidad del fluido de tratamiento, con frecuencia el agente polimérico de formación de gel se somete a reticulación con el uso de un agente de reticulación. Los fluidos de tratamiento que comprenden agentes de formación de gel también pueden exhibir propiedades elásticas y/o viscoelásticas, en las que se pueden romper y re-formar las reticulaciones entre las moléculas del agente de formación de gel, permitiendo que la viscosidad del fluido varíe con determinadas 35 condiciones tales como temperatura, pH y similares.

40 No obstante, el uso de agentes poliméricos de formación de gel, puede resultar problemático. Por ejemplo, los agentes de formación de gel pueden dejar un residuo de gel no deseado en la formación subterránea una vez que han sido utilizados, lo que puede tener un efecto sobre la permeabilidad de la formación. Como resultado de ello, pueden ser necesarias operaciones costosas de reparación con el fin de limpiar la cara de la fractura y el muro de sostén. Se han empleado fluidos de tratamiento con forma de espuma y fluidos de tratamiento basados en emulsiones para minimizar el daño residual, pero el resultado ha sido un coste y complejidad mayores.

45 Con el fin de solucionar los problemas asociados a los agentes poliméricos de formación de gel, se han usado algunos tensioactivos como agentes de formación de gel. Se entiende bien que, cuando se mezclan con un fluido en una concentración por encima de la concentración de micela crítica, las moléculas (o los iones) de los tensioactivos se pueden asociar para formar micelas. El término "micela" se define de manera que incluye cualquier estructura que minimice el contacto entre la parte liófila ("que repele el disolvente") de la molécula de tensioactivo y el disolvente, por ejemplo, mediante la agregación de las moléculas de tensioactivo para dar lugar a estructuras tales como 50 esferas, cilindros o láminas, en las que las partes liófilas se encuentran en el interior de la estructura de agregado y las partes liófilas ("que atraen al disolventes") se encuentran sobre el exterior de la estructura. Estas micelas pueden funcionar, entre otros fines, para estabilizar las emulsiones, romper las emulsiones, estabilizar la espuma, modificar la humectabilidad de la superficie, disolver determinados materiales y/o reducir la tensión superficial.

55 Cuando se usa un agente de formación de gel, las moléculas (o los iones) de los tensioactivos se asocian para formar micelas de una estructura micelar concreta (por ejemplo, de tipo bastoncillo, de tipo lombriz, vesículas, etc., que son denominadas en el presente documento "micelas generadoras de viscosidad") que, en determinadas condiciones (por ejemplo, concentración, fuerza iónica del fluido, etc) son capaces, entre otros, de conferir una mayor viscosidad a un fluido particular y/o de formar un gel. Determinadas micelas generadoras de viscosidad 60 pueden conferir una mayor viscosidad al fluido de manera tal que el fluido exhiba un comportamiento viscoelástico (por ejemplo, propiedades reductoras de cizalla) debido, al menos en parte, a la asociación de las moléculas de tensioactivo contenidas en el interior. Según se usa en el presente documento, la expresión "tensioactivo viscoelástico" se refiere a tensioactivos que confieren o que son capaces de conferir un comportamiento viscoelástico al fluido debido, al menos en parte, a la asociación de las moléculas de tensioactivo para formar

micelas generadoras de viscosidad. Además, debido a que las micelas generadoras de viscosidad pueden ser sensibles a los hidrocarburos, se puede reducir la viscosidad de estos fluidos de tensioactivo tras la introducción en la formación subterránea sin necesidad de determinados tipos de agentes de ruptura de gel (por ejemplo, oxidantes). El término "agente de ruptura" se define en el presente documento de manera que incluye cualquier sustancia que sea capaz de reducir la viscosidad del fluido. Esto puede permitir la retro-producción de una parte importante de los fluidos de tensioactivo a partir de la formación sin necesidad de costos tratamientos reparadores. Además, puede ser que estos tensioactivos viscoelásticos no dejen el residuo de gel no deseado en la formación subterránea que aparece cuando se usan agentes poliméricos de formación de gel, reduciendo o aliviando la necesidad de costosas operaciones reparadoras.

No obstante, el uso de fluidos de tensioactivo viscoelástico puede resultar problemático en determinadas formaciones subterráneas que exhiben temperaturas elevadas (por ejemplo, por encima de aproximadamente 200 °F, 93,3 °C). Muchos fluidos de tensioactivo viscoelástico se vuelven inestables a estas temperaturas, lo que reduce la viscosidad del fluido. Además, la estabilidad de las micelas generadoras de viscosidad en los fluidos de tensioactivo viscoelástico puede ser extremadamente sensible a varias condiciones (por ejemplo, temperatura, pH, presencia de otros aditivos en el fluido, composición de la formación subterránea, etc.) y de este modo la inclusión de otros aditivos en el fluido de tensioactivo viscoelástico que son necesarios para un tratamiento concreto que usa ese fluido, puede afectar negativamente a las propiedades reológicas (por ejemplo, viscosidad) del fluido. La incapacidad para mantener un nivel deseado de viscosidad a temperaturas elevadas, entre otros problemas, puede aumentar la pérdida de fluido y disminuir la capacidad del fluido para suspender y/o transportar materiales en forma de partículas.

Se usan numerosos aditivos en la técnica para contribuir al control de la pérdida de fluido en operaciones subterráneas. También se usan numerosos aditivos en la técnica para mantener la estabilidad y/o la viscosidad del fluido de tratamiento a temperaturas elevadas. No obstante, el uso de estos aditivos convencionales puede dar lugar a otros problemas. En primer lugar, la necesidad tanto de un aditivo para el control de la pérdida de fluido como de un aditivo estabilizador o generador de viscosidad en el fluido de tratamiento puede aumentar la complejidad y el coste del fluido de tratamiento y/o de la aplicación subterránea que utiliza ese fluido. Además, muchos aditivos para el control de la pérdida de fluido reducen de manera permanente la permeabilidad de la formación subterránea, afectan a la reología del fluido de tratamiento en el que se usan, y/o reducen la velocidad de penetración o infiltración del fluido en el interior de la formación subterránea. No obstante, en algunos casos, al tiempo que puede resultar deseable controlar o evitar la pérdida de fluido durante un periodo de tiempo dado, puede también resultar deseable permitir que el fluido de tratamiento penetre o se infiltre en el interior de la formación subterránea, o para aumentar la permeabilidad de la formación subterránea, en un momento posterior en el tiempo. Pueden ser necesarias costosas y largas operaciones para invertir los efectos de los aditivos convencionales para el control de pérdida de fluido sobre el fluido de tratamiento y/o para restaurar la permeabilidad a esas partes de la formación subterránea afectadas por los aditivos de control de pérdida de fluido.

## Sumario

La presente invención se refiere a fluidos de tensioactivo viscoelástico útiles en operaciones subterráneas y, más particularmente, a aditivos de función dual que mejoran el control de la pérdida de fluido y la estabilidad de los fluidos de tensioactivo viscoelástico, y a sus métodos asociados de uso.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención se proporciona un fluido de tensioactivo viscoelástico que comprende un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico y un aditivo de función dual que comprende un componente de jabón, en el que el menos una parte del componente de jabón se disuelve en el fluido de tensioactivo viscoelástico, y al menos una parte del componente de jabón no se disuelve en el fluido de tensioactivo viscoelástico.

Se describe un fluido de fracturación que comprende un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico y un aditivo de función dual que comprende un componente de jabón y una pluralidad de partículas de sostén.

Se describe un método que comprende: proporcionar un fluido de tensioactivo viscoelástico que comprende un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico y un aditivo dual que comprende un componente de jabón; e introducir un fluido de tensioactivo viscoelástico en el interior de al menos una parte de la formación subterránea.

Se describe un método para estabilizar la viscosidad de un fluido de tensioactivo viscoelástico y controlar la pérdida de fluido en una formación subterránea que comprende: proporcionar el fluido de tensioactivo viscoelástico que comprende un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico y un componente de jabón; introducir el fluido de tensioactivo viscoelástico en al menos una parte de la formación subterránea; y permitir que el componente de jabón proporcione cantidades eficaces de viscosidad en el fluido de tensioactivo viscoelástico y control de pérdida de fluido en al menos una parte de la formación subterránea.

Se describe un método para tratar una formación subterránea que comprende: proporcionar un fluido de tensioactivo viscoelástico que comprende un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico y un aditivo de

función dual que comprende un componente de jabón; e introducir el fluido de tensioactivo viscoelástico en el interior de al menos una parte de la formación subterránea, en el que la temperatura en al menos una parte de la formación subterránea se encuentra por encima de aproximadamente 200 °F (93 °C).

- 5 Las características y las ventajas de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica.

#### Descripción de las realizaciones preferidas

- 10 La presente invención se refiere a fluidos de tensioactivo viscoelástico útiles en operaciones subterráneas y, más particularmente, a aditivos de función dual que mejoran el control de la pérdida de fluidos y la estabilidad de los fluidos de tensioactivo viscoelástico.

- 15 Los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención generalmente comprenden un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico y un aditivo de función dual que comprende uno o más componentes de jabón. Según se usa en el presente documento, la expresión "aditivo de función dual" se refiere a un aditivo sencillo que se puede añadir a un fluido de tensioactivo viscoelástico con el fin de llevar a cabo dos funciones diferentes y/o de conferir dos propiedades diferentes o características a ese fluido de tensioactivo viscoelástico. La expresión "componente de jabón" se define en el presente documento de forma que incluye sales de ácidos carboxílicos (que son denominadas en el presente documento "jabones"), ácidos carboxílicos libres, sus derivados y sus combinaciones. La expresión "tensioactivo viscoelástico" se define en el presente documento de forma que incluye cualquier tensioactivo que confiere o que es capaz de conferir comportamiento viscoelástico a un fluido debido, al menos en parte, a la asociación de moléculas de tensioactivo con el fin de formar micelas generadoras de viscosidad. La expresión " fluido de tensioactivo viscoelástico" se define en el presente documento de forma que incluye cualquier fluido que exhibe o que es capaz de exhibir un comportamiento viscoelástico debido, al menos en parte, a la asociación de las moléculas de tensioactivo presentes en el interior para formar micelas.

- 20 Los aditivos de función dual usados en la presente invención pueden, entre otras cosas, afectar a los niveles eficaces o suficientes de control de pérdida de fluido, estabilidad y/o viscosidad de un fluido de tensioactivo viscoelástico apropiado para ser usado en aplicaciones subterráneas particulares, especialmente a temperaturas elevadas (por ejemplo, por encima de aproximadamente 200 °F (93 °C)). En determinadas realizaciones, estos aditivos de función dual pueden, entre otras cosas, proporcionar un control mejorado de la pérdida de fluido y una estabilidad mejorada con una sola etapa o aditivo, lo que puede reducir o aliviar la necesidad de etapas múltiples o aditivos para proporcionar ambas de las citadas ventajas. De hecho, en determinadas realizaciones, los fluidos de tratamiento de la presente invención pueden estar considerablemente libres de otros aditivos de control de la pérdida de fluido y/o estabilizadores de gel. En un momento durante los métodos (por ejemplo, antes de introducir el fluido de tensioactivo viscoelástico en el interior de la formación subterránea), se disuelve al menos una parte del componente de jabón en el fluido de tensioactivo viscoelástico y no se disuelve al menos una parte del componente de jabón en el fluido de tensioactivo viscoelástico. Según se usa en el presente documento, la parte del componente de jabón "que no se disuelve" en el fluido de tensioactivo viscoelástico se refiere a la parte del componente de jabón que está mezclada con el fluido de tensioactivo viscoelástico, pero está presente en una fase separada (por ejemplo, la fase sólida) del resto del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, se puede permitir que todo el componente de jabón del fluido de tensioactivo viscoelástico disipe y/o se disuelva en el fluido de tensioactivo viscoelástico en el mismo momento de tiempo durante los métodos. Entre otras cosas, esto puede permitir la reducción de la viscosidad del fluido de tensioactivo viscoelástico y/o permitir una retirada más completa de los agentes de pérdida de fluido.

- 25 Los componentes de jabón que se usan en la presente invención pueden comprender cualquier jabón o ácido carboxílico conocido en la técnica, sus derivados o sus combinaciones. El término "derivado" se define en el presente documento de forma que incluye cualquier compuesto que esté formado a partir de uno de los compuestos listados, por ejemplo, sustituyendo un átomo de uno de los compuestos listados por otro átomo o grupo de átomos, ionizando uno de los compuestos listados o creando una sal de uno de los compuestos listados. En determinadas realizaciones, el componente de jabón puede comprender una disolución de uno o más ácidos carboxílicos en combinación con uno o más jabones o sales de ácidos carboxílicos. En el uso convencional en la técnica, el término "jabón" en ocasiones se puede entender que incluye únicamente sales de "ácido graso" (es decir, ácidos carboxílicos de "cadena larga", una expresión que se define en el presente documento para hacer referencia a ácidos carboxílicos que comprenden aproximadamente 10-30 carbonos). En la presente invención, el término "jabón" se refiere a una sal de cualquier ácido carboxílico, independientemente de la longitud de la cadena de hidrocarburos. De este modo, para los fines de la presente invención, el término "jabón" incluye sales de ácidos grasos que son denominados de manera convencional jabones, y también incluye sales de ácidos carboxílicos que no presentan cadena larga. De manera similar, los ácidos carboxílicos usados como componente de jabón pueden comprender ácidos carboxílicos de cadena larga (por ejemplo "ácidos grasos") o cualquier otro ácido carboxílico conocido en la técnica.

- 30 Ejemplos de jabones apropiados para su uso en el componente de jabón incluyen, pero sin limitarse a, estearato de sodio, estearato de potasio, estearato de amonio, oleato de sodio, oleato de potasio, oleato de amonio, laurato de sodio, laurato de potasio, miristato de sodio, miristato de potasio, ricinoleato de sodio, ricinoleato de potasio,

palmitato de sodio, palmitato de potasio, caprilato de calcio, caprilato de sodio, caprilato de potasio, behenato de sodio, behenato de potasio, behenato de amonio, sus combinaciones y similares. Ejemplos de ácidos carboxílicos que pueden resultar apropiados para su uso en el componente de jabón incluyen, pero sin limitarse a, ácido 4,7,10,13,16,19-docosahexanoico, ácido 4,7,10,13,16-docosapentanoico, ácido 5,8,11,14,17-eicosapentanoico, ácido 5,8,11,14-eicosatetranoico, ácido 5,8,11-eicosatrienoico, ácido 6,9,12,15-octadecatetranoico, ácido 7,10,13,16,19-docosapentanoico, ácido 7,10,13,16-docosatetranoico, ácido 8,11,14,17-eicosatetranoico, ácido 8,11,14-eicosatrienoico, ácido behénico, ácido cáprico, ácido caprílico, ácido cis-11-docosenoico, ácido 11-eicosenoico, ácido cis-11-octadecenoico, ácido cis-15-tetracosenoico, ácido cis-4-decenoico, ácido cis-4-dodecenoico, ácido cis-4-tetradecenoico, ácido cis-5-lauroleico, ácido cis-5-tetradecenoico, ácido cis-6-octadecenoico, ácido cis-9-decenoico, ácido cis-9-dodecenoico, ácido cis-9-eicosenoico, ácido cis-9-hexadecenoico, ácido cis-9-tetradecenoico, ácido cis-tetracosenoico, ácido caprílico, ácido decenoico, ácido dihidroxiesteárico, ácido docosadienoico, ácido docosahexanoico, ácido docosapentanoico, ácido dotriacontanoico, ácido eicosadienoico, ácido eicosanoico, ácido eicosapentanoico, ácido eicosatetranoico, ácido eicosatrienoico, ácido eicosenoico, ácido erúrico, ácido heptadecanoico, ácido heptadecenoico, ácido hexacosanoico, ácido hexadecadienoico, ácido hexadecenoico, ácido laurico, ácido linoleico, ácido linoléico, ácido mirístico, ácido nonadecanoico, ácido nonanoico, ácido octacosanoico, ácido octadecatetranoico, ácido octadecatrienoico, ácido oleico, ácido palmítico, ácido pentadecanoico, ácido pentadecenoico, ácido pentatriacontanoico, ácido ricinoleico, ácido esteárico, ácido tetracosanoico, ácido tetradecenoico, ácido tetratriacontanoico, ácido triacontanoico, ácido tridecanoico, ácido tritriacontanoico, sus combinaciones y sus derivados y similares. El jabón o el componente de jabón también puede ser una combinación de ácidos grasos preparados a partir de numerosas fuentes incluyendo, pero sin limitarse a, grasas animales, grasas marinas, aceites vegetales y grasas, mantequilla, aceite de colza, aceite de ricino, mantequilla de coco, aceite de coco, aceite de maíz, aceite de semilla de algodón, aceite de col marítima, arenques, manteca de cerdo, aceite de linaza, lacha, aceite de oliva, aceite de almendra de palma, aceite de cacahuete, aceite de palma, aceite de colza, aceite de cártamo, sardinas, aceite de soja, aceite de girasol, aceite de sebo, sebo, aceite de tung, grasa amarilla, sus combinaciones y similares. También se puede incluir cualquier combinación de jabones y/o ácidos carboxílicos listada anteriormente en el fluido de tensioactivo viscoelástico de la presente invención. Los tipos de jabones y/o ácidos carboxílicos apropiados para su uso en una aplicación particular de la presente invención pueden depender de una variedad de factores, tales como el tipo(s) de tensioactivo(s) viscoelástico(s) presente(s) en el fluido de tensioactivo viscoelástico, la composición de fluido de base acuosa, la temperatura del fluido, y similares.

Una persona experta en la técnica, con el beneficio de la presente divulgación, reconoce los tipos apropiados de jabones y/o ácidos carboxílicos a incluir en el componente de jabón en una aplicación particular de la presente invención.

El componente de jabón puede estar presente en cualquier cantidad que sea suficiente para proporcionar el nivel deseado de control de pérdida de fluidos y/o viscosidad en el fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, el componente de jabón puede estar presente en una cantidad por encima de aproximadamente 240 g/m<sup>3</sup> (2 libras por cada mil galones) del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, el componente de jabón puede estar presente en una cantidad por encima de aproximadamente 1797 g/m<sup>3</sup> (15 libras por cada mil galones) del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, el componente de jabón puede estar presente en una cantidad por encima de aproximadamente 4792 g/m<sup>3</sup> (40 libras por cada mil galones) del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, la parte del componente de jabón que no se disuelve en el fluido de tensioactivo viscoelástico puede estar presente en una cantidad por encima de aproximadamente 599 g/m<sup>3</sup> (5 libras por cada mil galones) del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, la parte del componente de jabón que no se disuelve en el fluido de tensioactivo viscoelástico puede estar presente en una cantidad dentro del intervalo de 1198 g/m<sup>2</sup> - 3594 g/m<sup>2</sup> (de 10 libras a aproximadamente 30 libras por cada mil galones) del fluido de tensioactivo viscoelástico. La cantidad de componente de jabón (en total y la parte que no se disuelve) apropiada para su uso en un aplicación particular de la presente invención puede depender de varios factores, tales como el tipo(s) de tensioactivo(s) viscoelástico(s) presente(s) en el fluido de tensioactivo viscoelástico, la composición del fluido de base acuosa, la temperatura del fluido y similares. La persona experta en la técnica, con el beneficio de la presente divulgación, es capaz de determinar la cantidad apropiada del componente de jabón a incluir en una aplicación particular de la presente invención.

Los tensioactivos viscoelásticos de los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención pueden comprender cualquier tensioactivo viscoelástico conocido en la técnica, cualquiera de sus derivados o cualquiera de sus combinaciones. Según se usa en el presente documento, la expresión "tensioactivo viscoelástico" se refiere a un tensioactivo que confiere o que es capaz de conferir comportamiento viscoelástico al fluido debido, al menos en parte, a la asociación de moléculas de tensioactivo para formar micelas generadoras de viscosidad. Estos tensioactivos viscoelásticos pueden ser de naturaleza catiónica, aniónica o anfótera. Los tensioactivos viscoelásticos pueden comprender cualquier número de compuestos diferentes, que incluyen sulfonatos de éster de metilo (por ejemplo, como se ha descrito en las patentes de EE.UU. Nos. 7.299.874, 7.159.659, 7.343.019 y en la solicitud de patente de EE.UU. No. de Publicación 2006-0183646, expedida el 15 de febrero de 2005, queratina hidrolizada (por ejemplo, como se describe en la patente de EE.UU. N°. 6.547.871, sulfosuccinatos, tauratos, óxidos de amina, amidas etoxiladas, ácidos grasos alcoxilados, alcoholes alcoxilados (por ejemplo, etoxilato de alcohol laúrico, nonil fenol etoxilado), aminas grasas etoxiladas, alquil aminas etoxiladas (por ejemplo, etoxilato de cocoalquilamina), betaínas, betaínas modificadas, alquilamidobetaínas (por ejemplo, betaína de cocoamidopropilo), compuestos de amonio cuaternarios (por ejemplo, cloruro de trimetilamonio de sebo, cloruro de trimetilamonio de coco), sus

derivados y sus combinaciones.

Los tensioactivos viscoelásticos apropiados pueden comprender mezclas de varios compuestos que incluyen, pero sin limitarse a, mezclas de una sal de amonio de un sulfato de éter de alquilo, un tensioactivo de betaína de cocoamidopropilo, un tensioactivo de óxido de dimetilamina de cocoamidopropilo, cloruro de sodio y agua; mezclas de una sal de amonio de un tensioactivo de sulfato de éter de alquilo, un tensioactivo de hidroxisulfaína de cocoamidopropilo, un tensioactivo de óxido de dimetilamina de cocoamidopropilo, cloruro de sodio y agua; mezclas de un tensioactivo de sulfato de éter de alcohol etoxilado, un tensioactivo de betaína de alquil o alquen amidopropilo y un tensioactivo de óxido de alquil o alquen dimetilamina; disoluciones acuosas de un tensioactivo de sulfonato alfa-olefínico y un tensioactivo de betaína; y sus combinaciones. Ejemplos de mezclas apropiadas de un tensioactivo de sulfato de éter de alcohol etoxilado, un tensioactivo de betaína de alquen amidopropilo y un tensioactivo de óxido de alquil o alquen dimetilamina se describen en la patente de EE.UU. N<sup>o</sup>. 6.063.738. Ejemplos de disoluciones acuosas apropiadas de un tensioactivo de sulfonato alfa-olefínico y un tensioactivo de betaína se describen en la patente de EE.UU. N<sup>o</sup>. 5.879.699.

Ejemplos de tensioactivos viscoelásticos disponibles comercialmente apropiados para su uso en la presente invención pueden incluir, pero sin limitarse a, Mirataine BET-O30<sup>TM</sup> (un tensioactivo de betaína de oleamidopropilo disponibles en Rhodia Inc., Cranbury, New Jersey), Aromox APA-T (tensioactivo de óxido de amina disponible en Akzo Nobel Chemicals, Chicago, Illinois), Ethoquad O/12 PG<sup>TM</sup> (un tensioactivo cuaternario de etoxilato de amina grasa disponible en Akzo Chemicals, Chicago, Illinois), Ethomeen T/12<sup>TM</sup> (un tensioactivo de etoxilado de amina grasa disponible en Akzo Nobel Chemicals, Chicago, Illinois), Ethomeen S/12<sup>TM</sup> (un tensioactivo de etoxilato de amina grasa disponible en Akzo Nobel Chemicals, Chicago, Illinois) y Rewoteric AM TEG<sup>TM</sup> (un tensioactivo anfótero de dihidroxietyl betaína de sebo disponible en Degussa Corpo., Parsippany, New Jersey).

El tensioactivo viscoelástico debe estar presente en el fluido de tensioactivo viscoelástico de la presente invención en una cantidad suficiente para conferir la viscosidad deseada (por ejemplo, suficiente viscosidad para desviar el flujo, reducir la pérdida de fluido, suspender partículas, etc.) al fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, el tensioactivo viscoelástico puede estar presente en el fluido de tensioactivo viscoelástico en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 20 % en peso del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, el tensioactivo viscoelástico puede estar presente en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 1 % a aproximadamente 10 % en peso del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, el tensioactivo viscoelástico puede estar presente en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 1,5 % a aproximadamente 5 % en peso del fluido de tensioactivo viscoelástico.

Los fluidos de base acuosa usados en los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención pueden comprender agua dulce, agua salada (por ejemplo, agua que contiene una o más sales disueltas en la misma), salmuera, agua de mar o sus combinaciones. De manera general, el agua puede proceder de cualquier fuente, con la condición de que no contenga componentes que puedan afectar de manera negativa a la estabilidad y/o comportamiento de los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención. En determinadas aplicaciones, se puede ajustar la densidad del fluido de base acuosa, con el fin de proporcionar un transporte adicional de partículas y suspensión de los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención. En determinadas realizaciones, se puede ajustar el pH del fluido de base acuosa (por ejemplo, por medio de un tampón u otro agente de ajuste de pH), entre otros fines, para reducir la viscosidad del fluido de tensioactivo viscoelástico (por ejemplo, activar un agente de ruptura u otro aditivo). En estas realizaciones, se puede ajustar el pH a un nivel específico, que puede depender de, entre otros, el(los) tipo(s) de tensioactivo(s) viscoelástico(s), el componente de jabón, los agentes de formación de gel, ácidos y otros aditivos incluidos en el fluido de tensioactivo viscoelástico. El experto en la técnica, con el beneficio de la presente divulgación, reconocerá cuando dichos ajustes de densidad y/o pH resultan apropiados.

De manera opcional, los fluidos de tensioactivo viscoelástico usados en los métodos de la presente invención pueden comprender cualquier número de aditivos adicionales, incluyendo, pero sin limitarse a, sales, co-tensioactivos, ácidos, aditivos adicionales de control de la pérdida de fluido, gas, nitrógeno, dióxido de carbono, agentes de modificación de superficie, agentes adherentes, agentes de formación de espuma, inhibidores de corrosión; inhibidores de incrustación, catalizadores, agentes de control de arcilla, biocidas, agentes de reducción de fricción, agentes anti-espumantes, agentes ligantes, dispersantes, floculantes, eliminadores de H<sub>2</sub>S, eliminadores de CO<sub>2</sub>, eliminadores de oxígeno, lubricantes, agentes generadores de viscosidad, agentes de ruptura, agentes lastrantes, modificadores de la permeabilidad relativa, resinas, materiales particulados (por ejemplo, partículas de sostén), agentes humectantes, agentes mejoradores de revestimiento y similares. El experto en la técnica, con el beneficio de la presente divulgación, reconoce los tipos de aditivos que se pueden incluir en los fluidos de tensioactivo viscoelástico para una aplicación particular.

Por ejemplo, de manera opcional, los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención pueden comprender una o más sales, entre otros fines, para modificar las propiedades de reología (por ejemplo, la viscosidad) del fluido de tensioactivo viscoelástico. Las sales pueden ser orgánicas o inorgánicas. Ejemplos de sales orgánicas apropiadas incluyen, pero sin limitarse a, sulfonatos aromáticos y carboxilatos (tales como sulfonato de p-

tolueno, sulfonato de naftaleno), carboxilatos de hidroxinaftaleno, salicilato, ftalato, ácido clorobenzoico, ácido salicílico, ácido ftálico, ácido 5-hidroxi-1-naftoico, ácido 6-hidroxi-1-naftoico, ácido 7-hidroxi-1-naftoico, ácido 1-hidroxi-2-naftoico, ácido 3-hidroxi-2-naftoico, ácido 5-hidroxi-2-naftoico, ácido 7-hidroxi-2-naftoico, ácido 1,3-dihidroxi-2-naftoico, 3,4-diclorobenzoato, hidrocioruro de trimetilamonio y cloruro de tetrametilamonio. Ejemplos apropiados de sales inorgánicas incluyen sales de potasio, sodio y amonio solubles en agua (tales como cloruro de sodio, cloruro de potasio; y cloruro de amonio), cloruro de calcio, bromuro de calcio, cloruro de magnesio y sales de haluro de cinc. Ejemplos de fluidos de tensioactivo viscoelástico que comprenden sales apropiadas para su uso en la presente invención se describen en la solicitud de patente de EE.UU. N°. 2004-0176478. Se puede incluir cualquier combinación de las sales listadas anteriormente en los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención.

Cuando se usa, la sal puede estar presente en cualquier cantidad que confiera la estabilidad deseada y/o otras propiedades reológicas al fluido de tensioactivo viscoelástico de la presente invención. En determinadas realizaciones, la sal puede estar presente en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 30 % en peso del fluido de tensioactivo viscoelástico. En determinadas realizaciones, la sal puede estar presente en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 10 % en peso del fluido de tensioactivo viscoelástico. El(los) tipo(s) y la cantidad de sales apropiadas para una aplicación particular de la presente invención pueden depender de varios factores, tales como el(los) tipo(s) de tensioactivo(s) viscoelástico(s) presente(s) en el fluido de tensioactivo viscoelástico, la composición de fluidos de base acuosa, la composición y/o la cantidad de componente de jabón, la temperatura del fluido y similar. El experto, con el beneficio de la presente divulgación, reconoce cuando incluir una en una aplicación particular de la presente invención, así como el tipo apropiado y la cantidad de sales a incluir.

De manera general, los métodos comprenden: proporcionar un fluido de tensioactivo viscoelástico que comprende un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico, y un aditivo de función dual que comprende un componente de jabón; e introducir el fluido de tensioactivo viscoelástico en al menos una parte de la formación subterránea. Los aditivos de función dual y los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención y/o cualquiera de sus componentes (por ejemplo, el componente de jabón) se pueden proporcionar de cualquier forma que resulte apropiada para la aplicación particular de la presente invención. En determinadas realizaciones, los aditivos de función dual de la presente invención pueden proporcionarse como aditivo líquido y/o sólido que se mezcla o se incorpora en el fluido de tensioactivo viscoelástico usado junto con la presente invención en cualquier momento antes y/o durante su uso. Se pueden proporcionar los diferentes componentes de los aditivos de función dual y/o de fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención y/o se pueden incorporar juntos (por ejemplo, en el mismo aditivo o fluido), y/o se pueden proporcionar y/o incorporar en el fluido de tensioactivo viscoelástico como aditivos por separado. Cuando se proporcionan y/o se incorporan en el fluido de tensioactivo viscoelástico por separado, los diferentes componentes se pueden incorporar y/o proporcionar de manera simultánea, o determinados componentes se pueden proporcionar y/o incorporar en algún momento de tiempo antes o después de que se hayan proporcionado y/o incorporado los otros componentes. En determinadas realizaciones, los aditivos de función dual de la presente invención pueden estar presentes sobre la superficie de una o más partículas (por ejemplo, partículas de sostén, partículas de grava) que se incluyen en el fluido de tensioactivo viscoelástico y/o con las que el fluido de tensioactivo viscoelástico interacciona durante el curso de la operación subterránea. Por ejemplo, se pueden proporcionar los aditivos de función dual de la presente invención en forma de revestimiento o de revestimiento parcial sobre las partículas. Por ejemplo, los aditivos de función dual de la presente invención se pueden proporcionar en forma de revestimiento sobre una o más partículas, y se puede permitir que el fluido de tensioactivo viscoelástico entre en contacto con al menos una pluralidad de esas partículas de manera que los aditivos de función dual interaccionen con el fluido, entre otros posibles resultados, para conferir las propiedades deseadas (por ejemplo, viscosidad, estabilidad, control de pérdida de fluido) al fluido.

Se pueden preparar los aditivos de función dual y los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención y/o cualquiera de sus componentes en el lugar de trabajo, o se pueden preparar en una planta o instalación antes de ser usados, y se pueden almacenar durante determinado período de tiempo antes de ser usados. En determinadas realizaciones, la preparación de estos aditivos de función dual y fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención se puede llevar a cabo en el lugar de trabajo con un método que se caracteriza por ser llevado a cabo "en el aire". La expresión "en el aire" según se usa en el presente documento incluye métodos de combinación de dos o más componentes en los que se introduce, de manera continua, la corriente que fluye de un elemento en la corriente que fluye del otro elemento, de forma que las corrientes se combinan y se mezclan, fluyendo como una corriente única como parte del tratamiento en curso. También se puede describir dicha mezcla como mezcla "en tiempo real".

Se pueden usar los métodos y los fluidos de tensioactivo viscoelástico de la presente invención durante o en la preparación de cualquier operación subterránea en la que se pueda usar un fluido. Operaciones subterráneas apropiadas pueden incluir, pero sin limitarse a, tratamientos de pre-lavado, tratamientos de pos lavado, operaciones de perforación, tratamientos de fracturación hidráulica, tratamientos para el control de arenas (por ejemplo, compactación de gravas), tratamientos acidificantes (por ejemplo, acidificación de matriz o acidificación de fractura), tratamientos "fractura-compactación", tratamientos de limpieza de sondeos y otras operaciones en las que resulte útil el fluido de tensioactivo viscoelástico de la presente invención. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, la presente invención proporciona fluidos de fracturación que comprenden un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico, un aditivo de función dual que comprende un componente de jabón y, en determinadas realizaciones,

una pluralidad de partículas de sostén. En determinadas realizaciones, se puede usar el fluido de tensioactivo viscoelástico o el fluido de fracturación de la presente invención en un método de fracturación de una formación subterránea, en el que se introduce el fluido de tensioactivo viscoelástico o el fluido de fracturación de la presente invención en la formación subterránea, a una presión hidráulica suficiente igual o mayor que la que se requiere para  
5 crear o mejorar una o más grietas o "fracturas" en la formación subterránea. "Mejorar" una o más fracturas de la formación subterránea, como término que se usa en el presente documento, se define de manera que incluya la extensión o la ampliación de una o más fracturas de la formación subterránea de origen natural o creadas con anterioridad. Entre otras cosas, esto puede formar canales de conducción en la formación subterránea a través de los cuales se produce el flujo de los fluidos (por ejemplo, petróleo, gas, etc.) hasta un sondeo penetra en la  
10 formación subterránea.

Se apreciará que se puede modificar la invención con el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un fluido de tensioactivo viscoelástico que comprende un fluido de base acuosa, un tensioactivo viscoelástico y un aditivo de función dual que comprende un componente de jabón, y en el que al menos una parte del componente de jabón se disuelve en el fluido de tensioactivo viscoelástico, y al menos una parte del componente de jabón no se disuelve en el fluido de tensioactivo viscoelástico, en el que dicha parte del componente de jabón que no se disuelve en el tensioactivo viscoelástico se encuentra presente en una cantidad por encima de  $599 \text{ g/m}^3$  (5 libras por cada mil galones) del fluido de tensioactivo viscoelástico.
2. El fluido de tensioactivo viscoelástico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el componente de jabón es: un ácido carboxílico de cadena larga o una de sus sales; o se escoge entre el grupo que consiste en estearato de sodio, estearato de potasio, estearato de amonio, oleato de sodio, oleato de potasio, oleato de amonio, laurato de sodio, laurato de potasio, miristato de sodio, miristato de potasio, ricinoleato de sodio, ricinoleato de potasio, palmitato de sodio, palmitato de potasio, caprilato de calcio, caprilato de sodio, caprilato de potasio, behenato de sodio, behenato de potasio, behenato de amonio, ácido 4,7,10,13,16,19-docosahexanoico, ácido 4,7,10,13,16-docosapentanoico, ácido 5,8,11,14,17-eicosapentanoico, ácido 5,8,11,14-eicosatetranoico, ácido 5,8,11-eicosatrienoico, ácido 6,9,12,15-octadecatetranoico, ácido 7,10,13,16,19-docosapentanoico, ácido 7,10,13,16-docosaietetranoico, ácido 8,11,14,17-eicosatetranoico, ácido 8,11,14-eicosatrienoico, ácido behénico, ácido cáprico, ácido caprílico, ácido cis-11-docosenoico, ácido 11-eicosenoico, ácido cis-11-octadecenoico, ácido cis-15-tetracosenoico, ácido cis-4-decenoico, ácido cis-4-dodecenoico, ácido cis-4-tetradecenoico, ácido cis-5-lauroleico, ácido cis-5-tetradecenoico, ácido cis-6-octadecenoico, ácido cis-9-decenoico, ácido cis-9-dodecenoico, ácido cis-9-eicosenoico, ácido cis-9-hexadecenoico, ácido cis-9-tetradecenoico, ácido cis-tetracosenoico, ácido caprílico, ácido decenoico, ácido dihidroxiesteárico, ácido docosadienoico, ácido docosahexanoico, ácido docosapentanoico, ácido dotriacontanoico, ácido eicosadienoico, ácido eicosanoico, ácido eicosapentanoico, ácido eicosatetranoico, ácido eicosatrienoico, ácido eicosenoico, ácido erúxico, ácido heptadecanoico, ácido heptadecenoico, ácido hexacosanoico, ácido hexadecadienoico, ácido hexadecenoico, ácido laurico, ácido linoleico, ácido linolénico, ácido mirístico, ácido nonadecanoico, ácido nonanoico, ácido octacosanoico, ácido octadecatetranoico, ácido octadecatrienoico, ácido oleico, ácido palmítico, ácido pentadecanoico, ácido pentadecenoico, ácido pentatriacontanoico, ácido ricinoleico, ácido esteárico, ácido tetracosanoico, ácido tetradecenoico, ácido tetratriacontanoico, ácido triacontanoico, ácido tridecanoico, ácido tritriacontanoico, sus derivados y sus combinaciones; o se escoge entre el grupo que consisten en behenato de sodio, behenato de potasio, behenato de amonio y sus combinaciones.
3. El fluido de tensioactivo viscoelástico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tensioactivo viscoelástico se escoge entre el grupo que consiste en sulfonatos de éster de metilo, queratina hidrolizada, sulfosuccinatos, tauratos, óxidos de amina, amidas etoxiladas, ácidos grasos alcoxilados, alcoholes alcoxilados, aminas grasas etoxiladas, aminas de alquilo etoxiladas, betaínas, betaínas modificadas, alquilamidobetaínas, compuestos de amonio cuaternarios, sus derivados y sus combinaciones.
4. El fluido de tensioactivo viscoelástico de la reivindicación 1, en el que el fluido de tensioactivo viscoelástico se encuentra libre de aditivos adicionales de control de la pérdida de fluido y/o de estabilizadores de gel.
5. El fluido de tensioactivo viscoelástico de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un aditivo que se escoge entre el grupo que consiste en sales, co-tensioactivos, ácidos, aditivos adicionales de control de la pérdida de fluido, gas, nitrógeno, dióxido de carbono, agentes de modificación de superficie, agentes adherentes, agentes de formación de espuma, inhibidores de corrosión, inhibidores de incrustación, catalizadores, agentes de control de arcilla, biocidas, agentes de reducción de fricción, agentes anti-espumantes, agentes ligantes, dispersantes, floculantes, eliminadores de  $\text{H}_2\text{S}$ , eliminadores de  $\text{CO}_2$ , eliminadores de oxígeno, lubricantes, agentes de generación de viscosidad, agentes de ruptura, agentes lastrantes, modificadores de permeabilidad relativa, resinas, materiales particulados, agentes humectantes, agentes mejoradores de revestimiento, sus derivados y sus combinaciones.
6. El fluido de acuerdo con la reivindicación 1 que además comprende una pluralidad de partículas de sostén.
7. El fluido de acuerdo con la reivindicación 6 en el que el fluido se encuentra libre de aditivos adicionales de control de la pérdida de fluido y/o de estabilizadores de gel.
8. Un método que comprende:
- proporcionar un fluido de tensioactivo viscoelástico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4; e
- introducir el fluido de tensioactivo viscoelástico en el interior de al menos una parte de la formación subterránea.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la temperatura en al menos una parte de la formación

subterránea se encuentra por encima de 200 °F (93 °C).

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, que además comprende permitir que el componente de jabón del fluido de tensioactivo viscoelástico se disipe y/o se disuelva en el fluido de tensioactivo viscoelástico.

5