



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월06일
(11) 등록번호 10-1541763
(24) 등록일자 2015년07월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 33/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0004770

(22) 출원일자 2014년01월14일

심사청구일자 2014년01월14일

(65) 공개번호 10-2015-0084606

(43) 공개일자 2015년07월22일

(56) 선행기술조사문헌

JP2010127695 A*

KR100725753 B1*

KR101331917 B1*

JP2012128899 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

한국기초과학지원연구원

대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)

(72) 발명자

신민철

대전 유성구 대학로 291, (구성동, 한국과학기술원)

강두형

대전 유성구 대학로 291, (구성동, 한국과학기술원)

박승영

대전 서구 문예로 174, 114동 405호 (둔산동, 샘머리아파트)

(74) 대리인

박영우, 맹성재

전체 청구항 수 : 총 15 항

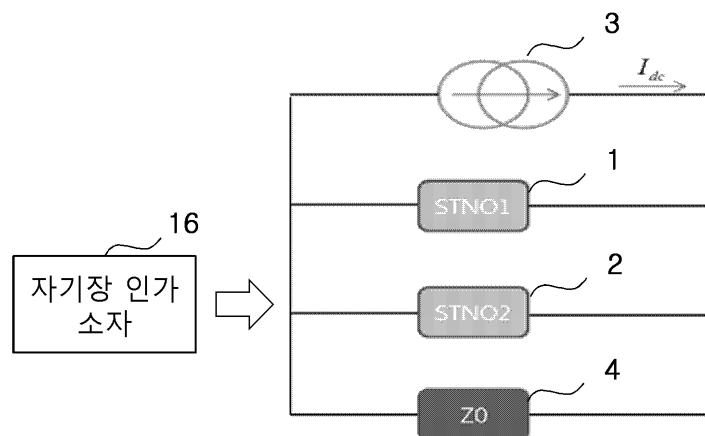
심사관 : 양찬호

(54) 발명의 명칭 자기 센서 및 이를 이용한 변복조기

(57) 요약

본 발명은 자기장 세기에 따라 주파수가 변동되는 발진 신호를 출력하고, 병렬 연결되고 자기 이방성 필드가 상이하게 제조된 복수의 스핀토크형 소자 및 상기 복수의 스핀토크형 소자에 전류를 공급하는 전원부를 포함하고, 특정 자기장 세기의 자기장 인가 소자가 상기 복수의 스핀토크형 소자 중 하나로부터 소정 거리 내에 위치하면 상기 복수의 스핀토크형 소자가 동기화(synchronization)되어 출력레벨은 높아지고 주파수는 동기화된 신호를 출력하여 자기장을 감지하는 것을 특징으로 하는 자기 센서에 관한 것이다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2013009198
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 미래유망 융합기술 파이오니어 사업
연구과제명 스핀트로닉 나노 라디오 구현
기여율 1/1
주관기관 한국과학기술원
연구기간 2013.03.01 ~ 2014.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

자기장 세기에 따라 주파수가 변동되는 발진 신호를 출력하고, 직렬 또는 병렬 연결되고 자기 이방성 필드가 상이하게 제조된 복수의 스핀토크형 소자 및

상기 복수의 스핀토크형 소자에 전류를 공급하는 전원부를 포함하되,

상기 복수의 스핀토크형 소자는 IP(in-plane) 모드 또는 OOP(out of plane) 모드로 동작하며,

특정 자기장 세기의 자기장 인가 소자가 상기 복수의 스핀토크형 소자 중 하나로부터 소정 거리 내에 위치하면, 상기 복수의 스핀토크형 소자는 IP-IP구간, OOP-OOP구간 또는 IP-OOP구간에서 하나의 주파수로 동기화(synchronization)되어 출력레벨이 동기화 이전보다 높아지는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전원부는,

상기 복수의 스핀토크형 소자에 각각 IP(in-plane) 모드와 OOP(out of plane) 모드에서 동작하는 전류를 공급하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 스핀토크형 소자는 각각 IP 모드와 OOP 모드로 동작하도록 자기 이방성 필드가 소정 크기로 차이가 있는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 스핀토크형 소자는 N개(N은 3 이상의 자연수)의 스핀토크형 소자를 포함하고, 각 스핀토크형 소자는 서로 다른 자기 이방성 필드를 갖도록 제조되어 자기장 세기가 다른 N-1개의 자기장 인가 소자를 감지할 수 있는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 스핀토크형 소자에 직렬 연결된 수동 소자를 더 포함하여 상기 복수의 스핀토크형 소자의 동기화 주파수를 조절하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 6

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 스핀토크형 소자들 사이에 병렬 연결된 수동 소자를 더 포함하여 상기 복수의 스핀토크형 소자의 동기화 주파수를 조절하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 수동 소자는 커패시터, 저항 또는 코일 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 자기 센서는,

상기 스핀토크형 소자의 양단에 연결되어 상기 복수의 스핀토크형 소자의 출력 신호를 측정하는 측정 소자를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 센서.

청구항 9

소정 크기의 자기 이방성 필드를 갖는 제1 스핀토크형 소자와 제2 스핀토크형 소자를 직렬 또는 병렬 연결하는 단계;

상기 제1 스핀토크형 소자와 상기 제2 스핀토크형 소자는 각각 IP 모드와 OOP 모드에서 동작하는 전류가 인가되는 단계 및

자기장 인가 소자로부터 자기장이 인가되면 상기 제1 스핀토크형 소자 및 상기 제2 스핀토크형 소자의 출력 신호의 동기화와 비동기화의 변동에 의해 상기 자기장 인가 소자의 자기장을 감지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 센서의 자기장 감지 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 스핀토크형 소자는 상기 제2 스핀토크형 소자보다 자기 이방성 필드가 소정 차로 크고, 상기 자기장 인가 소자로부터 상기 제2 스핀토크형 소자에 자기장이 인가됨에 따라 상기 제1 스핀토크형 소자가 상기 제2 스핀토크형 소자의 출력 주파수가 동일해지는 세기의 DC 전류가 인가되고,

상기 자기 센서는 상기 자기장 인가 소자의 자기장에 의해 동기화된 신호를 출력하여 자기장을 감지하는 것을 특징으로 하는 자기 센서의 자기장 감지 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 스핀토크형 소자와 상기 제2 스핀토크형 소자는 자기 이방성 필드가 동일하고,

상기 자기 센서는 상기 자기장 인가 소자가 주변에 없으면 동기화된 신호를 출력하고, 상기 자기장 인가 소자가 상기 제1 스핀토크형 소자 또는 상기 제2 스핀토크형 소자 중 어느 하나와 소정 거리 내에 위치하면 비동기화된 신호를 출력하여 자기장을 감지하는 것을 특징으로 하는 자기 센서의 자기장 감지 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

자기장 세기에 따라 주파수가 변동되는 발진 신호를 출력하고, IP(in-plane) 모드 또는 OOP(out of plane) 모드로 동작하는 자기 이방성 필드가 상이한 제1 스핀토크형 소자와 제2 스핀토크형 소자 및

상기 제2 스핀토크형 소자에 자기장을 인가하는 자기장 인가부를 포함하고,

상기 제2 스핀토크형 소자에 자기장이 인가됨에 따라 상기 제1 스핀토크형 소자와 상기 제2 스핀토크형 소자의 출력 주파수가 IP-IP구간, OOP-OOP구간 또는 IP-OOP구간에서 동기화 또는 비동기화되어 상기 제2 스핀토크형 소자에 인가된 자기장을 변조하는 것을 특징으로 하는 변조기.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 스핀토크형 소자와 상기 제2 스핀토크형 소자는 각각 IP 모드와 OOP 모드로 동작하는 것을 특징으로

하는 변조기.

청구항 15

직렬 또는 병렬 연결된 제1 스핀토크형 소자와 제2 스핀토크형 소자는 IP(in-plane) 모드 또는 OOP(out of plane) 모드로 동작하고, 상기 제1 스핀토크형 소자와 상기 제2 스핀토크형 소자의 자기 이방성 필드가 소정 크기의 차가 있어 특정 세기의 자기장이 상기 제2 스핀토크형 소자에 인가되면 IP-IP구간, OOP-OOP구간 또는 IP-OOP구간에서 동기화된 주파수 신호를 출력하는 스핀토크형 소자 어레이 및

상기 스핀토크형 소자 어레이의 출력 신호를 복조하여 인가된 자기장을 감지하는 검파기를 포함하는 것을 특징으로 하는 변복조기.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 스핀토크형 소자 어레이에 DC 전원을 공급하고, 상기 스핀토크형 소자의 전자파를 상기 검파기로 전송하는 바이어스 티를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 변복조기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기 센서에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 자기장 인가 소자가 스핀토크형 소자의 소정 거리 내에 위치하면 자기 이방성 필드가 상이한 복수의 스핀토크형 소자가 동기화되어 자기장을 감지하는 자기센서 및 자기장을 변복조하는 변복조기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스핀전달토크(Spin Transfer Torque) 소자(이하 "스핀토크형 소자"라 함)는 일반적으로 도 13과 같이 고정자성층/비자성층/자유자성층의 다층 박막구조로 형성된다. 스핀토크형 소자에 전류(스핀전류)를 가함으로써 전도전자의 스핀은 전류가 비자성층과 자성층 구조를 통과하여 흐르면서 스핀분극이 되는데, 이때 스핀각운동량은 항상 보존되어야 하기 때문에 전도전자의 스핀각운동량 변화에 상응하는 힘이 자성층의 자화에 전달되어 전도전자의 스핀분극 방향 변화와 반대 방향으로 자성층의 자화 방향을 변화시키는 돌림힘(torque)이 작용하게 된다.

[0003] 스핀토크형 소자에 적절한 크기의 자기장 또는 스핀전달토크가 자화를 서로 반대쪽으로 움직이려는 방향으로 동시에 가해지면 자화는 자기장이 유도하는 방향이나 스핀전달토크가 유도하는 방향을 향하지 못하고 계속해서 일정한 주파수로 회전하게 된다. 이때 자화의 회전 주파수는 인가하는 자기장과 전류의 크기가 변화함에 따라 달라지며, 수 GHz~수십 GHz 대역의 넓은 주파수 범위에서 조절이 가능하다. 일정한 자화 방향을 갖는 고정층에 대해서 자유층의 자화가 회전함에 따라 자기저항이 계속해서 변하게 되므로, 이를 통해 직류 입력 신호로부터 교류 출력 신호를 얻을 수 있어 발진기로 사용하거나 변복조기에 활용할 수 있다.

[0004] 또한 스핀토크형 소자의 발진 주파수는 자기장의 세기에 따라 변동되는 특성이 있다. 이를 활용하면 주변 자기장의 변동에 따른 스핀토크형 소자의 발진 주파수의 변동으로부터 자기장의 세기를 감지할 수 있음을 예상할 수 있다.

[0005] 종래 기술로서 단일 스핀토크형 소자를 사용하여 자기장을 감지하는 센서가 있으나, 자기장에 따른 주파수 변화를 이용하여 감지함에 따라 스핀토크형 소자의 저출력 특성, 넓은 선폭 특성 및 낮은 SNR에 의해 자기장을 정밀하게 감지하지 못하는 문제점이 있다.

[0006] 특허문헌 1은 스핀 밸브 GMR 소자를 사용한 자기 센서 기술이나, 스핀 소자의 저출력 특성에 의해 여전히 기존 스핀 소자와 같은 문제점이 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제0300386호(2001년 06월 16일 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하고자 본 발명은 자기 이방성 필드가 다른 복수의 스핀토크형 소자를 직렬 또는 병렬 연결하고, 자기장 인가 소자의 자기장에 의해 동기화된 신호를 출력하여 종래에 비해 출력레벨 및 선폭 특성이 크게 향상된 자기장을 감지하는 자기센서 및 자기장을 변복조하는 변복조기를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기의 해결하려는 과제를 위한 본 발명에 따른 자기 센서는 자기장 세기에 따라 주파수가 변동되는 발진 신호를 출력하고, 직렬 또는 병렬 연결되고 자기 이방성 필드가 상이하게 제조된 복수의 스핀토크형 소자 및 상기 복수의 스핀토크형 소자에 전류를 공급하는 전원부를 포함하고, 특정 자기장 세기의 자기장 인가 소자가 상기 복수의 스핀토크형 소자 중 하나로부터 소정 거리 내에 위치하면 상기 복수의 스핀토크형 소자가 동기화(synchronization)되어 출력레벨은 높아지고 주파수는 동기화된 신호를 출력하여 자기장을 감지하는 것으로 한다.

[0010] 다른 실시예로서, 본 발명에 의한 자기 센서의 자기장 감지 방법은 소정 크기의 자기 이방성 필드를 갖는 제1 스핀토크형 소자와 제2 스핀토크형 소자를 직렬 또는 병렬 연결하는 단계, 상기 제1 스핀토크형 소자와 상기 제2 스핀토크형 소자는 각각 IP 모드와 OOP 모드에서 동작하는 전류가 인가되는 단계 및 자기장 인가 소자로부터 자기장이 인가되면 상기 제1 스핀토크형 소자 및 상기 제2 스핀토크형 소자의 출력 신호의 동기화와 비동기화가 변동됨에 따라 상기 자기장 인가 소자의 자기장을 감지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 다른 실시예로서, 본 발명에 따른 자기 센서 집적소자는 상기 자기 센서를 반도체 기판에 집적한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명은 고감도 자기 셀(magnetic cell) 검출기 및 자기 센서를 구현할 수 있다.

[0013] 본 발명은 자기 센서의 출력레벨 및 선폭 특성을 향상시킬 수 있다.

[0014] 본 발명은 미세 자기장 측정 분야에 광범위하게 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 병렬 연결된 두 개의 스핀토크형 소자가 동기화되지 않았을 때의 출력 주파수 신호.

도 2는 병렬 연결된 두 개의 스핀토크형 소자가 동기화되었을 때의 출력 주파수 신호.

도 3은 직류 전류의 세기에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 스핀토크형 소자의 출력 주파수 그래프.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 두개의 스핀토크형 소자가 병렬 연결된 자기 센서.

도 5는 본 발명에 일실시예에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 복수의 스핀토크형 소자가 병렬 연결된 자기 센서.

도 6은 본 발명에 일실시예에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 병렬 연결된 스핀토크형 소자 중 하나에 수동소자가 직렬 연결된 자기 센서.

도 7은 본 발명에 일실시예에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 병렬 연결된 스핀토크형 소자 각각에 수동소자가 직렬 연결된 자기 센서.

도 8은 본 발명에 일실시예에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 병렬 연결된 스핀토크형 소자에 수동소자가 직렬 및 병렬 연결된 자기 센서.

도 9는 본 발명에 일실시예에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 병렬 연결된 스핀토크형 소자에 수동소자가 직렬

및 병렬 연결된 자기 센서.

도 10은 본 발명에 일실시예에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 병렬 연결된 복수의 스핀토크형 소자에 수동소자가 직렬 및 병렬 연결된 자기 센서.

도 11은 본 발명에 따른 외부 자기장에 의한 스핀 변조 방법에 따른 변조 신호.

도 12는 본 발명에 따른 자기 이방성 필드가 조절된 스핀토크형 소자들의 병렬 구조로 구현한 변복조기.

도 13은 일반적인 스핀토크형 소자의 일 실시예.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 본 발명의 실시를 위한 구체적인 실시예를 도면을 참고하여 설명한다. 예시된 도면은 발명의 명확성을 위하여 핵심적인 내용만 확대 도시하고 부수적인 것은 생략하였으므로 도면에 한정하여 해석하여서는 아니 된다.

[0017] 도 1은 병렬 연결된 두 개의 스핀토크형 소자가 비동기시의 출력 주파수 신호이다. 두 스핀토크형 소자가 동기화되지 않을 때는 도 1과 같이, 각각의 스핀토크형 소자는 서로 다른 주파수 특성을 갖고, 낮은 출력 전력과 열화된 SNR 특성의 신호를 출력한다.

[0018] 도 2는 병렬 연결된 두 개의 스핀토크형 소자가 동기화되었을 때의 출력 주파수 신호이다. 두 스핀토크형 소자의 출력 신호가 비슷한 영역의 주파수 대역에 있으면, 도 2와 같이, 전기적 상호 작용(electric coupling)으로 인해 두 스핀토크형 소자의 주파수가 동기화되는 현상을 볼 수 있다. 두 스핀토크형 소자가 동기화가 되면, 도 1의 동기화되지 않은 경우보다 높은 출력 전력과 좁은 선폭의 신호를 얻을 수 있다.

[0019] 도 3은 자기 이방성 필드(magnetic anisotropy field)가 다른 스핀토크형 소자들($H_{k1}=0.05T$, $H_{k2}=0.1T$)의 직류전류의 변화에 따른 출력 주파수를 측정한 결과이다. 도 3에 도시된 측정 구간에서 두 스핀토크형 소자의 주파수가 일치하는 전류 값은 각각 IP(in plane)-IP 구간, IP-OOP(out of plane) 구간, OOP-OOP 구간에서 존재한다. 스핀 밸브 소자에서 고정층(fixed layer)의 자화 방향이 일정할 경우 자유층의 자화의 움직임은 전류에 따라 IP 모드와 OOP 모드로 나눌 수 있다. IP 모드는 직류전류의 증가에 따라 주파수가 감소하는 스핀토크형 소자의 동작모드이며, OOP 모드는 직류전류의 증가에 따라 주파수가 증가하는 스핀토크형 소자의 동작모드이다. IP-IP 구간은 두 개의 스핀토크형 소자가 모두 IP 모드에서 동작함에 따라 동기화(synchronization)가 발생하는 구간이며, IP-OOP 구간은 하나의 스핀토크형 소자는 IP 모드에서 동작하고, 다른 하나의 스핀토크형 소자는 OOP 모드에서 동작함에 따라 동기화가 발생하는 구간이다. OOP-OOP 구간은 두 개의 스핀토크형 소자가 모두 OOP 모드에서 동작함에 따라 동기화가 발생하는 구간이다. IP-IP 구간과 OOP-OOP 구간에서는 주파수가 일치하는 조건에서의 전류의 차이가 적으며, IP-OOP 구간에서는 주파수가 일치하는 각 소자에 인가되는 전류의 차이가 큼을 알 수 있다. 즉, IP-IP 구간과 OOP-OOP 구간은 각 스핀토크형 소자에 인가되는 전류가 서로 다르더라도 약간의 변동만 있어도 서로 다른 이방성 필드에도 주파수가 일치하여 동기화가 발생할 수 있다. 반면 IP-OOP 구간에서는 각 스핀토크형 소자에 인가되는 전류의 약간의 변동이 발생하더라도, 동기화가 발생하지 않으며 각 스핀토크형 소자에 인가되는 전류 차가 크거나 소정 크기의 자기장이 인가되어야 두 스핀토크형 소자의 주파수가 동일해져서 동기화가 발생할 수 있다.

[0020] 따라서 본 발명은 도 3의 IP-OOP 구간에서 두 스핀토크형 소자는 동일한 전류가 인가되면 주파수가 다른 신호들을 출력하고, 여기에 하나의 스핀토크형 소자의 주파수를 자기장 또는 전류에 의해 변동시키면 두 스핀토크형 소자의 출력 주파수가 비슷해져서 동기화 현상이 일어날 수 있는 점을 자기 센서에 적용하고자 한다. 본 발명은 스핀토크형 소자의 자유층간의 직접적인 전기 커플링(electrical coupling)을 통해 각 스핀토크형 소자를 동기화시키고 이를 이용하여 자기장을 감지하여 감도가 높은 자기 센서에 관한 발명이다.

[0021] **1. 실시예 1**

[0022] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 자기 센서로서, 제1 스핀토크형 소자(1)와 제2 스핀토크형 소자(2), 각 스핀토크형 소자에 DC 전류를 공급하는 DC 전원부(3) 및 상기 스핀토크형 소자들이 출력하는 신호를 측정하기 위한 저항으로 구성된 측정 소자(4)를 포함한다.

[0023] 제1 스핀토크형 소자(1)와 제2 스핀토크형 소자(2)는 병렬로 연결되고 자기 이방성 필드가 소정 크기의 차이를 갖는 스핀토크형 소자이다. 제1 스핀토크형 소자(1)는 제2 스핀토크형 소자(2)보다 자기 이방성 필드가 큰 스핀

토크형 소자로 제조할 수 있다. 상기 제1 스핀토크형 소자(1)와 상기 제2 스핀토크형 소자(2)는 자기 이방성 필드가 상이하므로 인가되는 전류가 동일하면 주파수가 각각 다르고 출력레벨이 낮은 두 개의 신호를 출력한다. 이 때, 제2 스핀토크형 소자(2)로부터 소정 거리 내에 위치하는 자기장 인가 소자(16)(magnetic cell)가 자기장을 인가하면 제2 스핀토크형 소자(2)의 출력 주파수가 이동되며, 자기 이방성 필드가 큰 제1 스핀토크형 소자(1)는 자기장 인가 소자(16)로부터 소정 거리 이상으로 이격되어 있어 인가되는 자기장이 없으므로 주파수의 변동도 없다. 여기서, 제2 스핀토크형 소자(2)의 이동되는 출력 주파수는 자기장 인가 소자(16)의 자기장 세기에 따라 달라진다. 만약 자기장 인가 소자(16)의 자기장이 상기 제2 스핀토크형 소자(2)의 출력 주파수를 제1 스핀토크형 소자(1)의 출력 주파수와 비슷해지게 하는 세기이면, 양 스핀토크형 소자(1,2)는 동기화가 이루어진다. 도 2와 같이 두개의 스핀토크형 소자(1,2)는 하나의 주파수로 동기화된 신호를 출력하며, 동기화된 출력 신호는 자기장 인가 소자(16)가 상기 제2 스핀토크형 소자로부터 소정 거리 내에 위치하기 전보다 높은 출력레벨을 갖는다. 따라서 스핀토크형 소자간의 비동기화에서 동기화로의 변동을 통해 출력레벨은 높아지고, 좁은 선폭의 신호를 출력하므로, 측정하고자 하는 물질의 자기장을 종래의 자기 센서보다 고감도로 감지할 수 있다. 예를 들면, 자기 패턴으로 기록된 하드 디스크에서 데이터 "0"은 -100 Oe이고, 데이터 "1"은 100 Oe라고 하면, 본 발명의 자기 센서는 100 Oe가 감지되면 데이터가 "1"로 판독하고 그렇지 않으면 데이터 "0"으로 판독한다.

[0024] **2. 실시예 2**

[0025] 본 발명의 다른 실시예는 도 4의 스핀토크형 소자들을 동일한 자기 이방성 필드를 갖는 스핀토크형 소자들에 의한 자기 센서로 구현할 수 있다. 예를 들면, 제1 스핀토크형 소자(1)와 제2 스핀토크형 소자(2)는 동일한 구조와 동일한 물질로 제조한다. 그리고 전원부(3)는 두 스핀토크형 소자(1, 2)에 동일한 전류를 인가하면 두 스핀토크형 소자(1,2)는 자기 이방성 필드가 같으므로 동기화되어 도 2와 같이 하나의 주파수로 동기화된 출력레벨이 높고 좁은 선폭의 신호를 출력한다. 이 때, 제2 스핀토크형 소자(2)의 주위에 자기장 인가 소자(16)가 소정 거리 내에 위치하면 자기장에 의해 제2 스핀토크형 소자(2)의 주파수가 이동되어 도 1과 같이 출력레벨은 낮고 주파수가 상이한 개별적인 신호들을 출력한다. 따라서 자기 센서의 출력레벨이 낮아지면 자기 센서 주변에 외부 자기장이 존재함을 알 수 있게 된다.

[0026] **3. 실시예 3**

[0027] 도 5는 도 4에 도시된 자기 센서보다 스핀 토크 소자의 개수를 증가시킨 자기 센서로서, 자기 이방성 필드 특성이 서로 다른 제1 스핀토크형 소자(1) 내지 제N 스핀토크형 소자(5)(N은 3이상의 자연수)가 병렬 연결되고, 전원부(3)는 각 스핀토크형 소자들에 동일한 전류를 공급한다. 예를 들면, 제1 스핀토크형 소자(1)는 자기 이방성 필드(H_k)가 0.05T, 제2 스핀토크형 소자(2)는 자기 이방성 필드(H_k)가 0.1T, 제N 스핀토크형 소자(5)는 자기 이방성 필드(H_k)가 0.05*NT이다. 주변에 자기장 인가 소자가 소정 거리 내에 위치하지 않으면 스핀토크형 소자는 각 스핀토크형 소자마다 출력레벨은 낮고 주파수 대역이 다른 신호를 출력하고, 자기장 인가 소자에 의해 자기장이 인가되면 스핀토크형 소자들 중 적어도 두 개 이상의 스핀토크형 소자들은 출력하는 신호의 주파수가 비슷해져서 출력레벨은 높고 선폭이 좁은 동기화된 신호를 출력한다. 특정 세기의 자기장이 스핀토크형 소자에 인가되면, 자기 센서의 출력레벨이 높아지므로 자기장을 감지할 수 있게 된다. 도 5에 도시된 자기 센서는 N개의 스핀토크형 소자(1, 2, 5)의 자기 이방성 필드를 각각 다르게 하면 N-1개의 자기장 세기가 다른 자기장 인가 소자들(16, 17)의 자기장을 감지할 수 있다.

[0028] **4. 실시예 4**

[0029] 도 6은 본 발명에 따른 자기 센서로서, 제1 스핀토크형 소자(1), 제2 스핀토크형 소자(2), 전기 소자(6), 전원부(3) 및 측정 소자(4)를 포함한다. 자기 이방성 필드가 상이한 병렬 연결된 스핀토크형 소자(1, 2) 중 제1 스핀토크형 소자(1)에 전기소자, 예를 들면 수동소자(passive element)가 직렬 연결된다. 본 발명은 스핀토크형 소자에 수동소자를 직렬 연결함으로써 동기화되는 전류의 세기와 동기화가 일어나는 주파수를 조절할 수 있다. 예를 들면, 제1 스핀토크형 소자(1)에 저항(resistor)을 직렬 연결하면 제1 스핀토크형 소자(1)에는 제2 스핀토크형 소자(2)에 흐르는 전류보다 적은 양의 전류가 흐르게 되므로 제1 스핀토크형 소자(1)의 출력 주파수는 변동(감소)될 수 있다.

[0030] 스피드토크형 소자는 인가되는 전류의 세기에 따라 출력 주파수가 달라지므로, 연결된 수동소자를 통해 스피드토크형 소자들이 출력하는 신호의 주파수를 다르게 조절할 수 있고 자기장 인가 소자(16)에 의해 동기화되는 주파수를 조절할 수 있다.

[0031] **5. 실시예 5**

[0032] 도 7은 본 발명에 일실시예에 따른 자기 센서로서, 전원부(3), 병렬 연결된 제1 스피드토크형 소자(1)와 제2 스피드토크형 소자(2), 스피드토크형 소자 각각에 직렬 연결된 제1 수동소자(6)와 제2 수동소자(7) 및 측정 소자(4)를 포함한다. 도 6에 도시된 자기 센서의 제2 스피드토크형 소자(2)에 제2 수동소자(7)를 추가로 연결된 점에 차이가 있다. 도 6의 실시예보다 자기장에 의한 전류 세기와 주파수 영역의 변동폭을 다양하게 조절할 수 있는 효과가 발생한다.

[0033] **6. 실시예 6**

[0034] 도 8은 본 발명에 일실시예에 따른 자기 센서로서, 전원부(3), 병렬 연결된 제1 스피드토크형 소자(1)와 제2 스피드토크형 소자(2), 상기 제2 스피드토크형 소자(2)에 직렬 연결된 제1 수동소자(6), 상기 스피드토크형 소자 사이에 병렬 연결한 제3 수동소자(8) 및 측정 소자(4)를 포함한다.

[0035] 두 스피드토크형 소자(1,2) 사이에 제3 수동소자(8)를 병렬 연결하여 스피드토크형 소자간 전기적 상호작용의 크기를 직접적으로 조절하여 동기화의 영역을 크게 할 수 있다. 예를 들면, 제2 스피드토크형 소자(2)에 저항을 직렬 연결하고 스피드토크형 소자(1,2)간에는 커패시터(capacitor)를 병렬 연결하면, 각 스피드토크형 소자에서 발생한 교류 전류가 커패시터를 통해 서로의 스피드토크형 소자에 흐르게 됨으로써 동기화 주파수를 조절할 수 있게 된다.

[0036] **7. 실시예 7**

[0037] 도 9는 본 발명에 일실시예에 따른 자기센서로서, 자기 이방성 필드가 다른 제1 스피드토크형 소자(1)와 제2 스피드토크형 소자(2) 각각에 제1 수동소자(6)와 제2 수동소자(7)를 직렬연결하고, 제1 스피드토크형 소자(1)와 제2 스피드토크형 소자(2)간에 제3 수동소자(8)를 병렬 연결한 자기 센서이다.

[0038] **8. 실시예 8**

[0039] 도 10은 본 발명에 일실시예에 따른 자기센서로서, 자기 이방성 필드가 다른 N개의 스피드토크형 소자(1, 2, 5)가 병렬 연결되고, 각 스피드토크형 소자는 수동소자들(6, 7, 10)이 직렬 연결되고, 스피드토크형 소자들의 사이에는 수동소자들(8, 9)이 병렬 연결된다.

[0040] **9. 실시예 9**

[0041] 도 11은 본 발명에 의한 외부 자기장에 의한 스핀 변조 방법에 의한 변조 신호를 도시한 것으로서, 스피드토크형 소자에 자기장 인가 유무에 따라 도 11과 같이 동기화된 구간과 비동기화된 구간에서의 출력 신호의 크기 차가 발생한다. 자기장이 존재하는 구간에서는 스피드토크형 소자들이 동기화되어 출력레벨이 높고, 자기장이 존재하지 않는 구간에서는 스피드토크형 소자들이 비동기화되어 출력레벨이 낮다. 스피드토크형 소자에 인가되는 자기장을 조절하여 주파수 변조 또는 진폭 변조 신호를 생성할 수 있다.

[0042] 도 11에 도시된 스핀 변조 방법이 적용된 변조기는 자기장 세기에 따라 주파수가 변동되는 발진 신호를 출력하고, 병렬 연결되고 자기 이방성 필드가 상이한 제1 스피드토크형 소자와 제2 스피드토크형 소자 및 상기 제2 스피드토크형 소자에 자기장을 인가하는 자기장 인가부를 포함한다. 그리고 상기 제2 스피드토크형 소자는 자기장이 인가됨에 따라 상기 제1 스피드토크형 소자와 제2 스피드토크형 소자의 출력 주파수가 동기화 또는 비동기화되어 제2 스피드토크형 소자에 인가되는 자기장을 변조한다.

[0043]

10. 실시예 10

[0044]

도 12는 본 발명에 따른 변복조기로서, 병렬 연결된 제1 스핀토크형 소자(11)와 제2 스핀토크형 소자(12)로 구성된 스핀토크형 소자 어레이, 바이어스 티(13)(bias tee), 검파기(14) 및 DC 전원부(15)를 포함한다.

[0045]

제1 스핀토크형 소자(11)와 제2 스핀토크형 소자(12)는 앞서 상술한 실시예 1 내지 9가 적용될 수 있으며, 제1 스핀토크형 소자(11)의 자기 이방성 필드가 제2 스핀토크형 소자(12)에 비해 소정 차로 크다고 하면(예를 들면, 제1 스핀토크형 소자의 자기 이방성 필드는 0.05T이고, 제2 스핀토크형 소자의 자기 이방성 필드는 0.1T), 상기 제2 스핀토크형 소자(12)의 주변에 특정 세기의 자기장 인가 소자가 있는 경우 상기 제1 스핀토크형 소자(11)와 상기 제2 스핀토크형 소자(12)는 출력 주파수가 동기화된 변조 신호를 출력한다.

[0046]

바이어스 티(13)는 제1 스핀토크형 소자(11)와 제2 스핀토크형 소자(12)에 DC 전류를 공급하고, 상기 제1 스핀토크형 소자(11)와 제2 스핀토크형 소자(12)의 직류 출력은 차단하고 교류 출력만을 검파기(14)로 전달한다. 검파기(14)는 상기 스핀토크형 소자 어레이의 출력 신호를 복조하여 상기 제2 스핀토크형 소자에 인가된 자기장을 검출할 수 있다.

[0047]

이상에서는 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

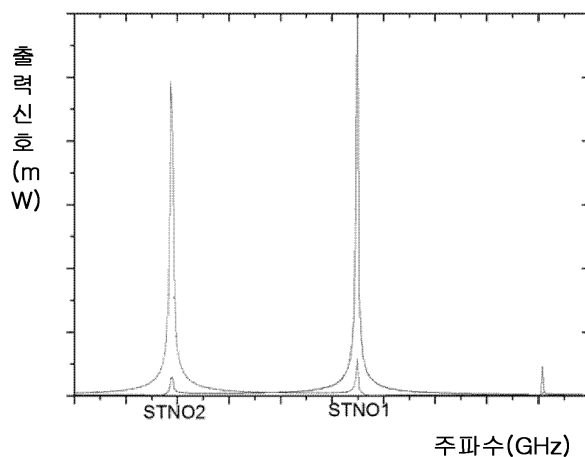
부호의 설명

[0048]

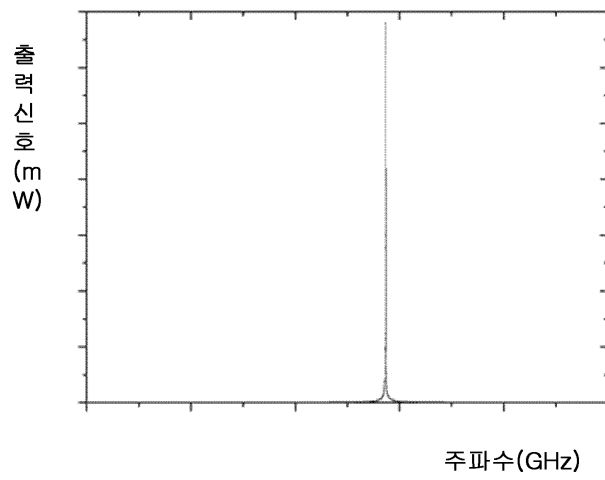
- 1 : 제1 스핀토크형 소자 2 : 제2 스핀토크형 소자
- 3 : 전원부 4 : 측정 소자
- 5 : 제N 스핀토크형 소자 6~10 : 수동소자
- 11 : 제1 스핀토크형 소자 12 : 제2 스핀토크형 소자
- 13 : 바이어스 티 14 : 검파기
- 15 : DC 전원부 16 : 자기장 인가 소자

도면

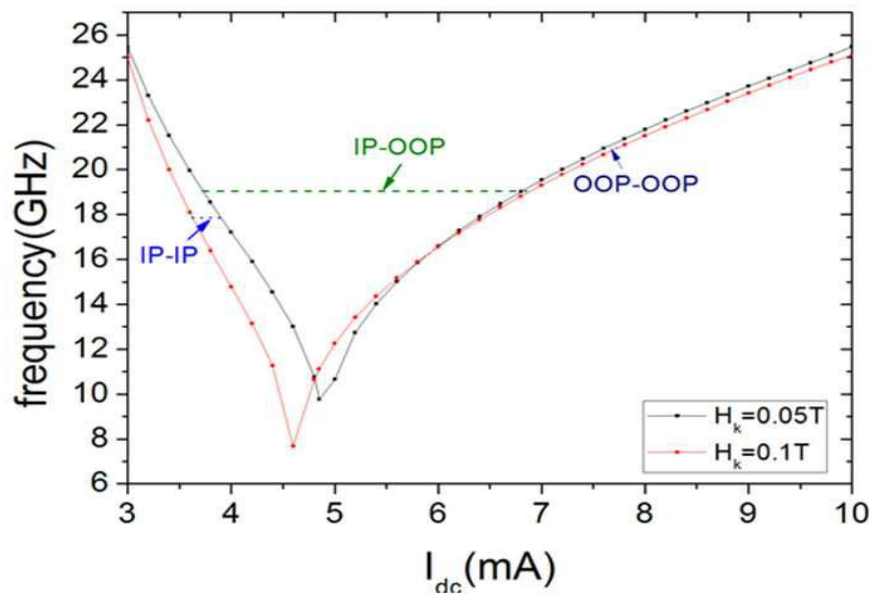
도면1



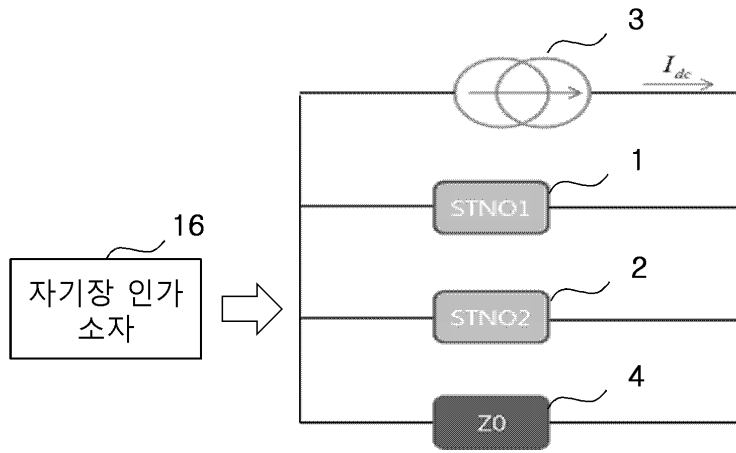
도면2



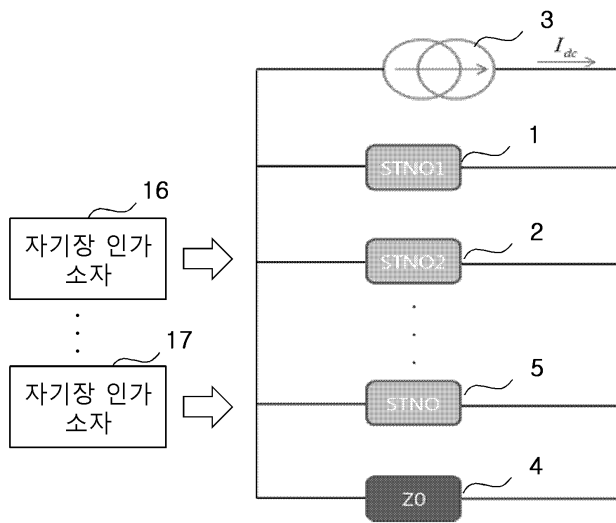
도면3



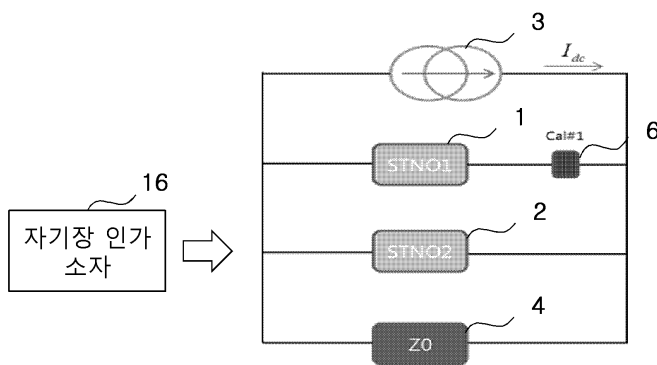
도면4



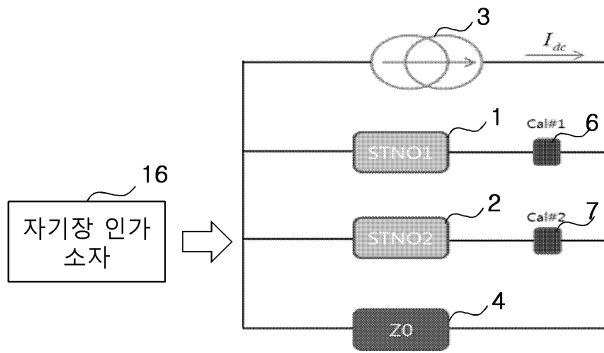
도면5



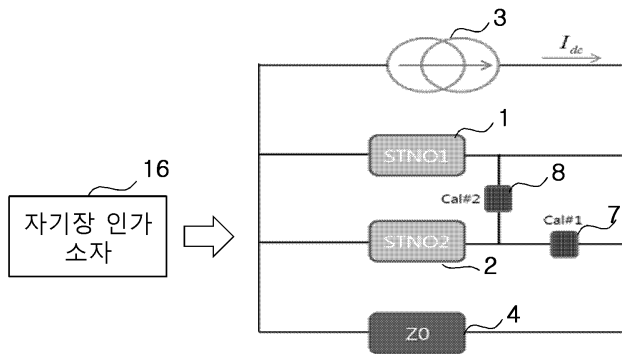
도면6



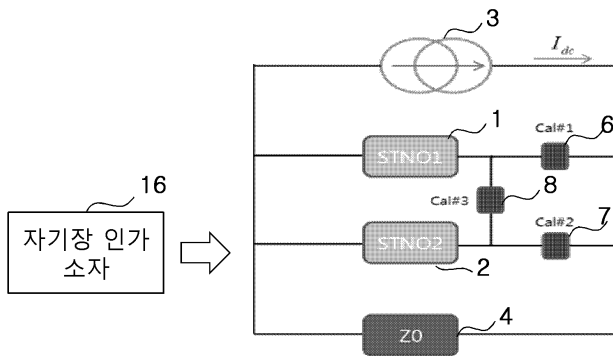
도면7



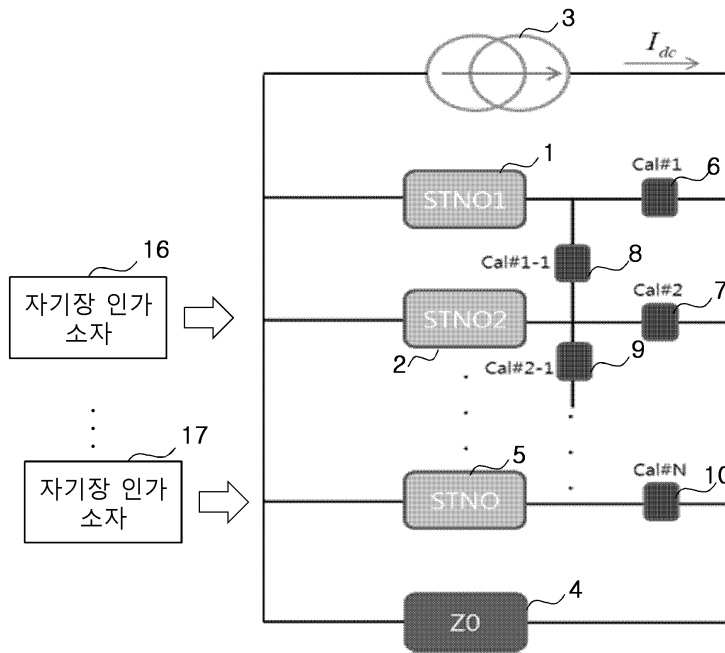
도면8



도면9

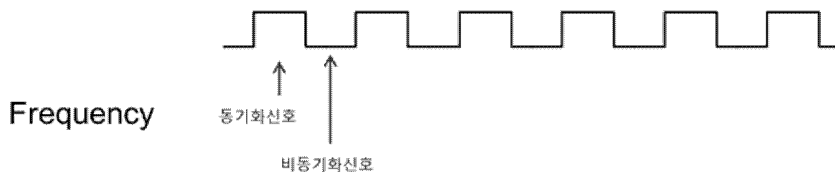


도면10

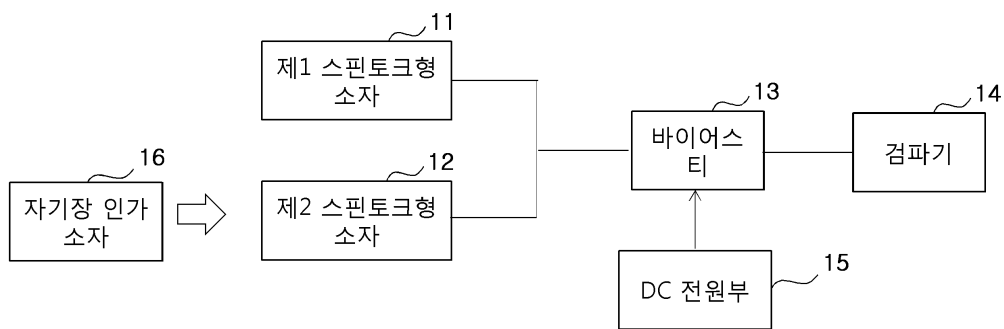


도면11

External magnetic field



도면12



도면13

