



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0114677
(43) 공개일자 2017년10월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G11C 11/16 (2006.01) G11B 5/02 (2006.01)
H01L 43/08 (2006.01) H01L 43/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G11C 11/16 (2013.01)
G11B 5/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0042047

(22) 출원일자 2016년04월06일

심사청구일자 2016년04월06일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

이기석

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술대학교

한희성

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술대학교

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인, 진천웅, 정종욱

전체 청구항 수 : 총 6 항

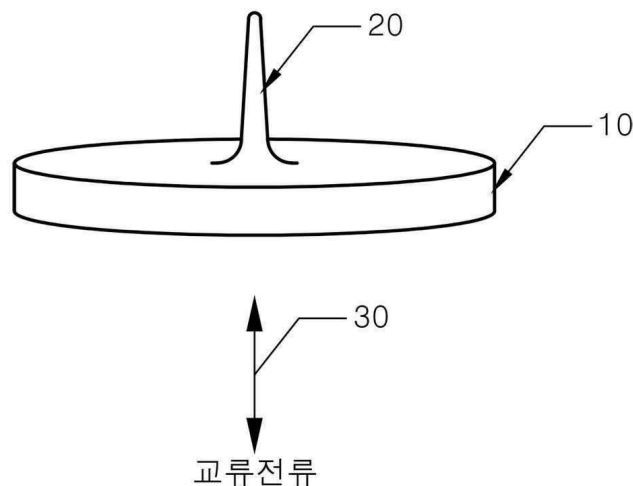
(54) 발명의 명칭 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법

(57) 요약

본 발명은 자기 박막 상에 형성된 자기소용돌이 핵의 반전을 신속하게 실현할 수 있는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법에 있어서, 표면에 형성된 자기 소용돌이를 포함하는 자기 박막에서 상기 자기 박막 표면의 수직 방향으로 교류전류를 인가하여 상기 자기 소용돌이를 반전시키는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 43/08 (2013.01)

H01L 43/12 (2013.01)

(72) 발명자

정대한

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교

이수석

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711016054

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원

연구과제명 순수 스핀 전류를 이용한 신개념의 정보 전달/처리 소자 기반 기술

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2014.09.01 ~ 2015.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법에 있어서,

표면에 형성된 자기 소용돌이를 포함하는 자기 박막에서 상기 자기 박막 표면의 수직 방향으로 교류전원을 인가하여 상기 자기 소용돌이를 반전시키는 것을 특징으로 하는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 자기 박막 상단에는 상 비자기층이 배치되고, 상기 상 비자기층 상단에는 상 편향층이 배치되며, 상기 상 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되는 것을 특징으로 하는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 자기 박막 하단에는 하 비자기층이 배치되고, 상기 하 비자기층 하단에는 하 편향층이 배치되며, 상기 하 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되는 것을 특징으로 하는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 자기 박막 상단에는 상 비자기층이 배치되고, 상기 상 비자기층 상단에는 상 편향층이 배치되며, 상기 상 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되며,

상기 자기 박막 하단에는 하 비자기층이 배치되고, 상기 하 비자기층 하단에는 하 편향층이 배치되며, 상기 하 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되는 것을 특징으로 하는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 상기 교류전류의 주파수는 상기 자기 소용돌이의 고유모드 주파수와 연동되는 것을 특징으로 하는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 교류전원은 상기 자기 박막 하단에서 인가되는 것을 특징으로 하는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위치 방법에 관한 것으로 더욱 상세하게는 빠른 시간에 자

시소용돌이 구조를 변경할 수 있는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 스마트폰, 테ابل릿 피씨 등의 모바일 산업이 급격히 팽창하면서, 에너지소모가 적고 소형화 가능하고, 또한 전원이 공급되지 않아도 정보가 지워지지 않는 비휘발성 메모리에 대한 요구도 급격히 증가하고 있다.
- [0003] 기존의 메모리인 DRAM(Dynamic Random Access Memory)는 전원이 공급되지 않을 경우 기록된 정보를 모두 잃어버리므로, 새로운 형태의 비휘발성 메모리를 개발하기 위해 많은 곳에서 연구가 진행되고 있다.
- [0004] 상기와 같은 비휘발성 메모리 중, 특히 자기저항 변화현상을 이용하는 자기 랜덤 액세스 메모리(Magnetic Random Access Memory, MRAM)가 가장 속도가 빠르고 반복사용에 따른 내구성이 우수하여 최근에 많은 주목을 받고 있다.
- [0005] 또한 MRAM은 전자의 흐름인 전류를 이용하는 것이 아니라 전자의 벡터성분인 스핀을 이용함으로써, DRAM과 달리 발열이 적은 장점이 있다.
- [0006] 상기 MRAM의 구성은 예를 들면, 등록특허 제1041427호에 개시된 바와 같이, 수직자화를 갖는 자기소용돌이 코어와 자기소용돌이 코어 주변을 일 방향으로 회전하도록 배열된 수평자화로 이루어진 자기소용돌이 구조가 형성되어 있는 자기자유층을 구비하는 자기기록소자를 준비하고, 자기소용돌이가 형성된 자기자유층에 서로 다른 방향을 갖는 펄스 형태의 제1 전류 내지 제n 전류를 시간 간격을 두고 순차적으로 인가하여, 자기자유층에 형성된 자기소용돌이 코어의 수직자화 방향을 자기자유층의 상면 위쪽 또는 자기자유층의 상면 아래쪽으로 형성시켜, 자기자유층에 형성되어 있는 자기소용돌이 코어의 수직자화 방향에 따라 "0" 또는 "1"을 할당하는 방식으로 메모리를 구성하여 자기기록소자에 정보를 기록하거나 기록된 정보를 판독할 때, 전력 낭비가 최소화되는 효과를 제공한다.
- [0007] 또한, 등록특허 제931553호에는 행 및 열로 정렬되는 자기기록소자의 어레이로서, 자기기록소자는 판독전극, 판독전극 상에 형성된 자기고정층, 자기고정층 상에 형성된 절연막, 절연막 상에 형성되고, 자기소용돌이가 형성되어 있는 자기자유층 및 자기자유층과 오믹 콘택되도록 배치되어 있는 복수의 구동전극쌍을 구비하고, 각각의 자기기록소자는 인접한 자기기록소자와 구동전극쌍 및 판독전극을 공유하여 어레이를 이루는 구성이 개시되어 있다.
- [0008] 또한, 등록특허 제931549호에는 판독전극, 판독전극 상에 형성된 자기고정층 및 자기고정층 상에 형성된 절연막 또는 전도막을 구비한다. 그리고 절연막 또는 전도막 상에 형성되고, 자기소용돌이가 형성되어 있는 자기자유층과 자기자유층에 전류 또는 자기장이 인가되도록 하는 복수의 구동전극을 구비하고, 자기소용돌이가 형성되어 있는 자기자유층, 자기자유층에 전류 또는 자기장이 인가되도록 하는 복수의 구동전극 및 자기자유층 주변에 배치되어 상기 자기소용돌이 중심의 운동에 의해 발생하는 유도전압에 의해 생성된 전류가 흐르는 판독도선을 구비하여, 자기소용돌이가 형성된 자기막을 이용하여 간단한 구조로 자기기록소자를 구현하는 것이 가능하며, 구동전극을 복수 개 이용하여 자기기록소자의 구동을 적은 전력으로 명확하게 할 수 있는 구성이 개시되어 있다.
- [0009] 한편, 나노 디스크 상에 형성된 자기소용돌이는 저장 소자로 구현되기 위해서는 외부 입력에 의하여 방향이 반전되어야 하며, 상기와 같은 반전은 디스크 박막에 수직 방향으로 편향 전류를 인가하는 것에 의하여 수행되나, 상기의 방식은 자기소용돌이 코어가 임계 상태로 도달 후에 반전이 발생하므로, 반전 시간이 많이 소모되는 단점이 있다. 뿐만 아니라, 디스크의 크기와 규격이 제한적이라는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 단점을 극복하기 위하여 안출된 것으로, 자기 박막 상에 형성된 자기소용돌이 핵의 반전을 신속하게 실현할 수 있는 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법에 있어서, 표면에 형성된 자기 소용돌이를 포함하는 자기 박막에서 상기 자기 박막 표면의 수직 방향으로 교류전원을 인가하여

상기 자기 소용돌이를 반전시키는 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는, 상기 자기 박막 상단에는 상 비자기층이 배치되고, 상기 상 비자기층 상단에는 상 편향층이 배치되며, 상기 상 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는, 상기 자기 박막 하단에는 하 비자기층이 배치되고, 상기 하 비자기층 하단에는 하 편향층이 배치되며, 상기 하 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 바람직하게는, 상기 자기 박막 상단에는 상 비자기층이 배치되고, 상기 상 비자기층 상단에는 상 편향층이 배치되며, 상기 상 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되며, 상기 자기 박막 하단에는 하 비자기층이 배치되고, 상기 하 비자기층 하단에는 하 편향층이 배치되며, 상기 하 편향층에는 상방향 또는 하방향으로 자기가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 바람직하게는, 상기 교류전류의 주파수는 상기 자기 소용돌이의 고유모드 주파수와 연동되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 더욱 바람직하게는, 상기 교류전원은 상기 자기 박막 하단에서 인가되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법은 자기소용돌이가 형성된 자기 박막 표면에 수직으로 교류전류를 인가하여 자기소용돌이 코어의 방향을 반전시키는 구성으로, 종래 직류 전류에 의한 방식에 비하여 빠른 시간에 핵 반전을 수행하여 자기 기록 소자로 적용될 수 있는 활용도를 높이는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1 본 발명에 따른 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법이 구현되는 구성도이며,

도 2는 도 1의 다른 실시예이며,

도 3은 도 1의 또 다른 실시예이며,

도 4는 도 1의 또 다른 실시예이며,

도 5는 자기 소용돌이 구성을 나타내는 그래프이며,

도 6은 도 5의 모식화 상태를 나타내는 구성도이며,

도 7은 도 5의 주파수 값을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0020] 본 발명에 따른 자기 기록 소자용 자기소용돌이 구조의 스위칭 방법은 먼저, 도 1에 도시된 바와 같이, 자기 박막(10), 상기 자기 박막(10)에 형성된 자기 소용돌이(20), 상기 자기 박막(10)에 수직 방향으로 인가되는 교류전원(30)을 포함하는 제1실시예에 의하여 수행된다.

[0021] 상기 자기 박막(10)은 자성체 재질로 구성되며, 주로 니켈-철 합금인 퍼말로이 재질로 구성되고 자기 소용돌이(20)가 형성되어 있다.

[0022] 그리고 교류전원(30)은 상기 자기 박막(10) 표면에 대하여 수직으로 인가된다.

[0023] 이 때, 상기 자기 박막 표면에 전류를 인가하는 방법은 여러 가지가 있는데, 도 1에서 도시된 바와 같이, 편향층이 존재하지 않고 자기 박막 표면에 연결되어 있는 비자성체인 전도체를 연결하여 교류 전류를 인가하는 방법이며, 이 경우 전류에 의해 유도되는 자기장의 진동이 자기 소용돌이 코어의 크기 진동에 영향을 미친다.

[0024] 또한, 상기 자기 박막 표면에 도 2와 도 3에서 도시된 바와 같이, 자기 박막(10), 상기 자기 박막(10)에 형성된 자기 소용돌이(20), 상기 자기 박막(10)에 수직 방향으로 인가되는 교류전원(30), 상기 자기 박막(10) 상단 혹은 하단에 위치하는 상 비자기층(40) 및 상기 상 비자기층(40) 상단에 위치하는 상 편향층(50) 혹은 상기 하 비자기층(60) 하단에 위치하는 하 편향층(70)을 포함하며, 편향층이 자기 박막 위 혹은 아래에 존재하여 스핀 편

향 전류에 의해 유도되는 전달 토크(spin transfer torque)의 효과를 극대화 시킬 수 있는 방법이며, 편향층에 반사되는 전자도 상기 자기 박막에 영향을 미친다.

- [0025] 더 나아가, 도 4에서 개시된 것과 같이, 자기 박막(10), 상기 자기 박막(10)에 형성된 자기 소용돌이(20), 상기 자기 박막(10)에 수직 방향으로 인가되는 교류전원(30), 상기 자기 박막(10) 상단에 위치하는 상 비자기층(40), 상기 상 비자기층(40) 상단에 위치하는 상 편향층(50), 상기 자기 박막(10) 하단에 위치하는 하 비자기층(60) 및 상기 하 비자기층(60) 하단에 위치하는 하 편향층(70)을 포함하여, 편향층을 상기 자기 박막 위, 아래에 둘 다 위치시켜, 스핀 편향 전류에 의해 유도되는 스핀 전달 토크를 극대화 시킬 수도 있다.
- [0026] 편향층의 경우, 주로 Co/Pt, Co/Pd, CoFeB, FePt, FePd 등으로 하며 중간층인 비자기층(60)이나 비자기층(40)의 경우, 구리(Cu) 등과 같이 비자성 금속 물질로 이루어져 있다. 이때 상기 교류전원(30)의 주파수는 상기 자기 소용돌이(20)의 고유모드의 주파수와 인접한 주파수로 설정하는 것이 바람직하며, 그 예로써 지름 300nm 두께 80 nm의 공명 주파수는 도 5의 그래프에 표기되어 있다. 도 5는 자기 소용돌이의 코어가 진동하는 주파수의 세기를 보여주며, 공명 주파수는 그래프의 극점에 해당하는 주파수이며, m_p^{up} 은 상기 자기 소용돌이 위층에 위치한 편향층(Polarizer)의 자화방향, m_p^{down} 은 상기 자기 소용돌이 아래층에 위치한 편향층의 자화방향을 의미하며 +1일 경우 위쪽 방향 -1일 경우 아래쪽 방향을 의미하며 자기 소용돌이의 코어가 상면 위쪽 방향일 때의 그래프이다.
- [0027] 위쪽과 아래쪽 방향에 위치한 편향층이 모두 아래쪽 방향으로 놓여져 있고 자기 소용돌이의 코어가 상면 위쪽 방향일 때는 6.2 GHz, 8.7 GHz, 11.9 GHz, 14.2 GHz 등의 고유 주파수를 가지게 된다.
- [0028] 이러한 점은 전산 모의실험을 통한 결과인 도 6을 통하여 확인할 수 있다.
- [0029] 도 6에서 적색은 상방향 자화, 청색은 하방향 자화를 나타내며 (a)는 자기 소용돌이의 맨 아래층을 (b)는 중간층, (c)는 맨 위층의 자화 분포를 묘사한 그림이고 1ns보다 적은 시간에 자기 소용돌이 코어가 뒤집어 지는 것을 확인할 수 있다.
- [0030] 본 발명에서, 다루는 디스크는 지름이 100 nm 이상 2 μ m 이하이며, 두께가 60 nm 이상인 원형 디스크이지만, 그 형상의 크기와 모양에 대해 한정하지 않는다.
- [0031] 본 발명에서의 자기 소용돌이 코어의 관측은 등록특허 제1041427호에 개시된 바와 같이, 자기 소용돌이 코어가 임계 속도에 도달하지 않는 범위 내에서, 자기장 혹은 전류를 일정 시간 인가함으로써, 자기 소용돌이를 회전시킨다. 자기소용돌이 코어의 수직자화 방향에 따라 회전 반경이 다르게 되므로 자기저항을 이용하여 이를 측정한다면, 수직 자화방향을 확인할 수 있다.
- [0032] 좌편광 전류 또는 좌편광 자기장을 일정 시간 인가하면, 자기소용돌이 코어가 업-상태에 있을 때가 자기소용돌이 코어가 다운-상태에 있을 때보다 회전 반경이 크고, 반대로, 우편광 전류 또는 우편광 자기장을 인가하면, 자기소용돌이 코어가 다운-상태에 있을 때가 자기소용돌이 코어가 업-상태에 있을 때보다 회전 반경이 크게 나타나므로, 해당 방향을 확인할 수 있다.
- [0033] 추가로, 전자가 편향층을 지나도록 직류 전류를 인가하는 경우, 자기 소용돌이의 코어가 편향층의 자화방향과 같은 경우, 자기 소용돌이는 움직이지 않으며, 다른 경우 자기 소용돌이는 회전 운동을 하게 된다.
- [0034] 또한, 자기 소용돌이의 수평자화 성분이 시계 방향인지 반시계 방향인지에 따라서 도 7의 그래프처럼 회전하는 영역대의 주파수가 달라져서 검출되는 스핀파의 주파수 영역대에 따라 자기 소용돌이가 어떤 형태를 이루고 있는지 알 수 있게 된다.
- [0035] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

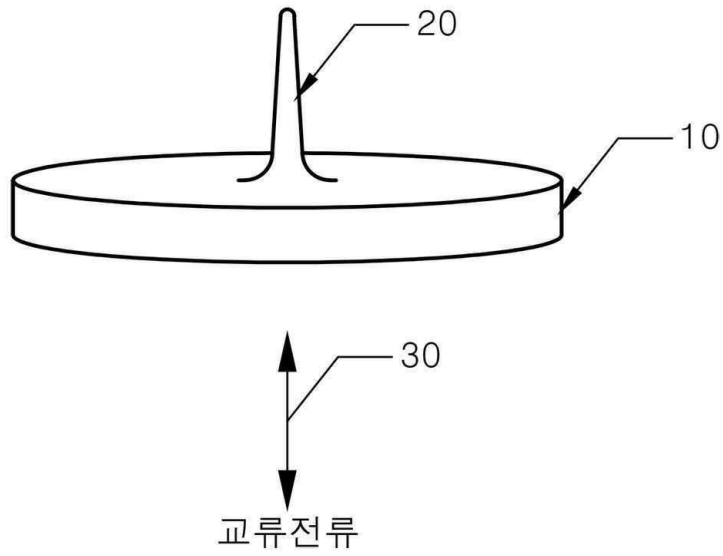
부호의 설명

- [0036]
- | | |
|-----------|-------------|
| 10: 자기 박막 | 20: 자기 소용돌이 |
| 30: 교류전원 | 40: 상 비자기층 |
| 50: 상 편향층 | 60: 하 비자기층 |

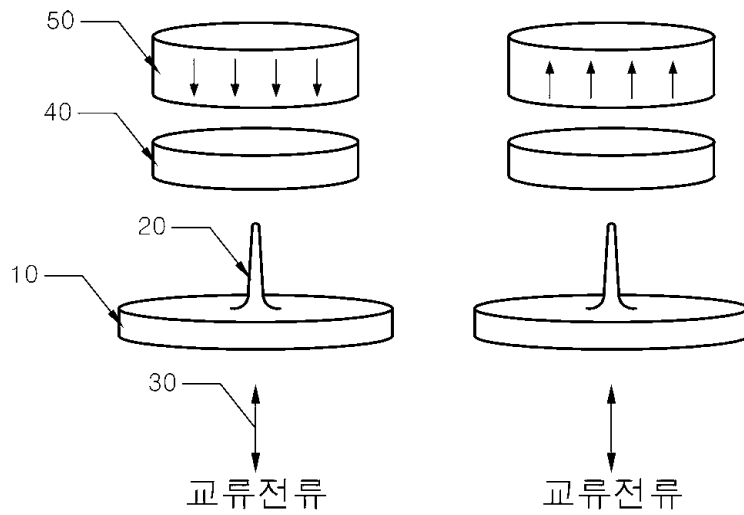
70: 하 편향층

도면

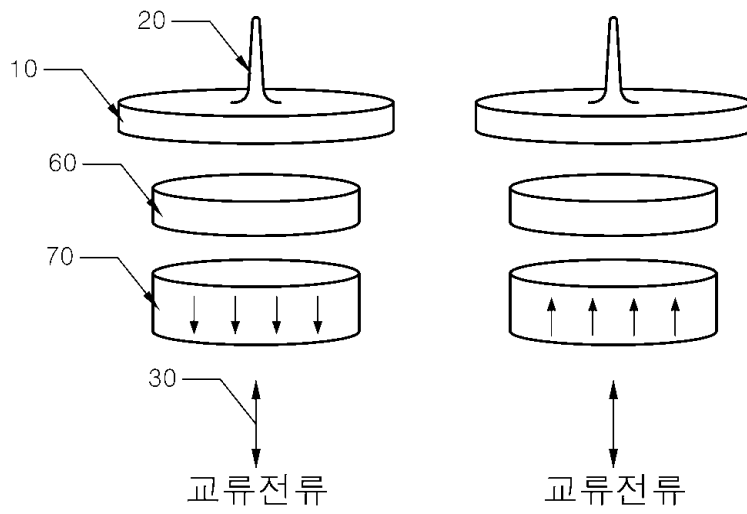
도면1



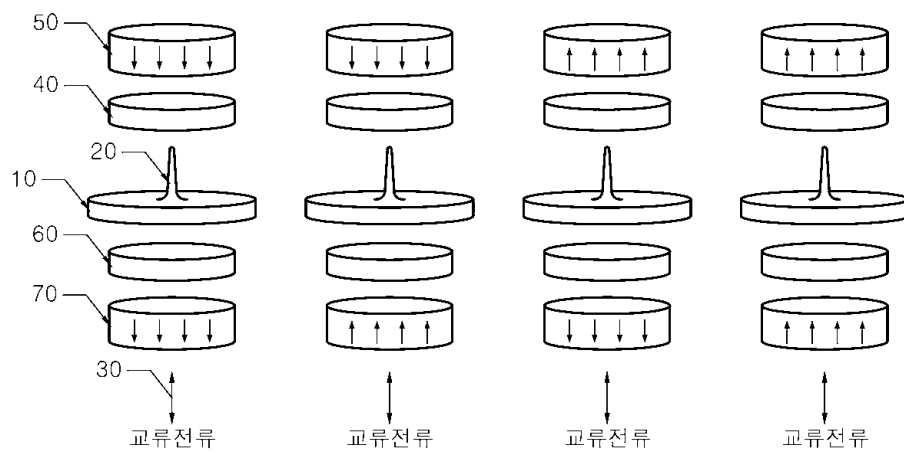
도면2



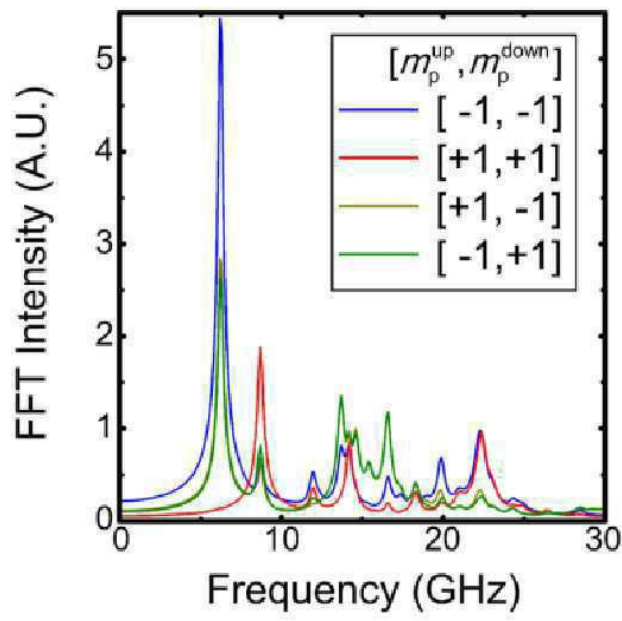
도면3



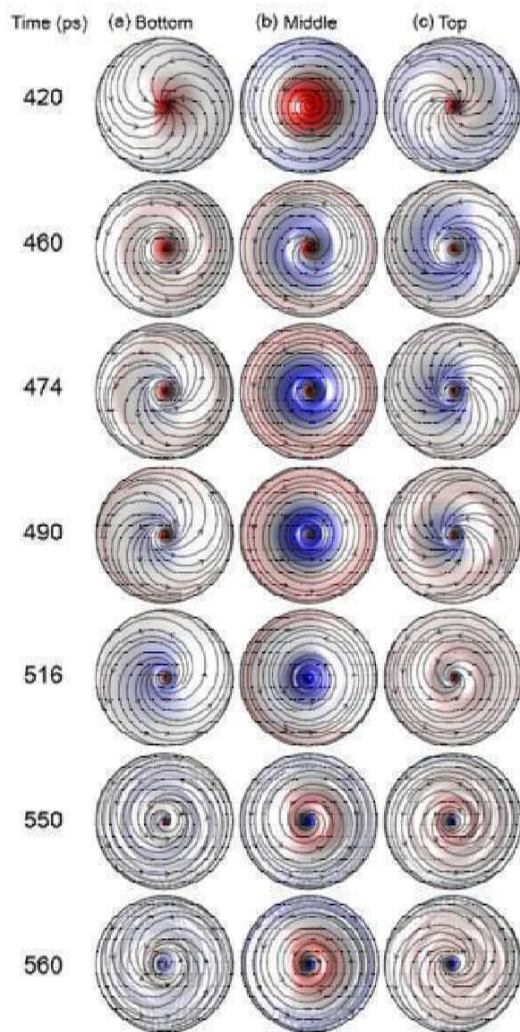
도면4



도면5



도면6



도면7

