



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0052170
(43) 공개일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01F 1/44 (2006.01) G02B 5/08 (2006.01)

H01F 7/02 (2006.01) H01F 7/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01F 1/44 (2013.01)

G02B 5/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0154291

(22) 출원일자 2015년11월04일

심사청구일자 2015년11월04일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

윤광석

서울특별시 서초구 잠원동 신반포로23길 41 (신반포2차아파트) 109동 106호

유선옥

서울특별시 성북구 성북로8다길 48-6 1층 (성북동)

(74) 대리인

신진현

전체 청구항 수 : 총 10 항

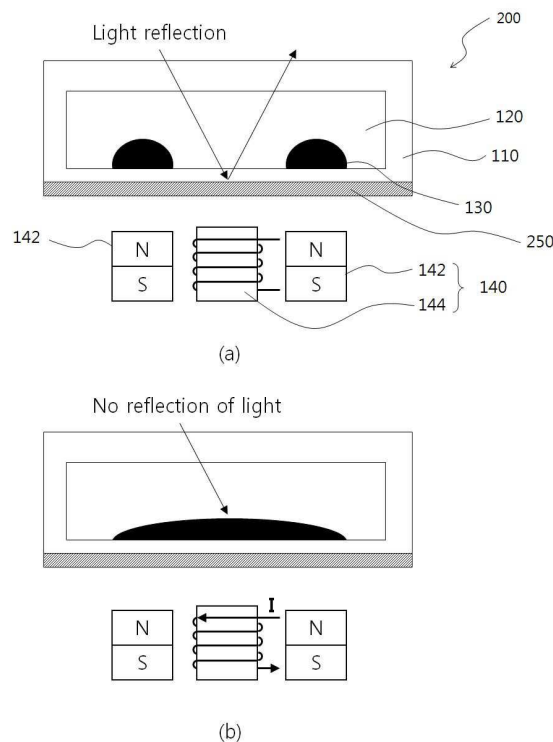
(54) 발명의 명칭 자성유체 장치 및 자성유체를 이용한 반사 장치

(57) 요약

자성유체 장치 및 자성유체를 이용한 반사 장치가 개시된다. 일 실시 예에 있어서, 상기 자성유체 장치는 내부 공간을 가지는 하우징, 상기 하우징 내부에 배치되는 액체, 적어도 일부가 상기 액체 내부에 배치되며 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체 및 상기 하우징 외부에 배치되며 상기 자성유체에 전자기력을 인가하는 자석부를

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



포함한다. 상기 자석부의 상기 전자기력의 변화에 따라 상기 자성유체의 형상이 변화한다.

다른 실시 예에 있어서, 상기 자성유체를 이용한 반사 장치는 내부 공간을 가지는 하우징, 상기 하우징 내부에 배치되는 액체, 적어도 일부가 상기 액체 내부에 배치되며 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체, 상기 하우징 외부에 배치되며 상기 자성유체에 전자기력을 인가하는 자석부 및 상기 자성유체와 상기 자석부 사이에 위치하도록 상기 하우징에 배치되는 빛을 반사할 수 있는 반사층을 포함한다. 상기 자석부의 상기 전자기력의 변화에 따라 상기 자성유체의 형상이 변화하여 상기 자성유체의 상부에서 하부 방향으로 바라볼 때 외부로 노출되는 상기 반사층의 표면적이 변화한다.

(52) CPC특허분류

H01F 1/447 (2013.01)

H01F 7/02 (2013.01)

H01F 7/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

내부 공간을 가지는 하우징;
 상기 하우징 내부에 배치되는 액체;
 적어도 일부가 상기 액체 내부에 배치되며, 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체; 및
 상기 하우징 외부에 배치되며, 상기 자성유체에 전자기력을 인가하는 자석부를 포함하되,
 상기 자석부의 상기 전자기력의 변화에 따라 상기 자성유체의 형상이 변화하는 자성유체 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 액체에 주입되는 양친매성(amphiphilic)을 갖는 첨가제를 더 포함하되,
 상기 첨가제는 상기 자성유체와 결합하여 상기 자성유체가 상기 하우징의 내면과 접하는 접촉부에서 발생하는 정지마찰력(stiction force)을 감소시켜 상기 전자기력의 변화에 따른 상기 자성유체의 상기 형상의 변화 과정에서 상기 정지마찰력에 의하여 상기 접촉부에 잔류하는 상기 자성유체의 양을 감소시키는 자성유체 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 자석부는 서로 이격되어 배치되는 제1자석부와 제2자석부를 포함하며,
 상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 각각 영구자석 및 외부전원에 의하여 자기력을 생성하는 전자석을 포함하
 되,
 상기 전자기력은 상기 외부전원의 인가여부에 따라 상기 영구자석에 의하여 제공되거나, 상기 영구자석 및 상기
 전자석에 의하여 제공되며,
 상기 외부전원이 상기 전자석에 인가될 때 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되는 상기 전자기력은
 상기 자성유체에 작용하는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 작용하는 제1전자기력을 포함하며,
 상기 제1전자기력은 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 세기가 변화함으로써 상기 외부전원의 상기 인가여
 부에 따라 상기 자성유체의 형상을 속이 찬 형상에서 속이 빈 환형의 형상으로 변화시키거나, 속이 빈 환형의
 형상에서 속이 찬 형상으로 변화시키는 자성유체 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 제1자석부는 환형의 형상을 가지는 영구자석을 포함하며,
 상기 제2자석부는 상기 제1자석부 내부에 배치되는 전자석을 포함하되,
 상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 상기 영구자석의 자극 및 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성
 하는 자극이 상기 자성유체를 대향하도록 상기 하우징 외부에 배치되며,
 상기 자성유체에 대향하는 상기 영구자석의 자극과 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 상기 자
 극은 서로 다른 극성을 가지는 자성유체 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 하우징 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 친수성, 친수성 및 소수성을 가지거나, 상기 하우징의 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 소수성, 소수성 및 친수성을 가져 상기 자성유체가 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체 장치.

청구항 6

내부 공간을 가지는 하우징;

상기 하우징 내부에 배치되는 액체;

적어도 일부가 상기 액체 내부에 배치되며, 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체;

상기 하우징 외부에 배치되며, 상기 자성유체에 전자기력을 인가하는 자석부; 및

상기 자성유체와 상기 자석부 사이에 위치하도록 상기 하우징에 배치되는 빛을 반사할 수 있는 반사층을 포함하되,

상기 자석부의 상기 전자기력의 변화에 따라 상기 자성유체의 형상이 변화하여 상기 자성유체의 상부에서 하부 방향으로 바라볼 때 외부로 노출되는 상기 반사층의 표면적이 변화하는 자성유체를 이용한 반사 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 자석부는 서로 이격되어 배치되는 제1자석부와 제2자석부를 포함하며,

상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 각각 영구자석 및 외부전원에 의하여 자기력을 생성하는 전자석을 포함하되,

상기 전자기력은 상기 외부전원의 인가여부에 따라 상기 영구자석에 의하여 제공되거나, 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되며,

상기 외부전원이 상기 전자석에 인가될 때 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되는 상기 전자기력은 상기 자성유체에 작용하는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 작용하는 제1전자기력을 포함하며,

상기 제1전자기력은 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 세기가 변화함으로써 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 상기 자성유체의 형상을 속이 찬 형상에서 속이 빈 환형의 형상으로 변화시키거나, 속이 빈 환형의 형상에서 속이 찬 형상으로 변화시킴으로써 상기 외부로 노출되는 상기 반사층의 상기 표면적이 변화하는 자성유체를 이용한 반사 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1자석부는 환형의 형상을 가지는 영구자석을 포함하며,

상기 제2자석부는 상기 제1자석부 내부에 배치되는 전자석을 포함하되,

상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 상기 영구자석의 자극 및 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 자극이 상기 자성유체를 대향하도록 상기 하우징 외부에 배치되며,

상기 자성유체에 대향하는 상기 영구자석의 자극과 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 상기 자극은 서로 다른 극성을 가지는 자성유체를 이용한 반사 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 액체에 주입되는 양친매성(amphiphilic)을 갖는 첨가제를 더 포함하되,

상기 반사층은 상기 하우징 외면 또는 경계벽 내부에 배치되어 상기 액체 및 상기 자성유체와 직접 접촉하지 아니하며,

상기 첨가제는 상기 자성유체와 결합하여 상기 자성유체가 상기 하우징의 내면과 접하는 접촉부에서 발생하는

정지마찰력(stiction force)을 감소시켜 상기 전자기력의 변화에 따른 상기 자성유체의 상기 형상의 변화 과정에서 상기 정지마찰력에 의하여 상기 접촉부에 잔류하는 상기 자성유체의 양을 감소시키는 자성유체를 이용한 반사 장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 하우징 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 친수성, 친수성 및 소수성을 가지거나, 상기 하우징의 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 소수성, 소수성 및 친수성을 가져 상기 자성유체가 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체를 이용한 반사 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 명세서에서 개시하는 기술은 자성유체를 이용한 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자기장의 변화에 따라 자성유체의 형상이 변화하는 자성유체 장치 및 이를 이용한 반사 장치에 관한 것이다.
- [0002] 본 연구는 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원사업 (과제번호 : 2013R1A2A2A03016489)과 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업 (과제번호 : IITP-2015-H8501-15-1010)의 연구결과로 수행되었습니다.

배경 기술

- [0003] 자성유체(ferrofluid)는 지용액 기반 또는 수용액 기반의 액체에 함유된 나노파티클 형상의 자석을 의미한다. 따라서 자성유체는 외부에서 인가되는 영구자석이나 전자석에 의하여 생성되는 자기장을 사용하여 쉽게 자화(magnetized)시키거나 작동(actuated)시킬 수 있다.
- [0004] 최근에 자성유체는 자성유체의 불투명성, 어두운 색상 등의 광학적 특성 및 자기장에 의하여 쉽게 작동 가능한 자기적 특성에 기반하여 광학소자로 많이 사용되고 있는 추세이다. 하지만, 인가되는 자기장에 대한 자성유체의 느린 응답속도는 광학분야에 적용되는 액츄에이터(actuator)로서 자성유체를 사용하기에 문제점으로 작용하고 있다. 또한, 인가되는 자기장에 대한 자성유체의 이동과정에서 자성유체와 접하는 경계면에 자성유체의 잔존물(residue)이 남게 되는 문제점이 있다.
- [0005] 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치 및 자성유체를 이용한 반사 장치는 자성유체의 느린 응답속도를 개선하는 장점을 가지며, 자성유체의 이동과정에서 자성유체와 접하는 하우징이 표면에 잔존하는 잔존물의 양을 줄이거나 제거한다는 점에서 종래 기술과 차별성을 갖는다.
- [0006] 자성유체를 이용한 장치로는 한국공개특허 KR 10-2015-0060326 “전자기력으로 구동되는 자성유체 장치”, 한국공개특허 KR 10-2002-0019744 “자성유체를 이용한 광스위치” 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 명세서에서 개시하는 기술은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 도출된 것으로서, 본 명세서에서는 서로 혼합되지 아니하는 액체와 자성유체를 사용하여 자성유체의 응답속도를 개선할 수 있고, 양친매성 첨가제를 사용하여 잔존물을 최소화할 수 있는 자성유체 장치 및 자성유체를 이용한 반사 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일 실시 예에 있어서, 자성유체 장치가 개시(disclosure)된다. 상기 자성유체 장치는 내부 공간을 가지는 하우징, 상기 하우징 내부에 배치되는 액체, 적어도 일부가 상기 액체 내부에 배치되며 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체 및 상기 하우징 외부에 배치되며 상기 자성유체에 전자기력을 인가하는 자석부를 포함한다. 상기 자석부의 상기 전자기력의 변화에 따라 상기 자성유체의 형상이 변화한다.
- [0009] 상기 자성유체 장치는 상기 액체에 주입되는 양친매성(amphiphilic)을 갖는 첨가제를 더 포함한다. 상기 첨가제는 상기 자성유체와 결합하여 상기 자성유체가 상기 하우징의 내면과 접하는 접촉부에서 발생하는 정지마찰력

(stiction force)을 감소시켜 상기 전자기력의 변화에 따른 상기 자성유체의 상기 형상의 변화 과정에서 상기 정지마찰력에 의하여 상기 접촉부에 잔류하는 상기 자성유체의 양을 감소시킬 수 있다.

[0010] 상기 자석부는 서로 이격되어 배치되는 제1자석부와 제2자석부를 포함한다. 상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 각각 영구자석 및 외부전원에 의하여 자기력을 생성하는 전자석을 포함한다. 상기 전자기력은 상기 외부전원의 인가여부에 따라 상기 영구자석에 의하여 제공되거나, 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공될 수 있다. 상기 외부전원이 상기 전자석에 인가될 때 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되는 상기 전자기력은 상기 자성유체에 작용하는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 작용하는 제1전자기력을 포함한다. 상기 제1전자기력은 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 세기가 변화함으로써 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 상기 자성유체의 형상을 속이 찬 형상에서 속이 빈 환형의 형상으로 변화시키거나, 속이 빈 환형의 형상에서 속이 찬 형상으로 변화시킬 수 있다.

[0011] 상기 제1자석부는 환형의 형상을 가지는 영구자석을 포함한다. 상기 제2자석부는 상기 제1자석부 내부에 배치되는 전자석을 포함할 수 있다. 상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 상기 영구자석의 자극 및 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 자극이 상기 자성유체를 대향하도록 상기 하우징 외부에 배치될 수 있다. 상기 자성유체에 대향하는 상기 영구자석의 자극과 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 상기 자극은 서로 다른 극성을 가진다.

[0012] 상기 하우징 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 친수성, 친수성 및 소수성을 가지거나, 상기 하우징의 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 소수성, 소수성 및 친수성을 가져 상기 자성유체가 상기 액체와 혼합되지 아니할 수 있다.

[0013] 다른 실시 예에 있어서, 자성유체를 이용한 반사 장치가 개시된다. 상기 자성유체를 이용한 반사 장치는 내부 공간을 가지는 하우징, 상기 하우징 내부에 배치되는 액체, 적어도 일부가 상기 액체 내부에 배치되며 상기 액체와 혼합되지 아니하는 자성유체, 상기 하우징 외부에 배치되며 상기 자성유체에 전자기력을 인가하는 자석부 및 상기 자성유체와 상기 자석부 사이에 위치하도록 상기 하우징에 배치되는 빛을 반사할 수 있는 반사층을 포함한다. 상기 자석부의 상기 전자기력의 변화에 따라 상기 자성유체의 형상이 변화하여 상기 자성유체의 상부에서 하부 방향으로 바라볼 때 외부로 노출되는 상기 반사층의 표면적이 변화한다.

[0014] 상기 자석부는 서로 이격되어 배치되는 제1자석부와 제2자석부를 포함할 수 있다. 상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 각각 영구자석 및 외부전원에 의하여 자기력을 생성하는 전자석을 포함할 수 있다. 상기 전자기력은 상기 외부전원의 인가여부에 따라 상기 영구자석에 의하여 제공되거나, 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공된다. 상기 외부전원이 상기 전자석에 인가될 때 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되는 상기 전자기력은 상기 자성유체에 작용하는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 작용하는 제1전자기력을 포함한다. 상기 제1전자기력은 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 세기가 변화함으로써 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 상기 자성유체의 형상을 속이 찬 형상에서 속이 빈 환형의 형상으로 변화시키거나, 속이 빈 환형의 형상에서 속이 찬 형상으로 변화시킴으로써 상기 외부로 노출되는 상기 반사층의 상기 표면적이 변화할 수 있다.

[0015] 상기 제1자석부는 환형의 형상을 가지는 영구자석을 포함하며, 상기 제2자석부는 상기 제1자석부 내부에 배치되는 전자석을 포함할 수 있다. 상기 제1자석부 및 상기 제2자석부는 상기 영구자석의 자극 및 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 자극이 상기 자성유체를 대향하도록 상기 하우징 외부에 배치될 수 있다. 상기 자성유체에 대향하는 상기 영구자석의 자극과 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 상기 자극은 서로 다른 극성을 가질 수 있다.

[0016] 상기 자성유체를 이용한 반사 장치는 상기 액체에 주입되는 양친매성(amphiphilic)을 갖는 첨가제를 더 포함할 수 있다. 상기 반사층은 상기 하우징 외면 또는 경계벽 내부에 배치되어 상기 액체 및 상기 자성유체와 직접 접촉하지 아니하며, 상기 첨가제는 상기 자성유체와 결합하여 상기 자성유체가 상기 하우징의 내면과 접하는 접촉부에서 발생하는 정지마찰력(stiction force)을 감소시켜 상기 전자기력의 변화에 따른 상기 자성유체의 상기 형상의 변화 과정에서 상기 정지마찰력에 의하여 상기 접촉부에 잔류하는 상기 자성유체의 양을 감소시킬 수 있다.

[0017] 상기 하우징 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 친수성, 친수성 및 소수성을 가지거나, 상기 하우징의 내면, 상기 액체 및 상기 자성유체는 각각 소수성, 소수성 및 친수성을 가져 상기 자성유체가 상기 액체와 혼합되지 아니할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치는 서로 혼합되지 아니하는 액체와 자성유체를 사용하여 자성유체의 응답 속도를 개선할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치는 양친매성 첨가제를 사용하여 전자기력에 응답하여 자성유체가 이동하는 과정에서 초기 위치에 잔류하는 잔존물을 최소화할 수 있다.
- [0020] 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치는 서로 혼합되지 아니하는 액체와 자성유체를 사용하여 자성유체의 응답속도를 개선함으로써 전자기력에 응답하여 외부로 노출되는 반사층의 노출속도를 향상시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치는 양친매성 첨가제를 사용하여 전자기력에 응답하여 자성유체가 이동하는 과정에서 초기 위치에 잔류하는 잔존물을 최소화할 수 있어 반사층의 반사면의 오염을 최소화할 수 있다.
- [0022] 전술한 내용은 이후보다 자세하게 기술되는 사항에 대해 간략화된 형태로 선택적인 개념만을 제공한다. 본 내용은 특허 청구 범위의 주요 특징 또는 필수적 특징을 한정하거나, 특허청구범위의 범위를 제한할 의도로 제공되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치를 반도체 공정을 이용하여 제작한 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 도 3의 방식으로 실제 제작된 자성유체를 이용한 반사 장치의 동작 모습 및 특성을 보여주는 도면이다.
- 도 5 내지 도 7은 첨가제로서의 PVA의 기능을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 본 명세서에 개시된 실시 예들을 도면을 참조하여 상세하게 설명하고 자 한다. 본문에서 달리 명시하지 않는 한, 도면의 유사한 참조번호들은 유사한 구성요소들을 나타낸다. 상세한 설명, 도면들 및 청구항들에서 상술하는 예시적인 실시 예들은 한정을 위한 것이 아니며, 다른 실시 예들이 이용될 수 있으며, 여기서 개시되는 기술의 사상이나 범주를 벗어나지 않는 한 다른 변경들도 가능하다. 당업자는 본 개시의 구성요소들, 즉 여기서 일반적으로 기술되고, 도면에 기재되는 구성요소들을 다양하게 다른 구성으로 배열, 구성, 결합, 도안할 수 있으며, 이것들의 모두는 명백하게 고안되어지며, 본 개시의 일부를 형성하고 있음을 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 도면에서 여러 층(또는 막), 영역 및 형상을 명확하게 표현하기 위하여 구성요소의 폭, 길이, 두께 또는 형상 등은 과장되어 표현될 수도 있다. 일 구성요소가 다른 구성요소 "에 배치" 이라고 언급되는 경우, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접 배치되는 경우는 물론, 이들 사이에 추가적인 구성요소가 개재되는 경우도 포함할 수 있다.
- [0025] 일 구성요소가 다른 구성요소 "에 배치"라고 언급되는 경우, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접 배치되는 경우는 물론, 이들 사이에 추가적인 구성요소가 개재되는 경우도 포함할 수 있다.
- [0026] 일 구성요소가 다른 구성요소 "에 연결" 이라고 언급되는 경우, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접 연결되는 경우는 물론, 이들 사이에 추가적인 구성요소가 개재되는 경우도 포함할 수 있다.
- [0027] 개시된 기술에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시 예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시 예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시 예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0028] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이

존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0029] 여기서 사용된 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 개시된 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.
- [0030] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치 및 자성유체를 이용한 반사 장치의 구조 및 동작을 설명하기로 한다.
- [0031] 도 1은 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 1의 (a)는 외부전원이 인가되기 전의 자성유체 장치의 모습이며, (b)는 외부전원이 인가된 후의 자성유체 장치의 모습이다. 도 2는 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 2의 (a)는 외부전원이 인가되기 전의 자성유체를 이용한 반사 장치의 모습이며, (b)는 외부전원이 인가된 후의 자성유체를 이용한 반사 장치의 모습이다. 도 3은 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치를 반도체 공정을 이용하여 제작한 일례를 설명하기 위한 도면이다. 도 3의 (a)는 외부전원이 인가되기 전의 자성유체를 이용한 반사 장치의 단면도이며, (b)는 상부에서 본 모습이며, (c)는 외부전원이 인가된 후의 자성유체를 이용한 반사 장치의 단면도이며, (d)는 상부에서 본 모습이다. 도 4는 도 3의 방식으로 실제 제작된 자성유체를 이용한 반사 장치의 동작 모습 및 특성을 보여주는 도면이다. 도 5 내지 도 7은 첨가제로서의 PVA의 기능을 보여주는 도면이다.
- [0032] 먼저 도 1을 참조하여 자성유체 장치의 구조 및 동작을 설명하기로 한다. 도 1을 참조하면, 자성유체 장치(100)는 하우징(110), 액체(120), 자성유체(130) 및 자석부(140)를 포함한다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 자성유체 장치(100)는 선택적으로(optionally) 첨가제(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 하우징(110)은 내부 공간을 가진다. 일례로, 하우징(110)은 광투과성의 재질을 가질 수 있으며, 후술하는 자성유체(130)의 동작에 따라 하우징(110)은 광의 이동경로로서의 기능을 수행할 수 있다. 상기 광투과성의 재질로는 고분자화합물 등이 사용될 수 있다.
- [0034] 액체(120)는 하우징(110) 내부에 배치된다. 액체(120)는 자성유체(130)의 종류에 따라 대응되는 액체가 사용될 수 있다. 예를 들면, 자성유체(130)로서 소수성 기반의 자성유체(130)가 사용될 경우 액체(120)는 친수성 기반의 액체가 사용될 수 있다. 다르게는, 자성유체(130)로서 친수성 기반의 자성유체(130)가 사용될 경우 액체(120)는 소수성 기반의 액체가 사용될 수 있다. 친수성 기반의 액체는 물 또는 수용액 등일 수 있고, 소수성 기반의 액체는 오일 등일 수 있다.
- [0035] 도면에는 하우징(110)으로서 상면이 닫힌 형상의 하우징(110)이 예로서 표현되어 있다. 이는 전자기력에 의해 자성유체(130)가 액체(120) 내부에서 움직이는 과정에서 액체(120)가 요동함에 따라 하우징(110) 외부로 액체(120)가 넘치는 것을 방지하기 위한 구조이다. 하우징(110) 외부로 액체(120)의 범람이 문제되지 않을 경우 하우징(110)은 상면이 개방된 구조를 가질 수도 있다.
- [0036] 자성유체(ferrofluid, 130)는 적어도 일부가 액체(120) 내부에 배치되며, 액체(120)와 혼합되지 아니한다. 자성유체(130)는 지용액 기반 또는 수용액 기반의 액체에 함유된 나노파티클 형상의 자석을 의미한다. 다르게는, 자성유체(130)는 친수성 기반(예를 들면, 수용액) 또는 소수성 기반의 액체(예를 들면, 오일)에 함유된 나노파티클 형상의 자석을 의미할 수 도 있다. 따라서 자성유체(130)는 외부에서 인가되는 영구자석이나 전자석에 의하여 생성되는 자기장을 사용하여 쉽게 자화(magnetized)시키거나 작동(actuated)될 수 있다.
- [0037] 자석부(140)는 하우징(110) 외부에 배치되며, 자성유체(130)에 전자기력을 인가한다. 자성유체(130)는 자석부(140)의 상기 전자기력의 변화에 따라 형상이 변화한다.
- [0038] 일 실시 예에 있어서, 자석부(140)는 서로 이격되어 배치되는 제1자석부(142)와 제2자석부(144)를 포함할 수 있다. 제1자석부(142) 및 제2자석부(144)는 각각 영구자석 및 외부전원에 의하여 자기력을 생성하는 전자석을 포함할 수 있다. 이 경우, 자석부(140)가 인가하는 상기 전자기력은 상기 외부전원의 인가여부에 따라 상기 영구자석에 의하여 제공되거나, 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공될 수 있다. 상기 외부전원이 상기 전자석에 인가될 때 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되는 상기 전자기력은 자성유체(130)에 작용하는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 작용하는 제1전자기력(미도시)을 포함할 수 있다. 상기 제1전자기력은 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 세기가 변화함으로써 도 3의 (b)와 (d)에서 예로서 표현한 바와 같이 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 자성유체(130)의 형상을 속이 찬 형상에서 속이 빈 환형의 형상으로 변화

시키거나, 속이 빈 환형의 형상에서 속이 찬 형상으로 변화시킬 수 있다.

[0039] 일례로, 제1자석부(142)는 환형의 형상을 가지는 영구자석을 포함하며, 제2자석부(144)는 제1자석부(142) 내부에 배치되는 전자석을 포함할 수 있다. 상기 전자석으로는 솔레노이드 타입의 전자석이 예로서 사용될 수 있다. 제1자석부(142) 및 제2자석부(144)는 상기 영구자석의 자극 및 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 자극이 자성유체(130)를 대향하도록 하우징(130) 외부에 배치될 수 있다. 이 경우, 자성유체(130)에 대향하는 상기 영구자석의 자극과 상기 외부전원이 인가될 때 상기 전자석이 생성하는 상기 자극은 서로 다른 극성을 가질 수 있다. 이를 통하여 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 자성유체(130)의 형상을 속이 찬 형상에서 속이 빈 환형의 형상으로 변화시키거나, 속이 빈 환형의 형상에서 속이 찬 형상으로 변화시킬 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 상기한 예시 이외에 제1자석부(142) 및 제2자석부(144)의 위치를 변경하고, 외부전원을 인가함으로써 자성유체(130)가 다양한 형상을 가지도록 할 수 있다.

[0040] 자석부(140)의 동작을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 도 1의 (a)와 같이 제2자석부(144)에 상기 외부전원이 인가되기 전 즉, 전자석에 전류(I)가 인가되기 전에는 자성유체(130)는 제1자석부(142)의 영구자석이 생성하는 자기장에 의하여 영구자석이 위치한 방향으로 모이게 된다. 영구자석이 도면에 예로서 도시한 바와 같이 환형일 경우에는 자성유체(130)는 내부가 빈 환형의 형상으로 제1자석부(142) 주위로 모이게 된다. 이를 통하여 도 3의 (b)에 도시한 바와 같이 자성유체(130)의 내부에는 개구부(opening)이 형성된다. 상기 개구부는 외부에서 인가되는 광의 채널 역할을 할 수도 있고, 도 2와 관련된 구조물의 경우에는 반사면 즉, 거울의 역할을 할 수 있다. 물론, 영구자석의 형상을 변경할 경우 자성유체(130)는 변경된 영구자석의 상기 형상에 대응하는 형상을 가질 수도 있다.

[0041] 이후, 도 1의 (b)와 같이 제2자석부(144)에 상기 외부전원이 인가되면 즉, 전자석에 전류(I)가 인가되면 영구자석과 전자석 간에 자기장이 형성되며, 자성유체(130)는 영구자석과 전자석 간에 형성되는 상기 자기장에 의하여 이동하게 된다. 이때, 도 1의 (b)에 예로서 도시한 바와 같이 자성유체(130)를 향하는 영구자석 자극과 전자석의 자극이 서로 반대 극성을 가질 수 있다. 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되는 전자기력은 자성유체(130)에 작용하는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 작용하는 상기 제1전자기력을 포함할 수 있다. 이에 따라 자성유체(130)는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 이동하게 되어 도 3의 (d)에 예로서 도시한 바와 같이 개구부를 닫게 된다. 즉, 전자석에 인가되는 상기 외부전원의 인가여부에 따라 자성유체(130)는 상기 개구부를 생성하거나 상기 개구부를 닫게 된다. 이를 통하여 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치(100)는 상기 외부전원에 인가여부를 조정함으로써 자성유체(130)에 단속적으로 또는 주기적으로 개폐되는 상기 개구부를 생성할 수 있다. 상기 개구부는 외부에서 인가되는 광을 단속적으로 또는 주기적으로 개폐하는 채널 역할을 할 수도 있고, 도 2와 관련된 구조물의 경우에는 반사면 즉, 단속적으로 또는 주기적으로 개폐되는 거울의 역할을 할 수 있다.

[0042] 액체(120)에는 양친매성(amphiphilic)을 갖는 첨가제(미도시)가 포함될 수 있다. 상기 첨가제는 예로서 PVA(polyvinyl alcohol)일 수 있다. 상기 첨가제는 자성유체(130)와 결합하여 자성유체(130)가 하우징(110)의 내면과 접하는 접촉부에서 발생하는 정지마찰력(stiction force)을 감소시켜 상기 전자기력의 변화에 따른 자성유체(130)의 상기 형상의 변화 과정에서 상기 정지마찰력에 의하여 상기 접촉부에 잔류하는 자성유체(130)의 양을 감소시키거나 제거하는 기능을 수행할 수 있다.

[0043] 양친매성은 일반적으로 친수성원자단과 소수성원자단을 함께 지니는 분자가 나타내는 성질을 말한다. 양친매성이란 극성, 비극성 용매에 대해 2가지 성질 모두에 친화성을 갖는 상태 또는 성질을 의미한다. 계면활성제나 막물질인 극성물질은 한 끝에는 극성기, 다른 끝에는 소수기를 가진 분자로 양친매성을 갖고 수용액 중에서 미셀을 형성하는 특징이 있다. 해리기가 극성을 갖는다고는 하지만 비극성기가 있기 때문에 이들의 양친매성 분자는 물에는 잘 녹지 않는다. 그러나 농도가 어느 한계농도(임계미셀농도, CMC) 이상이 되면 소수적인 상호작용에 의해 소수기가 집합하여 친수기가 표면에 오는 미셀이 생겨 용해성이 증가한다. 소수결합의 성질로 보아 온도가 상승하면 미셀형성이 용이하게 된다. 양친매성인 점에서 비극성용매 내에서는 비극성기를 표면으로 한 수적성(水滴性)의 미셀이 생긴다. 극성기에는 황산기, 인산기 등의 해리기에서 중성친수기의 당사슬 등 여러 가지가 있고, 또 소수기에는 곧은사슬탄수화물사슬이 있다. 탄소수소사슬의 길이와 개수에 따라, 소수성이 달라지고, 소수적 상호작용의 정도, 나아가서는 포스파티딜세린, 포스파티딜콜린 등의 막물질이 그의 예가 될 수 있다.

[0044] 한편, 자성유체 장치(100)는 하우징(110) 내부에 배치되는 액체(120) 내부에서 액체(120)와 혼합되지 아니하면서 자석부(140)가 제공하는 전자기력의 변화에 따라 자성유체(130)의 형상이 용이하게 변형될 수 있도록 아래와 같은 성질을 가지는 하우징(110), 액체(120) 및 자성유체(130)로 구성될 수 있다.

- [0045] 즉, 자성유체 장치(100)에 포함되는 하우징(110) 내면, 액체(120) 및 자성유체(130)는 각각 친수성, 친수성 및 소수성을 가지거나, 하우징(110) 내면, 액체(120) 및 자성유체(130)는 각각 소수성, 소수성 및 친수성을 가져 자성유체(130)가 액체(120)와 혼합되지 아니하고 자석부(140)가 제공하는 전자기력의 변화에 따라 자성유체(130)의 형상이 용이하게 변형될 수 있도록 할 수 있다. 다시 말하면, 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치(100)는 서로 혼합되지 아니하는 액체(120)와 자성유체(130)를 사용하여 자석부(140)에 인가되는 상기 외부전원에 의하여 생성되는 전자기력에 대한 자성유체(130)의 응답속도를 개선할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치(100)는 액체(120)에 주입되는 양친매성 첨가제를 사용함으로써 상기 외부전원에 의하여 생성되는 전자기력에 응답하여 자성유체(130)가 이동하는 과정에서 초기 위치에 잔류하는 잔존물을 최소화할 수 있다.
- [0046] 도 2를 참조하여 자성유체를 이용한 반사 장치(200)의 구조 및 동작을 설명하기로 한다. 도 2를 참조하면, 자성유체를 이용한 반사 장치(200)는 하우징(110), 액체(120), 자성유체(130), 자석부(140) 및 반사층(250)을 포함한다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 자성유체를 이용한 반사 장치(200)는 선택적으로 첨가제(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0047] 하우징(110), 액체(120), 자성유체(130), 자석부(140) 및 상기 첨가제는 도 1과 관련하여 상술한 바 이에 대한 자세한 설명은 설명의 편의상 생략하기로 한다.
- [0048] 반사층(250)은 자성유체(130)와 자석부(140) 사이에 위치하도록 하우징(110)에 배치되어 외부에서 제공되는 빛을 반사할 수 있다. 반사층(250)의 소재로는 금속, 금속화합물 등이 사용될 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 빛을 반사할 수 있는 한 사용할 수 있는 소재에는 제한이 없다. 자석부(140)의 전자기력의 변화에 따라 자성유체(130)의 형상이 변화하여 자성유체(130)의 상부에서 하부 방향으로 바라볼 때 외부로 노출되는 반사층(250)의 표면적이 변화할 수 있다. 도 2에는 자석부(140)와 대향하는 하우징(110)의 외면에 배치된 반사층(250)이 예로서 표현되어 있다. 도 3에는 자석부(140)와 대향하는 하우징(110)의 경계벽 내부에 배치된 반사층(250)이 예로서 표현되어 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서, 자석부(140)가 제공하는 전자기력에 의하여 이동하는 자성유체(130)의 움직임에 영향을 주지 않고, 외부에서 제공되는 빛을 반사할 수 있는 한 반사층(250)의 위치에는 제한이 없다.
- [0049] 자석부(140)는 하우징(110) 외부에 배치되며, 자성유체(130)에 전자기력을 인가한다. 자성유체(130)는 자석부(140)의 상기 전자기력의 변화에 따라 형상이 변화한다. 일 실시 예에 있어서, 자석부(140)는 서로 이격되어 배치되는 제1자석부(142)와 제2자석부(144)를 포함할 수 있다. 제1자석부(142) 및 제2자석부(144)는 각각 영구자석 및 외부전원에 의하여 자기력을 생성하는 전자석을 포함할 수 있다. 이 경우, 자석부(140)가 인가하는 상기 전자기력은 상기 외부전원의 인가여부에 따라 상기 영구자석에 의하여 제공되거나, 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공될 수 있다. 상기 외부전원이 상기 전자석에 인가될 때 상기 영구자석 및 상기 전자석에 의하여 제공되는 상기 전자기력은 자성유체(130)에 작용하는 중력 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 작용하는 제1 전자기력(미도시)을 포함할 수 있다. 상기 제1전자기력은 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 세기가 변화함으로써 도 3의 (b)와 (d)에서 예로서 표현한 바와 같이 상기 외부전원의 상기 인가여부에 따라 자성유체(130)의 형상을 속이 찬 형상에서 속이 빈 환형의 형상으로 변화시키거나, 속이 빈 환형의 형상에서 속이 찬 형상으로 변화시킴으로써 상기 외부로 노출되는 반사층(250)의 상기 표면적이 변화할 수 있다. 즉, 상기 외부전원을 단속적으로 또는 주기적으로 인가함으로써 자성유체(130)는 도 3의 (b) 및 (d)에서 예로서 도시한 바와 같이 단속적으로 또는 주기적으로 개폐되는 개구부(opening)를 가질 수 있다. 자석부(140)의 상기 전자기력의 변화에 따라 단속적으로 또는 주기적으로 개폐되는 상기 개구부를 통하여 반사층(250)은 단속적으로 또는 주기적으로 개폐될 수 있다. 이를 통하여 상기 외부전원의 인가여부에 따라 단속적으로 또는 주기적으로 외부의 빛을 반사하는 반사 장치 즉 거울(mirror)를 제작할 수 있다.
- [0050] 다시 말하면, 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치(100)는 서로 혼합되지 아니하는 액체(120)와 자성유체(130)를 사용하여 자석부(140)에 인가되는 상기 외부전원에 의하여 생성되는 전자기력에 대한 자성유체(130)의 응답속도를 개선할 수 있다. 이를 통하여 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치(100)는 빠른 응답속도를 가지는 개폐형 반사 장치를 제공할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치(100)는 액체(120)에 주입되는 양친매성 첨가제를 사용함으로써 상기 외부전원에 의하여 생성되는 전자기력에 응답하여 자성유체(130)가 이동하는 과정에서 초기 위치에 잔류하는 잔존물을 최소화할 수 있다. 이를 통하여 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치(100)는 빠른 응답속도를 가지며 응답 과정에서 초기 위치에 잔류하는 잔존물을 최소화할 수 있어 낮은 반사면 오염 성능을 보이는 개폐형 반사 장치

를 제공할 수 있다.

- [0051] 도 3을 참조하여 본 명세서에서 개시하는 자성유체를 이용한 반사 장치를 반도체 공정을 이용하여 제작한 일례를 설명하기로 한다. 하기의 예시는 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치(100) 및 자성유체를 이용한 반사 장치(200)의 실제 구현 예를 설명하기 위한 용도이며, 하기의 내용으로 본 명세서에서 개시하는 기술의 권리범위를 제한할 의도가 아님을 분명히 밝혀둔다.
- [0052] 도 3을 참조하면, 실제 제작된 자성유체를 이용한 반사 장치(200a)는 하우징(110), 액체(120), 자성유체(130), 자석부(140) 및 반사층(150)을 포함한다. 하우징(110)은 기관(111), 코팅층(112), 측벽(113) 및 상부커버(114)를 포함할 수 있다. 기관(111), 코팅층(112), 측벽(113) 및 상부커버(114)는 일체형으로 하우징(110)을 형성하거나 각각 도 3과 같이 배치됨으로써 하우징(110)을 형성할 수 있다.
- [0053] 기관(111)으로는 실리콘 기관 등의 반도체 기관이 사용될 수 있다. 코팅층(112)으로는 산화막, 질화막 등이 사용될 수 있다. 측벽(113)으로는 폴리머가 사용될 수 있다. 일례로, 측벽(113)은 PDMS(polydimethylsiloxane)를 몰드를 통하여 성형하여 제작되어 기관(111)에 배치함으로써 형성될 수 있다. 상부커버(114)는 광투과성의 소재로 제작될 수 있으며, 예로서 유리 소재로 제작될 수 있다. 반사층(150)은 반도체 공정을 통하여 금속층을 증착함으로써 형성될 수 있다. 금속층은 예로서 알루미늄일 수 있다.
- [0054] 자성유체를 이용한 반사 장치(200a)의 제작과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 기관(111)위에 반도체 공정을 통하여 반사층(150)으로서 금속층을 형성한다. 이후, 금속층 상에 반도체 공정을 이용하여 코팅층(112)으로서 산화막 또는 질화막을 형성한다. 코팅층(112)은 액체(120)와 친화력이 높은 소재를 사용하는 것이 바람직하다. 일례로, 금속층 상에 PECVE(plasma enhanced chemical vapor deposition) 방식으로 산화막을 형성할 수 있다. 산화막은 친수성이라 액체(120)로서 수용액을 사용하는 경우에 적합하다. 이후, 코팅층(112) 위에 측벽(113)을 형성하고 내부 공간에 액체(120) 및 자성유체(130)를 수용한다. 액체(120)로서 수용액을 사용할 경우 자성유체(130)이 액체(120)와 혼합되지 않도록 하기 위해서는 자성유체로는 지용성 용액을 사용하는 것이 바람직하다. 이후, 상부커버(114) 및 자석부(140)를 배치함으로써 자성유체를 이용한 반사 장치(200a)는 제작될 수 있다. 이때, 액체(120)에는 첨가제가 투입될 수 있으며, 본 예시에서는 PVA가 첨가제로서 사용된다.
- [0055] 자성유체를 이용한 반사 장치(200a)의 동작은 도 1 및 도 2와 관련하여 상술한 내용으로부터 유추할 수 있으므로 이에 대한 상세한 설명은 설명의 편의상 생략하기로 한다. 도 4는 도 3의 방식으로 실제 제작된 자성유체를 이용한 반사 장치의 동작 모습 및 특성을 보여주는 도면이다.
- [0056] 도 4의 (a)는 약 1mm 두께를 가지며 외경 및 내경이 각각 약 8mm 및 약 6mm인 링형상의 네오디뮴(neodymium) 영구자석 및 영구자석의 중심에 배치되며 내부에 아이언 코어(iron core)를 갖고 200번 턴으로 감긴 솔레노이드 타입의 전자석에 약 2.5A의 전류를 흘린 경우 자성유체를 이용한 반사 장치(200a)의 폐쇄 동작을 보여주는 도면이다. 도 4의 (b)는 전자석에 흐르는 전류를 차단한 경우 자성유체를 이용한 반사 장치(200a)의 개방 동작을 보여주는 도면이다. 전자석의 직렬 저항 및 직렬 인덕턴스는 각각 약 1.3옴 및 약 1mH로 측정되었다. 이를 통하여 본 명세서에서 개시하는 자성유체 장치(100) 및 자성유체를 이용한 반사 장치(200)가 제대로 동작함을 확인할 수 있다.
- [0057] 도 5 내지 도 7은 첨가제로서의 PVA의 기능을 보여주는 도면이다. 도 5는 PVA를 첨가하지 아니한 수용액 상태에서 약 80cp의 점성과 약 300G의 자화(magnetization)를 갖는 오일 기반의 자성유체(130)에 낮은 rpm으로 회전하는 영구자석으로부터 자기장을 인가한 경우의 자성유체(130)의 잔존물(residue) 특성을 보여주는 도면이다. 도 6은 약 0.1 wt% PVA 수용액 상태에서 약 80cp의 점성과 약 300G의 자화(magnetization)를 갖는 오일 기반의 자성유체(130)에 회전하는 자기장을 인가한 경우의 자성유체(130)의 잔존물(residue) 특성을 보여주는 도면이다. 도 6의 (a)는 300rpm으로 회전하는 자성유체(130)를, (b)는 500rpm으로 회전하는 자성유체(130)의 모습을 보여준다. 도 7은 PVA 수용액의 PVA 농도에 따른 자성유체(130)의 최대 회전 rpm을 보여주는 도면이다. 이들 도면을 통하여 첨가제로서 PVA의 자성유체(130) 잔존물 감소 또는 제거 특성을 확인할 수 있고, PVA 수용액에서의 PVA의 적절한 농도를 확인할 수 있다.
- [0058] 상기로부터, 본 개시의 다양한 실시 예들이 예시를 위해 기술되었으며, 아울러 본 개시의 범주 및 사상으로부터 벗어나지 않고 가능한 다양한 변형 예들이 존재함을 이해할 수 있을 것이다. 그리고 개시되고 있는 상기 다양한 실시 예들은 본 개시된 사상을 한정하기 위한 것이 아니며, 진정한 사상 및 범주는 하기의 청구항으로부터 제시될 것이다.

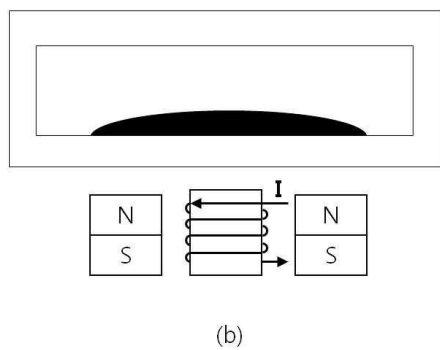
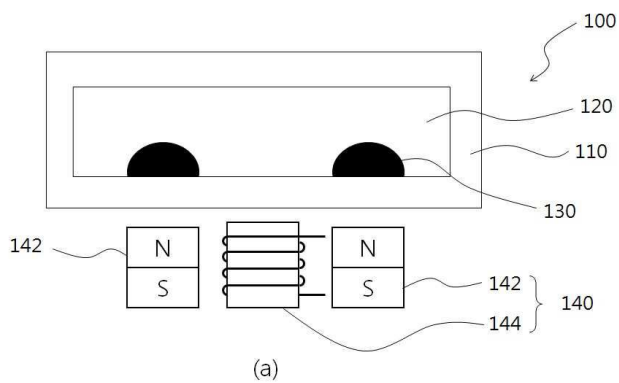
부호의 설명

[0059]

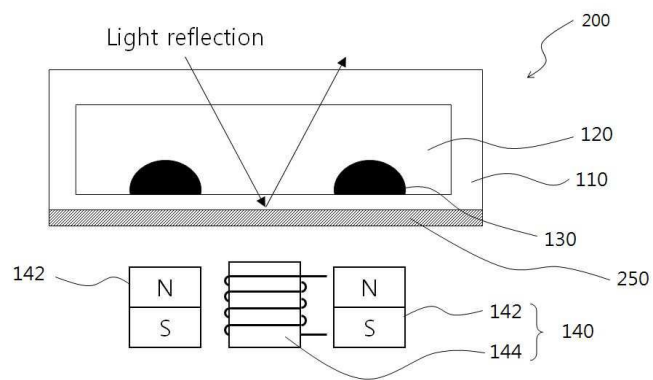
- 100 : 자성유체 장치
- 110 : 하우징
- 111 : 기판
- 112 : 코팅층
- 113 : 측벽
- 114 : 상부커버
- 120 : 액체
- 130 : 자성유체
- 140 : 자석부
- 142 : 제1자석부
- 144 : 제2자석부
- 200, 200a : 자성유체를 이용한 반사 장치
- 250 : 반사층

도면

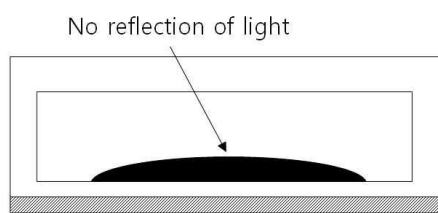
도면1



도면2

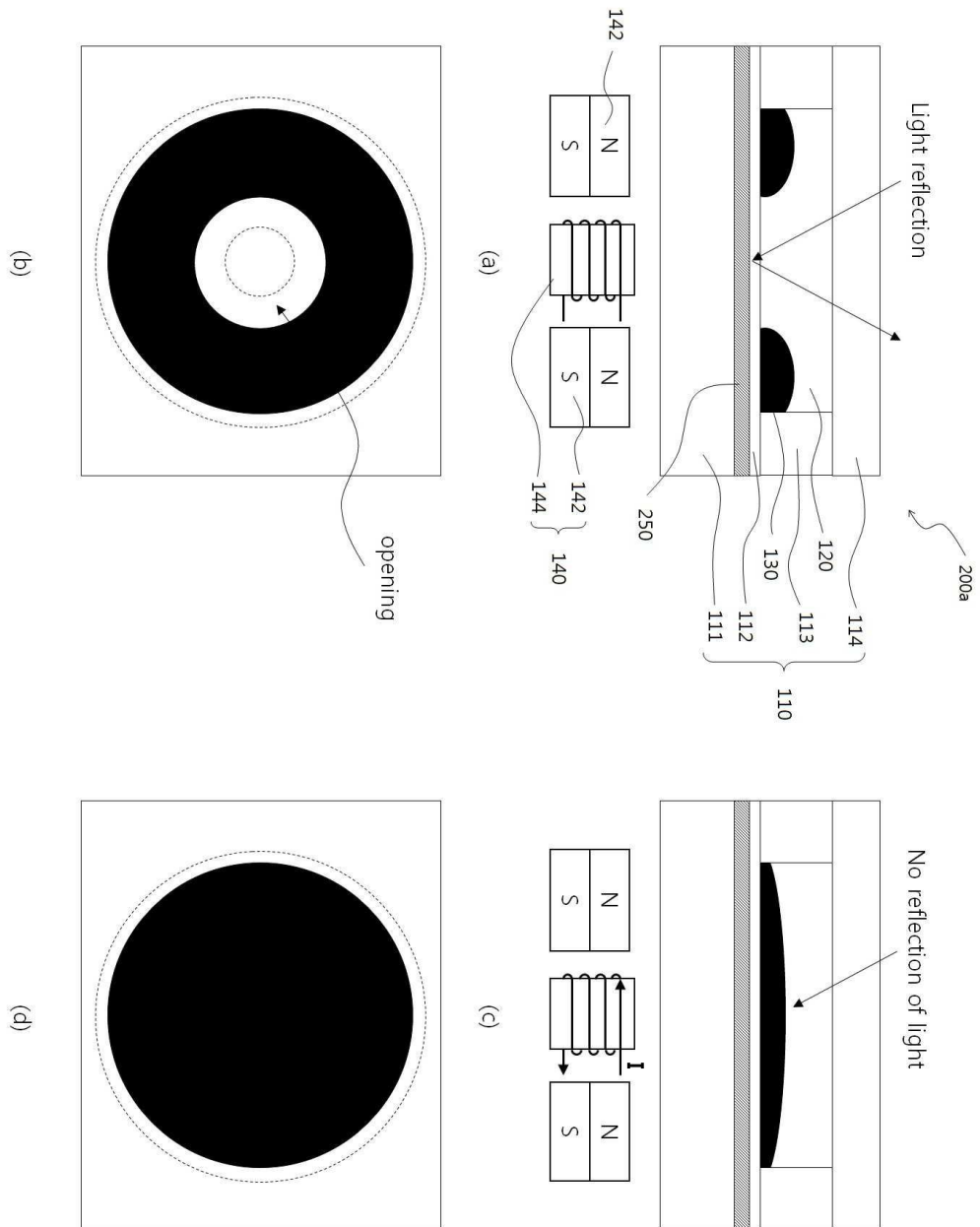


(a)

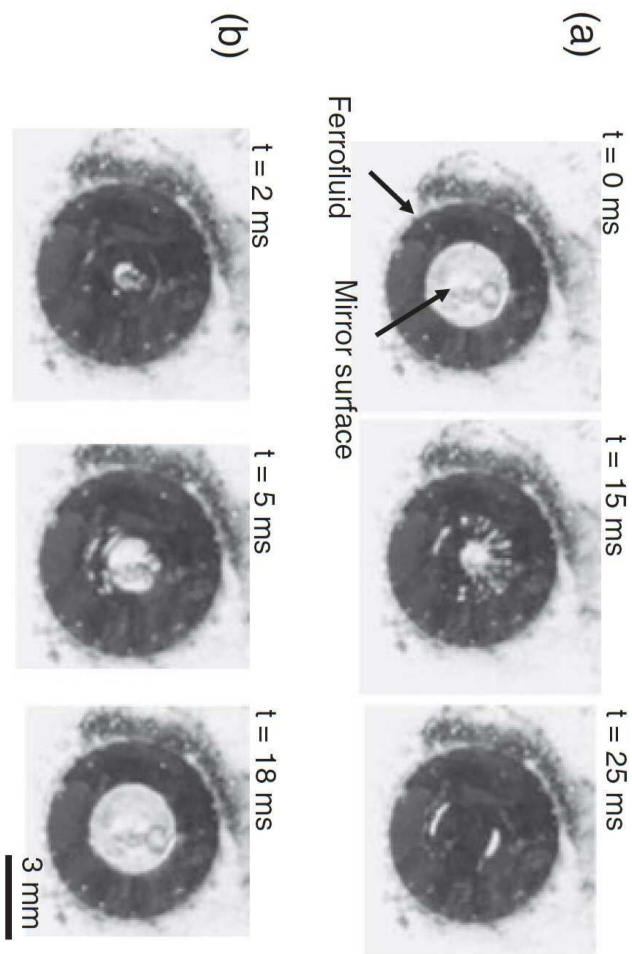


(b)

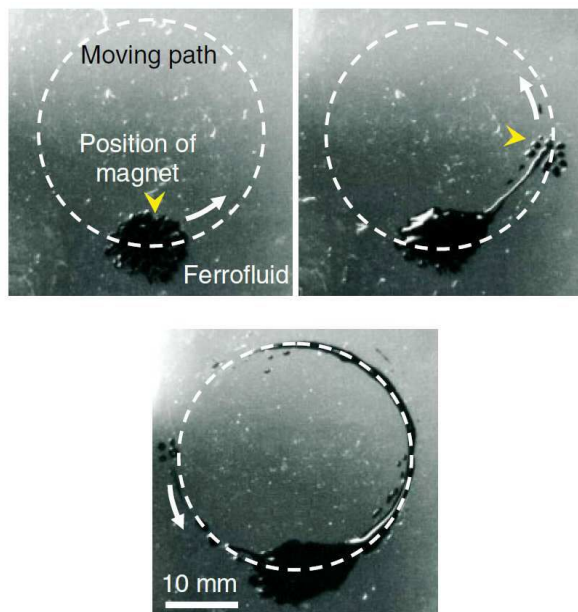
도면3



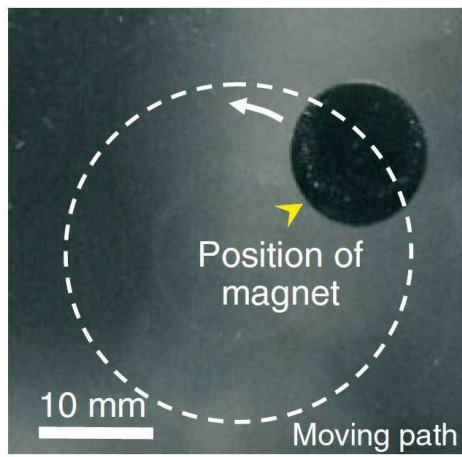
도면4



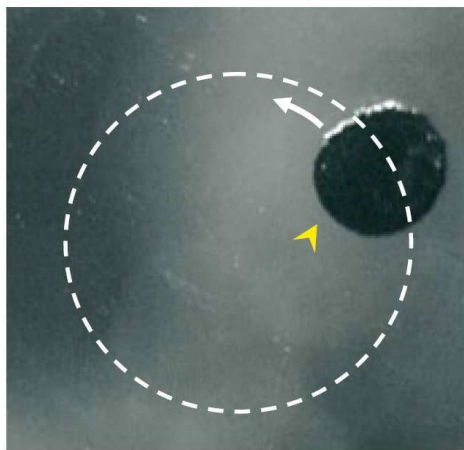
도면5



도면6



(a)



(b)

도면7

