

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(10) 국제공개번호

WO 2017/191962 A1

(43) 국제공개일  
2017년 11월 9일 (09.11.2017)

- (51) 국제특허분류:  
H01F 1/44 (2006.01) H01F 1/20 (2006.01)  
H01F 1/147 (2006.01) G01N 15/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/004627
- (22) 국제출원일: 2017년 5월 1일 (01.05.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2016-0055019 2016년 5월 4일 (04.05.2016) KR
- (71) 출원인: 주식회사 씨케이머티리얼즈랩 (CK MATERIALS LAB CO., LTD.) [KR/KR]; 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 에이스테크노타워8차 1205호, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김형준 (KIM, Hyoungjun); 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 에이스테크노타워8차 1205호, Seoul (KR). 신의섭 (SHIN, Euisup); 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 에이스테크노타워8차 1205호, Seoul (KR). 김준섭 (KIM, Joonsup); 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 에이스테크노타워8차 1205호, Seoul (KR). 최민규 (CHOI, Minkyu); 08380 서울시 구

로구 디지털로33길 11, 에이스테크노타워8차 1205호, Seoul (KR).

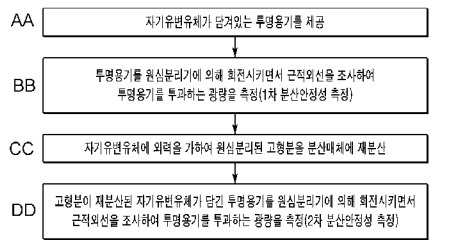
(74) 대리인: 원용철 (WON, Yongcheol); 06647 서울특별시 서초구 서초대로 248, 6층 608호 (서초동, 월원회관), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,

(54) Title: MAGNETORHEOLOGICAL FLUID WITH IMPROVED REDISPERSIBILITY AND METHOD FOR EVALUATING REDISPERSIBILITY OF MAGNETORHEOLOGICAL FLUID

(54) 발명의 명칭: 재분산성이 향상된 자기유변유체 및 자기유변유체의 재분산성 평가방법



- AA ... Provide transparent container containing magnetorheological fluid
- BB ... Emit near-infrared rays while rotating transparent container by centrifuge and measure amount of light that passes through transparent container (primary dispersion stability measurement)
- CC ... Apply external force to magnetorheological fluid such that centrifuged solid components are redispersed in dispersing medium
- DD ... Emit near-infrared rays while rotating transparent container containing magnetorheological fluid, in which solid components are redispersed, by centrifuge and measure amount of light that passes through transparent container (secondary dispersion stability measurement)

(57) Abstract: Disclosed are a magnetorheological fluid and a method for evaluating redispersibility of a magnetorheological fluid. The magnetorheological fluid according to the present invention comprises magnetic particles, a dispersing medium, and an additive, and is characterized in that, when all solid components in the magnetorheological fluid are recovered to measure the particle size distribution and to obtain a span value defined as below: span value=(D<sub>90</sub> - D<sub>10</sub>)/D<sub>50</sub>, the span value is 1.3 or larger. In addition, a method for evaluating redispersibility of a magnetorheological fluid according to the present invention comprises the steps of: providing a transparent container containing a magnetorheological fluid; emitting near-infrared rays while rotating the transparent container by a centrifuge and measuring the amount of light that passes through the transparent container (primary dispersion stability measurement); applying external force to the magnetorheological fluid such that centrifuged solid components are redispersed in the dispersing medium; and emitting near-infrared rays while rotating the transparent container containing the magnetorheological fluid, in which the solid components are redispersed, again by the centrifuge and measuring the amount of light that passes through the transparent container (secondary dispersion stability measurement).



WO 2017/191962 A1

MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

---

**(57) 요약서:** 자기유변유체 및 자기유변유체의 재분산성 평가방법이 개시된다. 본 발명에 의한 자기유변유체는 자성입자, 분산매체 및 첨가제를 포함하는 자기유변유체에 있어서, 자기유변유체 내 모든 고형분들을 회수하여 입도분포를 측정하여 다음과 같이 정의된 스펠값(span value)을 얻을 때, 스펠값= $(D_{90} - D_{10})/D_{50}$ , 상기 스펠값은 1.3 이상인 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가방법은 자기유변유체가 담겨있는 투명용기를 제공하는 단계, 상기 투명용기를 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정하는 단계(1차 분산안정성 측정), 상기 자기유변유체에 외력을 가하여 원심분리된 고형분을 분산매체에 재분산시키는 단계 및 상기 고형분이 재분산된 자기유변유체가 담긴 투명용기를 다시 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정(2차 분산안정성 측정)하는 단계를 포함한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 재분산성이 향상된 자기유변유체 및 자기유변유체의 재분산성 평가방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 자기유변유체에 대한 것으로, 보다 상세하게는 재분산성이 향상된 자기유변유체 및 자기유변유체의 재분산성을 정량적으로 평가할 수 있는 평가방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 자기유변유체는 기름이나 물과 같은 비자성 유체에 철 분말과 같이 자기장에 민감한 마이크로 크기의 자성입자들이 혼합된 현탁액으로, 외부 자기장의 인가를 통해 그 유동 특성을 실시간으로 제어할 수 있는 스마트 재료(smart material)의 하나이다.
- [3] 자기유변유체에는 일반적으로 자성입자들이 20 내지 50 퍼센트 정도의 부피 비율로 포함되어 있고, 기본적으로 뉴턴 유체(Newtonian fluid) 성질을 갖지만 외부 자기장이 인가되면 자성입자가 이동하여 인가된 자기장과 평행한 방향으로 사슬구조를 형성함으로써 전단력이나 유동에 대한 저항력을 갖는, 그리고 전단변형률이 없어도 일정한 항복응력을 발생시키는 빙햄(Bingham) 유체의 성질을 갖게 된다.
- [4] 자기유변유체는 유동에 대한 저항력을 갖는 특성으로 인해 댐퍼, 클러치, 브레이크 등에 이용되고 전단력을 갖는 특성으로 인해 연마에도 활용되고 있다.
- [5] 자기유변유체가 다양한 시스템에 효과적으로 적용되기 위해서는 높은 항복응력을 보유하고, 그 내부에 분산된 자성입자가 분산매체내에 균일하게 분포하여야 하며, 자기장을 가한 후에 제거할 때 원래의 상태로 신속하게 회복될 수 있도록 유체의 점도 및 잔류자화 값이 낮아야 한다.
- [6] 그러나 자기유변유체를 구성하는 자성입자의 밀도(예를 들어, 철 분말의 경우  $7.86\text{g/cm}^3$ )가 분산매체의 밀도(예를 들어, 실리콘 오일의 경우  $0.95\text{g/cm}^3$ )에 비하여 매우 크다. 따라서 자기유변유체를 제조한 직후에는 분산성이 우수하더라도 시간이 지남에 따라 지속적으로 내부 고형분의 침전이 일어나는 것을 완전히 막을 수는 없다. 이러한 이유로 선형 타입의 댐퍼 등과 같은 장치에 사용하기 위해서는 침전된 고형분이 다시 분산매체에 재분산되어지는 특성인 재분산성의 확보가 매우 중요하다.
- [7] 종래기술인 미국등록특허 US6203717B1의 경우 재분산성을 향상시키기 위해

자성입자의 함량, 분산매체(carrier fluid; oil)의 종류, 첨가제, 점토류 등을 변경하여 자기유변유체를 제조하고, 이를 열경화 처리 후 압축강도를 측정하여 로드 셀에 걸리는 힘의 세기로 재분산성을 평가하고 있다.

[8] 하지만 상기 미국등록특허 US6203717B1은 자기유변유체 자체의 재분산성이 아니라 열경화된, 즉 1차적인 가공이 이루어진 유체의 압축강도를 측정하여 자기유변유체의 재분산성으로 평가하는 것이므로 침전된 고형분이 유체에 재분산되는 것, 또는 자기유변유체 자체의 직접적인 재분산성을 평가하는 것으로 보기는 어렵다.

[9] 또한, 자성입자의 함량과 함께 분산매체의 종류, 첨가제, 점토류 등을 동시에 변수로 두었기 때문에 재분산성 향상에 영향을 주는 인자를 알기 힘들다.

[10] 다른 종래기술인 미국등록특허 US7297290B2의 경우 자성입자의 크기를 나노크기로 줄여 자기유변유체의 재분산성의 향상을 도모하였는데 재분산성의 평가방법으로 실험자가 스페큘라를 사용하여 침전물에 직접 힘을 가해 판단하는 방법인 스페큘라 테스트를 이용하였기 때문에 정량화된 결과를 얻을 수 없을 뿐만 아니라 그 결과에 대한 신뢰성도 높다고 할 수 없다.

[11] 따라서, 현재까지 제안된 자기유변유체에 대한 재분산성 평가방법은 정성적인 것에 그치거나 그 결과에 있어서도 신뢰성을 확보할 수 없는 문제점을 가지고 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

[12] 본 발명은 자기유변유체의 재분산성 향상 및 평가방법에 대한 신뢰성 등 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 자기유변유체(Magnetorheological Fluid)에 있어서 중요한 특성 중의 하나인 재분산성을 정량적으로 평가할 수 있는 방법과 이를 기반으로 하여 재분산성을 향상시키는 명확한 기준 및 이에 따라 제조된 자기유변유체를 제공하기 위한 것이다.

### 과제 해결 수단

[13] 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체는 자성입자, 분산매체 및 첨가제를 포함하는 자기유변유체에 있어서, 자기유변유체 내 모든 고형분들을 회수 후, 입도분포를 측정하여 다음과 같이 정의된 스펠값(span value)을 얻을 때, 스펠값 $=\frac{D_{90} - D_{10}}{D_{50}}$ (여기서  $D_{90}$ ,  $D_{10}$  및  $D_{50}$ 은 각각 고형분 입도의 누적분포에서 최대값에 대하여 90%, 10% 및 50%에 해당하는 입도를 말함), 상기 스펠값은 1.3 이상인 것을 특징으로 한다.

[14] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체는 자성입자, 분산매체 및 첨가제를 포함하는 자기유변유체에 있어서, 자기유변유체 내 모든 고형분들을 회수 후, 입도분포를 측정하여  $D_{90}/D_{10}$ 을 얻을 때(여기서  $D_{90}$ ,  $D_{10}$ 은 각각 고형분 입도의 누적분포에서 최대값에 대하여 90%, 10%에 해당하는 입도를 말함), 상기  $D_{90}/D_{10}$ 은 3 이상인 것을 특징으로 한다.

- [15] 상기 자기유변유체 내 모든 고형분들은 상기 자기유변유체의 20 내지 50 부피 퍼센트(vol%)이며, 상기 첨가제는 상기 자성입자 대비 1 내지 30 부피 퍼센트(vol%)일 수 있다.
- [16] 상기 자성입자는 철, 니켈, 코발트, 철-코발트 합금, 철-알루미늄 합금, 철-규소 합금, 철-니켈 합금, 철-바나듐 합금, 철-몰리브덴 합금, 철-크롬 합금, 철-텅스텐 합금, 철-망간 합금, 철-구리 합금, 카보닐 철(carbonyl iron), 이산화 크롬, 스테인레스 강, 규소 강, 망간-아연 페라이트, 산화 크롬, 질화 철, 산화 철, 탄화 철, 페라이트-폴리머, 니켈-아연 페라이트, 페라이트( $Fe_3O_4$ ) 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 적어도 하나일 수 있다.
- [17] 상기 분산매체는 물, 에탄올, 실리콘 오일, 광유, 진공 오일, 캐스터 오일, 유압 오일, 윤활유 오일(lubricant oil), 포화 탄화수소 오일, 불포화 탄화수소 오일, 합성 탄화수소 오일, 시클로파라핀 오일, 에틸렌 글리콜, 에틸렌 글리콜 에테르, 프로필렌 글리콜, 옥타놀, 머신 오일, 폴리 알파 올레핀(PAO), 트랜스포머 오일(transformer oil), 트랜스포머 인슐레이팅 용액, 할로 카본오일 (Halocarbon oil), 파라핀 오일 (Paraffine oil), 미네랄 오일(mineral oil), 올리브 오일(olive oil), 콘 오일(corn oil), 및 소이빈 오일(soybean oil), 식물성 오일 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 적어도 하나일 수 있다.
- [18] 상기 첨가제는 자기유변유체 내에서 분산안정성, 요변성, 내마모성, 화학적 안정성, 산화방지의 목적으로 사용되는 화학적 첨가제, 금속 산화물, 유기점토 및 무기점토 중에서 선택된 적어도 하나일 수 있다.
- [19] 본 발명의 다른 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가방법은 자기유변유체의 1차 분산안정성을 적외선을 이용하여 측정하는 단계, 상기 자기유변유체에 외력을 가하여 재분산시키는 단계, 상기 자기유변유체의 2차 분산안정성을 상기 적외선을 이용하여 측정하는 단계, 및 상기 1차 분산안정성 측정값과 상기 2차 분산안정성 측정값을 비교하는 단계를 포함한다.
- [20] 본 발명의 또 다른 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가방법은 자기유변유체가 담겨있는 투명용기를 제공하는 단계, 상기 투명용기를 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정하는 단계(1차 분산안정성 측정), 상기 자기유변유체에 외력을 가하여 원심분리된 고형분을 분산매체에 재분산시키는 단계 및 상기 고형분이 재분산된 자기유변유체가 담긴 투명용기를 다시 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정(2차 분산안정성 측정)하는 단계를 포함한다.
- [21] 상기 1차 및 2차 분산안정성 측정값은 각각의 불안정성 인덱스(instability index)로 표시될 수 있다.
- [22] 상기 광량의 측정은 상기 원심분리기의 회전속도가 4,000rpm인 상태에서 조사되는 근적외선에 대하여 150초(second) 간격으로 999개의 투과량 프로파일을 측정함으로써 이루어질 수 있다.

## 발명의 효과

- [23] 본 발명에 의하면 자기유변유체의 재분산성을 자기유변유체 자체로 정량화하여 평가할 수 있는 측정 방법을 제공할 수 있으며, 상기 방법을 통하여 재분산성이 향상된 자기유변유체를 제공함과 동시에 재분산성에 영향을 주는 인자에 대한 명확한 기준을 제시할 수 있다.
- [24] 또한, 자기유변유체의 재분산성을 정량적으로 평가할 수 있는 재분산성 평가방법을 제공함으로써 향후 자기유변유체의 제조 및 활용분야에 있어서 신속하면서도 신뢰성있는 자기유변유체에 대한 재분산성 평가방법이 확대 적용될 수 있다.
- [25] 본 발명에 의한 재분산성 평가방법은 자기유변유체 내에 포함된 자성입자 뿐만 아니라 자기유변유체의 특성을 개선하기 위해 사용되는 유무기 첨가제들을 포함한 모든 고형분들의 영향에 따른 자기유변유체의 재분산성 특성을 측정할 수 있다.
- [26] 또한, 본 발명에 의한 재분산성이 향상된 자기유변유체는 승용 및 상용차량, 철도차량, 2륜 차량에 적용되는 각종 선형 타입 댐퍼(damper) 및 회전형 타입 댐퍼(damper), 군수산업에서 완충장치에 사용되는 각종 댐퍼(damper), 교량 및 건물의 내진용 댐퍼(damper), 가전제품군의 진동 조절 댐퍼(damper) 등의 분야에 확대 적용될 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성의 평가방법에 대한 공정도이다.
- [28] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체의 불안정성 인덱스(instability index) 계산에 사용되어지는 프로파일(profile)의 모식도이다.
- [29] 도 3는 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가시 시편들에 대한 1차 분산안정성 측정결과를 도시한 그래프이다.
- [30] 도 4은 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가시 시편들에 대한 2차 분산안정성 측정결과를 도시한 그래프이다.
- [31] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가시 1차 분산안정성 측정결과와 2차 분산안정성 측정결과와의 불안정성 인덱스(instability index)의 변화율과 스패값(span value)의 관계를 도시한 그래프이다.
- [32] 도 6는 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가시 1차 분산안정성 측정결과와 2차 분산안정성 측정결과와의 불안정성 인덱스(instability index)의 변화율과  $D_{90}/D_{10}$ 의 관계를 도시한 그래프이다.

## 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [33] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한

형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

- [34] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 자기유변유체에 대하여 설명하기로 한다.
- [35] 본 발명의 일 실시예에 의한 자기유변유체는 자성입자, 분산매체 및 첨가제를 포함하는 자기유변유체에 있어서, 상기 자기유변유체 내 모든 고형분들을 회수하여 입도를 측정하고 상기 자기유변유체내 모든 고형분들의 스펠값(span value)을 아래와 같이 정의할 때, 상기 스펠값은 1.3 이상인 것을 특징으로 한다.
- [36]
- [37]  $\text{스펠값} = (D_{90} - D_{10}) / D_{50}$ ;
- [38] (여기서  $D_{90}$ ,  $D_{10}$  및  $D_{50}$ 은 각각 고형분 입도의 누적분포에서 최대값에 대하여 90%, 10% 및 50%에 해당하는 입자의 크기를 말함)
- [39] 일반적으로 자기유변유체는 제조한 이후에 침강안정성이 확보되어도 시간이 지남에 따라 고형분(자성입자, 첨가제 등의 고형분)의 침전이 일어나기 때문에 선형 타입의 댐퍼(damper) 등과 같은 장치에 사용되기 위해서는 재분산성의 확보가 매우 중요하다.
- [40] 재분산성(re-dispersibility)이란 중력이나 원심력의 작용을 받아 침강 또는 분리가 이루어진 고형분이 인가된 외력에 의해서 분리가 이루어지기 전의 상태로 돌아가는 특성을 말한다.
- [41] 종래의 경우, 자기유변유체의 재분산성 측정을 위해 자기유변유체 자체가 아닌 자기유변유체를 열경화시켜 1차적으로 가공된 유체의 재분산성을 측정하여 평가함으로써, 자기유변유체 내의 침전된 고형분이 유체에 재분산되는 것 또는 자기유변유체 자체의 직접적인 재분산성을 평가하는 방법으로 보기 어렵고, 자기유변유체 내에 존재하는 고형분에 재분산에 미치는 영향을 확인할 수 없었다.
- [42] 즉, 자기유변유체의 재분산성은 단지 자성입자 뿐만 아니라 유체내의 다른 고형분들에 의해 영향을 받을 것이 분명함에도 자기유변유체에 포함된 자성입자와 유무기 첨가제 등의 모든 고형분들을 기준으로 하여 평가한 것이 현재까지는 전무한 상태라고 할 수 있다.
- [43] 이에 따라, 본 발명에서는 자기유변유체 내에 포함되어 있는 모든 고형분(자성입자, 표면개질된 자성입자, 각종 유무기 첨가제 등을 포함하는 모든 고형분)의 크기와 입도분포의 폭을 변화시켜 자기유변유체를 제조하였고 이에 대한 평가를 기반으로 하여 재분산성이 향상된 자기유변유체를 고안하였다.
- [44]
- [45] 보다 상세하게, 본 발명에서는 자기유변유체의 재분산성 향상을 위해

자기유변유체 내에 포함되어 있는 모든 고형분들의  $D_{10}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{90}$  및 스펬값(span value)을 고려하여 유체를 제조하였다.

[46] 상기 스펬값은 고형분의 입도분포 폭을 알 수 있는 방법으로 자성입자와 함께 입도분포에 영향을 미칠 수 있는 침강방지제, 요변제, 내마모제, 산화방지제 등의 화학적 첨가제 및 유무기 첨가제가 모두 포함된 자기유변유체의 모든 고형분들에 대한 값을 기준으로 한다.

[47] 본 발명에서 자기유변유체가 양호한 재분산성을 가지려면 스펬값(span value)이 적어도 1.3 이상인 것이 바람직하다. 스펬값이 1.3 미만인 경우는 재분산성이 현저하게 저하된다.

[48]

[49] 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 재분산성이 향상된 자기유변유체는 자성입자, 분산매체 및 첨가제를 포함하는 자기유변유체에 있어서, 자기유변유체 내 모든 고형분들을 회수 후, 입도분포를 측정하여  $D_{90}/D_{10}$ 를 얻었을 때(여기서  $D_{90}$ ,  $D_{10}$ 은 각각 고형분 입도의 누적분포에서 최대값에 대하여 90%, 10%에 해당하는 입자의 크기를 말함), 상기  $D_{90}/D_{10}$ 은 3이상인 것을 특징으로 한다.

[50] 또한, 본 발명의 실시예에 의한 자기유변유체들에 있어서, 상기 자기유변유체에서 모든 고형분들은 상기 자기유변유체의 20 내지 50 부피 퍼센트(vol%)이며, 상기 첨가제는 상기 자성입자 대비 1 내지 30 부피 퍼센트(vol%)인 것을 특징으로 한다.

[51] 본 발명에서는 자성입자 뿐만 아니라 자기유변유체에 첨가되는 모든 첨가제등을 포함한 모든 고형분들을 재분산성 평가의 기준으로 함으로써, 실제 분산매체에 포함된 자성입자, 표면개질된 자성입자 뿐만 아니라 유무기 첨가제 등에 의한 자기유변유체 자체의 본원적인 재분산성을 고려할 수 있도록 하였다.

[52] 상기 자성입자는 철, 니켈, 코발트, 철-코발트 합금, 철-알루미늄 합금, 철-규소 합금, 철-니켈 합금, 철-바나듐 합금, 철-몰리브덴 합금, 철-크롬 합금, 철-텅스텐 합금, 철-망간 합금, 철-구리 합금, 카보닐 철(carbonyl iron), 이산화 크롬, 스테인레스 강, 규소 강, 망간-아연 페라이트, 산화 크롬, 질화 철, 산화 철, 탄화 철, 페라이트-폴리머, 니켈-아연 페라이트, 페라이트( $Fe_3O_4$ ) 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 한다.

[53] 본 발명에서는 큰 포화자화를 갖는 철(Fe), 니켈(Ni), 코발트(Co), 카보닐철(carbonyl iron) 분말 등의 금속 분말들을 자성입자로 사용하는 것이 바람직하며 이러한 자성입자는 대부분 구형의 형상을 가진다.

[54] 또한, 자기유변유체의 침강안정성을 확보하기 위하여 금속 입자들에 비해 상대적으로 작은 입자크기 및 낮은 밀도를 갖는 금속 산화물 입자들이 사용될 수 있다. 이러한 금속 산화물 입자들은 비교적 낮은 포화자화를 갖는다.

[55] 상기 자기유변유체에 사용되는 자성입자는 입자의 크기 및 성질이 상이한 2종 이상의 물질들이 혼합될 수 있다.

- [56] 상기 분산매체는 물, 에탄올, 실리콘 오일, 광유, 진공 오일, 캐스터 오일, 유압 오일, 윤활유 오일(lubricant oil), 포화 탄화수소 오일, 불포화 탄화수소 오일, 합성 탄화수소 오일, 시클로파라핀 오일, 에틸렌 글리콜, 에틸렌 글리콜 에테르, 프로필렌 글리콜, 옥타놀, 머신 오일, 폴리 알파 올레핀(PAO), 트랜스포머 오일(transformer oil), 트랜스포머 인슐레이팅 용액, 할로 카본오일 (Halocarbon oil), 파라핀 오일 (Paraffine oil), 미네랄 오일(mineral oil), 올리브 오일(olive oil), 콘 오일(corn oil), 및 소이빈 오일(soybean oil), 식물성 오일 및 이들의 혼합유 중에서 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 한다.
- [57] 또한, 상기 첨가제는 자기유변유체 내에서 분산안정성, 요변성, 내마모성, 화학적 안정성, 산화방지 등의 목적으로 사용되는 화학적 첨가제, 금속 산화물, 유기점토 및 무기점토 중에서 선택된 적어도 하나가 사용된다.
- [58] 이에 따라, 자기유변유체의 모든 고형분들에는 자성입자는 물론 상기 첨가제 중 유기 또는 무기점토들이 포함될 수 있다.
- [59] 보다 구체적으로, 상기 첨가제는 무기점토, 분산제(dispersants), 계면활성제, 부식방지제, 윤활제, 마모방지 첨가제, 산화방지제, 요변성제(thixotropic agents) 및 통상의 현탁제(suspension agents)를 포함한다.
- [60] 무기 점토로는 벤토나이트, 헥토라이트, 몬모릴로나이트 또는 라미나 구조 및 극성 표면을 가진 유사 무기 점토가 사용된다.
- [61] 분산제는 올레인산, 지방산 금속비누, 폴리알코올, 암모늄염, 지방산, 폴리에틸렌 옥사이드, 포스페이트, 포스포네이트 등의 화합물 및 이들의 혼합물을 포함한다.
- [62] 계면활성제는 술포네이트류, 포스페이트 에스테르류, 스테아르 산(stearic acid), 글리세롤 모노올레이트, 솔비탄 세스퀴올레이트(sorbitan sesquioleate), 라우레이트류(laurates), 지방산, 지방족 알코올(fatty alcohols), 불화지방족 폴리머 에스테르류(fluoroaliphatic polymeric esters), 및 티타네이트, 알루미늄네이트 및 지르코네이트 커플링제 및 다른 계면 활성제(surface active agents)를 포함한다. 또한, 폴리알켄 디올 및 부분적으로 에스테르화된 폴리올이 포함된다.
- [63] 부식방지제는 소듐 나이트라이트, 소듐 나이트레이트, 소듐 벤조에이트, 붕사(borax), 에탄올아민 포스페이트 및 이들의 혼합물을 포함하며, 마모방지 첨가제는 이황화몰리브덴, 징크포스페이트, 트리아릴포스페이트, 트리페닐포스포로티오네이트, 아민포스페이트로 등의 화합물 및 이들의 혼합물이 사용된다.
- [64]
- [65] 본 발명의 다른 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가방법은 자기유변유체의 1차 분산안정성을 적외선을 이용하여 측정하는 단계, 상기 자기유변유체에 외력을 가하여 재분산시키는 단계, 상기 자기유변유체의 2차 분산안정성을 상기 적외선을 이용하여 측정하는 단계 및 상기 1차 분산안정성 측정값과 상기 2차 분산안정성 측정값을 비교하는 단계를 포함한다.
- [66] 본 발명에서 자기유변유체의 재분산성 평가를 위하여, 적외선을 이용하여

자기유변유체의 분산안정성을 2회로 나누어 측정하되, 1차 분산안정성을 측정한 후에 자기유변유체에 외력을 가하여 재분산시킨 후 2차 분산안정성을 측정하여 1차 및 2차 분산안정성 측정값을 대비함으로써 자기유변유체의 재분산성을 정량적으로 평가할 수 있다.

[67]

[68] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 의한 자기유변유체의 재분산성 평가방법은 자기유변유체가 담겨있는 투명용기를 제공하는 단계, 상기 투명용기를 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정하는 단계(1차 분산안정성 측정), 상기 자기유변유체에 외력을 가하여 원심분리된 고형분을 분산매체에 재분산시키는 단계 및 상기 고형분이 재분산된 자기유변유체가 담긴 투명용기를 다시 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정(2차 분산안정성 측정)하는 단계를 포함한다.

[69] 상기 자기유변유체는 이를 구성하는 고형분(자성입자, 표면개질된 자성입자, 첨가제 등의 물질)을 동일한 중량으로 고정하고 고형 성분의  $D_{10}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{90}$  및 스펬값(span value)를 달리하여 제조한 것이다.

[70] 상기와 같이 고형분을 일정한 중량으로 고정하고 고형분의 입도크기와 입도분포 폭을 변화시킨 자기유변유체를 투명한 용기(일정한 파장의 빛이 투과될 수 있는)에 동일 양을 장입한다.

[71] 상기 자기유변유체가 장입된 투명용기를 원심분리기에 장착한 후 회전시키면서 자기유변유체를 분산매체와 고형분으로 분리시키고 원심력에 의해 고형분의 분리가 이루어지는 중에 투명용기에 광을 조사하여 투명용기를 투과하는 광(광량)을 검출한다.

[72] 이때, 분산매체의 투과광량은 40% 이상인 것이 바람직한데 이는 분산매체의 투과도가 40% 미만인 경우에는 불안정성 인덱스 값이 낮게 나타나기 때문이다. 특히, 입자가 침전되지 않거나 진한 유색의 오일을 사용하는 경우는 40% 미만의 투과도가 나타날 수도 있다.

[73] 상기 광 검출은 광의 조사지점과 반대편, 즉 상기 투명용기를 중심으로 광 조사지점과 대칭되는 지점에 광 검출센서를 배치하여 이루어지게 된다.

[74] 이후에 침강된 고형분에 외력을 가함으로써 상기 분산매체에 재분산이 이루어지도록 한다.

[75] 상기 고형분에 외력을 가하는 것은 신속한 에너지 전달이 가능한 진동 여자기(vibration exciter)를 사용하는 것이 바람직하며, 이러한 진동 여자기의 일종으로 와류 믹서(vortex mixer)를 사용하는 것이 바람직하다.

[76] 재분산성은 중력이나 원심력의 작용을 받아 침강 또는 분산매체와 분리된 고형분들에 대하여 외력을 인가함으로써, 고형분들이 분리가 이루어지기 전의 상태로 되돌아가는 특성을 말한다.

[77] 재분산이 이루어진 자기유변유체가 담긴 투명용기를 상술한 원심분리기에서

다시 회전시켜 자기유변유체를 원심분리함과 동시에 동일한 광을 조사하여 투과광을 검출한다.

[78] 상기 광의 조사에 있어서 사용되는 광은 근적외선(near infrared ray)인 것이 바람직하다.

[79] 상기 자기유변유체의 재분산성 평가는 첫 번째 투과광량을 기초로 한 1차 분산안정성 측정값과 두 번째 투과광량을 기초로 한 2차 분산안정성 측정값을 대비함으로써 이루어진다.

[80] 상기 분산안정성(dispersion stability)과 관련하여 하나의 물질 속에 다른 물질이 미립자의 상태로 떠다니는 것을 분산이라고 하며, 이러한 상태를 유지하는 특성을 분산안정성이라고 한다.

[81] 상기 1차 및 2차 분산안정성 측정값은 각각의 불안정성 인덱스(instability index)로 나타낼 수 있다.

[82] 분산안정성을 나타내는 불안정성 인덱스(instability index)는 0에 가까운 값을 가질수록 분산안정성이 우수한 것을 의미하며, 1의 값에 가까운 값을 가질수록 분산안정성이 나쁜 것을 의미한다.

[83] 불안정성 인덱스(instability index)는 0.3이상이어야 하며, 0.3 미만인 자기유변유체의 경우 고점도, 고농도의 자기유변유체이거나, 계산하는 공식이 다른 경우(n의 설정이 다른 경우) 또는 측정범위의 설정이 다른 경우일 수 있다. 이에 따라 재분산 전후의 불안정 인덱스(instability index)값의 차이가 다르게 나타날 수 있다. 따라서, 1차 분산안정성과 2차 분산안정성은 동일한 계산방식을 설정하여 계산되는 것이 바람직하다.

[84]

$$\text{불안정성인덱스} = \frac{\text{profile}_n \text{의 면적} - \text{profile}_{\text{first}} \text{의 면적}}{\text{profile}_{\text{last}} \text{의 면적} - \text{profile}_{\text{first}} \text{의 면적}}$$

[85]

[86] 도 2에 프로파일(profile)에 대한 모식도를 나타내었다. 가로축(x축)의 포지션(position)은 원심분리용 투명용기에서의 위치를 나타내며, 오른쪽으로 갈수록 투명용기의 바깥쪽을 의미한다. 즉, 침전층이 쌓이는 쪽을 의미한다. 세로축(y축)의 투과(transmission)는 근적외선이 유체가 든 투명용기를 투과해서 광이 검출되는 것을 의미한다. 원심분리가 진행됨에 따라 (침전이 진행됨에 따라), 프로파일(profile)은 초기(first)에서 마지막(last)으로 점차 이동한다. 이때 n은 몇 번째 프로파일인지를 나타낸다.

[87] 상기 광량의 측정은 상기 원심분리기의 회전속도가 4,000rpm인 상태에서 조사되는 근적외선에 대하여 150초(second) 간격으로 999개의 투과량 프로파일을 측정함으로써 이루어진다.

[88]

[89] 이하, 실시예를 통해 본 발명에 의한 자기유변유체의 재분산성의 평가방법에

대하여 상세히 설명한다. 단 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[90]

[91] <실시예>

[92] 자기유변유체의 모든 고형분들을 동일한 중량으로 고정된 후 고형분의 D<sub>10</sub>, D<sub>50</sub>, D<sub>90</sub> 및 스펬값(span value)를 상이하게 조합한 자기유변유체를 제조하였다.

[93] 이후에 자기유변유체 내에 포함되어 있는 모든 고형분들을 원심분리기를 이용하여 회수하고, 세척한 후 입도분석기를 이용하여 D<sub>10</sub>, D<sub>50</sub>, D<sub>90</sub> 및 스펬값을 다음 표 1과 같이 얻었다.

[94]

[95] [표1]

<자기유변유체에 포함된 고형분의 입도 분포>

실시예	D <sub>10</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>50</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>90</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>90</sub> /D <sub>10</sub>	span value
No 1(#1)	1.884	6.490	15.520	8.238	2.008
No 2(#2)	1.952	4.260	7.810	4.001	1.375
No 3(#3)	4.470	8.050	16.220	3.629	1.460
No 4(#4)	2.831	4.160	6.680	2.360	0.925
No 5(#5)	3.980	5.560	8.550	2.148	0.822
No 6(#6)	6.000	9.470	16.540	2.757	1.113
No 7(#7)	3.330	5.260	8.700	2.613	1.021
No 8(#8)	2.537	6.820	16.180	6.378	2.000
No 9(#9)	3.940	6.650	12.710	3.226	1.319
No 10(#10)	2.319	5.580	11.170	4.817	1.586

[96] 상기 입도분석기의 초음파(ultrasonic)처리는 5분 이내로 한다. 입도분석시 분산매체는 물과 에탄올을 사용하였다.

[97] 본 발명에서는 자기유변유체의 재분산성을 평가하는 방법으로 자기유변유체의 분산안정성 측정방법을 이용하여 자기유변유체 내의 고형분 크기 및 스펬값의 차이에 따른 재분산 전후의 분산안정성을 측정하여 비교하였다.

[98] 분산안정성의 측정을 위해서 L.U.M GmbH사(Germany)의 LUMi시리즈를 이용하였으며 원심분리를 진행하면서 고형분들의 실시간 침강도를 확인하여 분산안정성을 측정함으로써 보다 빠르게 분산안정성을 측정하도록 하였다.

[99] 분산안정성 측정을 위하여, 4000rpm의 속도로 회전시키면서 원심분리시킴과 동시에 시편에 근적외선을 조사하고 150초 간격으로 999개의 투과 프로파일(transmission profile)을 측정하였다.

- [100] 상기와 같이 재분산 전후의 분산안정성을 측정하고 이러한 분산안정성 차이를 계산함으로써 자기유변유체의 고형분에 대한  $D_{10}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{90}$  및 스펬값과 비교하여 재분산성을 평가하였다.
- [101] 분산안정성 측정결과에서 불안정성 인덱스(*instability index*)가 0에 가까울수록 분산안정성이 우수하고, 1의 값을 갖는 것이 분산안정성이 가장 나쁜 것을 의미한다. 이러한 불안정성 인덱스(*instability index*)는 분산안정성을 수치적으로 대변하는 지표이다.
- [102] 원심분리기의 회전에 의해 자기유변유체내 침강된 고형분을 와류 믹서기(*vortex mixer*)를 이용하여 모든 시편에 대하여 동일한 시간(10분), 동일한 조건으로 재분산시켰다.
- [103] 재분산이 이루어진 자기유변유체를 앞에서와 동일한 방법(조건)으로 원심분리를 진행하면서 광조사를 실시하고 투과 광량을 측정하였다.
- [104] 도 3 및 도 4은 각각의 자기유변유체에 대하여 재분산 전후의 불안정성 인덱스(*instability index*)를 나타낸 결과이다.
- [105] 도 3 및 도 4의 재분산 전후의 불안정성 인덱스(*instability index*)의 변화량을 비교하면 자기유변유체의 재분산성을 나타내는 지표로 사용이 가능하다.
- [106] 도 3 및 4을 참조하면, 재분산 전후의 불안정성 인덱스(*instability index*)의 변화율과 스펬값과의 관계에서, 스펬값이 1.3 이상일 경우에는 재분산 전후의 불안정성 인덱스(*instability index*)의 변화율이 5% 미만인 4.01%로 나타났고, 스펬값이 1.3 미만인 시편(*sample*)에 대해서는 불안정성 인덱스의 값이 8.22% 이상으로 급격하게 증가하는 것을 알 수 있다.
- [107] 도 5는 1차 및 2차 분산안정성 측정에 따른 재분산 전후의 불안정성 인덱스의 변화율과 스펬값의 관계를 도표화한 것으로 점선으로 표시된 부분이 양호한 재분산성을 보이는 시편에 대한 것이다.
- [108] 불안정성 인덱스(*instability index*)의 증가는 결국, 침전된 고형분들이 동일한 분산 조건에서 서로 다른 재분산성을 보이며 완벽하게 재분산이 되지 않고, 서로 응집되어 있거나 침전된 상태로 남아 있음을 의미한다.
- [109] 따라서 본 발명의 시험결과에 의할 때 자기유변유체 내에서 고형분들의 입도 분포 폭이 넓을수록, 즉, 스펬값이 1.3 이상일 때 재분산이 잘 이루어진다는 것을 알 수 있다.
- [110] 도 6은 1차 및 2차 분산안정성 측정에 따른 재분산 전후의 불안정성 인덱스의 변화율과  $D_{90}/D_{10}$ 의 관계를 도표화한 것으로 점선으로 표시된 부분이 양호한 재분산성을 보이는 시편에 대한 것이다.
- [111] 도 6에 도시한 바와 같이,  $D_{90}/D_{10}$  값이 3 이상인 경우에는 재분산 전후의 불안정성 인덱스(*instability index*)의 변화율이 5% 미만인 4.01%로 나타났고,  $D_{90}/D_{10}$  값이 3 미만인 샘플에서는 불안정성 인덱스(*instability index*)의 변화율이 8.22% 이상으로 매우 크게 증가하였다.
- [112] 요약하면,  $D_{90}/D_{10}$ 의 값이 3 이상인 경우에 자기유변유체의 재분산성이 매우

향상됨을 알 수 있다.

[113]

[114] 종래기술에 의해 공개된 재분산성을 평가하는 방법은 자기유변유체를 열경화한 후 압축강도를 측정하는 방법, 스페큘라의 회전저항을 수동으로 측정하는 방법, 자기유변유체를 격렬히 흔든 후 분산매체를 따라내고 병에 남아있는 잔량의 부피를 측정하는 방법 등이 소개되었으나 이러한 방법들은 재분산 결과를 정량화하기 어렵고, 시험을 수행하는 사람의 개인의 오차발생이 불가피한 단점이 있었다.

[115]

[116] 이에 본 발명에서는 자기유변유체의 분산안정성을 측정하되, 자기유변유체내 모든 고형분들의 크기 및 스펙트럼, 입도분포 폭의 차이에 따른 재분산 전후의 분산안정성을 측정하고 상호 비교함으로써 정량적인 평가가 가능하게 된다.

[117] 더 나아가 본 발명의 재분산성 측정방법을 기반으로 자기유변유체의 재분산성을 정량적으로 평가하기 위한 표준(standard)으로 삼을 수도 있다.

[118] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

[119]

[120]

[121]

[122]

## 청구범위

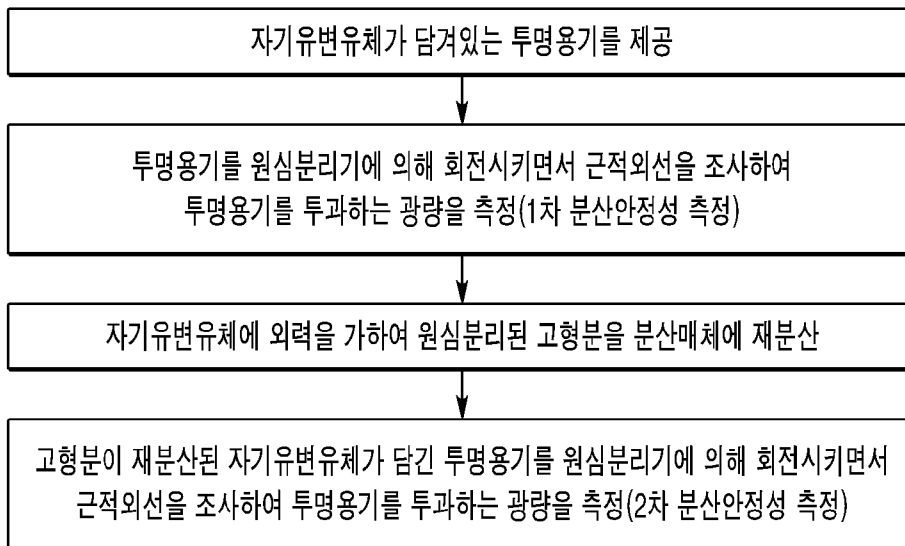
- [청구항 1] 자성입자, 분산매체 및 첨가제를 포함하는 자기유변유체에 있어서, 자기유변유체 내 모든 고형분들을 회수 후, 입도분포를 측정하여 아래와 같이 정의된 스펠값(span value)을 얻을 때,  

$$\text{스펠값} = (D_{90} - D_{10}) / D_{50};$$
 (여기서  $D_{90}$ ,  $D_{10}$  및  $D_{50}$ 은 각각 고형분 입도의 누적분포에서 최대값에 대하여 90%, 10% 및 50%에 해당하는 입도를 말함)  
 상기 스펠값은 1.3 이상인 것을 특징으로 하는 재분산성이 향상된 자기유변유체.
- [청구항 2] 자성입자, 분산매체 및 첨가제를 포함하는 자기유변유체에 있어서, 자기유변유체 내 모든 고형분들을 회수 후, 입도분포를 측정하여  $D_{90}/D_{10}$ 을 얻을 때,  
 (여기서  $D_{90}$ ,  $D_{10}$ 은 각각 고형분 입도의 누적분포에서 최대값에 대하여 90%, 10%에 해당하는 입도를 말함)  
 상기  $D_{90}/D_{10}$ 은 3 이상인 것을 특징으로 하는 재분산성이 향상된 자기유변유체.
- [청구항 3] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
 상기 자기유변유체 내 모든 고형분들은 상기 자기유변유체의 20 내지 50 부피 퍼센트(vol%)이며,  
 상기 첨가제는 상기 자성입자 대비 1 내지 30 부피 퍼센트(vol%)인 것을 특징으로 하는 재분산성이 향상된 자기유변유체.
- [청구항 4] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
 상기 자성입자는 철, 니켈, 코발트, 철-코발트 합금, 철-알루미늄 합금, 철-규소 합금, 철-니켈 합금, 철-바나듐 합금, 철-몰리브덴 합금, 철-크롬 합금, 철-텅스텐 합금, 철-망간 합금, 철-구리 합금, 카보닐 철(carbonyl iron), 이산화 크롬, 스테인레스 강, 규소 강, 망간-아연 페라이트, 산화 크롬, 질화 철, 산화 철, 탄화 철, 페라이트-폴리머, 니켈-아연 페라이트, 페라이트( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 재분산성이 향상된 자기유변유체.
- [청구항 5] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
 상기 분산매체는 물, 에탄올, 실리콘 오일, 광유, 진공 오일, 캐스터 오일, 유압 오일, 윤활유 오일(lubricant oil), 포화 탄화수소 오일, 불포화 탄화수소 오일, 합성 탄화수소 오일, 시클로파라핀 오일, 에틸렌 글리콜, 에틸렌 글리콜 에테르, 프로필렌 글리콜, 옥타놀, 머신 오일, 폴리 알파 올레핀(PAO), 트랜스포머 오일(transformer oil), 트랜스포머 인슐레이팅 용액, 할로 카본오일 (Halocarbon oil), 파라핀 오일 (Paraffine oil), 미네랄 오일(mineral oil), 올리브 오일(olive oil), 콘 오일(corn oil), 및 소이빈

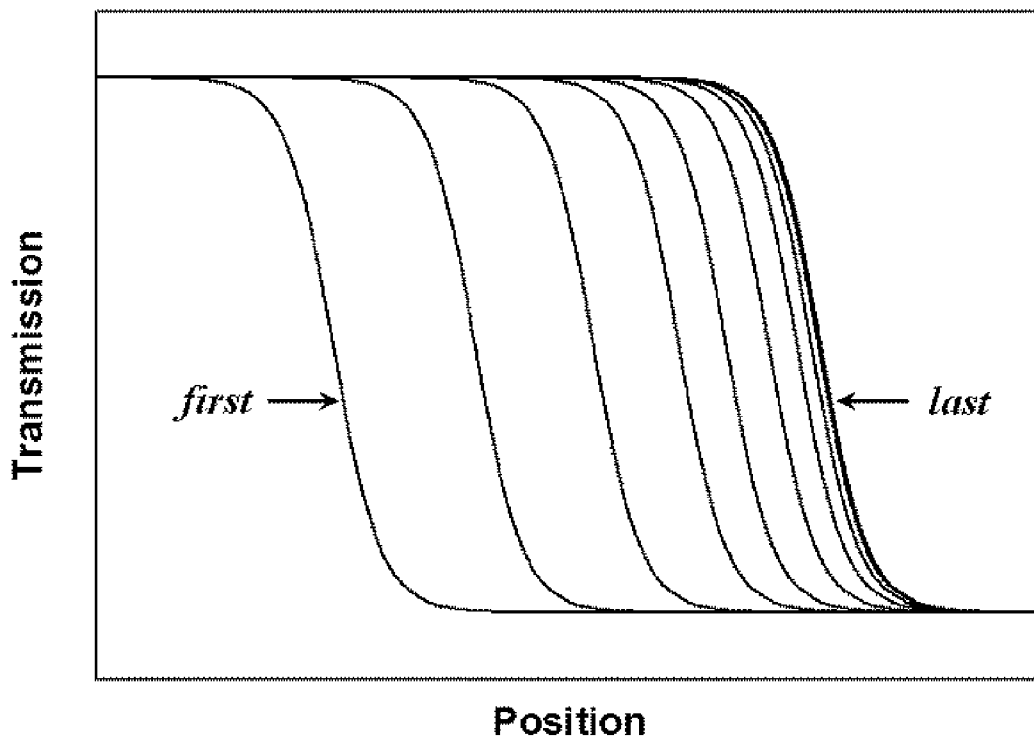
오일(soybean oil), 식물성 오일 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 재분산성이 향상된 자기유변유체.

- [청구항 6] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
상기 첨가제는 자기유변유체 내에서 분산안정성, 요변성, 내마모성, 화학적 안정성, 산화방지의 목적으로 사용되는 화학적 첨가제, 금속 산화물, 유기점토 및 무기점토 중에서 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 재분산성이 향상된 자기유변유체.
- [청구항 7] 자기유변유체의 1차 분산안정성을 적외선을 이용하여 측정하는 단계;  
상기 자기유변유체에 외력을 가하여 재분산시키는 단계;  
상기 자기유변유체의 2차 분산안정성을 상기 적외선을 이용하여 측정하는 단계; 및  
상기 1차 분산안정성 측정값과 상기 2차 분산안정성 측정값을 비교하는 단계를 포함하는 자기유변유체의 재분산성 평가방법.
- [청구항 8] 자기유변유체가 담겨있는 투명용기를 제공하는 단계;  
상기 투명용기를 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정하는 단계(1차 분산안정성 측정);  
상기 자기유변유체에 외력을 가하여 침전된 고형분을 분산매체에 재분산시키는 단계; 및  
상기 고형분이 재분산된 자기유변유체가 담긴 투명용기를 다시 원심분리기에 의해 회전시키면서 근적외선을 조사하여 상기 투명용기를 투과하는 광량을 측정(2차 분산안정성 측정)하는 단계를 포함하는 자기유변유체의 재분산성 평가방법.
- [청구항 9] 제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,  
상기 1차 및 2차 분산안정성 측정값은 각각의 불안정성 인덱스(instability index)로 표시되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체의 재분산성 평가방법.
- [청구항 10] 제 8 항에 있어서,  
상기 광량의 측정은 상기 원심분리기의 회전속도가 4,000rpm인 상태에서 조사되는 근적외선에 대하여 150초(second) 간격으로 999개의 투과량 프로파일을 측정함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 자기유변유체의 재분산성 평가방법.

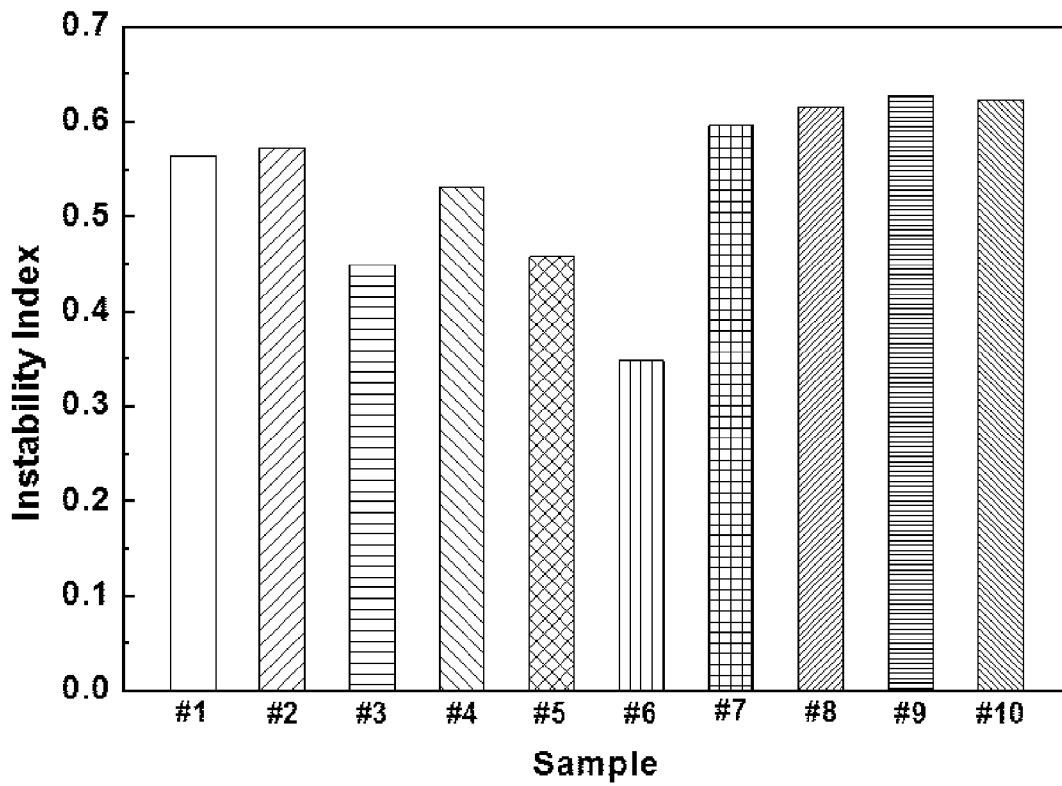
[도1]



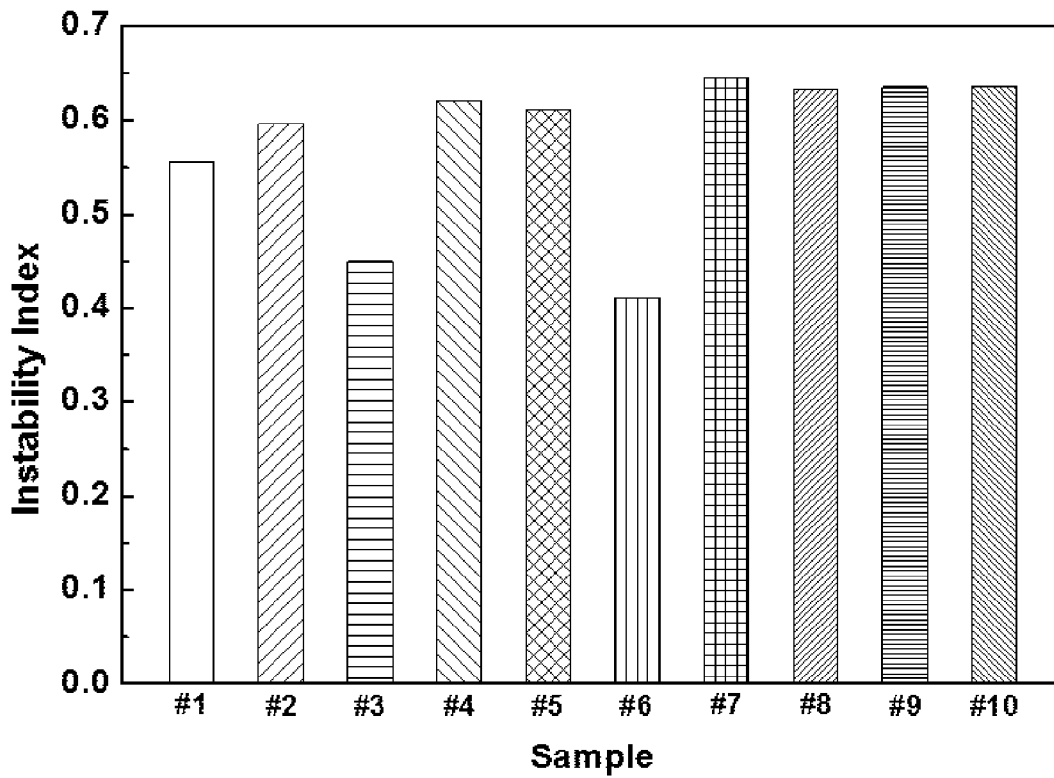
[도2]



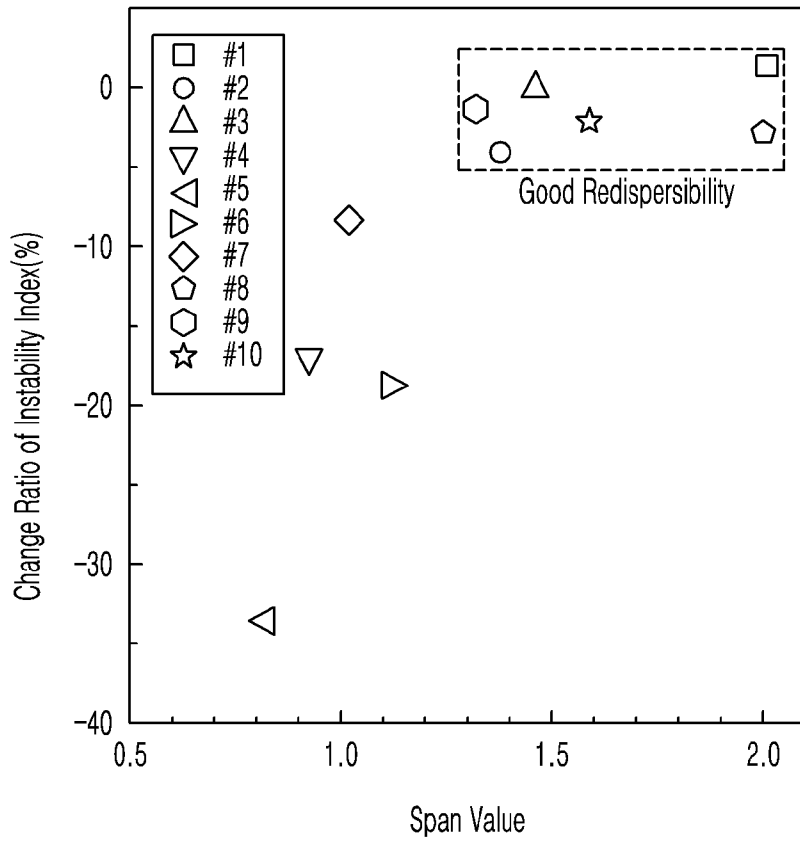
[도3]



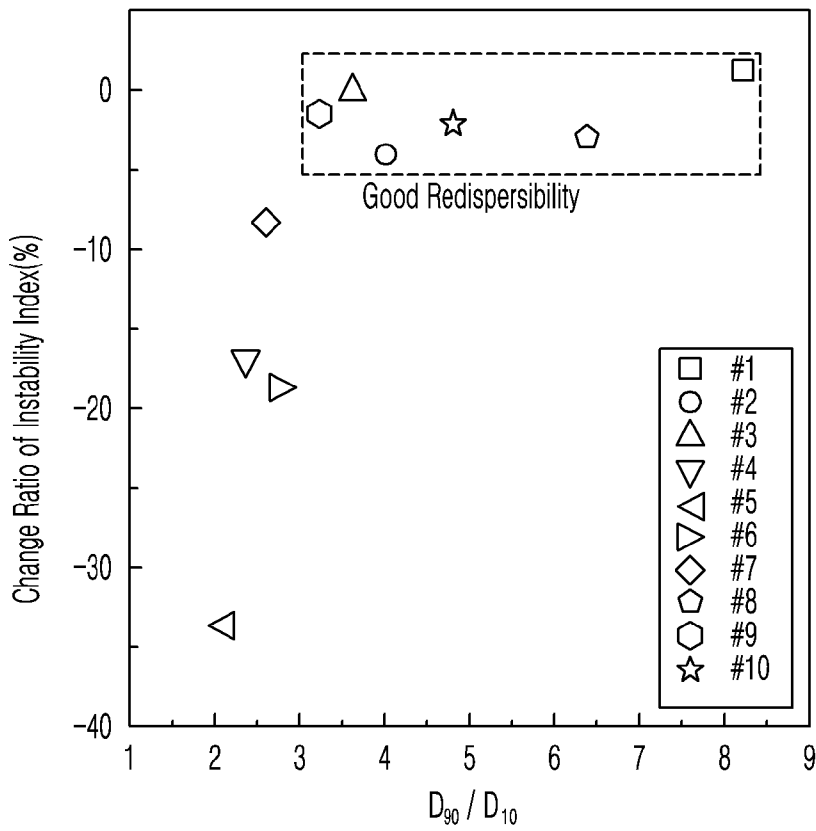
[도4]



[도5]



[도6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/004627

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*H01F 1/44(2006.01)i, H01F 1/147(2006.01)i, H01F 1/20(2006.01)i, G01N 15/02(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F 1/44; H01F 1/28; H01F 1/34; C01G 49/00; H01F 1/147; H01F 1/20; G01N 15/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: magneto-rheological, MR fluid, span, diameter, particle size, solid content, magnetic particle, redistribution, additive, infrared ray, centrifugation, dispersant

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2008-0079472 A (SMARTRONIX CO., LTD.) 01 September 2008 See paragraphs [0007], [0021]-[0025], [0031] and claim 1.	1-6
A		7-10
Y	KR 10-2008-0112703 A (SMARTRONIX CO., LTD.) 26 December 2008 See paragraphs [0018], [0023] and claim 1.	1-6
A	BAEK, Dae-Sung et al., "A Study on Physical Properties of MR Fluid by Chemical Composition", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 2013, vol. 14, no. 10, pp. 4747-4752 See page 4750 and figures 10-12.	1-10
A	LEE, Seok-Hyun et al., "A Study on Physical Properties of MR Fluid by Chemical Composition", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 2013, vol. 14, no. 8, pp. 3611-3616 See page 3612.	1-10
A	JP 2002-246221 A (NEC TOKIN CORP.) 30 August 2002 See paragraphs [0005], [0006] and claims 1, 2.	1-10

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 JULY 2017 (24.07.2017)

Date of mailing of the international search report

25 JULY 2017 (25.07.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2017/004627**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2008-0079472 A	01/09/2008	KR 10-0884305 B1	18/02/2009
KR 10-2008-0112703 A	26/12/2008	KR 10-0932225 B1	16/12/2009
JP 2002-246221 A	30/08/2002	NONE	

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> <b>H01F 1/44(2006.01)i, H01F 1/147(2006.01)i, H01F 1/20(2006.01)i, G01N 15/02(2006.01)i</b>		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01F 1/44; H01F 1/28; H01F 1/34; C01G 49/00; H01F 1/147; H01F 1/20; G01N 15/02 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 자기유변, MR유체, 스핀, 직경, 입도, 고품분, 자성입자, 제분산, 첨가제, 적외선, 원심분리, 분산제		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2008-0079472 A ((주)스마트로닉스) 2008.09.01 단락 [0007], [0021]-[0025], [0031] 및 청구항 1 참조.	1-6
A		7-10
Y	KR 10-2008-0112703 A ((주)스마트로닉스) 2008.12.26 단락 [0018], [0023] 및 청구항 1 참조.	1-6
A	백대성 등, MR 유체의 화학적 조성에 따른 물리특성 실험연구, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 2013, vol. 14, no. 10, pp. 4747-4752 페이지 4750 및 도면 10-12 참조.	1-10
A	이석현 등, MR 유체의 자기유동 특성에 대한 실험연구, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 2013, vol. 14, no. 8, pp. 3611-3616 페이지 3612 참조.	1-10
A	JP 2002-246221 A (NEC TOKIN CORP.) 2002.08.30 단락 [0005], [0006] 및 청구항 1, 2 참조.	1-10
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2017년 07월 24일 (24.07.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 07월 25일 (25.07.2017)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 황찬윤 전화번호 +82-42-481-3347	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2008-0079472 A	2008/09/01	KR 10-0884305 B1	2009/02/18
KR 10-2008-0112703 A	2008/12/26	KR 10-0932225 B1	2009/12/16
JP 2002-246221 A	2002/08/30	없음	