



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월18일
(11) 등록번호 10-2204952
(24) 등록일자 2021년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 33/00 (2006.01) G01R 33/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 33/0029 (2013.01)
G01R 33/0094 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0085586
(22) 출원일자 2019년07월16일
심사청구일자 2019년07월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040046814 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김대은
서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 c622(신촌동)
강병문
서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 c424(신촌동)
(74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 7 항

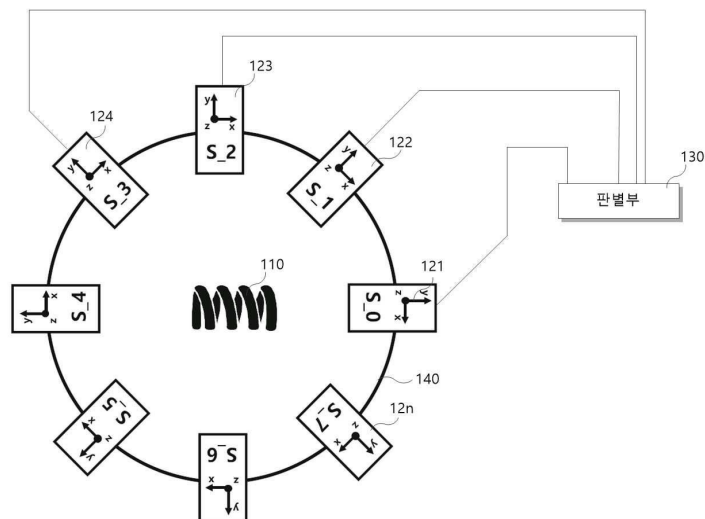
심사관 : 원유선

(54) 발명의 명칭 자기장 센싱 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 기지정된 방향으로 배치되고, 자기장 발생 신호에 응답하여 자기장을 발생시키는 솔레노이드, 솔레노이드를 중심으로 기지정된 거리에서 서로 기지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치되고, 각각 자기장을 감지하여 센싱 신호를 출력하는 다수의 자기장 센서 및 기지정된 주기 및 파형을 갖는 자기장 발생 신호를 솔레노이드로 인가하는 동안 인가된 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가되는 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 분석하고, 분석된 시간을 기반으로 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치를 계산하며, 기지정된 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보와 계산된 가중치에 따라 자성체의 위치를 판별하는 판별부를 포함하여 주변에 존재하는 자성체의 위치를 정확하게 감지하는 자기장 센싱 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01R 33/02 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

정은석, 김대은, 'Detecting the Direction of Vibration Inspired by Prey Detection Behavior of Sand Scorpions', Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, Vol.18, No.10, pp.947-954, 2012*

JP11052036 A

W02015087735 A1

JP2000171206 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

기 지정된 방향으로 배치되고, 자기장 발생 신호에 응답하여 자기장을 발생시키는 솔레노이드;

상기 솔레노이드를 중심으로 기 지정된 거리에서 서로 기 지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치되고, 각각 자기장을 감지하여 센싱 신호를 출력하는 다수의 자기장 센서; 및

기 지정된 주기 및 파형을 갖는 상기 자기장 발생 신호를 상기 솔레노이드로 인가하는 동안 인가된 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가되는 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 분석하고, 분석된 시간을 기반으로 상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치를 계산하며, 기 저장된 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보와 계산된 가중치에 따라 자성체의 위치를 판별하는 판별부; 를 포함하되,

상기 판별부는

상기 솔레노이드로 상기 자기장 발생 신호를 인가하지 않는 동안, 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가된 센싱 신호를 DC 신호로 획득하고, 상기 자기장 발생 신호를 인가하는 동안 획득된 센싱 신호의 변화가 기 지정된 기준값 이상이면, 상기 센싱 신호의 변화가 발생된 시간으로 판별하는 자기장 센싱 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 판별부는

상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치(z_k)를

수학식

$$z_k = t_{last}/t_k$$

(여기서 k 는 자기장 센서의 인덱스이고, t_k 는 k 번째 자기장 센서가 감지한 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 나타내고, t_{last} 는 센싱 신호 변화가 가장 느리게 발생한 시간을 나타낸다.)

에 따라 계산하는 자기장 센싱 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 판별부는

상기 다수의 자기장 센서 각각의 배열 위치에 따른 각도(ϕ_k)와 상기 가중치(z_k)로부터 상기 자성체의 위치(x , y)를 수학식

$$x = \sum_{k=1}^m z_k \times \cos(\phi_k), \quad y = \sum_{k=1}^m z_k \times \sin(\phi_k)$$

에 따라 계산하고, 상기 자기장 센싱 장치에 대한 상기 자성체의 상대적 방향(ϕ)을 수학식

$$\phi = \arctan(y/x)$$

로 계산하는 자기장 센싱 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 판별부는

상기 DC 신호와 상기 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보를 이용하여, 상기 자기장 센싱 장치의 방향을 판별하는 자기장 센싱 장치.

청구항 6

기지정된 방향으로 배치된 솔레노이드 및 상기 솔레노이드를 중심으로 기지정된 거리에서 서로 기지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치되어 자기장을 감지하는 다수의 자기장 센서를 포함하는 자기장 센싱 장치의 자기장 센싱 방법에 있어서,

상기 솔레노이드로 기지정된 주기 및 파형을 갖는 자기장 발생 신호를 인가하여 자기장을 발생하는 단계;

상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 센싱 신호를 획득하는 단계;

상기 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 분석하는 단계;

분석된 시간을 기반으로 상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치를 계산하는 단계; 및

기지정된 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보와 계산된 가중치에 따라 자성체의 위치를 판별하는 단계; 를 포함하되,

상기 위치를 판별하는 단계는

상기 솔레노이드로 상기 자기장 발생 신호를 인가하지 않는 동안, 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가된 센싱 신호를 DC 신호로 획득하는 단계; 및

상기 자기장 발생 신호를 인가하는 동안 획득된 센싱 신호의 변화가 기지정된 기준값 이상이면, 상기 센싱 신호의 변화가 발생한 시간으로 판별하는 단계를 포함하는 자기장 센싱 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서, 상기 가중치를 계산하는 단계는

상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치(z_k)를

수학식

$$z_k = t_{last}/t_k$$

(여기서 k 는 자기장 센서의 인덱스이고, t_k 는 k 번째 자기장 센서가 감지한 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 나타내고, t_{last} 는 센싱 신호 변화가 가장 느리게 발생한 시간을 나타낸다.)

에 따라 계산하는 자기장 센싱 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 위치를 판별하는 단계는

상기 다수의 자기장 센서 각각의 배열 위치에 따른 각도(ϕ_k)와 상기 가중치(z_k)로부터 상기 자성체의 위치(x , y)를 수학식

$$x = \sum_{k=1}^m z_k \times \cos(\phi_k), \quad y = \sum_{k=1}^m z_k \times \sin(\phi_k)$$

에 따라 계산하고, 상기 자성체의 상대적 방향(ϕ)을 수학식

$$\phi = \arctan(y/x)$$

로 계산하는 자기장 센싱 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기장 센싱 장치 및 방법에 관한 것으로, 지구 자기장에 의한 자기장의 변화와 주변 자성체에 의한 자기장의 변화를 이용하여 주변 환경을 능동적으로 감지할 수 있는 자기장 센싱 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 센서 기술이 발전하고, 다양한 종류의 사물 인터넷(IoT)과 인공 지능 기기의 보급이 확대됨에 따라 주변 환경에 대해 다양한 방식으로 감지하기 위한 요구가 증가되고 있다. 일례로 로봇 청소기의 경우, 주변 환경을 자동으로 감지하여 장애물을 회피하면서 청소를 수행할 수 있다.

[0003] 이러한 센서들 중 자기장 센서는 자성체의 감지를 위해 널리 이용되고 있다. 그러나 기존의 자기장 센서를 위한 감지 센서는 단순히 자성체의 유무 또는 자성체의 거리 정도만을 감지할 수 있어 주변 환경에서의 자성체의 존재 여부는 감지할 수 있는 반면, 자성체의 위치 등을 정확하게 판별하기 어렵다는 한계가 있다.

[0004] 또한 경우에 따라서는 주변의 자성체뿐만 아니라 지구 자기장(Earth's magnetic field)을 정확하게 감지할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1381568호 (2014.03.31 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 지구 자기장과 함께 솔레노이드를 이용하여 발생시킨 자기장의 변화를 감지하여 주변에 위치하는 자성체의 위치를 정확하게 감지할 수 있는 자기장 센싱 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 센싱 장치는 기지정된 방향으로 배치되고, 자기장 발생 신호에 응답하여 자기장을 발생시키는 솔레노이드; 상기 솔레노이드를 중심으로 기지정된 거리에서 서로 기지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치되고, 각각 자기장을 감지하여 센싱 신호를 출력하는 다수의 자기장 센서; 및 기지정된 주기 및 파형을 갖는 상기 자기장 발생 신호를 상기 솔레노이드로 인가하는 동안 인가된 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가되는 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 분석하고, 분석된 시간을 기반으로 상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치를 계산하며, 기저장된 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보와 계산된 가중치에 따라 자성체의 위치를 판별하는 판별부; 를 포함한다.

[0008] 상기 판별부는 상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치(z_k)를 수학적식 $z_k = t_{last}/t_k$ (여기서 k 는 자기장 센서의 인덱스이고, t_k 는 k 번째 자기장 센서가 감지한 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 나타내고, t_{last} 는 센싱 신호 변화가 가장 느리게 발생한 시간을 나타낸다.)에 따라 계산할 수 있다.

[0009] 상기 판별부는 상기 다수의 자기장 센서 각각의 배열 위치에 따른 각도(ϕ_k)와 상기 가중치(z_k)로부터 상기 자성체의 위치(x, y)를 수학적식 $x = \sum_{k=1}^m z_k \times \cos(\phi_k), y = \sum_{k=1}^m z_k \times \sin(\phi_k)$ 에 따라 계산하고, 상기 자기장 센싱 장치에 대한 상기 자성체의 상대적 방향(ϕ)을 수학적식 $\phi = \arctan(y/x)$ 로 계산할 수 있다.

[0010] 상기 판별부는 상기 솔레노이드로 상기 자기장 발생 신호를 인가하지 않는 동안, 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가된 센싱 신호를 DC 신호로 획득하고, 상기 자기장 발생 신호를 인가하는 동안 획득된 센싱 신호의 변화가 기지정된 기준값 이상이면, 상기 센싱 신호의 변화가 발생된 시간으로 판별할 수 있다.

[0011] 상기 판별부는 상기 DC 신호와 상기 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보를 이용하여, 상기 자기장 센싱 장치의 방향을 판별할 수 있다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기장 센싱 방법은 기지정된 방향으로 배치된 솔레노이드 및 상기 솔레노이드를 중심으로 기지정된 거리에서 서로 기지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치되어 자기장을 감지하는 다수의 자기장 센서를 포함하는 자기장 센싱 장치의 자기장 센싱 방법에 있어서, 상기 솔레노이드로 기지정된 주기 및 파형을 갖는 자기장 발생 신호를 인가하여 자기장을 발생하는 단계; 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 센싱 신호를 획득하는 단계; 상기 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 분석하는 단계; 분석된 시간을 기반으로 상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치를 계산하는 단계; 및 기저장된 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보와 계산된 가중치에 따라 자성체의 위치를 판별하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 자기장 센싱 장치 및 방법은 기지정된 방향으로 배치된 솔레노이드로 자기장 발생 신호를 인가하여 자기장을 발생시키고, 솔레노이드를 중심으로 기지정된 거리에서 서로 기지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치된 다수의 자기장 센서를 이용하여 감지되는 센싱 신호의 변화 세기의 시간차를 분석하여 주변에 존재하는 자성체의 위치를 정확하게 판별할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 센싱 장치를 나타낸다.
 도 3은 본 실시예에 따른 자기장 센싱 장치가 회전하는 동안, 다수의 자기장 센서에서 감지되는 DC 신호의 일례를 나타낸다.
 도 4 및 도 5는 도 1의 판별부가 자성체의 위치를 판별하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
 도 6은 본 실시예의 자기장 센싱 장치를 이용한 실험 환경을 나타낸다.
 도 7 및 도 8은 각각 도 6의 실험 환경에서 획득되는 DC 신호의 변화와 AC 신호의 변화를 나타낸다.
 도 9는 도 6의 실험 환경에서 DC 신호와 AC 신호 각각에 대해 위치를 추정한 경우에 발생하는 오차와 DC 신호와 AC 신호를 함께 이용하여 위치를 추정한 경우에 발생하는 오차를 비교한 도면이다.
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 센싱 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0016] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러

나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

- [0017] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0018] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 센싱 장치를 나타내며, 도 1은 본 실시예의 자기장 센싱 장치의 상면도를 나타내고, 도 2는 사시도를 나타낸다.
- [0019] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 자기장 센싱 장치는 인가되는 자기장 발생 신호에 응답하여 자기장을 발생시키는 솔레노이드(110), 솔레노이드(110)를 중심으로 기지정된 거리에서 서로 기지정된 각도로 이격되어 원 형태의 어레이로 배치되는 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 및 솔레노이드(110)로 기지정된 파형의 자기장 발생 신호를 전달하고, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)에서 감지된 신호를 분석하여 방위 및 자성체의 위치를 판별하는 판별부(130)를 포함한다.
- [0020] 솔레노이드(110)는 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)가 배열된 원형 어레이의 중앙에 기지정된 방향으로 배치되고, 판별부(130)에서 전송되는 자기장 발생 신호에 응답하여 배치된 방향에 대응하는 자기장을 발생한다. 특히 본 실시예에서 솔레노이드(110)는 기지정된 주기(예를 들면, 1Hz)와 파형을 갖는 자기장 발생 신호를 인가 받고, 인가된 자기장 발생 신호에 응답하여 규칙적으로 자기장을 발생할 수 있다. 일례로 자기 발생 신호는 구형파의 파형을 가질 수 있다.
- [0021] 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)는 전방향을 감지할 수 있도록 서로 기지정된 각도만큼 이격된 원 형태의 어레이로 배열된다. 이때 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)는 균등한 각도로 이격되어 배치된다. 즉 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)는 $360/n$ 도 단위로 서로 이격되어 배치된다. 도 1에서는 일례로 8개의 자기장 센서가 배열된 경우를 도시하였으며, 이에 8개의 자기장 센서는 $360/8 = 45$ 도 단위로 이격되어 배치되었다.
- [0022] 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)는 기본적으로 지구 자기장을 감지할 수 있다. 이때 원 형의 어레이로 배열된 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)는 배치 방향에 따라 서로 다른 세기로 지구 자기장을 감지하게 된다. 따라서 자기장 센싱 장치가 회전하거나 이동하지 않으면, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각은 거의 균일한 세기의 지구 자기장을 감지한다.
- [0023] 또한 원 형의 어레이로 배열된 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)의 중심에서 기지정된 방향으로 배치된 솔레노이드(110)가 판별부(130)에서 전달된 자기장 발생 신호에 응답하여 자기장을 기지정된 방향으로 발생하므로, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각은 솔레노이드(110)에서 규칙적으로 발생된 자기장을 감지한다. 이때, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각은 솔레노이드(110)에 대한 상대적인 배치 방향에 따라 솔레노이드(110)에서 발생된 자기장을 서로 다른 세기로 검출할 수 있다.
- [0024] 특히 솔레노이드(110)에서 발생된 자기장은 자기장 센싱 장치의 주변에도 영향을 미치며, 자기장 센싱 장치의 주위에 솔레노이드(110)에서 발생된 자기장에 의해 자기화되는 자성체 장애물이 존재하는 경우, 장애물에 의해 자기장의 변화가 발생하게 된다. 따라서 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)에서 감지되는 센싱 신호의 세기, 즉 센싱값은 자성체 장애물에 의해 변화하게 된다.
- [0025] 본 실시예에서 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각은 X축, Y축 및 Z축의 3축 방향에서 자기장을 감지하는 3축 자기장 센서 모듈로 구현될 수 있으며, X축, Y축 및 Z축 각각의 방향으로 선택적으로 자기장을 감지하도록 구성될 수 있다.
- [0026] 여기서 X축, Y축 및 Z축 방향은 각각 원형 어레이의 접선 방향이고, Y축 방향은 원형 어레이의 중심에서 외곽으로의 방사 방향이며, Z축 방향은 원형 어레이로 배치된 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)의 하부면 방향일 수 있다.
- [0027] 일례로 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각은 자신의 배치 방향을 기준으로 X축 방향의 자기장을 우선 감지하고, 이후 Y축 및 Z축 방향의 자기장을 순차적으로 감지할 수 있다. 만일 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)가 3축 방향의 자기장을 선택적으로 감지하도록 구성된 경우, 자기장 센서(121 ~ 12n)가 자기장을 감지하는 방향은 판별부(130)에 의해 제어될 수 있다. 그러나 본 실시예는 이에 한정되지 않으며, 다수의 자기장 센서(121 ~

12n)는 방향성에 무관하게 자기장을 감지하도록 구성될 수도 있다.

- [0028] 한편, 판별부(130)는 솔레노이드(110)와 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각과 전기적으로 연결되어, 솔레노이드(110)로 자기장 발생 신호를 전송하고, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각이 감지한 자기장의 세기에 따른 센싱 신호를 인가 받는다. 그리고 판별부(130)는 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)로부터 인가된 센싱 신호를 분석하여 주변의 존재하는 자성체의 위치를 판별한다.
- [0029] 판별부(130)는 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)의 위치가 미리 저장되어 있으며, 솔레노이드(110)로 자기 발생 신호를 인가하지 않는 동안 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)에서 인가된 센싱 신호와 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)의 위치를 이용하여, 자기장 센싱 장치의 방향을 판별할 수 있다. 지구 자기장은 항상 일정한 방향을 이루고 있으므로, 판별부(130)는 솔레노이드(110)에서 자기장이 발생되지 않는 동안, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)에서 인가된 센싱 신호의 세기를 판별하여, 자기장 센싱 장치의 방향을 판별할 수 있으며, 자기장 센싱 장치의 회전 방향을 판별할 수 있다.
- [0030] 여기서 지구 자기장은 항상 거의 균일한 자기장의 세기를 유지하므로, 지구 자기장에 의해 감지된 센싱 신호의 성분을 DC 신호로 정의한다. 즉 DC 신호는 솔레노이드(110)가 자기장을 발생하지 않는 동안 획득되는 센싱 신호로 볼 수 있다.
- [0031] 다만 솔레노이드(110)가 자기장을 발생하지 않더라도 자기 센싱 장치 주변의 자성체에 의한 자기장의 변화가 발생될 수 있다. 이 경우 판별부(130)는 DC 신호의 변화를 분석하여 주변 자성체의 존재 및 위치를 판별할 수 있다.
- [0032] 한편, 판별부(130)는 솔레노이드(110)로 자기 발생 신호를 인가하고, 자기 발생 신호에 응답하여 솔레노이드(110)가 규칙적으로 자기장을 발생하는 동안, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)에서 인가된 센싱 신호의 변화와 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)의 위치를 이용하여 자기장 센싱 장치의 주변에 자성체가 존재하는지 여부를 판별할 수 있다. 뿐만 아니라, 자성체가 존재하는 경우, 자성체의 위치를 판별할 수 있다.
- [0033] 여기서 솔레노이드(110)는 기지정된 주기와 파형(일예로 구형파)를 갖는 자기 발생 신호에 응답하여 가변되는 자기장을 발생하므로, 솔레노이드(110)에서 발생된 자기장에 의해 감지된 센싱 신호의 성분은 AC 신호로 정의한다. 즉 AC 신호는 솔레노이드(110)가 자기 발생 신호에 응답하여 자기장을 발생하는 동안 획득되는 센싱 신호에서 DC 신호를 차감한 볼 수 있다.
- [0034] 판별부(130)는 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각의 위치에 대비하여 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간차를 분석하여 자성체의 위치를 판별할 수 있다.
- [0035] 판별부(130)가 자성체의 위치를 판별하는 방식에 대한 구체적인 설명은 후술하도록 한다.
- [0036] 한편 본 실시예에 따른 자기장 센싱 장치는 도 2에 도시된 바와 같이, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)와 솔레노이드(110)가 기지정된 위치에 정확하게 배치되도록 거치부(140)를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 도 3은 본 실시예에 따른 자기장 센싱 장치가 회전하는 동안, 다수의 자기장 센서에서 감지되는 DC 신호의 일예를 나타낸다. 도 3에서는 8개의 자기장 센서(Sensor0 ~ Sensor7)를 구비하는 자기장 센싱 장치가 제자리에서 회전하고, 주변에 자성체가 존재하지 않는 경우를 도시하였다. 또한 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각이 X축, Y축 및 Z축 각각의 방향에서 자기장을 감지한 경우를 나타낸다.
- [0038] 도 3을 참조하면, 8개의 자기장 센서(Sensor0 ~ Sensor7)에서 감지된 센싱 신호 중 X축 방향과 Y축 방향에서 감지된 센싱 신호의 경우, 자기장 센싱 장치가 회전하는 동안 지구 자기장에 의해 사인파의 형태로 감지된다. 그러나 Z축 방향에서 감지된 센싱 신호의 경우, 자기장 센싱 장치가 수평 회전하므로, 파형의 변화가 거의 없다는 것을 알 수 있다.
- [0039] 따라서 판별부(130)는 X축 방향과 Y축 방향에서 감지된 센싱 신호 중 적어도 하나로부터 자기장 센싱 장치의 방향을 판별할 수 있으며, 일예로 원형 어레이의 중심에서 외곽으로의 방사 방향인 Y축 방향에서 감지된 센싱 신호와 자기장 센서(Sensor0 ~ Sensor7)의 배치 위치를 이용하여 자기장 센싱 장치의 방향을 판별할 수 있다.
- [0040] 도 4 및 도 5는 도 1의 판별부가 자성체의 위치를 판별하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 도 4에서 (a)는 설명의 편의를 위해 XY 평면 상에 대각선 방향으로 배치된 4개의 자기장 센서(S1~ S4)를 나타낸다.

[0042] (a)를 참조하면, 4개의 자기장 센서(S1 ~ S4)는 중 제1 자기장 센서(S1)는 X축을 기준으로 45도 각도에 배치되고, 제2 자기장 센서(S2)는 135도 각도에 배치되며, 제3 및 제4 자기장 센서(S3, S4)는 각각 225도 및 315 각도에 배치되어 있다. 여기서 X축을 실수축(Re)로, 그리고 Y축을 허수축(Im)으로 하고, 4개의 자기장 센서(S1 ~ S4) 각각이 원점으로부터 기준 거리($r = 1$)에 위치한다고 하면, 4개의 자기장 센서(S1 ~ S4) 각각의 위치는 수학식 1과 같이 복소수로 표현될 수 있다.

수학식 1

[0043]
$$S_k = \cos\theta_k + i \sin\theta_k$$

[0044] 여기서 k 는 자기장 센서의 인덱스를 나타낸다.

[0045] 한편 도 4에서 (b)는 4개의 자기장 센서(S1 ~ S4)에서 전달된 센싱 신호의 변화가 감지된 시간차를 나타내고, (c)는 자기장 센서(S1~ S4)의 위치와 시간차에 따라 부여되는 점수(z)를 나타낸다.

[0046] 도 4의 (b)에 나타난 바와 같이, 4개의 자기장 센서(S1 ~ S4)에서 변화가 감지되는 시간(t_k)이 각각 0.3s, 0.5s, 0.7s 및 0.6s 인 경우, 판별부(130)는 시간차에 반비례하는 가중치(z_k)를 계산하여 (c)와 같이 획득할 수 있다.

[0047] 일례로 판별부(130)는 수학식 2와 같이 가장 늦은 감지 시간(t_{last})(여기서는 $t_3 = 0.7s$)을 각 감지 시간($t_1 \sim t_4$)으로 나누어 가중치(z_k)를 계산할 수 있다.

수학식 2

[0048]
$$z_k = t_{last}/t_k$$

[0049] 4개의 자기장 센서(S1 ~ S4) 각각에 대한 가중치(z_k)가 계산되면, 판별부(130)는 도 5의 (a)에 도시된 자기장 센서(S_k) 각각의 위치에 (b)에 도시된 가중치(z_k)를 곱하여, (c)와 같은 자성체의 위치 벡터를 획득할 수 있다. 그리고 획득된 위치 벡터로부터 자성체의 방향(ϕ)을 판별할 수 있다.

[0050] 자성체의 위치를 원좌표($ze^{i\phi}$) 및 직교 좌표로 수학식 3과 같이 표현할 수 있다.

수학식 3

[0051]
$$ze^{i\phi} = \sum_{k=1}^m z_k e^{i\phi_k} = x + yi$$

[0052] 여기서 z 는 원점으로부터 자성체까지의 거리를 나타내고, ϕ 는 각도를 나타낸다.

[0053] 수학식 3에서 직교 좌표(x, y)는 각각 수학식 4로 계산될 수 있다.

수학식 4

[0054]
$$x = \sum_{k=1}^m z_k \times \cos(\phi_k), \quad y = \sum_{k=1}^m z_k \times \sin(\phi_k)$$

[0055] 그리고 수학식 4에 따라 자성체의 방향을 나타내는 각도(ϕ)는 수학식 5로 계산된다.

수학식 5

[0056]
$$\phi = \arctan(y/x)$$

[0057] 도 6은 본 실시예의 자기 센싱 장치를 이용한 실험 환경을 나타내고, 도 7 및 도 8은 각각 도 6의 실험 환경에서 획득되는 DC 신호의 변화와 AC 신호의 변화를 나타낸다.

[0058] 도 6에서도 도 1에서와 같이 8개의 자기장 센서(S₀ ~ S₇)가 원형 어레이로 배열된 경우이고, 금속구가 45도, 22도, 0도, -22도 및 -45도의 5가지 각도 위치에 배치되는 경우를 도시하였으며, 각 각도 위치에서 금속구는 자기 센싱 장치로부터 균일한 거리(예를 들면 5cm) 거리에 위치하는 경우를 가정하였다. 그리고 도 7 및 도 8에서 (a) 내지 (e)는 금속구의 5가지 각도 위치에 배치에 따른 DC 신호의 변화와 AC 신호의 변화를 나타낸다.

[0059] 도 7 및 도 8에서 DC 신호의 변화와 AC 신호의 변화는 다수의 자기장 센서(S₀ ~ S₇)가 X축, Y축 및 Z축 방향에서 각각 감지한 자기장 변화(δX , δY , δZ)로부터 수학식 6에 따라 계산되었다.

수학식 6

[0060]
$$\sqrt{\delta X^2 + \delta Y^2 + \delta Z^2}$$

[0061] 도 7 및 도 8을 참조하면, 금속구가 45도, 22도, 0도, -22도 및 -45도의 5가지 각도 위치에 순차적으로 배치됨에 따라, 자성체와 가장 가까운 위치의 센서에서 감지한 DC 신호의 변화가 크게 나타남을 확인할 수 있다.

[0062] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 판별부(130)는 DC 신호 또는 AC 신호 중 적어도 하나를 분석하여 주변에 자성체의 존재 및 위치를 판별할 수 있다. 그러나 DC 신호만을 이용하여 자성체의 위치를 판별하는 경우, 강 자성체에 대해서는 상대적으로 용이하게 감지할 수 있는 반면, 약 자성체에 대해서는 감지 성능이 크게 저하된다는 한계가 있다. 그러나 AC 신호만을 이용하여 자성체의 위치를 판별하는 경우, 신호의 변화 폭이 크지 않아 판별 거리가 짧을 뿐만 아니라 정확한 판별이 어렵다는 문제가 있다.

[0063] 이에 본 실시예에 따른 자기 센싱 장치는 AC 신호뿐만 아니라 DC 신호를 함께 이용하여 자성체 장애물함으로서 자성체의 위치를 정확하게 판별할 수 있도록 한다.

[0064] 도 9는 도 6의 실험 환경에서 DC 신호와 AC 신호 각각에 대해 위치를 추정한 경우에 발생하는 오차와 DC 신호와 AC 신호를 함께 이용하여 위치를 추정한 경우에 발생하는 오차를 비교한 도면이다.

[0065] 도 9를 참조하면, DC 신호만을 이용하는 경우 평균 오류도는 3.7049도로 나타나고, AC 신호만을 이용하는 경우 평균 오류도는 14.9156도로 나타난다. 그에 반해, DC 신호와 AC 신호를 모두 이용하는 경우, 평균 오류도는 1.6807도로서 DC 신호만을 이용하거나 AC 신호만을 이용하는 경우에 비해 매우 정확하게 자성체 장애물이 위치하는 방향을 감지할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0066] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 센싱 방법을 나타낸다.

[0067] 도 1 내지 도 9를 참조하여, 도 10의 자기장 센싱 방법을 설명하면, 우선 원형의 어레이로 배열된 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각에서 자기장을 감지한 DC 신호를 인가받아 획득한다(S11). 여기서 DC 신호는 지구 자기장을 감지하여 획득된 신호일 수 있다. 그리고 획득된 DC 신호를 분석하여, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각의 DC 신호의 크기를 판별한다(S12). 이때, DC 신호의 크기와 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)의 배치 위치를 이용하여, 자기장 센싱 장치의 방향을 함께 판별할 수 있다.

[0068] 이후, 원형의 어레이로 배열된 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n)의 중앙에 기지정된 방향으로 배치된 솔레노이드(110)로 기지정된 주기와 파형을 갖는 자기장 발생 신호를 인가하여, 솔레노이드(110)에서 배치 방향에 대응하는 자기장이 발생되도록 한다(S13).

[0069] 그리고 솔레노이드(110)에서 발생된 자기장과 지구 자기장에 의해 발생된 자기장을 감지한 센싱 신호를 획득한

다(S14). 센싱 신호가 획득되면, 획득된 센싱 신호에서 솔레노이드(110)에서 발생된 자기장에 의한 AC 신호를 분석하여, AC 신호의 크기를 판별한다(S15). 이때, AC 신호는 센싱 신호에서 DC 신호를 차감하여 획득될 수 있다.

[0070] 이후, 센싱 신호의 변화가 발생하는지 판별한다(S16). 센싱 신호는 자성체 등의 장애물이 자기 센싱 장치의 주변에 위치하는 경우에 발생하게 되며, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 중 적어도 하나의 자기장 센서에서 감지된 센싱 신호의 변화가 기지정된 기준값 이상이면, 센싱 신호의 변화가 발생된 것으로 판별할 수 있다.

[0071] 만일 센싱 신호의 변화가 발생된 것으로 판별되면, 다수의 자기장 센서(121 ~ 12n) 각각에서 감지된 센싱 신호의 변화 세기에 기반하여 변화가 발생하는 시간차에 반비례하는 가중치(z_k)를 수학적 식 2에 따라 계산한다(S17).

[0072] 그리고 수학적 식 1에 따라 복소수 형태로 표현되는 자기장 센서(121 ~ 12n)의 위치에 수학적 식 3 및 4와 같이 가중치(z_k)를 곱하여, 자성체의 위치 판별하고, 판별된 자성체의 위치로부터 자성체의 방향을 판별한다(S18).

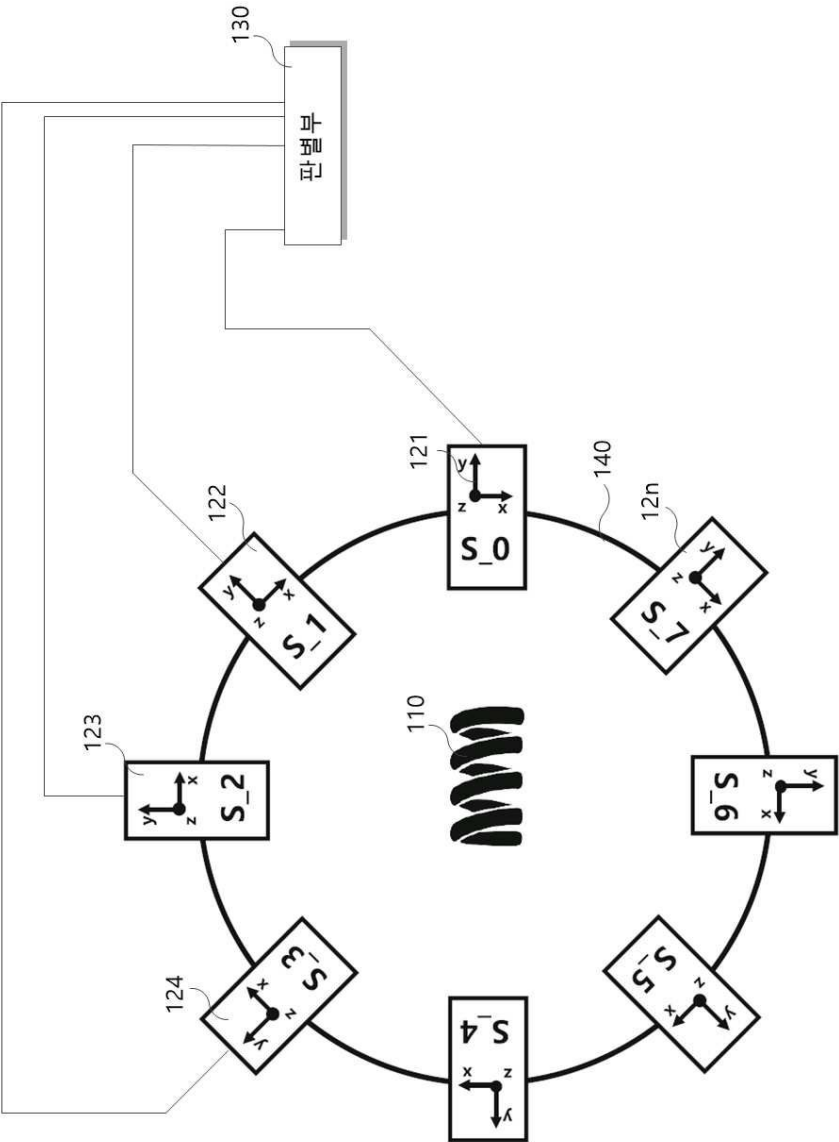
[0073] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행 시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0074] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

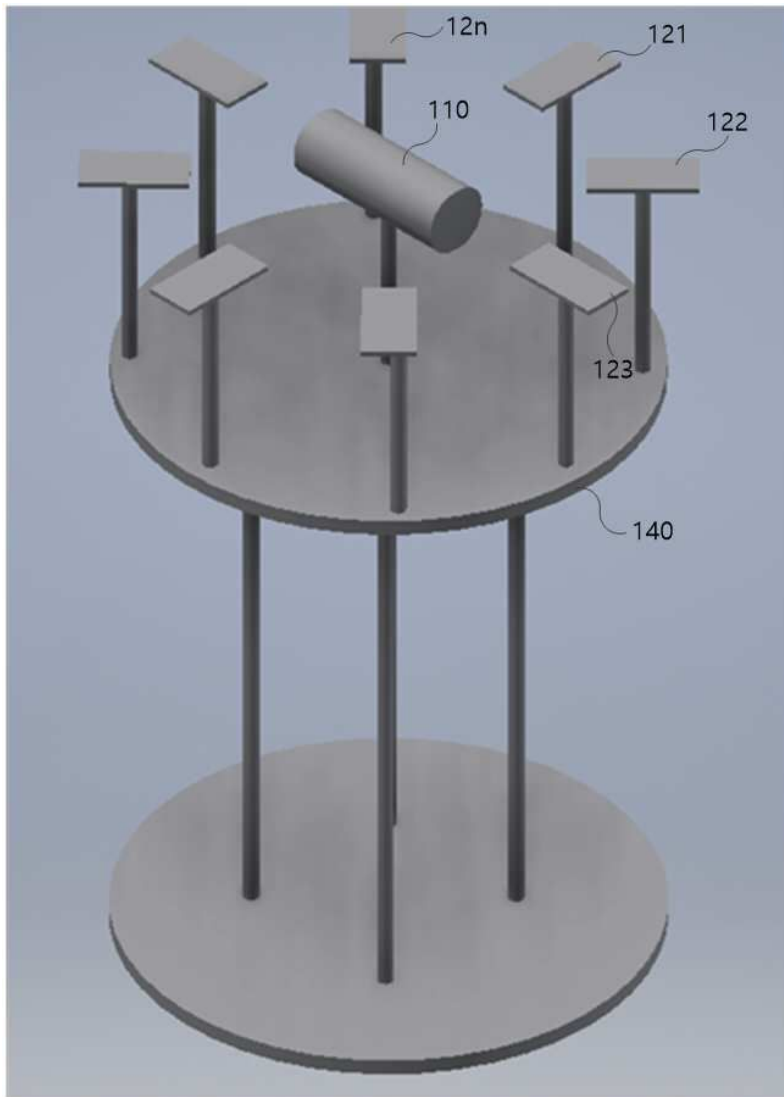
[0075] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

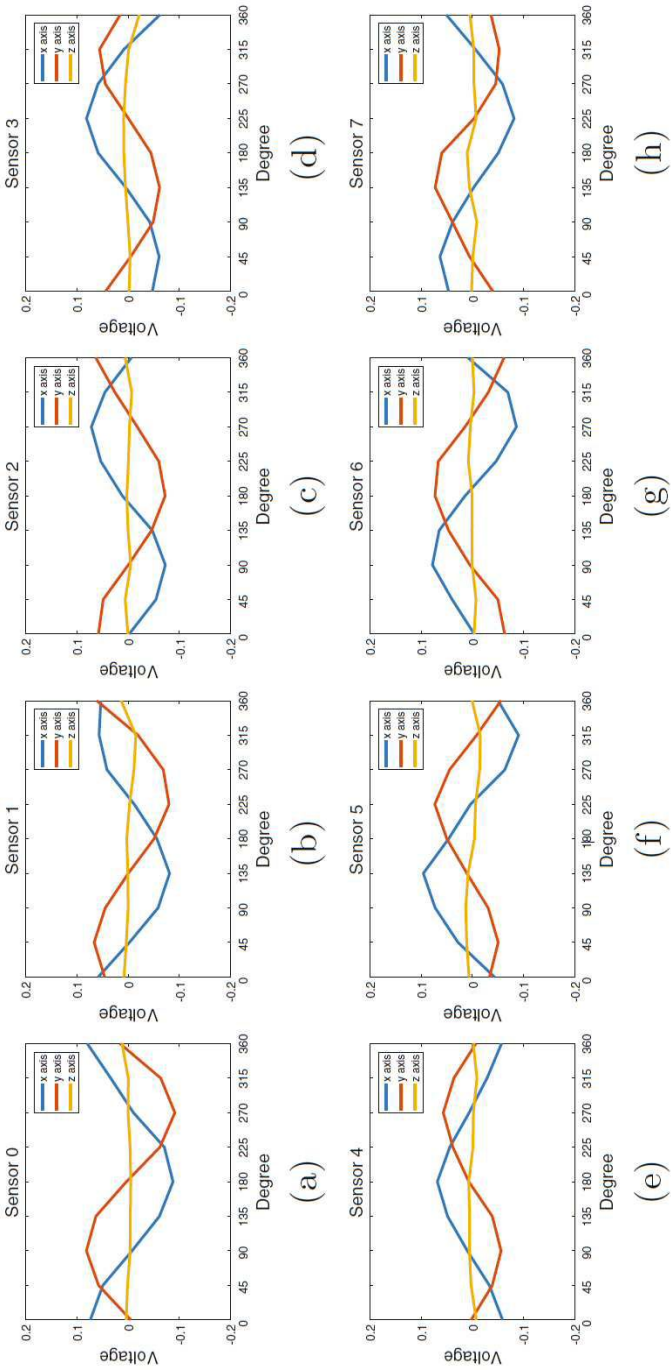
도면1



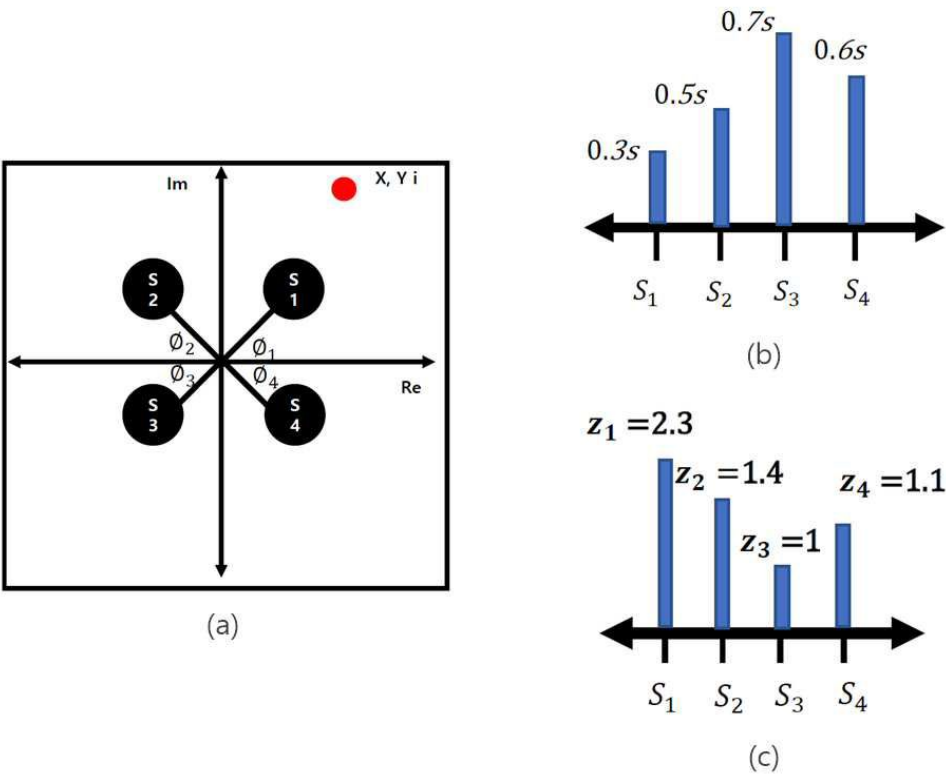
도면2



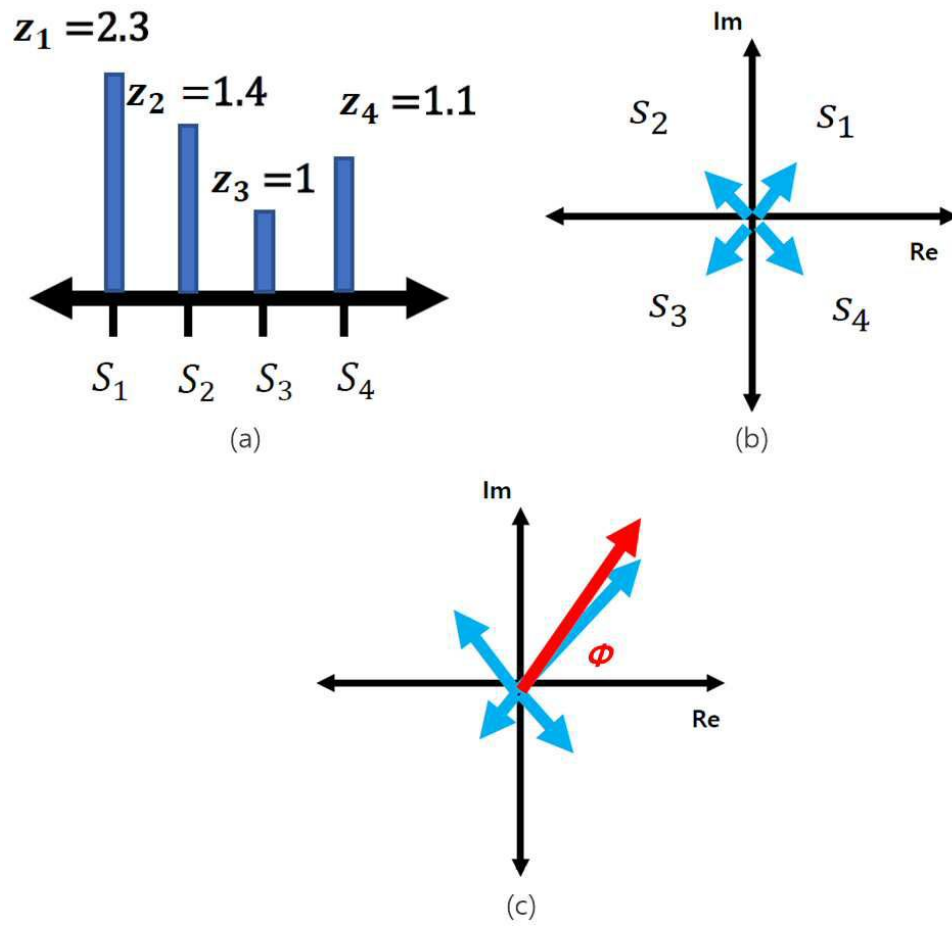
도면3



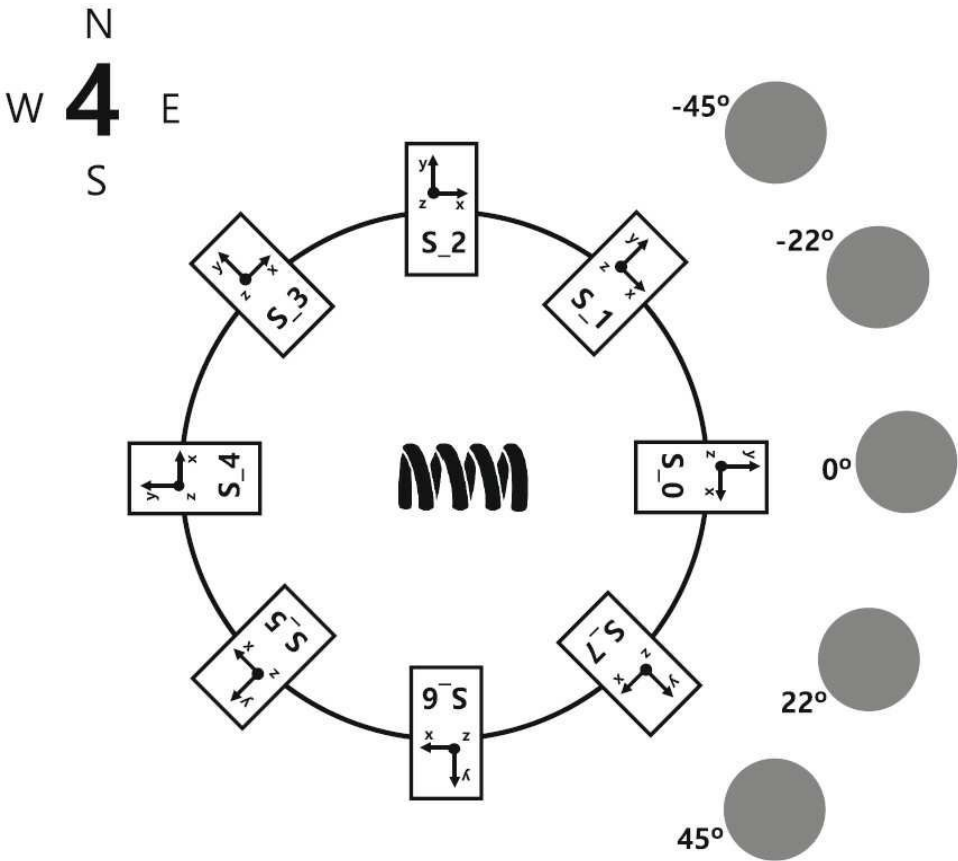
도면4



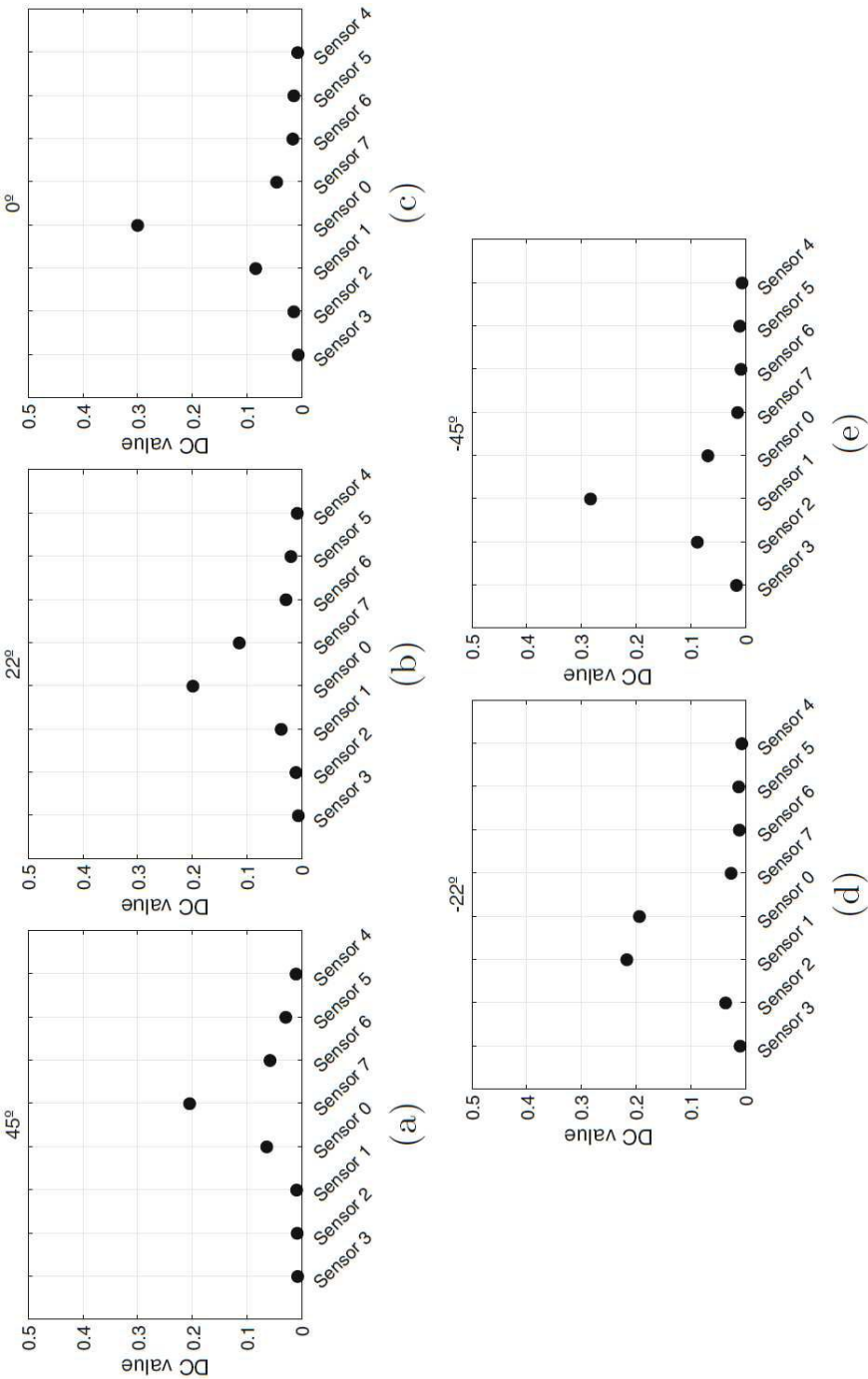
도면5



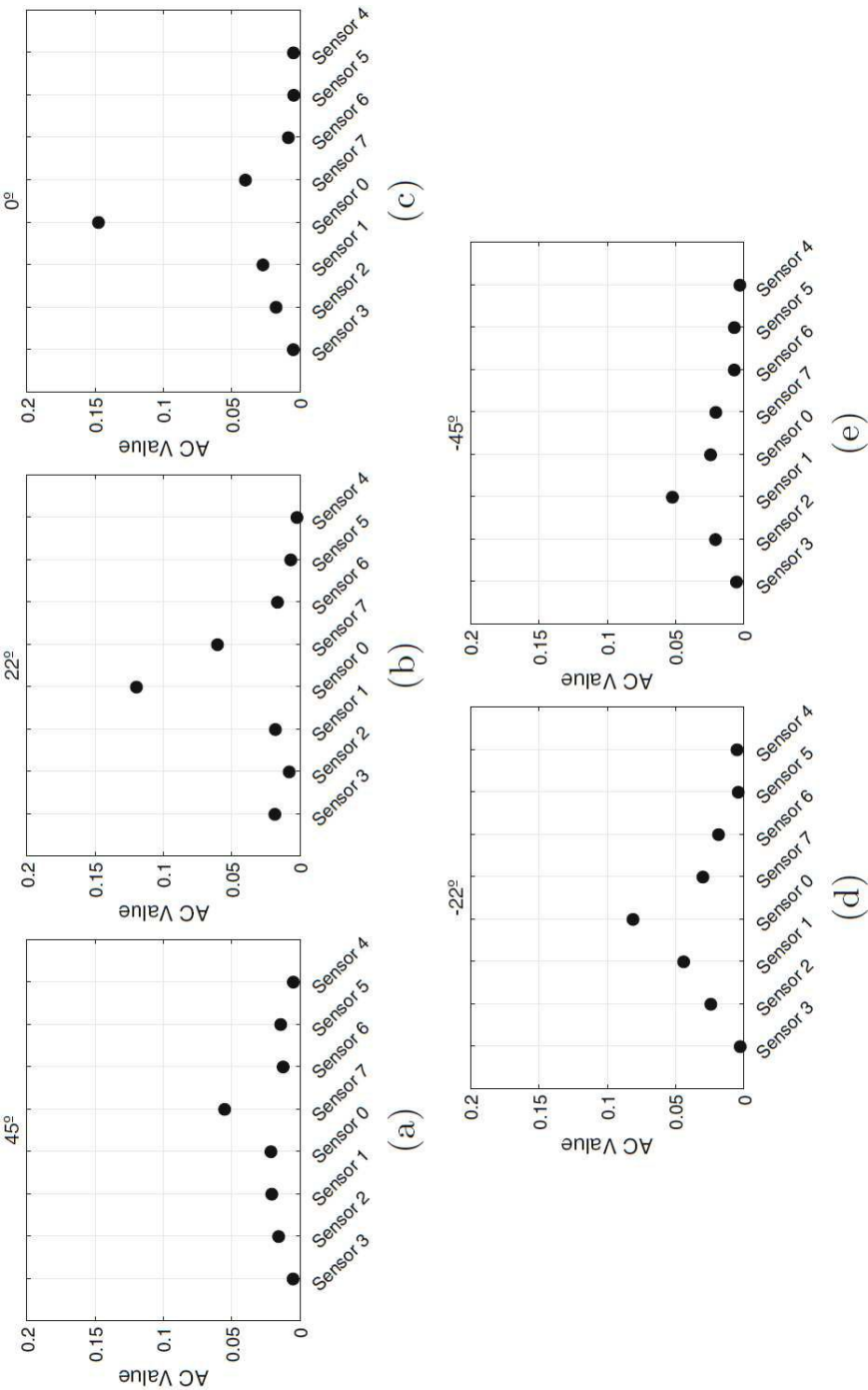
도면6



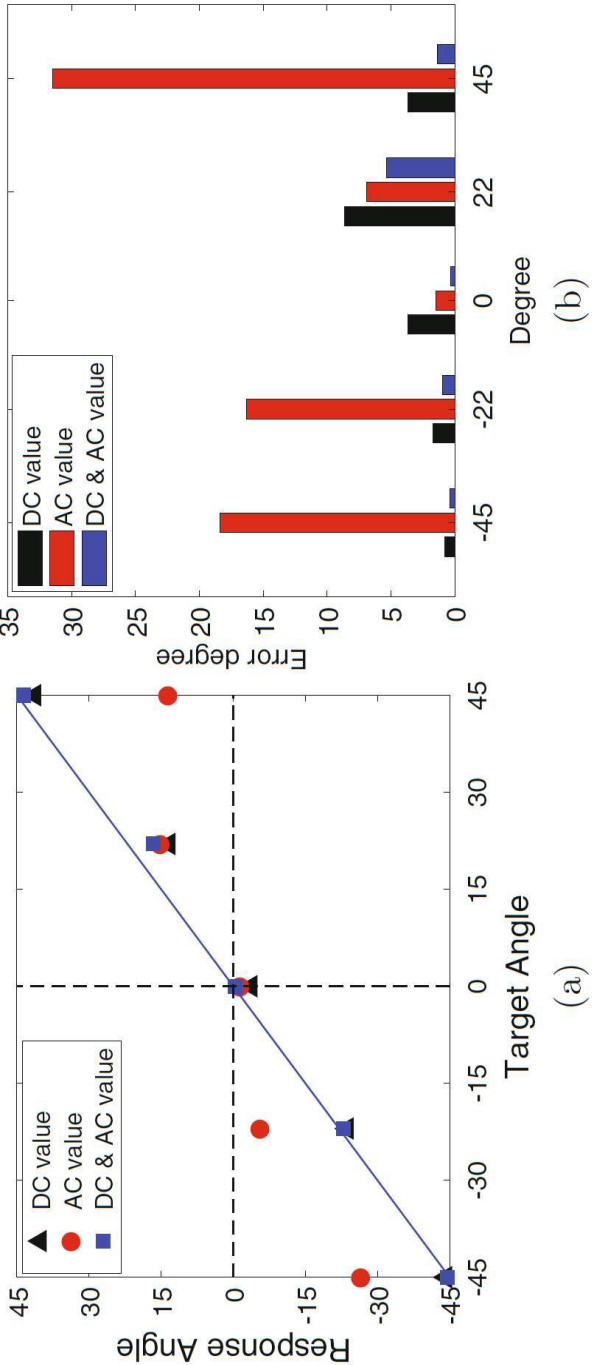
도면7



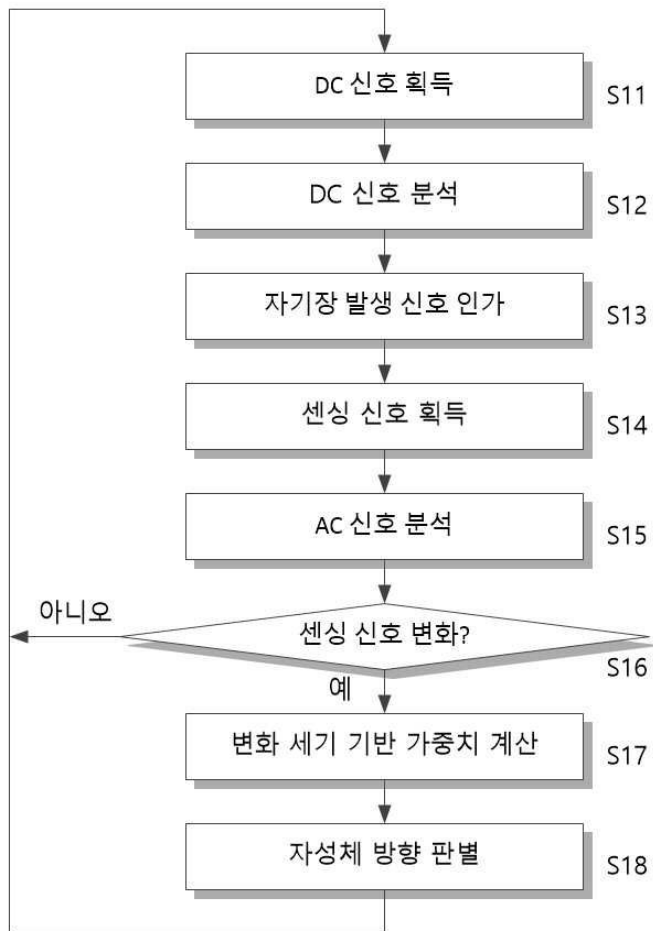
도면8



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

기 지정된 방향으로 배치된 솔레노이드 및 상기 솔레노이드를 중심으로 기 지정된 거리에서 서로 기 지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치되어 자기장을 감지하는 다수의 자기장 센서를 포함하는 자기장 센싱 장치의 자기장 센싱 방법에 있어서,

상기 솔레노이드로 기 지정된 주기 및 파형을 갖는 자기장 발생 신호를 인가하여 자기장을 발생시키는 단계;

상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 센싱 신호를 획득하는 단계;

상기 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 분석하는 단계;

분석된 시간을 기반으로 상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치를 계산하는 단계; 및

기 지정된 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보와 계산된 가중치에 따라 자성체의 위치를 판별하는 단계; 를 포함하되,

상기 위치를 판별하는 단계는

상기 솔레노이드로 상기 자기장 발생 신호를 인가하지 않는 동안, 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가된 센싱 신호를 DC 신호로 획득하는 단계; 및

상기 자기장 발생 신호를 인가하는 동안 획득된 센싱 신호의 변화가 기 지정된 기준값 이상이면, 상기 센싱 신호

의 변화가 발생된 시간으로 판별하는 단계를 포함하는 자기장 센싱 방법.

【변경후】

기지정된 방향으로 배치된 솔레노이드 및 상기 솔레노이드를 중심으로 기지정된 거리에서 서로 기지정된 각도로 이격되어 원형 어레이로 배치되어 자기장을 감지하는 다수의 자기장 센서를 포함하는 자기장 센싱 장치의 자기장 센싱 방법에 있어서,

상기 솔레노이드로 기지정된 주기 및 파형을 갖는 자기장 발생 신호를 인가하여 자기장을 발생하는 단계;

상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 센싱 신호를 획득하는 단계;

상기 센싱 신호의 변화가 발생하는 시간을 분석하는 단계;

분석된 시간을 기반으로 상기 다수의 자기장 센서 각각에 대한 가중치를 계산하는 단계; 및

기지정된 다수의 자기장 센서 각각의 위치 정보와 계산된 가중치에 따라 자성체의 위치를 판별하는 단계; 를 포함하되,

상기 위치를 판별하는 단계는

상기 솔레노이드로 상기 자기장 발생 신호를 인가하지 않는 동안, 상기 다수의 자기장 센서 각각으로부터 인가된 센싱 신호를 DC 신호로 획득하는 단계; 및

상기 자기장 발생 신호를 인가하는 동안 획득된 센싱 신호의 변화가 기지정된 기준값 이상이면, 상기 센싱 신호의 변화가 발생된 시간으로 판별하는 단계를 포함하는 자기장 센싱 방법.