



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월14일
(11) 등록번호 10-0852268
(24) 등록일자 2008년08월07일

(51) Int. Cl.

GO1R 33/09 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7003218
(22) 출원일자 2007년02월09일
심사청구일자 2007년02월09일
번역문제출일자 2007년02월09일
(65) 공개번호 10-2007-0083480
(43) 공개일자 2007년08월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/305400
국제출원일자 2006년03월17일
(87) 국제공개번호 WO 2006/101050
국제공개일자 2006년09월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00086292 2005년03월24일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP06174471 A

JP57187671 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 박장환

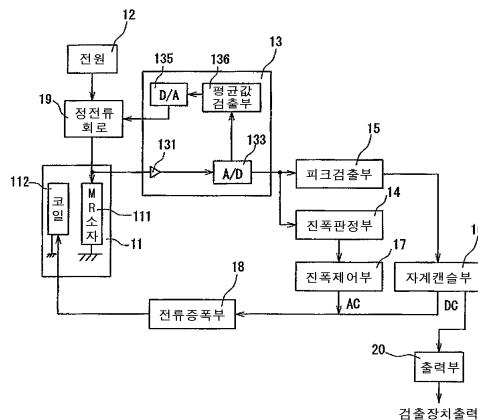
(54) 자기 검출장치 및 그것을 사용한 전자방위계

(57) 요 약

본 발명은 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하에서도 외부 자계의 강도를 구할 수 있는 자계 검출장치 및 그것을 사용한 전자방위계를 제공하는 것이다.

이를 위하여 본 발명에서는 코일(112)에 가하는 전류(c) 및 그 전류 편차(x)를 설정한다. 전류(c), 전류(c+x), 전류(c-x)를 각각 코일(112)에 가하여 교류자계를 발생시켜 MR 소자(111)에 인가함으로써, 전압(V_0-V_2)을 검출한다. 진폭 판정부(14)에서 전압 검출부(13)에서 검출된 전압(V_0-V_2)을 사용하여 MR 소자(111)의 검출범위 밖인지의 여부를 판단한다. MR 소자(111)의 검출범위 밖의 경우에는, 진폭 제어부(17)에서 전류 편차(x)를 크게 하고, 전류 증폭부(18)에 있어서 진폭 제어부(17)에서 다시 설정한 전류 편차를 사용하여 전류를 코일(112)에 가한다. 이와 같이 하여 MR 소자(111)의 기울기를 검출한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

저항값 변화에 의하여 자기를 검출하는 자기센서와,
상기 자기센서에 교류자계를 인가하는 자계 발생수단과,
인가된 상기 교류자계에 대응하는 출력전압에 의거하여 상기 자기센서의 검출상태를 판정하는 판정수단과,
상기 판정수단의 판정결과에 의거하여 상기 교류자계의 진폭을 제어하는 진폭 제어수단과,
상기 자기센서에 겹쳐진 검출대상인 외부 자계를 캔슬할 만큼의 직류전류를 상기 자계 발생수단에 공급하는 자계 캔슬수단과,
상기 직류 전류값으로부터 상기 외부 자계의 강도를 구하여 출력수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 자기 발생수단은 코일을 포함하고, 상기 코일에 전류를 가함으로써 상기 자기센서에 교류자계를 인가하고, 상기 진폭 제어수단은 상기 코일에 가하는 전류의 전류 편차를 바꿈으로써 상기 교류자계의 진폭을 제어하는 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 판정수단은, 특정 전류를 상기 코일에 가하였을 때의 제 1 전압, 상기 특정 전류로부터 전류 편차를 감산한 전류를 상기 코일에 가하였을 때의 제 2 전압, 및 상기 특정 전류에 상기 전류 편차를 가산한 전류를 상기 코일에 가하였을 때의 제 3 전압을 사용하여 판정을 행하는 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 판정수단은, 상기 제 1 내지 제 3의 전압이 같은 경우에 상기 자기센서의 검출범위 밖이라고 판정하는 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 자계 캔슬수단은, 상기 제 1 전압이 상기 제 2 및 제 3의 전압보다 크고, 또한 상기 제 2 전압과 상기 제 3의 전압이 같은 경우에 자계가 캔슬되었다고 판정하는 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 자기센서는, 자계에 대하여 대칭성이 있는 저항변화를 나타내는 자기저항소자인 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 자기센서는, 단일의 자기저항소자인 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 자기저항소자에 소정의 설정값의 전류를 가하는 정전류 회로와, 상기 자기저항소자의 단자 전압이 일정해 지도록 상기 설정값을 제어하는 전류설정값 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 자기저항소자는, GIG 소자 또는 MR 소자인 것을 특징으로 하는 자기 검출장치.

청구항 10

제 1항에 기재한 자기 검출장치를 복수 개 구비하고, 상기 복수의 자기 검출장치에 의하여 구해진 각각의 출력값을 사용하여 방위를 구하는 방위 산출수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 전자방위계.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 진폭제어수단은, 상기 자기센서의 검출범위 내가 아닌 경우에, 상기 교류전계의 진폭을 크게 하는 것을 특징으로 하는 자기 검출장치

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은, 자기 검출장치 및 그것을 사용한 전자방위계에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 전자적으로 방위 측정을 행하는 경우에는, 지자기 등의 외부 자계를 검출하는 자기센서를 사용하여 행한다. 자기센서를 포함하는 자기 검출회로를 사용하여 방위를 구하는 경우에, 자기센서에 대하여 교류자계를 인가하고, 교류자계를 인가하였을 때에 자기센서로부터 출력되는 전압을 사용하는 기술이 알려져 있다.

<3> 이 기술에서는 자계를 인가하면 내부 저항이 변화되는 자기저항소자를 포함하는 자기센서를 사용한다. 이 자기저항소자는, 도 3에 나타내는 바와 같이 자계에 대하여 대칭성이 있는 저항변화를 나타낸다. 지자기와 같은 외부 자계가 가해지면, 도 3의 특성곡선에서 좌우 어느 한 방향으로 어긋난다. 이때, 자기저항소자의 동작점은 특성곡선의 기울기영역(리니어영역, 예를 들면 C의 위치)에 있다. 이 자기저항소자에 교류자계를 겹치면, 자기저항소자의 특성을 이용하여 저항값의 변화를 검출할 수 있다. 그리고 이 외부 자계를 캔슬하는 방향으로 전류를 부여하여 도 3의 피크의 위치로 이동시킴으로써, 외부 자계에 대응하는 전류를 측정할 수 있다. 이 전류값으로부터 외부 자계의 강도를 구할 수 있다.

<4> [비]특허문헌 1]

<5> APPLICATION NOTE "Electronic Compass Design using KMZ51 and KMZ52", AN00022, Philips Semiconductors

발명의 상세한 설명

<6> 그러나, 상기 기술에서는 자기저항소자에 상대적으로 큰 외란, 예를 들면 휴대전화에서의 스피커 등에 의한 외란이 주어지면, 즉 도 3에서 크게 좌우로 어긋난 상태가 되면, 자기저항소자의 동작점이 특성곡선의 평탄한 부분이 되어, 저항값의 변화가 없는 상태로 어긋난다. 이 상태는, 자기저항소자의 검출범위 밖의 상태이나, 자기검출장치 내에서는 외부 자계가 캔슬되어 저항값의 변화가 없는 것인지, 검출범위 밖에서 저항값의 변화가 없는 것인지의 판단을 할 수 있다. 이 때문에 이와 같은 상대적으로 큰 외란이 있는 환경하에서는 상기한 바와 같이 외부 자계의 강도를 구할 수 없다는 문제가 있다.

<7> 본 발명은 이와 같은 점을 감안하여 이루어진 것으로, 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하에서도 외부 자계의 강도를 구할 수 있는 자계검출장치 및 그것을 사용한 전자방위계를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<8> 본 발명의 자기 검출장치는, 저항값 변화에 의하여 자기를 검출하는 자기센서와, 상기 자기센서에 교류자계를

인가하는 자계 발생수단과, 인가된 상기 교류자계에 대응하는 출력전압에 의거하여 상기 자기센서의 검출범위 밖인지의 여부를 판정하는 판정수단과, 상기 자기센서의 검출범위 내가 아닌 경우에 상기 교류자계의 진폭을 제어하는 진폭 제어수단과, 상기 자기센서에 겹친 검출대상인 외부 자계를 캔슬할 만큼의 직류 전류를 상기 자계 발생수단에 공급하는 자계 캔슬수단과, 상기 직류 전류값으로부터 상기 외부 자계의 강도를 구하여 출력하는 출력수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

- <9> 이 구성에 의하면, 자기센서의 검출범위 밖인지의 여부를 판정하여, 자기센서의 검출범위 내가 아닌 경우에 교류자계의 진폭을 제어하기 때문에, 즉 자기센서의 특성곡선에서 기울기를 검출할 수 있도록 피드백 제어하기 때문에, 자기센서의 특성인 저항값의 변화를 이용할 수 있다. 따라서 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하이더라도 자기 검출을 행하는 것이 가능해진다.
- <10> 본 발명의 자기 검출장치에서는 상기 자계 발생수단은 코일을 포함하고, 상기 코일에 전류를 가함으로써 상기 자기센서에 교류자계를 인가하고, 상기 진폭 제어수단은 상기 코일에 가하는 전류의 전류 편차를 바꿈으로써 상기 교류자계의 진폭을 제어하는 것이 바람직하다.
- <11> 본 발명의 자기 검출장치에서는, 상기 판정수단은 특정 전류를 상기 코일에 가했을 때의 제 1 전압, 상기 특정 전류로부터 전류 편차를 감산한 전류를 상기 코일에 가했을 때의 제 2 전압, 및 상기 특정 전류에 상기 전류 편차를 가산한 전류를 상기 코일에 가했을 때의 제 3 전압을 사용하여 판정을 행하는 것이 바람직하다. 이 경우에 있어서, 상기 판정수단은, 상기 제 1 내지 제 3 전압이 대략 같은 경우에 상기 자기센서의 검출범위 밖이라고 판정하는 것이 바람직하다.
- <12> 이 구성에 의하면, 자기센서의 특성곡선에서의 평탄영역인, 즉 검출범위 밖인 것을 확실하게 판정할 수 있다. 이 때문에 자계 캔슬을 의미하는 기울기가 없는 상태와 구별할 수 있어, 기울기 검출의 피드백 제어로 이행하는 것이 가능해진다.
- <13> 본 발명의 자기 검출장치에서는, 상기 자계 캔슬수단은, 상기 제 1 전압이 상기 제 2 및 제 3 전압보다 크고, 또한 상기 제 2 전압과 상기 제 3 전압이 대략 같은 경우에 자계가 캔슬되었다고 판정하는 것이 바람직하다.
- <14> 이 구성에 의하면, 통상의 자기 검출과 달리, 특정전압(동작점)인 제 1 전압을 사용한 조건을 채용하고 있기 때문에, 확실하게 자계 캔슬을 의미하는 특성곡선에서의 피크를 판정할 수 있다. 이 때문에 자기센서의 검출범위 밖에서의 기울기가 없는 상태와 구별할 수 있다.
- <15> 본 발명의 자기 검출장치에서는, 상기 자기센서는 자계에 대하여 대칭성이 있는 저항변화를 나타내는 자기저항 소자인 것이 바람직하다.
- <16> 본 발명의 자기 검출장치에서는, 상기 자기저항소자에 소정의 설정값의 전류를 가하는 정전류 회로와, 상기 자기저항소자의 단자전압이 대략 일정해지도록 상기 설정값을 제어하는 전류 설정값 제어수단을 구비하는 것이 바람직하다.
- <17> 이 구성에서는 단자전압에 의거하여 전류 설정값을 피드백 제어하고 있기 때문에, 자기저항소자의 저항값의 불균일이나 온도변화의 영향을 작게 할 수 있다. 이 때문에 단일한 자기저항소자로도 정확하게 자기 검출을 행할 수 있다. 그 결과, 자기 검출장치의 구성을 간략화할 수 있다.
- <18> 본 발명의 자기 검출장치에서는, 상기 자기저항소자는, GIG 소자 또는 NR 소자인 것이 바람직하다.
- <19> 본 발명의 전자방위계는, 상기 복수의 자기 검출장치와, 상기 복수의 자기 검출장치에 의하여 구해진 각각의 출력값을 사용하여 방위를 구하는 방위 산출수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <20> 이 구성에 의하면, 제 1~제 3 전압($V_0 \sim V_2$)을 사용하여 피드백 제어를 행하여 자기센서의 검출범위 밖인지의 여부를 판정하여, 자기센서의 검출범위 내가 아닌 경우에 교류자계의 진폭을 피드백 제어하는 구성을 가지는 자기 검출장치를 구비하고 있기 때문에, 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하이더라도 방위를 구하는 것이 가능해진다.
- <21> 본 발명에 의하면, 인가된 교류자계에 대응하는 출력전압에 의거하여 자기센서의 검출범위 밖인지의 여부를 판정하여, 자기센서의 검출범위 내가 아닌 경우에 교류자계의 진폭을 제어하기 때문에, 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하이더라도 자기센서의 특성인 저항값의 변화를 이용할 수 있어, 자기 검출을 행하는 것이 가능해진다.

실시 예

- <38> 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 첨부도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- <39> (실시형태 1)
- <40> 도 1은 본 발명의 실시형태 1에 관한 자기 검출장치의 개략 구성을 나타내는 블럭도이다. 이 자기 검출장치는, 자기를 검출하는 자기센서(11)와, 자기센서(11)에 전원전압을 공급하는 전원(12)과, 자기센서(11)에 교류자계가 인가되었을 때에 출력되는 전압을 검출하는 전압 검출부(13)와, 자기센서(11)에 인가된 교류자계에 대응하는 전압에 의거하여 자기센서(11)의 검출범위 밖인지의 여부를 전압에 의하여 판정하는 진폭 판정부(14)와, 자기센서(11)에 인가된 교류자계에 대응하는 전압에 의거하여 전압의 피크를 검출하는 피크 검출부(15)와, 자기센서(11)에 가해진 외부 자계를 캔슬할 만큼의 직류전류를 자계 발생부에 공급하는 자계 캔슬부(16)와, 진폭 판정부(14)의 판정결과에 의거하여 교류자계의 진폭을 제어하는 진폭 제어부(17)와, 자기센서(11)에 인가하는 교류자계를 발생시키는 전류를 증폭하는 전류 증폭부(18)와, 자계 캔슬부의 직류 전류값으로부터 외부 자계의 강도를 구하여 출력하는 출력부(20)로 주로 구성되어 있다.
- <41> 자기센서(11)는, 자계에 대하여 대칭성이 있는 저항변화를 나타내는 자기저항소자인 MR(Magneto Resistance)소자(111)와, MR 소자(111)에 외부 자계를 인가하는 코일(112)로 구성되어 있다. 또한 자기저항소자로서는, MR 소자(111) 이외에, 비교적 저자기를 더욱 감도 좋게 검출할 수 있는 GIG(Granular In Gap)소자 등을 사용하여도 좋다. 자기센서(11)에서는 도 1에 나타내는 바와 같이 2개의 MR 소자(111)가 MR 소자와 동등한 저항값의 온도계수를 가지는 2개의 저항(113)과 브리지 접속되어 있다. 이와 같은 브릿지접속함으로써, MR 소자(111)의 저항값의 온도변화를 캔슬함과 동시에 전압 검출부(13)에 출력하는 전압을 2배로 할 수 있다.
- <42> 전원(12)은, 전원전압을 MR 소자(111)에 인가한다. 전압 검출부(13)는, 도 3에 나타내는 바와 같이 교류자계(22)가 인가된 MR 소자(111)의 저항값의 변화를 전압의 형으로 인출한다. 전압 검출부(13)는, 버퍼 앰플리파이어(131a, 131b)와, 차동 증폭기(132)와, A/D 변환부(133)와, 옵셋전압 검출부(134)와, D/A 변환부(135)로 구성되어 있고, MR 소자(111) 사이의 전압을 버퍼 앰플리파이어(131a, 131b)로 임피던스 변환하고, 차동 증폭기(132)로 양자의 차를 구한다. 이 차를 A/D 변환부(133)에서 디지털신호로 변환한 후에, 옵셋전압 검출부(134)에서 이 차(브리지에서의 언밸런스 : 옵셋전압)에 의거하여 보정값을 구하고, D/A 변환부(135)에서 보정 전압으로서 차동 증폭기(132)에 피드백한다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 자기센서(11)에서의 브리지 접속에 의한 언밸런스를 수정할 수 있다.
- <43> 전압 검출부(13)에서 검출된 전압은, 진폭 판정부(14) 및 피크 검출부(15)에 보내진다. 또 이 전압 검출부(13)에서는 특정 전류(c)를 코일(112)에 가했을 때의 제 1 전압(V_0), 특정 전류(c)에서 전류 편차(x)를 감산한 전류($c-x$)를 코일(112)에 가했을 때의 제 2 전압(V_1) 및 특정 전류(c)에 전류 편차(x)를 가산한 전류($c+x$)를 코일(112)에 가하였을 때의 제 3 전압(V_2)을 검출한다. 이들 제 1~제 3 전압은, 진폭 판정부(14)에 보내진다.
- <44> 진폭 판정부(14)는, 자기센서(11)에 인가된 자계에 대응하는 전압에 의거하여 자기센서(11)의 검출범위 밖인지의 여부를 판정한다. 이 진폭 판정부(14)에 서는 도 3에 나타내는 바와 같이 전압 검출부(13)에서 검출한 제 1~제 3 전압($V_0 \sim V_2$)을 사용하여 판정을 행한다. 종래의 자기 검출장치와 마찬가지로 도 3에 나타내는 특성 곡선의 기울기를 검출하는 것이면, 제 2 전압(V_1) 및 제 3 전압(V_2)을 얻음으로써 기울기를 검출할 수 있으나, MR 소자(111)의 검출범위 내에 있는 지의 여부를 판정하기 위해서는, 제 1 전압(V_0)을 사용할 필요가 있다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 특성 곡선의 피크(P)와 평탄영역(X)에서 특성 곡선의 기울기가 0으로 되어 있다. 즉, 자계를 캔슬하였을 때에 기울기가 0이 되고, MR 소자(111)의 검출범위 밖이 되었을 때에도 기울기가 0이 된다. 이 때문에 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하에서는 자계 캔슬할 수 있었던, 즉 도 3에서의 피크(P)의 상태인지, MR 소자(111)의 검출범위 밖[평탄 영역(X)]인지의 판단을 할 수 없다. 따라서 상기한 바와 같이 제 1~제 3 전압($V_0 \sim V_2$)을 사용하여 MR 소자(111)의 검출범위 내에 있는지의 여부의 판정을 행한다. 구체적으로는 진폭 판정부(14)는 제 1, 제 2, 제 3 전압(V_0, V_1, V_2)이 대략 같은 경우, 즉, $V_0 \approx V_1 \approx V_2$ 인 경우에는, 도 3에서의 평탄 영역(X)이기 때문에, MR 소자(111)의 검출범위 밖라고 판정한다. 또한, 이 대략 같다란, 서로의 차가 약 1 mV 이하인 경우도 포함하는 의미이다. 이 판정결과는 진폭 제어부(17)에 보내진다. 이와 같은 조건을 사용함으로써 MR 소자(111)의 특성 곡선에서의 평탄 영역(X)인, 즉 검출범위 밖인 것을 확실하게 판정할 수 있다. 이 때문에 자계 캔슬을 의미하는 기울기가 없는 상태와 구별할 수 있어, 기울기 검출의 피드백 제어로 이행하는

것이 가능해진다.

<45> 피크 검출부(15)는, 전압 검출부(13)로부터의 전압에 의거하여 도 3에 나타내는 특성 곡선에서의 피크(P)를 검출한다. 자계 캔슬부(16)는, 자기센서(11)에 가해진 외부 자계를 캔슬한다. 외부 자계가 캔슬된 상태는, 도 3에 나타내는 특성 곡선의 피크(P)의 위치에 있는 상태이다. 이 때문에 피크(P)의 위치를 판정하기 위하여 상기 한 바와 같이 진폭 판정부(14)에서 전력 검출부(13)에서 검출한 제 1~제 3 전압($V_0 \sim V_2$)을 사용하여 진폭 판정을 행한다. 이 경우, 제 1 전압(V_0)이 제 2 전압(V_1), 제 3 전압(V_2)보다 크고, 또 제 2 전압(V_1)과 제 3 전압(V_2)이 대략 같은 것, 즉 $V_0 > V_1, V_2$ (식 1), $V_1 \approx V_2$ (식 2)이 조건이 된다. 또한 대략 같다란, 약 1 mV 이하의 차를 포함하는 의미이다. 자계 캔슬되어 있지 않은 상태의 경우, 즉 상기 2개의 식 1, 2 중 어느 하나를 만족하지 않는 경우에는, 뒤에서 설명하는 전류 증폭부(18)에 V_1-V_2 에 비례한 제어신호(DC 성분)를 보내어, 코일(112)에 가하는 전류(c)를 제어한다. 이때 전류(c)의 제어와 V_1-V_2 의 검출을 반복하여 행하여 제어량을 수정한다. 그리고, 자계가 캔슬되었다고 판정되었을 때에, 외부 자계에 대응한 전류(C)가 검출되기 때문에, 이 전류로부터 외부 자계의 강도를 구하여, 그 강도를 검출장치 출력(외부 자계강도)으로서 출력부(20)로부터 출력한다. 이와 같이 통상의 자기 검출과 달리, 특정 전압(동작점)인 제 1 전압(V_0)을 사용한 조건을 채용함으로써, 확실하게 자계 캔슬을 의미하는 특성 곡선에 서의 피크를 판정할 수 있다. 이 때문에, MR 소자(111)의 검출범위 밖에서의 기울기가 없는 상태와 구별할 수 있다.

<46> 진폭 제어부(17)는, 진폭 판정부(14)의 판정결과에 의거하여 교류자계의 진폭을 제어한다. 진폭 판정부(14)에 의하여 MR 소자(111)의 검출범위 밖이라고 판정된 경우에는, MR 소자(111)에 인가하는 교류자계의 진폭을 크게 하여 저항값의 변화의 기울기를 검출할 수 있도록 한다. 그후, 진폭을 크게 한 교류자계에서 얻어진 전압으로부터 다시 진폭 판정부(14)에서 판정을 행한다. 또한 진폭을 크게 하는 정도에 대해서는 특별히 제한은 없으나, 1회의 진폭 확대동작으로, 도 3에 나타내는 특성 곡선의 반대측의 상한(도 3에서 오른쪽의 상한)에까지 미칠 정도로 크게 하면 전압상승을 못보고 놓칠 가능성이 생기기 때문에 바람직하지 않다. 구체적으로는 검출 상황을 확인하면서 순차 코일(112)에 가하는 전류의 전류 편차(x)를 바꿈으로써 교류자계의 진폭을 제어한다.

<47> 전류 증폭부(18)는, MR 소자(111)에 인가하는 교류자계를 발생시키는 전류를 증폭하고, 그 전류를 코일(112)에 가한다. 또한 전류 증폭부(18)와 코일(112)에 의하여 자계 발생수단을 구성한다. 이에 의하여 MR 소자(111)에 교류자계를 인가할 수 있다. 따라서 자기저항소자의 특성을 이용하여 저항값의 변화로부터 그 기울기를 검출하는 것이 가능해진다. 또한 코일(112)의 권수(卷數)를 증가함으로써 전원전류를 작게 할 수 있어, 회로의 저소비 전력화를 실현할 수 있다. 또 전류 증폭부(18)는, 자계 캔슬부(16)의 판정결과에 의거하여 자계가 캔슬되어 있지 않은 경우에는, 코일(112)에 가하는 전류(c)를 바꾸는 제어를 행한다. 그리고 새롭게 설정된 전류에 의한 교류전계가 인가된 MR 소자(111)의 전압을 사용하여 자계가 캔슬되었는지의 여부를 판정한다.

<48> 다음에 상기 구성을 가지는 자기 검출장치의 동작에 대하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 실시형태 1에 관한 자기 검출장치에서의 검출동작을 설명하는 플로우차트이다. 먼저, 코일(112)에 가하는 전류($c=c_0$), 그 전류 편차(진폭)($x=x_0$), 및 루프횟수($N=0$)를 설정한다(ST11). 이 설정값은, 디폴트로서 설정되어 있어도 좋고, 필요에 따라 입력할 수 있도록 하여도 좋다.

<49> 이어서, 루프횟수를 1 증분하고(ST12), 전류(c)를 코일(112)에 가하여 교류자계를 발생시켜 MR 소자(111)에 인가한다. 그리고 전압 검출부(13)에서 이때의 저항값 변화를 전압(V_0)으로서 검출한다(ST13). 또한 MR 소자(111)에는 전압 공급부(12)로부터 전원전압이 인가되어 있다. 이어서, 전류($c-x$)를 코일(112)에 가하여 교류자계를 발생시켜 MR 소자(111)에 인가한다. 그리고 전압 검출부(13)에서, 이 때의 저항값 변화를 전압(V_1)으로서 검출한다(ST14). 또한 전류($c+x$)를 코일(112)에 가하여 교류자계를 발생시켜 MR 소자(111)에 인가한다. 그리고 전압 검출부(13)에서, 이때의 저항값 변화를 전압(V_2)으로서 검출한다(ST15). 또한 ST13~ST15에 대해서는 이 순서로 검출할 필요는 없고, 적절히 순서를 바꾸어 검출을 행하여도 좋다.

<50> 이어서 진폭 판정부(14)에서, 전압 검출부(13)에서 검출된 상기 제 1~제 3 전압(V_0, V_1, V_2)을 사용하여 MR 소자(111)의 검출범위 밖인지의 여부를 판단한다. 구체적으로는 다음과 같은 처리를 행한다. 여기서는 전류 편차의 최대값을 $8x_0$ 라 하였다. x 가 $8x_0$ 이 되는 것은 루프횟수가 4회째이다. 따라서, $V_0:V_2$ 의 최대값으로부터

$V_0:V_2$ 의 최소값을 감산한 전압이 1 mV 이하인지의 여부를 판단하여(ST16), 감산후의 전압이 1 mV 미만이면, 전류 편차가 $4x_0$ 이하인지의 여부를 판단한다(ST19). 감산 후의 전압이 1 mV 미만이고, 전류 편차가 $4x_0$ 이상이면, 도 3에서의 특성 곡선의 평탄부라고 생각되기 때문에, 측정범위 밖이라고 판단하여 (ST21), 처리를 종료한다. 감산 후의 전압이 1 mV 미만이고, 전류 편차가 $4x_0$ 이하이면, 그 취지의 제어신호를 진폭 제어부(17)에 보내고, 진폭 제어부(17)에서 전류 편차를 2배로 한다(ST20). 그 제어정보는 전류 증폭부(18)에 보내지고, 전류 증폭부(18)에서 수정 후의 전류 편차를 사용하여 전류를 코일(112)에 가한다. 그리고 루프횟수를 1 증분하고 나서 (ST12), 전압 검출공정(ST13~ST15)을 행한다. 한편, 감산 후의 전압이 1 mV 이상이면, 전류 편차(x)가 초기값 인지의 여부, 즉 $x=x_0$ 인지의 여부를 판단하여(ST17), 초기값이 아니면 전류 편차(x)를 절반으로 한다(ST18). 이와 같은 피드백 제어를 행하여, MR 소자(111)의 특성 곡선의 기울기를 검출한다. 또한 단시간으로 자계를 캔슬하여 검출장치 출력인 V_{out} 을 얻기 위해서는, 코일전류(c)의 초기값(c_0)으로서 전회 측정시의 c의 값을 사용하는 것이 바람직하다. 또 자기적 외란의 변동이 커서 전류값(c)을 수속할 수 없고, MR 소자(111)의 특성 곡선의 피크(P)를 검출할 수 없는 경우에는, 검출불능으로서 제어를 종료하도록 하여도 좋다. 예를 들면 검출시간이나 루프횟수를 미리 정하여 두고, 그 검출시간이나 루프횟수를 넘었을 때에 제어를 종료하도록 한다.

<51> 이어서, 상기와 같은 피드백 제어에 의하여 MR 소자(111)의 기울기가 검출되었을 때, MR 소자(111)에 걸쳐 있는 외부 자계를 캔슬한다. 이때 자계가 캔슬되었는지의 여부는, 전압 검출부(13)에서 검출된 제 1~제 3 전압(V_0, V_1, V_2)을 이용하여 판정한다. 즉, $V_0 > V_1, V_2, V_1 \neq V_2$ 를 만족하고 있고 있는지의 여부를 판단한다.

<52> 구체적으로는 V_1 이 V_0 보다 작은지의 여부를 판단하여(ST22), V_1 이 V_0 보다 작으면, V_2 가 V_0 보다 작은지의 여부를 판단한다(ST24). 또한 ST22와 ST24는 어느것을 먼저 행하여도 좋다. V_1 이 V_0 이상일 때는, 전류(c)를 전류($c-x$)로 하여(ST23), 루프횟수를 1 증분하고 나서(ST12), 전압 검출공정(ST13~ST15)을 행한다. 또 V_2 가 V_0 이상일 때는, 전류(c)를 전류($c+x$)로 하고(ST25), 루프횟수를 1 증분하고 나서(ST12), 전압 검출공정(ST13~ST15)을 행한다. 그리고 V_1 이 V_0 보다 작고, V_2 가 V_0 보다 작을 때에는, 루프횟수가 10회 이하인지의 여부를 판단한다 (ST26). 루프횟수가 10회 이하인 경우에는, V_1 과 V_2 사이의 차가 1 mV 이하인지, 즉 V_1 과 V_2 가 대략 같은지의 여부를 판단한다(ST27). 이 조건을 만족하고 있는 경우에는 자계가 캔슬된 시점에서의 전류가 외부 자계에 대응하는 값이기 때문에 $(V_2-V_1)/(2V_0-V_1-V_2)$ 에 비례한 양으로 코일전류(c)를 조정하여 자계 캔슬을 행한다. 즉, 자기 검출장치의 출력전압($V_{out}=ac$: 감도계수)을 구한다(ST28). 한편, V_1 과 V_2 와의 사이의 차가 1 mV 이하가 아닌 경우에는, 자계 캔슬부(16)로부터의 제어신호(DC 성분)에 의거하여 전류 증폭부(18)에서 전류(c)를 $c+\{(V_2-V_1)/(2V_0-V_1-V_2)\} \cdot bx$ (b : 비례정수)로 변경하고(ST29), 루프횟수를 1 증분하고 나서(ST12), 전압 검출공정(ST13~ST15)을 행한다. 그리고 이 피드백 제어를 자계가 캔슬될 때까지 행하여, 상기와 동일하게 하여 자기 검출장치의 출력전압을 구한다(ST28). 루프횟수가 10회를 넘는 경우에는, 상기한 조건($V_0 > V_1, V_2, V_1 \neq V_2$)을 만족하고 있다고 하여, 자기 검출장치의 출력전압을 구한다(ST28). 또한 루프횟수나, 전류 편차의 변경비율, V_2-V_1 의 값 등에 대해서는 본 실시형태에 한정되지 않고 적절하게 변경하는 것이 가능하다. 예를 들면 외부 자계의 시간적인 변동이 작은 경우에는, 비례정수(b)를 적절하게 설정함으로써, V_2-V_1 의 값을 루프 1회마다 1/3 정도로 축소할 수 있다.

<53> 이와 같이, 본 실시형태에 관한 자기 검출장치에서는, 제 1~제 3 전압($V_0 \sim V_2$)을 사용하여 피드백 제어를 행하여 MR 소자(111)의 검출범위 밖인지의 여부를 판정하여, 자기센서의 검출범위내가 아닌 경우에 교류자계의 진폭을 제어하기 때문에, 즉, 기울기를 검출할 수 있도록 피드백 제어하기 때문에, MR 소자(111)의 특성인 저항값의 변화를 이용할 수 있다. 따라서, 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하이어도, 자기 검출을 행하는 것이 가능해진다.

<54> 또, 본 실시형태에 관한 자기 검출의 방법에 의하면, 피드백 제어에 의하여 기울기 검출을 행하고, 상기 식 1, 2에 의하여 자계 캔슬을 판정하기 때문에, MR 소자와 같은 자기저항소자의 특성 곡선에서 피크가 끝이 뾰족하지 않은 경우나, 피크가 끝이 뾰족하여도 검출범위가 좁은(고감도의 것)경우이어도, 정확하게 외부 자계의 검출을 행할 수 있다.

<55> (실시의 형태 2)

- <56> 본 실시형태에서는, MR 소자(111)가 단일의 소자로 구성되어 있는 경우에 대하여 설명한다. 도 4는, 본 발명의 실시형태 2에 관한 자기 검출장치의 개략 구성을 나타내는 블럭도이다. 도 4에서 도 1과 동일한 부분에 대해서는 도 1과 동일한 부호를 붙이고 그 상세한 설명은 생략한다.
- <57> 도 4에 나타내는 자기 검출장치는, MR 소자(111)에 소정의 전류를 가하는 정전류 회로(19)를 구비하고 있다. 또 이 자기 검출장치에서는 자기센서(11)가, 단일의 MR 소자(111)와, 코일(112)로 구성되어 있다. 또한 이 자기 검출장치에서는, 전압 검출부(13)가 버퍼 앰플리파이어(131)와, A/D 변환부(133)와, MR 소자(111)의 단자 전압에 의거하여 소정의 전류가 대략 일정해지도록 제어하는 전류 설정값 제어수단인 평균값 검출부(136)와, D/A 변환부(135)로 구성되어 있다. 정전류 회로(19)로서는, 낮은 전원전압으로 높은 임피던스가 얹어지는 CMOS 아날로그 회로인 커런트 미러 회로 등을 사용할 수 있다.
- <58> 이와 같은 자기 검출장치에서는 평균값 검출부(136)에서, 오퍼레이션 앰플리파이어를 사용한 버퍼회로 또는 비반전 증폭회로에 의하여 높은 임피던스로 MR 소자(111)의 단자전압을 검출한다. 그리고 평균값 검출부(136)는, 단자전압의 평균값을 구하여, 정전류 회로(19)의 전류 설정값을 피드백 제어한다. 구체적으로는 MR 소자(111)의 저항값이 높은 경우에는, 자기센서의 검출동작에 상관없이 상시 전류를 흘리도록 정전류 회로(19)를 제어한다. 이에 의하여 부유용량의 영향에 의하여 전류를 흘리고 나서 단자전압이 안정되기까지의 자연시간의 영향을 작게 할 수 있다. 한편, MR 소자(111)의 저항값이 낮은 경우에는 자기 검출시에만 전류를 흘리도록 정전류 회로(19)를 제어한다. 이 경우, 정전류 회로(19)의 전류 설정값은, 전회의 자기 검출의 전류 설정값을 참조하여 적절하게 결정한다. 이와 같은 단자전압에 의거하는 전류 설정값의 피드백 제어를 행함으로써, MR 소자(111)의 저항값의 불균일이나 온도변화에 따르는 MR 소자의 저항값 변화의, 자기 검출장치의 검출기능에 대한 영향을 작게 할 수 있다. 이 때문에, 단일의 MR 소자(111)로도 정확하게 자기 검출을 행할 수 있다. 그 결과, 자기 검출장치의 구성을 간략화할 수 있다. 또 MR 소자(111)의 저항값의 불균일이 큰 경우나, 저항값의 경시 또는 온도변화가 큰 경우에서도 무조정으로 측정을 행할 수 있다.
- <59> 이 구성에서는, 자계 발생수단인 전류 증폭부(18) 및 코일(112)의 동작상태를 감시하는 기구를 설치하고, 자계 발생수단이 정전류상태에 도달한 후에, 전압 검출부(13)에서 MR 소자(111)의 단자전압을 측정하도록 하여도 좋다. 이에 의하여 인덕턴스가 큰 코일을 사용하는 것에 의한 전류 상승속도의 지연을 보정할 수 있다.
- <60> 이 자기 검출장치에서도, 코일(112)에 가하는 전류(c) 및 그 전류 편차(x)를 설정하고, 전류(c), 전류(c+x), 전류(c-x)를 각각 코일(112)에 가하여 교류자계를 발생시켜 MR 소자(111)에 인가함으로써, 제 1~제 3 전압($V_0 - V_2$)을 검출한다. 이어서, 진폭 판정부(14)에서 전압 검출부(13)에서 검출된 제 1~제 3 전압($V_0 - V_2$)을 사용하여 MR 소자(111)의 검출범위 밖인지의 여부를 판단한다. 그리고 MR 소자(111)의 검출범위 밖의 경우에는, 진폭 제어부(17)에서 전류 편차(x)를 크게 하고, 전류 증폭부(18)에 있어서 진폭 제어부(17)에서 다시 설정한 전류 편차를 사용하여 전류를 코일(112)에 가한다. 이와 같이 하여 MR 소자(111)의 기울기를 검출한다. 그후, 자계 캔슬을 하여 외부 자계를 구한다. 따라서, 본 실시형태의 자기 검출장치에서도, MR 소자(111)의 특성인 저항값의 변화를 이용할 수 있다. 이 때문에 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하이어도 자기 검출을 행하는 것이 가능해진다.
- <61> 상기 실시형태 1, 2에서의 자기 검출장치에서 아날로그 검출방식으로 구성한 경우에는, 시간적으로 연속된 검출방식이기 때문에, 넓은 검출범위가 얻어져 출력신호의 응답성이 높다. 또 검출 정밀도는 코일(112)의 전류/자기변환 정밀도에 의존하고, MR 소자(111)에 의존하지 않기 때문에, 검출감도의 온도 의존성이 작다. 또 코일(112)을 정전류 구동함으로써, 주위온도의 변화에 의한 코일의 저항값의 변화나 전원전압의 변화에 의한 오차를 저감할 수 있다. 한편, 디지털 검출방식으로 구성한 경우에는, 간헐적인 검출이기 때문에, 복수의 검출방향의 MR 소자(111)에서 자기 검출회로를 공용할 수 있다. 또 신호처리회로의 D/A 변환 정밀도가 검출 정밀도를 결정하기 때문에, A/D 변환 정밀도에 의존하지 않는다. 이 때문에 소규모의 A/D 변환기를 사용할 수 있으므로, 장치의 소형화 및 저소비 전력화를 도모할 수 있다. 또 자기 검출회로 자신이 A/D 변환기능을 가지기 때문에, A/D 변환전의 아날로그 회로에 기인하는 오차가 없다.
- <62> 본 실시형태와 같이 단일의 MR 소자를 사용하는 경우에는, 출력전압을 크게 할 수 있다. 즉, 2개의 MR 소자를 사용한 브리지 접속에서는 MR 소자에 인가하는 전원전압은 $1/2 \cdot V_{dd}$ 이나, 본 실시형태에서의 단일의 MR 소자의 자기센서에 서는 V_{dd} 에 가까운 전압을 인가할 수 있다. 이에 의하여 동일한 전원전압으로 브릿지 접속된 MR 소자를 사용하는 경우보다 출력전압을 크게 할 수 있다. 또 단일의 MR 소자를 사용하기 때문에, 자기센서의 접유면적을 작게 할 수 있어, 저소비전력화나 회로의 소형화를 도모할 수 있다. 또 브리지 접속된 MR 센서에서 문

제가 되는 브리지의 언밸런스전압의 문제도 발생하지 않는다.

<63> (실시형태 3)

<64> 본 실시형태에서는 상기 실시형태 1, 2의 자기 검출장치를 사용한 전자방위계에 대하여 설명한다. 도 5는 본 발명에 관한 자기 검출장치를 사용한 전자방위계의 개략 구성을 나타내는 블럭도이다.

<65> 도 5에 나타내는 전자방위계는, 자기 검출장치(31)와, 자기 검출장치(31)의 출력전압을 사용하여 방위를 산출하는 연산부(32)로 주로 구성되어 있다. 자기 검출장치(31)는, 각각 실시형태 1, 2의 구성을 가지는 X축용 자기 검출회로(311), Y축용 자기 검출회로(312), Z축용 자기 검출회로(313)를 가진다. 또 연산부(32)는 X축용 자기 검출회로(311)로부터 출력된 출력전압을 저장하는 데이터 보존부(321)와, Y축용 자기 검출회로(312)로부터 출력된 출력전압을 저장하는 데이터 보존부(322)와, Z축용 자기 검출회로(313)로부터 출력된 출력전압을 저장하는 데이터 보존부(323)와, 이를 출력전압으로부터 방위를 구하는 방위 산출부(324)로 주로 구성되어 있다.

<66> 상기 구성의 전자방위계에서는, 먼저 자기 검출장치(31)에서 X축, Y축 및 Z축의 자기 검출회로(311~313)를 사용하여, 상기 실시형태 1, 2에 따라 외부 자계를 구한다. 그 외부 자계에 대응하는 출력전압이 각각 데이터 보존부(321~323)에 저장된다. 그후 방위 산출부(324)에서 데이터 보존부(321~323)에 저장된 출력전압을 사용하여 방위를 산출한다. 즉, X축용 출력전압과 Y축용 출력전압의 비에 대하여 역정접(逆正接)을 취함으로써, 방위를 산출한다. 또 Z축용 출력전압은, 전자방위의 경사진 상태를 보정하는 연산에서 사용한다. 이와 같이 본 실시형태의 전자방위계는, 제 1~제 3 전압(V_0 ~ V_2)을 사용하여 피드백 제어를 행하여 MR 소자(111)의 검출범위 밖 인지의 여부를 판정하고, 자기센서의 검출범위 내가 아닌 경우에 교류자계의 진폭을 피드백 제어하는 구성을 가지는 자기 검출장치를 구비하고 있기 때문에, 상대적으로 큰 외란을 가지는 환경하이어도 방위를 구하는 것이 가능해진다.

<67> 본 실시형태에 관한 전자방위계에서는, 각 축의 출력전압을 데이터 보존부(321~323)에 저장하여 두기 때문에, 각 자기 검출회로(311~313)에서 새롭게 자기 검출을 행할 때에 저장하고 있는 출력전압을 사용함으로써, 피드백제어로 수속시키는 시간이 짧아져 검출시간을 단축할 수 있다. 그 결과, 전자방위계 전체의 소비전력의 저감을 도모할 수 있다.

<68> 또, 각 자기 검출회로(311~313)를 CMOS 아날로그 스위치로 변환하는 경우에는, 실시형태 2와 같이 각 자기 검출회로에 정전류회로와, 전압 검출용 버퍼회로 또는 비반전 증폭회로를 설치함으로써, 저임피던스화된 신호의 변환이 되기 때문에, 부유용량의 증가에 의하여 응답속도의 저하나 노이즈 흔입 등을 방지할 수 있다.

<69> 본 실시형태의 전자방위계에서는, 각 자기 검출회로를 아날로그 검출방식으로 구성하면, 각 축의 자기 검출을 연속적으로 행하기 때문에 응답성이 좋다. 또 각 자기 검출회로를 디지털 검출방식으로 구성하면, 각 축의 자기 검출회로를 공용할 수 있기 때문에, 소규모화를 도모할 수 있어, 소비전력을 저감하는 것이 가능해진다.

<70> 본 발명은 상기 실시형태 1~실시형태 3에 한정되지 않고, 여러가지 변경하여 실시하는 것이 가능하다. 예를 들면 상기 실시형태 1, 2에서의 회로구성이나 처리순서 등에 대해서는 일례이며, 본 발명의 목적의 범위를 일탈하지 않는 한에 있어서 적절하게 변경하여 실시하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

<22> 도 1은 본 발명의 실시형태 1에 관한 자기 검출장치의 개략 구성을 나타내는 블럭도,

<23> 도 2는 본 발명의 실시형태 1에 관한 자기 검출장치에서의 검출동작을 설명하는 플로우차트,

<24> 도 3은 자기저항소자의 특성을 설명하기 위한 특성도,

<25> 도 4는 본 발명의 실시형태 2에 관한 자기 검출장치의 개략 구성을 나타내는 블럭도,

<26> 도 5는 본 발명에 관한 자기 검출장치를 사용한 전자방위계의 개략 구성을 나타내는 블럭도이다.

<27> ※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

<28> 11 : 자기센서 12 : 전원

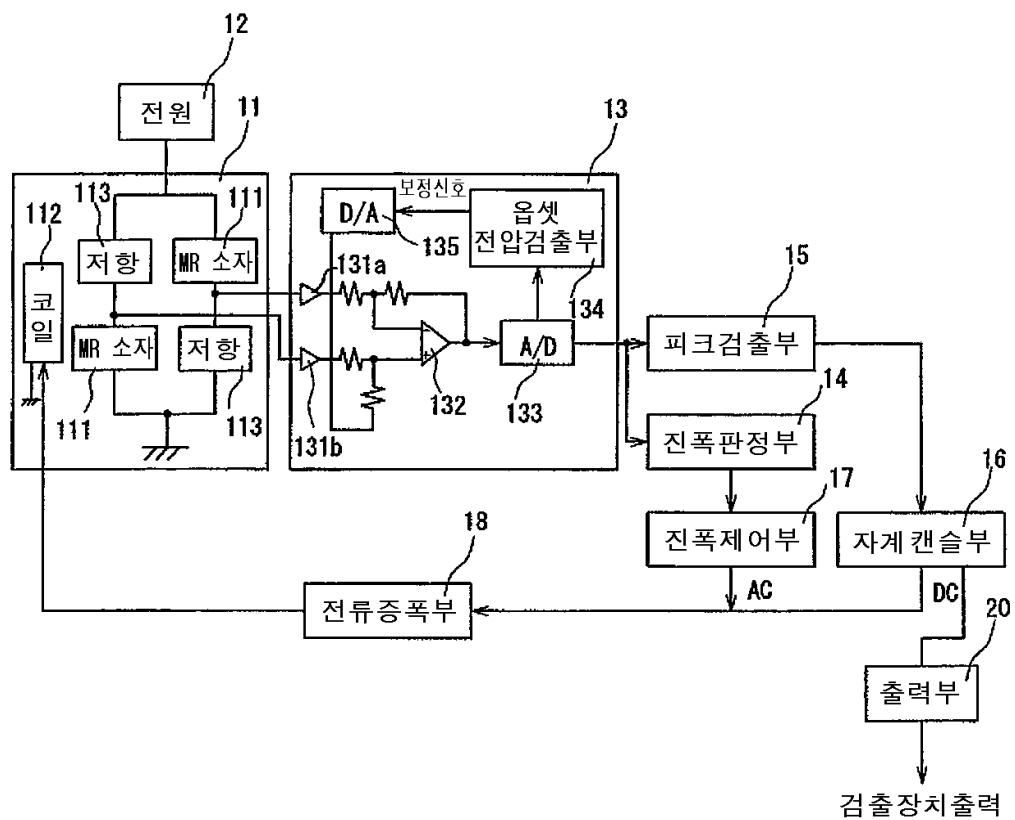
<29> 13 : 전압 검출부 14 : 진폭 판정부

<30> 15 : 피크 검출부 16 : 자계 캔슬부

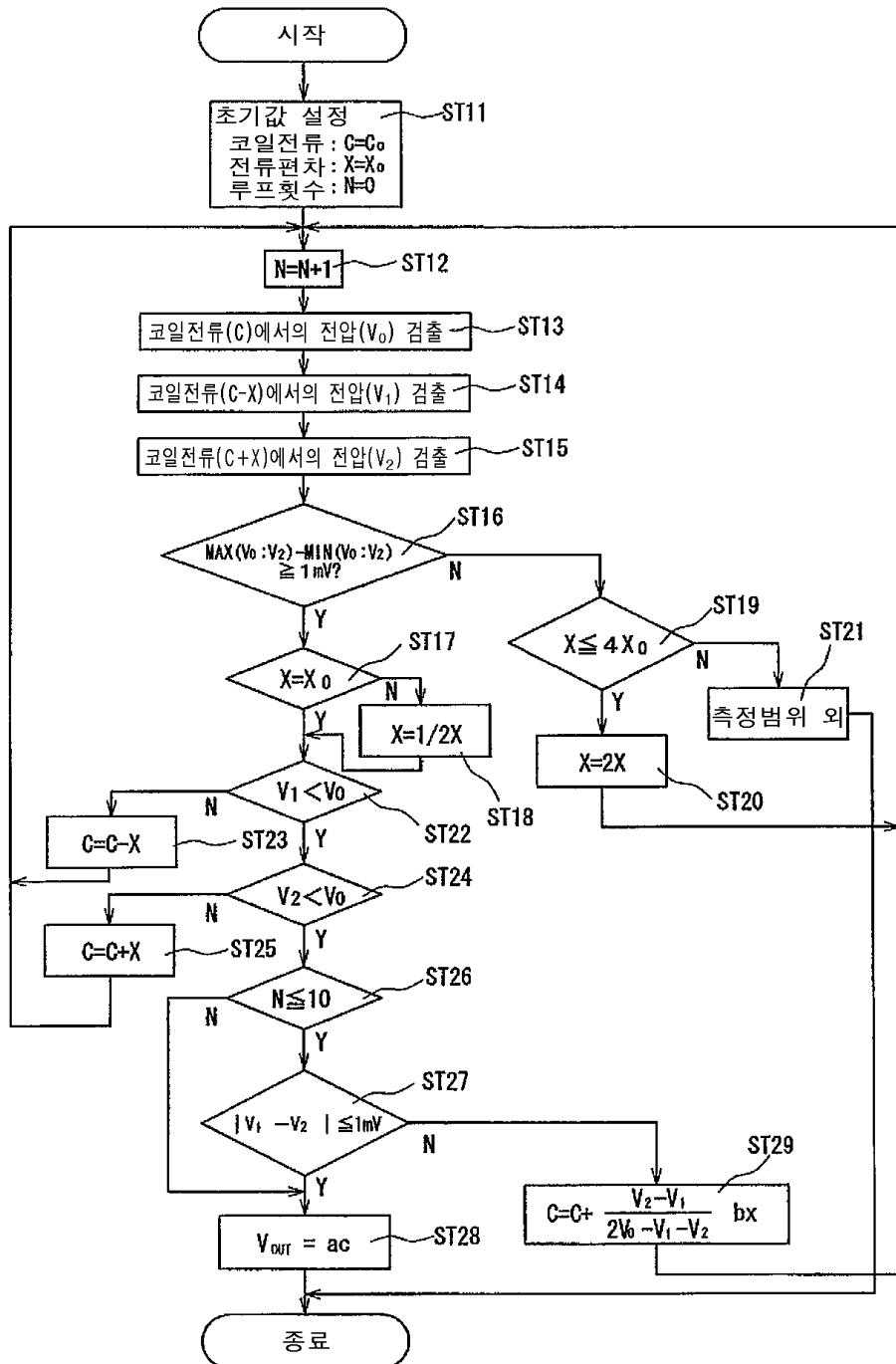
- | | | |
|------|-------------------|-------------------|
| <31> | 17 : 진폭 제어부 | 18 : 전류 증폭부 |
| <32> | 19 : 정전류 회로 | 20 : 출력부 |
| <33> | 31 : 자기 검출장치 | 32 : 연산부 |
| <34> | 111 : MR 소자 | 112 : 코일 |
| <35> | 134 : 옵셋 전압 검출부 | 136 : 평균값 검출부 |
| <36> | 311~313 : 자기 검출회로 | 321~323 : 테이터 보존부 |
| <37> | 324 : 방위 산출부 | |

도면

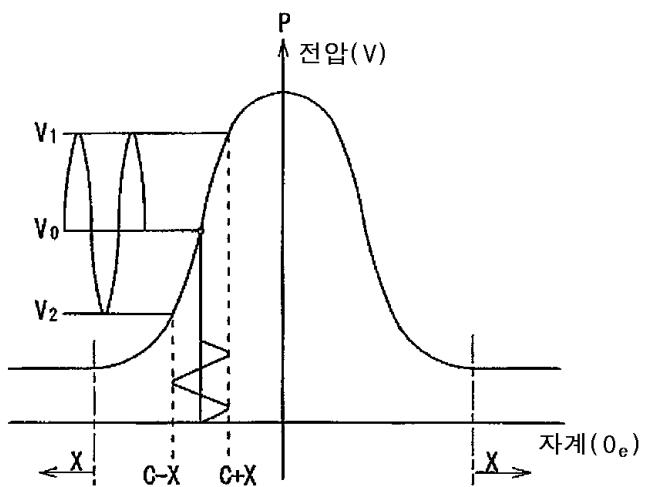
도면1



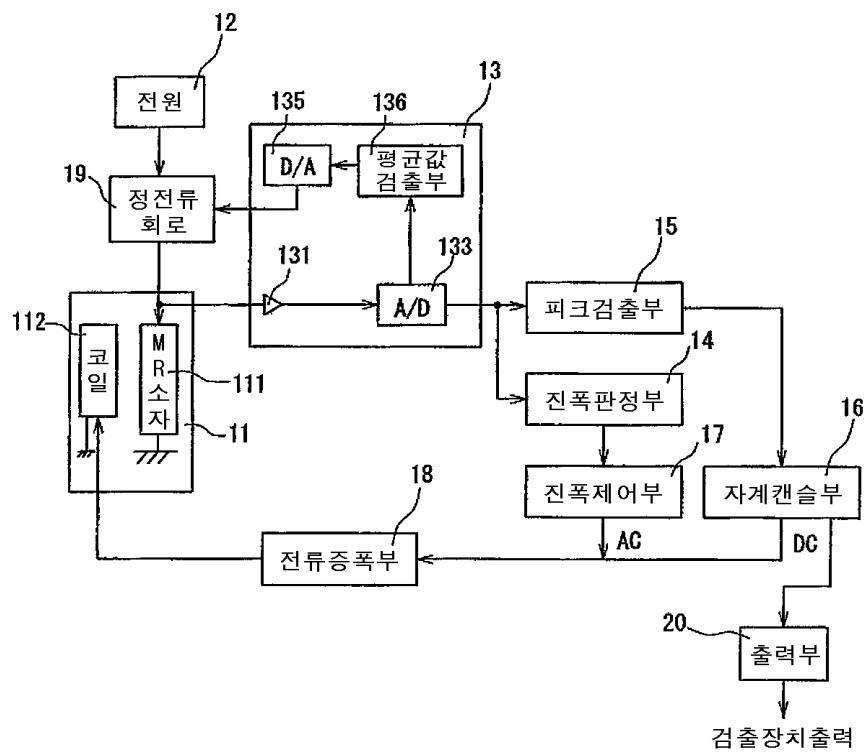
도면2



도면3



도면4



도면5

