(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월14일
(11) 등록번호 10-2312092
(24) 등록일자 2021년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 33/02 (2006.01) *G01R 33/06* (2006.01)
H01L 43/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 33/0206 (2013.01)
G01R 33/06 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2019-7010278
(22) 출원일자(국제) 2017년12월14일
심사청구일자 2020년07월02일
(85) 번역문제출일자 2019년04월10일
(65) 공개번호 10-2019-0095250
(43) 공개일자 2019년08월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2017/044968
(87) 국제공개번호 WO 2018/110665
국제공개일자 2018년06월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2016-242816 2016년12월15일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
WO2015170509 A1
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자
아사히 인텍크 가부시키가이샤
일본국 아이치켄 세토시 아카츠키쵸 3반치 100
(72) 발명자
혼쿠라 요시노부
일본국 아이치켄 치타군 히가시우라쵸 오오아자오가와 아자도오센다이 33반지 10
(74) 대리인
특허법인태평양

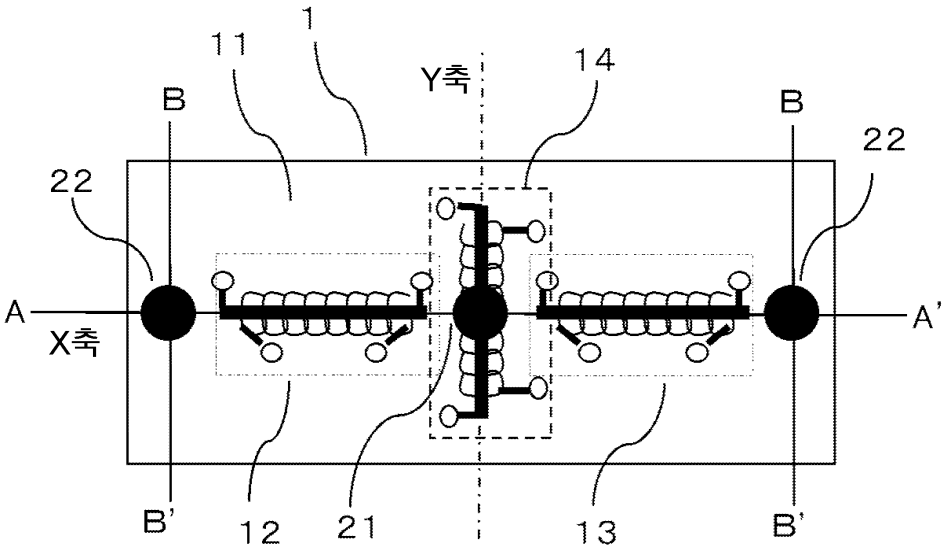
심사관 : 오경환

(54) 발명의 명칭 **3차원 자계 검출 소자 및 3차원 자계 검출 장치**

(57) 요 약

[과제] 방위 센서의 웨어러블 컴퓨터, 의료용 카테터의 와이어 가이드의 선단 등에의 용도 확대를 위해, 3차원 자계 검출 소자의 자계 검출력의 개선과 가일층의 소형화·박형화가 요구되고 있다. [해결 수단] 3개의 GSR 소자로 이루어진 자계 검출 소자와 3개의 연자성체로 이루어지며, 측정의 중심점인 원점에서 서로 직교하는 3축 방향에 있어서, 제1축 방향은 원점을 사이에 두고 2개의 소자에 의해 제1축 방향 자계를 측정하고, 제2축 방향은 1개의 소자를 원점 위치에 배치하여 제2축 방향의 자계를 측정하며, 제3축 방향은 제1축 방향의 2개의 소자와 3개의 연자성체를 조합하여 점대칭으로 2개의 크랭크 모양의 자기 회로를 형성하여 제3축 방향의 자계를 측정한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 43/02 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
WO2014156108 A1
WO2010110456 A1
KR1020140106698 A
JP2016176707 A
JP2016151413 A
JP2016054352 A
JP2015075465 A
JP2014153309 A
JP2009216390 A

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판면과 평행 방향의 자계를 검출하는 자계 검출 소자와 기판면과 직교하는 자계를 집자(集磁)·방자(放磁)하는 연자성체로 이루어진 3차원 자계 검출 소자에 있어서,

상기 기판면 상에 있어서의 상기 자계의 측정의 중심점을 원점으로 하고,

상기 원점에 있어서, 상기 기판면 상의 제1축 방향, 제1축 방향과 직교하는 제2축 방향 및 상기 기판면에 수직으로 직교하는 제3축 방향으로 이루어진 3축이 교차하여 이루어지고,

상기 자계 검출 소자는 상기 원점을 중심으로 하여 상기 제1축 방향으로는 2개의 상기 자계 검출 소자와 상기 제2축 방향으로는 1개의 상기 자계 검출 소자를 상기 기판 상에 각각 점대칭으로 배치하고,

또한,

상기 연자성체는 상기 원점의 상부 및 상기 제1축 방향의 2개의 상기 자계 검출 소자의 상기 원점에 대해서 반대측의 단부의 하부에 배치되어 이루어지고,

상기 제1축 방향에 있어서 2개의 상기 자계 검출 소자와 3개의 상기 연자성체로 이루어진 자기 회로를 형성하는 것을 특징으로 하는 3차원 자계 검출 소자.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 자계 검출 소자의 단부의 하부에 배치되어 있는 2개의 연자성체는, 상기 기판면에 대해서 수직 방향으로 가공되어 있는 가공 단면의 표면에 위치하는 것을 특징으로 하는 3차원 자계 검출 소자.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 3차원 자계 검출 소자는 길이 0.6㎜이하, 폭 0.3㎜이하 및 두께 0.15㎜이하로 이루어진 것을 특징으로 하는 3차원 자계 검출 소자.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 기재되어 있는 3차원 자계 검출 소자와 집적 회로 칩을 접합시키고 있는 것을 특징으로 하는 3차원 자계 검출 장치.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 기재되어 있는 3차원 자계 검출 소자와 집적 회로 칩을 적층시켜 패드 접합시킴으로써 양자를 전기적으로 접합시키고 있는 것을 특징으로 하는 3차원 자계 검출 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 방위 센서 등에 이용되는 3축 자기 센서에 있어서, X축 Y축 Z축 방향의 3방향의 자기 검출 기능을 가지는 3차원 자계 검출 소자를 하나의 기판 상에 실현함으로써, 자기 센서의 높은 감도, 낮은 노이즈, 넓은 측정 레인지 등의 기본 성능을 유지한 상태로, 3차원 자계 검출 소자의 높이를 얇게 하고, 단면적 사이즈를 작게 한 3차원 자계 검출 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 3축 자기 센서는 X축, Y축 및 Z축의 3개의 자기 센서 소자와 집적 회로를 조합하여 지자기 벡터를 측정하고, 그 값으로부터 방위를 계산하는 것이다. 전자 컴퍼스, 스마트폰, 태블릿, 인터넷 TV의 리모컨, 모션 게임, 모션 캡처 등에서, 가속도 센서, 진동식 자이로 센서와 조합하여 3차원 방위계로서 널리 사용되고 있다.

[0003] 근래, 이들 장치의 가일층의 고감도화, 저노이즈화, 측정 레인지의 와이드 레인지화와 함께 소형화, 박형화가 강하게 요구되고 있다. 특히 스마트폰의 박형화에 수반하여, 방위 센서의 높이를 종래의 1.0㎜에서 0.6㎜로 40% 이상의 박형화, 사이즈를 종래의 2.0㎜각에서 1.5㎜각으로 50%이상의 소형화가 요구되고 있다. 또한 노이즈에 관해서도, 종래의 10mG이하에서 1mG이하로 10배의 성능 업이 요구되고 있다.

[0004] 방위 센서에는, 자계 검출용 소자로서 홀 소자, MR 소자, MI(Magneto-Impedance의 약어) 소자 및 GSR(GHz-Spin-Rotation의 약어) 소자 등이 이용된다.

[0005] 통상, X축, Y축 및 Z축의 자계 벡터 성분 Hx, Hy, Hz의 강도를 측정하기 위해서, X축 소자, Y축 소자 및 Z축 소자의 3개의 소자를 이용하여 행한다. 홀 소자의 경우는, 소자면과 수직 방향으로 자계를 검출하므로, Z축 소자를 면 상에 배치하고, X축 소자, Y축 소자를 센서 기판에 세워 조립할 필요가 있다. 한편, MR 소자나 MI 소자 등은 소자면과 평행한 자계를 검지하므로, X축 소자와 Y축 소자는 면 상에 배치하고 Z축 소자를 센서 기판(Z축 방향)에 세워서, 조립할 필요가 있다. 3개의 소자를 조립해서 사용하는 한, 센서의 높이가 커진다고 하는 문제가 있었다. 예를 들면, 특허문헌 1에는 MI 센서를 사용한 조립식의 3축 자기 센서가 개시되어 있다.

[0006] 또한, 홀 소자에 대해서는 노이즈가 크고, 성능 업을 도모하는 것이 어렵기 때문에, 이하 MI 소자, GSR 소자에 대해 좁히는 것으로 했다.

[0007] 이 문제에 대해서, 특허문헌 2에는, 하나의 기판 상에 X축 소자와 Y축 소자를 배치하여 Z축 소자 기능을 구비한 일체형의 3차원 자기 검출 소자가 개시되어 있다.

[0008] 기판면 상에 X축 방향과 Y축 방향으로 각각 한쌍의 X1축 소자와 X2축 소자 및 Y1축 소자와 Y2축 소자를 크로스 모양으로 배치하고 그 중심점 하부에 퍼멀로이 회전축을 배치한 것이다.

[0009] 이 3차원 자기 검출 소자는, 3차원의 자계 벡터를, 우선 X축 방향의 자계는 X1축 소자와 X2축 소자의 출력을 가산함으로써 검지하고, Y축 방향의 자계는 Y1축 소자와 Y2축 소자의 출력을 가산함으로써 검지하며, 또한 Z축 방향의 자계는 Z축 방향 자계를 퍼멀로이 회전축에 의해서 평면 방향으로 변향(變向) 성분을 발생시키고, 그것을 X1축 소자와 X2축 소자의 출력의 차분과 Y1축 소자와 Y2축 소자의 출력의 차분을 가산함으로써 검지하는 것이다.

[0010] 그러나, 퍼멀로이 회전축에 의한 Z축 방향 자계를 평면 방향으로 변향하는 힘은 극히 약하다. 그 때문에 길고 직경이 큰 퍼멀로이를 필요로 하고, 3차원 자기 검출 소자의 두께는 0.5㎜이상 필요하여 실용적이지 않았다.

[0011] 그래서, MI 소자 타입에 사이즈를 한층 개선한 특허문헌 3에는, MI 소자의 양 단부에, 한쪽의 상부에 연자성체를 마련하는 것과 함께 다른 쪽의 하부에 연자성체를 마련하고, 2개의 연자성체와 소자를 사용하여 크랭크 모양의 자기 회로를 형성하여 Z축 방향의 자계를 효과적으로 검출할 수 있는 3차원 자계 검출 소자가 개시되어 있다.

[0012] 기판 평면 상에 4개의 MI 소자를, 기판의 원점을 중심으로 하여 X축 방향으로 2개 배치하고, X축과 교차하는 Y축으로 2개 배치하며, 또한 원점의 하부의 기판 내와 4개의 MI 소자의 원점과 반대측의 MI 소자의 단부의 상부에 연자성체를 배치함으로써, 자계 검출 소자와 연자성체로 이루어진 자기 회로를 형성하는 것이다. 이것에 의해 폭 0.7㎜, 길이 0.7㎜, 두께 0.3㎜의 3차원 자계 검출 소자가 얻어지고 있다.

[0013] 그러나, 근래의 방위 센서를 웨어러블 컴퓨터, 의료용 카테터(catheter)의 가이드 와이어의 선단 등에 이용하기 위해서는 가일층의 소형화, 박형화가 요구되고 있다.

[0014] 또한, 좌우의 자계 검출 소자로부터의 측정값을 가산하여 X축 자계 성분과 Y축 자계 성분을 구하고, 감산하여 Z축 자계 성분을 구하므로, 좌우의 자계 검출 소자는 동일 방향에 대해서 같은 값으로 되고, 역방향 자계에 대해서 양음(正負) 반대의 동일값으로 될 필요가 있어, 구조상의 대칭성이 매우 중요하다. 고정밀도로 될 수록 양자의 근소한 차이도 큰 문제가 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 국제출원공개공보 WO2005/008268호

(특허문헌 0002) 국제출원공개공보 WO2010/110456호

(특허문헌 0003) 일본 특개 2014-153309호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 이상과 같은 기술적 배경을 감안하여, 최근 개발된 GSR 센서에 주목하고,

[0017] 기판면 상의 자계 검출 소자의 배치, Z축 방향 자계의 자계 수집 구조와 연자성체의 배치를 검토하여 자계 검출력을 개선하는 동시에 3차원 자계 검출 소자의 크기를 검토한 결과, 이루어진 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 본 발명자는, 특허문헌 3에 기재된 3차원 자계 검출 소자의 가일층의 소형화를 검토한 결과, 4개의 자기 검출 소자를 3개의 자기 검출 소자로 변경하고, 측정의 중심점인 원점에서 서로 직교하는 3축 방향에 있어서 제1축 방향은 2개의 소자(12)와 소자(13)에 의해 제1축 방향 자계를 측정하고, 제2축 방향은 1개의 소자(14)를 원점 위치에 배치하여 제2축 방향의 자계를 측정하며, 제3축 방향은 제1축 방향의 2개의 소자와 3개의 연자성체를 조합하여 점대칭으로 2개의 크랭크 모양의 자기 회로를 형성하여 제3축 방향의 자계를 측정하는 구조를 고안했다.

[0019] X축 방향 자계 Hx는, 소자(12)와 소자(13)의 측정값의 평균값으로부터 구했다. Y축 방향의 자계 Hy는 소자(14)의 측정으로부터 구했다. Z축 방향의 자계 Hz는, 소자(12)와 소자(13)의 측정값의 차분의 평균값으로부터 구했다. 소형화를 실현하기 위해서, 소자(14)의 감도를 기준으로, 소자(12)와 소자(13)는 2개의 소자의 출력 합계의 감도가 소자(14)와 같게 되도록, 소자(12)와 소자(13)는 길이가 작은 소자를 채용하고, 길이 방향의 길이를 작게 했다. 또한 소자(12)와 소자(13)의 길이를 짧게 함으로써, 자기 회로의 자기저항을 작게 하고 또한 연자성체의 크기를 조정함으로써 Z축 방향의 검출 감도도 소자(14)의 감도와 일치시키는 것과 동시에 두께 방향의 크기도 작게 할 수 있었다.

[0020] 또한 감도가 뛰어난 GSR 소자를 채용하고 소자의 길이를 짧게 하여, 소자 전체의 크기를 작게 할 수 있었다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 의해, GSR 소자를 이용함으로써 높은 감도, 낮은 노이즈, 넓은 측정 레인지 등의 기본 성능을 유지하는 3차원 자계 검출 소자의 사이즈의 가일층의 소형화, 박형화를 도모할 수 있다. 또한, 자계 검출 소자의 수의 감소에 의해 염가로 된다. 또한, 3차원 자계 검출 장치를 작고, 얇게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 실시예 1에 따른 3차원 자계 검출 소자의 평면도이다.

도 2는 실시예 1에 따른 3차원 자계 검출 소자의 평면도(도 1)의 A-A'선에 따른 단면도이다.

도 3은 실시예 1에 따른 GSR 소자의 기본 구조를 나타내는 평면의 개념도이다.

도 4는 실시예 1에 따른 크랭크 모양의 자기 회로를 나타내는 개념도이다.

도 5는 실시예 1에 따른 자계 검출 소자의 전자 회로도이다.

도 6은 실시예 1에 따른 3차원 자계 검출 소자의 전자 회로도이다.

도 7은 실시예 2에 따른 3차원 자계 검출 소자의 평면도(도 1)의 B-B ' 선에 따른 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명의 3차원 자계 검출 소자는, 기판면과 평행 방향의 자계를 검출하는 자계 검출 소자와 기판면과 직교하는 자계를 집자(集磁)·방자(放磁)하는 연자성체로 이루어지고, 기판면 상에 있어서의 자계의 측정의 중심점을 원점으로 하고, 그 원점에 있어서, 기판면 상의 제1축 방향, 제1축 방향과 직교하는 제2축 방향 및 기판면과 직

교하는 제3축 방향으로 이루어진 3축이 교차하여 이루어지고, 자계 검출 소자는, 원점을 중심으로 하여 제1축 방향으로는 2개의 자계 검출 소자와 제2축 방향으로는 1개의 자계 검출 소자를 상기 기판 상에서 각각 점대칭으로 배치하고, 또한, 연자성체는, 원점의 상부 및 상기 제1축 방향의 2개의 상기 자계 검출 소자의 상기 원점에 대해서 반대측의 단부의 하부에 배치되어 이루어지며, 제1축 방향에 있어서 2개의 자계 검출 소자와 3개의 연자성체로 이루어진 자기 회로를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 3차원 자계 검출 소자는, 기판면과 평행 방향의 자계를 검출하는 3개의 자계 검출 소자와 3개의 연자성체로 이루어진다.

[0025] 자계 검출 소자는, 감자체(感磁體)인 어모퍼스 와이어, 어모퍼스 와이어에 주회(周回)하는 검출 코일, 어모퍼스 와이어 및 검출 코일의 각각의 양단의 단자, 양단의 단자 및 그들 단자와 외부의 집적 회로를 접합시키는 전극 패드 및 단자와 전극의 배선으로 구성되어 있다.

[0026] 어모퍼스 와이어의 직경은 15㎛이하, 바람직하게는 10㎛이하이다. 그 외주는 절연성 재료로 피복, 예를 들면 유리 피복되어 있는 것이 바람직하다. 어모퍼스 와이어와 검출 코일의 사이의 절연이 용이하고, 또한 간격을 작게 하여 코일 내경의 소경화를 도모할 수 있다.

[0027] 검출 코일은, 코일 내경은 30㎛이하 바람직하게는 20㎛이하이다. 코일 내경을 작게 함으로써 감도가 향상되게 된다. 코일 피치는 5㎛이하 바람직하게는 3㎛이하이다. 이것에 의해 단위 길이당 코일 권수의 증가를 도모할 수 있어,

[0028] 감도의 향상, 나아가서는 자계 검출 소자를 짧게 하여 소형으로 할 수 있다.

[0029] 기판면 상에 있어서의 3개의 자계 검출 소자의 배치는 다음과 같이 행한다.

[0030] 기판면 상에 있어서, 기판면과 평행한 자계의 측정의 중심점을 원점으로 한다. 그 원점을 통과하는 기판면 상의 제1축 방향(X축 방향), 제1축 방향(X축 방향)과 직교하는 제2축 방향(Y축 방향) 및 기판면에 대해서 수직 방향으로 직교하는 제3축 방향(Z축 방향)의 3축(X축, Y축 및 Z축)이 교차하고 있다.

[0031] 기판의 길이 방향을 X축으로 하고, 원점을 중심으로 하여 자계 검출 소자(12) 및 자계 검출 소자(13)를 점대칭으로 배치한다. 폭방향을 Y축으로 하고, 원점을 중심으로 하여 자계 검출 소자(14)를 점대칭으로 배치한다.

[0032] 또한, Y축 방향의 자계 검출 소자를 1개로 하고, 점대칭으로 배치한 결과, 3차원 자계 검출 소자의 폭방향의 사이즈는 1/3 정도로 작게 할 수 있다.

[0033] 연자성체는, 기판 상에 배치된 소자(12) 및 소자(13)와 2개의 크랭크 모양의 자기 회로를 형성하여, Z축 방향의 자속을 집자하고, 그것을 소자 내부의 자성 와이어에 흘리고 추가로 양측의 연자성체로부터 방자함으로써, Z축 방향의 자계의 강도를 검출하는 것을 가능하게 하는 것이다. 다만, 이와 같은 연자성체에 의한 자기 회로 형성이 가능한 한, 연자성체의 재질, 형태는 상관없다. 연자성체는, 고투자율일수록, 자장의 집자효과가 커서 바람직하다. 연자성체의 형상은, 반자계 계수를 작게 하여 Z축 방향의 자계에 의해서 효과적으로 자화(磁化) 할 수 있는 형상인 것이 바람직하다.

[0034] 또한 제조 용이성을 고려하면 연자성체의 직경 D(타원 형상의 경우에는 직경 상당 지름으로 함.)에 대해서 높이 H에 의해 구해지는 애스팩트비(H/D)는 1이하가 바람직하다.

[0035] 또한, 상술한 자기 회로를 형성하여 Z축 방향의 자계를 검출할 수 있는 한, 원점의 상부의 하나의 연자성체를 원점의 하부에 배치하고, 원점과 반대측의 단부의 하부에 배치하고 있는 2개의 연자성체를 상부로 하는 것도 가능하다.

[0036] 연자성체의 배치는, 자기 회로를 효과적으로 형성하기 쉬운 위치에 배치되면 바람직하다.

[0037] 예를 들면, 연자성체의 자극면과 어모퍼스 와이어 단부를 가능한 한 근접시켜 자기 회로 저항을 작게 하도록 한다. 단면적과 두께로 표현되는 연자성체의 크기는, 자계 검출 소자의 길이나 직경에 상대적 관계가 있어, 자계 검출 소자가 길수록 연자성체의 두께를 두껍게 하는 것이 바람직하다.

[0038] 본 발명의 취지에 따르는 한, X축 소자와 Y축 소자 또는 연자성체의 배치는, 양축이 직각인 것이 바람직하지만, 직각으로부터 어느 각도 어긋나 있는 경우는 자계 검출 소자의 출력에 그 각도 차이에 따른 적절한 보정 연산을 행함으로써 처리할 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명의 3차원 자계 검출 소자는, 제1축 방향의 자계 검출 소자의 단부의 하부에 배치되어 있는 2개의

연자성체가 기판면에 대해서 직각으로 가공되어 있는 가공 단면의 표면에 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0040] 길이 방향에 있는 X축 방향의 자계 검출 소자의 단부에 있는 연자성체를 포함하는 기판을, 기판면에 대해서 하방으로 가공함으로써, 자계 검출 소자를 포함하지 않는 단부가 제거되므로

[0041] 연자성체가 가공 단면의 표면으로 된다. 이것에 의해 3차원 자계 검출 소자의 길이를 짧게 할 수 있다. 또한, 자성체의 절반 정도가 제거되면 집자 기능의 저하로 이어지므로 연자성체의 단면적을 크게 하는 것이다. 이 경우에는 폭방향을 크게 하는 타원 형상으로 함으로써 3차원 자계 검출 소자의 길이를 짧게 하는 것에 대한 영향은 적다.

[0042] 또한, 본 발명의 3차원 자계 검출 소자는, 길이 0.6㎜이하, 폭 0.3㎜이하 및 두께 0.15㎜이하로 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0043] 이것에 의해, 스마트폰이나 웨어러블 컴퓨터의 기대에 부응할 뿐만 아니라, 예를 들면 의료용 카테터의 가이드 케이블의 선단에 내장하는 것도 가능하게 된다.

[0044] 또한, 본 발명의 3차원 자계 검출 장치는, 본 발명의 자계 검출 소자와 집적 회로 칩을 접합시키고 있는 것 특징으로 한다.

[0045] 본 발명의 3차원 자계 검출 장치는, Z축 방향의 자장을 기판 상에 설치한 X축 소자와 Y축 소자 및 X축 소자와 연자성체에 의한 자기 회로를 형성함으로써 3축의 자계를 검출하는 자계 검출 소자의 소형화·박형화를 도모하는 것에 더하여 추가로 집적 회로 칩을 접합시켜 종합적인 소형화 또는 박형화를 도모하는 것이다.

[0046] 즉, 본 발명의 3차원 자계 검출 소자와 집적 회로의 접합은, 와이어 본딩을 사용하여 행할 수도 있지만, 와이어 본딩을 위한 여분의 면적이나 높이가 필요하게 된다. 그래서 3차원 자계 검출 소자와 집적 회로를 적층시켜 패드 접합시킴으로써 양자를 전기적으로 접합시키는 것이, 전체적인 소형화 또는 박형화를 보다 진척시키기 때문에 바람직하다.

[0047] **실시예**

[0048] 도면을 참조하면서 이하에 드는 실시예를 설명한다.

[0049] [실시예 1]

[0050] 실시예 1에 따른 3차원 자계 검출 소자(1)를 도 1에 나타낸다. 도 1은 3차원 자계 검출 소자의 평면도이며, 도 2는 도 1 중에 나타내는 A-A'선에 있어서의 단면도이다. 도 3은 GSR 소자의 기본 구조를 나타내는 평면도이다.

[0051] 3차원 자계 검출 소자(1)는 지자기 등의 미소 자계를 검출할 수 있는 3개의 GSR 소자(3)와 집자·방자 기능을 가지는 3개의 연자성체(21, 22)로 이루어진다.

[0052] 즉, GSR 소자의 2개는 기판면 상의 X축에 있어서의 X1소자(12)와 X2소자(13)이며, 1개는 Y축에 있어서의 Y소자(14)이다. X축, Y축 및 Z축은 원점에서 서로 직교하고 있고, X1소자(12)와 X2소자(13)는 원점을 중심으로 하여 점대칭으로 있고, Y소자(14)는 1개로 원점을 중심으로 하여 점대칭으로 있다.

[0053] 1개의 연자성체(21)는 원점의 상부(Y소자(14)의 상부에 상당함.)에 버튼 모양으로 형성되고, 2개의 연자성체(22)는 기판(11)의 길이 방향의 양 바깥 가장자리인 소자 X1 및 소자 X2의 각 단부의 기판(11) 내에 버튼 모양으로 형성되어 있다.

[0054] GSR 소자(3)의 기본 구조(이하, 소자의 구조라고 함.)를, 도 3에 의해 설명한다.

[0055] 3개의 소자(3)의 구조는 직경 10㎛로, X축용의 소자(12) 및 소자(13)는 길이 120㎛의 어모퍼스 와이어(이하, 와이어라고 함.)를 이용하고, Y축용의 소자(14)는 길이 200㎛의 와이어를 이용한다. 와이어(31)를 중심부에 배치하고, 그 주위에 내경 20㎛, 코일 피치 3㎛, 권수 30회의 검출 코일(이하, 코일이라고 함.)(32)을 배치하며, 또한 와이어(31)와 검출 코일(32)의 양단에는 각각 와이어용 단자(33), 코일용 단자(35)가 장착되어 있다. 와이어용 단자(33)로부터의 와이어용 전극 패드(34), 검출 코일용 단자(35)로부터의 코일용 전극 패드(36)를 각각 사용하여 집적 회로 단자(도시하지 않음)에 대응하고 있다. 각 소자(3)의 상기 각 단자와 집적 회로의 각 단자는, 전극 패드로 전기적으로 접합된다.

[0056] 연자성체(21, 22)에 대해 설명한다.

[0057] 연자성체(21)는 기판(11)의 원점의 상부에 소자(14)와는 절연 피막을 사이에 두고, Z축선을 축으로 하여 직경

30㎛, 두께 30㎛의 버튼 모양으로 형성되어 있다. 그 조성은 45at% Ni-Fe의 도금법으로 형성한 퍼멀로이 합금이다.

[0058] 연자성체(22)는 기판(11)에 긴 지름 80㎛, 짧은 지름 40㎛의 타원 형상으로 깊이 40㎛의 구멍을 마련하고, 그곳에 도금법으로 45at%-Fe 조성의 퍼멀로이 합금을 매립한 것으로, 소자(12) 및 소자(13)와는 절연되어 있다.

[0059] 또한, 연자성체(21, 22)에는, 순Ni, 순철, 다른 조성의 퍼멀로이 합금, 센더스트, 퍼멘듀르 등의 공지 연자성 재료를 이용할 수 있고, 또한 형성 방법도 스퍼터링 등을 이용할 수 있다.

[0060] 본 실시예에 있어서, 기판(1)의 X축 방향으로 2개의 크랭크 모양의 자기 회로가 형성되어 있다. 1개는 기판(1) 상에 배치된 좌측의 X1소자(12)와 그 단부의 하부에 배치되어 있는 좌측의 연자성체(22) 및 원점의 상부의 연자성체(21)로 구성되어 있다. 다른 하나는 우측의 X2소자(13)와 그 단부의 하부에 배치되어 있는 우측의 연자성체(22) 및 원점의 상부의 연자성체(21)로 구성되어 있다.

[0061] 이들 2개의 크랭크 모양의 자기 회로는 원점을 대칭으로 하여 형성됨으로써, Z축 방향의 자계의 강도를 효과적으로 검출할 수 있다.

[0062] 크랭크 모양의 자기 회로의 기능에 대해서, 도 2(도 1의 A-A'선의 단면도)에 의해 설명한다.

[0063] Z축 방향의 자계 Hz는 X1소자(12) 및 X2소자(13)의 양단에 있는 연자성체(22)를 자화시킨다. 연자성체(22)의 하면의 자극을 S극으로 하면, 원점의 상부에 있는 연자성체(21)의 상면의 자극은 N극으로 되어 있고, 그 사이에 있는 소자의 와이어(31)를 통해서 크랭크 모양의 자기 회로(4)를 형성한다. 이때, 와이어(31)에는 Z축 방향의 자계 Hz에 비례한 강한 자계가 흐르게 된다. 이 자기 회로의 형성에 의해서 효과적으로 큰 출력을 얻을 수 있으므로, 원점의 상부에 있는 연자성체(21)의 두께를 0.03㎜로 얇게 할 수 있다. 그 결과, 3차원 자계 검출 소자(1)의 높이(16)를 0.13㎜로 할 수 있다.

[0064] 3개의 GSR 소자의 출력은 개별로 측정되며, X1소자(12) 및 X2소자(13)의 자계의 강도를 Hx1, Hx2로 하고, Y소자(14)의 자계의 강도를 Hy1으로 했을 때 식 (1), 식 (2) 및 식 (3)에 의해서 연산 처리되어, X축, Y축 및 Z축의 자계의 강도 Hx, Hy 및 Hz가 산출된다. 또한, 식 (3)의 K는 계수이다.

[0065] $$Hx=(Hx1+Hx2) \quad (1)$$

[0066] $$Hy=Hy1 \quad (2)$$

[0067] $$Hz=K(Hx1-Hx2) \quad (3)$$

[0068] X축 방향의 자계의 강도는, X1소자(12)와 X2소자(13) 양자의 출력의 가산치로부터 구할 수 있다. 이것은, X축 방향의 자계 성분에 대해서 대칭적으로 자기 회로를 형성하고 있고, 그 크기는 X축 방향의 강도에 비례한 값으로, 그 부호는 같은 부호인 것에 의한다.

[0069] Y축 방향의 자계의 강도는, Y소자(14)의 하나의 출력이므로 그대로 Y축 방향의 강도가 된다.

[0070] Z축 방향의 자계의 강도는, X1소자(12)와 X2소자(13) 양자의 출력의 차분으로부터 구할 수 있다. 이것은 X1소자(12)와 X2소자(13)는 반대칭적으로 크랭크 모양의 자기 회로(6)를 형성하고 있고, 양자의 소자의 출력은, Z축 방향의 자계의 강도에 비례하고 부호는 반대인 것에 의한다.

[0071] 본 실시예에서 이용하는 3차원 자계 검출 소자의 전자 회로를 도 5 및 도 6에 의해 설명한다.

[0072] 우선, GSR 센서의 전자 회로(5A)의 기본 동작을 도 5에 의해 설명한다.

[0073] 전자 회로(5A)는 펄스 발진 회로(펄스 발신기)(51) 및 신호 처리 회로(52)를 가진다. 신호 처리 회로(52)는 버퍼 회로(53), 검파 타이밍 조정 회로(54), 전자 스위치(55), 샘플 홀드 회로(56) 및 증폭기(57)로 이루어진다. 펄스 발진 회로(51)에 의해 발생한 2GHz 상당의 고주파의 펄스 전류를 GSR 소자(2)의 와이어(31)에 공급한다. 그러면, 펄스 전류에 의해 와이어(31)의 표면에 발생한 자장과 외부 자장이 작용하여, 그 외부 자장에 대응한 전압이 코일(32)에 발생한다. 또한, 여기서 말하는 펄스 주파수는, 펄스 전류의 「하강」시간 Δt의 4배를 그 주기로 하고 그 역수를 펄스 주파수로 편의상 정의했다.

[0074] 코일(32)의 출력 전압은 버퍼 회로(53)에 입력된다. 버퍼 회로(53)의 출력 전압은, 검파 타이밍 조정 회로(54)에 의해, 펄스 전류의 하강으로부터 소정의 타이밍으로, 전자 스위치(55)를 단시간에 스위칭(온-오프) 함으로써 샘플 홀드 회로(56)의 콘덴서 전압으로서 홀드되고, 이 샘플링 전압은 증폭기(57)에 의해 증폭되어 출력된다.

[0075] 다음으로, 3개의 GSR 소자(3)를 가지는 본 실시예의 전자 회로(5B)의 기능을 도 6에 의해 설명한다.

[0076] 본 전자 회로(5B)는, 펄스 발진 회로(펄스 발신기)(51), 신호 처리 회로(52) 및 디지털 회로(58)로 이루어진다. 펄스 발진 회로(펄스 발신기)(51)는 1개, 신호 처리 회로(52)는 각 소자의 출력을 동시에 측정하기 위해서 3개를 구비하고 있다. 3개의 GSR 소자(X1, X2 및 Y1)로부터의 출력은, 디지털 회로(58)로 들어가, 전환 스위치(581)를 사용하여 순서대로 AD 컨버터(582)에서 디지털 데이터로 변환된 후, 연산 회로(583)에 전송되어, 적당한 연산 처리가 이루어진다. 그래서 3차원 벡터의 강도로 환산된다. 그 후, 스마트폰 등의 시스템을 제어하고 있는 중앙 연산 장치에 데이터 통신 회로(584)를 통해서 전송된다.

[0077] 본 실시예에 의한 직사각형 모양의 3차원 자계 검출 소자의 크기는, 길이 540㎛, 폭 250㎛, 두께는 원점의 상부의 연자성체의 두께를 포함하여 120㎛이다. 이것은, 정사각형 모양으로 4개의 자계 검출 소자와 3개의 연자성체로 이루어진 3차원 자계 검출 소자에 대해 1/4 정도인 소형이다.

[0078] [실시예 2]

[0079] 실시예 2에 따른 3차원 자계 검출 소자의 단면도를 도 7에 나타낸다.

[0080] 본 실시예의 3차원 자계 검출 소자는, 실시예 1에 있어서의 3차원 자계 검출 소자(1)(도 1)의 양 단부를 B-B' 선을 따라 절단 가공하고, 그 절단면의 상태를 도 1 중에 나타내는 A-A'선에 있어서의 단면도로서 나타낸다. 또한, 양 단부의 연자성체는 역 원추통 모양으로 이루어지며, 절단 가공한 것이다.

[0081] X1소자(12)의 단부의 연자성체(22)의 중앙부의 B-B' 선 및 X2소자(13)의 단부의 연자성체(22)의 중앙부의 B-B' 선을 따라 가공됨으로써 연자성체(22)의 단면이 3차원 자계 검출 소자의 좌우에 나타나고 있다.

[0082] 이 가공에 의해서, 3차원 자계 검출 소자의 길이를 짧게 할 수 있다. 또한, 연자성체(22)를 절단 가공에 의해 기판(11)의 일부와 함께 제거하고 있지만, 충분히 잔존하는 연자성체에 의한 크랭크 모양의 자기 회로는 보존되고 있으므로 자계 검출력에는 어떠한 영향을 주는 것은 아니다.

[0083] 본 실시예에 의한 3차원 자계 검출 소자의 크기는, 실시예 1에 대해서 길이 방향으로 양단이 각각 50㎛ 짧아지는 것때문에, 길이 440㎛가 된다. 또한, 폭 250㎛와 두께 120㎛는 같다. 따라서, 추가로 약 20%의 소형화가 가능하게 된다.

[0084] **산업상의 이용 가능성**

[0085] 본 발명의 3차원 자계 검출 소자는, 전자 컴퍼스, 모션 센서, 스마트폰 등의 3차원의 지자기 측정을 필요로 하는 3차원 방위계에 필요한 것으로, 특히 본 발명의 3차원 자계 검출 장치는 재치하는 기판에 수직인 방향(이른바 Z축 방향)으로 소형화, 박형화가 필요한 것에 적합하다.

[0086] 또한 장래적으로는 초소형의 3차원 자계 검출 장치는, 의료용 카테터의 가이드 와이어의 선단에 장착하여, 그 선단 부분이 자계 공간에 있어서의 3차원적인 위치를 확정하는 센서로서의 기대가 되고 있다.

부호의 설명

[0087] 1: 3차원 자계 검출 소자

11: 기판

12: X축에 있어서의 X1소자, 13: X축에 있어서의 X2소자, 14: Y축에 있어서의 Y소자

21: 원점의 상부의 연자성체

22: X1소자 및 X2소자의 원점과는 반대측의 단부의 하부의 연자성체

16: 3차원 자계 검출 소자의 두께

3: GSR 소자

31: 어모퍼스 와이어, 32: 검출 코일, 33: 와이어용 단자, 34: 전극 패드, 35: 코일용 단자, 36: 전극 패드

4: 크랭크 모양의 자기 회로

5A: GSR 센서의 전자 회로

51: 펄스 발진 회로(펄스 발신기), 52: 신호 처리 회로, 53: 버퍼 회로, 54: 검파 타이밍 조정 회로, 55: 전자

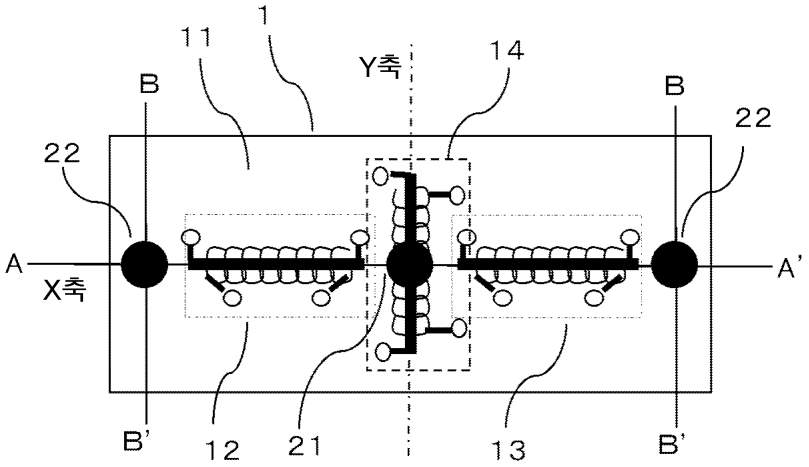
스위치, 56: 샘플 홀드 회로, 57: 증폭기

5B: 3차원 자계 검출 장치의 전자 회로

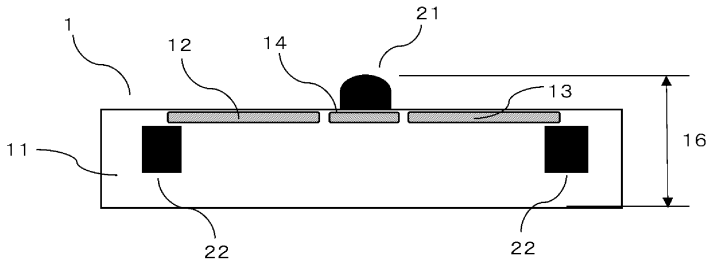
58: 디지털 회로, 581: 전환 스위치, 582: AD 컨버터, 583: 연산 회로, 584: 데이터 통신 회로

도면

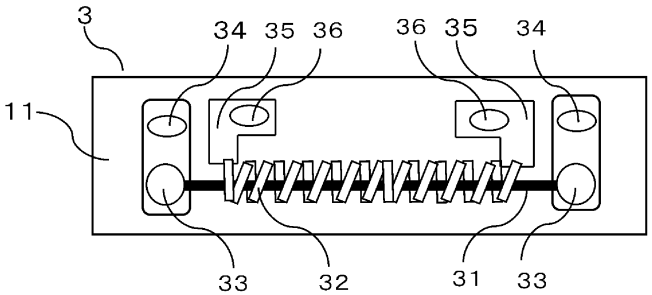
도면1



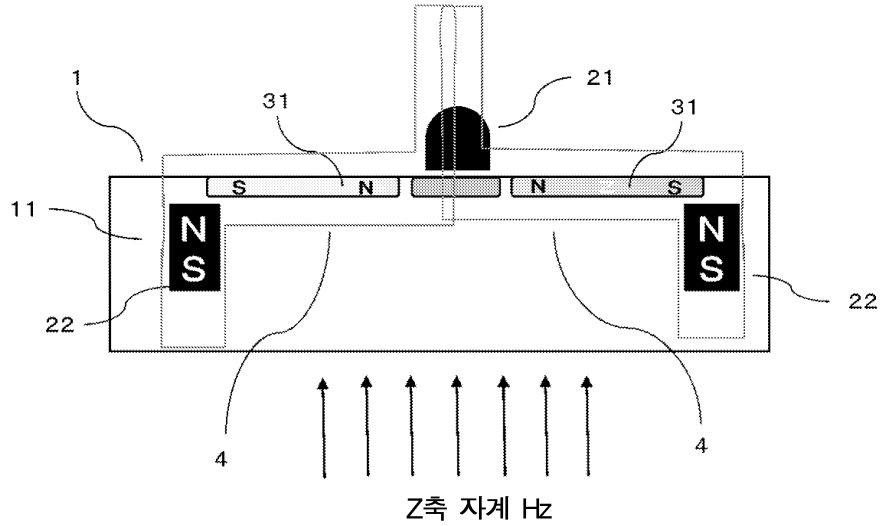
도면2



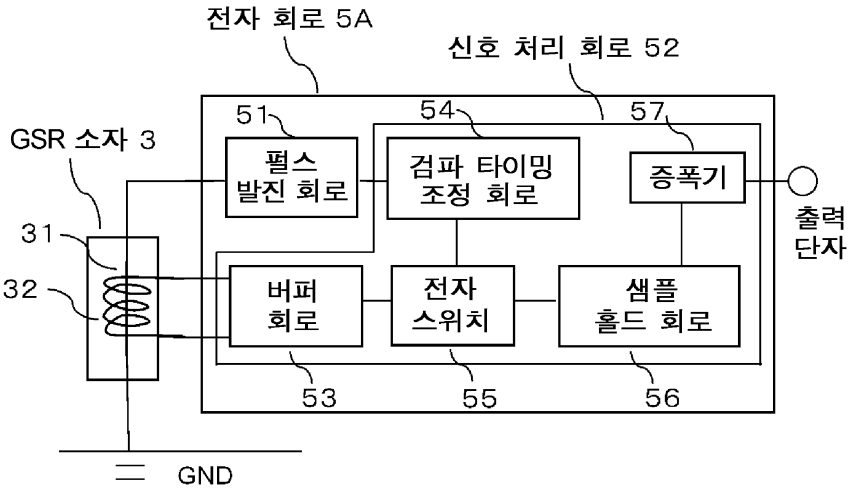
도면3



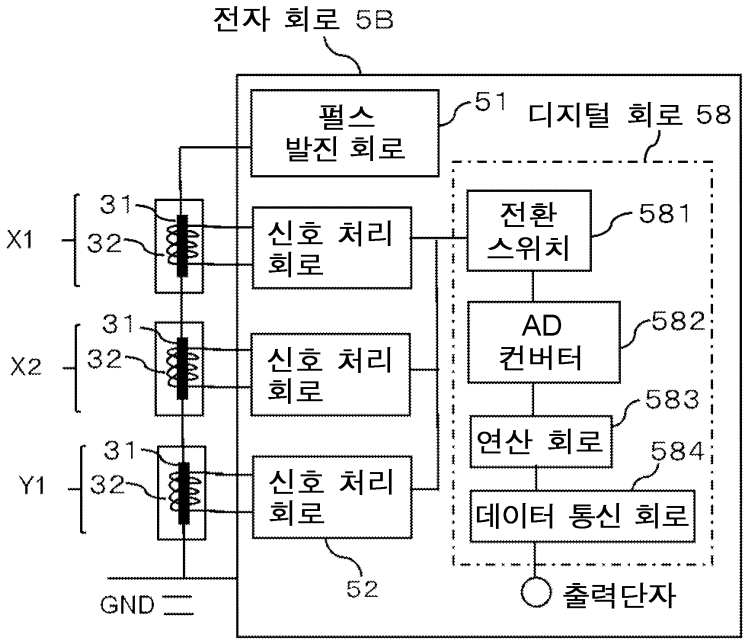
도면4


1
31
21
31
11
S
N
N
S
N
S
N
S
22
22
4
4
Z축 자계 Hz

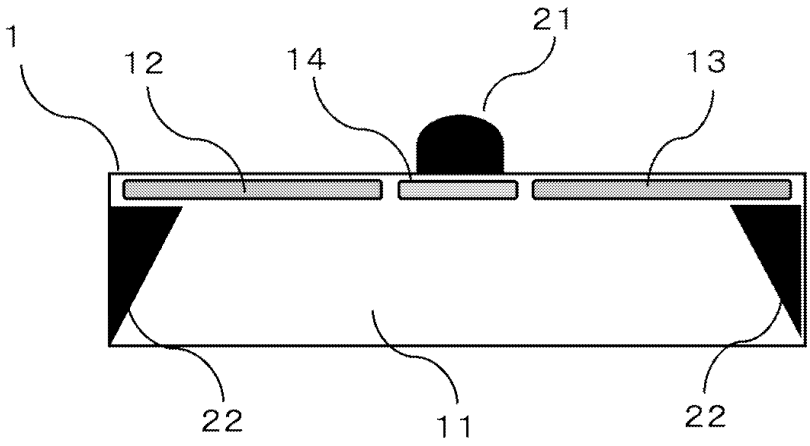
도면5


전자 회로 5A
신호 처리 회로 52
GSR 소자 3
51
54
57
펄스
발진 회로
검파 타이밍
조정 회로
증폭기
출력
단자
31
32
버퍼
회로
전자
스위치
샘플
홀드 회로
53
55
56
GND

도면6


전자 회로 5B
펄스 발진 회로
51
디지털 회로 58
31
32
X1
신호 처리 회로
전환 스위치
581
AD 컨버터
582
583
연산 회로
584
데이터 통신 회로
X2
Y1
52
GND
출력단자

도면7


1
12
14
21
13
22
11
22