



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0037667

(51)^{2020.01} C09K 8/584; E21B 43/22

(13) B

(21) 1-2020-01998

(22) 12/09/2018

(86) PCT/JP2018/033831 12/09/2018

(87) WO 2019/054414 A1 21/03/2019

(30) 2017-175511 13/09/2017 JP; PCT/JP2017/037208 13/10/2017 JP

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/06/2020 387ASC

(73) NISSAN CHEMICAL CORPORATION (JP)

5-1, Nihonbashi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 1036119, Japan

(72) MURAKAMI, Satoru (JP); OOTA, Isao (JP); Southwell, John Edmond (US).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) DUNG DỊCH HÓA CHẤT DỪNG ĐỂ THU HỒI DẦU THÔ

(57) Sáng chế đề cập đến dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt.

Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt, khác biệt ở chỗ chứa hợp chất silan, sol silic oxit dạng nước có đường kính hạt trung bình từ 3 đến 200nm, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, và một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt không ion.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

[0001]

Sáng chế đề cập đến dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt với tỉ lệ thu hồi dầu thô cao để sử dụng trong bước bơm bề mặt trong quy trình "tăng cường thu hồi dầu" (sau đây viết tắt là "EOR") để thu hồi dầu thô bằng cách bơm vào bể chứa dầu trong các mỏ dầu dưới mặt biển hoặc trong đất liền.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

[0002]

Trong quá trình thu hồi (thu gom) dầu thô từ bể chứa dầu, các quy trình thu hồi khác nhau được áp dụng theo trình tự thời gian, đó là, phương pháp ba giai đoạn bao gồm quy trình (hoặc EOR (tăng cường)) sơ cấp, thứ cấp, và tam cấp được áp dụng.

Phương pháp thu hồi sơ cấp bao gồm: tạo dòng khí tự nhiên sử dụng áp lực tự nhiên của bể chứa dầu và trọng lực; và nâng nhân tạo sử dụng các kỹ thuật thu hồi nhân tạo như bơm. Tỉ lệ thu hồi dầu thô của giai đoạn thu hồi sơ cấp được thực hiện bằng các phương pháp kết hợp được cho là lớn nhất là khoảng 20%. Phương pháp thu hồi thứ cấp bao gồm bơm nước và giữ áp suất, mà nhằm để khôi phục áp suất của bể chứa dầu và thúc đẩy việc sản xuất dầu bằng cách bơm nước hoặc khí tự nhiên sau khi giảm sản xuất trong phương pháp thu hồi sơ cấp. Bằng cách kết hợp phương pháp thu hồi thứ cấp và sơ cấp, tỉ lệ thu hồi dầu thô là khoảng 40%, và lượng lớn dầu thô còn lại trong bể chứa dầu ngậm. Vì vậy, phương pháp thu hồi tam cấp được đề xuất, là phương pháp thu hồi dầu thô thông qua quy trình EOR, để thu hồi được nhiều dầu thô hơn từ bể chứa dầu trong đó dầu thô đã được thu gom từ phần dễ thu hồi.

[0003]

Quy trình EOR bao gồm bơm nhiệt, bơm khí, EOR vi khuẩn, và bơm hóa chất. Việc bơm hóa chất, bao gồm bơm polyme, bơm bề mặt, bơm mixen, là quá trình nâng cao tỉ lệ thu hồi dầu thô bằng cách ép dung dịch hóa chất thích hợp vào bể chứa dầu để tăng cường khả năng xử lý dầu thô, giảm sức căng bề mặt tác động giữa nước và dầu, hoặc tạo trạng thái mixen giữa khí và dầu được ép.

[0004]

Bơm bề mặt là quá trình ép một loạt các chất lỏng bao gồm chất lỏng chủ yếu bao

gồm chất hoạt động bề mặt vào bể chứa dầu để giảm sức căng tại bề mặt liên diện giữa dầu thô và nước để chiết và thu gom dầu thô bị kẹt do mao dẫn. Trong quá trình này, ví dụ, alkyl aryl sulfonat được sử dụng riêng rẽ làm chất hoạt động bề mặt, hoặc alkyl aryl sulfonat được sử dụng kết hợp với chất hoạt động bề mặt phụ trợ và/hoặc chất phụ trợ. Alkyl aryl sulfonat thường được sử dụng do nó có thể không chỉ làm giảm sức căng tại bề mặt liên diện giữa dầu và nước mà còn có tác dụng làm giảm sức căng tại bề mặt liên diện của nhiều pha khi được sử dụng kết hợp với các nồng độ muối khác nhau, như được mô tả dưới đây. Cụ thể hơn, ở nồng độ muối thấp, alkyl aryl sulfonat giữ lại trong pha nước, trái lại ở nồng độ muối cao, nó dễ giữ lại trong pha dầu. Ở nồng độ muối trung bình, được biết là vi nhũ tương được tạo thành, nên lượng lớn dầu và nước muối có mặt trong pha vi nhũ tương để có khả năng thu hồi dầu thô cao.

Bơm mixen là quá trình thu hồi dầu trong đó vi nhũ tương được tạo ra từ nước và dầu thô, và vi nhũ tương gọi là dung dịch mixen được bơm vào bể chứa ngầm. Một số chất hoạt động bề mặt được đề xuất để sản xuất dung dịch mixen (xem tài liệu patent 1 đến 3). Đối với chất hoạt động bề mặt sử dụng trong quá trình này, nhiều chất hoạt động bề mặt anion, chất hoạt động bề mặt anion không ion, và chất hoạt động bề mặt anion cation được bộc lộ, như dầu sulfonat, alkyl aryl sulfonat, alkanesulfonat, polyoxyetylen alkyl ête sulfat, polyoxyetylen alkyl ête, polyoxyetylen alkyl phenyl ête, este của axit béo rượu polyhydric, và muối alkyl trimetyl amoni.

Dung dịch mixen để sử dụng trong thu hồi dầu được bộc lộ, mà bao gồm olefin sulfonat nội chuẩn có 10 đến 30 nguyên tử cacbon và α -olefin sulfonat có 10 đến 30 nguyên tử cacbon (xem tài liệu sáng chế 4).

[0005]

Một trong các kỹ thuật bơm polyme thông thường, bơm polyme mixen bao gồm ép cả hỗn hợp mixen (hỗn hợp bao gồm dầu sulfonat, chất phụ trợ, nước biển, và dầu) và polyme không đạt được tỉ lệ thu hồi dầu thô ổn định. Sau đó, chất hóa học để thu hồi dầu thô được đề xuất, mà bao gồm: chất hoạt động bề mặt không ion bao gồm hợp chất amit như sản phẩm phản ứng của axit béo và alkanolamin, và sản phẩm cộng alkylen oxit của nó; và polyme tan trong nước. Đã bộc lộ rằng tỉ lệ thu hồi dầu thô cao là thu được một cách ổn định (xem tài liệu sáng chế 5).

Ngoài ra, alkylxylen sulfonat nhất định được đề xuất làm chất hoạt động bề mặt cho EOR với sức căng tại bề mặt liên diện thấp (xem tài liệu sáng chế 6).

Phương pháp cải thiện việc thu hồi dầu thô, ga, và nước từ bể chứa hoặc giếng hydrocacbon được bộc lộ. Trong phương pháp này, hạt nano trong khoảng từ 1 đến 100nm (ví dụ, silicon dioxit) được trộn trong chất làm ướt trong chất mang lỏng dạng nước hoặc hydrocacbon bao gồm α -olefin sulfonat được bơm vào bể chứa hoặc giếng hydrocacbon (xem tài liệu sáng chế 7).

[0006]

Mặt khác, chế phẩm vật liệu phủ mạ điện loại mạ anốt được bộc lộ, mà bao gồm: nhựa axit acrylic polycarboxylic, ví dụ, được trung hòa với amin hoặc amoni; chất làm cứng; và silic oxit dạng keo được xử lý bề mặt bằng chất gắn kết silan (xem tài liệu sáng chế 8).Danh sách trích dẫn

Tài liệu Patent

[0007]

[PTL 1]

Patent Mỹ số 3,506,070

[PTL 2]

Patent Mỹ số 3,613,786

[PTL 3]

Patent Mỹ số 3,740,343

[PTL 4]

Công bố đơn sáng chế đã qua xét nghiệm Nhật Bản số 1-35157

[PTL 5]

Công bố đơn sáng chế đã qua xét nghiệm Nhật Bản số 5-86989

[PTL 6]

Patent Nhật Bản số 5026264

[PTL 7]

Công bố đơn Patent Mỹ số 2010/ 0096139

[PTL 8]

Patent Nhật Bản số 4033970

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

[0008]

Tài liệu sáng chế 7 mô tả phương pháp loại bỏ hiệu quả những giọt dầu dính vào

bề mặt đá bằng cách bơm hạt nano được trộn trong chất làm ướt trong chất mang lỏng dạng nước hoặc hydrocacbon vào bể chứa hoặc giếng hydrocacbon để tăng cường áp lực tách. Để tăng cường hiệu quả này, tính ổn định của hạt nano trong chất làm ướt là cần thiết. Tuy nhiên, điều này đòi hỏi khả năng chịu nhiệt của chất làm ướt chứa hạt nano. Ngoài ra, để đạt hiệu quả tốt nhất trong giếng hoặc bể chứa hydrocacbon dưới biển, thì cũng cần khả năng chịu muối của chất làm ướt chứa hạt nano.

[0009]

Sự có mặt của chất hoạt động anion có hiệu quả loại bỏ dầu thô dính vào đá cát hoặc đá như đá cacbonat hoặc tương tự trong bể chứa dầu dưới bề mặt hoặc dưới đáy biển là cần thiết để cải thiện hiệu quả thu hồi dầu thô của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô. Tuy nhiên, do chất hoạt động bề mặt anion có khả năng chịu nhiệt độ cao và muối kém, nó bị phân hủy trong thời gian ngắn bằng cách bơm vào bể chứa dầu có nhiệt độ và nồng độ muối cao, và do đó nó hoàn toàn không tạo ra hiệu quả thu hồi dầu thô. Ngoài ra, mặc dù silic oxit dạng keo được cho là có hiệu quả thu hồi dầu thô, bản thân silic oxit dạng keo cũng có khả năng chịu nhiệt độ cao và muối kém, nó đông tụ trong thời gian ngắn bằng cách bơm vào bể chứa dầu có nhiệt độ và nồng độ muối cao, do đó nó hoàn toàn không tạo ra hiệu quả thu hồi dầu thô.

[0010]

Vì thế, cần phải có hóa chất thu hồi dầu thô mà chứa chất hoạt động bề mặt anion và silic oxit dạng keo, và có thể đồng thời đạt được khả năng chịu nhiệt và muối và tiến hành thu hồi dầu thô hiệu quả.

Cụ thể là, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô thường được thu gom vài tháng sau khi chúng được bơm vào bể chứa dầu dưới bề mặt hoặc dưới đáy biển. Có nhu cầu về hóa chất mà có thể tạo ra hiệu quả thu hồi dầu thô và ổn định ngay cả trong môi trường khắc nghiệt và bất thường khi tiếp xúc với nước biển hoặc nước muối chứa natri ion, kali ion và clo ion, và tương tự với nồng độ cao ở nhiệt độ cao như 100°C trong nhiều tháng.

[0011]

Sáng chế đề cập đến dung dịch hóa chất để sử dụng trong bước bơm bề mặt của quy trình EOR để thu hồi dầu thô bằng cách bơm vào bể chứa dầu trong mỏ dầu trong đất liền hoặc dưới đáy biển. Cụ thể hơn, vấn đề được giải quyết bởi sáng chế bằng cách đề xuất dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có khả năng chịu muối và

hiệt độ cao tốt với tỉ lệ thu hồi dầu thô cao.

Cách thức giải quyết vấn đề

[0012]

Để giải quyết vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu và phát hiện ra dung dịch hóa chất bao gồm cụ thể là hỗn hợp bao gồm hợp chất silan, sol silic oxit dạng nước có đường kính hạt trung bình từ 3 đến 200nm, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, và một hoặc nhiều hơn chất hoạt động bề mặt không ion dùng làm dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có khả năng chịu nhiệt và chịu muối tốt và có khả năng thu hồi dầu thô tốt.

Cụ thể là, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng việc điều chỉnh độ pH từ cao hơn hoặc bằng 2 đến nhỏ hơn 7 của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế tạo ra dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt không chỉ với nước biển mà cả nước biển nhân tạo chứa thành phần chính như natri clorua, magie clorua, natri sulfat và canxi clorua, và có khả năng thu hồi dầu thô tốt.

[0013]

Cụ thể hơn, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt, đặc trưng bởi chứa hợp chất silan, sol silic oxit dạng nước có đường kính hạt trung bình từ 3 đến 200nm, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, và một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt không ion.

Theo khía cạnh thứ hai, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh thứ nhất, sol silic oxit dạng nước chứa các hạt silic oxit trong đó ít nhất một phần hợp chất silan được liên kết trên bề mặt của ít nhất một phần của các hạt silic oxit trong sol.

Theo khía cạnh thứ ba, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai, hợp chất silan là ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm chất gắn kết silan có ít nhất một nhóm chức hữu cơ được chọn từ nhóm bao gồm nhóm vinyl, nhóm ête, nhóm epoxy, nhóm styryl, nhóm metacryl, acryl nhóm, nhóm amino, và isoxyanurat nhóm, alkoxysilan, silazan, và siloxan.

Theo khía cạnh thứ tư, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có

khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ ba, trong đó có chứa sol silic oxit dạng nước với lượng 0,01% theo khối lượng đến 30% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô, theo hàm lượng silic oxit rắn.

Theo khía cạnh thứ năm, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ tư, có chứa hợp chất silan với tỉ lệ 0,1 đến 10,0 hợp chất silan tính trên khối lượng hàm lượng silic oxit rắn của sol silic oxit dạng nước.

Theo khía cạnh thứ sáu, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ năm, chất hoạt động bề mặt anion được chọn từ nhóm bao gồm natri muối hoặc muối kali của axit béo, alkylbenzen sulfonat, muối este sulfat rượu bậc cao, polyoxyetylen alkyl ête sulfat, este của axit béo α -sulfo, α -olefin sulfonat, muối este monoalkyl phosphat, và muối của axit alkan sulfon.

Theo khía cạnh thứ bảy, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ sáu, có chứa chất hoạt động bề mặt anion với lượng 0,001% theo khối lượng đến 20% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô.

Theo khía cạnh thứ tám, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ bảy, có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,4 đến thấp hơn 5,0 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô, và dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có độ pH là 7 hoặc cao hơn đến thấp hơn 12.

Theo khía cạnh thứ chín, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ bảy, có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,001 đến thấp hơn 0,4 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô, và dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có độ pH là 2 hoặc cao hơn đến thấp hơn 7.

Theo khía cạnh thứ mười, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có

khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ chín, chất hoạt động bề mặt không ion có HLB là cao hơn hoặc bằng 3,0 đến thấp hơn hoặc bằng 20,0, và được chọn từ nhóm bao gồm polyoxyetylen alkyl ête, polyoxyetylen alkylphenol ête, alkyl glucosit, este polyoxyetylen của axit béo, este sucroza của axit béo, este sorbitan của axit béo, este polyoxyetylen sorbitan của axit béo, và axit béo alkanolamit.

Theo khía cạnh thứ mười một, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô mà có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt theo khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ mười, có chứa chất hoạt động bề mặt không ion với lượng 0,001% theo khối lượng đến 30% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô.

Theo khía cạnh thứ mười hai, sáng chế đề cập đến quy trình thu hồi dầu thô từ lớp chứa hydrocacbon dưới bề mặt, bao gồm các bước:

(a) bước ép dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô chứa hợp chất silan, sol silic oxit dạng nước có đường kính hạt trung bình từ 3 đến 200nm, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, và một hoặc nhiều hơn chất hoạt động bề mặt không ion vào lớp dưới bề mặt; và

(b) bước thu hồi dầu thô từ giếng sản xuất bằng cách sử dụng dung dịch hóa chất mà đã được ép vào lớp dưới bề mặt.

Theo khía cạnh thứ mười ba, trong quy trình theo khía cạnh thứ mười hai, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô được thiết lập tới độ pH là cao hơn hoặc bằng 7 đến thấp hơn 12, và có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,4 đến thấp hơn 5,0 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô.

Theo khía cạnh thứ mười bốn, trong quy trình theo khía cạnh thứ mười hai, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô được thiết lập tới độ pH là cao hơn hoặc bằng 2 đến thấp hơn 7, và có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,001 đến thấp hơn 0,4 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô.

Hiệu quả của sáng chế

[0014]

Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế có khả năng chịu muối

và nhiệt độ cao tốt và là dung dịch hóa chất ổn định mà không gây bất kỳ bất tiện nào như sự gel hóa ngay cả khi dung dịch hóa chất này được pha loãng bằng nước biển hoặc tương tự và được bơm vào bể chứa dầu trong mỏ dầu trong đất liền hoặc dưới đáy biển. Hơn nữa, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế tạo ra hiệu quả loại bỏ dầu thô bằng chất hoạt động bề mặt anion, và ngoài ra được cho rằng hiệu ứng chèn của các hạt nanosilica chứa trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế làm gia tăng hiệu quả loại bỏ dầu thô khỏi bề mặt đá, và dung dịch hóa chất được mong đợi là thu hồi dầu thô với tỉ lệ thu hồi cao.

Mô tả chi tiết sáng chế

[0015]

Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế khác biệt ở chỗ chứa hợp chất silan, sol silic oxit dạng nước có đường kính hạt trung bình từ 3 đến 200nm, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, và một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt không ion.

Mỗi thành phần sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

[0016]

Độ pH của dung dịch hóa chất

Việc sử dụng thích hợp nhất của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế có thể được chọn bằng cách điều chỉnh pH đến cao hơn hoặc bằng 7 đến thấp hơn 12, hoặc cao hơn hoặc bằng 2 đến thấp hơn 7. Cụ thể là, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có độ pH là cao hơn hoặc bằng 7 đến thấp hơn 12 có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt đối với nước muối chứa ion clorua với ion natri, ion canxi, ion magie và tương tự (ví dụ, được mong đợi là sử dụng trong bể chứa dầu dưới bề mặt đất). Ngoài ra, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có độ pH từ cao hơn hoặc bằng 2 đến thấp hơn 7 có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao đối với nước biển rất tốt (ví dụ, được dự tính để sử dụng ở các bể chứa dầu dưới đáy biển ở các mỏ dầu dưới đáy biển) ngoài nước muối chứa ion clorua với ion natri, ion canxi, ion magie và tương tự.

Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế có thể đạt được khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt ngay cả khi pH được điều chỉnh đến 12 bằng cách sử dụng dung dịch nước chứa kim loại kiềm như natri hydroxit, kali hydroxit hoặc tương tự, nước amoni, hoặc dung dịch nước amin bazơ.

Trong khi đó, trong trường hợp mà dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có độ pH thấp hơn 2, sự ổn định của sol silic oxit dạng nước, chất hoạt động bề mặt anion và chất hoạt động bề mặt không ion trong dung dịch hóa chất bị mất đi, và nguy hiểm là gây ra sự gel hóa hoặc phân hủy, hoặc tương tự. Do đó, trường hợp này là không được ưu tiên. Ngoài ra, trong trường hợp mà dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có độ pH cao hơn 12, ion magie trong nước biển hoặc nước biển nhân tạo gây ra sự trung hòa với thành phần kiềm mạnh tan trong nước trong dung dịch hóa chất để tạo thành magie hydroxit mà tan nhẹ trong nước, và do đó làm kết tụ dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô. Do đó, trường hợp này cũng không được ưu tiên.

[0017]

Sol silic oxit dạng nước

Sol silic oxit dạng nước dùng để chỉ hệ thống phân tán keo bao gồm dung môi dạng nước là môi trường phân tán và các hạt silic oxit dạng keo là thể phân tán và có thể được sản xuất theo phương pháp đã biết sử dụng thủy tinh nước (dung dịch dạng nước chứa natri silicat) làm vật liệu thô. Đường kính hạt trung bình của sol silic oxit dạng nước dùng để chỉ đường kính hạt trung bình của các hạt silic oxit dạng keo dùng làm thể phân tán.

[0018]

Theo sáng chế, đường kính hạt trung bình của sol silic oxit dạng nước (các hạt silic oxit dạng keo) dùng để chỉ đường kính bề mặt riêng thu được theo phương pháp hấp phụ nitơ (phương pháp BET) hoặc đường kính hạt Sears, trừ khi có quy định khác.

Đường kính hạt trung bình (đường kính bề mặt riêng D (nm) được tính theo công thức $D \text{ (nm)} = 2720/S$, từ bề mặt riêng $S \text{ (m}^2/\text{g)}$ xác định được bằng phương pháp hấp phụ nitơ.

Đường kính hạt Sears là đường kính hạt trung bình xác định được theo tài liệu: G. W. Sears, Anal. Chem. 28 (12), pp. 1981-1983, 1956 "Rapid Determination of Particle Diameter of Colloidal Silica". Cụ thể là, đường kính hạt Sears là đường kính tương đương (đường kính diện tích bề mặt riêng) được tính từ diện tích bề mặt riêng của silic oxit dạng keo xác định được từ lượng 0,1N-NaOH cần thiết để chuẩn độ silic oxit dạng keo tương ứng với 1,5g SiO_2 từ độ pH 4 đến độ pH 9.

Đường kính hạt trung bình của sol silic oxit dạng nước (các hạt silic oxit dạng keo) theo phương pháp hấp phụ nitơ (phương pháp BET) hoặc đường kính hạt Sears

có thể nằm trong khoảng từ 3 đến 200nm, hoặc 3 đến 150nm, hoặc 3 đến 100nm, hoặc 3 đến 30nm theo sáng chế.

[0019]

Sau đó, liệu các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước được phân tán hay kết tụ có thể được xác định bằng cách xác định đường kính hạt trung bình bằng cách tán xạ ánh sáng động (đường kính hạt trung bình DLS) đối với các hạt silic oxit của sol silic oxit trong dung dịch hóa chất.

Đường kính hạt trung bình DLS là giá trị trung bình của đường kính hạt thứ cấp (đường kính hạt phân tán), và được cho rằng đường kính hạt trung bình DLS ở trạng thái phân tán hoàn toàn là khoảng gấp hai lần đường kính hạt trung bình (mà là giá trị trung bình của đường kính hạt sơ cấp theo đường kính bề mặt riêng thu được bằng cách đo theo phương pháp hấp phụ nitơ (phương pháp BET) hoặc đường kính hạt Sears). Vậy có thể xác định được là do đường kính hạt trung bình DLS tăng, các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước bị đông tụ hơn.

Chẳng hạn, với ví dụ về sol silic oxit dạng nước, sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O do Nissan Chemical Corporation) sản xuất có đường kính hạt trung bình (phương pháp BET) là 10-11nm và đường kính hạt trung bình DLS là 15-20nm. Trong các ví dụ được đề cập dưới đây, mẫu đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô chứa sol silic oxit dạng nước có đường kính hạt trung bình DLS là 25nm hoặc thấp hơn và kết quả này thể hiện rằng các hạt silic oxit hầu hết ở tình trạng phân tán trong dung dịch hóa chất.

[0020]

Trong trường hợp mà dung dịch hóa chất có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt, đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao là gần như giống với đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất. Ví dụ, nếu tỉ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao / đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 1,1 hoặc thấp hơn, thì nó thể hiện rằng dung dịch hóa chất sau khi thử nghiệm chịu nhiệt độ cao và muối duy trì trạng thái phân tán như trạng thái phân tán của dung dịch hóa chất. Tuy nhiên, nếu khả năng chịu muối và nhiệt độ cao của dung dịch hóa chất kém, thì đường kính hạt DLS sau thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao là lớn hơn nhiều, thể

hiện rằng dung dịch hóa chất ở trong tình trạng đông tụ.

Trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, nếu tỉ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm chịu nhiệt độ cao và muối / đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 1,5 hoặc thấp hơn (tỉ lệ thay đổi đường kính hạt trung bình là 50% hoặc thấp hơn), có thể đánh giá rằng khả năng chịu nhiệt độ cao và muối là tốt, đặc biệt là dung dịch hóa chất có tỉ lệ 1,1 hoặc thấp hơn (tỉ lệ thay đổi đường kính hạt trung bình là 10% hoặc thấp hơn) thì không có sự biến tính của silic oxit sol, và do đó có thể đánh giá rằng khả năng chịu muối và nhiệt độ cao là rất tốt.

[0021]

Theo sáng chế, đường kính hạt trung bình của sol silic oxit dạng nước là 3 đến 200nm, tốt hơn là 3 đến 150nm, tốt hơn nữa là 3 đến 100nm, 3 đến 30nm trong phép đo theo phương pháp hấp phụ nitơ (phương pháp BET) hoặc phương pháp Sears. Đường kính hạt trung bình nhỏ hơn 3nm là không được ưu tiên, vì nếu như vậy, dung dịch hóa chất là không ổn định. Mặt khác, đường kính hạt trung bình lớn hơn 200nm là không được ưu tiên, vì nếu như vậy, các lỗ trên đá cát hoặc đá cacbonat có mặt trong mỏ dầu ngầm bị chặn và do đó khả năng thu hồi dầu trở nên kém hơn.

[0022]

Nồng độ silic oxit (SiO_2) trong sol silic oxit dạng nước được sử dụng tốt hơn là 5 đến 55% theo khối lượng.

[0023]

Theo sáng chế, các sản phẩm có sẵn trên thị trường có thể được sử dụng đối với sol silic oxit dạng nước. Những sản phẩm có nồng độ silic oxit từ 5 đến 50% theo khối lượng trong sol silic oxit dạng nước là được ưu tiên do chúng có sẵn trên thị trường và có thể mua được dễ dàng.

Sol silic oxit dạng nước có tính kiềm hoặc axit có thể được sử dụng làm sol silic oxit dạng nước, và sol silic oxit dạng nước có tính axit là được ưu tiên.

[0024]

Ví dụ về sol silic oxit dạng nước có tính axit có sẵn trên thị trường bao gồm SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-OXS, SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-OS, SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O, SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O-40, SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-OL, SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-OYL và SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) OZL-35 (tất cả đều do Nissan

Chemical Corporation sản xuất).

[0025]

Theo sáng chế, sol silic oxit dạng nước tốt hơn là được chứa với lượng 0,01% theo khối lượng đến 30,0% theo khối lượng, tốt hơn nữa là 10,0% theo khối lượng đến 25,0% theo khối lượng, ví dụ, 15,0% theo khối lượng đến 25,0% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô, theo hàm lượng silic oxit rắn.

[0026]

Như sẽ được mô tả dưới đây, trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, ít nhất một phần hợp chất silan được mô tả sau đây có thể được liên kết trên bề mặt của một phần của các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước.

Đường kính hạt của các hạt silic oxit có hợp chất silan liên kết trên bề mặt của nó trong sol silic oxit dạng nước có thể dễ dàng xác định được làm đường kính hạt tán xạ ánh sáng động như được mô tả trên đây với thiết bị có sẵn trên thị trường.

[0027]

Hợp chất silan

Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế khác biệt ở chỗ chứa hợp chất silan. Sol silic oxit dạng nước được cải thiện đáng kể về khả năng chịu nhiệt độ cao và muối bằng cách chứa hợp chất silan.

Ví dụ được ưu tiên của hợp chất silan bao gồm chất gắn kết silan có ít nhất một nhóm được chọn từ nhóm bao gồm nhóm vinyl, nhóm ête, nhóm epoxy, nhóm styryl, nhóm metacryl, nhóm acryl, nhóm amino, và nhóm isoxyanurat dưới dạng nhóm chức hữu cơ, cũng như alkoxysilan, silazan, và siloxan.

[0028]

Ví dụ về chất gắn kết silan có nhóm vinyl hoặc nhóm styryl bao gồm vinyltriclosilan, vinyltrimetoxysilan, vinyltriethoxysilan, vinyl-tris(2-metoxietoxy)silan, vinylmetyldimetoxysilan, vinyltriaethoxysilan, allyltriclosilan, allyltrimetoxysilan, allyltriethoxysilan, và p-styryltrimetoxysilan.

Ví dụ về chất gắn kết silan có nhóm epoxy bao gồm 3-glycidoxypropyltrimetoxysilan, 3-glycidoxypropyltriethoxysilan, 3-glycidoxypropylmetyldimetoxysilan, 3-glycidoxypropylmetyldiethoxysilan, 3-glycidoxypropyltriethoxysilan, 2-(3,4-epoxyxyclohexyl)propyltrimetoxysilan, 2-(3,4-

epoxyxyclohexyl)propyltriethoxysilan, 2-(3,4-epoxyxyclohexyl)ethyltriethoxysilan, 2-(3,4-epoxyxyclohexyl)ethyltriethoxysilan, 2-(3,4-epoxyxyclohexyl)methyltriethoxysilan, 2-(3,4-epoxyxyclohexyl)methyltriethoxysilan, [(3-ethyl-3-oxetanyl)methoxy]propyltriethoxysilan, và [(3-ethyl-3-oxetanyl)methoxy]propyltriethoxysilan.

Ví dụ về chất gắn kết silan có nhóm metacryl (nhóm metacryloyl) hoặc nhóm acryl (nhóm acryloyl) bao gồm 3-metacryloyloxypropyltriethoxysilan, 3-metacryloyloxypropyltriethoxysilan, 3-metacryloyloxypropylmethyldiethoxysilan, 3-metacryloyloxypropylmethyldiethoxysilan, 3-acryloyloxypropyltriethoxysilan, và 3-acryloyloxypropyltriethoxysilan.

Ví dụ về chất gắn kết silan có nhóm amino bao gồm N-2-(aminoethyl)-3-aminopropylmethyldiethoxysilan, N-2-(aminoethyl)-3-aminopropyltriethoxysilan, 3-aminopropyltriethoxysilan, 3-aminopropyltriethoxysilan, 3-aminopropyltriethoxysilan, 3-aminopropylmethyldiethoxysilan, 3-aminopropylmethyldiethoxysilan, 3-triethoxysilyl-N-(1,3-dimethyl-butylidene)propylamine, N-phenyl-3-aminopropyltriethoxysilan, và N-phenyl-3-aminopropyltriethoxysilan.

Ví dụ về chất gắn kết silan có nhóm isoxyanurat bao gồm tris-(3-triethoxysilylpropyl) isoxyanurat và tris-(3-triethoxysilylpropyl) isoxyanurat. Ví dụ về chất gắn kết silan có nhóm isoxyanat bao gồm 3-isoxyanatpropyltriethoxysilan và 3-isoxyanatpropyltriethoxysilan.

[0029]

Ngoài ra, alkoxysilan như methyltriethoxysilan, methyltriethoxysilan, dimethyldiethoxysilan, dimethyldiethoxysilan, trimethylmethoxysilan, ethyltriethoxysilan, tetraethoxysilan, n-propyltriethoxysilan, isobutyltriethoxysilan, isobutyltriethoxysilan, phenyltriethoxysilan, phenyltriethoxysilan, diphenyldiethoxysilan, diphenyldiethoxysilan, n-propyltriethoxysilan, n-hexyltriethoxysilan, n-hexyltriethoxysilan, xyclohexylmethyldiethoxysilan, n-octyltriethoxysilan, và n-decyltriethoxysilan; silazan như hexamethyldisilazan; và siloxan như methylmethoxysiloxan và dimethyl-phenylmethoxysiloxan có thể được sử dụng.

[0030]

Trong số các hợp chất silan này, tốt hơn nữa là, chất gắn kết silan lưỡng phần có

nhóm chức như nhóm ête, nhóm epoxy, nhóm metacryl , và nhóm acryl là được ưu tiên.

Ví dụ bao gồm 3-glycidoxypopyltrimetoxysilan, 3-glycidoxypopylmetyldimetoxysilan, 3-glycidoxypopylmetyldietoxysilan, 3-glycidoxypopyltriethoxysilan, 2-(3,4-epoxyxyclohexyl)etyltrimetoxysilan, 3-metacryloyloxypropyltrimetoxysilan, 3-metacryloyloxypropylmetyldimetoxysilan, 3-metacryloyloxypropyltriethoxysilan, 3-metacryloyloxypropylmetyldietoxysilan, và 3-acryloyloxypropyltrimetoxysilan.

[0031]

Trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, tốt hơn là hợp chất silan được bổ sung với tỉ lệ hợp chất silan/sol silic oxit dạng nước (silica:SiO_2) = 0,1 đến 10,0 tính trên khối lượng hàm lượng silic oxit rắn, nghĩa là, các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước. Còn tốt hơn nữa là bổ sung hợp chất silan với tỉ lệ theo khối lượng là 0,1 đến 5,0.

Tỉ lệ của hợp chất silan so với khối lượng các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước thấp hơn 0,1 là không được ưu tiên, vì nếu như vậy, khả năng chịu nhiệt độ cao và muối của dung dịch hóa chất có thể yếu. Với tỉ lệ lớn hơn 10,0, nghĩa là, ngay cả khi lượng lớn hợp chất silan được bổ sung, thì cũng không cải thiện được hiệu quả.

Trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, ít nhất một phần hợp chất silan có thể liên kết trên bề mặt của ít nhất một phần của các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước. Các hạt silic oxit trong đó hợp chất silan được liên kết trên một phần của bề mặt bao gồm, ví dụ, các hạt silic oxit có bề mặt được phủ hợp chất silan. Việc sử dụng các hạt silic oxit trong đó hợp chất silan được liên kết trên ít nhất một phần của bề mặt, ví dụ, các hạt silic oxit có bề mặt được phủ hợp chất silan có thể cải thiện hơn nữa khả năng chịu nhiệt độ cao và muối của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô.

Do đó, ở dạng thích hợp hơn của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, sol silic oxit dạng nước bao gồm các hạt silic oxit trong đó ít nhất một phần hợp chất silan được liên kết trên bề mặt của ít nhất một phần của các hạt silic oxit trong sol.

[0032]

Các hạt silic oxit trong đó ít nhất một phần hợp chất silan được liên kết trên bề

mặt của ít nhất một phần các hạt silic oxit (sau đây được gọi là các hạt silic oxit được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan) có thể thu được bằng cách bổ sung hợp chất silan vào sol silic oxit dạng nước với tỉ lệ 0,1 đến 3,0 hợp chất silan tính trên khối lượng hợp chất silan tính theo các hạt silic oxit (hàm lượng silic oxit rắn) trong sol silic oxit dạng nước, và sau đó thực hiện quá trình gia nhiệt, ví dụ ở 50 đến 100°C trong 1 giờ đến 20 giờ.

Trong bản mô tả này, lượng xử lý bề mặt bằng hợp chất silan, tức là, hợp chất silan liên kết với bề mặt hạt silic oxit, tốt hơn là, ví dụ, 2 đến 12 mỗi nanomet vuông (nm^2) bề mặt hạt silic oxit.

Nhiệt độ gia nhiệt thấp hơn 50°C là không được ưu tiên, vì nếu như vậy, tốc độ thủy phân một phần chậm và hiệu quả xử lý bề mặt thấp. Mặt khác, nhiệt độ gia nhiệt cao hơn 100°C là không được ưu tiên, vì nếu như vậy, tạo ra gel silic oxit khô.

Khi thời gian gia nhiệt ngắn hơn 1 giờ, phản ứng thủy phân một phần hợp chất silan không đạt hiệu quả. Thời gian gia nhiệt có thể không dài hơn 20 giờ, vì nếu vậy, phản ứng thủy phân một phần hợp chất silan sau đó gần như bão hòa.

[0033]

Chất hoạt động bề mặt anion

Trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion được sử dụng. Ví dụ, hai đến năm chất hoạt động bề mặt anion, hoặc hai đến bốn chất hoạt động bề mặt anion, hoặc hai đến ba chất hoạt động bề mặt anion, hoặc hai chất hoạt động bề mặt anion có thể kết hợp.

Theo sáng chế, dung dịch hóa chất chứa hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion đạt hiệu quả tốt hơn dung dịch hóa chất chứa một chất hoạt động bề mặt anion riêng rẽ, cụ thể là, chất hoạt động bề mặt trộn vào nhau để tạo thành mixen đặc (hiệu ứng xếp chặt – packing effect), nhờ đó tự ổn định chất hoạt động bề mặt. Kết quả là, chất hoạt động bề mặt anion trở nên ổn định để duy trì hiệu quả thu hồi dầu thô. Dung dịch hóa chất theo sáng chế nhằm ổn định dung dịch hóa chất mà được dự tính là để sử dụng trong nước muối ở nhiệt độ cao để thu hồi dầu thô bằng cách sử dụng hiệu ứng xếp chặt do trộn nhiều chất hoạt động bề mặt. Ý tưởng mà trong đó hiệu ứng xếp chặt được sử dụng trong nước muối ở nhiệt độ cao chưa được đề xuất.

[0034]

Ví dụ về chất hoạt động bề mặt anion bao gồm muối natri hoặc muối kali của axit

béo, alkylbenzen sulfonat, muối este sulfat của rượu bậc cao, polyoxyetylen alkyl ête sulfat, este của axit béo α -sulfo, α -olefin sulfonat, muối este của monoalkyl phosphat, và muối của axit alkan sulfon.

[0035]

Ví dụ về alkylbenzen sulfonat bao gồm muối natri, muối kali, và muối lithi, như C10 đến C16 natri alkylbenzensulfonat, C10 đến C16 alkylbenzensulfonat, và natri alkylnaphtalensulfonat.

Ví dụ về muối este của sulfat rượu bậc cao bao gồm natri dodexyl sulfat có số lượng nguyên tử cacbon là 12 (natri lauryl sulfat), trietanolamin lauryl sulfat, và trietanolamoni lauryl sulfat.

Ví dụ về polyoxyetylen alkyl ête sulfat bao gồm natri polyoxyetylen styren hóa phenyl ête sulfat, amoni polyoxyetylen styren hóa phenyl ête sulfat, natri polyoxyetylen dexyl ête sulfat, amoni polyoxyetylendecyl ête sulfat, natri polyoxyetylen lauryl ête sulfat, amoni polyoxyetylen lauryl ête sulfat, natri polyoxyetylen tridecyl ête sulfat, và natri polyoxyetylen oleyl cetyl ête sulfat.

Ví dụ về α -olefin sulfonat bao gồm natri α -olefin sulfonat.

Ví dụ về alkan sulfonat bao gồm natri 2-ethylhexyl sulfat.

[0036]

Trong số chúng, tốt hơn là α -olefin sulfonat và muối este của sulfat rượu bậc cao được sử dụng kết hợp làm chất hoạt động bề mặt anion. Trong trường hợp này, tỉ lệ giữa α -olefin sulfonat và muối este của sulfat rượu bậc cao là, ví dụ, nhưng không chỉ giới hạn ở, α -olefin sulfonat: muối este của sulfat rượu bậc cao = 5:1 đến 1:5, ví dụ, 3:1 đến 1:3, 2:1 đến 1:3, hoặc 1:1 đến 1:2, theo tỉ lệ mol.

Tốt hơn là chất hoạt động bề mặt anion được chứa với lượng 0,001% theo khối lượng đến 20% theo khối lượng tổng cộng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô. Lượng thấp hơn 0,001% theo khối lượng là không thích hợp, vì nếu thế, khả năng chịu nhiệt độ cao và muối của dung dịch hóa chất và khả năng thu hồi dầu thô thấp. Lượng cao hơn 20% theo khối lượng là không thích hợp, vì nếu thế, dầu được thu hồi và chất hoạt động bề mặt tạo thành nhũ tương và từ đó, khó để tách dầu và chất hoạt động bề mặt.

[0037]

Như đề cập ở trên, việc sử dụng thích hợp nhất dung dịch hóa chất dùng để thu

hồi dầu thô theo sáng chế có thể được chọn bằng cách điều chỉnh độ pH đến từ cao hơn hoặc bằng 7 đến thấp hơn 12, hoặc cao hơn hoặc bằng 2 đến thấp hơn 7. Về việc điều chỉnh độ pH, việc điều chỉnh lượng chất hoạt động bề mặt anion đem lại cho dung dịch hóa chất khả năng chịu nhiệt độ cao và muối tuyệt vời.

Ví dụ, trong trường hợp mà dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô được điều chỉnh đến độ pH cao hơn hoặc bằng 7 đến thấp hơn 12, tốt hơn là có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,4 đến thấp hơn 5,0 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô.

Ngoài ra, trường hợp mà dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô được điều chỉnh đến độ pH cao hơn hoặc bằng 2 đến thấp hơn 7, tốt hơn là có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,001 đến thấp hơn 0,4 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô.

[0038]

Chất hoạt động bề mặt không ion

Trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, một hoặc nhiều hơn chất hoạt động bề mặt không ion được sử dụng ngoài hai chất hoạt động bề mặt anion. Ví dụ, hỗn hợp bao gồm một đến năm chất hoạt động bề mặt không ion, hoặc một đến bốn chất hoạt động bề mặt không ion, hoặc một đến ba chất hoạt động bề mặt không ion, hoặc một đến hai chất hoạt động bề mặt không ion, hoặc một chất hoạt động bề mặt không ion có thể được sử dụng.

[0039]

Theo sáng chế, dung dịch hóa chất chứa cả chất hoạt động bề mặt anion và chất hoạt động bề mặt không ion đạt hiệu quả tốt hơn dung dịch hóa chất chứa chỉ hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, cụ thể là, chất hoạt động bề mặt anion và chất hoạt động bề mặt không ion trộn vào nhau để tạo thành mixen đặc, nhờ đó tự ổn định chất hoạt động bề mặt. Kết quả là, chất hoạt động bề mặt anion và chất hoạt động bề mặt không ion trở nên ổn định để duy trì hiệu quả thu hồi dầu thô.

[0040]

Theo sáng chế, chất hoạt động bề mặt không ion được chọn từ polyoxyetylen alkyl ête, polyoxyetylen alkylphenol ête, alkyl glucosit, este polyoxyetylen của axit béo, este sucroza của axit béo, este sorbitan của axit béo, este polyoxyetylen sorbitan của axit béo, và alkanolamit của axit béo.

[0041]

Ví dụ về polyoxyetylen alkyl ête bao gồm polyoxyetylen dodecyl ête (polyoxyetylen lauryl ête), polyoxyalkylene lauryl ête, polyoxyetylen tridecyl ête, polyoxyalkylene tridecyl ête, polyoxyetylen myristyl ête, polyoxyetylen cetyl ête, polyoxyetylen oleyl ête, polyoxyetylen stearyl ête, polyoxyetylen behenyl ête, polyoxyetylen-2-ethylhexyl ête, và polyoxyetylen isodecyl ête.

Ví dụ về polyoxyetylen alkylphenol ête bao gồm polyoxyetylen styren hóa phenyl ête, polyoxyetylen nonylphenyl ête, polyoxyetylen di-styren hóa phenyl ête, và polyoxyetylen tribenzyl phenyl ête.

Ví dụ về alkyl glucosit bao gồm decyl glucosit và lauryl glucosit.

Ví dụ về este polyoxyetylen của axit béo bao gồm polyoxyetylen monolaurat, polyoxyetylen monostearat, polyoxyetylen monooleat, polyetylen glycol distearat, polyetylen glycol dioleat, và polypropylene glycol dioleat.

Ví dụ về este sorbitan của axit béo bao gồm sorbitan monocaprylate, sorbitan monolaurat, sorbitan monomyristat, sorbitan nonpalmat, sorbitan monostearat, sorbitan distearat, sorbitan tristearat, sorbitan monooleat, sorbitan trioleat, sorbitan monosesquioleat, và sản phẩm cộng etylen oxit của nó.

Ví dụ về este polyoxyetylen sorbitan của axit béo bao gồm polyoxyetylen sorbitan monolaurat, polyoxyetylen sorbitan monoamidit, polyoxyetylen sorbitan monostearat, polyoxyetylen sorbitan tristearat, polyoxyetylen sorbitan monooleat, polyoxyetylen sorbitan trioleat, và polyoxyetylen sorbitan triisostearat.

Ví dụ về alkanolamit của axit béo bao gồm dietanolamit của axit béo dừa, dietanolamit của axit mỡ bò, dietanolamit của lauric axit, và dietanolamit của oleic axit.

Hơn nữa, polyoxyalkyl ête hoặc polyoxyalkyl glycol như polyoxyetylen polyoxypropylene glycol và este polyoxyetylen của axit béo, polyoxyetylen ête dầu mỏ, sorbitan axit béo este alkyl ête, alkyl polyglucosit, sorbitan monooleat, và este sucroza của axit béo có thể cũng được sử dụng.

Trong số các chất hoạt động bề mặt không ion, polyoxyetylen alkyl ête và polyoxyetylen alkylphenol ête là được ưu tiên hơn vì khả năng chịu nhiệt độ cao và muối của dung dịch hóa chất là tốt.

[0042]

Giá trị HLB của chất hoạt động bề mặt không ion là giá trị biểu thị sự cân bằng giữa tính kỵ nước và tính ưa nước, và HLB của chất không có nhóm ưa nước là 0, và HLB của chất không có nhóm kỵ nước và chỉ có nhóm ưa nước là 20.

Theo sáng chế, tốt hơn là chất hoạt động bề mặt không ion có HLB là từ cao hơn hoặc bằng 3,0 đến thấp hơn hoặc bằng 20,0. Cụ thể là, về khả năng chịu nhiệt độ cao và muối của dung dịch hóa chất, HLB của chất hoạt động bề mặt không ion tốt hơn nữa là từ cao hơn hoặc bằng 10,0 đến thấp hơn hoặc bằng 20,0. Về sự an toàn với người và môi trường, tốt hơn nữa là sử dụng chất hoạt động bề mặt không ion có HLB là từ cao hơn hoặc bằng 14,0 đến thấp hơn hoặc bằng 20,0 vì không cần lo ngại về chất gây loạn nội tiết, và không cần lo ngại về chất gọi là hormone môi trường. Ngoài ra, trường hợp mà hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt không ion được sử dụng, tốt hơn là điều chỉnh HLB của hỗn hợp tính từ mỗi HLB và trung bình khối lượng của tỉ lệ trộn từ cao hơn hoặc bằng 10,0 đến thấp hơn hoặc bằng 20,0.

Khi HLB nhỏ hơn 3, do chất hoạt động bề mặt không ion có tính kỵ nước mạnh, sol silic oxit dạng nước và chất hoạt động bề mặt anion và chất hoạt động bề mặt không ion tan trong nước không trộn lẫn được với nhau để tách thành hai pha. Do đó, HLB thấp hơn 3,0 là không thích hợp.

[0043]

Tốt hơn là chất hoạt động bề mặt không ion được chứa với lượng từ 0,001% theo khối lượng đến 30% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô. Lượng thấp hơn 0,001% theo khối lượng là không thích hợp, vì nếu thế, khả năng chịu nhiệt và chịu muối của dung dịch hóa chất kém. Lượng lớn hơn 30% theo khối lượng là không thích hợp, vì nếu thế, độ nhớt của dung dịch hóa chất là rất cao.

Dung dịch hóa chất chứa chỉ một chất hoạt động bề mặt không ion hoặc dung dịch hóa chất chứa hai hoặc nhiều hơn đến năm hoặc ít chất hoạt động bề mặt không ion hơn là có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt và đạt hiệu quả thu hồi dầu thô tốt.

[0044]

Các thành phần khác

Để tăng độ nhớt của dung dịch hóa chất, polyme tan trong nước xenluloza hydroxyetyl và muối của nó, xenluloza hydroxypropylmetyl và muối của nó, xenluloza carboxymetyl và muối của nó, pectin, gồm guar, gồm xanthan, gồm me, tảo caragin,

và tương tự có thể được thêm vào.

[0045]

Trong dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế, độ hòa tan pha giữa các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước và chất hoạt động bề mặt được cho là được cải thiện bằng cách sử dụng kết hợp sol silic oxit dạng nước và hợp chất silan, và cụ thể là, bằng cách bao gồm các hạt silic oxit trong đó ít nhất một phần hợp chất silan được liên kết trên bề mặt của một phần của nó, làm các hạt silic oxit trong sol silic oxit dạng nước. Hơn nữa, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion được kết hợp với một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt không ion, bằng cách đó các chất hoạt động bề mặt trộn lẫn với nhau để tạo thành mixen đặc, nhờ đó tự ổn định chất hoạt động bề mặt. Điều này được cho là lý do vì sao dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt.

[0046]

Quy trình thu hồi dầu thô từ lớp chứa hydrocacbon dưới bề mặt sử dụng dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế bao gồm, ví dụ, (a) bước ép dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế vào lớp dưới bề mặt và (b) bước thu hồi dầu thô từ giếng sản xuất cùng với dung dịch hóa chất mà đã được ép vào lớp dưới bề mặt.

Trong quá trình này, trường hợp mà dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô được thiết lập tới độ pH là cao hơn hoặc bằng 7 đến thấp hơn 12, và có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,4 đến thấp hơn 5,0 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của sol silic oxit dạng nước, hoặc trường hợp mà dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô được thiết lập tới độ pH là cao hơn hoặc bằng 2 đến thấp hơn 7, và có chứa chất hoạt động bề mặt anion với tỉ lệ khối lượng từ cao hơn hoặc bằng 0,001 đến thấp hơn 0,4 tính theo hàm lượng silic oxit rắn của sol silic oxit dạng nước, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô thu được có khả năng chịu nhiệt độ cao và muối tốt, và do đó mong đợi là có khả năng thu hồi dầu thô cao.

Ví dụ thực hiện sáng chế

[0047]

Mặc dù phần mô tả chi tiết được thể hiện dựa trên các ví dụ tổng hợp, ví dụ, ví dụ so sánh, và ví dụ tham khảo, sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

[0048]

Thiết bị đo

Việc phân tích (độ pH, độ dẫn điện, đường kính hạt trung bình DLS) của sol silic oxit dạng nước được điều chế trong ví dụ tổng hợp, cũng như việc phân tích (độ pH, độ dẫn điện, độ nhớt, đường kính hạt trung bình DLS) của dung dịch hóa chất được tạo ra trong ví dụ và ví dụ so sánh, và việc phân tích mẫu sau thử nghiệm khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối cho mẫu được điều chế sử dụng dung dịch hóa chất được thực hiện sử dụng các thiết bị sau.

- đường kính hạt trung bình DLS (đường kính hạt tán xạ ánh sáng động): thiết bị đo đường kính hạt tán xạ ánh sáng động Zetasizer Nano (được sản xuất bởi Spectris Co., Ltd., Malvern Instruments) được sử dụng.

- độ pH: máy đo độ pH (được sản xuất bởi DKK-TOA CORPORATION) được sử dụng.

- độ dẫn điện: máy đo độ dẫn điện (được sản xuất bởi DKK-TOA CORPORATION)) được sử dụng.

- độ nhớt: máy đo độ nhớt loại B (được sản xuất bởi TOKYO KEIKI INC.) được sử dụng.

- Sức căng bề mặt: Máy đo sức căng bề mặt DY-500 (được sản xuất bởi Kyowa Interface Science Co., Ltd) được sử dụng.

[0049]

Đánh giá Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô

Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao

Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1

Sau khi thanh khuấy được đặt vào bình chứa styren 200ml, 50g mỗi dung dịch hóa chất được sản xuất trong các ví dụ hoặc ví dụ so sánh được nạp vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 100g dung dịch nước muối có nồng độ muối 6% theo khối lượng (nồng độ natri clorua là 4,8% theo khối lượng, nồng độ canxi clorua là 1,2% theo khối lượng) được nạp và khuấy trong 1 giờ. Dung dịch này được dùng làm mẫu nước muối thử nghiệm (a) để đánh giá khả năng chịu nhiệt và chịu muối của dung dịch hóa chất trong nồng độ muối 4% theo khối lượng.

Trong bình chứa có thể bít kín Teflon 120ml (nhãn hiệu đã đăng ký), cho 65g mẫu nước muối thử nghiệm (a) vào và bít kín. Sau đó, bình chứa Teflon được đặt vào thiết bị sấy khô ở 100°C và giữ ở 100°C trong thời gian định trước, và sau đó đánh giá

ngoại quan mẫu nước muối thử nghiệm (a), độ pH, độ dẫn điện, độ nhớt, đường kính hạt trung bình DLS của sol silic oxit dạng nước (các hạt silic oxit) trong mẫu.

Khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối được xác định như sau, dựa trên kết quả đo đường kính hạt trung bình DLS của sol silic oxit dạng nước (các hạt silic oxit) trong mẫu và đánh giá ngoại quan, sau khi duy trì nhiệt độ cao trong thời gian định trước.

Xác định khả năng chịu muối và nhiệt độ cao

A: Tỷ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm chịu nhiệt độ cao và chịu muối/đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 1,1 hoặc thấp hơn; sol silic oxit không bị biến chất; khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối rất cao.

B: Tỷ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm chịu nhiệt độ cao và chịu muối/đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 1,2 đến 1,5; khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối cao.

C: Tỷ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm chịu nhiệt độ cao và chịu muối/đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 1,6 đến 8,0; khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối là bình thường.

D: Tỷ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm chịu nhiệt độ cao và chịu muối/đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 8,1 đến 20,0; khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối là kém.

E: Tỷ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm chịu nhiệt độ cao và chịu muối/đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 20,1 hoặc cao hơn; đường kính hạt trung bình DLS không xác định được vì sol silic oxit tạo gel; tạo ra chất kết tủa trắng; khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối là rất kém.

[0050]

Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-2

Sau khi thanh khuấy được đặt vào bình chứa styren 200ml, 50g mỗi dung dịch hóa chất được sản xuất trong các ví dụ hoặc ví dụ so sánh được nạp vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 100g dung dịch nước muối có nồng độ muối 15% theo khối lượng (nồng độ natri clorua là 12,0% theo khối lượng, nồng độ canxi clorua là 3,0% theo khối lượng) được nạp và khuấy trong 1 giờ. Dung dịch này được dùng làm mẫu nước muối thử nghiệm (b) để đánh giá khả năng chịu nhiệt và chịu muối của dung dịch hóa chất với nồng độ muối 10% theo khối lượng bao gồm 8% theo khối lượng natri clorua và 2% theo khối lượng canxi clorua mà được xác định theo tiêu chuẩn API (tiêu chuẩn

về dầu khí được xác định bởi Viện dầu khí Hoa Kỳ).

Khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối được xác định theo cách thức tương tự như Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1 ở trên.

[0051]

Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-3

Sau khi 2408g nước tinh khiết được cho vào bình chứa polyetylen 3L, 92g bột nước biển nhân tạo (tên nhãn hiệu: MARINE ART SF-1 được sản xuất bởi Tomita Pharmaceutical Co., Ltd.) được cho vào để điều chế nước biển nhân tạo. Sau khi đặt thanh khuấy vào bình chứa styren 200ml, mỗi dung dịch hóa chất được điều chế trong các ví dụ, nước tinh khiết và nước biển nhân tạo được cho vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ để điều chế 150g dung dịch hỗn hợp có nồng độ silic oxit là 1,0% theo khối lượng, và dung dịch này được khuấy trong 1 giờ. Dung dịch này được dùng làm mẫu nước biển thử nghiệm để đánh giá khả năng chịu nhiệt và chịu muối của dung dịch hóa chất trong nước biển nhân tạo.

Khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối được xác định theo cách thức tương tự như Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1 ở trên.

[0052]

Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-4

Sau khi 2408g nước tinh khiết được cho vào bình chứa polyetylen 3L, 92g bột nước biển nhân tạo (tên nhãn hiệu: MARINE ART SF-1 được sản xuất bởi Tomita Pharmaceutical Co., Ltd.) được cho vào để điều chế nước biển nhân tạo. Sau khi đặt thanh khuấy vào bình chứa styren 200ml, mỗi dung dịch hóa chất được điều chế trong các ví dụ, nước tinh khiết và nước biển nhân tạo được cho vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ để điều chế 150g dung dịch hỗn hợp có nồng độ silic oxit là 0,5% theo khối lượng, và dung dịch này được khuấy trong 1 giờ. Dung dịch này được dùng làm mẫu nước biển thử nghiệm để đánh giá khả năng chịu nhiệt và chịu muối của dung dịch hóa chất trong nước biển nhân tạo.

Khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối được xác định bằng hoạt động tương tự như (Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1) ở trên.

[0053]

Điều chế dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô: Điều chế sol dạng nước

Ví dụ tổng hợp 1

Trong bình thủy tinh có hình cà tím 500ml, 200g sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 20,5% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 11,0nm theo phương pháp BET, đường kính hạt trung bình DLS là 17,2nm) và có thanh khuấy từ. Sau đó, khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 4,0g 3-glycidoxypyltrimetoxysilan (Dynasylan GLYMO được sản xuất bởi Evonik Industries AG) được cho vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước là 0,09. Tiếp theo, ống làm mát mà có nước chảy qua được lắp trên bình hình cà tím. Dưới điều kiện hồi lưu, nhiệt độ của sol dạng nước tăng lên 60°C và giữ ở 60°C trong 3 giờ, và sau đó làm mát. Sau khi làm mát về nhiệt độ phòng, sol dạng nước được lấy ra.

Thu được 204g sol dạng nước bao gồm sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan trong đó tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,09 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước, hàm lượng silic oxit rắn = 20,2% theo khối lượng, độ pH = 3,1, độ dẫn điện = 452 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và đường kính hạt trung bình DLS = 24,3nm.

[0054]

Ví dụ tổng hợp 2

Sol dạng nước thu được theo cách như trong ví dụ tổng hợp 1 ngoại trừ 7,9g 3-glycidoxypyltrimetoxysilan (Dynasylan GLYMO được sản xuất bởi Evonik Industries AG) được nạp vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,20 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 20,5% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 11,0nm theo phương pháp BET, đường kính hạt trung bình DLS là 17,2nm).

Thu được 208g sol dạng nước bao gồm sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan trong đó tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước là 0,2, hàm lượng silic oxit rắn = 20,6% khối lượng, độ pH = 2,9, độ dẫn điện = 544 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và đường kính hạt trung bình DLS = 19,5nm.

[0055]

Ví dụ tổng hợp 3

Sol dạng nước thu được theo cách như trong ví dụ tổng hợp 1 ngoại trừ 15,8g 3-glycidoxypyltrimetoxysilan (Dynasylan GLYMO được sản xuất bởi Evonik Industries AG) được nạp vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,20 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 20,5% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 11,0nm theo phương pháp BET, đường kính hạt trung bình DLS là 17,2nm).

Industries AG) được nạp vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,40 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 20,5% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 11,0nm theo phương pháp BET, đường kính hạt trung bình DLS là 17,2nm).

Thu được 216g sol dạng nước bao gồm sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan trong đó tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,4 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước, hàm lượng silic oxit rắn = 20,5% khối lượng, độ pH = 2,9, độ dẫn điện = 474 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và đường kính hạt trung bình DLS = 19,7nm.

[0056]

Ví dụ tổng hợp 4

Sol dạng nước thu được theo cách như trong ví dụ tổng hợp 1 ngoại trừ 31,6g 3-glycidoxypyltrimetoxysilan (Dynasylan GLYMO được sản xuất bởi Evonik Industries AG) được nạp vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,80 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 20,5% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 11,0nm theo phương pháp BET, đường kính hạt trung bình DLS là 17,2nm).

Thu được 231g sol dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan trong đó tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,8 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước, hàm lượng silic oxit rắn = 20,6% khối lượng, độ pH = 2,8, độ dẫn điện = 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và đường kính hạt trung bình DLS = 20,8nm.

[0057]

Ví dụ tổng hợp 5

Trong bình thủy tinh có hình cà tím 500ml, 250g của sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST- OXS được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 10,4% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 5,0nm theo phương pháp Sears, đường kính hạt trung bình DLS là 8,1nm) và có thanh khuấy từ. Sau đó, khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 88,9g 3-glycidoxypyltrimetoxysilan (Dynasylan GLYMO được sản xuất bởi Evonik Industries AG) được cho vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước là 3,4. Tiếp theo, ống làm mát mà có nước chảy qua

được lắp trên bình hình cà tím. Dưới hồi lưu, nhiệt độ của sol dạng nước tăng lên 60°C và giữ ở 60°C trong 3 giờ, và sau đó làm mát. Sau khi làm mát về nhiệt độ phòng, sol dạng nước được lấy ra.

Thu được 338g sol dạng nước bao gồm sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan trong đó tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 3,4 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước, hàm lượng silic oxit rắn = 14,3% theo khối lượng, độ pH = 2,9, độ dẫn điện = 163 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và đường kính hạt trung bình DLS = 8,1nm.

[0058]

Ví dụ tổng hợp 6

Sol dạng nước thu được theo cách tương tự trong ví dụ tổng hợp 1 ngoại trừ là trong bình thủy tinh hình cà tím 500ml, 200g sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-OL được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 20,0% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 46nm theo phương pháp BET, đường kính hạt trung bình DLS là 75,8nm) và có đặt thanh khuấy từ, và sau đó, khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 31,9g 3-glycidoxypyltrimetoxysilan (Dynasylan GLYMO được sản xuất bởi Evonik Industries AG) được cho vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 1,6 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước.

Thu được 231g sol dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan trong đó tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,8 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước, hàm lượng silic oxit rắn = 21,2% khối lượng, độ pH = 3,1, độ dẫn điện = 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và đường kính hạt trung bình DLS = 76,4nm.

[0059]

Ví dụ tổng hợp 7

Sol dạng nước thu được theo cách tương tự trong ví dụ tổng hợp 1 ngoại trừ là trong bình thủy tinh hình cà tím 500ml, 115g sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-OZL-35 được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation, nồng độ silic oxit = 35,7% theo khối lượng, đường kính hạt trung bình là 83nm theo phương pháp BET, đường kính hạt trung bình DLS là 126nm), 85g nước tinh khiết và có đặt thanh khuấy từ, và sau đó, khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 32,8g 3-glycidoxypyltrimetoxysilan (Dynasylan GLYMO được sản xuất bởi Evonik Industries AG) được cho vào sao cho tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 0,8 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước.

Thu được 232g sol dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan trong đó tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan là 1,6 so với silic oxit trong sol silic oxit dạng nước, hàm lượng silic oxit rắn = 20,7% khối lượng, độ pH = 2,6, độ dẫn điện = 579 $\mu\text{S}/\text{cm}$, và đường kính hạt trung bình DLS = 119nm.

[0060]

Điều chế dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô

Ví dụ 1

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 91,0g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 2,3g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 4,7g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 2 được cho vào. Tiếp theo, 30,0g polyoxyetylen nonylphenyl ête (reagent Tergitol (nhãn hiệu đã đăng ký) NP-9 được sản xuất bởi Sigma-Aldrich Corporation) với HLB = 13,0 được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 1.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0061]

Ví dụ 2

Dung dịch hóa chất theo ví dụ 2 được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 1 ngoại trừ việc lượng nước tinh khiết được cho vào là 106,0g và lượng polyoxyetylen nonylphenyl ête (reagent Tergitol (nhãn hiệu đã đăng ký) NP-9 được sản xuất bởi Sigma-Aldrich Corporation) với HLB = 13,0 được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion là 15,0 g.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0062]

Ví dụ 3

Dung dịch hóa chất theo ví dụ 3 được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 1 ngoại trừ việc lượng nước tinh khiết được cho vào là 113,5g và lượng polyoxyetylen nonylphenyl ête (regent Tergitol (nhãn hiệu đã đăng ký) NP-9 được sản xuất bởi Sigma-Aldrich Corporation) với HLB = 13,0 được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion là 7,5 g.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0063]

Ví dụ 4

Dung dịch hóa chất theo ví dụ 4 được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 2 ngoại trừ việc polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-137 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 13,0 được dùng làm chất hoạt động bề mặt không ion và được đưa vào với lượng 15,0 g.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0064]

Ví dụ 5

Dung dịch hóa chất theo ví dụ 5 được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 2 ngoại trừ việc lượng nước tinh khiết được cho vào là 99,6 g, và 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0065]

Ví dụ 6

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,5g nước tinh khiết được

cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 1,8g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 5,3g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 2 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 6.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0066]

Ví dụ 7

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 3 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 7.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá

khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0067]

Ví dụ 8

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 3 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 8.

Mẫu nước muối thử nghiệm (b) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -2 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0068]

Ví dụ 9

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành

phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 9.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0069]

Ví dụ 10

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 3 được cho vào. Tiếp theo, 15,2g polyoxyetylen tridecyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) TDS-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 13,6 được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 10.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0070]

(Ví dụ 11)

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan

được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 11.

Mẫu nước muối thử nghiệm (b) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -2 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0071]

Ví dụ 12

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 48,8g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 72,8g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 12.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0072]

Ví dụ 13

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 6,4g nước tinh khiết và 131,1g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được đưa vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (LIPOLAN

(nhãn hiệu đã đăng ký) LB-440 được sản xuất bởi Lion Specialty Chemicals Co. Ltd., thành phần hoạt tính: 36,3%) được cho vào và khuấy. Tiếp theo, 1,3g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 7,7g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 13.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0073]

Ví dụ 14

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 14,7g nước tinh khiết và 131,1g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được đưa vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 1,2g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (LIPOLAN (nhãn hiệu đã đăng ký) LB-440 được sản xuất bởi Lion Specialty Chemicals Co. Ltd., thành phần hoạt tính: 36,3%) được cho vào và khuấy. Tiếp theo, 0,45g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 2,6g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 14.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0074]

Ví dụ 15

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 15,5g nước tinh khiết và 131,1g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được đưa vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 1,2g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (LIPOLAN (nhãn hiệu đã đăng ký) LB-440 được sản xuất bởi Lion Specialty Chemicals Co. Ltd., thành phần hoạt tính: 36,3%) được cho vào và khuấy. Tiếp theo, 0,45g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Sau đó, 1,8g polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (được sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-127) với HLB = 11,7 được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 15.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0075]

Ví dụ 16

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 14,0g nước tinh khiết và 131,1g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được đưa vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 1,2g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (LIPOLAN (nhãn hiệu đã đăng ký) LB-440 được sản xuất bởi Lion Specialty Chemicals Co. Ltd., thành phần hoạt tính: 36,3%) được cho vào và khuấy. Tiếp theo, 0,45g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Sau đó, 3,3g polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (được sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-207D, thành phần hoạt tính: 55%) với HLB = 18,7 được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 16.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0076]

Ví dụ 17

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 90,1g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 31,5g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 5 được cho vào. Sau đó, 21,4g polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (được sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157) với HLB = 14,3 được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 17.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0077]

Ví dụ 18

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 18,4g nước tinh khiết và 127,4g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 6 được đưa vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 1,2g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (LIPOLAN (nhãn hiệu đã đăng ký) LB-440 được sản xuất bởi Lion Specialty Chemicals Co. Ltd., thành phần hoạt tính: 36,3%) được cho vào và khuấy. Tiếp theo, 0,45g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 2,6g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 18.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0078]

Ví dụ 19

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 15,3g nước tinh khiết và 130,5g sol silic oxit dạng nước được xử lý bề mặt bằng hợp chất silan được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 7 được đưa vào và khuấy bằng thiết bị khuấy từ. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 1,2g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (LIPOLAN (nhãn hiệu đã đăng ký) LB-440 được sản xuất bởi Lion Specialty Chemicals Co. Ltd., thành phần hoạt tính: 36,3%) được cho vào và khuấy. Tiếp theo, 0,4g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 2,6g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ 19.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -3 và giữ ở 100°C trong 30 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0079]

Ví dụ 20

Dung dịch hóa chất theo ví dụ 20 được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 13.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -4 và giữ ở 100°C trong 75 ngày (1800 giờ). Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0080]

Ví dụ 21

Dung dịch hóa chất theo ví dụ 21 được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 14.

Mẫu nước muối thử nghiệm được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -4 và giữ ở 100°C trong 75 ngày (1800 giờ). Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0081]

Ví dụ tham khảo 1

Dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 1 (không chứa hợp chất silan) được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 1 ngoại trừ việc 22,0g sol silic oxit dạng nước (SNOWTEX (nhãn hiệu đã đăng ký) ST-O được sản xuất bởi Nissan Chemical Corporation) được cho vào thay vì sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 2.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở nhiệt độ phòng trong 7 ngày. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu muối.

[0082]

Ví dụ tham khảo 2

Dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 2 (tỉ lệ khối lượng của hợp chất silan với silica: 0,09) được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 1 ngoại trừ việc 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 1 được cho vào thay vì sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 2.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -1 và giữ ở nhiệt độ phòng trong 7 ngày. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu muối.

[0083]

Ví dụ tham khảo 3

Dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 3 (không chứa chất hoạt động bề mặt không ion) được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 1 ngoại trừ việc lượng polyoxyetylen nonylphenyl ête (chất phản ứng Tergitol (nhãn hiệu đã đăng ký) NP-9 được sản xuất bởi Sigma-Aldrich Corporation) với HLB = 13,0 được đưa vào làm chất hoạt động bề mặt không ion là 0 g.

Mẫu nước muối thử nghiệm (a) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1, tuy nhiên mẫu trở nên vẩn đục ngay sau khi điều chế, và kết tủa gel trắng.

[0084]

Ví dụ tham khảo 4

Dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 4 (chứa chất hoạt động bề mặt không ion có giá trị HLB thấp) được sản xuất theo cách tương tự như trong ví dụ 4 ngoại trừ việc lượng polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (được sản xuất bởi DKS Co. Ltd. NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-017) với $HLB = 2,7$ được đưa vào làm chất hoạt động bề mặt không ion là 15,0 g.

Dung dịch hóa chất được điều chế như trên gây ra sự phân tách hoàn toàn hai pha là pha nước bao gồm sol silic oxit dạng nước và chất hoạt động bề mặt anion tan trong nước và pha dầu bao gồm chất hoạt động bề mặt không ion. Do đó, không thể đánh giá việc đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối.

[0085]

Ví dụ so sánh 1

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 6,8g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 3 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với $HLB = 14,3$ được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 1 (chứa chỉ một chất hoạt động bề mặt anion).

Mẫu nước muối thử nghiệm (b) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -2 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0086]

Ví dụ so sánh 2

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 99,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 6,8g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn.

Tiếp theo, 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 3 được cho vào. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 1 (chứa chỉ một chất hoạt động bề mặt anion).

Mẫu nước muối thử nghiệm (b) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -2 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0087]

Ví dụ so sánh 3

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 128,0g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 22,0g sol silic oxit dạng nước được tạo ra trong ví dụ tổng hợp 4 được cho vào và khuấy tới khi nó tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 3 (chỉ chứa silan/silica và không chứa chất hoạt động bề mặt).

Mẫu nước muối thử nghiệm (b) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -2 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0088]

Ví dụ so sánh 4

Trong bình chứa styren 300ml, đặt thanh khuấy vào và 121,6g nước tinh khiết được cho vào. Khuấy bằng thiết bị khuấy từ, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri α -olefin sulfonat (NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 3,5g chất hoạt động bề mặt anion natri dodecyl sulfat (Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T được sản xuất bởi New Japan Chemical CO., Ltd.) được cho vào và khuấy đến khi tan chảy hoàn toàn. Tiếp theo, 21,4g sản phẩm chứa polyoxyetylen styren hóa phenyl ête (NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157 được sản xuất bởi DKS Co. Ltd.) với HLB = 14,3 được pha loãng bằng nước tinh khiết để chứa 70% thành phần hoạt tính được cho vào làm chất hoạt động bề mặt không ion và sau đó khuấy trong 1 giờ để tạo ra dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 4 (chỉ chứa chất hoạt động bề mặt và không chứa silica/silan).

Mẫu nước muối thử nghiệm (b) được điều chế theo đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao -2 và giữ ở 100°C trong 60 giờ. Sau đó, mẫu được lấy ra để đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và muối.

[0089]

Kết quả thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao theo các ví dụ được thể hiện ở Bảng 1 và kết quả thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao theo các ví dụ so sánh được thể hiện ở Bảng 2.

Các loại (dấu hiệu tham chiếu) của chất hoạt động bề mặt anion và chất hoạt động bề mặt không ion trong các bảng được hiểu như sau.

Chất hoạt động bề mặt anion

- AOS: natri α -olefin sulfonat "NEOGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) AO-90", thành phần hoạt tính: 98,0%, DKS Co. Ltd.

- AOS: natri α -olefin sulfonat "LIPOLAN (nhãn hiệu đã đăng ký) LB-440", thành phần hoạt tính: 36,3%, Lion Specialty Chemicals Co. Ltd.

- SDS: natri dodecyl sulfat "Shinorine (nhãn hiệu đã đăng ký) 90TK-T", thành phần hoạt tính: 96,0%, New Japan Chemical CO., Ltd.

Chất hoạt động bề mặt không ion

- NP-9: polyoxyetylen nonylphenyl ête "Tergitol (nhãn hiệu đã đăng ký) NP-9", thành phần hoạt tính: 100%, Sigma-Aldrich Corporation

- EA-017: polyoxyetylen styren hóa phenyl ête "NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-017", thành phần hoạt tính: 100%, DKS Co. Ltd.

- EA-127: polyoxyetylen styren hóa phenyl ête "NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-127", thành phần hoạt tính: 100%, DKS Co. Ltd.

- EA-137: polyoxyetylen styren hóa phenyl ête "NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-137", thành phần hoạt tính: 100%, DKS Co. Ltd.

- EA-157: polyoxyetylen styren hóa phenyl ête "NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-157", thành phần hoạt tính: 100%, DKS Co. Ltd.

- EA-207D: polyoxyetylen styren hóa phenyl ête "NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) EA-207D", thành phần hoạt tính: 55%, DKS Co. Ltd.

- TDS-90: polyoxyetylen tridecyl ête "NOIGEN (nhãn hiệu đã đăng ký) TDS-90", thành phần hoạt tính: 100%, DKS Co. Ltd.

[0090]

Đánh giá khả năng thu hồi dầu thô-1

Bằng cách sử dụng dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo ví dụ 8, ví dụ tham khảo 1, ví dụ so sánh 3 và ví dụ so sánh 4, và chất thay thế dầu thô (n-decan) và đá cát Berea, tiến hành đánh giá khả năng thu hồi dầu thô ở bể chứa dầu dưới lòng đất.

Trong khi đó, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo ví dụ 8, ví dụ tham khảo 1 và ví dụ so sánh 3 được điều chỉnh sao cho có nồng độ silic oxit là 1,0% theo khối lượng với dung dịch nước natri clorua 3% theo khối lượng để điều chế mẫu để đánh giá khả năng thu hồi dầu thô. Ngoài ra, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo ví dụ so sánh 4 được điều chế làm mẫu để đánh giá khả năng thu hồi dầu thô bằng cách trộn 100g dung dịch hóa chất và 200g dung dịch nước natri clorua 3% theo khối lượng.

Với chất thay thế dầu thô, sử dụng dầu thu được bằng cách nhuộm n-decan (được sản xuất bởi Nacalai Tesque, Inc.) với chất nhuộm dầu màu đỏ (dầu đỏ tươi được sản xuất bởi Aikuma Senryo Co., Ltd.).

Với đá cát Berea, sử dụng mẫu mà có độ thấm khoảng 150mD, lượng lỗ rỗng khoảng 5ml, độ dài 1,5 inch và đường kính 1 inch và thu được bằng cách sấy khô ở 60°C trong một ngày.

[0091]

Trong bình chứa chân không, mẫu đá cát Berea được ngâm trong nước muối chứa dung dịch nước natri clorua 3% theo khối lượng, và được bão hòa nước muối bằng cách hút chân không bình chứa bằng bơm chân không, và sau đó mẫu đá cát Berea được lấy ra, và lượng bão hòa của nước muối được đo theo phương pháp phân tích trọng lực.

Mẫu đá cát Berea được bão hòa nước muối được đặt vào bộ giữ lõi của thiết bị thu hồi dầu bằng phương pháp bơm SRP-350 (được sản xuất bởi Vinc Tecknologies SA). Sau khi tăng nhiệt độ của bộ giữ lõi đến 60°C, chất thay thế dầu thô (n-decan có màu đỏ) được ép vào mẫu đá cát Berea với áp suất bên 2000 psi, và sau đó mẫu đá cát Berea được lấy ra khỏi bộ giữ lõi, và lượng dầu bão hòa được đo theo phương pháp phân tích trọng lực.

Mẫu đá cát Berea bão hòa dầu được đặt vào bộ giữ lõi của thiết bị thu hồi dầu bằng phương pháp bơm SRP-350 lần nữa, và sau đó nước muối chứa dung dịch nước natri clorua 3% theo khối lượng được ép vào với tốc độ dòng 2 ml/phút vào mẫu đá cát

Berea, và tỉ lệ thu hồi dầu ngậm trong nước muối được đo từ thể tích của n-decan được thải ra.

Sau đó, mẫu để đánh giá khả năng thu hồi dầu thô theo các ví dụ hoặc ví dụ so sánh được điều chế như được mô tả bên trên được ép với tốc độ dòng 2 ml/phút vào mẫu đá cát Berea, và tỉ lệ thu hồi dầu được ngậm trong dung dịch hóa chất được đo từ thể tích n-decan được thải ra.

[0092]

Đánh giá khả năng thu hồi dầu thô-2

Bằng cách sử dụng dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo ví dụ 13, ví dụ 14, ví dụ 15, ví dụ 16 và Ví dụ so sánh 3, và chất thay thế dầu thô (dầu paraffin) và đá cát Berea, tiến hành đánh giá khả năng thu hồi dầu thô ở bể chứa dầu dưới đáy biển.

Trong khi đó, dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo ví dụ 13, ví dụ 14, ví dụ 15, ví dụ 16 và Ví dụ so sánh 3 được điều chỉnh để có nồng độ silic oxit 1,0% theo khối lượng với nước biển nhân tạo được điều chế trong Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-3 để điều chế mẫu để đánh giá khả năng thu hồi dầu thô.

Với chất thay thế dầu thô, dầu thu được bằng cách nhuộm dầu parafin bằng cách tinh chế dầu thô (ONDINA OIL được sản xuất bởi Showa Shell Sekiyu K.K.) với chất nhuộm dầu màu đỏ (dầu đỏ tươi được sản xuất bởi Aikuma Senryo Co., Ltd.) được sử dụng.

Với đá cát Berea, sử dụng mẫu mà có độ thấm khoảng 150 mD, lượng lỗ rỗng khoảng 5 ml, độ dài 1,5 inch và đường kính 1 inch và thu được bằng cách sấy khô ở 60°C trong một ngày.

[0093]

Trong bình chứa chân không, mẫu đá cát Berea được ngâm trong nước muối, nước biển nhân tạo được điều chế trong Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao - 3, và hòa tan với nước muối bằng cách hút chân không bình chứa bằng bơm chân không, và sau đó mẫu đá cát Berea được lấy ra, và lượng bão hòa của nước muối được đo theo phương pháp phân tích trọng lực.

Mẫu đá cát Berea bão hòa với nước muối (nước biển nhân tạo) được đặt vào trong bộ giữ lõi của thiết bị thu hồi dầu bằng phương pháp bơm SRP-350 (được sản xuất bởi Vinc Tecknologies SA). Sau khi tăng nhiệt độ của bộ giữ lõi đến 60°C, chất thay thế dầu thô (dầu parafin có màu đỏ) được ép vào mẫu đá cát Berea với áp suất bên là 2000

psi, và sau đó mẫu đá cát Berea được lấy ra, và lượng dầu bão hòa được đo theo phương pháp phân tích trọng lực.

Mẫu đá cát Berea bão hòa với dầu được đặt vào trong bộ giữ lõi của thiết bị thu hồi dầu bằng phương pháp bơm SRP-350 lần nữa, và sau đó nước biển nhân tạo được điều chế trong Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-3 được ép với tốc độ dòng 2 ml/phút vào mẫu đá cát Berea, và tỉ lệ thu hồi dầu ngập trong nước muối được đo từ thể tích của dầu parafin được thải ra.

Sau đó, mẫu để đánh giá khả năng thu hồi dầu thô theo các ví dụ hoặc ví dụ so sánh mà được được điều chế được đề cập nêu trên được ép vào với tốc độ dòng 2 ml/phút vào mẫu đá cát Berea, và tỉ lệ thu hồi dầu ngập trong dung dịch hóa chất được đo từ thể tích của dầu parafin được thải ra.

[0094]

Kết quả của tỉ lệ thu hồi dầu theo các ví dụ và ví dụ so sánh được thể hiện ở Bảng 3.

[0095]

Đo sức căng bề mặt

Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế là dung dịch hóa chất mà thích hợp để bơm bề mặt trong số các kỹ thuật EOR. Do dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế bao gồm chất hoạt động bề mặt, nó làm giảm sức căng tại bề mặt liên diện nước-dầu trong bể chứa dầu, và cải thiện hiệu quả thay thế dầu bằng nước, và do đó có thể mong đợi là tăng hiệu quả thu hồi dầu thô.

Trong quá trình tăng cường khả năng thu hồi dầu thô, dung dịch hóa chất được pha loãng thường được ép vào các bể chứa dầu dưới lòng đất hoặc dưới đáy biển. Đối với việc pha loãng này, thường sử dụng nước biển loại rẻ.

Sau đó, sức căng bề mặt của mỗi mẫu đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao (mẫu nước muối thử nghiệm (a)) được điều chế trong ví dụ 5, ví dụ 6, ví dụ 7, ví dụ 11, ví dụ 13, và ví dụ 14 được đo trong điều kiện gần với thực tế nhất.

Với ví dụ so sánh, sức căng bề mặt của nước tinh khiết, ví dụ so sánh 3 được điều chế trong Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-3, nước biển nhân tạo, và nước muối có nồng độ muối 4% theo khối lượng (nước muối có nồng độ natri clorua 3,2%

theo khối lượng và nồng độ canxi clorua 0,8% theo khối lượng) được đo.

Kết quả đo sức căng bề mặt được thể hiện ở Bảng 4.

[0096]

Bảng 1

	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7	Ví dụ 8	Ví dụ 9	Ví dụ 10
Sol silic oxit dạng nước	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 3	Ví dụ tổng hợp 3	Ví dụ tổng hợp 4	Ví dụ tổng hợp 3
Lượng silan được xử lý Silan/SiO ₂	Tỉ lệ theo khối lượng 0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,8	0,4
Nồng độ silic oxit	% theo khối lượng 3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Nồng độ chất hoạt động bề mặt anion (AOS)	% theo khối lượng 1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	2,3	2,3	2,3	2,3
Nồng độ chất hoạt động bề mặt anion (SDS)	% theo khối lượng 3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,4	2,2	2,2	2,2	2,2
Nồng độ chất hoạt động bề mặt không ion	% theo khối lượng 20	10	5	10	10	10	10	10	10	10
Loại chất hoạt động bề mặt anion (AOS)	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90
Tỉ lệ mol AOS/SDS	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,33	1,0	1,0	1,0	1,0
Tỉ lệ khối lượng chất hoạt động bề mặt anion/ silic oxit	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,59	1,54	1,54	1,54	1,54

Loại chất hoạt động bề mặt không ion	AO-9	NP-9	NP-9	NP-9	EA-137	EA-157	EA-157	EA-157	EA-157	EA-157	TDS-90
Chất hoạt động bề mặt không ion HLB	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	13,6
Các đặc tính vật lý của dung dịch hóa chất											
Độ pH	8,3	8,3	8,3	8,3	8,4	8,3	8,2	9,2	9,2	9,1	8,8
Độ dẫn điện mS/cm	4,62	5,28	5,68	5,68	5,23	4,92	5,65	5,5	5,5	5,28	5,62
Độ nhớt mPa.s	51	14	8	8	10	12	8	13	13	13	12
Đường kính hạt trung bình DLS nm	20,4	23,4	22,9	22,9	21,0	22,2	26,1	23,7	23,7	23,1	24,0
Các đặc tính vật lý của mẫu đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao											
Nồng độ muối	4	4	4	4	4	4	4	4	10	Nước biển nhân tạo	4

Bảng 1 (tiếp)

Nồng độ silica	% theo khối lượng	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,2	8,1	7,8	8,4	7,9
Độ dẫn điện mS/cm	54,5	55,9	57,0	57,0	54,8	55,3	52	51,8	102	29,7	50,8
Độ nhớt mPa.s	93	64	42	42	6	8	9	9	10	10	9
đường kính hạt trung bình DLS nm	20,1	21,6	22,2	22,2	18,5	18,5	17,5	17,0	17,4	17,3	17,7
Đánh giá khả năng chịu	Quy	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá	Đánh giá

nhệt độ cao và chịu muối	trình đánh giá	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-2	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-3	khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1
Điều kiện thử nghiệm		100°C × 30 giờ	100°C × 30 giờ	100°C × 30 giờ	100°C × 30 giờ	100°C × 30 giờ	100°C × 30 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 30 giờ
Độ pH		6,0	5,8	4,2	6,1	5,7	6,3	7,3	7,0	3,7
Độ dẫn điện	mS/cm	55,6	56,7	57,5	55,8	55,8	53,2	52,4	29,9	51,3
Độ nhớt	mPa.s	102	69	58	8	9	8	8	10	9
Đường kính hạt trung bình DLS	nm	23,5	24,8	29,7	21,4	22,8	20,1	16,6	19,3	20,4
Ngoại quan		Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt có màu dạng keo
Tỉ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm khả năng chịu nhiệt độ cao và muối / dung dịch hóa chất		1,2	1,1	1,3	1,0	1,0	0,8	0,7	0,8	0,9
Kết quả đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối		A	A	B	A	A	A	A	A	A

Bảng 1 (tiếp)

	Ví dụ 11	Ví dụ 12	Ví dụ 13	Ví dụ 14	Ví dụ 15	Ví dụ 16	Ví dụ 17	Ví dụ 18	Ví dụ 19	Ví dụ 20	Ví dụ 21
Sol silic oxit dạng nước	Ví dụ tổng hợp	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ	Ví dụ

	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	7	4	4
Lượng silan được xử lý Silan/SiO ₂	Tỉ lệ theo khối lượng	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	3,4	0,8	0,8	0,8	0,8
Nồng độ silica	% theo khối lượng	3,0	10,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	3,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Nồng độ chất hoạt động bề mặt anion (AOS)	% theo khối lượng	2,3	2,3	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	2,3	0,3	0,3	0,9	0,3
Nồng độ chất hoạt động bề mặt anion (SDS)	% theo khối lượng	2,2	2,2	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	2,20	0,3	0,3	0,9	0,3
Nồng độ chất hoạt động bề mặt không ion	% theo khối lượng	10	10	3,6	1,2	1,2	1,2	1,2	10	1,2	1,2	3,6	1,2
Loại chất hoạt động bề mặt anion (AOS)		AO-90	AO-90	LB-440	LB-440	LB-440	LB-440	LB-440	AO-90	LB-440	LB-440	LB-440	LB-440
Tỉ lệ mol AOS/SDS		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tỉ lệ khối lượng chất hoạt động bề mặt anion/ Silica		1,54	0,48	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	1,54	0,03	0,03	0,09	0,03
Loại chất hoạt động bề mặt không ion		EA-157	EA-157	EA-157	EA-157	EA-127	EA-157	EA-157	EA-157	EA-157	EA-157	EA-157	EA-157
Chất hoạt động bề mặt không ion HLB		14,3	14,3	14,3	14,3	11,7	18,7	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
Các đặc tính vật lý của dung dịch hóa chất													

Độ pH		9,1	8,4	3,7	3,4	3,5	3,4	9,1	3,5	3,0	3,7	3,4
Độ dẫn điện	mS/cm	5,28	5,28	5,62	5,62	0,92	0,85	4,66	0,80	0,94	5,62	5,62
Độ nhớt	mPa.s	13	15	12	10	9	10	23	10	9	12	10
Đường kính hạt trung bình DLS	nm	23,1	21,1	20,7	20,9	21,1	21,2	12,2	78,0	120	20,7	20,9

Bảng 1 (tiếp)

Các đặc tính vật lý của mẫu đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao												
Nồng độ muối	% theo khối lượng	10	Nước biển nhân tạo	Nước biển nhân tạo	Nước biển nhân tạo	Nước biển nhân tạo	Nước biển nhân tạo	4	Nước biển nhân tạo	Nước biển nhân tạo	Nước biển nhân tạo	Nước biển nhân tạo
Nồng độ silica	% theo khối lượng	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5
Độ pH		7,9	7,7	7,0	7,3	7,0	7,1	8,4	7,6	7,1	7,1	7,1
Độ dẫn điện	mS/cm	93	44,6	40,3	41,4	34,0	36,6	36,3	34,9	34,8	44,8	45,2
Độ nhớt	mPa.s	8	8	8	8	5	5	9	7	7	5	5
Đường kính hạt trung bình DLS	nm	18,1	20,7	21,9	22,0	23,1	22,9	13,7	76,0	120	22,5	22,5
Đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối	Quy trình đánh giá	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ

	cao-2	cao-3	cao-3	cao-3	cao-3	cao-3	cao-3	cao-1	cao-3	cao-3	cao-4	cao-4
Điều kiện thử nghiệm	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 30 giờ	100°C × 30 giờ	100°C × 1800 giờ	100°C × 1800 giờ
Độ pH	6,7	7,0	7,2	7,4	7,1	7,3	8,1	6,9	6,8	5,7	6,4	
Độ dẫn điện	92,1	41,0	39,1	39,8	32,6	36,4	36,1	34,7	35,2	32,0	33,0	
Độ nhớt	8	8	8	9	5	5	9	7	7	5	5	
Đường kính hạt trung bình DLS	17,4	20,5	20,9	21,1	25,5	22,8	11,9	85,7	122	21,0	21,2	
Appearance	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch dạng keo màu trắng	Dung dịch dạng keo màu trắng	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo	Dung dịch trong suốt màu dạng keo
Tỉ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm khả năng chịu nhiệt độ cao và muối / dung dịch hóa chất	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	
Kết quả đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A

[0097] Bảng 2

	Ví dụ tham khảo 1	Ví dụ tham khảo 2	Ví dụ tham khảo 3	Ví dụ tham khảo 4	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4
Sol silic oxit dạng nước	ST-O	Ví dụ tổng hợp 1	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 2	Ví dụ tổng hợp 3	Ví dụ tổng hợp 3	Ví dụ tổng hợp 4	-
Lượng silan được xử lý Silan/SiO ₂	0	0,09	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	-
Nồng độ silic oxit	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0
Nồng độ chất hoạt động bề mặt anion (AOS)	1,5	1,5	1,5	1,5	4,4	0	0	2,3
Nồng độ chất hoạt động bề mặt anion (SDS)	3,0	3,0	3,0	3,0	0	4,4	0	2,2
Nồng độ chất hoạt động bề mặt không ion	20	20	0	10	10	10	0	10
Loại chất hoạt động bề mặt anion (AOS)	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	AO-90	-	-	AO-90
Tỉ lệ mol AOS/SDS	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	0	1,0
Tỉ lệ khối lượng chất hoạt động bề mặt anion/ Silica							-	-

Loại chất hoạt động bề mặt không ion		NP-9	NP-9	-	EA-017	EA-157	EA-157	-	EA-157
Chất hoạt động bề mặt không ion HLB		13,0	13,0	-	2,7	14,3	14,3	-	14,3
Lưu ý: hàm lượng thử nghiệm		Silan không được xử lý	Lượng silan quá nhỏ	Không bổ sung chất không ion	HLB quá thấp	Chỉ AOS	Chỉ SDS	Chỉ silic oxit	Silica chưa được xử lý
Các đặc tính vật lý của dung dịch hóa chất									
Độ pH		8,0	8,0	8,5	8,3	9,8	6	3,7	6
Độ dẫn điện	mS/cm	4,00	3,74	4,51	5,33	5,33	5,69	0,09	5,69
Độ nhớt	mPa.s	580	442	6	20	15	15	8	15
Đường kính hạt trung bình DLS	nm	19,8	15,1	21,5	Tách hai lớp	22,7	22,8	21,8	22,8

Bảng 2 (tiếp)

Các đặc tính vật lý của mẫu đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao									
Nồng độ muối	% theo khối lượng	4	4	4		10	10	10	10
Nồng độ silica	% theo khối lượng	1	1	1		1	1	1	0
Độ pH		8,0	7,2	7,6		8,2	5,1	4,1	7,7
Độ dẫn điện	mS/cm	45,0	47,3	57,9		52,4	53,2	85,0	89,5

Độ nhớt	mPa.s	136	128	8		10	12	5	10
Đường kính hạt trung bình DLS	nm	343	17,5	2768		Không xác định được	18,9	24,2	-
Đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối	Quy trình đánh giá	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1			Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-2	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-2	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-2	Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-2
Điều kiện thử nghiệm		Nhiệt độ phòng trong 7 ngày	Nhiệt độ phòng trong 7 ngày			100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ	100°C × 60 giờ
Độ pH		6,9	7,0			7,5	1,3	4,1	6,9
Độ dẫn điện	mS/cm	48,9	47,2			52,3	57,8	58,1	94,8
Độ nhớt	mPa.s	458	128			9,5	10,5	5	10
Đường kính hạt trung bình DLS	nm	Không xác định được	3704			Không xác định được	Không xác định được	25,0	-
Ngoại quan		Tạo ra gel trắng	Tách hai pha và vẩn đục			Tạo ra gel trắng	Tạo ra gel trắng	Dung dịch có màu dạng keo	Dung dịch trong suốt
Tỉ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao / dung dịch hóa chất		-	245			-	-	1,1	-
Kết quả đánh giá khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối		E	E			E	E	A	-

[0098]

Bảng 3: (A) Đánh giá việc thu hồi dầu thô- 1

	Ví dụ 8	Ví dụ 1	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4
Loại nước muối	dung dịch nước natri clorua 3% theo khối lượng			
Chất thay thế dầu thô	n- decan			
Lượng nước muối bão hòa [ml]	4,4	4,5	4,6	4,5
Lượng dầu bão hòa [ml]	2,4	3	3,1	2,8
Tỉ lệ thu hồi dầu của việc bơm nước muối [%]	12,4	11	12	10,1
Tỉ lệ thu hồi dầu của việc bơm hóa chất [%]	53,9	0	22,6	NG

Bảng 3: (B) Đánh giá việc thu hồi dầu thô – 2

	Ví dụ 13	Ví dụ 14	Ví dụ 15	Ví dụ 16	Ví dụ so sánh 3
Loại nước muối	Nước biển nhân tạo				
Chất thay thế dầu thô	Dầu parafin				
Lượng nước muối bão hòa [ml]	5	4,9	4,8	5	4,4
Lượng dầu bão hòa [ml]	3,8	4,6	4,4	4,5	3,1
Tỉ lệ thu hồi dầu của việc bơm nước muối [%]	16,8	24,2	17,6	27,6	17,8
Tỉ lệ thu hồi dầu của việc bơm hóa chất [%]	13	22	32,9	24,1	8,1

[0099] Bảng 3: Sức căng bề mặt

	Sức căng bề mặt: [mN/m]
Ví dụ 5	32,6
Ví dụ 6	32,5
Ví dụ 7	32,8
Ví dụ 11	31,3

Ví dụ 13	32,5
Ví dụ 14	31,8
Ví dụ so sánh 3	64,9
Nước tinh khiết	72,1
Nước biển nhân tạo	67,6
Nước muối có nồng độ muối là 4% theo khối lượng	44,0

[0100]

Như thể hiện ở Bảng 1, đối với dung dịch hóa chất theo ví dụ 1 đến ví dụ 12 và ví dụ 17 có độ pH là cao hơn hoặc bằng 7 đến thấp hơn 12, và dung dịch hóa chất theo ví dụ 13 đến ví dụ 16 và ví dụ 18 đến ví dụ 21 có độ pH là cao hơn hoặc bằng 2 đến thấp hơn 7, không quan sát thấy hiện tượng tách pha hoặc đông tụ ngay cả sau khi gia nhiệt ở 100°C trong thời gian dài trong nước muối. Ngoài ra, với đường kính hạt trung bình DLS của sol silic oxit dạng nước (các hạt silic oxit) trong mẫu, tỉ lệ của đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao với đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 1,3 hoặc thấp hơn, cụ thể là tỉ lệ trong dung dịch hóa chất theo ví dụ 2, ví dụ 4 đến ví dụ 14 và ví dụ 16 đến ví dụ 21 là 1,1 hoặc thấp hơn, và từ đó khẳng định được rằng sol silic oxit không bị biến tính và ổn định, và dung dịch hóa chất có khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối tốt.

Ở ví dụ 20 và ví dụ 21, tỉ lệ đường kính hạt trung bình DLS sau thử nghiệm khả năng chịu muối và nhiệt độ cao ở 100°C trong 1800 giờ (75 ngày) với đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất là 1,0, và từ đó khẳng định được rằng sol silic oxit không bị biến chất và ổn định, và dung dịch hóa chất có khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối tốt.

[0101]

Mặt khác, như được thể hiện ở Bảng 2, trong chất lỏng theo ví dụ tham khảo 1 trong đó sol silic oxit dạng nước không bao gồm hợp chất silan được sử dụng, đường kính hạt trung bình DLS trở nên lớn hơn ở giai đoạn mà mẫu để đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao được điều chế trước khi thực hiện thử nghiệm đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao, và gel trắng được tạo thành sau 7 ngày ở nhiệt độ phòng (nhiệt độ thường), và do đó khả năng chịu muối là rất kém.

Ngoài ra, trong dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 2 trong đó sol silic oxit

dạng nước bao gồm hợp chất silan với tỉ lệ khối lượng thấp hơn 0,1 so với silic oxit được sử dụng, sự vẩn đục trắng (chất vẩn đục) được tạo thành sau Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1, và ngay sau khi xuất hiện sự tách (hai pha) rắn-lỏng, lượng lớn gel trắng được tạo thành sau 7 ngày ở nhiệt độ phòng (nhiệt độ thường), và do đó khả năng chịu muối là rất kém.

Hơn nữa, dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 3 không bao gồm chất hoạt động bề mặt không ion trở nên vẩn đục ngay sau khi điều chế mẫu để đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao để tách gel vẩn đục ra (đường kính hạt trung bình DLS theo quan sát: 2768nm), không thực hiện được việc đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao, và do đó khả năng chịu muối là rất kém ngay cả ở nhiệt độ phòng (nhiệt độ thường).

Ngoài ra, trong dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 4 trong đó chất hoạt động bề mặt không ion có HLB thấp hơn 3 được sử dụng, do tính kỵ nước của chất hoạt động bề mặt không ion mạnh, nên việc tách hai pha nước-dầu xuất hiện ở giai đoạn điều chế dung dịch hóa chất, và mẫu để đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao không được điều chế, và do đó không thực hiện được đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao.

Trong cả dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 1 và ví dụ so sánh 2 bao gồm chỉ một chất hoạt động bề mặt anion, sự vẩn đục trắng (chất vẩn đục) được tạo thành sau Đánh giá khả năng chịu muối và nhiệt độ cao-1, và do đó khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối là rất kém. Giả thiết rằng sự bao gồm hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion trong dung dịch hóa chất theo các ví dụ 1 đến 21 theo sáng chế tạo ra sự cải thiện về hiệu quả xếp chặt để tạo ra sự ổn định.

[0102]

Ngoài ra, như được thể hiện ở Bảng 3, đối với tỉ lệ thu hồi dầu của dung dịch hóa chất (tỉ lệ thu hồi dầu của việc bơm dung dịch hóa chất), dung dịch hóa chất theo ví dụ 8, ví dụ 13, ví dụ 14, ví dụ 15 và ví dụ 16 có tỉ lệ thu hồi dầu cao đối với n-decan và dầu parafin là những chất thay thế dầu thô.

Mặt khác, dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 3 chỉ bao gồm sol silic oxit dạng nước mà bề mặt của nó được xử lý bằng hợp chất silan (không bao gồm chất hoạt động bề mặt) có khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối tốt như được thể hiện ở Bảng 2, tuy nhiên như được thể hiện ở Bảng 3, tỉ lệ thu hồi dầu của nó khá thấp so với ví dụ

8 (n-decan), hoặc ví dụ 13, ví dụ 14, ví dụ 15 và ví dụ 16 (dầu paraffin).

Ngoài ra, dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 4 không bao gồm sol silic oxit dạng nước và chỉ có chất hoạt động bề mặt có khả năng chịu nhiệt độ cao và chịu muối tốt như được thể hiện ở Bảng 2, tuy nhiên như được thể hiện ở Bảng 3, dung dịch thu hồi trong Đánh giá khả năng thu hồi dầu thô-1 được nhũ hóa mạnh, và khó tách dầu và nước, và do đó không thể thu hồi dầu một cách đáng kể.

Hơn nữa, trong dung dịch hóa chất theo ví dụ tham khảo 1 bao gồm sol silic oxit dạng nước mà bề mặt của nó không được xử lý bằng hợp chất silan, áp lực bơm thủy lực tăng ngay sau khi bắt đầu bơm dung dịch hóa chất trong Đánh giá khả năng thu hồi dầu thô-1, và không thể ép dung dịch hóa chất thêm vào đó. Điều này có thể là do dung dịch hóa chất được tổng hợp và phong bế trong đá cát Berea.

[0103]

Xác nhận được từ các kết quả nêu trên rằng dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo sáng chế có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt, và tỉ lệ thu hồi dầu cũng cao, và do đó là dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô hiệu suất cao.

[0104]

Ngoài ra, như được thể hiện ở Bảng 4, dung dịch hóa chất theo ví dụ 5 đến ví dụ 7, ví dụ 11, ví dụ 13 và ví dụ 14 làm giảm sức căng bề mặt là kết quả của việc bổ sung chất hoạt động bề mặt so với nước tinh khiết, nước biển nhân tạo và nước muối có nồng độ muối là 4% theo khối lượng (nước muối chứa nồng độ natri clorua là 3,2% theo khối lượng, nồng độ canxi clorua là 0,8% theo khối lượng), và ngoài ra là dung dịch hóa chất theo ví dụ so sánh 3. Do đó, sức căng tại bề mặt liên diện nước-dầu trong bể chứa dầu giảm, hiệu quả thay thế của dầu với nước được gia tăng, và vì vậy được cho là gia tăng hiệu quả thu hồi dầu thô.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô có khả năng chịu muối và nhiệt độ cao tốt, chứa hợp chất silan, sol silic oxit dạng nước chứa các hạt silic oxit keo được phân tán trong dung môi dạng nước có cỡ hạt trung bình từ khoảng 3nm đến khoảng 200nm, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, và một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt không ion, trong đó sol silic oxit dạng nước chứa các hạt silic oxit trong đó ít nhất một phần hợp chất silan được liên kết trên bề mặt của ít nhất một phần các hạt silic oxit trong sol; trong đó sol silic oxit dạng nước có nồng độ silic oxit từ khoảng 5% đến khoảng 55% theo khối lượng; và trong đó sol silic oxit dạng nước có mặt với lượng từ khoảng 3% theo khối lượng đến khoảng 30% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô, theo hàm lượng silic oxit rắn; trong đó hợp chất silan có mặt với tỉ lệ từ khoảng 0,1 đến khoảng 10,0 hợp chất silan tính trên khối lượng hàm lượng silic oxit rắn của sol silic oxit dạng nước; trong đó hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion độc lập được chọn từ nhóm bao gồm muối natri hoặc muối kali của axit béo, alkylbenzen sulfonat, muối este sulfat rượu bậc cao, polyoxyetylen alkyl ête sulfat, este axit béo α -sulfo, α -olefin sulfonat, muối este monoalkyl phosphat, và muối của axit alkan sulfon; trong đó chất hoạt động bề mặt anion có mặt với lượng từ khoảng 0,001% theo khối lượng đến khoảng 20% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô; trong đó các chất hoạt động bề mặt không ion có HLB là từ khoảng 11,0 đến khoảng 20,0, và trong đó các chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm bao gồm polyoxyetylen alkyl ête, polyoxyetylen alkylphenol ête, alkyl glucosit, este polyoxyetylen của axit béo, este sucroza của axit béo, este sorbitan của axit béo, este polyoxyetylen sorbitan của axit béo và alkanolamit của axit béo, trong đó các chất hoạt động bề mặt không ion có mặt với lượng từ khoảng 0,001% theo khối lượng đến khoảng 30% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô; và trong đó tỷ số giữa đường kính hạt trung bình DLS của dung dịch hóa chất này trước và sau khi dung dịch hóa chất này được tiếp xúc với nhiệt độ cao và muối là nhỏ hơn 1,5.
2. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo điểm 1, trong đó hợp chất silan bao gồm chất ghép cặp silan có ít nhất một nhóm chức hữu cơ, trong đó nhóm chức hữu cơ này được chọn từ nhóm gồm có nhóm vinyl, nhóm ête, nhóm epoxy, nhóm styryl, nhóm metacryl, nhóm acryl, nhóm amino, và nhóm isoxyanurat, alkoxysilan, silazan

và siloxan.

3. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo điểm 1 hoặc 2, trong đó sol silic oxit dạng nước có mặt với lượng từ khoảng 10% theo khối lượng đến khoảng 25% theo khối lượng, tính trên tổng khối lượng của dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô, theo hàm lượng silic oxit rắn.
4. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó các chất hoạt động bề mặt anion là tổ hợp của muối este sulfat của rượu bậc cao và α -olefin sulfonat.
5. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ít nhất một phần hợp chất silan không được liên kết vào bề mặt của các hạt silic oxit trong sol.
6. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, được sản xuất theo quy trình bao gồm kết hợp hợp chất silan, sol silic oxit dạng nước, hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt anion, và một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt không ion.
7. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo điểm 6, trong đó sol silic oxit dạng nước bao gồm các hạt silic oxit thu được bằng cách (a) bổ sung hợp chất silan vào sol silic oxit dạng nước với tỉ lệ từ khoảng 0,1 đến khoảng 3,0, tính theo khối lượng của hợp chất silan theo các hạt silic oxit (hàm lượng silic oxit rắn) trong sol silic oxit dạng nước, và (b) gia nhiệt từ khoảng 50°C đến khoảng 100°C trong từ khoảng 1 giờ đến khoảng 20 giờ.
8. Dung dịch hóa chất dùng để thu hồi dầu thô theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hợp chất silan có mặt với tỷ lệ từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,3 so với hợp chất silan tính theo khối lượng hàm lượng silic oxit rắn của sol silic oxit dạng nước.