(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0021802
(43) 공개일자 2018년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01V 3/10 (2006.01) *G01R 33/038* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01V 3/10 (2013.01)
G01R 33/038 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7001432
(22) 출원일자(국제) 2016년06월23일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년01월16일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/068619
(87) 국제공개번호 WO 2017/002698
국제공개일자 2017년01월05일
(30) 우선권주장
JP-P-2015-130044 2015년06월29일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1
(72) 발명자
다카하시 다로
일본 1448510 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1 가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내
다다 미츠오
일본 1448510 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1 가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내
(74) 대리인
장수길, 서원대, 김명곤

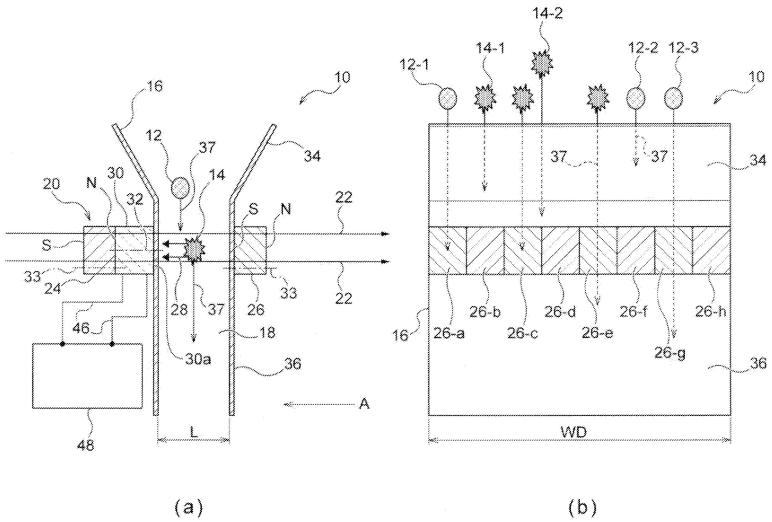
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **금속 검지용 센서 및 해당 센서를 사용한 금속 검지 방법**

(57) 요 약

전자기 유도 검지법에 의해, 미소 금속 이물을 검지할 수 있는 소형화된 금속 검지용 센서를 제공한다. 통로(18)를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속(14)을 검지하기 위한 금속 검지용 센서(20)는, 정자계를 발생시키는 자석(24, 26)과, 금속(14)이 생성하는 자계(28)를 검지하는 코일(30)을 갖는다. 자석(24, 26)은, 코일(30)의 축 방향에 있어서의 코일(30)의 외부에 위치하고, 코일(30)은, 자석(24, 26)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(24, 26)의 외부에 위치하고, 자석(24, 26)과 코일(30)은 대면한다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서,

상기 센서는,

정자계를 발생시키는 적어도 하나의 자석과,

상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는 적어도 하나의 자기 센서를 갖고,

상기 자석은, 상기 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 상기 자기 센서의 외부에 위치하고, 상기 자기 센서는, 상기 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 자석의 외부에 위치하고, 상기 자석과 상기 자기 센서는 대면하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 자기 센서는 솔레노이드 코일이고, 상기 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향은, 상기 코일의 축 방향인 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 자기 센서는 스파이럴 코일이고, 상기 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향은, 상기 코일의 축 방향이고, 상기 스파이럴 코일에 있어서는, 해당 코일의 축 방향에 수직인 평면 내에, 나선상으로 도선이 감겨 있는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 자기 센서는 항아리형 코일이고, 상기 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향은, 상기 코일의 축 방향인 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 코일은 철심을 갖는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 자석은 복수개 있으며, 상기 복수개의 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 대향하여 배치되고, 상기 복수개의 자석의 각각의 N극으로부터 S극으로의 방향은 일치하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 복수개의 자석은, 상기 자기 센서의 상기 축 방향에 있어서 상기 자기 센서의 양측에 배치되는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 자기 센서는 복수개 있으며, 상기 복수개의 자기 센서는, 상기 통로를 사이에 두고 대향하여 배치되는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 복수개의 자기 센서는, 상기 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 자석의 양측에 배치되는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 자석의 외부에 위치하고 상기 자석에 대면하는 상기 자기 센서, 및 상기 자기 센서의 상기 축 방향에 있어서의 상기 자기 센서의 외부에 위치하고 상기 자기 센서에 대면하는 상기 자석은, 쌍을 구성하고, 상기 쌍은 복수 존재하고, 상기 복수의 쌍은, 상기 통로의 폭 방향으로, 서로 병렬로 또는 지그재그상으로 배치되는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 11

제10항에 있어서, 복수의 상기 자기 센서의 출력은 개별적으로 처리되거나, 또는 복수의 상기 자기 센서의 출력은 직렬로 접속되는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 검사 대상물에 포함되는 금속은, 순자계를 발생시키는 금속 또는 반자계를 발생시키는 금속이고, 상기 자기 센서는, 상기 자기 센서가 검지한 금속이 순자계를 발생시키는 금속인지, 또는 반자계를 발생시키는 금속인지에 따라, 극성이 상이한 신호, 또는 신호의 크기가 상이한 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 자석의 형상은 중실 원기둥, 중공 원통, 각기둥, 각뿔대, 포물 기둥 또는 원뿔대인 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 검사 대상물이 존재하지 않는 통로에 대하여 배치된 적어도 하나의 자기 센서 및 적어도 하나의 자석을 더 갖고, 상기 검사 대상물이 존재하지 않는 통로에 대하여 배치된 상기 자기 센서는, 상기 검사 대상물이 존재하지 않는 상태의 기준 출력을 출력하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 15

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 기재된 금속 검지용 센서를 사용한, 통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지 방법에 있어서,

상기 검사 대상물에 금속이 포함되지 않을 때의 상기 자기 센서의 기준 출력을 측정하는 스텝과,

상기 검사 대상물에 금속이 포함될 가능성이 있을 때의 상기 자기 센서의 검지 출력을 측정하는 스텝과,

상기 기준 출력과 상기 검지 출력의 출력차를 구하고, 상기 출력차가, 미리 결정된 소정값 이상일 때, 상기 검사 대상물에 금속이 포함된다고 판정하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지 방법.

청구항 16

제14항에 기재된 금속 검지용 센서를 사용한, 통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지 방법에 있어서,

상기 기준 출력을 측정하는 스텝과,

상기 검사 대상물이 존재하는 위치에 배치된 상기 자기 센서의 검지 출력을 측정하는 스텝과,

상기 기준 출력과 상기 검지 출력의 출력차를 구하고, 상기 출력차가, 미리 결정된 소정값 이상일 때, 상기 검사 대상물에 금속이 포함된다고 판정하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지 방법.

청구항 17

통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서,

상기 센서는, 자석과 검지 코일을 갖고, 상기 자석과 상기 검지 코일은, 상기 통로의 외주에 배치되어 상기 통로를 둘러싸고,

상기 자석은, 자계를 발생시키고, 상기 검지 코일은, 상기 자석이 발생시키는 자계 내를 상기 금속이 통과할 때의 자계를 검지하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 자석은 여자 코일과 자성체를 갖는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 19

제1항 내지 제14항, 제17항 및 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 센서는, 상기 금속의 속도를 검지하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 20

통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서,

상기 센서는,

정자계를 발생시키는 제1 및 제2 자석과,

상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는 제1 자기 센서를 갖고,

상기 제1 및 제2 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 상기 통로의 양측에 서로 대면하여 배치되고, 상기 제1 자석은, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하고, 상기 제2 자석은, 상기 제1 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제1 자석의 외부에 위치하고,

상기 제1 자기 센서와 상기 제2 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 상기 통로의 양측에 서로 대면하여 배치되고, 상기 제1 자기 센서는, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하고, 상기 제2 자석은, 상기 제1 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 상기 제1 자기 센서의 외부에 위치하고,

상기 금속 검지용 센서는, 상기 제1 및 제2 자석의, 상기 통로와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하는 자성 재료를 갖는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 제1 자기 센서는 철심 또는 자석에 감겨 있는 코일인 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 22

제20항 또는 제21항에 있어서, 제2 자기 센서를 갖고,

상기 제2 자기 센서와 상기 제1 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 상기 통로의 양측에 서로 대면하여 배치되고, 상기 제2 자기 센서는, 상기 제1 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제1 자석의 외부에 위치하고, 상기 제1 자석은, 상기 제2 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 상기 제2 자기 센서의 외부에 위치하는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 23

제20항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 자기 센서는 코일이고, 해당 코일은 상기 제1 자석의 외주에 배치되고, 상기 제2 자기 센서는 코일이고, 해당 코일은 상기 제2 자석의 외주에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 24

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하는 상기 제1 자석과, 상기 제1 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제1 자석의 외부에 위치하는 상기 제2 자석과, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하는 상기 자기 센서는, 쌍을 구성하고, 상기 쌍은 복수 존재하고, 상기 복수의 쌍은, 상기 통로의 폭 방향으로 서로 병렬로 또는 지그재그상으로 배치되고,

인접하는 쌍의 자계의 방향은 서로 역평행인 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 25

제24항에 있어서, 인접하는 상기 제1 자석의, 상기 통로와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하는 제1 자성 재료, 또는 인접하는 상기 제2 자석의, 상기 통로와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하는 제2 자성 재료 중 적어도 하나를 갖는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 26

통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서,

상기 금속 검지용 센서는,

상기 통로의 한쪽 측에 배치된, 정자계를 발생시키는 복수의 제1 자석과,

상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는 제1 자기 센서를 갖고,

상기 복수의 제1 자석은, 각 자석의 N극과 S극을 연결하는 축이 동일 방향으로 되도록 일렬로 배치되고,

인접하는 2개의 상기 제1 자석에 관하여, 해당 2개의 자석 중 한쪽 자석의, 해당 2개의 자석 중 다른 쪽 자석측에 있는 극의 극성은, 해당 다른 쪽 자석의, 해당 한쪽 자석측에 있는 극의 극성과 동일한 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 제1 자기 센서는, 상기 통로의 상기 한쪽 측에 배치되고,

상기 금속 검지용 센서는,

상기 통로의 다른 쪽 측에 배치된, 정자계를 발생시키는 복수의 제2 자석과,

상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는, 상기 통로의 상기 다른 쪽 측에 배치된 제2 자기 센서를 갖고,

상기 복수의 제2 자석은, 각 자석의 N극과 S극을 연결하는 축이 동일 방향으로 되도록 일렬로 배치되고,

인접하는 2개의 상기 제2 자석에 관하여, 해당 자석 중 한쪽 자석의, 다른 쪽 자석측에 있는 극의 극성은, 해당 다른 쪽 자석의, 해당 한쪽 자석측에 있는 극의 극성과 동일한 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

청구항 28

제26항 또는 제27항에 있어서, 상기 제1 자석의 N극과 S극의 사이의 길이에 의해, 해당 자석에 의해 생성되는 자계의 강도가 설정되는 것을 특징으로 하는, 금속 검지용 센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 의약품, 식품, 공업용 재료 등의 비도전 재료에 혼입된 금속 이물을 검지하는 센서 및 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 금속의 두께, 치수 또는 외형의 변화를 검지하는 센서 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래 공업용 재료나 식품 등의 분체 등에 혼재하는 금속 이물의 검지는, 예를 들어 전자기 유도 검지법에 의해 행해지고 있다. 이 금속 이물의 검지법에서는, 여자 코일에서 발생한 교류 자계 내를 검사 대상물이 통과할 때, 자계가 변화하는 것이 이용되고 있다. 검지 코일이 자계의 변화를 검출하였을 때, 금속 이물이 혼입되었다고 판정된다. 전자기 유도 검지법에서 사용되는 여자 코일은, 통상 철심을 포함하지 않는 코일이다.

[0003] 분체 중의 금속 이물의 치수가 0.1㎜ 내지 70㎛ 정도인 경우가 있다. 그런데, 종래, 식품, 의약품, 수지 등의 비도전 재료의 분체에 혼재하는 금속 이물의 검출 가능한 치수는, 전자기 유도 검지법에서 0.5㎜ 정도가 한도였다. 그 때문에, 종래의 금속 이물의 검지법에서는, 미소 금속편의 검출이 불가능하다고 하는 문제가 있었다.

[0004] 그 원인은, 종래의 금속 이물의 계측에서 사용되는 여자 코일이나 검지 코일에서는, 검출 감도가 낮기

때문이다. 즉, 여자 코일에서는, 생성할 수 있는 교류 자계의 크기가 작기 때문에, 미소 금속편에 기인하는 자계의 변화도 작아져, 검지 코일은 자계의 변화를 검출할 수 없었다.

[0005] 검지 코일에 대해서는, 검출 감도를 높이기 위해, 감기수를 증가시킬 필요가 있어, 그 사이즈가 커진다고 하는 문제도 있었다. 여자 코일에 대해서는, 교류 자계의 크기를 크게 하기 위해, 감기수를 증가시킬 필요가 있어, 그 사이즈가 커진다고 하는 문제도 있었다. 이들 이유에 의해, 센서 전체가 커진다고 하는 문제가 있었다.

[0006] 검지 코일이 커지면, 다음과 같은 문제도 발생한다. 즉, 미소 금속편의 검출을 행하고자 할 때에는, 검지 코일의 검출 스폿이 작은 쪽이 적합하다. 검지 코일의 검출 스폿이 큰 경우, 미소 금속편에 기인하는 자계의 변화가 노이즈와 헷갈려 버리기 때문이다. 그러나 검출 스폿이 작은 경우, 검지 코일이 작아지고, 여자 코일이 발생시키는 교류 자계의 크기가 부족하므로 측정할 수 없다.

[0007] 수 밀리 정도의 금속 이물을 검출하기 위한 종래 기술로서는, 일본 특허 공개 제2004-85439호 공보에 기재된 기술이 있다. 이 기술에서는, 수 밀리 정도의 금속 이물 검지를 목적으로 하여, 검지 코일의 중심 위치에 영구 자석이 배치되어 있다. 또한, 이와는 반대로, 이 기술은 영구 자석의 중심 위치에 검지 코일을 배치하는 것도 개시하고 있다.

[0008] 이 기술의 경우, 검지 코일의 중심 위치에 영구 자석이 배치되어 있기 때문에, 혹은 영구 자석의 중심 위치에 검지 코일이 배치되어 있기 때문에, 센서 전체로서의 횡방향의 사이즈가 커진다고 하는 문제가 있다. 검지 코일의 중심 위치에 영구 자석이 배치되어 있는 경우에는, 검지 코일의 검출 스폿이 커진다고 하는 문제도 있다. 영구 자석의 중심 위치에 검지 코일이 배치되어 있는 경우에는, 영구 자석에 의한 자계가 약해진다고 하는 문제도 있다.

[0009] 전자기 유도 검지법의 한계를 극복하기 위한 기술로서는, 일본 특허 공개 제2005-83889호 공보에 기재된 기술이 있다. 이 기술은, 보다 작은 이물을 검지하기 위해, 금속 이물에 와전류가 유기하여 줄 열을 발생시키는 것을 이용하고 있다. 적외선 카메라가 금속 이물로부터 방사되는 적외선을 검지한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2004-85439호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2005-83889호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 전자기 유도 검지법에 의해, 미소 금속 이물을 검지할 수 있는 소형화된 금속 검지용 센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 제1 형태에 따르면, 상기 과제를 해결하기 위해, 통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 센서는, 정자계를 발생시키는 적어도 하나의 자석과, 상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는 적어도 하나의 자기 센서를 갖고, 상기 자석은, 상기 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 상기 자기 센서의 외부에 위치하고, 상기 자기 센서는, 상기 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 자석의 외부에 위치하고, 상기 자석과 상기 자기 센서는 대면하는 것으로 한 것이다. 상기 자석과 상기 자기 센서는, 접촉하여 대면해도 되고, 이격하여 대면해도 된다.

[0013] 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향이란, 자기 센서가, 자기 저항 효과 소자, 홀 소자 또는 자기 임피던스 소자(아몰퍼스 와이어 자기 센서)인 경우에는, 검지해야 할 자계(자기 센서에 인가되는 자계)의 방향이다. 자기 센서가 코일인 경우에는, 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향이란, 코일의 축 방향이다.

[0014] 본 구성에 따르면, 자석을 사용하고 있기 때문에, 자계의 크기가 커진다. 이 결과, 검출 감도가 커진다. 또한, 자석이 자기 센서에 대면하기 때문에, 자기 센서가 코일인 경우, 자석과 코일을 동심상으로 배치하는 경

우에 비하여, 코일을 배치하기 위해 필요한 반경 방향의 공간이 적어져, 코일을 소형화할 수 있다. 이들에 의해, 검출 감도를 향상시키면서, 또한 소형화된 금속 검지용 센서를 제공할 수 있다.

[0015] 또한, 자석은, 자기 센서의 중심축 상에 배치해도 된다. 이 경우, 자석의 중심축과 자기 센서의 중심축은 반드시 일치할 필요는 없다. 약간의 어긋남은 허용 가능하다.

[0016] 본 발명의 제2 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 자기 센서는 솔레노이드 코일이어도 된다. 여기서, 솔레노이드 코일이란, 도선을, 코일의 축 방향으로 나선상으로 복수회 감은 코일이다. 감기수를 증가시킴으로써, 인덕턴스가 커지고, 보다 자계의 검출 감도가 커진다. 결과로서, 코일은 소형이어도, 보다 미소한 이물을 검지할 수 있다.

[0017] 본 발명의 제3 형태에 따르면, 상기 자기 센서는 스파이럴 코일이고, 상기 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향은, 상기 코일의 축 방향이고, 상기 스파이럴 코일에 있어서는, 해당 코일의 축 방향에 수직인 평면 내에, 나선상으로 도선이 감겨 있다.

[0018] 본 발명의 제4 형태에 따르면, 상기 자기 센서는 항아리형 코일이고, 상기 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향은, 상기 코일의 축 방향이다.

[0019] 본 발명의 제5 형태에 따르면, 또한 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 코일은 공심이어도 되지만, 그 내부에 철심을 갖는 것이 바람직하다. 철심의 재료로서는 연철, 규소 강판, 페라이트, 퍼멀로이, 아몰퍼스 등이 있다. 철심으로서 자석을 사용할 수도 있다. 철심을 가짐으로써, 인덕턴스가 커지고, 보다 코일의 감도가 커진다. 결과로서, 보다 미소한 이물을 검지할 수 있다.

[0020] 본 발명의 제6 형태에 따르면, 상기 자석은 복수개 있으며, 상기 복수개의 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 대향하여 배치되고, 상기 복수개의 자석의 각각의 N극으로부터 S극으로의 방향은 일치하는 것으로 해도 된다. 복수개의 자석이, 통로를 사이에 두고 대향하여 배치됨으로써, 하나의 자석을 사용한 경우와 비교하여, 통로 내의 자계의 크기가 커진다.

[0021] 또한, 본 발명의 제7 형태에 따르면, 상기 복수개의 자석은, 상기 자기 센서의 상기 축 방향에 있어서 상기 자기 센서의 양측에 배치되는 것이 바람직하다. 자기 센서가, 복수개의 자석 사이에 있기 때문에, 통로를 통과하는 금속의 검출 감도가 높아진다.

[0022] 또한, 본 발명의 제8 형태에 따르면, 상기 자기 센서는 복수개 있으며, 상기 복수개의 자기 센서는, 상기 통로를 사이에 두고 대향하거나, 또는 상기 자기 센서의 중심축 상에 배치되는 것이 가능하다. 자기 센서를 복수 사용함으로써, 이들 자기 센서를 직렬로 접속하였을 때, 자기 센서의 출력이 커지고, 검출 감도가 높아진다.

[0023] 본 발명의 제9 형태에 따르면, 제8 형태에 있어서, 상기 복수개의 자기 센서는, 상기 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 자석의 양측에 배치해도 된다.

[0024] 본 발명의 제10 형태에 따르면, 상기 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 자석의 외부에 위치하고 상기 자석에 대면하는 상기 자기 센서, 및 상기 자기 센서의 축 방향에 있어서의 상기 자기 센서의 외부에 위치하고 상기 자기 센서에 대면하는 상기 자석은, 쌍을 구성하고, 상기 쌍은 복수 존재하고, 상기 복수의 쌍은, 상기 통로의 폭 방향으로, 서로 병렬로 또는 지그재그상으로 배치된다.

[0025] 본 발명의 제11 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 복수의 상기 자기 센서의 출력은 개별적으로 처리되거나, 또는 복수의 상기 자기 센서의 출력은 직렬로 접속된다.

[0026] 본 발명의 제12 형태에 따르면, 검사 대상물에 포함되는 금속은, 순자계를 발생시키는 금속 또는 반자계를 발생시키는 금속의 어느 것이라도 검지 가능하다. 상기 자기 센서는, 상기 자기 센서가 검지한 금속이 순자계를 발생시키는 금속인지, 또는 반자계를 발생시키는 금속인지에 따라, 극성이 상이한 신호, 또는 신호의 크기가 상이한 신호를 출력한다. 순자계를 발생시키는 금속인지, 또는 반자계를 발생시키는 금속인지에 따라, 금속이 발생시키는 자계의 극성 또는 크기가 상이하기 때문이다.

[0027] 순자계 및 반자계에 대하여, 이하에 설명한다. 검사 대상물에 포함되는 금속은 알루미늄, 철, 구리, 오스테나이트계 스테인리스 등이다. 알루미늄은, 인가되는 자계의 방향으로 자화되는 상자성체이다. 철은, 인가되는 자계의 방향으로 특히 강하게 자화되는 강자성체이다. 구리는, 인가되는 자계의 방향과 반대 방향으로 자화되는 반자성체이며, 오스테나이트계 스테인리스는, 인가되는 자계의 방향과 반대 방향으로 특히 강하게 자화되는 반강자성체이다. 그 때문에, 인가되는 자계 내를 금속이 이동하기 때문에 발생하는 자계는, 금속의 자성체로서

의 성질에 의해 결정되는 극성을 갖는다. 본원에서는, 알루미늄 및 철 등이 발생시키는 인가되는 자계의 방향과 동일한 방향의 자계를 「순자계」라고 칭하고, 구리 및 오스테나이트계 스테인리스 등이 발생시키는 인가되는 자계의 방향과 반대 방향의 자계를 「반자계」라고 칭한다.

[0028] 여기서, 신호의 크기란, 신호가 교류 신호인 경우에는, 진폭의 크기를 의미한다. 예를 들어, 신호가 A(t)Sin(ωt+α)로 표시되는 경우, 신호의 크기란, 진폭 A(t)를 의미한다.

[0029] 본 발명의 제13 형태에 따르면, 상기 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 자석의 형상은 중실 원기둥, 중공 원통, 각기둥, 각뿔대, 포물 기둥 또는 원뿔대인 것이 가능하다.

[0030] 본 발명의 제14 형태에 따르면, 검지 정밀도를 높이기 위해, 상기 검사 대상물이 존재하지 않는 통로에 대하여 배치된 적어도 하나의 자기 센서 및 적어도 하나의 자석을 더 갖고, 상기 검사 대상물이 존재하지 않는 통로에 대하여 상기 자기 센서는, 상기 검사 대상물이 존재하지 않는 상태의 기준 출력을 출력하는 것이 바람직하다.

[0031] 본 발명의 제15 형태에 따르면, 금속 검지용 센서를 사용한, 통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지 방법에 있어서는, 상기 검사 대상물에 금속이 포함되지 않을 때의 상기 자기 센서의 기준 출력을 측정하는 스텝과, 상기 검사 대상물에 금속이 포함될 가능성이 있을 때의 상기 자기 센서의 검지 출력을 측정하는 스텝과, 상기 기준 출력과 상기 검지 출력의 출력차를 구하고, 상기 출력차가, 미리 결정된 소정값 이상일 때, 상기 검사 대상물에 금속이 포함된다고 판정하는 스텝을 포함하는 것으로 해도 된다.

[0032] 또한, 본 발명의 제16 형태에 따르면, 금속 검지 방법에 있어서는, 이미 설명한 상기 검사 대상물이 존재하는 위치에 배치된 적어도 하나의 자기 센서 및 적어도 하나의 자석을 사용하는 경우, 이 방법은, 상기 기준 출력을 측정하는 스텝과, 상기 검사 대상물이 존재하는 위치에 배치된 상기 자기 센서의 검지 출력을 측정하는 스텝과, 상기 기준 출력과 상기 검지 출력의 출력차를 구하고, 상기 출력차가, 미리 결정된 소정값 이상일 때, 상기 검사 대상물에 금속이 포함된다고 판정하는 스텝을 포함할 수 있다.

[0033] 본 발명의 제17 형태에 따르면, 통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 센서는, 자석과 검지 코일을 갖고, 상기 자석과 상기 검지 코일은, 상기 통로의 외주에 배치되어 상기 통로를 둘러싸고, 상기 자석은, 자계를 발생시키고, 상기 검지 코일은, 상기 자석이 발생시키는 자계 내를 상기 금속이 통과할 때의 자계를 검지하는 것으로 해도 된다.

[0034] 본 발명의 제18 형태에 따르면, 제17 형태에 있어서, 상기 자석은 여자 코일과 자성체를 갖는 것이 가능하다.

[0035] 본 발명의 제19 형태에 따르면, 상기 금속 검지용 센서는, 상기 금속의 속도를 검지할 수 있다.

[0036] 본 발명의 제20 형태에 따르면, 통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 센서는, 정자계를 발생시키는 제1 및 제2 자석과, 상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는 제1 자기 센서를 갖고, 상기 제1 및 제2 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 상기 통로의 양측에 서로 대면하여 배치되고, 상기 제1 자석은, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하고, 상기 제2 자석은, 상기 제1 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제1 자석의 외부에 위치하고, 상기 제1 자기 센서와 상기 제2 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 상기 통로의 양측에 서로 대면하여 배치되고, 상기 제1 자기 센서는, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하고, 상기 제2 자석은, 상기 제1 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 상기 제1 자기 센서의 외부에 위치하고, 상기 금속 검지용 센서는, 상기 제1 및 제2 자석의, 상기 통로와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하는 자성 재료를 갖는다.

[0037] 본 발명의 제21 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 제1 자기 센서는 철심 또는 자석에 감겨 있는 코일이다.

[0038] 본 발명의 제22 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 제2 자기 센서를 갖고, 상기 제2 자기 센서와 상기 제1 자석은, 상기 통로를 사이에 두고 상기 통로의 양측에 서로 대면하여 배치되고, 상기 제2 자기 센서는, 상기 제1 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제1 자석의 외부에 위치하고, 상기 제1 자석은, 상기 제2 자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 상기 제2 자기 센서의 외부에 위치한다.

[0039] 본 발명의 제23 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 제1 자기 센서는 코일이고, 해당 코일은 상기 제1 자석의 외주에 배치되고, 상기 제2 자기 센서는 코일이고, 해당 코일은 상기 제2 자석의 외주에 배치되어 있다.

[0040] 본 발명의 제24 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하는 상기 제1 자석과, 상기 제1 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제1 자석의 외부에 위치하는 상기 제2 자석과, 상기 제2 자석의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 상기 제2 자석의 외부에 위치하는 상기 자기 센서는, 쌍을 구성하고, 상기 쌍은 복수 존재하고, 상기 복수의 쌍은, 상기 통로의 폭 방향으로, 서로 병렬로 또는 지그재그상으로 배치되고, 인접하는 쌍의 자계의 방향은, 서로 역평행이다.

[0041] 본 발명의 제25 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 인접하는 상기 제1 자석의, 상기 통로와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하는 제1 자성 재료, 또는 인접하는 상기 제2 자석의, 상기 통로와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하는 제2 자성 재료 중 적어도 하나를 갖는다.

[0042] 본 발명의 제26 형태에 따르면, 통로를 이동하고 있는 검사 대상물에 포함되는 금속을 검지하기 위한 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 금속 검지용 센서는, 상기 통로의 한쪽 측에 배치된, 정자계를 발생시키는 복수의 제1 자석과, 상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는 제1 자기 센서를 갖고, 상기 복수의 제1 자석은, 각 자석의 N극과 S극을 연결하는 축이 동일 방향으로 되도록 일렬로 배치되고, 인접하는 2개의 상기 제1 자석에 관하여, 해당 2개의 자석 중 한쪽 자석의, 해당 2개의 자석 중 다른 쪽 자석측에 있는 극의 극성은, 해당 다른 쪽 자석의, 해당 한쪽 자석측에 있는 극의 극성과 동일하다.

[0043] 본 발명의 제27 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 제1 자기 센서는, 상기 통로의 상기 한쪽 측에 배치되고, 상기 금속 검지용 센서는, 상기 통로의 다른 쪽 측에 배치된, 정자계를 발생시키는 복수의 제2 자석과, 상기 금속이 생성하는 자계를 검지하는, 상기 통로의 상기 다른 쪽 측에 배치된 제2 자기 센서를 갖고, 상기 복수의 제2 자석은, 각 자석의 N극과 S극을 연결하는 축이 동일 방향으로 되도록 일렬로 배치되고, 인접하는 2개의 상기 제2 자석에 관하여, 해당 자석 중 한쪽 자석의, 다른 쪽 자석측에 있는 극의 극성은, 해당 다른 쪽 자석의, 해당 한쪽 자석측에 있는 극의 극성과 동일하다.

[0044] 본 발명의 제28 형태에 따르면, 금속 검지용 센서에 있어서, 상기 제1 자석의 N극과 S극의 사이의 길이에 의해, 해당 자석에 의해 생성되는 자계의 강도가 설정된다.

도면의 간단한 설명

[0045] 도 1은, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 금속 검지용 센서를 사용한 이물 검지 시스템의 개략 구성을 도시한다.

도 2는, 금속이 배출되는 기구를 도시하는 측면도이다.

도 3은, 도 1의 (a)의 금속 검지용 센서(20)가 있는 부분만을 도시하는 부분 측면도이다.

도 4는, 몇 가지의 가능한 자석과 코일의 배치 및 개수를 도시하는 측면도이다.

도 5는, 몇 가지의 가능한 자석과 코일의 배치 및 개수를 도시하는 측면도이다.

도 6은, 자석과 코일(30)의 복수 쌍을 지그재그상으로 배치한 정면도이다.

도 7은, 도 1과 동일한 장치, 동일한 제품에 관하여, 순자계를 발생시키는 금속이 이물인 경우의 자계(28a)를 도시하는 측면도이다.

도 8은, 반자계를 발생시키는 금속 및 순자계를 발생시키는 금속인 경우의 출력을 도시하는 그래프이다.

도 9는, 본 발명의 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템(110)의 정면도이다.

도 10은, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템(210)의 종단면도 및 횡단면도이다.

도 11은, 반자계를 발생시키는 금속인 경우의 검지 코일의 출력을 도시하는 그래프이다.

도 12는, 부분(218a)의 도 10의 (b)에 도시하는 단면도 내에 있어서의 자계(222)의 반경 방향의 크기의 분포를 도시하는 도면이다.

도 13은, 유도 기전력을 측정하는 회로의 블록도이다.

도 14는, 복소 임피던스를 측정하는 회로의 블록도이다.

도 15는, 복소 임피던스를 측정하는 회로의 블록도이다.

도 16은, 복소 임피던스를 측정하는 회로의 블록도이다.

도 17은, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 종단면도이다.

도 18은, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 평면도이다.

도 19는, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 평면도이다.

도 20은, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 평면도이다.

도 21은, 본 발명의 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 평면도이다.

도 22의 (a)는 솔레노이드 감기를 도시하고, (b), (c)는 스파이럴 감기를 도시한다.

도 23은, 항아리형 코일을 도시한다.

도 24는, 홀 소자와 자기 저항 효과 소자를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 다음으로 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 의한 금속 검지용 센서를 사용한 이물 검지 시스템의 실시예를 상세하게 설명한다. 이하에서는, 동일한 부재에 대해서는, 동일한 참조 부호를 붙인다.

[0047] 도 1은, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 금속 검지용 센서를 사용한 이물 검지 시스템(10)의 개략 구성을 도시한다. 본 실시예는 식품 또는 의약품의 완성품 검사에 적용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 본 실시예의 완성품은, 사이즈가 1㎜ 정도인 분체 또는 과립의 형상을 하고 있다. 제품인 분체에 금속이 혼입되어 있는 경우를 예로 들어 설명한다. 제품은 비도전체이다. 또한, 본 발명은 제품이 분체 또는 과립인 경우 이외에도 적용한다. 예를 들어, 제품이 정제나 액체인 경우에도 적용 가능하다. 또한, 본 발명은 이물 검사 이외에도 적용할 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 금속의 막 두께의 변화나 금속이 존재하는지 여부의 검사에 적용할 수 있다.

[0048] 도 1의 (a)는 측면도, 도 1의 (b)는, 도 1의 (a)의 A 방향에서 본 정면도이다. 이물 검지 시스템(10)은, 검사 대상물에 포함되는 금속(즉 이물)(14)을 검지하는 시스템이다. 검사 대상물은, 의약품이나 식품 등의 분체상의 제품(12)과, 제품(12)에 혼입된 금속(14)을 포함한다. 제품(12)의 재질은, 금속 이외의 유기물이나 무기물 등이며, 비도전성이다.

[0049] 시스템(10)은, 제품(12) 및 금속(14)이 흐르는 공급기(16)와, 공급기(16)의 통로(18)를 이동하고 있는 제품(12)에 혼입된 금속(14)을 검지하기 위한 금속 검지용 센서(20)를 갖는다. 센서(20)는, 정자계(자력선)(22)를 발생시키는 복수의 자석(24, 26)과, 금속(14)이 자계(22) 내를 이동한 결과, 금속(14)이 생성하는 자계(28)를 검지하는 복수의 코일(30)(자기 센서)을 갖는다.

[0050] 본 실시예에 있어서는, 금속(14)을 검지하기 위해, 자속 밀도가 높은 2개의 자석(24, 26)이 서로 대면하여 배치된다. 즉, 자석(24, 26)은, 코일(30)의 중심축(32)(자기 센서의 자기 검지면에 수직인 축) 방향에 있어서의 코일(30)의 외부에 위치하고, 코일(30)은, 자석(24, 26)의 N극과 S극을 연결하는 축(33) 방향에 있어서의 자석(24, 26)의 외부에 위치하고, 자석(24, 26)과 코일(30)은 대면한다. 여기서, 코일의 자기 검지면이란, 코일의 통로(18)측의 단부의 면(30a)이다.

[0051] 2개의 자석(24, 26)의 사이에, 인덕턴스가 큰 솔레노이드 코일(30)을 배치한다. 즉, 복수개의 자석(24, 26)은, 상기 코일(30)의 중심축(32) 방향에 있어서 상기 코일(30)의 양측에 배치된다. 2개의 자석(24, 26) 사이를 금속(14)이 통과하면, 코일(30)에 유도 기전력이 발생한다. 한편, 금속(14)이 통과하지 않을 때에는 코일(30)에 유도 기전력이 발생하지 않는다. 금속(14)이 있을 때의 유도 기전력과, 사전에 취득한 금속(14)이 없을 때의 코일(30)의 전압의 차분을 계산함으로써 금속(14)이 검출된다.

[0052] 제품(12)은, 예를 들어 과립상의 의약품이며, 비도전성이다. 도 1의 경우, 이물인 금속(14)은 알루미늄, 철, 구리, 오스테나이트계 스테인리스 등이다. 알루미늄은, 인가되는 자계(22)의 방향으로 자화되는 상자성체이다. 철은, 자계(22)의 방향으로 특히 강하게 자화되는 강자성체이다. 구리는, 자계(22)의 방향과 반대 방향으로 자화되는 반자성체이며, 오스테나이트계 스테인리스는, 자계(22)의 방향과 반대 방향으로 특히 강하게 자화되는 반강자성체이다. 그 때문에, 자계(22) 내를 금속(14)이 이동하기 때문에 발생하는 자계(28)는, 금속(14)의 자성체로서의 성질에 의해 결정되는 극성을 갖는다. 알루미늄 및 철 등이 생성하는 인가되는 자계(22)의 방향과 동일한 방향의 자계를 「순자계」라고 칭하고, 구리 및 오스테나이트계 스테인리스 등이 생성하는 인가되는 자

계(22)의 방향과 반대 방향의 자계를 「반자계」라고 칭한다. 도 1에 도시하는 자계(28)는, 반자계를 발생시키는 금속(14)에 의해 발생되는 반자계를 일례로서 도시한 것이다.

[0053] 공급기(16)는, 도 1의 (a)에 도시하는 바와 같이 측면에서 보았을 때 V자형을 하고 있는 입구부(34)와, 그 하류에 설치되고 금속 검지용 센서(20)가 배치되어 있는 검지부(36)를 갖는다. 검지부(36)의 외벽에 금속 검지용 센서(20)가 배치되어 있다. 입구부(34) 및 검지부(36)는, 2매의 평판이 대향된 형상이다. 통로(18)의 단면(18a)의 형상은, 도 1의 상방에서 보았을 때, 후술하는 도 18 내지 도 21에 도시하는 바와 같이 직사각형을 하고 있다. 본 실시예에서는, 통로(18)의 단면(18a)은 직사각형이지만, 본 발명은 이 형상의 통로에 한정되지 않고, 원형, 다각형 등의 임의의 단면 형상에 적용 가능하다.

[0054] 또한, 도 1의 실시예에서는, 통로(18)의 외부에 금속 검지용 센서(20)가 배치되어 있지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니며, 통로(18)의 내부에 금속 검지용 센서(20)가 배치되어도 된다. 또한, 통로(18)의 내부에 금속 검지용 센서(20)의 일부가 배치되고, 또한 금속 검지용 센서(20)의 다른 부분이 통로(18)의 외부에 배치되어도 된다.

[0055] 제품(12)은, 공급기(16)의 상부로부터 투입되고, 중력에 의해 화살표(37) 방향으로 자연 낙하하고, 검지부(36)에 있어서, 금속(14)이 있는지 여부가 검사된다. 입구부(34)와 검지부(36)의 재질은, 플라스틱 등의 비도전성 재료이다. 통로의 깊이(L)의 크기는, 예를 들어 1㎝이다.

[0056] 검지부(36)의 하류에, 도 2에 도시하는 바와 같이 에어건(38) 및 분기부(40)가 설치되어 있다. 도 2는, 금속이 배출되는 기구를 도시하는 측면도이다. 금속 검지용 센서(20)가 금속(14)을 검지하였을 때에는, 금속 검지용 센서(20)에 접속된 검지 회로(48) 경유로, 검지하였음을 나타내는 신호가, 에어건을 제어하고 있는 제어기(도시하지 않음)로 보내진다. 제어기의 제어에 의해, 에어건(38)으로부터 공기가 방출되고, 금속(14)은 분기부(40)로 배출된다. 제품(12)은, 통로(18)를 바로 밑을 향하여 흐른다.

[0057] 금속 검지용 센서(20)의 자석(24, 26)은, 코일(30)과 대면하고 있다. 본 실시예에서는, 자석(24, 26)은 코일(30)의 중심축(32) 상에 배치되고, 또한 코일(32)의 외부에 위치한다. 「코일(30)의 중심축(32) 상에 배치되고, 또한 코일(32)의 외부에 위치하는」이란, 도 3에 도시하는 바와 같이, 코일(30)의 중심축(32) 상이며, 또한 코일(30)이 존재하는 영역(42)을 제외한 영역(44)에 자석(24, 26)이 존재함을 의미한다. 도 3은, 도 1의 (a)의 금속 검지용 센서(20)가 있는 부분만을 도시하는 부분 측면도이다.

[0058] 도 1의 실시예에서는 자석(24, 26)은 2개이며, 동일한 형상·사이즈, 동일한 자속 밀도를 갖는다. 또한, 자석(24, 26)은 형상, 사이즈, 자속 밀도 중 어느 것 혹은 모두가 상이해도 된다. 복수개의 자석(24, 26)은, 통로(18)를 사이에 두고 대향하여 배치되고, 복수개의 자석(24, 26)의 각각의 N극으로부터 S극으로의 방향은 일치한다. 복수개의 자석(24, 26)의 각각의 N극으로부터 S극으로의 방향은, 후술하는 도 18 내지 도 20에 도시하는 바와 같이, 일치하지 않아도 된다. 도 18 내지 도 20의 경우, 복수개의 자석(24, 26)의 각각의 N극으로부터 S극으로의 방향은, 인접하는 자석 쌍의 사이에서 반대 방향이다. 또한, 도 1의 (a)에 있어서, 「N」으로 나타내는 면이 자석(24, 26)의 N극이고, 「S」로 나타내는 면이 자석(24, 26)의 S극이다.

[0059] 도 1에 있어서는, 금속 이물(14)의 낙하 방향(이동 방향)(37)과 직교하는 방향으로 자계(22)가 생성되고, 자계(22)에 직교하는 면이 코일(30)의 자기 검지면(30a)이다. 다른 표현으로 하자면, 낙하 방향(이동 방향)(37)은, 코일의 축 방향 및 자계(22)의 방향과 직교하고 있다. 이 때문에, 코일(30)은, 금속(14)에 의한 자계(22)의 변화를 효율적으로 검출할 수 있다. 또한, 도 1에 있어서는, 금속 이물(14)의 이동 방향은 낙하 방향, 즉 중력 방향이지만, 본원 발명에 있어서는, 이동 방향은 중력 방향에 한정되지 않고, 중력과 반대 방향이어도 된다. 또한, 이동 방향은 수평 방향이어도 되고, 또한 수평 방향에 대하여 비스듬하게 상향 또는 비스듬하게 하향이어도 된다.

[0060] 복수개의 자석(24, 26)은 코일(30)의 양측에 배치되어 있다. 구체적으로는, 검지부(36)의 외벽에 코일(30)과 자석(26)이 접착 또는 용접 또는 나사 고정에 의해 설치되고, 코일(30)에 자석(24)이, 마찬가지로 접착 또는 용접 또는 나사 고정에 의해 설치된다.

[0061] 자석(24, 26)은, 예를 들어 제품의 제조 조건이나 제조일이 상이함으로써, 검지하는 금속편의 치수나 재질이 상이한 경우, 자극 N, S의 면적, 또는 자석(24, 26) 사이의 거리, 또는 형상을 상이하게 해도 된다. 이에 의해, 자석(24, 26)의 표면 자속 밀도가 상이하다. 자석(24, 26)의 상이한 형상으로서는 중실 원기둥, 중공 원통(즉 실린더 형상), 각기둥, 각뿔대, 포물 기둥 또는 원뿔대가 있다.

[0062] 자석과 코일의 배치 및 개수는, 도 1의 (a)의 경우에 한정되지 않는다. 이것을 도 4의 (a) 내지 (f)에 의해 설

명한다. 도 4의 (a) 내지 (f)는, 몇 가지의 가능한 자석과 코일의 배치 및 개수를 도시하는 측면도이며, 도 1의 금속 검지용 센서(20)가 배치되어 있는 부분만을 도시한다. 도 4의 (a) 내지 (c)에 있어서는, 금속 검지용 센서(20)에 코일(30)이 1개, 자석(26)이 1개 포함되어 있는 경우를 도시한다. 도 4의 (a)에서는, 코일(30)과 자석(26)이 통로(18)를 통하여 대향하여 배치되어 있다. 도 4의 (b), (c)에서는, 코일(30)과 자석(24)이 통로(18)의 한쪽 측에만 배치되어 있다. 도 4의 (b)에서는, 코일(30)이 자석(24)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다. 도 4의 (c)에서는, 반대로, 자석(24)이 코일(30)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다.

[0063] 도 4의 (d) 내지 (f)에 있어서는, 금속 검지용 센서(20)에 코일(30)이 1개, 자석(26)이 2개 포함되어 있는 경우를 도시한다. 자석이 2개인 경우, 자석이 1개인 경우에 비하여, 자속 밀도가 커지고, 검출 감도가 높아진다. 도 4의 (d)에서는, 자석(24, 26)이, 통로(18)를 통하여 대향하여 배치되어 있다. 또한, 자석(24)이 코일(30)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다. 도 4의 (e), (f)에서는, 자석(24, 26)이 통로(18)의 한쪽 측에만 배치되어 있다. 도 4의 (e)에서는, 코일(30)이 자석(24-1, 24-2)과 통로에 관하여 동일한 측에 배치되고, 또한 코일(30)이 자석(24-1, 24-2)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다. 도 4의 (f)에서는, 코일(30)이 자석(24-1, 24-2)과 통로에 관하여 반대측에 배치되어 있다.

[0064] 도 4에 있어서는, 모두 코일(30)이 1개인 경우의 배치예를 도시하지만, 코일(30)이 복수개 있어도 된다. 이 경우의 배치예를 도 5에 도시한다. 도 5의 (a), (b)에서는, 코일(30-1, 30-2)이 통로(18)를 통하여 대향하여 배치되어 있다. 자석(24)은 1개이다. 즉, 복수개의 코일(30-1, 30-2)은, 자석(24)의 N극과 S극을 연결하는 축(33)의 방향에 있어서의 자석(24)의 양측에 배치된다. 도 5의 (a)에서는, 코일(30-1)이 자석(24)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다. 도 5의 (b)에서는, 자석(24)이 코일(30-1)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다. 코일(30)이 복수개 있는 경우, 이들의 출력을 직렬 접속함으로써, 출력을 크게 할 수 있기 때문에, 검출 감도가 높아진다.

[0065] 도 5의 (c)에서는, 코일(30-1, 30-2)이 통로(18)를 통하여 대향하여 배치되어 있다. 도 5의 (c)에서는 코일(30-1, 30-2)이 자석(24, 26)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다. 자석(24, 26)이 코일(30-1, 30-2)에 대하여 통로(18)측에 배치되어도 된다.

[0066] 또한, 도 4, 도 5의 실시예에 있어서는, 코일(30, 30-1, 30-2) 및 자석(24, 26)은, 코일의 중심축(32) 상에 배치된다. 그런데, 도 1 내지 도 5의 실시예에 있어서, 코일(30, 30-1, 30-2)은 인덕턴스가 클수록, 자석(24, 26)은 자속 밀도가 클수록, 검출 감도가 높아지기 때문에, 미소한 금속을 검출할 수 있다. 자석(24, 26)은 정자계를 발생시킬 수 있는 것이라면, 영구 자석이어도 되고, 전자석이어도 된다. 여기서, 전자석이란, 자성 재료의 코어(철심) 둘레에, 코일을 감고, 통전함으로써 일시적으로 자력을 발생시키는 자석이다. 본 실시예에서는, 정자계를 발생시키기 위해, 직류 전류를 코일에 통전한다.

[0067] 도 1의 (b)로 복귀하면, 2개의 자석(24, 26)과 1개의 코일(30)은 한 쌍을 구성하고 있다. 즉, 자석(24, 26)의 N극과 S극을 연결하는 축(33) 방향에 있어서의 자석(24, 26)의 외부에 위치하고 자석(24, 26)에 대면하는 코일(30), 및 코일(30)의 중심축(32) 방향에 있어서의 코일(30)의 외부에 위치하고 코일(30)에 대면하는 자석(24, 26)은, 쌍을 구성한다.

[0068] 이 쌍은 복수 존재하고, 복수의 쌍은, 통로(18)의 폭(WD) 방향으로 서로 병렬로 배치된다. 도 1의 (b)에 있어서는, 쌍은 8쌍 있으며, 각각의 쌍에 포함되는 자석(26-a 내지 26-h)이 도시되어 있다. 폭(WD)은, 금속(14)을 검지하는 범위 전체에 걸쳐 있다. 즉, 폭(WD)은 금속(14)의 검지 범위이다. 자석(26-a 내지 26-h)이 생성하는 자계(22)의 방향은 동일, 즉 동일 방향을 향하고 있다. 또한, 자석(26-a 내지 26-h)이 생성하는 자계(22)의 방향은 동일하지 않아도 된다. 예를 들어, 후술하는 도 18 등에 도시하는 바와 같이, 인접하는 쌍의 자계의 방향은, 서로 역평행이어도 된다.

[0069] 또한, 복수의 쌍은, 통로(18)의 폭(WD) 방향으로 서로 지그재그상으로 배치해도 된다.

[0070] 이것을 도 6에 도시한다. 즉, 자석(26-a 내지 26-k)이 서로 겹치지 않도록 2열로 배치된다. 또한, 제1 열의 자석과 제2 열의 자석이 엇갈려지도록 배치된다. 도 6은 그 일례이며, 자석(26-b)의 중심(29)이, 도 6의 좌우 방향에 있어서, 자석(26-a, 26-c)의 중심(27)의 사이에 있다. 그리고 자석(26-c)의 중심(27)이, 도 6의 좌우 방향에 있어서, 자석(26-b, 26-d)의 중심(27)의 사이에 있다.

[0071] 도 6에 있어서는, 쌍은 11쌍 있으며, 각각의 쌍에 포함되는 자석(26-a 내지 26-k)이 도시되어 있다. 도 1의 (b)의 배열과 비교한 경우, 지그재그상의 배열인 경우, 인접하는 자석의 영향을 받는 일이 감소한다고 하는 효과가 있다. 예를 들어, 자석(26-f)은, 인접하는 자석(26-e, 26-g)으로부터 이격되어 있기 때문에, 자석(26-e,

26-g)의 자계로부터의 영향을 저감할 수 있다.

[0072] 또한, 도 1의 자석 배치에 대하여, 도 6의 자석 배치는, 다음과 같은 이점이 있다. 도 1에 있어서, 자석(26-c)과 자석(26-d)의 경계선에서는, 코일(30)의 감도가 저하되어 있다. 자석(26-c)과 자석(26-d)의 경계선을, 금속(14-2)이 낙하하는 경우, 검지 누설이 발생할 가능성이 있다.

[0073] 도 6의 경우, 자석(26-c)과 자석(26-e)의 경계선을, 금속(14-3)이 낙하하는 경우, 이 위치는 자석(26-d)의 중심 부근에 있고, 자석(26-d)의 위치에 있는 코일(30)의 감도는 저하되지 않는다. 따라서, 금속(14-3)은, 감도가 높은 장소를 통과할 수 있다. 즉, 도 6의 지그재그상 배치에서는, 코일의 감도가 낮은 장소를 없앨 수 있다고 하는 이점이 있다.

[0074] 제품(12)에 포함되는 금속(14)은 철, 오스테나이트계 스테인리스, 구리 등이다. 철은, 자계(22)의 방향으로 특히 강하게 자화되어, 자계(22)의 방향과 동일한 방향의 순자계를 발생시키는 강자성체이다. 오스테나이트계 스테인리스는, 자계(22)의 방향과 반대 방향으로 특히 강하게 자화되어 반자계를 발생시키는 반강자성체이다. 구리는, 자계(22)의 방향과 반대 방향으로 작은 반자계를 발생시키는 반자성체이다.

[0075] 도 1, 도 2에서는, 자계(22)의 방향과 반대 방향으로 특히 강하게 자화되어 반자계를 발생시키는 반강자성체인 오스테나이트계 스테인리스의 경우의 자계(28)를 도시한다. 본 실시예의 시스템은 철, 오스테나이트계 스테인리스, 구리 등의 금속을 검지할 수 있다. 코일(30)은, 코일(30)이 검지한 금속(14)이 순자계를 발생시키는 금속인지, 또는 반자계를 발생시키는 금속인지에 따라, 극성이 상이한 신호, 또는 신호의 크기가 상이한 신호를 출력한다. 반자계를 발생시키는 금속인 경우, 도 1에 도시하는 바와 같이 반자계(28)가 발생한다. 순자계를 생성하는 금속(14)인 경우, 도 7에 도시하는 바와 같은 순자계(28a)가 발생한다.

[0076] 도 7은, 도 1과 동일한 장치, 동일한 제품에 관하여, 순자계를 발생시키는 금속이 이물인 경우의 자계(28a)를 도시한다. 자계(26) 내를 순자계를 발생시키는 금속(14)이 이동하기 때문에 발생하는 자계(28a)는, 자계(22)와 동일한 방향의 자계이며, 도 1에 도시하는 자계(28)와 역방향이다.

[0077] 순자계를 발생시키는 금속, 예를 들어 철은 투자율이 크고, 투자율이 큰 곳에 자계(22)는 모인다. 즉 자계(22) 내에서는, 순자계를 발생시키는 금속(14) 자체에 자속(Φ)(22)이 끌어당겨진다. 한편, 반자계를 발생시키는 금속(14), 예를 들어 구리는 투자율이 작다. 자계(22) 내를 반자계를 발생시키는 금속(14)이 통과할 때, 자속 밀도(B)(자계(22))의 변화량의 크기에 비례하여, 자계(22)와 역방향의 반자계(28)를 금속(14)은 생성한다. 그 결과, 자계(22)가 반자계(28)에 의해 약해진다. 변화량의 크기는, 자계(22)의 강도와 반자계를 발생시키는 금속(14)의 사이즈 및 통과 속도에 비례한다.

[0078] 이것은, 다른 표현으로 하자면, 반자계를 발생시키는 금속(14)은, 금속(14)이 받는 자속 변화를 상쇄하는 방향으로 자속(Φ)(28)을 발생시키기 때문에, 순자계를 발생시키는 금속, 반자계를 발생시키는 금속에서는 검출 신호는 다른 부호로 된다. 이러한 점에서 코일(30)의 검출 신호에 대하여, 신호 극성 또는 신호값의 크기로부터 금속(14)이 순자계를 발생시키는 금속, 반자계를 발생시키는 금속 중 어느 것인지를 판별하여 검출할 수 있다. 순자계를 발생시키는 금속은, 예를 들어 철, 코발트, 니켈, 가돌리늄, 페라이트, 알루미늄 등이다. 본원의 금속 검지용 센서에 있어서는, 코일(30)의 복소 임피던스를 계측할 수 있다. 복소 임피던스는, 실부와 허부를 갖는다는 점에서, 벡터라고 생각할 수도 있다. 따라서, 벡터의 실부의 크기(실제 수치), 허부의 크기(실제 수치), 벡터의 절댓값이나 편각을 단독 또는 조합하여, 금속의 유무, 순자계를 발생시키는 금속 또는 반자계를 발생시키는 금속의 분류가 가능하다. 이것을 고려하면, 본원의 금속 검지용 센서를 금속의 분류를 행하기 위한 센서로서 사용할 수 있다.

[0079] 코일(30)의 출력(46)은, 도 1의 (a), 도 7에 도시하는 검지 회로(48)로 보내진다. 코일(30)의 출력(46)의 예를 도 8에 도시한다. 도 8의 (a)는, 도 1의 (a)의 반자계를 발생시키는 금속인 경우의 출력을 도시하는 그래프이다. 도 8의 (b)는, 도 7의 순자계를 발생시키는 금속인 경우의 출력을 도시하는 그래프이다. 도 8의 (a), (b)에 있어서, 횡축은 시간 t이며, 종축은 유기 기전력 V이다. 유기 기전력 V는, 이미 설명한 $A(t)\mathrm{Sin}(\omega t+\alpha)$의 경우, A(t)에 상당하는 것이다. 코일(30)의 출력(46)은, 금속(14)이 존재하지 않을 때 신호(50)를 출력하고, 금속(14)이 존재할 때 신호(52, 54)를 출력한다. 신호(52, 54)를 신호(50)와 비교하면, 신호(52)의 레벨은 신호(50)의 레벨보다 높고, 신호(54)의 레벨은 신호(50)의 레벨보다 낮다. 즉 신호(52)와 신호(54)의 극성은 반대이다.

[0080] 도 1의 실시예에는 복수개의 코일(30)이 도시되어 있지만, 코일(30)의 출력은, 단독으로 검출되거나, 또는 복수개 조합되어 직렬로 결선되고, 금속(14)에 의한 유도 기전력이 측정된다. 조합은, 측정 시의 조건 등에 따라

임의로 선택할 수 있다. 예를 들어, 모든 코일을 직렬로 결선할 수 있다. 이때, 금속 이물의 검출 감도가 최대로 된다. 또는 2개 이상의 그룹으로 나누어 각 그룹 내에서 직렬로 결선할 수 있다. 그룹으로 나눌지 여부는, 예를 들어 신호(52, 54)의 레벨에 따라, 또는 에어건(38)의 그룹 분류(즉 에어건(38)의 개수)에 따라 결정할 수 있다.

[0081] 이어서, 도 1의 금속 검지용 센서(30)를 사용한, 통로(18)를 이동하고 있는 금속(14)을 검지하는 금속 검지 방법에 대하여 설명한다.

[0082] 처음에 금속(14)이 없음이 확인된 제품(12)을 공급기(16)에 투입하고, 이미 설명한 바와 같이 직렬로 결선된 코일(30)의 출력(유도 기전력)을 검지 회로(48)에 의해 측정한다. 검지 회로(48)는, 이것을 기준 출력(50)(Vnonemetal)으로 하여, 도시하지 않은 내부의 메모리에 기억한다. 기준 출력은, 도 8의 (a), (b)에 도시하는 신호(50)이다. 다음으로 금속(14)이 혼재해 있을 가능성이 있는 제품(12)을 공급기(16)에 투입하고, 그때의 유도 기전력을 검지 회로(48)가 측정한다. 유도 기전력이 검지 출력(Vmetal)이며, 구체적으로는 도 8의 (a), (b)에 도시하는 신호(52, 54)이다. 검지 회로(48)는, 기준 출력(50)과 상기 검지 출력(52, 54)의 출력차 Vdef(=Vmetal-Vnonemetal)를 측정한다. 신호(54)의 경우, 출력차 Vdef는 부(마이너스)의 수로 되므로, 후술하는 역치와의 대소 비교 시에는, 그의 절댓값을 사용한다.

[0083] 도 8의 (a), (b)에 예시하는 출력차 Vdef가, 미리 결정된 소정값(51)(사전에 결정한 역치)의 값 이상으로 된 경우에는, 검지 회로(48)는, 제품(12)에 금속이 포함되었다고 판정한다. 검지 회로(48)는, 검지하였음을 나타내는 신호를, 에어건을 제어하고 있는 제어기(도시하지 않음)에 보낸다. 제어기의 제어에 의해, 에어건(38)으로부터 공기가 방출되고, 금속(14)은 분기부(40)로 배출된다. 이에 의해 금속(14)은 선별된다.

[0084] 소정값(51)(사전에 결정한 역치)은, 상이한 사이즈의 1개의 금속 이물을 각각 포함하는 복수의 샘플, 및 상이 및/또는 동일한 사이즈의 복수개의 금속 이물을 각각 포함하는 복수의 샘플을 사용한 사전에 행해지는 시험에 의해 결정된다.

[0085] 이어서, 본 발명의 다른 실시예를 도 9에 의해 설명한다. 본 실시예에서는, 이물 검지 시스템은, 검사 대상물이 존재하지 않는 통로(W1)에 대하여 배치된 도 1의 (a)에 도시하는 코일 및 자석의 쌍을 더 갖고, 검사 대상물이 존재하지 않는 통로(W1)에 대하여 배치된 코일은, 검사 대상물이 존재하지 않는 상태에 대응한 기준 출력을 출력한다.

[0086] 도 9는, 이물 검지 시스템(110)의 정면도이다. 본 실시예에 있어서, 이물 검지 시스템(110)은, 검지 모듈(56)과 기준 모듈(58)을 갖는다. 검지 모듈(56)은, 의약품이나 식품 등의 분체상의 제품(검사 대상물)(12)에 포함되는 금속 이물(14)을 검지한다. 그 구성은, 도 1과 마찬가지이다. 기준 모듈(58)에 있어서의 공급기(116) 및 금속 검지용 센서(120)의 구성, 형상 및 배치는, 도 1의 (a)와 마찬가지이다. 즉 금속 검지용 센서(120)는, 2개의 자석(124(도시하지 않음) 126)과, 1개의 코일(130)(도시하지 않음)을 갖는다.

[0087] 기준 모듈(58)에서는, 제품 및 금속이 공급기(116)에 공급되지 않고, 따라서, 제품 및 금속이 공급기(116)를 통과하지 않는, 즉 공급기(116)에 제품 및 금속이 존재하지 않는다. 코일(130)은, 제품(12) 및 금속(14)이 존재하지 않는 상태의 기준 출력(50)(Vref)을, 검지 모듈(56)이 이물 검지를 행하고 있을 때, 상시 출력한다. 기준 출력은, 본 실시예에서는 유도 기전력이다. 본 실시예에 있어서도 기준 출력은, 도 8의 (a), (b)에 도시하는 신호(50)이다. 기준 출력(50)은, 기준 출력(50)을 측정하는 기준 모듈용 검지 회로(도시하지 않음)로 보내진다. 기준 모듈용 검지 회로는, 이미 설명한 검지 회로(48)와 마찬가지의 회로 구성을 갖는다. 회로 구성을 동일하게 함으로써, 노이즈 특성 등을 맞출 수 있다. 기준 모듈용 검지 회로는 검지 모듈(56)이 이물 검지를 행하고 있을 때, 상시 또는 검지 회로(48)로부터 지시가 있을 때에만, 기준 출력(50)을 측정한다.

[0088] 기준 모듈(58)은, 검지 모듈(56)의 외부에, 즉 검지 범위(WD)의 외부에, 검지 모듈(56)과 접촉하거나 혹은 근접하여 배치된다. 기준 모듈(58)이 배치되는 범위가, 기준 모듈(58)용 검지 범위(W1)이다.

[0089] 이어서, 도 9에 기재된 이물 검지 시스템(110)을 사용한, 검지 모듈(56)의 통로(18)를 이동하고 있는 금속을 검지하기 위한 금속 검지 방법을 설명한다.

[0090] 이물 검지 시, 즉 금속(14)이 검지 범위(WD)를 통과할 가능성이 있을 때, 코일(130)은, 기준 출력(50)을 기준 모듈용 검지 회로에 상시 출력한다. 기준 모듈용 검지 회로는 기준 출력을 상시 측정한다. 기준 모듈용 검지 회로는, 기준 출력(50)을 이미 설명한 검지 회로(48)에 송신한다. 검지 회로(48)는, 제품(12)이 존재하는 위치(검지 범위)에 배치된 코일(30)에 의해, 코일(30)의 검지 출력(유도 기전력(Vmetal))을 측정한다. 검지

출력은, 도 8의 (a), (b)에 도시하는 신호(52, 54)이다.

[0091] 검지 회로(48)는, 기준 출력(50)(Vref)과 검지 출력(52, 54)(Vmetal)의 출력차 Vdef(=Vmetal-Vref)를 구하고, 상기 출력차 Vdef가, 미리 결정된 소정값 이상일 때, 상기 검사 대상물에 금속이 포함된다고 판정한다. 검지 출력(54)의 경우, 출력차 Vdef는 부(마이너스)의 수로 되므로, 미리 결정된 소정값과의 대소 비교 시에는, 그의 절댓값을 사용한다. 검지 회로(48)는, 검지하였음을 나타내는 신호를, 에어건을 제어하고 있는 제어기에 보낸다.

[0092] 도 9의 실시예의 금속 검지용 센서(120)는, 노이즈 캔슬 센서라고 생각할 수도 있다. 본래의 금속 검지용 센서(20)와는 별개로 설치한 금속 검지용 센서(120)의 출력과 금속 검지용 센서(20)의 출력의 차분에 의해, 노이즈의 영향을 제거할 수 있다.

[0093] 금속 검지용 센서(120)의 출력은, 금속 이물(14)이 없을 때의 기준값이기 때문에, 금속 검지용 센서(120)의 출력과 금속 검지용 센서(20)의 출력의 차분 또는 출력의 비율에 의해, 이물(14)의 존재를 검출할 수 있다. 금속 검지용 센서(120)의 출력 및 금속 검지용 센서(20)의 출력으로서는, 검출 신호의 진폭, 주파수, 위상, 또는 검출 신호의 임피던스 변화가 있다. 이들 양의 차분이나 비율을 이용한다. 차분이나 비율을 이용하는 것은, 후술하는 도 13 내지 도 17에 있어서도 가능하다.

[0094] 이어서, 본 발명의 또 다른 실시예를 도 10에 의해 설명한다. 도 10은, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템(210)의 종단면도 및 횡단면도이다. 본 실시예에서는, 이물 검지 시스템(210)은, 제품(12) 및 금속(14)이 흐르는 공급기(216)와, 공급기(216)의 통로(218)를 이동하고 있는 제품(12)에 혼입되어 있는 금속(14)을 검지하기 위한 금속 검지용 센서(220)를 갖는다. 센서(220)는, 통로(218)의 외주에 배치되고 통로(218)를 둘러싸는 여자 코일(260)과 자성체(262)와 검지 코일(230)을 갖는다.

[0095] 여자 코일(260) 및 자성체(262)는 전자석을 구성하고, 자계(222)를 발생시킨다. 자성체(262)는 전자석의 철심(코어)이며, 철심이 없는 경우에 비하여, 자계(222)를 강화하기 위해 사용된다. 그 재료는 철, 페라이트 등의 순자계를 발생시키는 금속이다. 검지 코일(230)은, 여자 코일(260)과 자성체(262)가 발생시키는 자계(222) 내를 금속(14)이 통과할 때의 반자계(228)를 검지한다. 도 10은, 금속(14)이 반자계를 발생시키는 금속인 경우를 도시하지만, 금속(14)이 순자계를 발생시키는 금속인 경우에도 본 실시예는 적용할 수 있다.

[0096] 공급기(216)는, 도 10의 (a)에 도시하는 바와 같이 종단면도에 있어서 V자형을 하고 있는 입구부(234)와, 그 하류에 설치되고 금속 검지용 센서(220)가 배치되어 있는 검지부(236)를 갖는다. 검지부(236)의 외벽에 금속 검지용 센서(220)가 배치되어 있다. 입구부(234)는 깔때기상이며, 검지부(236)는 실린더상이다. 통로(218)는, 도 10의 상방에서 보았을 때, 원형을 하고 있다. 본 실시예에서는 통로의 단면은 원형이지만, 본 실시예는 이 형상의 통로에 한정되지 않고, 직사각형, 다각형 등의 임의의 단면 형상에 적용 가능하다.

[0097] 제품(12)은, 공급기(216)의 상부로부터 투입되고, 중력에 의해 자연 낙하하고, 검지부(236)에 있어서, 금속 이물(14)이 있는지 여부가 검사된다. 입구부(234)와 검지부(236)의 재질은, 플라스틱 등의 비도전성 재료이다. 검지부(236)의 내경은, 예를 들어 1cm이다.

[0098] 검지부(236)의 하류에, 도 2와 유사한 에어건 및 분기부가 설치되어 있다. 금속 검지용 센서(220)가 금속(14)을 검지하였을 때에는, 금속 검지용 센서(220)에 접속된 검지 회로(248) 경유로, 검지하였음을 나타내는 신호가, 에어건을 제어하고 있는 제어기(도시하지 않음)로 보내진다.

[0099] 금속 검지용 센서(220)의 여자 코일(260)과 자성체(262)와 검지 코일(230)은, 동심상으로, 그것들의 중심축(264)이 일치하도록 배치된다. 여자 코일(260)에 흐르게 하는 전류의 방향(266)는 임의이지만, 도 10에서는, 상향의 자계(222)를 발생시키도록, 도 10의 (b)에 있어서 좌측 방향이다. 여자 코일(260)과, 순자계를 발생시키는 자성체(262)와, 검지 코일(230)과, 검지부(236)는, 서로 접착, 나사 고정, 끼워맞춤 등에 의해 고정된다.

[0100] 여자 코일(260)과, 순자계를 발생시키는 자성체(262)와, 검지 코일(230)과, 검지부(236)는, 검지하는 금속편의 치수에 따라, 크기나 형상을 상이하게 할 수 있다. 또한, 여자 코일(260) 및 순자계를 발생시키는 자성체(262)와, 검지 코일(230)의 배치 및 각각의 개수는, 도 10의 경우에 한정되지 않는다.

[0101] 예를 들어, 검지 코일(230)의 반경 방향 내측에, 여자 코일(260) 및 자성체(262)를 배치해도 된다. 또한, 축방향(264)으로, 즉 도 10의 (a)의 상하 방향으로, 여자 코일(260) 및 자성체(262)와, 검지 코일(230)을 배치해도 된다. 개수에 관해서도, 도 10에서는 여자 코일(260)과 자성체(262)와 검지 코일(230)은, 각 1개이지만, 각각이 복수개 있어도 된다.

[0102] 검지 코일(230)의 출력(246)은, 도 10의 (a)에 도시하는 검지 회로(48)로 보내진다. 코일(230)의 출력(246)의 예를 도 11에 도시한다. 도 11은, 반자계를 발생시키는 금속인 경우의 출력을 도시하는 그래프이며, 본 실시예에서는, 복소 임피던스의 측정을 행하기 위해, 횡축은 복소 임피던스의 실부이고, 종축은 복소 임피던스의 허부이다. 제품(14)이라고 기재된 동그라미 표시는, 이물인 금속이 존재하지 않을 때의 검지 코일(230)의 출력(246)이고, 금속(12)이라고 기재된 동그라미 표시는, 금속이 존재할 때의 검지 코일(230)의 출력(246)이다.

[0103] 이어서, 도 10의 금속 검지용 센서(230)를 사용한, 통로(218)를 이동하고 있는 금속(14)을 검지하는 금속 검지 방법에 대하여 설명한다.

[0104] 처음에 금속(14)이 없음이 확인된 제품(12)을 공급기(216)에 투입하고, 검지 코일(230)의 출력(복소 임피던스)을 검지 회로(248)에 의해 측정한다. 검지 회로(248)는, 이것을 기준 출력(Vnonemetal)으로 하여, 도시하지 않은 내부의 메모리에 기억한다. 다음으로 금속(14)이 혼재해 있을 가능성이 있는 제품(12)을 공급기(216)에 투입하고, 그 때의 복소 임피던스를 검지 회로(248)가 측정하고, 이것을 검지 출력(Vmetal)으로 한다. 검지 회로(248)는, 기준 출력과 상기 검지 출력의 출력차(Vdef)(=Vmetal-Vnonemetal)를 측정한다.

[0105] 출력차가 미리 결정된 소정값(사전에 결정한 역치)의 값 이상으로 된 경우에는, 검지 회로(248)는, 제품(12)에 금속이 포함되었다고 판정한다. 검지 회로(248)는, 검지하였음을 나타내는 신호를, 에어건을 제어하고 있는 제어기(도시하지 않음)에 보낸다. 제어기의 제어에 의해, 에어건(38)으로부터 공기가 방출되고, 금속(14)은 분기부로 배출된다. 이에 의해 금속(14)은 선별된다.

[0106] 임피던스의 차(변화)를 상술한 바와 같이 계측할 때, 임피던스는, 실부와 허부를 갖는다는 점에서, 벡터라고 생각할 수도 있다. 따라서, 벡터의 실부의 크기(실제 수치), 허부의 크기(실제 수치), 벡터의 절댓값이나 편각을 단독 또는 조합하여, 금속의 유무, 순자계를 발생시키는 금속 또는 반자계를 발생시키는 금속의 판별이 가능하다.

[0107] 도 10에 도시하는 실시예는 이하와 같은 효과가 있다. 금속(14)은, 여자 코일(260)이 있는 통로(218)의 부분(218a)에 있어서 여자 코일(260)에 의해 검지된다. 부분(218a)에 있어서, 여자 코일(260)에 의해 생성되는 자계(222)의 크기의 분포를 도 12에 개념적으로 도시한다. 도 12는, 부분(218a)의 도 10의 (b)에 도시하는 단면도 내에 있어서의 자계(222)의 반경 방향의 크기의 분포를 도시한다. 횡축은 통로(218)의 중심을 r=0이라고 하였을 때의 중심으로부터의 반경 방향의 거리를 나타낸다. 종축은 자계(222)의 크기이다. 곡선(c)은, 여자 코일(260)이 생성하는 자계(222)의 크기의 분포이다. 도 12에 있어서, 화살표(r_1)로 나타내는 부분이 통로(218) 내에 있고, 화살표(r_2)로 나타내는 부분이 여자 코일(260)이 있는 범위이다.

[0108] 도 12에 도시하는 바와 같이, 자계(222)의 크기는, 통로(218)의 중심에서 최대이고, 통로 내에서 크기가 크다. 자계(222)가 강할수록, 금속(14)이 통로(218)를 통과하였을 때의 자계(228)가 커지기 때문에, 자계(222)의 변화(=자계(222)-자계(228))가 커진다. 그 결과, 금속(14)을 검지하기 쉬워진다. 따라서, 도 10의 실시예의 경우, 자계(222)의 크기가 큰 부분이 통로(218) 내에 있기 때문에, 미소 금속의 검지가 용이해진다고 하는 이점이 있다.

[0109] 또한, 도 10의 실시예에서는 영구 자석을 사용하고 있지 않지만, 영구 자석을, 통로(218)를 둘러싸도록 여자 코일(260)의 외주 및/또는 내주에 설치해도 된다. 이에 의해, 자계(222)가 강해지고, 미소 금속을 보다 검지하기 쉬워진다. 또한, 여자 코일(260)과 자성체(262) 대신에 영구 자석을 사용해도 된다.

[0110] 이어서, 도 1의 검지 회로(48) 및 도 10의 검지 회로(248)의 구성예를 설명한다. 도 1의 검지 회로(48)는 유도 기전력을 측정하고, 도 10의 검지 회로(248)는 복소 임피던스를 측정하고 있다. 이들 측정은 공지이며, 공지의 어느 방법을 사용해도 된다. 또한, 도 1의 검지 회로(48)가 복소 임피던스를 측정하고, 도 10의 검지 회로(248)가 유도 기전력을 측정해도 된다.

[0111] 유도 기전력을 측정하는 하나의 방법은, 코일(30, 230)의 2개의 출력(46, 246)을 저항의 양단에 인가하고, 저항의 양단에 발생하는 전압을 교류 전압계에서 측정하는 방법이다.

[0112] 유도 기전력을 측정하는 다른 방법은, 도 13에 도시한다. 도 13은, 유도 기전력을 측정하는 회로의 블록도이다. 코일(30, 230)의 2개의 출력(46, 246)은, 대역 통과 필터(BPF)(68a)에 입력되고, 소정의 대역폭의 신호(금속(14)에 의해 생성되는 신호를 포함하는 대역폭의 신호)만이 선택된다. 대역 통과 필터를 사용하는 이유는, 소정의 대역폭의 외측에 있는 노이즈 신호를 커트하기 위해서이다.

[0113] 노이즈 신호로서는, 전원 노이즈나 이물 검지 시스템이 발생시키는 전기 노이즈가 있다. 전원 노이즈는, 주로 50Hz 또는 60Hz의 주파수를 갖는다. 이들 노이즈는, 상기 대역 통과 필터 이외에, 저역 통과 필터, 고역 통과 필터, 래치 필터 등, 또는 이들 필터의 조합에 의해, 제거할 수 있다. 이들 필터는, 후술하는 도 14 내지 도 17의 검지 회로에 있어서도 사용할 수 있다. 도 14 내지 도 17의 검지 회로에 있어서는, 이들 필터는 도시하지 않는다.

[0114] 대역 통과 필터(68a)의 출력은, 증폭기(AMP)(68b)에 입력되어 증폭된다. 그 후, 대역 통과 필터(BPF)(68b)에 입력되고, 소정의 대역폭의 신호(금속(14)에 의해 생성되는 신호를 포함하는 대역폭의 신호)만이 다시 선택된다. 대역 통과 필터(68b)의 출력은, 피크 검출기(AMP)(68c)에 입력되어, 피크값이 검출된다. 검출된 피크값은, 비교기(68e)에 입력된다. 비교기(68e)에서는, 피크값이 소정의 값(이미 설명한 기준 출력)보다 큰지 여부가, 양자의 값을 비교하여 판정된다. 피크값이 소정의 값보다 큰 경우, 소정값과의 차가 비교기(68e)로부터 출력된다.

[0115] 복소 임피던스를 측정하는 하나의 방법은, 도 14에 도시된다. 도 14는, 복소 임피던스를 측정하는 회로를 도시하는 블록도이다. 본 회로는 위상 검파 회로를 사용하고 있다. 위상 검파 회로를 사용하는 이유는 이하와 같다.

[0116] 위상 검파 회로는, 특정한 주파수를 갖는 신호만을 위상 검파하고, 검파한 신호를 평균화하기 위해, 검파 후에 적분 효과가 있는 저역 통과 필터를 사용하여 처리한다. 이에 의해, 위상 검파 회로는, 특정한 주파수 이외의 주파수를 갖는 신호, 즉 잡음을 효율적으로 배제할 수 있다. 따라서, 위상 검파 회로는, 잡음에 강한 신호 검출법이다. 저역 통과 필터에 의해, 위상 검파 회로는, 잡음에 묻힌, 즉 잡음보다 신호 레벨이 낮은 미량의 신호도 검출할 수 있다. 위상 검파 회로는, 교류 신호가 작은 위상 변화를 잡는 센서에 적합하다. 또한, 위상이 직교, 즉 위상이 90도 어긋난 2개의 참조 신호를 사용하여, 검출 신호의 직교하는 2 성분(복소 임피던스의 실부와 허수부)의 크기가 구해진다.

[0117] 예를 들어, 검출해야 할 신호가 진폭 A 및 위상차 α를 갖는, 즉 ASin(ωt+α)이며, 진폭 A 및 위상차 α를 검출하는 것을 고려한다. 이 경우, 위상 검파 회로를 사용하여, 이들의 양을 측정할 수 있다. 위상 검파 회로에서는, 검출해야 할 신호에, Sin(ωt) 및 Cos(ωt)의 신호(위상이 90도 어긋난 2개의 참조 신호)를 곱하고, 얻어진 신호를 저역 통과 필터에서 처리하는 등의 처리를 행한다. 참조 신호는, 여자 전류로서, 코일(30)에 직접 흐르게 하는 신호와 동일한 주파수를 갖는 신호이다. 혹은, 코일(30)과는 별개로 설치한 여자 코일에 여자 전류를 흐르게 하고, 여자 코일이 발생시킨 자계를 코일(30)에 인가하고, 이 여자 전류와 동일한 주파수를 갖는 신호를 참조 신호로 할 수 있다. 이하의 실시예에서는, 여자 전류 자체를, 위상 검파 회로에서 참조 신호로서 사용하고 있다.

[0118] 위상 검파 회로는, 복소 임피던스의 실부(a)와 허수부(b)를 출력하고, 이 출력으로부터, 최종적으로 검출해야 할 신호의 진폭 $A(=\sqrt{(a^2+b^2)})$ 및 위상차 $\alpha(=\tan^{-1}(b/a))$를 구한다. 위상 검파 회로의 특징은, 여자 신호와 동일한 주파수를 갖는 특정한 주파수의 신호를 검출하여 증폭할 수 있는 것이다. 이에 의해, 노이즈에 묻힌 미소 신호의 검출이나, 보다 고감도의 신호 검출을 행할 수 있다.

[0119] 도 14에서는, 코일(30, 230)과는 별개로 설치한 여자 코일(72a)에, 여자 전류원(72)으로부터의 여자 전류를 흐르게 하고, 여자 코일(72a)이 발생시킨 자계를 코일(30, 230)에 인가한다. 여자 코일(72a)은, 코일(30, 230)과 동축 및/또는 동심에, 코일(30, 230)에 인접하여 설치하는 것이 바람직하다. 여자 코일(72a)은, 통로(18)를 통하여 코일(30, 230)에 대면하는 위치에, 혹은 통로(18)에 관하여 코일(30, 230)과 동일한 측에 배치된다.

[0120] 본 도면의 회로에서는, 검지 코일(30, 230)은, 더미 인덕턴스(92) 및 저항(94a, 94b)과 함께, 브리지 회로(96)를 구성한다. 브리지 회로(96)를 사용하는 이유는, 고정밀도의 검출을 행하기 위해서이다. 브리지 회로(96)의 출력 전압(96a)은, 증폭기(98)에 입력되어 증폭된다. 증폭된 신호(98a)는, 각각 복소 임피던스의 실부(a)와 허수부(b)를 검출하는 위상 검파기(100, 102)에 입력된다.

[0121] 위상 검파기(100, 102)에는, 참조 신호로서, 여자 전류원(72)으로부터의 여자 전류(72b)가 입력된다. 위상 검파기(102)에 입력되는 여자 전류(72b)는, 위상을 90도 어긋나게 하기 위해, 90° 이송기(104)에서 처리된 후에, 위상 검파기(102)에 입력된다. 위상 검파기(100, 102)의 출력(100a, 102a)은, 저역 통과 필터(106, 108)에 각각 입력된다. 저역 통과 필터(106, 108)의 출력(106a, 106b)이 각각 복소 임피던스의 실부(a)와 허수부(b)이다. 저역 통과 필터(106, 108)의 출력(106a, 106b)은, 도시하지 않은 후단의 처리 회로에

입력되고, 당해 처리 회로에 의해, 진폭 $A(=\sqrt{(a^2+b^2)})$ 및 위상차 $\alpha(=\tan^{-1}(b/a))$를 구한다.

[0122] 복소 임피던스를 측정하는 다른 방법은, 도 15에 도시된다. 도 15는, 복소 임피던스를 측정하는 회로를 도시하는 블록도이다. 본 회로는, 코일(30) 자체를 여자 코일로서 사용하고 있다. 코일(30-1, 30-2)에 여자 전류원(72)으로부터의 여자 전류를 흘린다. 도 15에서는, 코일(30-1, 30-2)이 통로(18)를 통하여 대향하여 배치되고, 코일(30-1, 30-2)이 자석(24, 26)에 대하여 통로(18)측에 배치되어 있다. 본 도면에서는, 도 14와 마찬가지로 위상 검파 회로를 사용하고 있다. 브리지 회로는 사용하지 않고, 직접, 코일(30-1, 30-2)의 복소 임피던스의 실부(a)와 허수부(b)를 검출한다. 코일(30-1)의 복소 임피던스와, 코일(30-2)의 복소 임피던스는, 별개로 설치된 동일한 회로에서 마찬가지로 검출되기 때문에, 코일(30-1)의 복소 임피던스의 검출에 대하여 설명한다.

[0123] 코일(30-1a)의 출력 전압은, 각각 복소 임피던스의 실부(a)와 허수부(b)를 검출하는 위상 검파기(100, 102)에 입력된다. 위상 검파기(100, 102)에는, 참조 신호로서, 여자 전류원(72)으로부터의 여자 전류(72b)가 입력된다. 위상 검파기(102)에 입력되는 여자 전류(72b)는, 위상을 90도 어긋나게 하기 위해, 90° 이송기(104)에서 처리된 후에, 위상 검파기(102)에 입력된다. 위상 검파기(100, 102)의 출력(100a, 102a)의 처리에 대해서는, 도 14와 동일하므로, 도시 및 설명을 생략한다.

[0124] 도 13, 도 14와 도 15의 검지 회로의 차이는, 상술한 바와 같이, 검지 코일(30, 230)에 여자 전류(72b)를 가하는지 여부라고 하는 것이다. 도 13, 도 14에서는, 검지 코일에 여자 전류를 가하지 않는다. 도 15에서는, 검지 코일(30, 230)에 여자 전류(72b)를 가하고, 여자 전류(72b)가 가산된 신호를 처리한다.

[0125] 이어서, 도 16에, 복소 임피던스를 측정하는, 또 다른 방법을 도시한다. 도 16은, 복소 임피던스를 측정하는 회로를 도시하는 블록도이다. 본 회로는, 코일(30)과는 별개로 설치한 여자 코일(72a)에, 여자 전류원(72)으로부터의 여자 전류를 흐르게 하고, 여자 코일(72a)이 발생시킨 자계를 코일(30)에 인가한다. 여자 코일(72a)은, 코일(30)과 동축 또한 동심에, 코일(30)에 인접하여 설치한다. 도 16에서는, 코일(30-1, 30-2)이 통로(18)를 통하여 대향하여 배치되고, 코일(30-1, 30-2)이 자석(24, 26)에 대하여 동축 또한 동심에 배치되어 있다. 본 도면에서는, 도 14와 마찬가지로 위상 검파 회로를 사용하고 있다. 코일(30-1)의 복소 임피던스와, 코일(30-2)의 복소 임피던스는, 별개로 설치된 동일한 회로에서 마찬가지로 검출되기 때문에, 코일(30-1)의 복소 임피던스의 검출에 대하여 설명한다.

[0126] 본 도면의 회로에서는, 검지 코일(30-1)은, 더미 인덕턴스(92) 및 저항(94a, 94b)과 함께, 브리지 회로(96)를 구성한다. 브리지 회로(96)의 출력 전압(96a)은, 증폭기(98)에 입력되어 증폭된다. 증폭된 신호(98a)는, 각각 복소 임피던스의 실부(a)와 허수부(b)를 검출하는 위상 검파기(100, 102)에 입력된다. 위상 검파기(100, 102)에는, 참조 신호로서, 여자 전류원(72)으로부터의 여자 전류(72b)가 입력된다. 위상 검파기(102)에 입력되는 여자 전류(72b)는, 위상을 90도 어긋나게 하기 위해, 90° 이송기(104)에서 처리된 후에, 위상 검파기(102)에 입력된다. 위상 검파기(100, 102)의 출력(100a, 102a)의 처리에 대해서는, 도 14와 동일하기 때문에, 도시 및 설명을 생략한다.

[0127] 이어서, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템을, 도 17을 참조하여 설명한다. 이 이물 검지 시스템은, 도 1 및 도 10의 금속 검지용 센서의 양쪽에 유사한 구성을 갖는 금속 검지용 센서(320)를 갖는다. 도 17은, 본 발명의 또 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 종단면도이다. 본 실시예는, 도 4의 (a)의 구성에 있어서, 자석(26) 대신에 여자 코일(360)을 사용하는 것이다. 금속 검지용 센서(320)는, 도 1에 도시하는 통로(18)를 통하여 대향하는 검지 코일(30)과 여자 코일(360)을 갖지만, 도 1의 실시예와 달리, 자석을 갖지 않는다. 금속 검지용 센서(320)는, 도 10과 마찬가지로 여자 코일(360)을 갖지만, 여자 코일(360)은, 도 10의 실시예와 달리, 자성체를 갖지 않는다.

[0128] 여자 코일(360)은, 교류 전원(74)으로부터 교류 전류를 인가받아, 자계(322)를 생성한다. 자계(322) 내를 금속(14)이 통과하면, 반자계를 발생시키는 금속인 경우, 반자계(328)가 생성된다. 검지 코일(30)은, 반자계(328)를 검지하고, 그 출력은 검지 회로(348)에 입력된다. 검지 회로(348)는, 금속(14)을 검지하였음을 나타내는 신호를, 에어건을 제어하고 있는 제어기에 보낸다. 여자 코일(360)은, 교류로 여자되지만, 직류로는 여자되지 않는다. 교류로 여자하는 이유는, 교류 쪽이, 신호 처리가 용이하기 때문이다.

[0129] 이어서, 본 발명의 다른 실시 형태를 도 18에 의해 설명한다. 도 18은, 본 발명의 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 평면도이다. 본 실시예의 금속 검지용 센서는, 통로(18)를 통하여 대면하는 자석(24, 26)을 자성 재료(76)로 접속한 것이다. 자성 재료(76)는 강자성체이다.

[0130] 금속 검지용 센서는, 정자계(22)를 발생시키는 자석(24)(제1 자석) 및 자석(26)(제2 자석)과, 금속(14)이 생성

하는 자계를 검지하는 코일(30)(제1 자기 센서)을 갖는다. 자석(24, 26)은 통로(18)를 사이에 두고 통로(18)의 양측에 서로 대면하여 배치된다.

[0131] 자석(24)은, 자석(26)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(26)의 외부에 위치하고, 자석(26)은, 자석(24)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(24)의 외부에 위치한다. 코일(30)과 자석(26)은, 통로(18)를 사이에 두고 통로(18)의 양측에 서로 대면하여 배치된다. 코일(30)은, 자석(26)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(26)의 외부에 위치하고, 자석(26)은, 코일(30)의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 코일(30)의 외부에 위치한다. 금속 검지용 센서는, 자석(24, 26)의, 통로(18)와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하는 자성 재료(76)를 갖는다.

[0132] 즉, 도 18의 경우, 자성 재료(76)는, 자석(24-1)의 S극과 자석(26-1)의 N극, 자석(24-2)의 N극과 자석(26-2)의 S극, …, 자석(24-i)의 N극과 자석(26-i)의 S극끼리를 접속한다.

[0133] 도 1에 도시하는 실시예에서는, 자성 재료(76)는 사용하지 않았다. 즉, 도 1에 도시하는 실시예에서는, 쌍을 구성하는 서로 대면하는 자석(24, 26)의, 통로(18)와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속하지 않았다. 도 18과 같이, 자성 재료(76)를 사용함으로써, 도 1에 도시하는 실시예와 비교하여, 자계(22)의 크기가 현저하게 커진다고 하는 효과가 있다.

[0134] 자계(22)의 크기가 현저하게 커지는 이유는, 각각의 쌍을 구성하는 서로 대면하는 자석(24, 26)에 의해 생성되는 각각의 자기 회로의 자기 저항이, 자석(24, 26)의, 통로(18)와 반대측에 위치하는 극끼리를 자성 재료(76)에 의해 접속함으로써, 현저하게 내려지기 때문이다. 자성 재료(76)는, 자석(24, 26)을 철판(규소 강판이나 아몰퍼스재를 적층한 것)(76) 등으로 루프 접속한다. 자석(24, 26)의 후방을 철판(76)으로 접속함으로써, 철판(76)이 자석으로 되고, 철판(76)이 없는 경우에 비하여, 통로(18)에 있어서의 자력이 강해진다. 도 18에 도시하는 바와 같이, 자성 재료(76) 내의 자속(78, 78a, 78b)은, 자속(22)과 함께 루프를 구성하고 있다.

[0135] 대면하는 자석(24, 26), 예를 들어 자석(24-1)과 자석(26-1), 자석(24-i)과 자석(26-i)은, 자성 재료(76)로 접속된다. 그 밖의 자석(24-2, 26-2) 등도, 간접적으로 자성 재료(76)로 접속된다. 즉, 인접하는 자석(24)의, 통로(18)와 반대측에 위치하는 극끼리를 자성 재료(76a)(제1 자성 재료)는 접속한다. 또한, 자성 재료(76b)(제2 자성 재료)는, 인접하는 자석(26)의, 통로(18)와 반대측에 위치하는 극끼리를 접속한다. 도 18의 경우, 자성 재료(76a)는, 예를 들어 자석(24-1)의 S극과 자석(24-2)의 N극끼리를 접속하고, 자성 재료(76b)는, 예를 들어 자석(26-1)의 N극과 자석(26-2)의 S극끼리를 접속한다.

[0136] 자성 재료(76)는, 자석(24, 26)의 외주를 둘러싸는 형상이다.

[0137] 자성 재료(76, 76a, 76b)는, 일체 성형된 부품이어도 되고, 별개의 부품이어도 된다. 별개의 부품인 경우에는, 별개의 부품은 볼트 또는 접착제에 의해 일체적으로 조합한다. 자성 재료(76a, 76b)와 자석(24, 26)의 접속은, 볼트에 의한 고정, 접착제에 의한 고정 등이 가능하다.

[0138] 자석(26)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(26)의 외부에 위치하는 자석(24)과, 자석(24)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(24)의 외부에 위치하는 자석(26)과, 자석(26)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(26)의 외부에 위치하는 코일(30)은, 쌍을 구성하고, 상기 쌍은 복수 존재하고, 복수의 쌍은, 통로(18)의 폭 방향으로 서로 병렬로 배치된다. 복수의 쌍은, 통로(18)의 폭 방향으로, 도 6과 같이 지그재그상으로 배치해도 된다. 인접하는 쌍의 자계의 방향은 서로 역평행이다. 즉, 자계(22-1)와 자계(22-2), 자계(22-2)와 자계(22-3)는 서로 역평행이다. 역평행의 배치에 의해, 인접하는 자석끼리 최단 거리로 접속되고, 자성 재료(76a, 76b)와 자석(24, 26)의 접속이 용이해진다. 인접하는 쌍의 자계의 방향은 서로 평행이어도 된다. 평행인 경우, 인접하는 쌍은 자성 재료(76)로 접속되지 않는다.

[0139] 도 18에 도시하는 자석의 방향(S→N)은 일례이며, 자석의 방향은, 도 18과는 반대인 (N→S)여도 된다. 이 경우, 자력선의 방향이 반대로 된다. 그러나, 자계의 크기에는 변화는 없으며, 금속 검지 상의 문제는 없다.

[0140] 이어서, 본 발명의 다른 실시 형태를 도 19에 의해 설명한다. 도 19는, 본 발명의 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 평면도이다. 본 실시예의 금속 검지용 센서는, 코일(31)(제2 자기 센서)을 갖고, 코일(31)과 자석(24)은, 통로(18)를 사이에 두고 통로(18)의 양측에 서로 대면하여 배치되고, 코일(31)은, 자석(24)의 N극과 S극을 연결하는 축 방향에 있어서의 자석(24)의 외부에 위치하고, 자석(24)은, 코일(31)의 자기 검지면에 수직인 축 방향에 있어서의 코일(31)의 외부에 위치한다.

[0141] 이어서, 본 발명의 다른 실시 형태를 도 20에 의해 설명한다. 도 20은, 본 발명의 다른 실시 형태에 관한 이물

검지 시스템의 평면도이다. 본 실시예의 금속 검지용 센서에서는, 코일(30)은 자석(24)에 감겨 있고, 코일(31)은 자석(26)에 감겨 있다. 본 실시예에서는, 자석(24)과 자석(26)의 거리가, 도 18, 도 19에 도시하는 실시예보다 작기 때문에, 동일한 자석(24, 26)을 사용한 경우, 자계(22)의 크기가, 도 18, 도 19에 도시하는 실시예보다 커진다. 도 18과 도 20을 비교한 경우, 도 20에서는 통로(18)의 양측에 코일(30, 31)이 있기 때문에, 도 20의 검지 감도는 도 18보다 높아진다.

[0142] 이어서, 본 발명의 다른 실시 형태를 도 21에 의해 설명한다. 도 21의 (a), 도 21의 (b)는, 본 발명의 다른 실시 형태에 관한 이물 검지 시스템의 평면도이다. 본 실시예의 금속 검지용 센서는, 통로(18)의 한쪽 측에, 통로(18)의 폭(WD) 방향으로 배치된, 정자계를 발생시키는 복수의 자석(24)(제1 자석)과, 금속(14)이 생성하는 자계를 검지하는 코일(30)(제1 자기 센서)을 갖는다. 복수의 자석(24)은, 각 자석(24)의 N극과 S극을 연결하는 축이 동일 방향으로 되도록 일렬로 배치된다. 인접하는 2개의 자석, 예를 들어 자석(24-1, 24-2)에 관하여, 2개의 자석(24) 중 한쪽 자석(24-1)의, 해당 2개의 자석(24) 중 다른 쪽 자석(24-2)측에 있는 극의 극성 S는, 다른 쪽 자석(24-2)의, 해당 한쪽 자석(24-1)측에 있는 극의 극성 S와 동일하다. 코일(30)은, 통로(18)의 한쪽 측에 배치된다.

[0143] 금속 검지용 센서는, 통로(18)의 다른 쪽 측에 배치된, 정자계를 발생시키는 복수의 자석(26)(제2 자석)과, 금속(14)이 생성하는 자계를 검지하는, 통로(18)의 다른 쪽 측에 배치된 코일(31)(제2 자기 센서)을 갖는다. 복수의 자석(26)은, 각 자석(26)의 N극과 S극을 연결하는 축이 동일 방향으로 되도록 일렬로 배치된다. 인접하는 2개의 자석(26), 예를 들어 자석(26-1, 26-2)에 관하여, 자석(26) 중 한쪽 자석(26-1)의, 다른 쪽 자석(26-2)측에 있는 극의 극성 S는, 다른 쪽 자석(26-2)의, 한쪽 자석(26-1)측에 있는 극의 극성 S와 동일하다.

[0144] 자석(24, 26)을 가로로 배치하여, 높은 표면 자속 밀도를 만들 수 있다. 자석(24, 26)의 N극과 S극을 연결하는 방향을, 통로의 폭(WD) 방향(80)에 일치시킨다. N극과 S극을 연결하는 방향을, 이제까지의 실시예에 대하여 90°바꾼다. 인접하는 2개의 자석(24-1, 24-2) 사이의 간극(82)이 작기 때문에, 통로(18) 내에 있어서의 자계(80)가 강해진다.

[0145] 자석(24)을 가로로 배치하여, 인접하는 2개의 자석(24), 예를 들어 자석(24-1, 24-2)의 대향하는 S극 사이의 반발력에 의해, 강한 자계(80)가 얻어진다. 자석(24, 26)의 길이(t_1, t_2)를 바꿈으로써, 자력선이 튀는 거리(h_1, h_2)(자력이 미치는 범위)가 바뀐다. 도 23의 (a)와 도 23의 (b)를 비교하면 알 수 있는 바와 같이, 길이(t_1, t_2)가 길어지면, 거리(h_1, h_2)가 길어진다.

[0146] 따라서, 자석(24, 26)의 N극과 S극의 사이의 길이(t_1, t_2)에 의해, 자석(24, 26)에 의해 생성되는 자계(80)의 강도가 설정된다.

[0147] 이상의 실시예에서는, 금속의 유무를 검지하였지만, 본 발명의 센서는 금속의 속도를 검지할 수도 있다. 자장 내를 낙하하는 금속(14)에 의해 발생하는 유도 기전력은, 낙하 속도와, 금속(14)의 크기와, 자석(24, 26)에 의해 생성되는 자계(22)의 크기의 곱에 비례한다. 따라서, 금속(14)의 크기와 자계(22)의 크기를 미리 알고 있는 경우에는, 금속(14)에 의해 발생하는 유도 기전력의 크기를 코일(30)에 의해 측정함으로써, 낙하 속도를 측정할 수 있다.

[0148] 또한, 여기서의 금속(14)의 크기는, 금속(14)의 형상에 의존한다. 금속이 판상인 경우, 금속이 자계(22)에 대하여, 어느 쪽의 방향을 향하여 낙하하는지에 따라, 유도 기전력은 상이하다. 금속(14)이 구체인 경우에는, 금속이 자계(22)에 대하여, 어느 쪽의 방향을 향하여 낙하해도, 유도 기전력은 동일하다.

[0149] 속도를 측정하는 것은, 금속의 방향 혹은 형상을 사전에 아는 경우에 특히 유효하다. 금속의 형상이나 방향을 알고 있는 경우에는, 형상이나 방향을 고려함으로써, 속도를 알 수 있다. 이물 판정에 있어서는, 예를 들어 금속(14)이 제품(12)과는 상이한 속도를 가짐을 알고 있는 경우, 측정된 속도가 소정값보다 크거나, 또는 작거나, 또는 소정의 범위 내에 있다는 점에서, 이물(14)임을 판정할 수 있다.

[0150] 자계를 검출하는 코일(30)로서는 공심 코일, 철심 삽입 코일, 페라이트 삽입 코일, 자석 삽입 코일을 사용할 수 있다.

[0151] 코일의 감기 구조로서, 스파이럴 감기, 솔레노이드 감기, 선단이 뾰족한 포트 코어 형상의 코일이 가능하다. 도 22의 (a)는 솔레노이드 감기를 도시하고, 도 22의 (b), (c)는 스파이럴 감기를 도시한다. 솔레노이드 감기에서는, 철심(84)에 선재(86)가 감긴다. 1층째 선재(86a)가, 철심(84)의 둘레에, 철심(84)의 축 방향의 전체 길이에 걸쳐 감긴 후에, 2층째 선재(86b)가, 철심(84)의 둘레에, 철심(84)의 축 방향의 전체 길이에 걸쳐 감긴

다. 이것이 반복되어, 소정의 층수까지 감긴다. 도 22의 (a)에서는 2층째 도중까지 감긴 상태를 도시한다. 면(86c)이 코일의 자기 검지면이다.

[0152] 한편, 스파이럴 감기에서는, 코일(30)의 3개의 코일(86a, 86b, 86c)은, 열을 코일(30)의 축 방향, 층을 코일(30)의 반경 방향으로 정의하였을 때, 선재(ln)를 각각 1열 N층 감기로 스파이럴상으로 감은 코일이다. 코일(88a)과 코일(88b)의 사이에는 코일(88a)과 코일(88b)의 간격을 일정하게 유지하기 위한 스페이서(S1)가 배치되어 있고, 코일(88b)과 코일(88c)의 사이에는 코일(88b)과 코일(88c)의 간격을 일정하게 유지하기 위한 스페이서(S2)가 배치되어 있다. 도 22의 (b)는, 3개의 코일(86a, 86b, 86c)을 도시하지만, 3개에 한정되는 것은 아니며, 1개 이상이면 된다.

[0153] 도 22의 (c)에 도시하는 바와 같이, 3개의 코일(86a, 86b, 86c)의 각각은, 선재(ln)를 1열 N층 감기로 반경 방향으로 스파이럴상으로 감은 코일로 되어 있다. 도 22의 (c)는, 3개의 코일(86a, 86b, 86c) 중 하나를 도시한다. 코일은 철심(110)에 감기고, 감기 개시부(112a)는 철심(110) 상에 있고, 그 점으로부터 나선상으로 반경 방향 외측을 향하여 감기고, 감기 종료부(112b)가 다음 코일의 감기 개시부(112)에 접속되어 있다.

[0154] 솔레노이드 감기는, 감기수가 많지 않으면, 인덕턴스가 커지지 않는다. 솔레노이드 감기는, 용량이 크고, 공진의 피크의 예리함을 나타내는 값 Q값이 낮고, 공진 주파수가 낮다고 하는 문제가 있다. 결과로서, 솔레노이드 감기는, 스파이럴 감기와 비교하여, 검지 감도가 저하된다. 솔레노이드 감기는, 코일의 축 방향의 길이가 길어지기 때문에, 이물과 코일의 거리가 멀어진다고 하는 문제가 있다. 또한, 솔레노이드 감기는, 철심의 반경(86d)이 크지 않으면, 인덕턴스가 커지지 않기 때문에, 철심(86d)이 굵어지고, 코일이 커진다고 하는 문제가 있다.

[0155] 한편, 스파이럴 감기에서는, 코일(86a, 86b, 86c) 사이의 상호 인덕턴스의 기여에 의해, 인덕턴스를, 코일의 크기에 비하여, 솔레노이드 감기와 비교하여 크게 할 수 있다. 그 때문에, 스파이럴 감기는, 철심의 반경을, 솔레노이드 감기와 비교하여 작게 할 수 있다. 따라서, 스파이럴 감기는, 코일의 반경이, 솔레노이드 감기와 비교하여 전체적으로 작아진다. 또한, 스파이럴 감기는, 부유 용량이 작기 때문에, 공진의 피크의 예리함을 나타내는 값 Q값이 높고, 공진 주파수가 높다고 하는 이점이 있다. 결과로서, 스파이럴 감기는, 솔레노이드 감기와 비교하여 검지 감도가 향상된다. 또한, 스파이럴 감기는, 코일의 축 방향의 길이(즉 열 방향의 길이)를 작게 할 수 있으므로, 이물과 코일의 거리가 가까워진다고 하는 이점이 있다. 결과로서, 이 점에서도 스파이럴 감기는 솔레노이드 감기와 비교하여 검지 감도가 향상된다.

[0156] 도 23에, 항아리형 코일을 도시한다. 이것은, 통상의 항아리형 코일과는 달리, 선단이 뾰족한 포트 코어 형상의 코일이다. 항아리형의 철심(90a)의 중심부에 자석(90b)을 배치하고, 자석(90b)의 둘레에 도선을 감아 코일(90c)을 형성한다. 자석(90b)의 선단은 뾰족하고, 철심(90a)이나 코일(90c)의 선단도 뾰족한 형상이다. 이 결과, 자석이 생성하는 자장이 뾰족한 형상으로 되고, 검지 범위를 좁은 범위에 집중시킬 수 있다. 자석(90b) 대신에 연철, 규소 강판, 페라이트, 퍼멀로이, 아몰퍼스 등을 사용할 수 있다. 자석(90b)을 없애고 공심으로 하는 것도 가능하다.

[0157] 또한, 이제까지의 실시예에서는, 자기 센서로서 코일을 사용한 예를 나타내었지만, 코일 대신에, 자기 저항 효과 소자, 홀 소자, 자기 임피던스 소자(아몰퍼스 와이어 자기 센서) 등의 자기 센서를 사용할 수도 있다.

[0158] 도 24에, 홀 소자와 자기 저항 효과 소자를 도시한다. 도 24의 (a)가 홀 소자이고, 도 24의 (b)가 자기 저항 효과 소자이다. 각 소자의 자기 검지면(300)에 수직인 축 방향(302)으로, 검지해야 할 자계(304)가 존재한다.

[0159] 이상에서는, 금속 이물의 검사에 대하여, 본원 발명을 설명하였다. 그러나, 본원 발명은 금속 이물의 검사에 한정되는 것은 아니며, 이물이 아닌 금속의 막 두께의 변화나, 이물이 아닌 특정한 금속이 존재하는지 여부의 검사에도 적용할 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 CMP(화학적 기계적 연마)에 적용할 수 있다. CMP(화학적 기계적 연마)란, 반도체 웨이퍼 등의 기판의 표면을 연마하는 장치이며, 반도체 제조 장치의 분야에서, 널리 사용되고 있는 장치이다. 본 발명은 CMP에 있어서, 웨이퍼에 형성된 회로 내의 금속의 막 두께의 변화나, 회로 내에 소정의 금속이 존재하는지 여부의 검사에 적용할 수 있다. 금속 검지용 센서를 구성하는 자석이나 자기 센서가, CMP의 연마 테이블을 통하여 대향하지 않는 배치(통로(18)를 연마 테이블로 간주하였을 때, 도 4의 (b), (c), (e)에 도시되는 배치)를 취하는 경우, 즉 연마 테이블의 한쪽 측에만 복수의 자석이나 코일이 배치되는 경우에는, CMP에도 본 발명을 적용할 수 있다.

부호의 설명

[0160] 10: 이물 검지 시스템

12: 제품

14: 금속

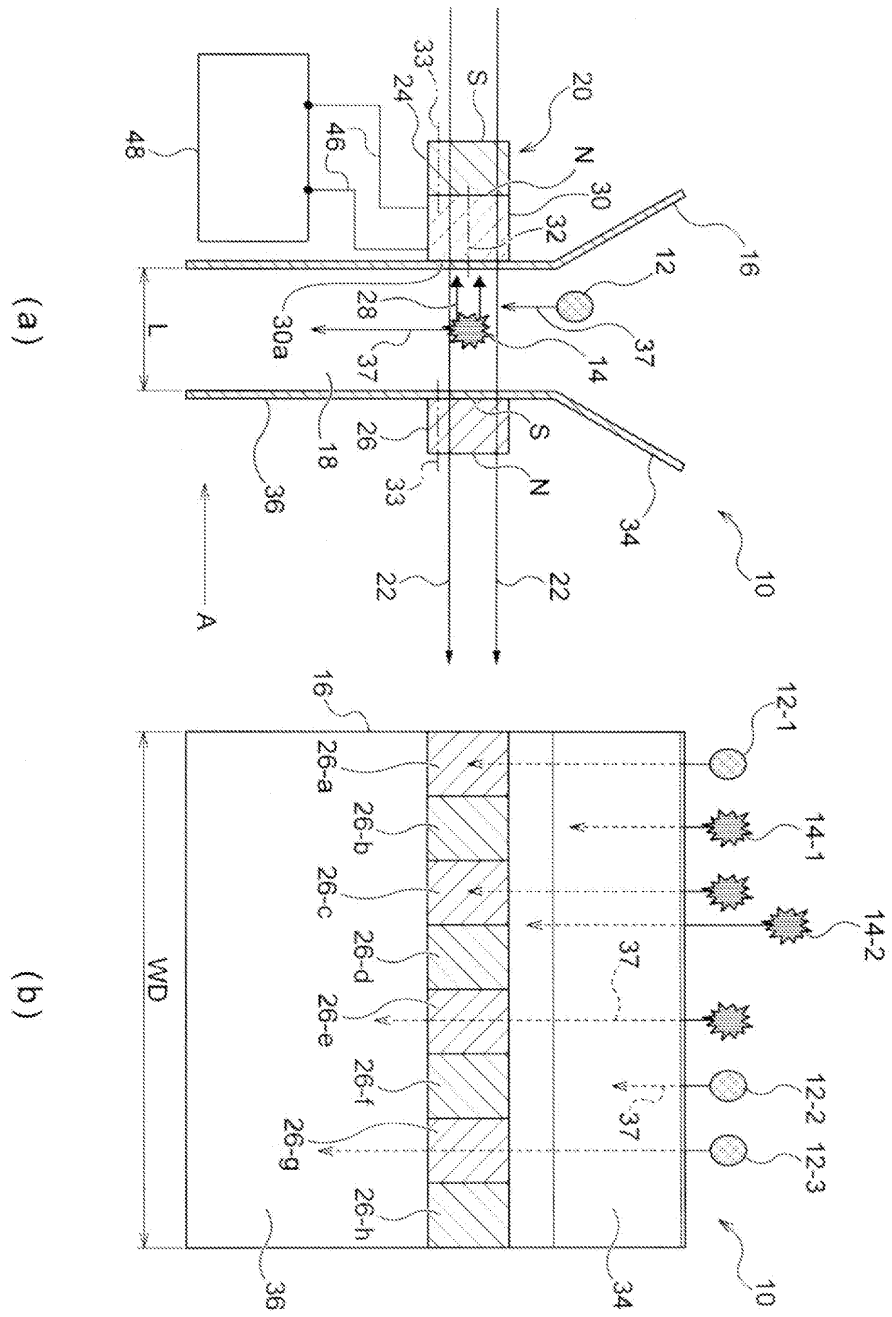
20: 금속 검지용 센서

24, 26: 자석

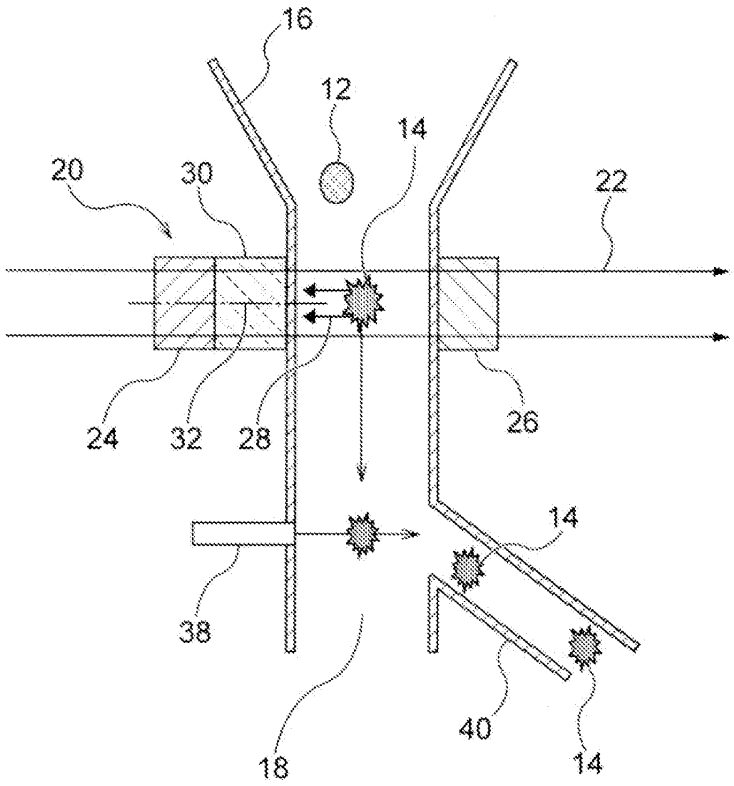
30: 코일

도면

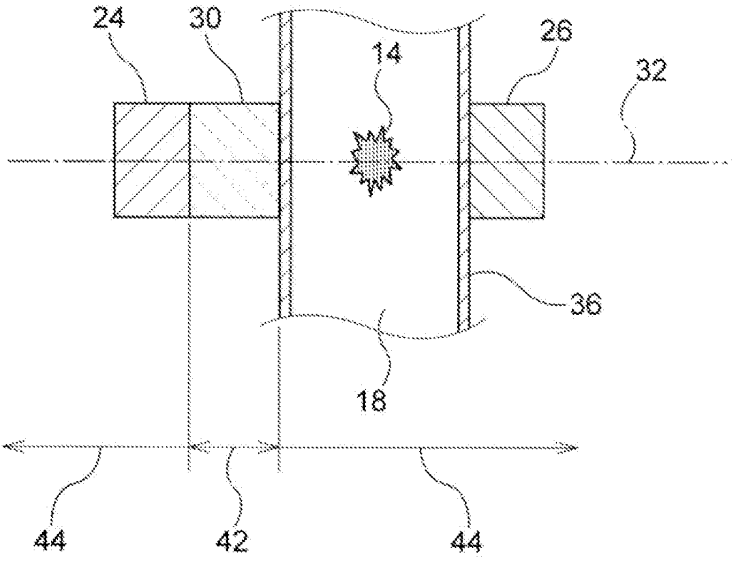
도면1



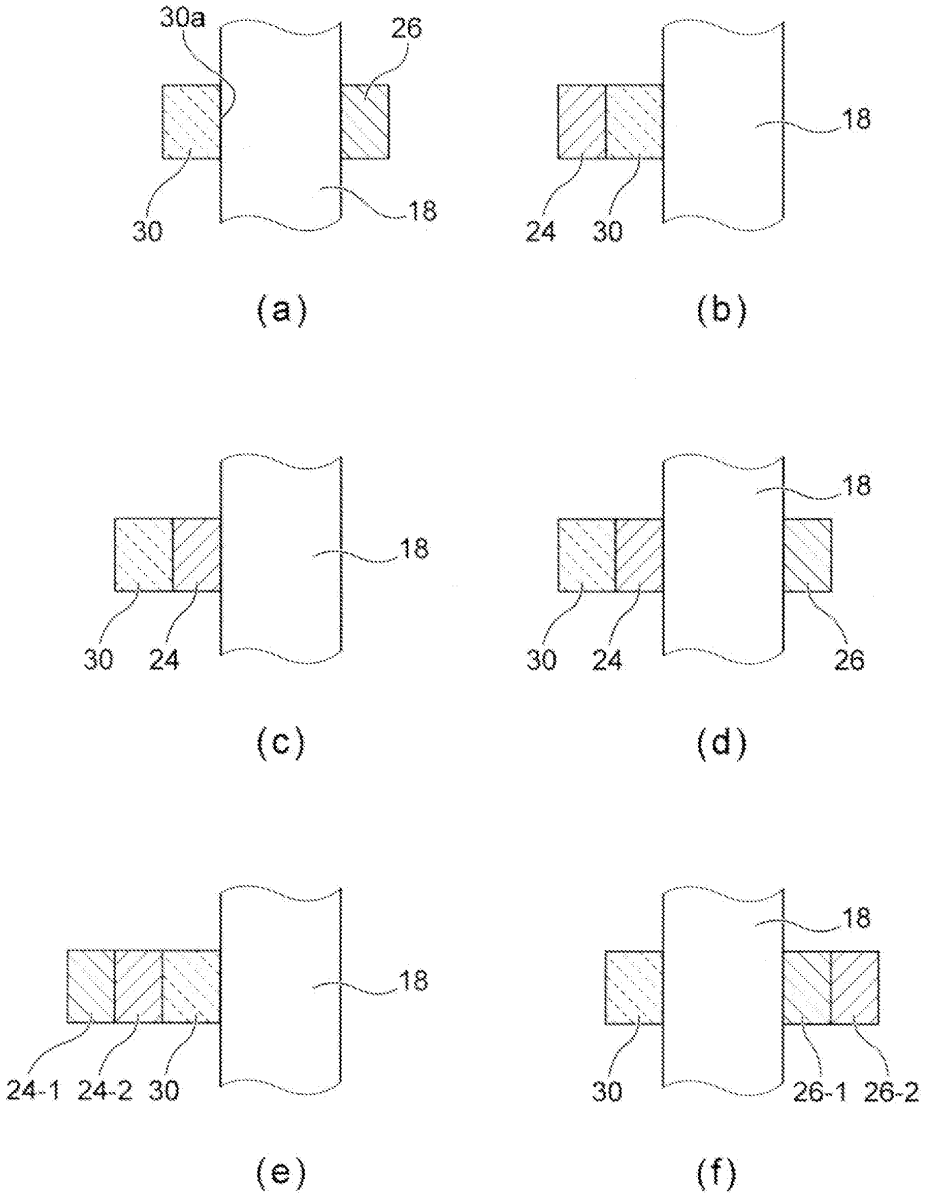
도면2


16
12
14
20
30
22
24
32
28
26
14
38
40
14
18

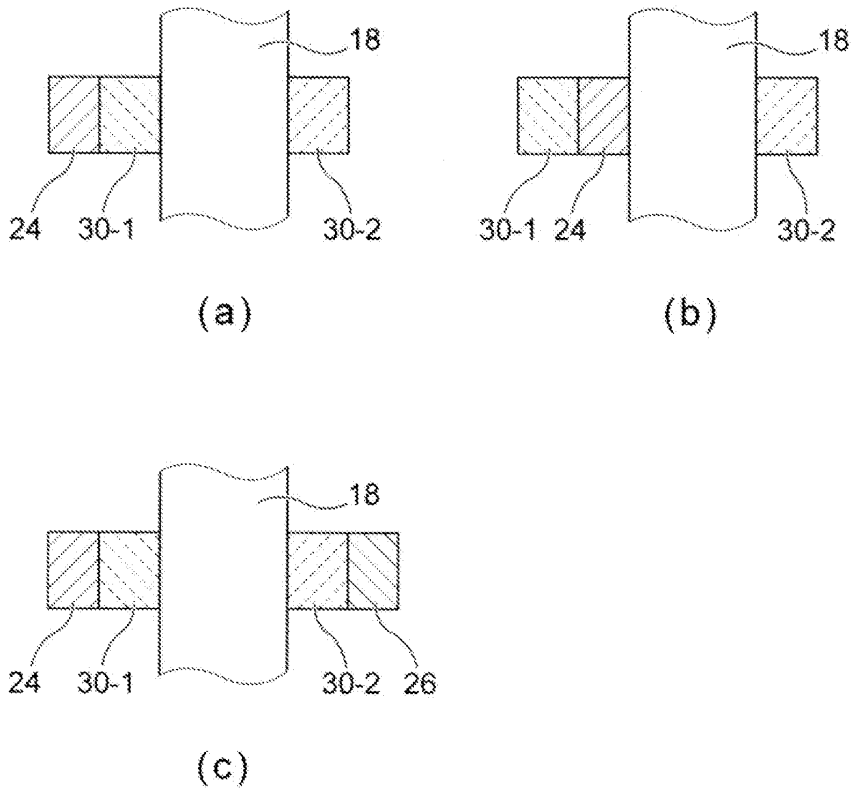
도면3


24
30
14
26
32
36
18
44
42
44

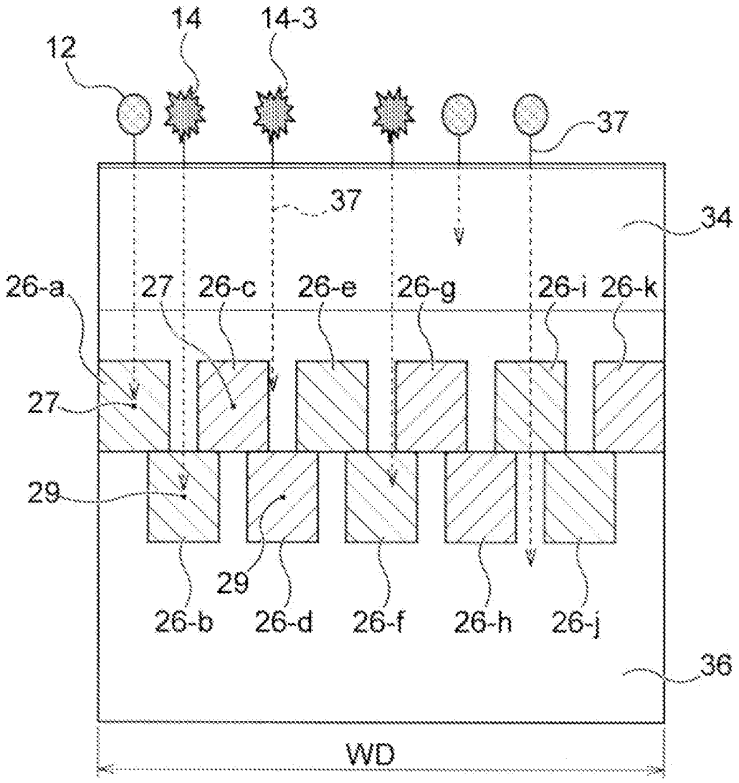
도면4


30a
26
30
18
(a)
18
24
30
(b)
18
30
24
(c)
18
30
24
26
(d)
18
24-1
24-2
30
(e)
18
30
26-1
26-2
(f)

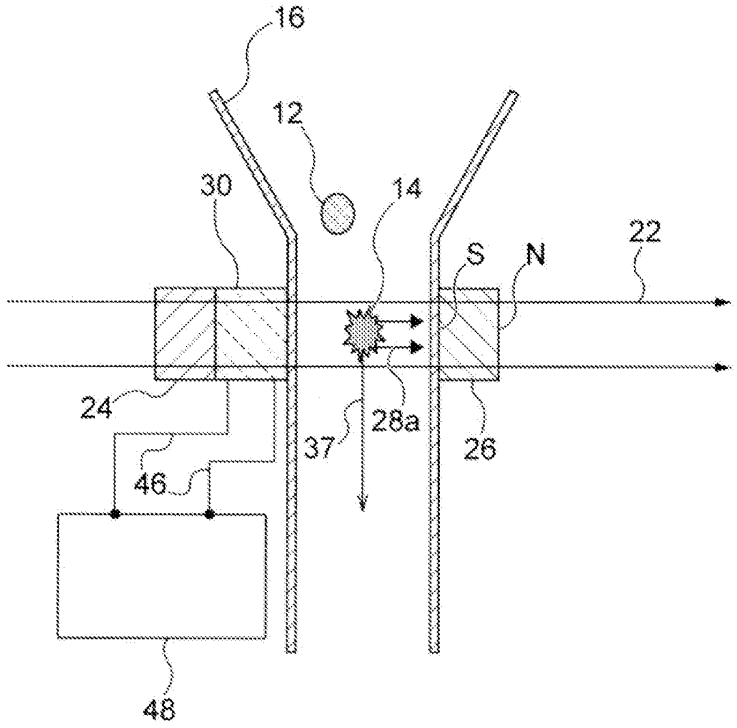
도면5


18
24
30-1
30-2
(a)
18
30-1
24
30-2
(b)
18
24
30-1
30-2
26
(c)

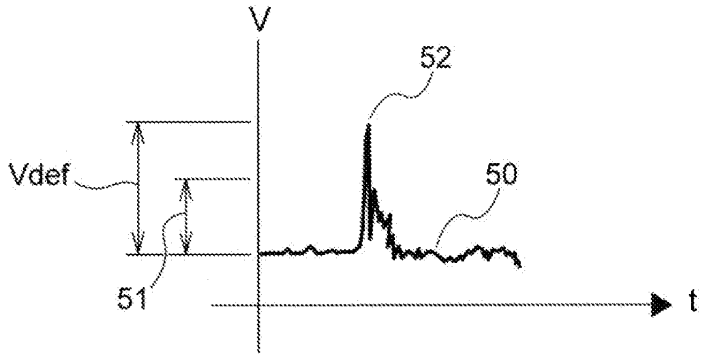
도면6


14
14-3
12
37
37
34
26-a
27
26-c
26-e
26-g
26-i
26-k
27
29
29
26-b
26-d
26-f
26-h
26-j
36
WD

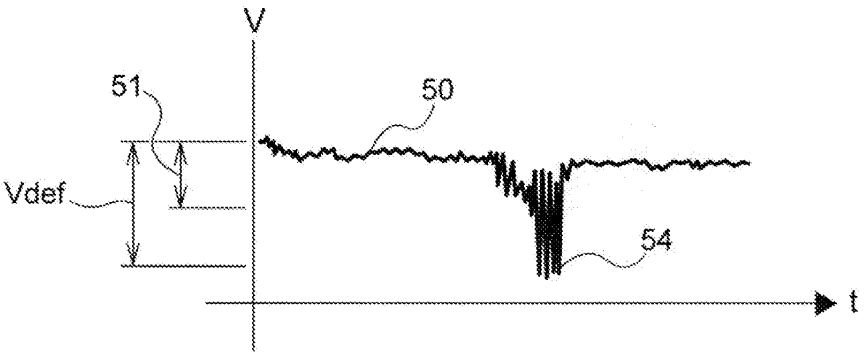
도면7



도면8

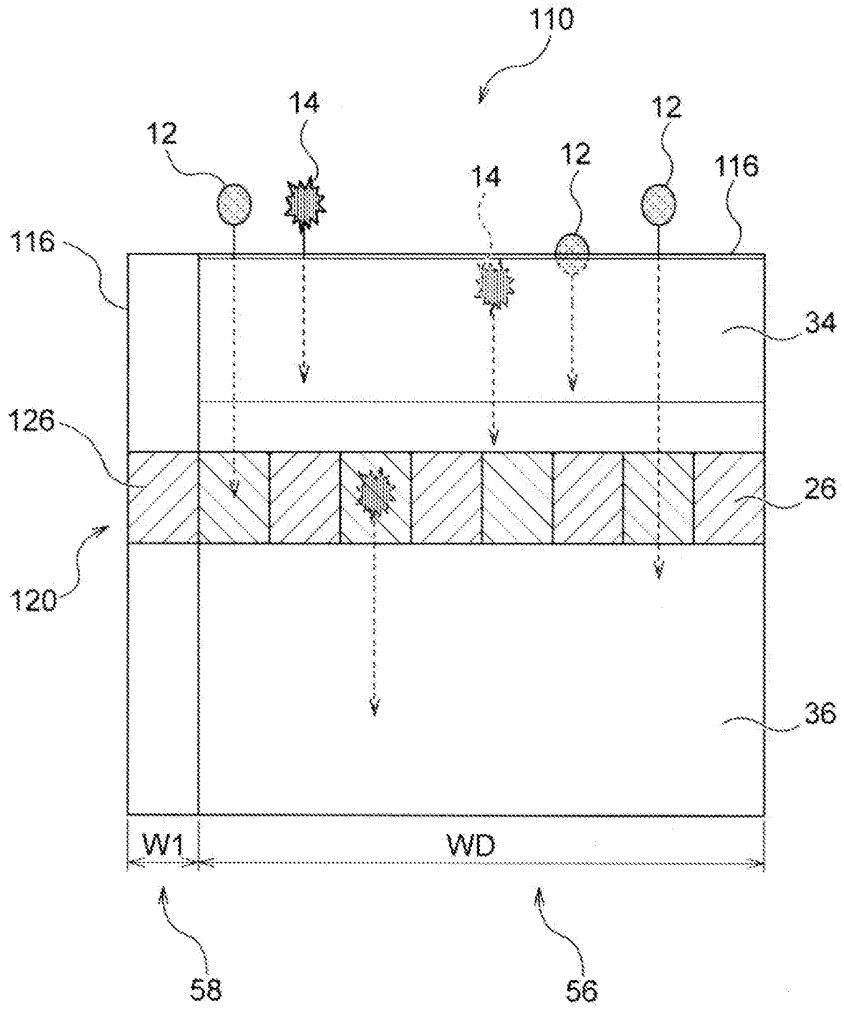


(a)

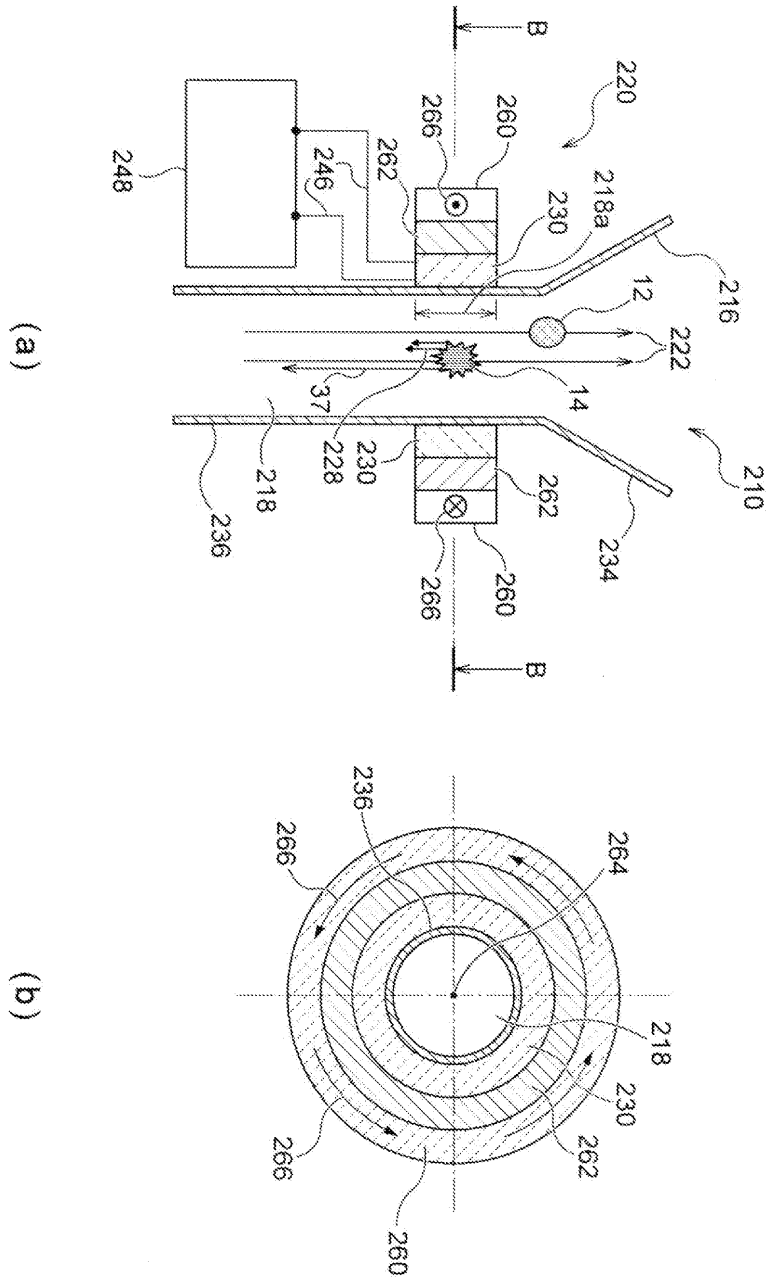


(b)

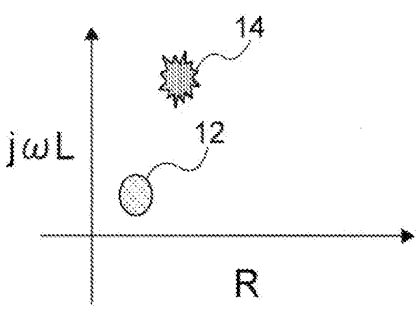
도면9



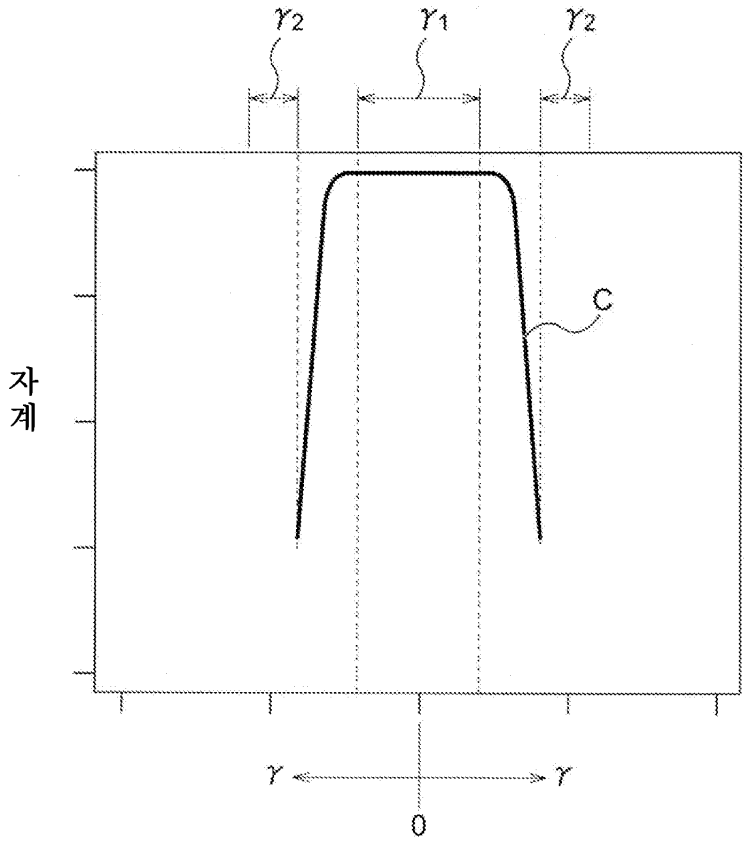
도면10


(a)
B
220
266
260
262
246
248
218a
230
216
12
222
14
37
228
218
236
210
234
(b)
236
266
264
218
230
262
260

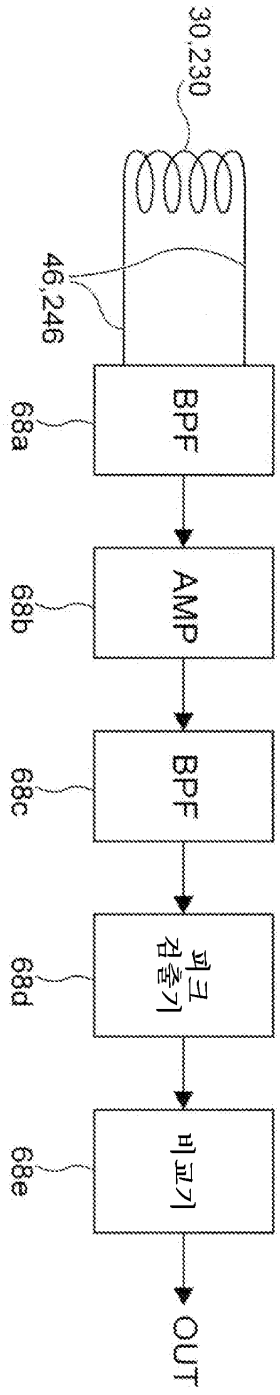
도면11


14
12
jωL
R

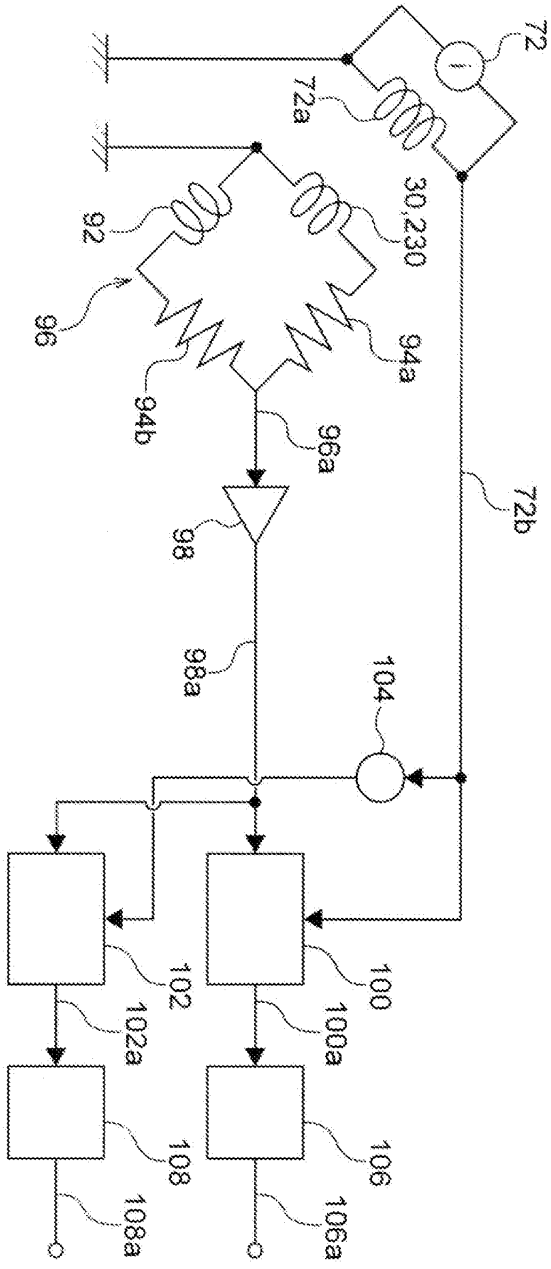
도면12



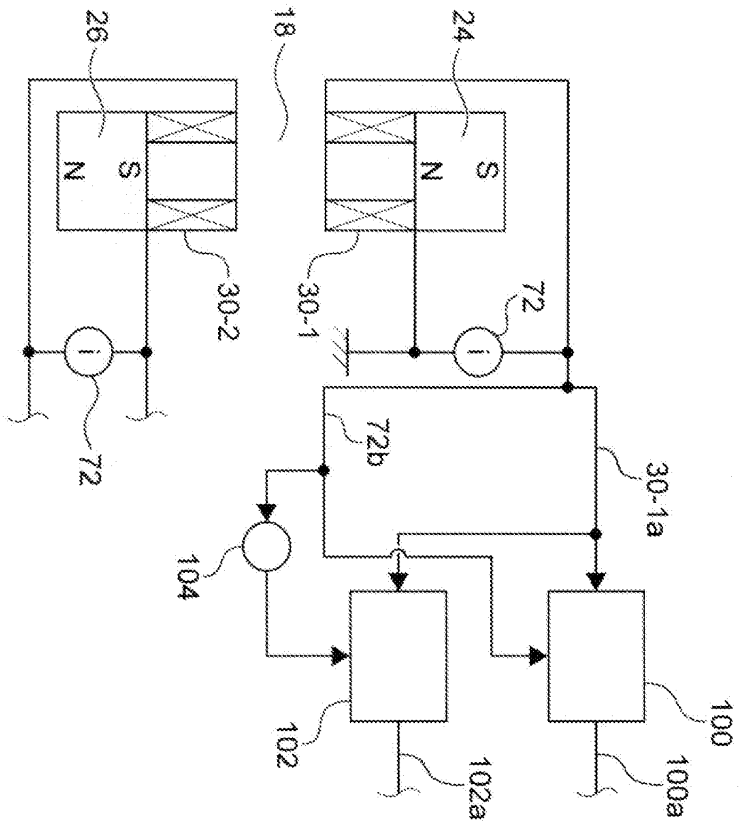
도면13



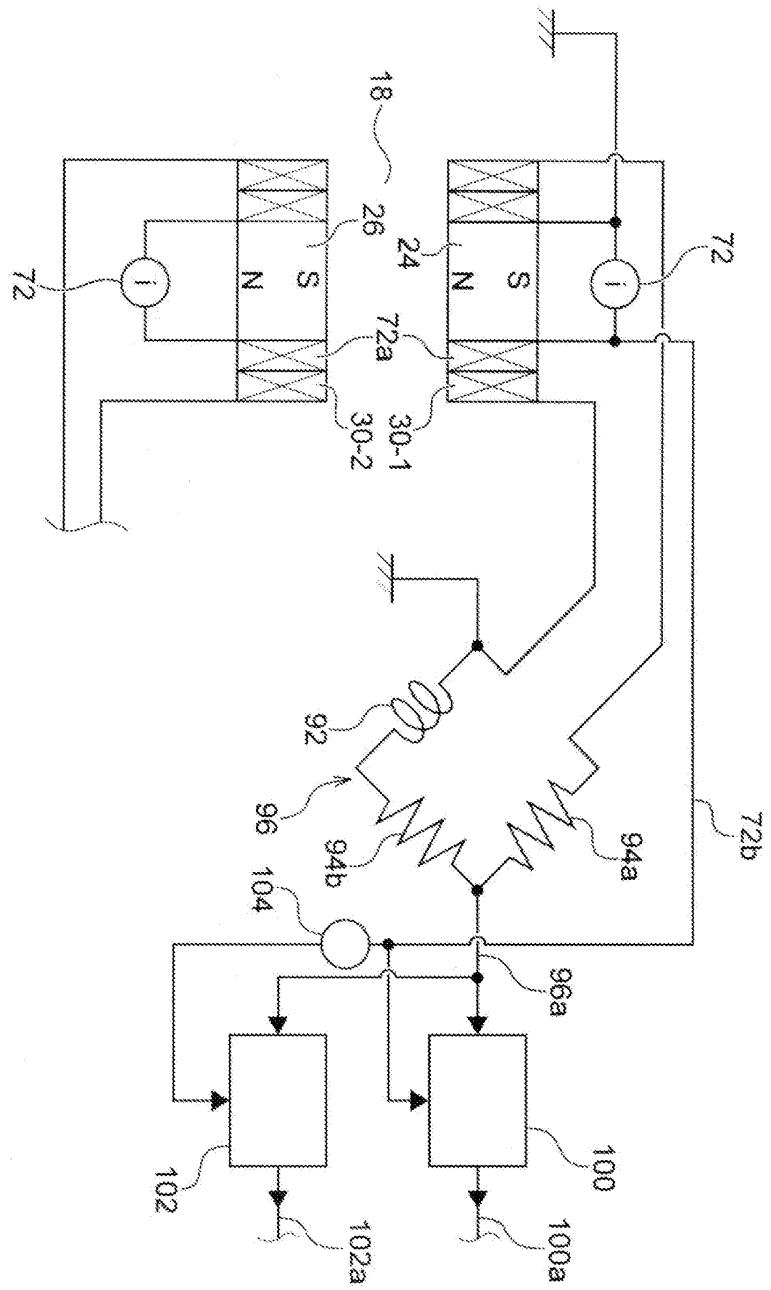
도면14


72
72a
30,230
92
96
94a
94b
96a
72b
98
98a
104
102
102a
100
100a
108
108a
106
106a

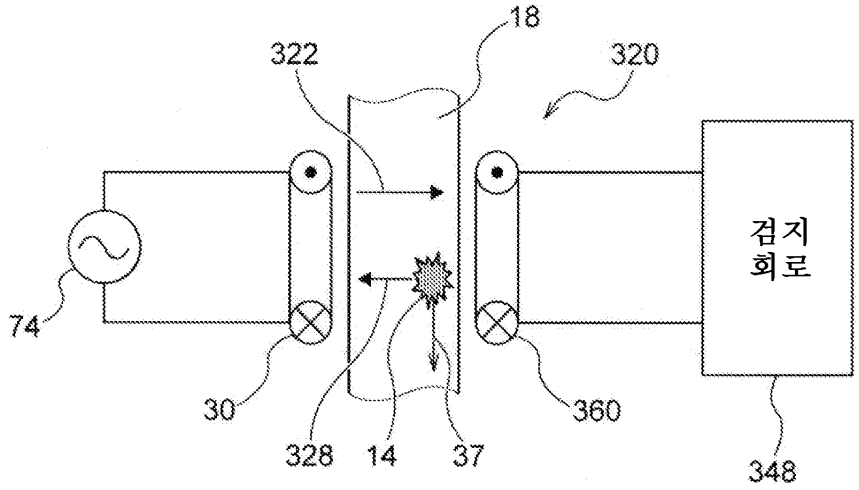
도면15



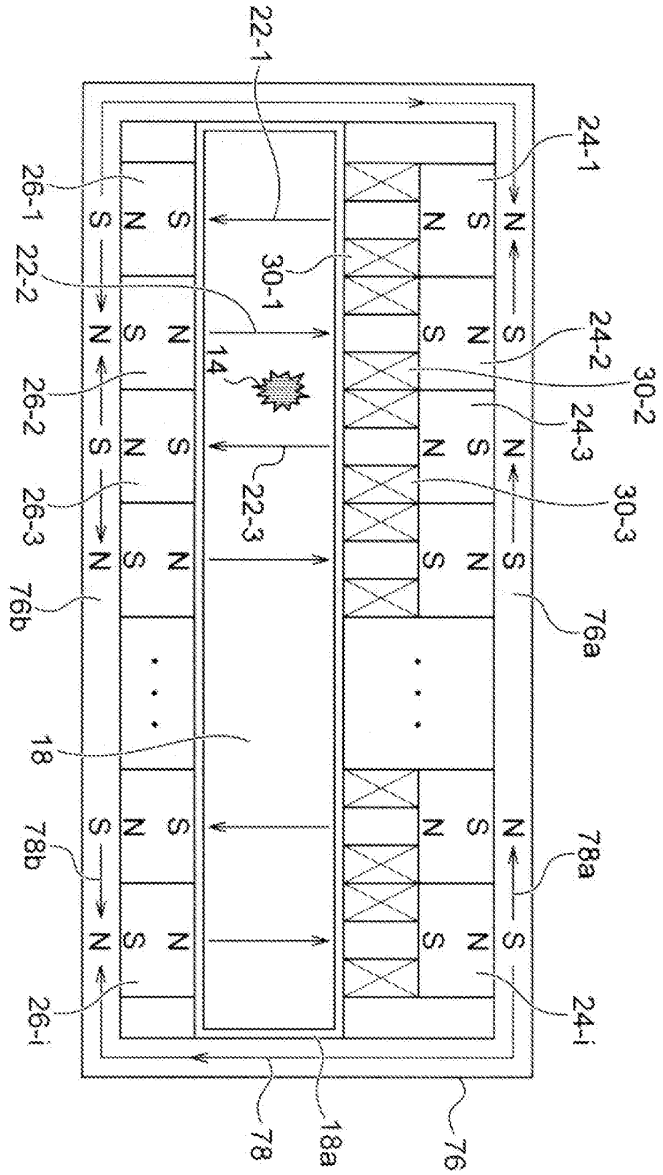
도면16


18
26
24
72
72
N
S
N
S
72a
30-1
30-2
92
96
94b
94a
72b
104
96a
102
100
102a
100a

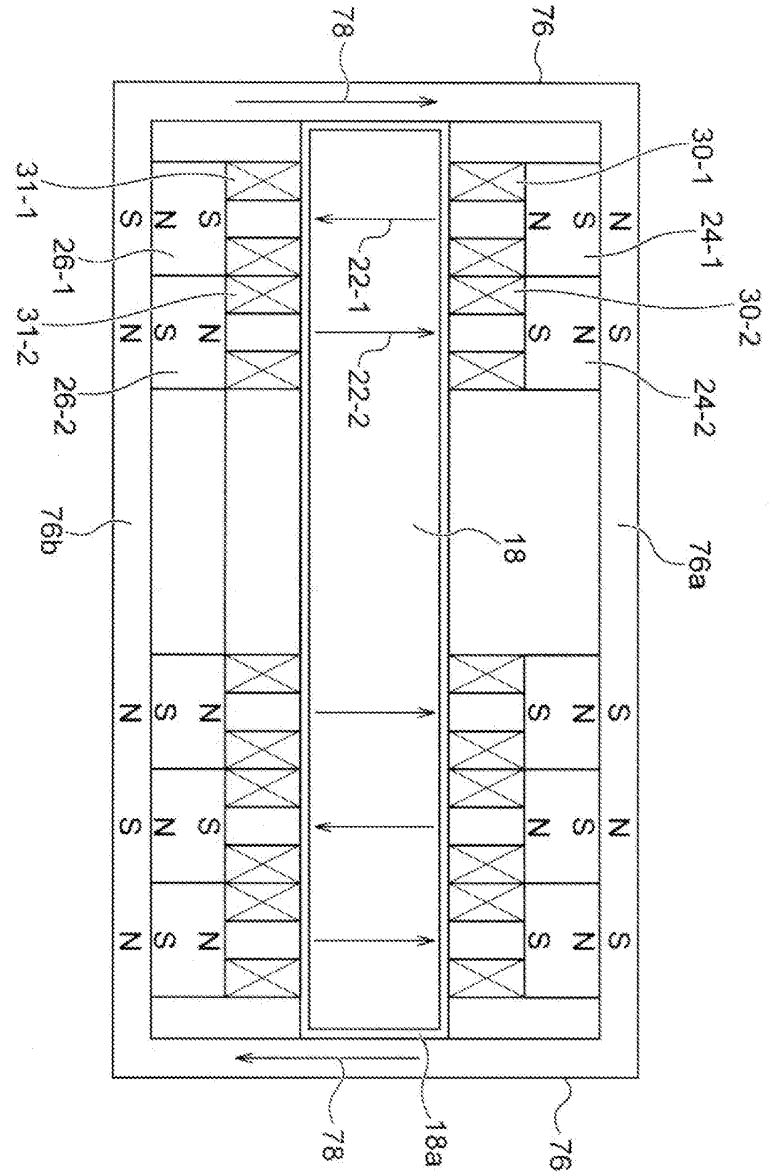
도면17


18
322
320
검지
회로
74
30
328
14
37
360
348

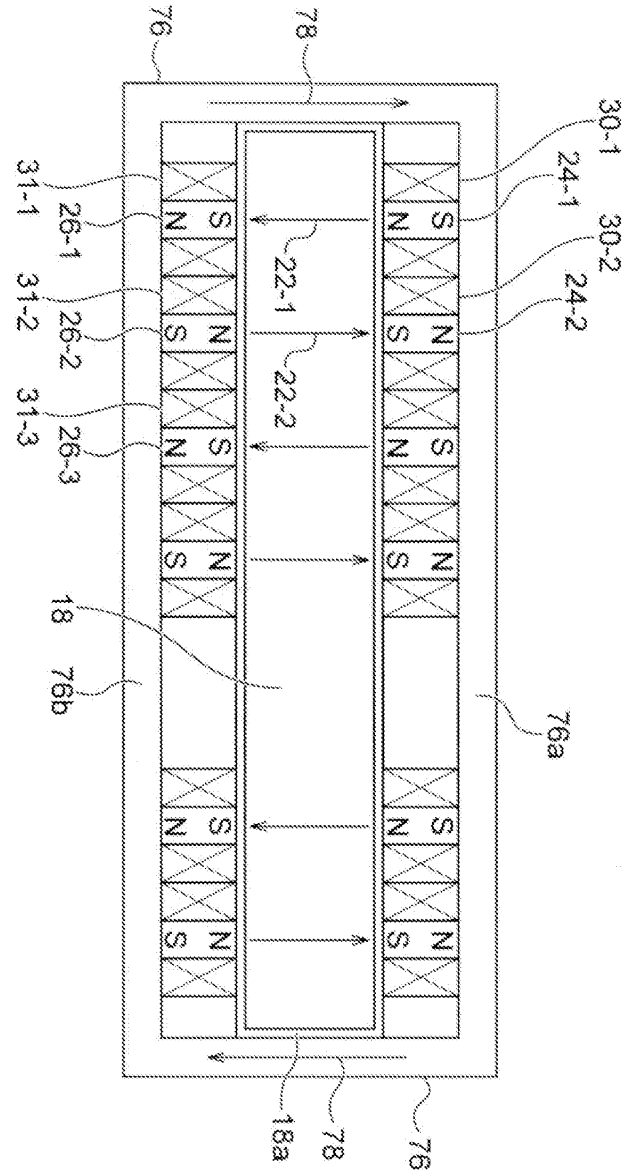
도면18


22-1
24-1
26-1
22-2
30-1
24-2
30-2
14
26-2
24-3
22-3
30-3
26-3
76b
76a
18
78b
78a
26-i
24-i
78
18a
76

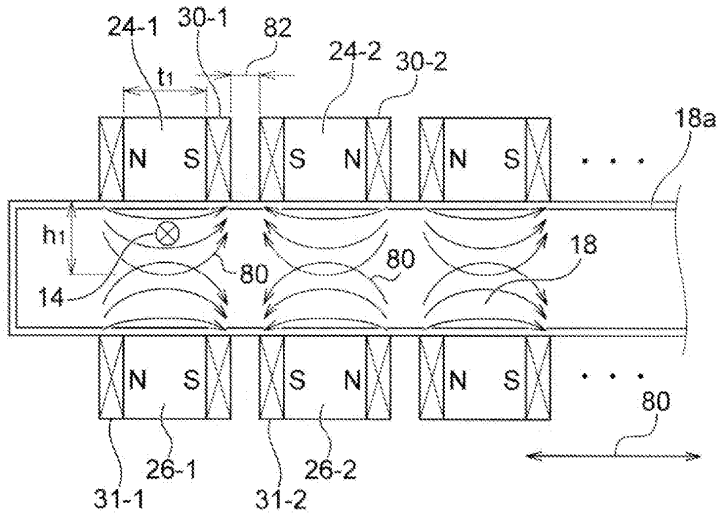
도면19



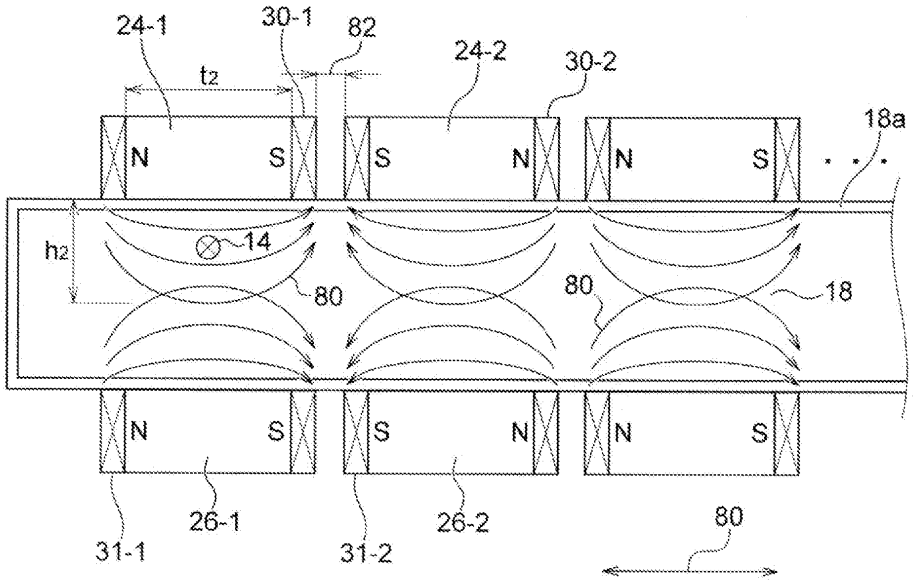
도면20


76
78
30-1
24-1
30-2
24-2
31-1
26-1
31-2
26-2
31-3
26-3
22-1
22-2
18
76b
76a
18a
78
76
N
S

도면21

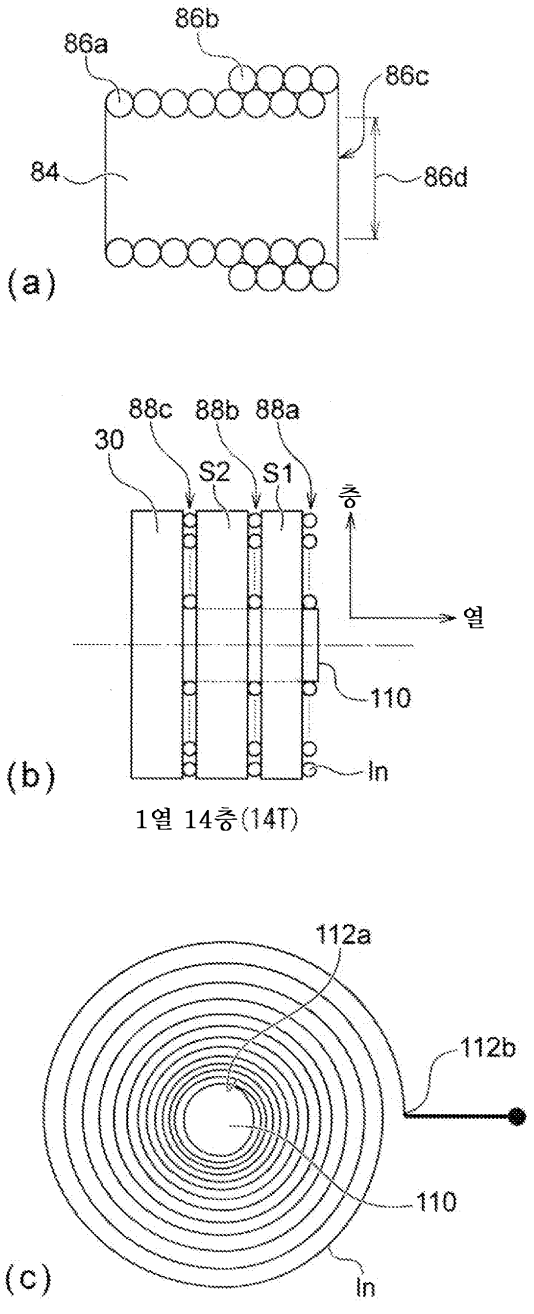

24-1
30-1
82
24-2
30-2
t1
18a
N S
S N
N S
h1
14
80
80
18
26-1
26-2
31-1
31-2
80

(a)

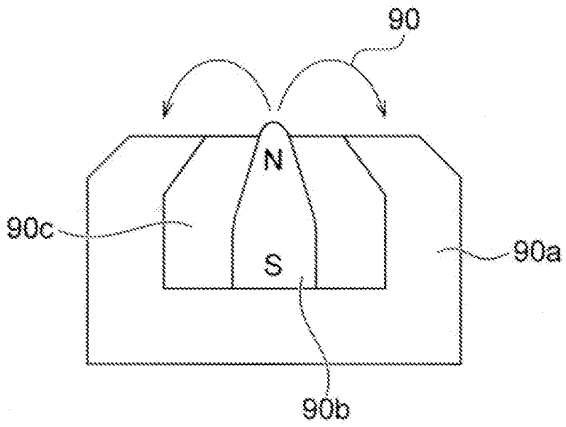

24-1
30-1
82
24-2
30-2
t2
18a
N S
S N
N S
h2
14
80
80
18
26-1
26-2
31-1
31-2
80

(b)

도면22


86a
86b
86c
84
86d
(a)
88c
88b
88a
30
S2
S1
층
열
110
in
(b)
1열 14층(14T)
112a
112b
110
in
(c)

도면23



도면24

