



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0046485
(43) 공개일자 2013년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 33/04 (2006.01) *G01V 3/10* (2006.01)
G01C 17/28 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0110909
 (22) 출원일자 2011년10월28일
 심사청구일자 2011년10월28일

(71) 출원인
국방과학연구소
 대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
 (72) 발명자
신광호
 부산광역시 남구 용호동 하이츠자이아파트 305-2303
임상호
 경기도 남양주시 와부읍 도곡리 두산위브아파트 113-1903
양창섭
 경상남도 창원시 진해구 석동 GS자이아파트 104동 101호
 (74) 대리인
특허법인 원전

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자**

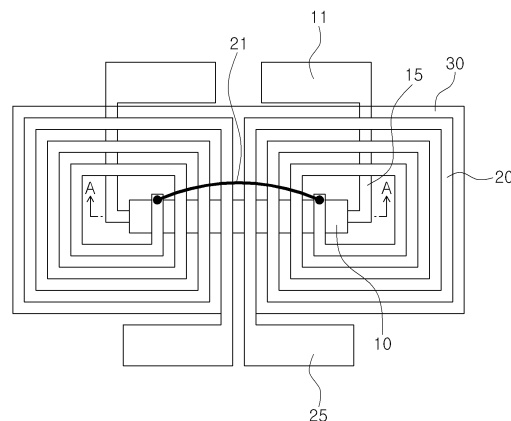
(57) 요약

본 발명은 자성 박막과 평면형 출력 코일을 수차례 교차시켜 높은 자계 출력 감도와 우수한 자계 분해능을 갖는 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 관한 것으로서,

구동전류를 인가하기 위한 한 쌍의 입력 전극(11)과; 전류가 인가될 경우 여자 자계를 발생하는 자성체 박막(10)과; 양단이 입력 전극에 각각 연결되며 자성체 박막을 길이 방향으로 관통하는 입력선(15)과; 자성체 박막에 수차례 반복하여 직교 형태로 교차하도록 배치된 미로구조의 한 쌍의 평면형 검출 코일(20)과; 평면형 검출 코일의 끝단에 각각 형성되는 한 쌍의 검출 전극(25)과; 평면형 검출 코일의 단부를 전기적으로 직렬 연결하는 연결 도선(21)과; 자성체 박막과 입력선 및 평면형 검출 코일을 각각 전기적으로 절연하는 절연체막(30)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

이에 따라 입력선을 형성하는 도전성 박막을 자성체 박막이 둘러싸고 있는 샌드위치 구조를 형성하게 되므로, 전류의 통전과 자화의 구분이 가능하게 되고 그로 인해 센서가 고감도로 동작하게 되며, 평면형 검출 코일이 다층 구조를 이루게 되어 센서의 감도가 향상되고 저전력 구동이 가능하게 되는 효과가 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

구동전류를 인가하기 위한 한 쌍의 입력 전극(11)과;
 전류가 인가될 경우 여자 자계를 발생하는 자성체 박막(10)과;
 양단이 상기 입력 전극(11)에 각각 연결되며 상기 자성체 박막(10)을 길이 방향으로 관통하는 입력선(15)과;
 상기 자성체 박막(10)에 수차례 반복하여 직교 형태로 교차하도록 배치된 미로구조의 한 쌍의 평면형 검출 코일(20)과;
 상기 평면형 검출 코일(20)의 끝단에 각각 형성되는 한 쌍의 검출 전극(25)과;
 상기 평면형 검출 코일(20)의 단부를 전기적으로 직렬 연결하는 연결도선(21)과;
 상기 자성체 박막(10)과 입력선(15) 및 평면형 검출 코일(20)을 각각 전기적으로 절연하는 절연체막(30);을 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 직교형 플럭스 게이트 센서 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 자성체 박막(10)은 상기 입력선(15)을 감싸고 있는 폐자로 형태로 이루어진 것을 특징으로 하는 박막 직교형 플럭스 게이트 센서 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 평면형 검출 코일(20)은 상기 연결도선(21)이 연결되는 단부가 상기 자성체 박막(10)의 끝단 부분에 위치하며 상기 자성체 박막(10)의 중앙 부분으로 갈수록 길이가 길어지는 연속된 미로 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 박막 직교형 플럭스 게이트 센서 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 입력 전극(11)에 인가되는 구동전류는 20kHz ~ 1GHz의 구동 주파수를 갖는 교류 전류인 것을 특징으로 하는 박막 직교형 플럭스 게이트 센서 소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 항법장치 등에서 방위각도를 측정 및 결정할 수 있도록 지자기를 감지하거나 자성체로 구성된 구조물을 탐지하기 위하여 사용될 수 있는 플럭스게이트 센서 소자에 관한 것으로서, 특히 자성 박막과 평면형 출력 코일을 수차례 교차시켜 높은 자계 출력 감도와 우수한 자계 분해능을 갖는 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 항법장치나 전자 나침반과 같이 방향을 지시하는 장치는 지구 자기장을 감지한 후 이들의 변화를 검출하여 방향을 탐지하고 있다. 이러한 자기장을 감지하기 위한 센서로는, 자기장 인가에 따라 자기 저항이 변화

하는 크기를 측정하는 MR(Magneto-Resistance) 센서와, 자기장 인가에 따른 전자들의 충전(charging)에 따른 전압의 변화를 측정하는 홀 센서(Hall Sensor), 고주파로 구동되는 자성체에 있어서 외부 자기장에 의존하는 임피던스 변화를 측정하는 MI(Magneto-Impedance) 등이 있다.

- [0003] 그러나, 상기한 자기센서들을 이용하여 지구 자기장과 같은 작은 자기장을 측정할 경우에는 센서 자체의 보정이 항상 필요하다는 문제점이 있다. 즉, 상기한 자기센서들은 센서 내부에 존재하는 전자의 이동도 또는 변화량에 따라 변화하는 전압이나 저항 등을 측정하게 되므로, 온도나 전자파 등의 외부 환경 요인이 이들 자기센서에 인가될 때 전자의 이동도가 상대적으로 변화하는 단점이 있다.
- [0004] 따라서, 지구 자기장과 같은 0.3~0.5 가우스(gauss) 정도의 미세한 자기장의 크기가 변화하거나 방향이 변화할 경우 남과 북의 방위를 바꾸어 판단할 정도의 큰 오차가 발생할 수 있다. 이에 따라 종래의 자기센서들은 센서에 전원을 인가한 작업 이후 해당 제품이 위치한 공간의 지구 자기장의 크기 및 방향을 측정하는 보정작업이 필수적으로 요구되었다.
- [0005] 이에 따라 상기한 통상의 자기센서들의 문제점을 해결할 수 있는 플럭스게이트(Flux Gate) 센서가 개발되었다. 플럭스게이트 센서는 자성체와 검출코일을 포함하며, 자성체에 전원을 인가하면 자성체에 여자자계가 형성되어 외부자계가 작용할 경우에 발생하는 자속의 변화에 의한 출력신호를 감지하게 된다. 이러한 플럭스게이트 센서는 다양한 형태로 구성될 수 있지만, 자성체와 검출코일이 직교하는 직교형 플럭스게이트 센서가 주로 사용되고 있다.
- [0006] 직교형 플럭스게이트 센서는 와이어나 튜브 또는 막대의 형태로 형성된 강자성체와, 이 강자성체의 주위를 둘러싸고 있는 신호 검출코일로 구성된다. 이러한 직교형 플럭스게이트 센서의 강자성체에 교류전류가 통전되면 강자성체의 원주방향으로 여자자계(excitation magnetic field)가 형성되며 외부자계가 없을 때에는 검출코일과 같은 방향의 자속(magnetic flux)변화가 형성되지 않으므로 출력신호가 발생하지 않는다.
- [0007] 그러나, 직교형 플럭스게이트 센서를 구성하는 자성체의 길이 방향으로 외부 자계가 인가되면 자성체의 자화(magnetization)가 외부 자계의 방향으로, 외부 자계의 크기에 비례하여서 기울어지게 되므로, 교류 전류의 여자자계에 의해서 자성체의 자화가 진동하고, 이 자화의 진동에 의해서 검출코일에 출력신호가 발생하게 된다.
- [0008] 이러한 구동원리에 의해서 직교형 플럭스게이트 센서는 일반적인 플럭스게이트 센서에 비하여 여자 코일이 필요 없는 단순한 구조를 가질 수 있으며 연자성체의 자화와 검출 코일의 권선수에 직접 비례하는 높은 감도를 나타낼 수 있게 되는 장점이 있다.
- [0009] 이러한 직교형 플럭스게이트 센서를 제작하기 위한 일반적인 방법은 자성체 와이어와 검출코일을 이용하여 제작하는 것이다. 그러나, 자성체 와이어를 이용하여 직교형 플럭스게이트 센서를 제작하는 경우에는, 자성체 와이어를 기판에 별도로 실장하여야 하기 때문에 생산성이 저하되고 대량 생산이 어려운 단점이 있다.
- [0010] 물론, 자성체 와이어 대신에 자성 박막과 같은 박막 재료를 이용하여 직교형 플럭스게이트 센서를 제작함으로써 와이어 실장 작업을 생략하는 방법도 있으나, 이 경우에는 검출 코일이 자성 박막을 둘러싸는 구조로 제작하여야 하기 때문에 제작 공정이 복잡해지는 다른 문제점이 있다.
- [0011] 즉, 자성 박막을 을 사용하는 박막 플럭스게이트 센서에서는 자성체 박막을 감싸도록 권선형 박막 코일을 사용하게 되고, 이 권선형 박막 코일은 자성 박막을 도전선 박막이 절연된 상태에서 둘러싸고 있는 구조를 가지게 되므로, 그 구조 및 제작 공정이 복잡하고 불량률을 높이는 요인이 된다.
- [0012] 또한, 권선형 박막 코일을 사용할 경우에는 자성체 박막의 상부에 위치한 도선과 자성체 박막의 하부에 위치하는 도선을 전기적으로 접속시키게 되는데, 이 경우 접속부위의 접촉 저항이 커져 센서의 불량률 초래하거나 노이즈가 발생하는 원인이 될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상기한 종래 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 자성 박막과 함께 평면형 검출 코일을 채용함으로써 제작 공정을 단순화하고 여자 자계에 대한 자기 저항을 줄여 고감도화를 용이하게 한 박막 직교형 플럭스 게이트 센서 소자를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 구동전류를 인가하기 위한 한 쌍의 입력 전극과; 전류가 인가될 경우 여자 자계를 발생하는 자성체 박막과; 양단이 상기 입력 전극에 각각 연결되며 상기 자성체 박막을 길이 방향으로 관통하는 입력선과; 상기 자성체 박막에 수차례 반복하여 직교 형태로 교차하도록 배치된 미로구조의 한 쌍의 평면형 검출 코일과; 상기 평면형 검출 코일의 끝단에 각각 형성되는 한 쌍의 검출 전극과; 상기 평면형 검출 코일의 단부를 전기적으로 직렬 연결하는 연결도선과; 상기 자성체 박막과 입력선 및 평면형 검출 코일을 각각 전기적으로 절연하는 절연체막;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또, 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 따르면, 상기 자성체 박막은 상기 입력선을 감싸고 있는 페자로 형태로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 따르면, 상기 평면형 검출 코일은 상기 연결도선이 연결되는 단부가 상기 자성체 박막의 끝단 부분에 위치하며 상기 자성체 박막의 중앙 부분으로 갈수록 길이가 길어지는 연속된 미로 형태로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또, 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 따르면, 상기 입력 전극에 인가되는 구동전류는 20kHz ~ 1 MHz의 구동 주파수를 갖는 교류 전류인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자는 입력선을 형성하는 도전성 박막을 자성체 박막이 둘러싸고 있는 샌드위치 구조를 형성하게 되므로, 전류의 통전과 자화의 구분이 가능하게 되고 그로 인해 센서가 고감도로 동작하게 되는 효과가 있다.
- [0019] 즉, 자성체 박막이 입력선을 감싸고 있는 페자로 구조를 형성하여 원주 방향의 자속 밀도가 높아짐은 물론 센서의 감도가 향상되는 것이다.
- [0020] 또, 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 따르면, 자성체 박막에 직교 형태로 교차하는 평면형 검출 코일이 다층 구조를 이루게 되므로 센서의 감도가 향상되고 저전력 구동이 가능하게 되는 효과가 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 따르면, 자성체는 물론 입력선과 검출 코일까지도 모두 박막 형태로 이루어짐과 아울러 서로 절연되어 있어 그 구조가 간단하고 제작 공정이 단순화되는 효과가 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에 따르면, 입력 전류가 도전성 박막으로 형성된 입력선을 따라 흐르게 되므로, 단층 자성체 박막을 이용한 경우에 비해 상대적으로 작은 전류로도 구동할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자에서 각 구성을 절연하기 전의 분해사시도.
 도 2는 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자의 평면도.
 도 3은 절연체막을 제외한 도 2의 'A-A' 단면이 도시된 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자를 설명하면 다음과 같다.
- [0025] 본 발명에 의한 박막 직교형 플럭스게이트 센서소자는, 도 1 내지 3에 도시된 바와 같이, 구동전류를 인가하기 위한 한 쌍의 입력 전극(11)과; 전류가 인가될 경우 여자 자계를 발생하는 자성체 박막(10)과; 양단이 상기 입력 전극(11)에 각각 연결되며 상기 자성체 박막(10)을 길이 방향으로 관통하는 입력선(15)과; 상기 자성체 박막(10)에 수차례 반복하여 직교 형태로 교차하도록 배치된 미로구조의 한 쌍의 평면형 검출 코일(20)과; 상기 평면형 검출 코일(20)의 끝단에 각각 형성되는 한 쌍의 검출 전극(25)과; 상기 평면형 검출 코일(20)의 단부를 전기적으로 직렬 연결하는 연결도선(21)과; 상기 자성체 박막(10)과 입력선(15) 및 평면형 검출 코일(20)을 각각 전기적으로 절연하는 절연체막(30);을 포함하여 이루어진다.
- [0026] 여기서, 상기 자성체 박막(10)은 상기 입력선(15)을 감싸고 있는 페자로 형태로 이루어진다. 즉, 상기 자성체 박막(10)이 입력선(15)을 둘러싸고 있는 샌드위치 구조를 갖게 되므로, 전류의 통전과 자화(Magnetization)의 구분이 가능하며, 이에 따라 여자 자계(勵磁磁界)에 대한 자기회로가 용이하게 페자로를 형성할 수 있게 되며,

그 결과 센서가 고감도로 동작하게 된다.

- [0027] 일반적으로 직교형 플럭스게이트 센서의 출력은 자속밀도, 주파수, 검출코일의 권선수에 비례한다. 여기서 자속 밀도는 선형영역에서 자성체의 투자율과 여자 자계의 곱으로 단순하게 표현할 수 있다. 따라서, 선형영역에서는 여자 자계와 출력, 즉 감도가 비례하게 되고, 여자 자계는 입력 교류 전류에 의존하기 때문에 입력 전류와 출력은 선형 영역에서 비례하는 특징이 나타난다. 그런데, 센서 소자의 원주방향의 자속밀도는 여자 자계의 크기와 함께 자기 회로의 자기저항에 반비례하는 특징이 있다.
- [0028] 이에 따라 본 발명에는 상기 자성체 박막(10)이 입력선(15)을 감싸고 있는 폐자로 구조를 형성함으로써 원주방향의 자속밀도를 높일 수 있게 되고, 그에 따라 센서의 감도가 향상된다.
- [0029] 그리고, 상기 평면형 검출 코일(20)은 상기 연결도선(21)이 연결되는 단부가 상기 자성체 박막(10)의 끝단 부분에 위치하며 상기 자성체 박막(10)의 중앙 부분으로 갈수록 길이가 길어지는 연속된 미로 형태로 형성된다. 따라서, 상기 자성체 박막(10)에 대하여 상기 평면형 검출 코일(20)이 반복하여 교차하면서 다층 구조를 이루게 되고, 그에 따라 센서의 감도가 향상된다.
- [0030] 이와 같이 평면형 검출 코일(20)을 이용하게 되면, 제작 공정이 매우 단순화된다. 즉, 일반적인 박막 플럭스게이트 센서에서는 검출 코일로서 자성체 박막을 감고 있는 권선형 박막 코일을 사용하고, 이 권선형 박막 코일과 함께 도전성 박막이 절연된 상태에서 자성체 박막을 둘러싸고 있는 구조로 되어 있다. 이에 따라 박막 플럭스게이트 센서의 구조 및 제작 공정이 복잡하게 되고, 불량률이 높아지는 요인이 되고 있다. 또한 권선형 박막 코일을 사용하는 경우에는 자성체 박막의 하부에 위치한 도선과 자성체 박막의 상부에 위치한 도선을 전기적인 접촉을 통해서 연결하게 되는데, 이때 접촉부위의 접촉 저항이 커져서 센서의 불량을 초래하거나 노이즈를 발생시키는 요인이 된다.
- [0031] 반면, 본 발명에서는 검출 코일로서 상기 평면형 검출 코일(20)을 적용함으로써 센서 구조 및 제작 공정을 대폭 단순하게 할 수 있다. 즉 일반적인 권선형 박막 코일을 검출 코일로 사용하는 경우에는 최소 5회 이상의 박막공정이 필요하지만, 본 발명과 같이 평면형 검출 코일(20)을 이용하게 되면 절연체를 포함하더라도 2회의 박막공정만으로 제작이 가능하다. 그리고, 상기 자성체 박막(10)의 상측에만 상기 평면형 검출 코일(20)이 위치하게 되므로, 접촉 저항이 발생하지 않게 된다.
- [0032] 상기와 같이 구성된 본 발명의 박막 직교형 플럭스게이트 센서 소자는 다음과 같이 동작한다.
- [0033] 입력 전극(11)에 20kHz ~ 1GHz의 구동 주파수를 갖는 교류 전류를 인가하면, 자성체 박막(10)의 둘레 방향으로 교번 자계가 발생하며, 상기 자성체 박막(10)의 연자성이 우수하기 때문에 교번 자계에 대하여 민감한 자화(Magnetization) 운동이 발생한다. 이때, 외부 자계가 작용하지 않으면 자화 벡터는 상기 자성체 박막(10)의 둘레방향으로만 존재하게 된다.
- [0034] 즉, 상기 입력 전극(11)을 통해 입력선(15)에 교류전류를 인가하게 되면, 상기 입력선(15)에 흐르는 교류 전류의 영향을 받아 상기 자성체 박막(10)이 자화되고, 상기 자성체 박막(10)의 자화에 따른 자화 벡터가 교류전류에 의해서 발생하는 원주방향의 자계에 따라 움직이게 되는 것이다.
- [0035] 그러나, 상기 자성체 박막(10)의 길이방향으로 외부 자계가 인가되면, 자화 벡터는 인가된 외부 자계의 크기에 비례하는 길이방향 성분을 가지게 된다. 이와 같이 상기 자성체 박막(10)의 주위에 자화 벡터의 길이방향 성분이 존재하게 되면, 상기 자성체 박막(10)의 양끝에서 누설되는 자속이 발생한다. 이때, 상기 자성체 박막(10)의 양끝에서 누설되는 자속의 일부는 평면 검출 코일(20)을 쇄교하게 되며, 이에 따라 상기 평면 검출 코일(20)의 끝단에 각각 연결된 검출 전극(25)으로부터 유기기전력을 측정할 수 있다.
- [0036] 이때, 상기 입력선(15)과 자성체 박막(10) 및 상기 자성체 박막(10)과 평면 검출 코일(20)은 각각 절연체막(30)에 의해 절연 및 구분되어 있으므로, 상기 입력선(15)에 흐르는 전류가 상기 자성체 박막(10) 또는 평면 검출 코일(20)로 직접 전달되는 일은 발생하지 않게 된다.
- [0037] 그리고, 상기 자성체 박막(10)에 대하여 직교하는 방향으로 수차례 교차하는 상기 평면 검출 코일(20)의 다층 구조는 자기 센서의 감도를 높이는 데에 기여하며, 저 전력 구동을 할 수 있게 한다.
- [0038] 한편, 상기 입력선(15)으로 작용하는 도전성 박막의 도전율은 상기 자성체 박막(10)의 도전율보다 수 배 ~ 수십 배가량 크다. 이에 따라, 기존의 단층 자성체 박막만으로 구성된 박막 직교형 플럭스게이트 센서에 비하여 훨씬 작은 전류를 인가하더라도 상기 자성체 박막(10)의 자화 운동을 야기할 수 있게 된다. 뿐만 아니라, 도전율이 높은 입력선에 전류를 인가하면 전원부에서 본 전기저항이 자성체에 전류를 흘렸을 때 보다 작기 때문에 전력손

실을 줄일 수 있다.

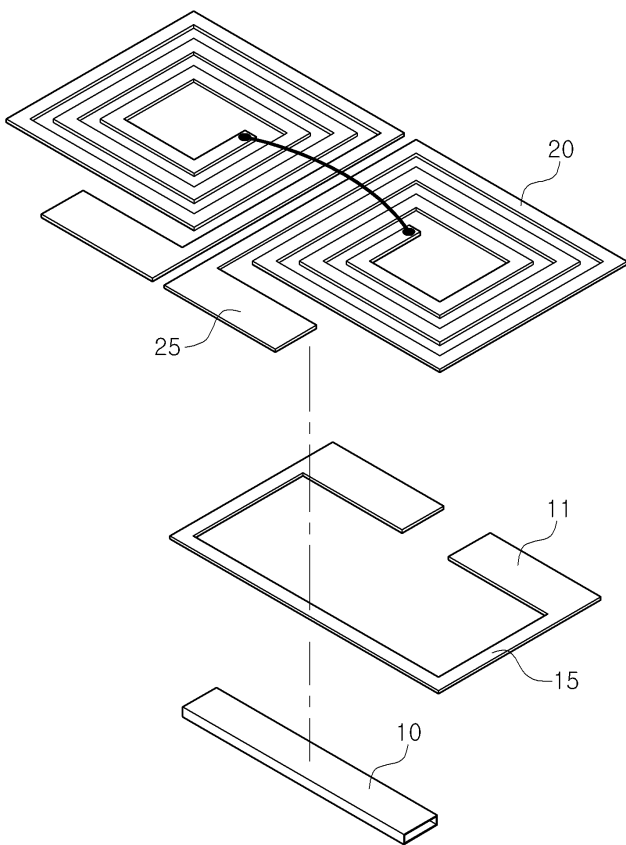
[0039] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이 같은 특정 실시 예에만 한정되지 않으며, 해당분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 특허청구범위 내에 기재된 범주 내에서 적절하게 변경이 가능할 것이다.

부호의 설명

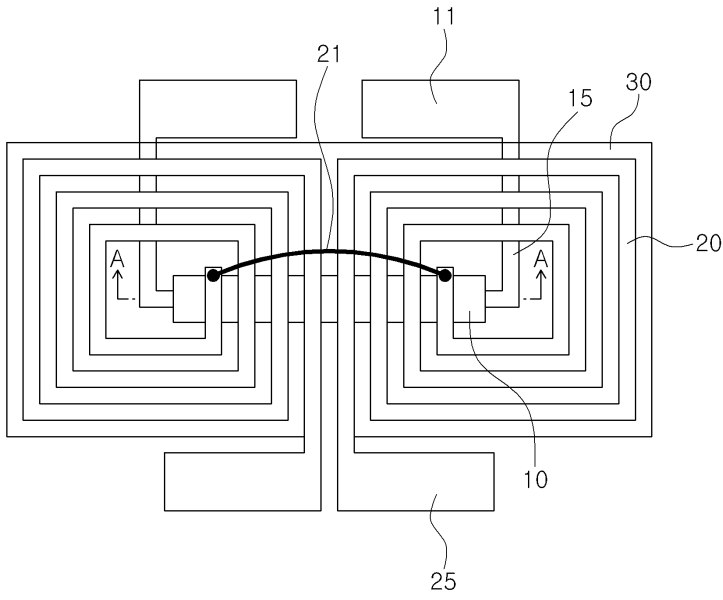
- [0040] 10: 자성체 박막
- 11: 입력 전극
- 15: 입력선
- 20: 평면형 검출 코일
- 21: 연결도선
- 25: 검출 전극
- 30: 절연체막

도면

도면1



도면2



도면3

