



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0109350
(43) 공개일자 2023년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/30 (2016.01) A61B 34/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
A61B 34/30 (2016.02)
A61B 34/72 (2016.02)
(21) 출원번호 10-2022-0005216
(22) 출원일자 2022년01월13일
심사청구일자 2022년01월13일

(71) 출원인
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
영남대학교 산학협력단
경상북도 경산시 대학로 280 (대동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경
희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
안승영
대전광역시 유성구 어은로 57, 111동 101호(어은
동, 한빛아파트)
이재원
대전광역시 대덕구 덕암북로10번길 163, 302호(덕
암동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
네이트특허법인

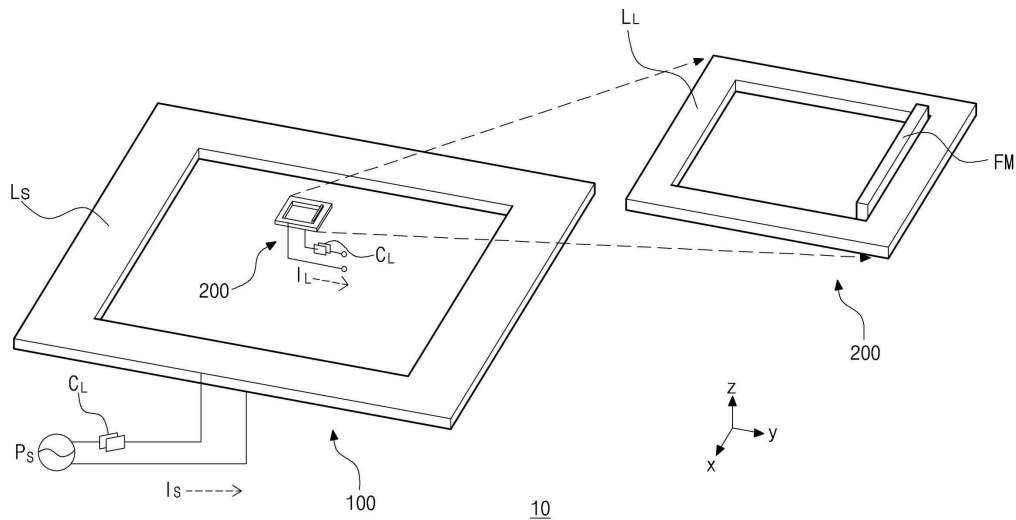
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 무선전력 전송을 이용한 마이크로 로봇 추진 시스템

(57) 요약

본 발명은 수신코일과; 상기 수신코일의 내측면 일부에 배치된 자성체를 포함하는 마이크로 로봇을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 34/73 (2016.02)
A61B 2017/00345 (2013.01)
A61B 2034/303 (2016.02)
A61B 2034/731 (2016.02)
A61B 2560/0219 (2013.01)

(72) 발명자

안장용

경상북도 포항시 북구 우창로 164, 104동 202호(창포동, 창포메트로시티1단지)

박동렬

대전광역시 유성구 복용로 3, 303호(복용동)

김동욱

경상북도 경산시 삼풍로 13-7, 111동 101호(삼풍동, 태왕드림하이츠)

이범선

경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711132295
과제번호	2017R1A5A1015596
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구사업/선도연구센터사업(ERC)
연구과제명	지능형 바이오메디컬 무선전력전송 연구센터
기 여 율	50/100
과제수행기관명	송실대학교
연구기간	2017.06.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711128031
과제번호	2021R1G1A1004926
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	무선전력전송 기반 초소형 마이크로 로봇 이동성의 고차원화를 위한 자기장 제어 연

구

기 여 율	30/100
과제수행기관명	영남대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116241
과제번호	2016-0-00291-005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(조사분석사업명:정보통신방송혁신인재양성(R&D))
연구과제명	LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술 연구
기 여 율	20/100
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2016.06.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

수신코일과;
상기 수신코일의 내측면 일부에 배치된 자성체를 포함하는 마이크로 로봇.

청구항 2

수신코일과;
상기 수신코일의 상면 또는 하면에 배치된 자성체를 포함하는 마이크로 로봇.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 자성체는 페라이트인
마이크로 로봇.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 수신코일의 전류와 이를 유도하는 송신코일의 전류 간의 위상차가 90도인 경우에, 상기 수신코일에 추진력이 발생되는
마이크로 로봇.

청구항 5

교류전원과 송신코일을 구비한 송신장치와;
수신코일과, 상기 수신코일의 내측면 일부에 배치된 자성체를 구비한 마이크로 로봇을 포함하는 마이크로 로봇 추진 시스템.

청구항 6

교류전원과 송신코일을 구비한 송신장치와;
수신코일과, 상기 수신코일의 상면 또는 하면에 배치된 자성체를 구비한 마이크로 로봇을 포함하는 마이크로 로봇 추진 시스템.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,
상기 자성체는 페라이트인
마이크로 로봇 추진 시스템.

청구항 8

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,
상기 수신코일의 전류와 상기 송신코일의 전류 간의 위상차가 90도인 경우에, 상기 마이크로 로봇에 추진력이 발생되는
마이크로 로봇 추진 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선전력 전송을 이용한 마이크로 로봇 추진 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 의료기술 및 의학기술의 발전으로 인해, 현대사회의 기대수명은 시간이 갈수록 늘어나고 있는 추세이다.

[0003] 최근 마이크로 로봇의 개발과 연구로 인해 좁은 혈관에 마이크로 로봇을 삽입하는 기술들이 많이 소개되고 있다.

[0004] 하지만, 기존의 인체 삽입용 마이크로 로봇은 추진력만 얻을 수 있고, 내부 배터리를 이용하여 내부 촬영을 하는 등 보다 제한적인 역할을 할 수 밖에 없었고, 수술 시간 또한 짧을 수 밖에 없었다.

[0005] 마이크로 로봇으로 전기적 에너지를 외부에서 꾸준히 전달할 수만 있다면, 마이크로 로봇이 수술할 수 있는 시간이 길어질 수 있을 뿐 아니라, 그 활용성이 무궁무진 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 마이크로 로봇으로 전기적 에너지를 외부에서 전달하여 추진력을 발생시킬 수 있는 방안을 제공하는 것에 과제가 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 수신코일과; 상기 수신코일의 내측면 일부에 배치된 자성체를 포함하는 마이크로 로봇을 제공한다.

[0008] 다른 측면에서, 본 발명은 수신코일과; 상기 수신코일의 상면 또는 하면에 배치된 자성체를 포함하는 마이크로 로봇을 제공한다.

[0009] 상기 자성체는 페라이트일 수 있다.

[0010] 상기 수신코일의 전류와 이를 유도하는 송신코일의 전류 간의 위상차가 90도인 경우에, 상기 수신코일에 추진력이 발생될 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에서, 본 발명은 교류전원과 송신코일을 구비한 송신장치와; 수신코일과, 상기 수신코일의 내측면 일부에 배치된 자성체를 구비한 마이크로 로봇을 포함하는 마이크로 로봇 추진 시스템을 제공한다.

[0012] 또 다른 측면에서, 본 발명은 교류전원과 송신코일을 구비한 송신장치와; 수신코일과, 상기 수신코일의 상면 또는 하면에 배치된 자성체를 구비한 마이크로 로봇을 포함하는 마이크로 로봇 추진 시스템을 제공한다.

[0013] 상기 자성체는 페라이트일 수 있다.

[0014] 상기 수신코일의 전류와 상기 송신코일의 전류 간의 위상차가 90도인 경우에, 상기 마이크로 로봇에 추진력이 발생될 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 수신부인 마이크로 로봇에는 자성체가 구비된다. 이에 따라, 마이크로 로봇은 비교적 큰 추진력을 가질 수 있고, 3차원 자유도가 보장되며 최대의 전력전송이 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송을 이용한 마이크로 로봇 추진 시스템의 송신부 및 수신부를 개략적으로 도시한 사시도.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 마이크로 로봇 추진 시스템의 송신부 및 수신부를 개략적으로 도시한 측면도.

도 3은 로렌츠 힘을 설명하는 도면.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자성체를 구비한 수신부에 추진력이 발생하는 모습을 도시한 도면.

도 5는 비교예에 따른 수신부를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 송수신 코일 위상차에 따른 추진력을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 수신부에서의 다양한 자성체 배치들과 이에 대한 자기장 및 추진력을 개략적으로 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0018] 본 발명에서는, 마이크로 로봇이 무선전력 전송에 사용되는 수신코일인 로드코일을 통해 추진력을 받음과 동시에 전기적 에너지도 전달받을 수 있는 구조와 방법에 대하여 제안한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 전송을 이용한 마이크로 로봇 추진 시스템의 송신부 및 수신부를 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 마이크로 로봇 추진 시스템의 송신부 및 수신부를 개략적으로 도시한 측면도이다.

[0020] 도 1 및 2에 도시한 바와 같이, 본 실시예의 마이크로 로봇 추진 시스템(10)은 교류전류인 소스전류(I_s)가 흐르면서 자기장(B)을 발생시키는 송신부(또는 송신장치)(100)와, 송신부(100)에서 발생한 시변 자기장을 받아 유도전압으로 변환하여 유도전류가 흐르는 수신부(또는 수신장치)(200)로 구성될 수 있다.

[0021] 여기서, 수신부(200)는 무선전력 전송의 대상인 로드로서 마이크로 로봇에 해당된다.

[0022] 송신부(100)는 전력원인 교류전원(P_s)과 송신부(100)의 LC 회로를 구성하는 소스커패시터(C_s) 및 소스코일(또는 송신코일)(L_s)을 포함할 수 있으며, 소스커패시터(C_s) 및 소스코일(L_s)은 직렬 연결될 수 있다. 이때, 교류전원(P_s)은 수신부(200)인 마이크로 로봇의 추진력을 발생시키기 위해, 출력되는 신호의 주파수를 가변하도록 구성될 수 있다.

[0023] 그리고, 수신부(200)는 이의 LC 회로를 구성하는 로드커패시터(C_L)와 로드코일(L_L)을 포함할 수 있으며, 로드커패시터(C_L)와 로드코일(또는 수신코일)(L_L)은 직렬 연결될 수 있다.

[0024] 더욱이, 본 실시예에서는, 수신부(200)는 로드코일(L_L)의 내측면의 일부에 배치된 자성체(FM)를 포함할 수 있다. 자성체(FM)로서는 페라이트(ferrite)가 사용될 수 있는데, 이에 한정되지는 않는다.

[0025] 이와 같이 수신부(200)에는 자성체(FM)가 구비됨에 따라, 무선전력 전송과 함께 로렌츠 힘이 발생할 수 있는 시스템(10)이 구현되어, 수신부(200)는 전기적 에너지를 전달 받음과 함께 추진력을 받을 수 있게 되는데, 이에

대해 아래에서 보다 상세하게 설명한다.

- [0026] 본 실시예에서는, 설명의 편의를 위해, 수신부(200)의 로드코일(L_L)이 평면적으로 사각 형상을 갖는 경우를 예로 든다. 다른 예로서, 로드코일(L_L)은 사각 형상과 다른 다각 형상이나 원 형상을 갖도록 구성될 수 있다.
- [0027] 이와 같은 경우에, 소스코일(L_S)에 송신부 전류인 소스전류(I_S)가 흘러 소스전류(I_S)와 동위상인 자기장(B)이 발생되며, 송신부(100)에서 발생된 자기장(B)에 의해 로드코일(L_L)에는 수신부 전류인 유도전류(I_L)가 흐르게 된다. 이에 따라, 송신부(100)에서 수신부(200)로 무선전력 전송이 이루어질 수 있게 된다.
- [0028] 한편, 수신부(200)에는 자성체(FM)가 구비됨으로써, 자성체(FM)에 의해 자기장이 유도될 수 있게 된다. 이에 따라, 자성체(FM)가 구비되지 않은 경우와 비교하여, 자성체(FM)가 부착된 로드코일(L_L) 부분의 측면에 더 많은 양의 자기장이 발생(또는 존재)할 수 있게 된다.
- [0029] 이와 같이 유도된 자기장과 유도전류의 외적에 의해 로렌츠 힘이 발생되고, 이에 따라 수신부(200)는 추진력을 가질 수 있다.
- [0030] 이에 대해, 도 3 및 4를 함께 참조할 수 있다. 도 3은 로렌츠 힘을 설명하는 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자성체를 구비한 수신부에 추진력이 발생하는 모습을 도시한 도면이다.
- [0031] 도 3을 참조하면, 수신부(200)의 추진력을 발생시키기 위한 로렌츠 힘은, 자기장과 전류의 외적인 $\vec{F} = \vec{B} \times \vec{I} [N]$ 으로 정의된다.
- [0032] 본 실시예에서는 자성체(FM)가 사용되므로, 자성체(FM)가 사용되지 않는 경우에 비해, 더 큰 자기장이 유도되어 더 큰 추진력이 발생될 수 있다.
- [0033] 이에 관해 도 4를 참조하면, 앙페르의 오른손 법칙에 의해 로드코일(L_L)의 내부 영역에는 외부 영역에 비해 더 많은 자기장이 발생될 수 있다. 본 실시예에서는 로드코일(L_L)의 내면에 자성체(FM)가 배치되므로, 로드코일(L_L)의 내부에 더 큰 자기장이 유도될 수 있게 되어, 추진력이 더 커질 수 있게 된다.
- [0034] 한편, 본 실시예에서는, 자성체(FM)가 도면상에서 우측 내면 부분에 배치되고, 유도전류가 반시계 방향으로 흐르는 경우를 예로 든다. 이와 같은 경우에는, 로드코일(L_L)의 우측 부분에서 바깥 방향으로 작용하는 로렌츠 힘이, 좌측 부분에서 바깥 방향으로 작용하는 로렌츠 힘 보다 크게 되어, 수신부(200)의 추진력은 우측 바깥 방향인 +y 방향으로 발생될 수 있게 된다.
- [0035] 도 5는 비교예에 따른 수신부를 도시한 도면이다. 이 비교예의 수신부에는, 자성체(FM_C)가 샌드위치 형태로서 로드코일(L_{L_C})의 우측 부분의 상면 및 하면에 배치된다. 이와 같은 자성체(FM_C)의 샌드위치 배치 형태에서는 자기장이 로드코일(L_{L_C})의 양쪽으로 분산된다.
- [0036] 따라서, 자성체(FM)의 내측 배치 형태를 채택한 본 실시예는, 샌드위치 배치 형태의 비교예에 비해, 로드코일 내부에 더 큰 자기장이 유도되어 더 큰 추진력을 발생시킬 수 있는 장점이 있다. 이와 관련하여 예를 들면, 동일한 환경에서, 비교예에서는 -y축 방향으로 대략 $7.98 \mu N$ 의 추진력이 발생하나, 실시예에서는 +y축 방향으로 대략 $29.57 \mu N$ 의 추진력이 발생할 수 있다.
- [0037] 한편, 본 실시예에 따르면, 송수신 코일 간 전류 위상차에 대해 추진력이 지배적인 영향을 받지 않으므로, 최대 전력전송 조건을 만족하면서 비교적 큰 추진력을 발생시킬 수 있게 된다.
- [0038] 이와 관련하여, 자성체를 구비하지 않은 경우에, 송수신 코일 간 위상차가 45도일 때 추진력이 최대가 되나 전력전송은 송수신 코일 간 위상차가 90도가 되었을 때 최대가 된다.
- [0039] 그런데, 본 실시예에서는, 자성체(FM)를 사용함에 따라 자성체(FM)에 의해 유도되는 자기장의 영향이 지배적이다. 이에 따라, 도 6을 참조하면, 최대 전력전송 조건인 송수신 코일 간 위상차가 90도인 경우에도 추진력 감소는 5% 정도에 불과하다.
- [0040] 더욱이, 본 실시예에서는 로드코일(L_L)에 대한 자성체(FM)의 위치를 변경함으로써 추진 방향을 3차원 공간에서 원하는 방향으로 제어할 수 있다. 이에 따라, 마이크로 로봇의 이동의 자유도를 향상시킬 수 있다.

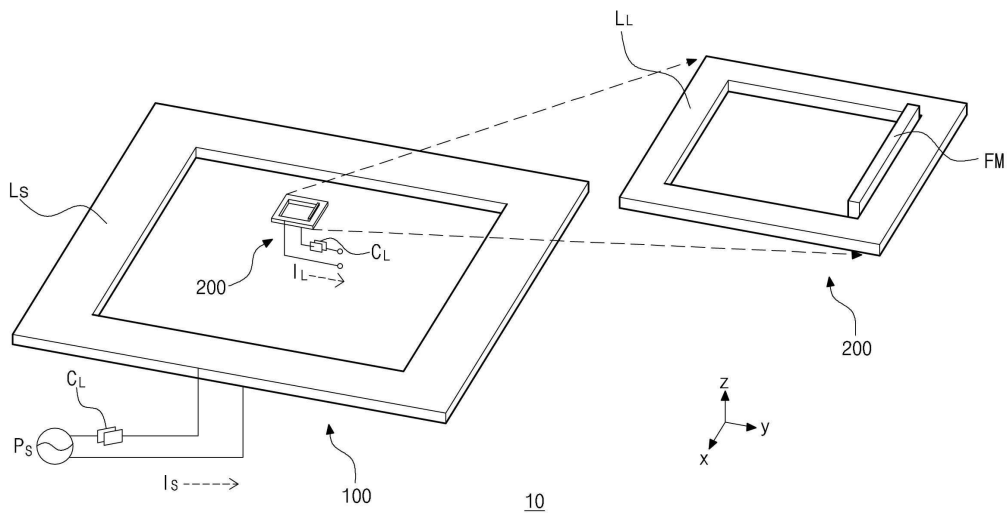
- [0041] 이에 관해, 비교예의 경우에는 특정한 단일 방향으로서 예를 들어 $-y$ 방향으로만 추진 방향을 제어할 수 있다.
- [0042] 이와 달리, 본 실시예에서는, 도 7에 도시한 바와 같이, 자성체(FM)의 위치에 따라 추진 방향을 변경할 수 있게 된다. 한편, 도 7에서는 전류가 반시계 방향인 경우를 예로 들고 있으며, 평균 힘은 한 주기 당 평균값이다.
- [0043] 이에 대해 예를 들면, 자성체(FM)가 로드코일(L_L)의 우측 내면에 배치된 제1예의 경우에, 수신부(200)는 $+y$ 축 방향으로 추진될 수 있다. 자성체(FM)가 로드코일(L_L)의 좌측 내면에 배치된 제2예의 경우에, 수신부(200)는 $-y$ 축 방향으로 추진될 수 있다.
- [0044] 자성체(FM)가 로드코일(L_L)의 위측 내면에 배치된 제3예의 경우에, 수신부(200)는 $-x$ 축 방향으로 추진될 수 있다. 자성체(FM)가 로드코일(L_L)의 아래측 내면에 배치된 제4예의 경우에, 수신부(200)는 $+x$ 축 방향으로 추진될 수 있다.
- [0045] 자성체(FM)가 로드코일(L_L)의 상면(예들 들어, 우측 부분 상면)에 배치된 제5예의 경우에, 수신부(200)는 $+z$ 축 방향으로 추진될 수 있다. 자성체(FM)가 로드코일(L_L)의 하면(예들 들어, 우측 부분 하면)에 배치된 제6예의 경우에, 수신부(200)는 $-z$ 축 방향으로 추진될 수 있다.
- [0046] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 수신부인 마이크로 로봇에는 자성체가 구비된다. 이에 따라, 마이크로 로봇은 비교적 큰 추진력을 가질 수 있고, 3차원 자유도가 보장되며 최대의 전력전송이 이루어질 수 있다.
- [0047] 본 발명의 실시예는 최근 발전하는 의료 기술에 사용되어 인체 내부의 삽입되는 마이크로 로봇에 적용될 수 있다. 특히 이와 같은 마이크로 로봇은 무선전력 전송의 기술을 이용하기 때문에 내부 촬영, 발열을 이용한 암세포 제거 등 능동소자가 될 수 있다. 그리고, 기존의 배터리를 사용하여 수행했던 수술을 모두 포함할 뿐 아니라 그보다 진보된 기술로 사용될 수 있다.
- [0048] 전술한 본 발명의 실시예는 본 발명의 일예로서, 본 발명의 정신에 포함되는 범위 내에서 자유로운 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명은, 첨부된 특허청구범위 및 이와 등가되는 범위 내에서의 본 발명의 변형을 포함한다.

부호의 설명

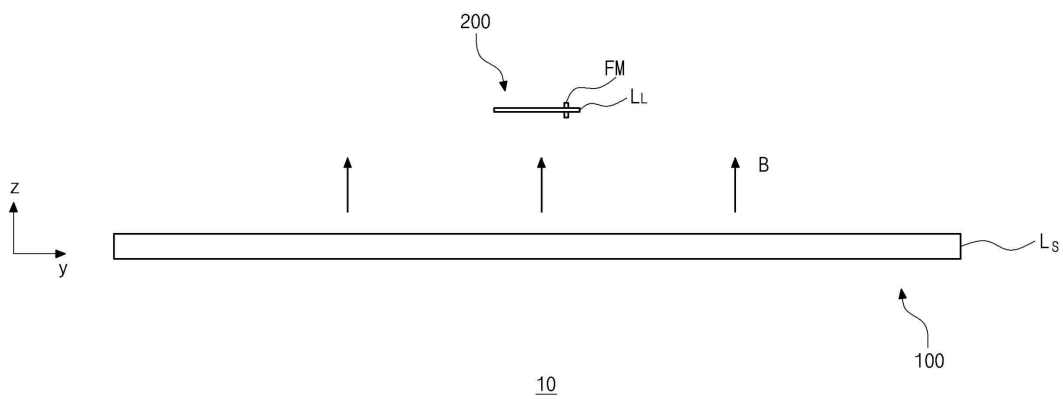
- [0049] 10: 마이크로 로봇 추진 시스템
- 100: 송신부
- 200: 수신부
- FM: 자성체
- P_S : 교류전원
- C_S : 소스커패시터
- L_S : 소스코일
- I_S : 소스전류
- C_L : 로드커패시터
- L_L : 로드코일
- I_L : 유도전류

도면

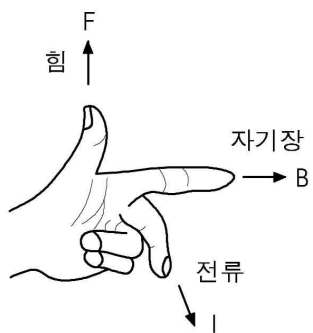
도면1



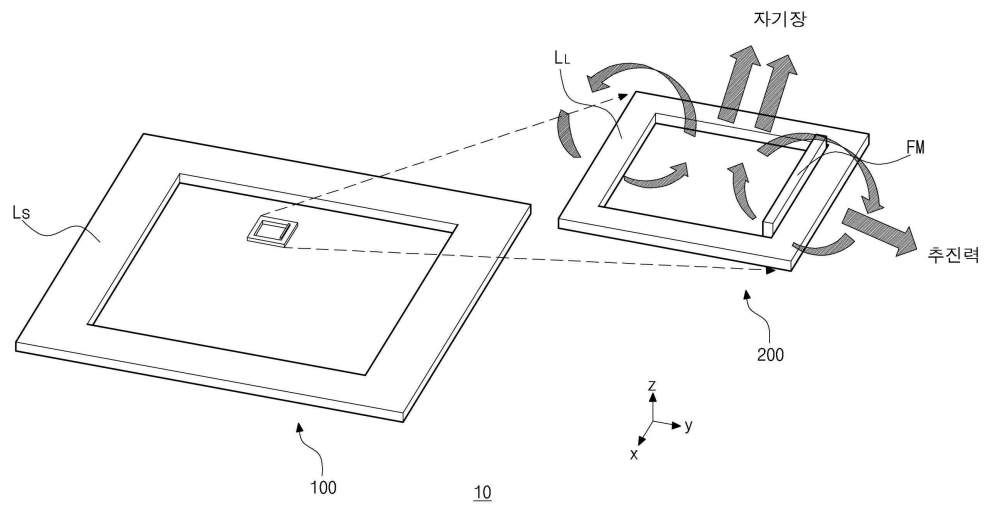
도면2



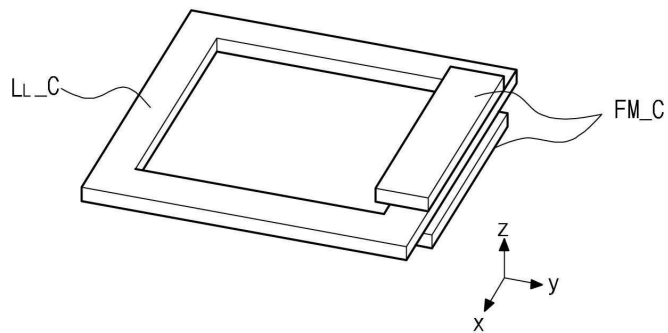
도면3



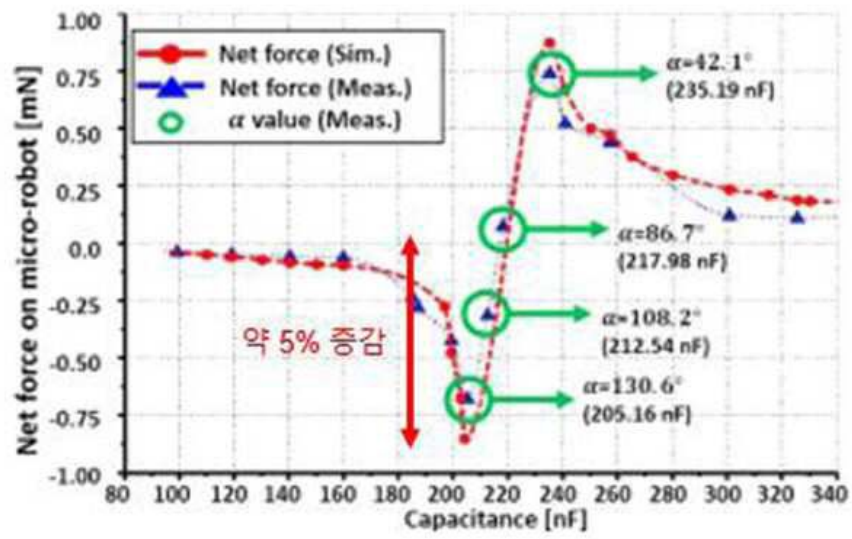
도면4



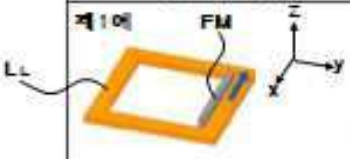
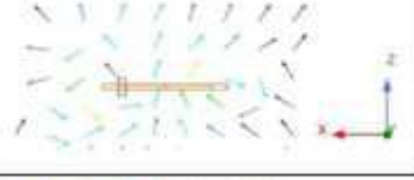
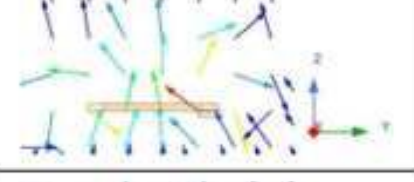
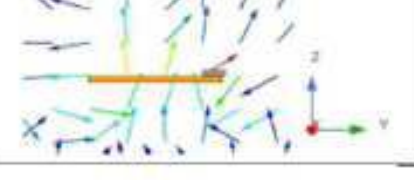
도면5



도면6



도면7

자성체 배치	자기장 벡터	평균 힘[μN]
제1예 		$+29.67$ (+)y 축 방향
제2예 		-31.66 (-)y 축 방향
제3예 		-22.64 (-)x 축 방향
제4예 		$+30.16$ (+)x 축 방향
제5예 		$+25.4$ (+)y 축 방향
제6예 		-23.07 (-)y 축 방향