



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0077607
(43) 공개일자 2009년07월15일

(51) Int. Cl.

H01L 29/82 (2006.01) G01R 33/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0003644

(22) 출원일자 2008년01월11일

심사청구일자 2008년01월11일

(71) 출원인

한국과학기술연구원

서울 성북구 하월곡2동 39-1

(72) 발명자

정원용

서울특별시 서대문구 연희2동 132-11

한준현

서울 동대문구 제기동 212번지 13/7

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박장원

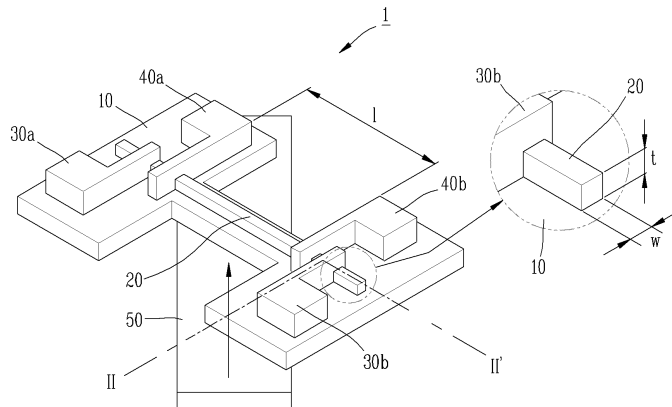
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 자기임피던스 센서와 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 자기임피던스 센서와 이의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로, 전기도금법에 의해 제조된 신자성 합금박막을 이용하여 제조된 자기임피던스 센서와 이의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 제1실시예에 따르는 자기임피던스 센서의 제조방법은, 전기도금법을 이용하여 기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 형성하는 단계; 결정질 연자성 합금박막을 패터닝하여 결정질 자성 와이어 패턴을 형성하는 단계; 스퍼터링 방법을 이용하여 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극과, 제1입력전극과 제2입력전극 사이에서 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 형성하는 단계; 및 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 의하여, 자기임피던스 센서의 두께, 폭, 길이의 조절이 용이하고(자기임피던스 센서의 형상을 자유롭게 조절할 수 있고), 이에 따라 자기임피던스 특성을 조절할 수 있다. 또한, 자기임피던스 센서의 제조가 용이하고, 대량생산이 가능해진다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

천동원

서울 마포구 중동 40-12 현대2차아파트 203동 902호

김도현

서울 강남구 대치1동 동부센트레빌아파트 106동 204호

박창빈

서울 광진구 노유1동 246-131

금복연

서울 성북구 정릉3동 647-4 23/5 삼익빌라 지층 302호

김현경

충북 충주시 칠금동 삼일아파트 102동 1003호

박선희

경기 부천시 원미구 중4동 한라마을아파트 125동 1208호

특허청구의 범위

청구항 1

자기임피던스 센서에 있어서,

결정질 자성 와이어 패턴과;

상기 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되어 있는 제1 및 제2입력전극과;

상기 제1입력전극과 상기 제2입력전극 사이에서 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되어 있는 제1 및 제2출력전극; 및

상기 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되어 있는 영구자석을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴은 CoFeNi의 조성을 갖는 결정질 연자성 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1입력전극, 상기 제2입력전극, 상기 제1출력전극 및 상기 제2출력전극은 스피터링 방법에 의하여 금, 구리 및 은 중 어느 하나로 제조되는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1입력전극, 상기 제2입력전극, 상기 제1출력전극 및 상기 제2출력전극은 동일한 재료로 동시에 일체로 제조되는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴은 1 μ m 내지 10 μ m의 두께와, 50 μ m 내지 200 μ m의 폭을 가지며,

상기 제1출력전극과 상기 제2출력전극 사이의 거리는 2mm 내지 10mm인 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴의 폭이 작을수록 상기 자기임피던스 센서의 민감도는 증가하는 반면에 감지 자기장 범위는 감소하고,

상기 결정질 자성 와이어 패턴의 두께가 두꺼워질수록 상기 자기임피던스 센서의 민감도와 감지 자기장 범위는 증가하며, 여기서 상기 민감도의 증가량은 상기 감지 자기장 범위의 증가량보다 큰 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 감지 자기장 범위는 ± 5 에르스텝(Oe) 내지 ± 15 에르스텝(Oe)으로 설정된 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 영구자석은 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 바이어스 자기장을 인가하여 상기 결정질 자성 와이어 패턴의 출력이 바이어스 자기장에 따라 선형적으로 변화하는 영역으로 동작점을 이동시켜 주며, 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 15° 내지 75° 의 예각을 이루도록 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1입력전극, 상기 제2입력전극, 상기 제1출력전극 및 상기 제2출력전극이 형성되어 있는 기판을 더 포함하며,

상기 결정질 자성 와이어 패턴과 상기 기판 사이에는 계면 접착력을 향상시켜주는 금속층이 더 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 영구자석이 회전함에 따라 외부자기장과 상기 자기임피던스 센서가 이루는 각도가 -90° 내지 +90° 로 변할 때, ±30° 구간에서 1V이상의 선형적인 출력전압 변화를 보이는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서.

청구항 11

전기도금법을 이용하여 기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 형성하는 단계;

상기 결정질 연자성 합금박막을 패터닝하여 결정질 자성 와이어 패턴을 형성하는 단계;

스퍼터링 방법을 이용하여 상기 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극과, 상기 제1입력전극과 상기 제2입력전극 사이에서 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 형성하는 단계; 및

상기 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 12

전기도금법을 이용하여 기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 형성하는 단계;

상기 결정질 연자성 합금박막을 패터닝하여 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극, 및 상기 제1입력전극과 상기 제2입력전극 사이에서 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 형성하는 단계;

상기 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 13

결정질 자성 와이어 패턴, 상기 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극, 및 상기 제1입력전극과 상기 제2입력전극 사이에서 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 포함하는 자기임피던스 센서를 제조하는 방법에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1 및 제2입력전극 및 상기 제1 및 제2출력전극에 대응하는 형상을 갖는 금속기판을 마련하는 단계;

전기도금법을 이용하여 상기 금속기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 전기도금하여 일체로 마련된 상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1 및 제2입력전극 및 상기 제1 및 제2출력전극을 형성하는 단계;

일체로 마련된 상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1 및 제2입력전극 및 상기 제1 및 제2출력전극을 기판 상

으로 옮기는 단계; 및

상기 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 14

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정질 연자성 합금박막은 CoFeNi의 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 15

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 결정질 연자성 합금박막의 형성 전에,

상기 기판 상에 계면접착력을 향상시키기 위한 금속층을 형성하는 단계; 및

상기 금속층 상에 상기 결정질 연자성 합금박막과 동일한 재료의 시드층(seed layer)을 스퍼터링 방법을 통하여 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 16

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 결정질 연자성 합금박막을 패터닝하는 단계는 포토리소그래피(photolithography) 공정을 이용하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 17

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴은 1 μ m 내지 10 μ m의 두께와, 50 μ m 내지 200 μ m의 폭을 가지도록 형성되며,

상기 제1출력전극과 상기 제2출력전극 사이의 거리는 2mm 내지 10mm을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 18

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 영구자석은 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 바이어스 자기장을 인가하여 상기 결정질 자성 와이어 패턴의 출력이 바이어스 자기장에 따라 선형적으로 변화하는 영역으로 동작점을 이동시켜 주며, 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 15° 내지 75°의 예각을 이루도록 배치되는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1 및 제2입력전극 및 상기 제1 및 제2출력전극을 기판 상으로 옮기는 단계는,

상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1 및 제2입력전극 및 상기 제1 및 제2출력전극의 상부 표면에 접착제를 도포하는 단계;

접착제가 도포된 상기 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1 및 제2입력전극 및 상기 제1 및 제2출력전극을 기판에 부착하는 단계; 및

상기 금속기판을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 자기임피던스 센서와 이의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로, 전기도금법에 의해 제조된 신자성 합금박막을 이용하여 제조된 자기임피던스 센서와 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 현재 상용되고 있는 자기센서로는 홀센서, 자기저항(MR, magneto-resistance) 센서, 자기임피던스(MI, magneto-impedance) 센서 등이 있다. 그 중에서 자기임피던스 센서는 자성체에 고주파 교류전류를 흘려주면 자성체의 표피효과로 교류자기저항(자기임피던스)의 변화량이 커지게 되는 자기임피던스 현상을 이용한 것이다. 이러한 자기임피던스 센서는 다른 자기센서에 비해 높은 자기 민감도를 지니고 있어 차세대 고감도 자기 센서로 많은 각광을 받고 있으며, 자동차, 핸드폰, 로봇, 도로, 환경분야 등에서 널리 응용될 수 있다.

<3> 특히, 자기임피던스 센서는 자동차용 경사각 센서로 이용될 수 있는데, 외부의 요인(도로의 상황 등)에 의해 자동차의 국부적 높낮이가 달라지는 경우에 전조등에서 발산되는 빛의 방향이 달라지게 된다. 이에 의해, 전조등의 빛이 마주 오는 운전자의 시야를 방해하게 되고, 이에 따라 사고의 발생확률이 급격히 증가되게 된다. 이러한 사고의 발생확률은 필라멘트 방식의 전조등에서 LED방식의 전조등으로 바뀔 경우 더 증가되게 된다. 따라서, 이와 같이 차고의 위치가 달라졌을 경우 전조등의 방향을 상대 운전자에게 아무런 피해를 주지 않는 원래의 방향으로 되돌리는 방안이 요구되며, 이러한 방안을 구현하기 위하여는 차량의 국부적인 미세한 차고 변화를 감지할 수 있는 경사각 센서의 개발이 매우 중요하다. 이와 같은 차고의 변화를 감지하는데 자기임피던스 센서가 사용될 수 있다.

<4> 자기임피던스 센서를 제작하기 위해서는 연자성 특성이 우수한 자성재료의 개발이 필수적이다. 여기서, 자기임피던스 현상은 연자성 물질에서 발생하는 현상이다. 구체적으로, 자기임피던스 현상은 연자성 물질에 교류전류가 흐르면 연자성 물질이 쉽게 자화되는데, 이렇게 자화된 연자성 물질에 외부 자기장이 영향을 미치면 연자성 물질의 임피던스가 변화되게 되는 현상이다. 이때 연자성 특성이 우수할수록 임피던스의 변화량이 커져서 연자성 물질로 제조된 자기임피던스 센서의 민감도가 향상되게 된다. 현재 상용화되고 있는 자기임피던스 센서에 사용되는 연자성 재료는 Co계열 또는 Fe계열 비정질 재료가 주로 사용되고 있다.

<5> 종래의 자기임피던스 센서(미도시)는 중심부에 비정질 와이어가 전극 기판 상에 고정되어 있고, 그 전극 기판 주변에 전자코일이 감겨져 있다. 전자 코일의 직경은 1mm 내지 2mm 정도로 사용되고 있으며, 전체 소자의 크기는 폭, 높이, 길이가 수 mm 정도로 제작되고 있다. 이러한 종래의 자기임피던스 센서는 비정질 재료를 사용하여 멜트 스피ن(melt-spin) 방법을 통하여 제조된다. 멜트 스피ن 방법은 용해된 금속 합금(비정질 재료)을 냉각시키며 도선 형태로 뽑아내는 것으로, 그 방법적 특성상 도선의 폭과 두께의 조절이 힘들다. 또한, 비정질 재료를 이용한 자기임피던스 센서의 제조는 대량생산이 어려워 제조 단가가 높고, 소자의 소형화가 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이에 따라, 이러한 문제점을 해결하기 위하여는 새로운 재료의 개발과 새로운 공정의 도입이 필요하다. 또한, 자기임피던스 센서를 상용화하기 위해서는 소자 제작을 위한 회로설계, 구동소자 개발 등이 뒷받침 되어야 하며 소자의 소형화를 위해서는 새로운 제조공정의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 연자성 특성이 우수한 나노 입자의 결정질 신자성 합금박막을 이용하여 제조된 자기임피던스 센서를 제공하는 것이다.

<7> 본 발명의 다른 목적은 전기도금법을 이용하여 연자성 특성이 우수한 나노 입자의 결정질 신자성 합금박막을 제조하고, 제조된 합금박막에 리소그라피 공정기술을 접목시켜 자기임피던스 센서를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<8> 본 발명은 자기임피던스 센서에 관한 것으로, 상기 목적은, 본 발명에 따라, 결정질 자성 와이어 패턴과; 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되어 있는 제1 및 제2입력전극과; 제1입력전극과 제2입력전극 사이에서 결정

질 자성 와이어 패턴에 연결되어 있는 제1 및 제2출력전극; 및 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되어 있는 영구자석을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서에 의하여 달성된다.

- <9> 여기서, 결정질 자성 와이어 패턴은 CoFeNi의 조성을 갖는 결정질 연자성 재료로 이루어질 수 있다.
- <10> 그리고, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극은 스퍼터링 방법에 의하여 금, 구리 및 은 중 어느 하나로 제조될 수 있다.
- <11> 또한, 결정질 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극은 동일한 재료로 동시에 일체로 제조될 수도 있다.
- <12> 그리고, 결정질 자성 와이어 패턴은 1 μm 내지 10 μm의 두께와, 50 μm 내지 200 μm의 폭을 가지며, 제1출력전극과 제2출력전극 사이의 거리는 2mm 내지 10mm일 수 있다.
- <13> 여기서, 결정질 자성 와이어 패턴의 폭이 작을수록 자기임피던스 센서의 민감도는 증가하는 반면에 감지 자기장 범위는 감소하고, 결정질 자성 와이어 패턴의 두께가 두꺼워질수록 자기임피던스 센서의 민감도와 감지 자기장 범위는 증가하며, 여기서 민감도의 증가량은 감지 자기장 범위의 증가량보다 클 수 있다.
- <14> 그리고, 감지 자기장 범위는 ±5 에르스텝(Oe) 내지 ±15 에르스텝(Oe)으로 설정될 수 있다.
- <15> 또한, 영구자석은 결정질 자성 와이어 패턴에 바이어스 자기장을 인가하여 결정질 자성 와이어 패턴의 출력이 바이어스 자기장에 따라 선형적으로 변화하는 영역으로 동작점을 이동시켜 주며, 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 15° 내지 75°의 예각을 이루도록 배치되어 있을 수 있다.
- <16> 그리고, 결정질 자성 와이어 패턴, 상기 제1입력전극, 상기 제2입력전극, 상기 제1출력전극 및 상기 제2출력전극이 형성되어 있는 기판을 더 포함하며, 결정질 자성 와이어 패턴과 기판 사이에는 계면 접착력을 향상시켜주는 금속층이 더 형성되어 있을 수 있다.
- <17> 또한, 영구자석이 회전함에 따라 외부자기장과 자기임피던스 센서가 이루는 각도가 -90° 내지 +90°로 변할 때, ±30° 구간에서 1V이상의 선형적인 출력전압 변화를 보일 수 있다.
- <18> 본 발명의 다른 목적은, 본 발명에 따라, 전기도금법을 이용하여 기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 형성하는 단계; 결정질 연자성 합금박막을 패터닝하여 결정질 자성 와이어 패턴을 형성하는 단계; 스퍼터링 방법을 이용하여 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극과, 제1입력전극과 제2입력전극 사이에서 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 형성하는 단계; 및 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법에 의하여 달성된다.
- <19> 본 발명의 다른 목적은, 본 발명에 따라, 전기도금법을 이용하여 기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 형성하는 단계; 결정질 연자성 합금박막을 패터닝하여 결정질 자성 와이어 패턴, 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극, 및 제1입력전극과 제2입력전극 사이에서 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 형성하는 단계; 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법에 의하여 달성된다.
- <20> 본 발명의 다른 목적은, 본 발명에 따라, 결정질 자성 와이어 패턴, 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극, 및 제1입력전극과 제2입력전극 사이에서 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 포함하는 자기임피던스 센서를 제조하는 방법에 있어서, 결정질 자성 와이어 패턴, 제1 및 제2입력전극 및 제1 및 제2출력전극에 대응하는 형상을 갖는 금속기판을 마련하는 단계; 전기도금법을 이용하여 금속기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 전기도금하여 일체로 마련된 결정질 자성 와이어 패턴, 제1 및 제2입력전극 및 제1 및 제2출력전극을 형성하는 단계; 일체로 마련된 결정질 자성 와이어 패턴, 제1 및 제2입력전극 및 제1 및 제2출력전극을 기판 상으로 옮기는 단계; 및 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기임피던스 센서의 제조방법에 의하여 달성된다.
- <21> 여기서, 결정질 연자성 합금박막은 CoFeNi의 조성을 갖도록 형성될 수 있다.
- <22> 그리고, 결정질 연자성 합금박막의 형성 전에, 기판 상에 계면접착력을 향상시키기 위한 금속층을 형성하는 단

계; 및 금속층 상에 결정질 연자성 합금박막과 동일한 재료의 시드층(seed layer)을 스퍼터링 방법을 통하여 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- <23> 또한, 결정질 연자성 합금박막을 패터닝하는 단계는 포토리소그래피(photolithography) 공정을 이용할 수 있다.
- <24> 그리고, 결정질 자성 와이어 패턴은 1 μm 내지 10 μm의 두께와, 50 μm 내지 200 μm의 폭을 가지도록 형성되며, 제1출력전극과 제2출력전극 사이의 거리는 2mm 내지 10mm를 갖도록 형성될 수 있다.
- <25> 또한, 영구자석은 결정질 자성 와이어 패턴에 바이어스 자기장을 인가하여 결정질 자성 와이어 패턴의 출력이 바이어스 자기장에 따라 선형적으로 변화하는 영역으로 동작점을 이동시켜 주며, 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 15° 내지 75° 이하의 예각을 이루도록 배치될 수 있다.
- <26> 그리고, 결정질 자성 와이어 패턴, 제1 및 제2입력전극 및 제1 및 제2출력전극을 기판 상으로 옮기는 단계는, 결정질 자성 와이어 패턴, 제1 및 제2입력전극 및 제1 및 제2출력전극의 상부 표면에 접착제를 도포하는 단계; 접착제가 도포된 결정질 자성 와이어 패턴, 제1 및 제2입력전극 및 제1 및 제2출력전극을 기판에 부착하는 단계; 및 금속기판을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

효 과

- <27> 본 발명은 비정질 연자성 재료를 이용하는 종래의 방법과 달리 CoFeNi 조성을 갖는 결정질의 연자성 재료를 이용하여 자기임피던스 센서를 제작한다. 이에 따라, 종래의 펠트 스핀 방법이 아닌 전기도금법을 이용하여 결정질 연자성 합금박막을 형성할 수 있고, 형성된 결정질 연자성 합금박막은 포토리소그래피 공정을 이용하여 원하는 형상으로 패터닝될 수 있다. 전기도금법과 포토리소그래피 공정을 이용함에 의하여 자기임피던스 센서의 두께, 폭, 길이의 조절이 용이하고(자기임피던스 센서의 형상을 자유롭게 조절할 수 있고), 이에 따라 자기임피던스 특성을 조절할 수 있다. 또한, 전기도금법을 이용하기 때문에 저렴한 비용으로 자기임피던스 센서의 제조가 용이하고, 포토리소그래피 공정을 이용하기 때문에 대량생산이 용이하다. 이에 더하여, 자기임피던스 센서의 형상을 용이하게 조절할 수 있기 때문에 감지 가능한 자기장의 범위를 변화시킬 수 있으며, 자기임피던스 센서 주위에 영구자석을 일정각도 기울여 설치함으로써 바이어스 코일의 필요성을 제거하여 회로의 구성을 간소화 함으로써 저비용 고감도 경사각 센서 등에 유용하게 적용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <28> 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 제1 내지 제3실시예에 따르는 자기임피던스 센서와 이의 제조방법에 대하여 설명하도록 한다. 이하의 설명에서는 본 발명에 따르는 제1실시예를 기준으로 먼저 설명을 하고, 제2 및 제3실시예에서는 제1실시예와 구별되는 특징적인 부분만 발췌하여 설명하기로 한다. 제2 및 제3실시예에서, 설명이 생략된 부분은 상기 제1실시예에 따르며, 설명의 편의를 위하여 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 도면번호를 사용하여 설명하기로 한다.
- <29> 일반적으로, 자기임피던스 센서(1)는 고주파 전류가 인가되었을 때 외부 자계의 강도에 따라 내부에 발생하는 교류전압을 신호처리를 통하여 아날로그 직류전압으로 출력하는 자기임피던스 소자이다.
- <30> 본 발명의 제1실시예에 따르는 자기임피던스 센서(1)는, 도1에 도시된 바와 같이, 기판(10)과, 상기 기판(10) 상에 형성되어 있는 결정질 자성 와이어 패턴(20)과, 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 양단에 연결되어 있는 제1 및 제2입력전극(30a, 30b)과, 제1입력전극(30a)과 제2입력전극(30b) 사이에서 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 연결되어 있는 제1 및 제2출력전극(40a, 40b), 및 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 대하여 일정한 각도로 기울어져 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 인접하여 배치되어 있는 영구자석(50)을 포함한다.
- <31> 본 발명의 제1실시예에 따르는 기판(10)은 실리콘 등의 반도체 재료로 이루어진 기판이거나 플라스틱 또는 석영 등을 포함하는 절연성 기판일 수도 있고, 또는 스테인리스와 같은 도전성 기판일 수도 있다. 예를 들어, 본 발명의 제1실시예에 따르는 기판(10)은 실리콘 웨이퍼(Si wafer)일 수 있다.
- <32> 기판(10) 상에는, 도2에 도시된 바와 같이, 수 십 나노미터(nanometer) 두께의 금속층(15)이 형성되어 있다. 금속층(15)은 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 형성시 기판(10)과 결정질 자성 와이어 패턴(20) 사이에 계면접착력을 증가시키기 위한 층으로, 티타늄과 같은 도전성 금속으로 이루어져 있다. 금속층(15)은 스퍼터링(sputtering), 진공증착(EVAPORATION) 등의 방법으로 형성될 수 있다. 본 발명에서 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 형성 전에 기판(10) 상에 금속층(15)을 형성하는 이유는 다음과 같다. 본 발명에 따르는 결정질 자성 와이어 패턴(20)은 전기도금법에 의하여 형성되는데, 전기도금법을 행하기 위하여는 도금하려는 면이 전도성 재료

로 이루어져야 한다. 그러나, 기판(10)은 반도체 재료, 절연성 재료 등으로 이루어져 있기 때문에 전기도금법을 행할 수 없다. 이에 따라, 기판(10) 상에 결정질 자성 와이어 패턴(20)과 동일한 재료로 이루어진 시드층(seed layer)(18)을 먼저 형성할 필요가 있다. 이러한 시드층(18)은 스퍼터링(sputtering) 등의 방법으로 형성되는데, 시드층(18)의 형성시 기판(10)과의 사이에서 계면접착력이 좋지 않으면 시드층(18)의 특성이 좋지 않아 전기도금시 결정질 자성 와이어 패턴(20)이 잘 형성되지 않거나 형성된 후 박리될 수 있다. 본 발명에서는 이러한 문제점을 해소하기 위하여 금속층(15)을 먼저 형성하는 것이다.

<33> 금속층(15)이 형성된 기판(10) 상에는 막대형상의 결정질 자성 와이어 패턴(20)이 형성되어 있다. 결정질 자성 와이어 패턴(20)은 전기도금법에 의하여 형성되는 결정질 연자성 합금박막이 긴 막대형상으로 패터닝(patterning)되어 형성된 것이다. 여기서, 결정질 연자성 합금박막의 패터닝은 포토리소그래피(photolithography) 방법을 이용할 수 있다. 결정질 자성 와이어 패턴(20)은 CoFeNi의 조성을 가지며, 더욱 바람직하게는 $Co_{31-35}Fe_{27-30}Ni_{36-41}$ 의 조성을 가진다. 본 발명에 따르는 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 재료적인 측면에서의 구체적인 특성, 조성 및 제조방법 등은 본 발명의 출원인이 한국특허청에 선출원하여 등록 받은 한국등록특허 제0640221호에 따른다. 이러한 결정질 자성 와이어 패턴(20)은 매우 우수한 연자성 특성(soft magnetic property)을 보여, 자기임피던스 센서(1)로 제작시 감지가능한 자장의 측정범위 및 민감도(sensitivity)가 개선된다. 또한, 종래의 비정질 연자성 재료가 아니기 때문에 전기도금법에 의하여 형성될 수 있어, 원하는 두께, 폭, 길이로 결정질 자성 와이어 패턴(20)을 형성할 수 있다.

<34> 본 발명에 따르는 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 크기에 따라 자기임피던스 센서(1)의 민감도(sensitivity)와 감지가능한 자장의 측정범위(감지 자기장 범위)가 달라지기 때문에, 용도에 따라 적절한 크기로 자기임피던스 센서(1)를 제작할 필요가 있다. 구체적으로, 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 폭(w)이 커지면 민감도(sensitivity)가 다소 떨어지는 대신 감지 자기장 범위(감지가능한 자장의 측정범위)는 넓어지고, 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 길이(l)가 늘어나면 민감도(sensitivity)는 개선되나 감지 자기장 범위는 다소 좁아진다. 그리고, 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 두께(t)가 두꺼워질수록 자기임피던스 센서(1)의 민감도와 감지 자기장 범위는 증가하며, 여기서 일반적으로 민감도의 증가량은 감지 자기장 범위의 증가량보다 크다. 본 발명에서는 길이(l)가 2mm 내지 10mm 범위이고, 폭(w)이 50 μ m 내지 200 μ m 범위이며, 두께(t)가 1 μ m 내지 10 μ m 범위를 갖도록 결정질 자성 와이어 패턴(20)을 제작하였다. 그리고, 본 발명에서는 전기도금 후에 포토리소그래피 공정을 이용하여 결정질 자성 와이어 패턴(20)을 형성하기 때문에, 종래의 방법과 비교하여 보다 정밀하게 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 길이(l), 폭(w) 및 두께(t)를 조절할 수 있고, 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 폭(w) 또는/및 두께(t)를 조절하여 원하는 용도(특성)에 맞도록 자기임피던스 센서(1)를 제작할 수 있다. 한편, 본 발명에서 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 길이(l)는 제1출력전극(40a)과 제2출력전극(40b) 사이의 거리를 말한다. 상술한 바와 같은 조건으로 제작된 자기임피던스 센서(1)는 ± 5 에르스텝(Oe) 내지 ± 15 에르스텝(Oe) 범위를 측정할 수 있다. 한편, 본 발명의 설명에서 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 두께(t)는 시드층(18)의 두께를 포함한 것으로 정의한다.

<35> 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 양단에는, 도1에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2입력전극(30a, 30b)이 형성되어 있고, 제1입력전극(30a)과 제2입력전극(30b) 사이의 와이어(20)에는 제1 및 제2출력전극(40a, 40b)이 형성되어 있다. 그리고, 제1 및 제2입력전극(30a, 30b)은 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 일측에 형성되어 있고, 제1 및 제2출력전극(40a, 40b)은 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 타측에 형성되어 있다. 본 발명의 제1실시예에 따르는 자기임피던스 센서(1)는 제1 및 제2입력전극(30a, 30b)과 제1 및 제2출력전극(40a, 40b)은 동일한 재료로 동시에 제조되나, 결정질 자성 와이어 패턴(20)과는 다른 재료 및 다른 방법으로 제조된다. 구체적으로, 제1 및 제2입력전극(30a, 30b)과 제1 및 제2출력전극(40a, 40b)은 전기전도성이 좋은 금, 은, 구리와 같은 재질로, 스퍼터링(sputtering) 방법에 의하여 형성될 수 있다. 제1 및 제2입력전극(30a, 30b)에 고주파 교류전류가 인가되면, 외부 자계의 강도에 따라 내부에 발생하는 교류전압이 제1 및 제2출력전극(40a, 40b)으로 출력되고, 출력된 교류전압은 회로에서 신호처리를 통하여 아날로그 직류전압으로 출력된다.

<36> 한편, 본 발명의 제2실시예(도6a 및 도6b참조)에 따르는 자기임피던스 센서(1)의 제1입력전극(30a), 제2입력전극(30b), 제1출력전극(40a) 및 제2출력전극(40a, 40b)은 결정질 자성 와이어 패턴(20)과 동시에 동일한 재료로 형성될 수도 있다. 즉, 제1입력전극(30a), 제2입력전극(30b), 제1출력전극(40a) 및 제2출력전극(40a, 40b)은 전기도금법에 의하여 CoFeNi 조성의 결정질 연자성 물질로 이루어질 수 있다. 그리고, 제2실시예에 따르는 자기임피던스 센서(1)는, 제1실시예와 달리, 제1입력전극(30a)과 기판(10) 사이, 제2입력전극(30b)과 기판(10) 사이, 제1출력전극(40a)과 기판(10) 사이 및 제2출력전극(40a, 40b)과 기판(10) 사이에 금속층(15)과 시드층(18)을 더 포함한다.

- <37> 영구자석(50)은 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 대하여 일정한 각도로 기울어져 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 인접하여 배치되어 있다. 영구자석(50)은 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 대하여 15° 내지 75° 의 예각을 이루도록 배치되어 있다. 바람직하게는 45° 를 이루도록 배치된다. 영구자석(50)은 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 바이어스 자기장을 인가하여 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 출력이 바이어스 자기장에 따라 선형적으로 변화하는 영역으로 동작점을 이동시켜 준다(원점 보정). 일반적으로 자기임피던스 센서(1)의 원점을 보정하기 위하여 바이어스 자기장을 가해주는 방법으로는 자기임피던스 센서(1) 주위에 바이어스 코일을 감아서 바이어스 자기장을 가해주는 방법(미도시)과 본 발명에 개시된 바와 같이 영구자석을 이용하는 방법이 있다. 두 가지 방법 모두 본 발명에서 이용가능하나, 대량생산, 제조비용의 절감 등의 관점에서 영구자석을 이용하는 것이 바람직하다.
- <38> 본 발명에서는 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 대하여 일정한 각도로 영구자석(50)을 기울여 외부 바이어스 자기장을 제어함으로써 회로상에 별도의 원점 보정용 바이어스 코일이 없어도 원점 보정을 가능하게 하였다.
- <39> 또한, 영구자석(50)과 결정질 자성 와이어 패턴(20) 사이의 거리, 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 폭(w), 길이(1), 두께(t)를 최적화하고, 결정질 자성 와이어 패턴(20)에 대한 영구자석(50)의 기울기를 조절하여 선형적인 출력전압 변화 특성을 갖는 자기임피던스 센서(1)를 개발하였다.
- <40> 이하, 본 발명의 제1실시예에 따라 제조된 자기임피던스 센서(1)의 구동방법에 대하여 설명한다.
- <41> 상술한 바와 같은 조건으로 제조된 자기임피던스 센서(1)의 제1 및 제2입력전극(30a, 30b)에 고주파 교류전류(예를 들어, 1~10MHz)가 인가되면, 외부 자기장의 강도(예를 들어, -100 0e ~ 100 0e)에 따라 내부에 발생하는 교류전압이 제1 및 제2출력전극(40a, 40b)으로 출력된다. 즉, 제1 및 제2출력전극(40a, 40b)을 통하여 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 교류저항, 즉 임피던스를 측정하고, 이때 자기임피던스 센서(1)의 임피던스는 일정량의 교류 전류하에서 외부 자기장의 강도에 따라 교류전압으로 환산된다. 출력된 교류전압은 회로에서 신호처리를 통하여 아날로그 직류전압으로 출력된다. 출력된 아날로그 직류전압은 도3a의 그래프와 같이 두 개의 정점(double peak)을 가지며, 외부자기장이 영(0)인 y축에 대해 대칭을 이루고 있는 형태이다. 여기서, 외부 자기장 값을 나타내는 그래프의 정점은, 도3a에 도시된 바와 같이, 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 폭(w)을 50 μ m 내지 200 μ m로 변화시킴에 따라 약 5 0e 내지 15 0e로 변화됨을 확인하였다. 이에 따라, 자기임피던스 센서(1)의 용도에 따라 좁은 자기장 영역에서부터 비교적 넓은 자기장 영역을 감지할 수 있음을 확인할 수 있다. 자기임피던스 센서(1)로서 적용되기 위하여는 외부 자기장의 변화에 대한 출력 전압의 변화가 직선적인 관계를 이루어야 하기 때문에, 도3a의 "A"부분(도3b참조)만 선택하여 이용하는 것이 바람직하다. 그리고, 선택된 "A"부분(도3b참조)의 측정 범위가 양의 값 범위와 음의 값 범위에 있도록 하는 것이 바람직하기 때문에, 영구자석(50)을 적절히 배치하여, 도4와 같이 원점 보정을 한다. 즉, 영구자석(50)의 위치(영구자석으로부터 결정질 자성 와이어 패턴 사이의 거리)와 각도(영구자석이 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 기울어진 각도)를 조절하여 "A"부분(도3b참조)을 이동시켜, 도4에 도시된 바와 같이, 자기임피던스 센서(1)의 측정 자기장 범위의 중간값이 대략 x축의 0점에 위치하도록 한다.
- <42> 도 5는 본 발명에서 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 길이 폭, 두께의 최적화에 의해 얻어진 실제 출력전압의 변화를 보여준다. 즉, 이론적으로는 영구자석(50)의 각도의 변화에 따른 출력전압의 변화는 직선적인 관계를 갖지 않지만, 본 발명에서와 같이 결정질 자성 와이어 패턴(20)의 길이, 폭, 두께를 최적화하면 도 5와 같이 직선적인 각도와 출력전압과의 관계를 얻을 수 있어 경사각센서에 적용이 매우 유용하다. 이와 같은 자기임피던스 센서(1)는 영구자석(50)이 회전함에 따라 외부자기장과 자기임피던스 센서(1)가 이루는 각도가 -90° 내지 +90°로 변할 때, $\pm 30^\circ$ 구간에서 1V이상의 선형적인 출력전압 변화를 보인다.
- <43> 이하, 본 발명의 제3실시예에 따르는 자기임피던스 센서(1)에 대하여 도7을 참조하여 설명한다.
- <44> 제3실시예에 따르는 자기임피던스 센서(1)는 제조방법이 제1 및 제2실시예와 다르며, 이에 따라 자기임피던스 센서(1)의 단면구조도 상이하다. 제3실시예에 따르는 결정질 자성 와이어 패턴(20), 제1입력전극(30a), 제2입력전극(30b), 제1출력전극(40a) 및 제2출력전극(40b)은 일체로 도전성의 금속기판(미도시)에 전기도금법을 통하여 형성된 후, 형성된 결정질 자성 와이어 패턴(20), 제1입력전극(30a), 제2입력전극(30b), 제1출력전극(40a) 및 제2출력전극(40b)은 다시 기판(10)으로 옮겨진다. 구체적으로, 결정질 자성 와이어 패턴(20), 제1입력전극(30a), 제2입력전극(30b), 제1출력전극(40a) 및 제2출력전극(40b)의 표면에 접착제(60)를 바른 후, 표면에 기판(10)을 부착한다. 그 후, 전기도금시 이용하였던 금속기판(미도시)를 제거하여 제3실시예에 따르는 구조의 자기임피던스 센서(1)를 완성한다.
- <45> 도 8은 본 발명의 자기임피던스 센서(1)를 이용한 경사각 센서에 대한 회로도이다. 고주파 발진기를 통해 교류

전압을 인가하고, 완충 증폭기 (Buffer)를 이용하여 임피던스 정합을 구현하였으며, 외부 자장에 대해 변화하는 자기임피던스 소자의 교류전압을 교류-직류 변환기(Peak Detector)를 이용하여 신호처리 하고, 계측 증폭기 (Op Amp)를 통해 증폭하여 아날로그로 출력하게 된다. 도 8의 회로도를 갖는 자기 임피던스 센서를 이용하여 실제 측정된 도 5의 각도변화에 따른 출력전압의 변화그래프에서 보는 바와 같이 -40도에서 40도의 각도 변화구간에 서 약 1.5V정도의 출력전압 변화 폭을 갖고 있어 경사각 센서로의 응용에 유용하게 쓰일 수 있다.

<46> 이하, 본 발명의 제1 내지 제3실시예에 따르는 자기임피던스 센서의 제조방법에 대하여 도9 내지 도11을 참조하여 설명한다. 이하의 설명 중에서 생략되거나 요약된 부분은 상술한 자기임피던스 센서에 대한 설명에 따르도록 한다.

<47> 먼저, 도9를 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따르는 자기임피던스 센서의 제조방법에 대하여 설명하도록 한다.

<48> 기판 상에 스퍼터링(sputtering) 방법 또는 진공증착(EVAPORATION) 방법으로 수 십 나노미터(nanometer) 두께의 금속층을 먼저 형성한다(S10). 여기서, 금속층은 결정질 자성 와이어 패턴의 형성시 기판과 결정질 자성 와이어 패턴 사이에 계면접착력을 증가시키기 위한 층으로, 티타늄과 같은 도전성 금속으로 이루어져 있다. 본 발명에서 금속층을 먼저 형성하는 이유는 다음과 같다. 본 발명에 따르는 결정질 자성 와이어 패턴은 전기도금법에 의하여 형성되는데, 전기도금법을 행하기 위하여는 도금하려는 면이 전도성 재료로 이루어져야 한다. 그러나, 기판은 반도체 재료, 절연성 재료 등으로 이루어져 있기 때문에 전기도금법을 행할 수 없다. 이에 따라, 기판 상에 결정질 자성 와이어 패턴과 동일한 재료로 이루어진 시드층(seed layer)을 먼저 형성할 필요가 있다. 이러한 시드층은 스퍼터링(sputtering) 등의 방법으로 형성되는데, 시드층의 형성시 기판과의 사이에서 계면접착력이 좋지 않으면 시드층의 특성이 좋지 않아 전기도금시 결정질 자성 와이어 패턴이 잘 형성되지 않거나 형성된 후 박리될 수 있다. 본 발명에서는 이러한 문제점을 해소하기 위하여 금속층을 먼저 형성하는 것이다.

<49> 이후, 스퍼터링 방법으로 상기 금속층 상에 차후에 형성될 결정질 연자성 합금박막과 동일한 재료(결정질 연자성 재료)를 이용하여 수 십나노 두께의 시드층(seed layer)을 형성한다(S20).

<50> 이어, 전기도금법을 이용하여 상기 시드층 상에 결정질 연자성 합금박막을 도금한다(S30). 시드층을 포함한 결정질 연자성 합금박막의 두께가 대략 1 μ m 내지 10 μ m가 되도록 결정질 연자성 합금박막을 형성한다. 결정질 연자성 금속박막은 CoFeNi의 조성을 가지며, 더욱 바람직하게는Co₃₁₋₃₅Fe₂₇₋₃₀Ni₃₆₋₄₁의 조성을 가진다. 본 발명에 따르는 결정질 연자성 금속박막의 재료적인 측면에서의 구체적인 특성, 조성 및 제조방법 등은 본 발명의 출원인이 한국특허청에 선출원하여 등록 받은 한국등록특허 제0640221호에 따른다. 이러한 결정질 연자성 금속박막은 매우 우수한 연자성 특성(soft magnetic property)을 보여, 자기임피던스 센서로 제작시 감지가 가능한 자장의 측정범위 및 민감도(sensitivity)가 개선된다. 또한, 본 발명에서는 종래와 달리 전기도금법을 이용하여 결정질 연자성 합금박막을 제조하기 때문에 원하는 두께로 결정질 연자성 합금박막을 제조할 수 있다.

<51> 다음, 형성된 결정질 연자성 합금박막을 긴 막대형상으로 패터닝하여 결정질 자성 와이어 패턴(20, 도1참조)을 형성한다(S40). 여기서, 패터닝 기술은 포토리소그래피 공정(photolithography process)을 이용한다. 구체적으로, 결정질 연자성 합금박막 상에 감광막(photoresist)를 도포한다. 도포방법은 스펀코팅 등을 이용할 수 있다. 여기서, 감광막은 포지티브형이거나 네거티브형 일 수 있다. 그 후, 감광막을 원하는 형상으로 패터닝하기 위하여 일정한 형상의 개구부를 갖는 마스크를 이용하여 감광막을 노광한 후, 감광막을 현상하여 형성하고자 하는 결정질 자성 와이어 패턴에 대응하는 위치의 감광막만을 남기고 나머지의 감광막은 제거한다. 그 후, 습식식각하여 감광막에 의하여 덮여있지 않은 결정질 연자성 합금박막을 제거하여 결정질 자성 와이어 패턴을 형성한다. 그 후, 아세톤 등을 이용하여 잔존하는 감광막을 제거한다. 여기서, 포토리소그래피 고정으로 결정질 연자성 합금박막을 패터닝 하기 때문에 원하는 폭(w)으로 결정질 자성 와이어 패턴을 형성할 수 있다. 본 발명에서는 50 μ m 내지 200 μ m의 폭을 갖도록 결정질 자성 합금박막을 제조한다.

<52> 그 후, 스퍼터링 방법을 이용하여 상기 결정질 자성 와이어 패턴의 양단에 연결되는 제1 및 제2입력전극과, 상기 제1입력전극과 상기 제2입력전극 사이에서 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 연결되는 제1 및 제2출력전극을 형성한다(S50). 제1 및 제2입력전극은 결정질 자성 와이어 패턴의 일측에 형성되고, 제1 및 제2출력전극은 결정질 자성 와이어 패턴의 타측에 형성된다. 여기서, 제1 및 제2입력전극과 제1 및 제2출력전극은 전기전도성이 좋은 금, 은, 구리와 같은 재질을 포함할 수 있다. 본 발명에서는 제1출력전극과 제2출력전극 사이의 거리가 2mm 내지 10mm이 되도록 형성한다.

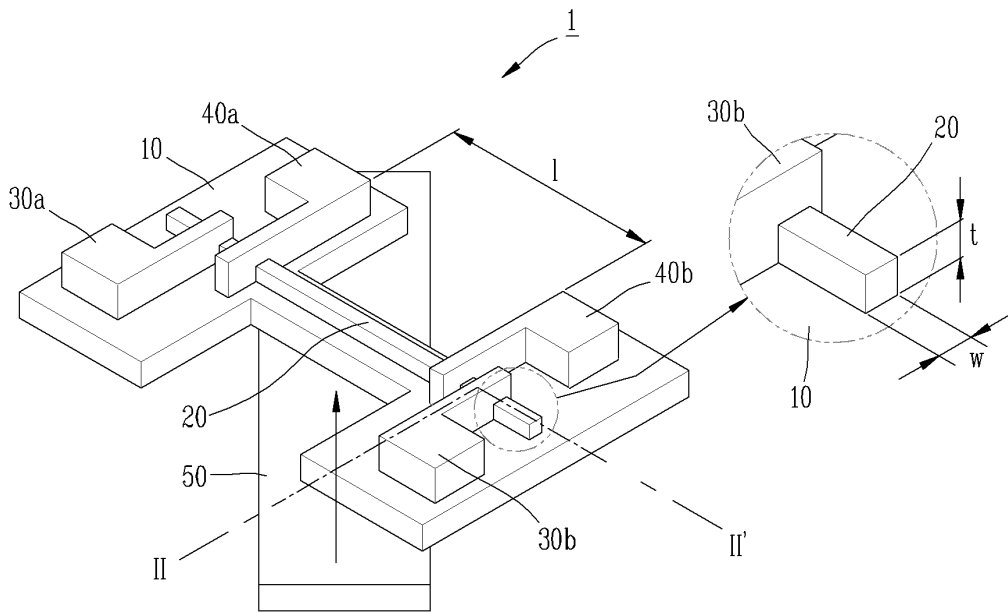
<53> 다음, 형성된 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 인접

하여 배치되도록 영구자석을 설치한다(S60). 영구자석은 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 15° 내지 75° 의 각을 이루도록 배치된다. 바람직하게는 45° 를 이루도록 배치된다. 영구자석은 결정질 자성 와이어 패턴에 바이어스 자기장을 인가하여 결정질 자성 와이어 패턴의 출력이 바이어스 자기장에 따라 선형적으로 변화하는 영역으로 동작점을 이동시켜 준다(원점 보정). 본 발명에서는 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 영구자석을 기울여 외부 바이어스 자기장을 제어함으로써 회로상에 별도의 원점 보정용 바이어스 코일이 없어도 원점 보정이 가능하다.

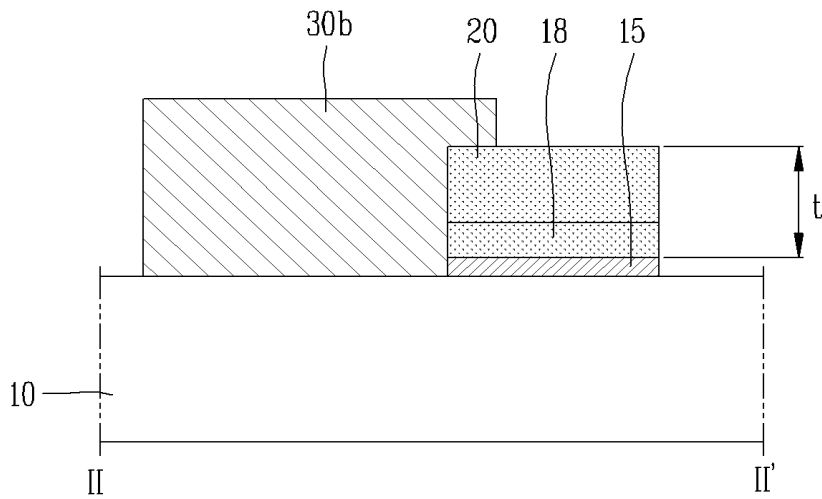
- <54> 이하, 도10을 참조하여 본 발명의 제2실시예에 따르는 자기임피던스 센서의 제조방법에 대하여 설명하도록 한다. 제2실시예의 제조방법에 대한 설명에서는 제1실시예에 따르는 제조방법과 구별되는 부분을 중심으로 설명하도록 하며, 설명이 생략되거나 요약된 부분은 제1실시예에 따르는 제조방법에 대한 설명에 따른다.
- <55> 먼저, 도10에 도시된 바와 같이, 기판 상에 금속층을 형성한다(S100).
- <56> 이후, 스퍼터링 방법으로 금속층 상에 시드층을 형성한다(S200).
- <57> 다음, 전기도금법으로 시드층 상에 결정질 연자성 합금박막을 형성한다(S200).
- <58> 그 후, 포토리소그래피 공정을 이용하여 결정질 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극을 동시에 형성한다(S400). 즉, 제1실시예와 달리, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극은 전기도금법에 의하여 형성되며, CoFeNi 조성의 결정질 연자성 물질로 이루어질 수 있다. 그리고, 제2실시예에서는 결정질 자성 와이어 패턴과 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극을 동시에 형성하기 때문에, 완성된 자기임피던스 센서의 단면은 제1실시예와 달리 제1입력전극(30a)과 기판(10) 사이, 제2입력전극(30b)과 기판(10) 사이, 제1출력전극(40a)과 기판(10) 사이 및 제2출력전극(40a, 40b)과 기판(10) 사이에 금속층과 시드층을 더 형성되어 있다.
- <59> 제2실시예에 따르는 방법은 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극을 형성하기 위한 별도의 스퍼터링 공정이 불필요하여 공정수 절감 및 비용 절감의 장점이 있다.
- <60> 마지막으로, 형성된 결정질 자성 와이어 패턴에 대하여 일정한 각도로 기울어져 상기 결정질 자성 와이어 패턴에 인접하여 배치되도록 영구자석을 설치한다(S500).
- <61> 이에 의하여, 제2실시예에 따르는 자기임피던스 센서가 완성된다.
- <62> 이하, 도11을 참조하여 본 발명의 제3실시예에 따르는 자기임피던스 센서의 제조방법에 대하여 설명하도록 한다. 제3실시예의 제조방법에 대한 설명에서는 제1실시예에 따르는 제조방법과 구별되는 부분을 중심으로 설명하도록 하며, 설명이 생략되거나 요약된 부분은 제1실시예에 따르는 제조방법에 대한 설명에 따른다.
- <63> 먼저, 결정질 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극에 대응하는 형상을 갖는 금속기판을 마련한다(S1000). 금속기판을 원하는 형상으로 마련하는 기술은 공지된 방법에 따른다.
- <64> 다음, 전기도금법을 이용하여 상기 금속기판 상에 결정질 연자성 합금박막을 전기도금하여 일체로 마련된 결정질 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극을 형성한다(S2000).
- <65> 이 후, 형성된 결정질 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극의 상부 표면에 접착제를 도포한다(S3000). 여기서, 접착제는 후술하는 공정을 용이하게 하기 위하여 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극과 금속기판 사이의 접합력보다 더 큰 접합력을 갖는 것이 바람직하다. 그리고, 접착제의 도포는 코팅 등의 여러 가지 방법이 적용될 수 있다. 다른 방법으로, 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극이 형성된 금속기판을 접착제가 채워져 있는 용기 속에 담그고, 상기 용기에 자기장 등을 가하면 접착제가 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극의 표면에 부착된다. 접착제가 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극의 표면에 도포되면, 금속기판을 빼내어 일정시간 건조하여 사용할 수도 있다.
- <66> 이어, 접착제가 도포된 결정질 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극을 기판에 부착한다(S4000). 여기서, 기판은 제1 및 제2실시예에서 언급한 절연성 또는 반도체성 재료로 만들어진 기판이다.
- <67> 다음, 금속기판을 제거한다(S5000). 금속기판을 제거하는 방법으로는 단지 금속기판에 힘을 가하여 이격시킬 수 있다. 이는 접착제의 접합력이 자성 와이어 패턴, 제1입력전극, 제2입력전극, 제1출력전극 및 제2출력전극과 금속기판 사이의 접합력보다 더 크기 때문에 가능하다. 다른 방법으로는, 접착된 요소들을 특수한 용액(접착력이

도면

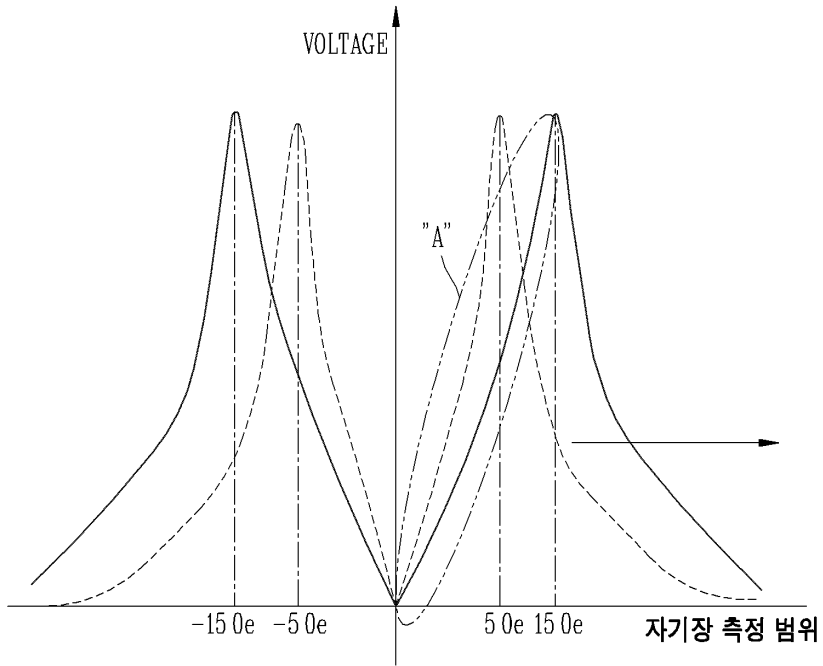
도면1



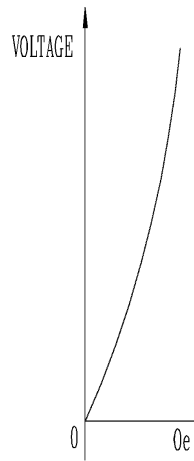
도면2



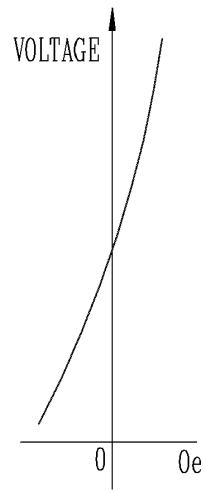
도면3a



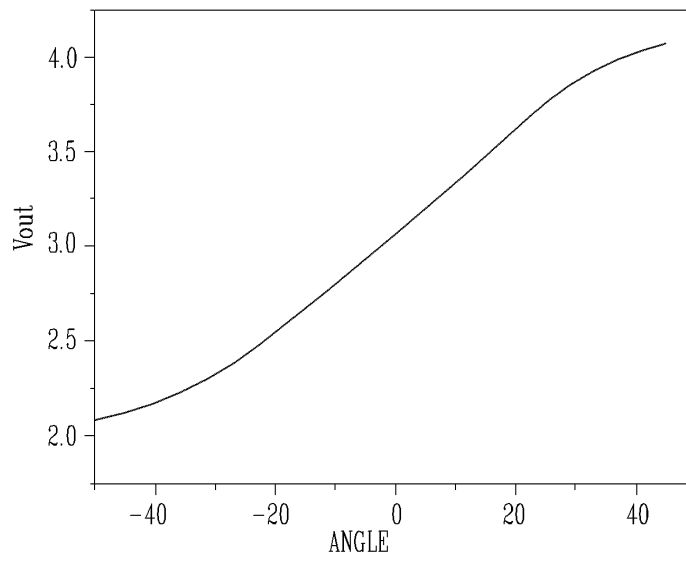
도면3b



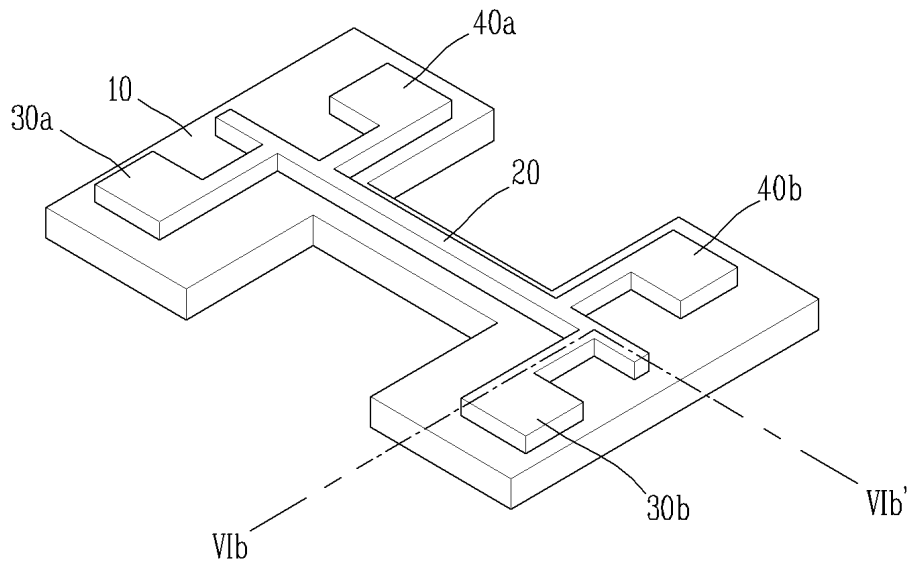
도면4



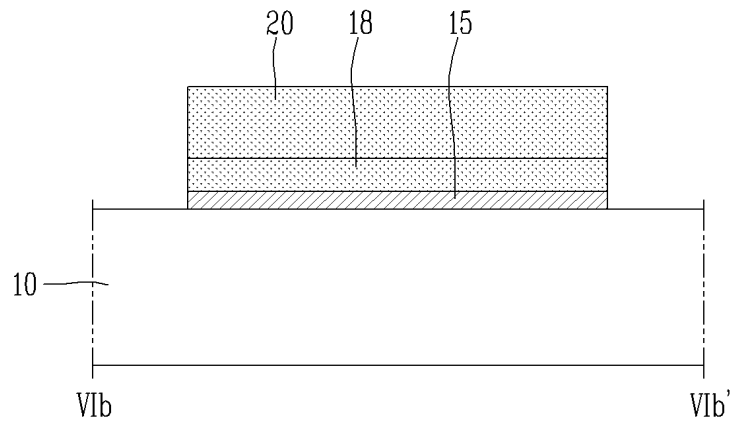
도면5



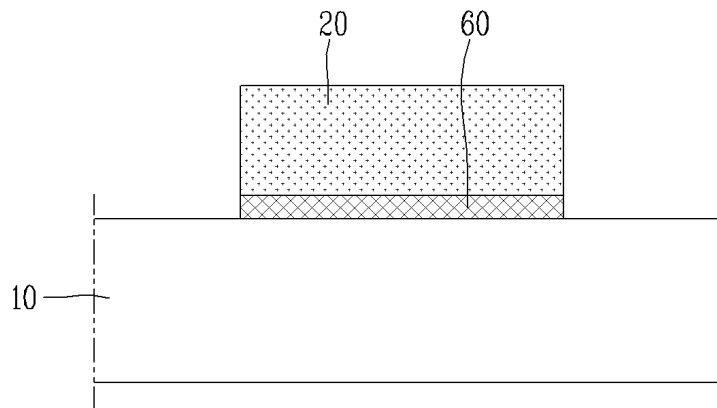
도면6a



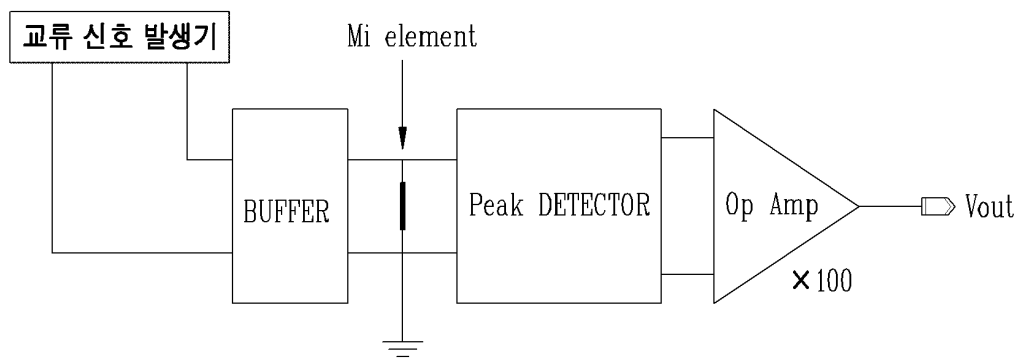
도면6b



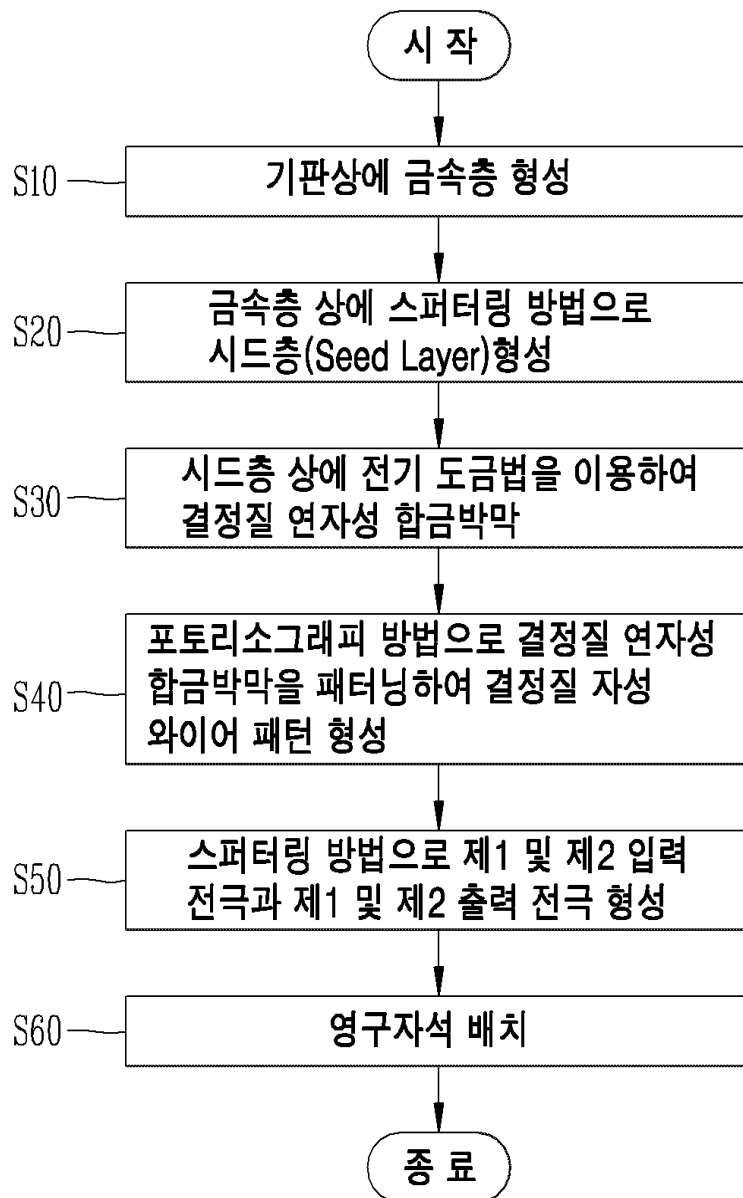
도면7



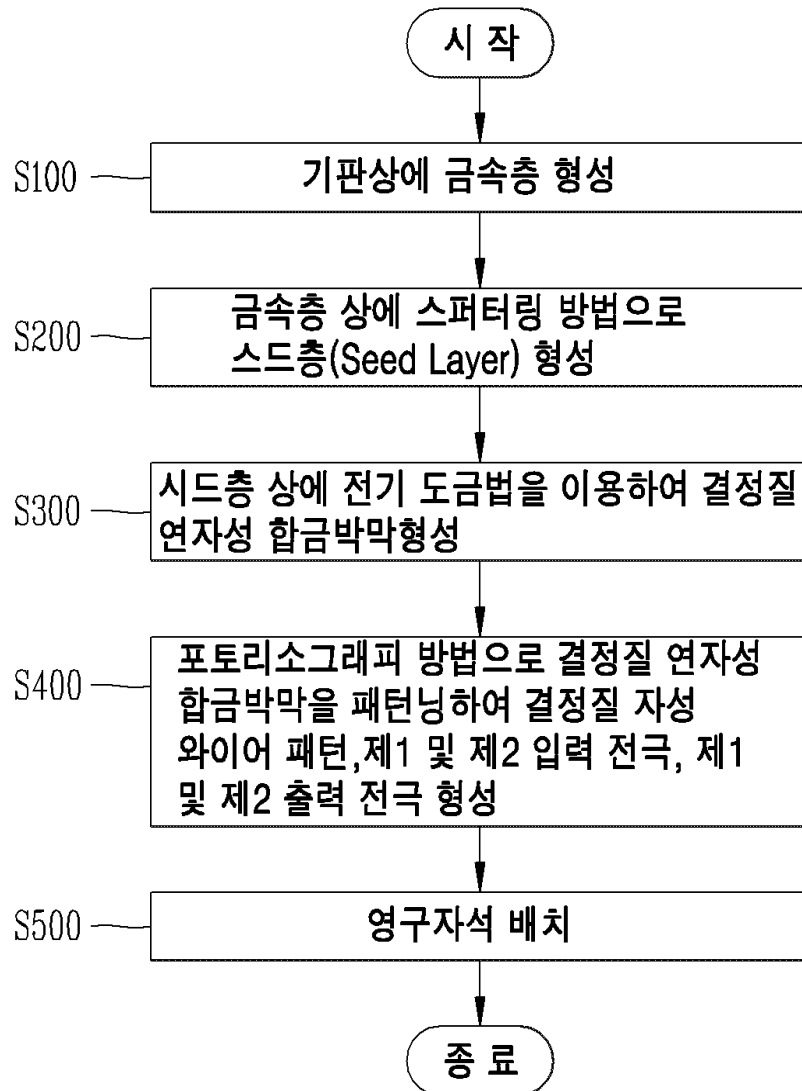
도면8



도면9



도면10



도면11

