



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월11일
 (11) 등록번호 10-1988186
 (24) 등록일자 2019년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81B 7/02 (2017.01) *G01P 15/18* (2006.01)
 (52) CPC특허분류
B81B 7/02 (2013.01)
G01P 15/18 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2018-0169999
 (22) 출원일자 2018년12월27일
 심사청구일자 2018년12월27일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2008134743 A
 JP2010105659 A
 KR1020040040017 A
 KR1020080097911 A

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
 (72) 발명자
송진우
 서울특별시 강남구 도곡로 306, 105동 1201호(도곡동, 래미안그레이튼)
김응주
 충청남도 천안시 서북구 한들3로 100, 103동 1201호(백석동, 백석마을아이파크아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 6 항

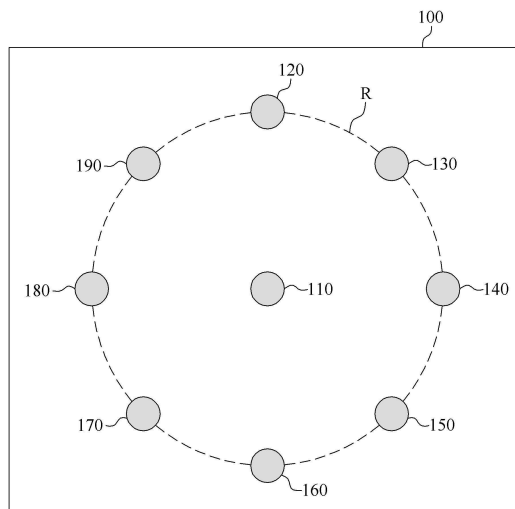
심사관 : 장창환

(54) 발명의 명칭 **MEMS 관성 센서 장치**

(57) 요약

FDI 성능 및 레버암 효과를 고려한 MEMS 관성 센서 장치가 개시된다. 개시된 MEMS 관성 센서 장치는 기관; 및 상기 기관에 배치된 홀수개의 관성 센서를 포함하며, 상기 관성 센서 중 하나는, 상기 관성 센서 장치의 무게 중심에 배치되며, 나머지 관성 센서는, 상기 무게 중심으로부터 동일한 거리만큼 이격되어 배치된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
B81B 2201/0228 (2013.01)

(72) 발명자

김용훈

경기도 오산시 수목원로 615, 108동 804호(세교동,
잔다리마을1단지아파트)

최민준

경기도 수원시 영통구 덕영대로1484번길 21, 102동
303호(망포동, 그대가 프리미어)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711075702

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신기술인력양성(정보화)

연구과제명 지능형 비행로봇 융합기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2018.06.01 ~ 2019.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치에 있어서,

기판; 및

상기 기판에 배치된 홀수개의 3축 관성 센서를 포함하며,

상기 관성 센서 중 하나는, 상기 관성 센서 장치의 무게 중심에 배치되며,

나머지 관성 센서는, 상기 무게 중심으로부터 동일한 거리만큼 이격되어 배치되며,

상기 기판의 좌표계에서의 기준축과, 상기 나머지 관성 센서의 좌표계에서의 기준축 사이의 각도(ψ_j)는 하기 수학적식에 따라 결정되는

MEMS 관성 센서 장치.

[수학적식]

$$\psi_j = \frac{\pi}{2} \frac{j}{n}$$

여기서, n은 상기 관성 센서의 개수, j는 0과 n-1사이의 정수로 상기 n개의 관성 센서의 인덱스를 나타냄.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 나머지 관성 센서는

한쌍씩 서로 마주 보도록 배치되며,

상기 나머지 관성 센서 사이의 각도는 모두 동일한

MEMS 관성 센서 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 무게 중심에 배치된 상기 관성 센서 중 하나는

상기 기판의 좌표계에서의 기준축의 방향과, 상기 무게 중심에 배치된 상기 관성 센서 중 하나의 좌표계에서의 기준축의 방향이 일치하도록 배치되는

MEMS 관성 센서 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치에 있어서,

기판; 및

상기 기판에 배치된 짝수개의 3축 관성 센서를 포함하며,

상기 짝수개의 관성 센서는, 상기 관성 센서 장치의 무게 중심으로부터 동일한 거리만큼 이격되어 배치되며,

상기 기판의 좌표계에서의 기준축과, 상기 짝수개의 관성 센서의 좌표계에서의 기준축 사이의 각도(ψ_j)는 하기 수학식에 따라 결정되는

MEMS 관성 센서 장치.

[수학식]

$$\psi_j = \frac{\pi}{2} \frac{j}{n}$$

여기서, n은 상기 관성 센서의 개수, j는 0과 n-1사이의 정수로 상기 n개의 관성 센서의 인덱스를 나타냄.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 짝수개의 관성 센서는

한쌍씩 서로 마주 보도록 배치되며,

상기 짝수개의 관성 센서 사이의 각도는 모두 동일한

MEMS 관성 센서 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치에 있어서,

기판; 및

상기 기판에 배치된 복수개의 3축 관성 센서를 포함하며,

상기 기판의 좌표계에서의 기준축과, 상기 복수개의 관성 센서의 좌표계에서의 기준축 사이의 각도(ψ_j)는 하기 수학식에 따라 결정되는

MEMS 관성 센서 장치.

[수학식]

$$\psi_j = \frac{\pi}{2} \frac{j}{n}$$

여기서, n은 상기 관성 센서의 개수, j는 0과 n-1사이의 정수로 상기 n개의 관성 센서의 인덱스를 나타냄.

청구항 9

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 MEMS 관성 센서 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 FDI 성능 및 레버암 효과를 고려한 MEMS 관성 센서 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 관성 센서 기술이 발전함에 따라, 저가의 관성센서가 널리 보급되기 시작하였고, 특히 MEMS 기술의 발전과 무인 이동체의 발달로 인해 소형 저가 관성센서에 대한 관심과 수요가 급증하고 있다. 또한 드론, 무인기, 자율주행 자동차, 무인잠수정 등의 무인이동체 기술의 발달로 인해 무인이동체의 안정성에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 이와 함께 로봇, 자동차, 드론 등의 무인화에 대한 요구가 높아지면서, 저가의 무인화 시스템에 관한 연구도 활발하게 진행되고 있다. 이러한 서로 다른 두 가지의 요구를 만족시키기 위해, 센서의 소형화, 저가화에 따른 성능 저하 및 신뢰성 저하를 극복할 수 있는 다중 센서 시스템(redundant sensor system)에 대한 연구가 민수부분에서도 급속도로 진행되고 있다.

[0004] 현재, 다중 센서 시스템은 주로 군수분야, 항공 우주 분야에서 연구되던 분야이나, 무인화 기술의 발달과 센서 기술의 발달로 인해 다른 분야에서도 개발 및 수요가 증가하고 있다. 다중 센서 시스템은 동일한 물리량을 측정하는 여러 개의 센서로 구성되어 있어 측정치의 정확도가 높아지는 장점이 있으며, 센서의 고장이 발생할 경우에도 여분의 센서를 이용하여 대처가 가능하다는 장점이 있다.

[0005] 다중 센서 시스템의 설계를 위해서는 일반적인 센서의 설계 시 고려되었던 것 이외에 추가적인 것들을 고려해야 한다. 여러 가지 고려사항들 중, 특히 추정 정확도 향상을 극대화하기 위한 최적 배치기법에 관한 연구와 센서 고장 감지 및 배제(fault detection and isolation, FDI) 성능을 극대화하기 위한 연구와 레버암(lever arm) 효과를 최소화하기 위한 연구들이 많이 진행되어 왔다.

[0006] 관련 선행문헌으로 특허 문헌인 대한민국 공개특허 제2017-0072327호, 비특허 문헌인 "H. J. Kim, J. W. Song, C. W. Kang, and C. G. Park, "FDI performance Analysis of Inertial Sensors on Multiple Conic Configuration," Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences, vol. 43, no. 11, pp. 943-951, 2015"가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 FDI 성능이 극대화되고 레버암 효과가 최소화될 수 있는 MEMS 관성 센서 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기관; 및 상기 기관에 배치된 홀수개의 관성 센서를 포함하며, 상기 관성 센서 중 하나는, 상기 관성 센서 장치의 무게 중심에 배치되며, 나머지 관성 센서는, 상기 무게 중심으로부터 동일한 거리만큼 이격되어 배치되는 MEMS 관성 센서 장치가 제공된다.

[0011] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 기관; 및 상기 기관에 배치된 짝수개의 관성 센서를 포함하며, 상기 짝수개의 관성 센서는, 상기 관성 센서 장치의 무게 중심으로부터 동일한 거리만큼 이격되어 배치되는 MEMS 관성 센서 장치가 제공된다.

[0012] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 기관; 및 상기 기관에 배치된 복수개의 3축 관성 센서를 포함하며, 상기 기관의 좌표계에서의 기준축과, 상기 관성 센서 각각의 좌표계에서의 기준축 사이의 각도는 90도보다 작은 서로 상이한 각도인 MEMS 관성 센서 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따르면, MEMS 관성 센서 장치의 FDI 성능이 극대화되고 레버암 효과가 최소화될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면

도 3 및 도 4는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0019] 가속도 센서, 자이로 센서 등과 같은 3축 MEMS 관성 센서가 복수개 탑재된 다중 센서 시스템의 항법 성능

($FOM_{nav,opt}$)을 나타내는 지표값은 [수학식 1]과 같이 계산된다고 알려져 있다.

수학식 1

[0020]
$$FOM_{nav,opt} = \frac{3}{n}$$

[0021] [수학식 1]에 따른 지표값이 작을수록 항법 성능이 우수함을 나타내며, [수학식 1]에서 n은 탑재된 3축 MEMS 관성 센서의 개수를 나타낸다.

[0022] 이와 같이, 센서의 개수가 증가할수록 다중 센서 시스템의 항법 성능은 향상되는데, 센서의 개수가 증가할수록 FDI 성능 및 레버암 효과가 중요해진다. FDI(Fault Detection and Isolation) 성능은 고장난 센서를 감지하고 배제하여 오류없는 측정값을 출력할 수 있는 센서 시스템의 성능을 의미한다. 다중 센서 시스템은 복수개의 센서가 이용되기 때문에, 고장난 센서의 감지가 용이해지도록 센서가 배치되는 것이 중요하다.

[0023] 또한 레버암 효과는 물체가 회전 할 때, 회전체의 중심점 이외의 점에서 회전력에 의해 생기는 가속도에 의한 효과를 의미한다. 단일 센서 시스템의 경우 단일 센서를 항체의 무게 중심에 배치한다고 가정하기 때문에 레버암 효과가 무시될 수 있으나, 다중 센서 시스템의 경우 복수의 센서 전부가 무게 중심에 배치될 수 없기 때문에 레버암 효과가 고려된 다중 센서 시스템의 설계가 필요하다.

[0024] 이에 본 발명은 FDI 성능이 극대화되고 레버암 효과가 최소화될 수 있도록 단일 평면에서 복수의 관성 센서가 배치된 MEMS 관성 센서 장치를 제안한다.

[0025] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면으로서, 3이상 홀수개의 관성 센서가 사용되는 환경에서 레버암 효과가 최소화될 수 있는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 MEMS 관성 센서 장치는 기관(100) 및 기관(100)에 배치된 홀수개의 관성 센서(110 내지 190)를 포함하며, 도 1에서는 9개의 3축 관성 센서가 이용된 실시예가 도시된다.

[0029] 제1관성 센서(110)는 MEMS 관성 센서 장치의 무게 중심에 배치되며, 나머지 제2 내지 제9관성 센서(120 내지 190)는, 무게 중심으로부터 동일한 거리만큼 이격되어 배치된다.

[0030] 또한 제2 내지 제9관성 센서(120 내지 190)는 원점 대칭이 되도록 한쌍씩 서로 마주 보도록 배치되며, 제2 내지 제9관성 센서(120 내지 190) 사이의 각도는 모두 동일하다.

[0031] 다시 설명하면, 제2 내지 제9관성 센서(120 내지 190)는, MEMS 관성 센서 장치의 무게 중심을 원점으로 하고, 반지름이 L인 링(R)의 원주에 동일한 간격만큼씩 이격되어 배치된다. 제1관성 센서(110)가 원점(0,0)에 배치된다고 할 때, 제2 내지 제9관성 센서(120 내지 190)의 배치 위치(d_j)를 수학식으로 표현하면 [수학식 2]와 같다.

수학식 2

$$d_j = (x_j, y_j) = L \times \left(\sin \frac{2\pi(j-1)}{n-1}, \cos \frac{2\pi(j-1)}{n-1} \right) \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n-1)$$

[0032] 여기서, n은 관성 센서의 총 개수, j는 제2 내지 제9관성 센서의 인덱스를 나타낸다. 인덱스는 제2관성 센서부터 시계 방향으로 1씩 증가하여 할당될 수 있다.

[0034] 이와 같이 관성 센서가 배치될 경우, 무게 중심에 배치된 제1관성 센서(110)의 레버암 효과는 무시될 수 있으며, 나머지 제2 내지 제9관성 센서(120 내지 190)의 레버암 효과에 의한 가속도는 원점 대칭 관계에 의해서 서로 상쇄되므로, 본 발명에 따르면, 레버암 효과에 의한 성능 저하가 방지될 수 있다.

[0036] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면으로서, 짝수개의 관성 센서가 사용되는 환경에서 레버암 효과가 최소화될 수 있는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 MEMS 관성 센서 장치는, 기판(200) 및 기판에 배치된 짝수개의 관성 센서(220 내지 290)를 포함하며, 도 2에서는 8개의 3축 관성 센서가 이용된 실시예가 도시된다.

[0038] 짝수개의 관성 센서(220 내지 290)는, 관성 센서 장치의 무게 중심(210)으로부터 동일한 거리만큼 이격되어 배치된다.

[0039] 또한 짝수개의 관성 센서(220 내지 290)는 원점 대칭이 되도록 한쌍씩 서로 마주 보도록 배치되며, 짝수개의 관성 센서(220 내지 290) 사이의 각도는 모두 동일하다.

[0040] 다시 설명하면, 짝수개의 관성 센서(220 내지 290)는, MEMS 관성 센서 장치의 무게 중심(210)을 원점으로 하고, 반지름이 L인 링(R)의 원주에 동일한 간격만큼씩 이격되어 배치된다. 무게 중심을 원점(0,0)이라고 할 때, 짝수개의 관성 센서(220 내지 290)의 배치 위치(d_j)를 수학식으로 표현하면 [수학식 3]과 같다.

수학식 3

$$d_j = (x_j, y_j) = L \times \left(\sin \frac{2\pi j}{n}, \cos \frac{2\pi j}{n} \right) \quad (j = 0, 1, 2, \dots, n-1)$$

[0041] 여기서, n은 관성 센서의 총 개수, j는 짝수개의 관성 센서의 인덱스를 나타낸다. 인덱스는 12시 방향의 관성 센서(220)부터 시계 방향으로 1씩 증가하여 할당될 수 있다.

[0043] 이와 같이 관성 센서가 배치될 경우, 짝수개의 관성 센서(220 내지 290)의 레버암 효과에 의한 가속도는 원점 대칭 관계에 의해서 서로 상쇄되므로, 본 발명에 따르면, 레버암 효과에 의한 성능 저하가 방지될 수 있다.

[0045] 도 3 및 도 4는 본 발명의 또다른 실시예에 따른 복수의 관성 센서를 포함하는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면으로서, 레버암 효과가 최소화되면서 FDI 성능이 극대화될 수 있는 MEMS 관성 센서 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 3은 홀수개의 3축 관성 센서가 이용되는 MEMS 관성 센서 장치를 도시하며, 도 4는 짝수개의

3축 관성 센서가 이용되는 MEMS 관성 센서 장치를 도시한다.

[0046] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 MEMS 관성 센서 장치는 기관(100, 200) 및 기관(100, 200)에 배치된 복수개의 관성 센서(120 내지 190, 220 내지 290)를 포함한다. 복수개의 관성 센서는 도 1 및 도 2에서 설명된 바와 배치됨으로써 레버암 효과를 최소화할 수 있으며, 또한 관성 센서 각각이, 기관의 좌표계에서의 기준축인 기관 기준축과, 관성 센서 각각의 좌표계에서의 기준축인 관성 기준축 사이의 각도가 90보다 보다 작으며 서로 상이하도록 배치됨으로써, FDI 성능이 향상될 수 있다. 된다.

[0047] 일실시예로서, 기관 기준축과, 관성 기준축 사이의 각도(ψ_j)는 [수학식 4]에 따라 결정될 수 있다.

수학식 4

[0048]
$$\psi_j = \frac{\pi}{2} \frac{j}{n}$$

[0049] 여기서, n은 관성 센서의 총 개수로, 도 3에서는 n이 9이고 도 4에서는 n이 8이다. j는 관성 센서의 인덱스를 나타내며, 0에서 n-1 사이의 정수이다. 도 3에서는 무게 중심에 배치된 제1관성 센서(110)의 인덱스가 0이고 12시 방향의 제2관성 센서(120)의 인덱스가 1이며, 제2관성 센서(120)에서 시계 방향으로 1씩 증가하여 관성 센서에 인덱스가 할당될 수 있다. 도 4에서는 12시 방향의 제1관성 센서(220)의 인덱스가 1이며, 제1관성 센서(220)에서 시계 방향으로 1씩 증가하여 관성 센서에 인덱스가 할당될 수 있다.

[0050] 기관 기준축과, 관성 기준축은 동일한 축으로 설정되며, 일실시예로서 도 3 및 도 4에서는 기관 기준축이 y축(300, 410)이고, 관성 기준축 역시, 관성 좌표계의 3축 중에서 y축인 경우가 도시된다. 관성 좌표계는 x축, y축, z축으로 이루어진 좌표계로서, 본 발명에서는 기관이라는 평면에서의 센서 배치를 고려하기 때문에, x축 또는 y축이 관성 기준축이 될 수 있다.

[0051] 도 3 및 도 4에서 관성 센서에 표시된 실선의 화살표는 관성 센서의 관성 기준축의 방향을 나타낸다. 예컨대, 도 3 및 도 4에서, 제1관성 센서(110, 220)에서의 관성 기준축(310, 420)과 기관 기준축(300, 410) 사이의 각도는 0도이므로, 좌표 기준축과 관성 기준축은 서로 평행하며 방향이 동일하다. 하지만, 나머지 관성 센서의 관성 기준축과 기관 기준축 사이의 각도는 0도를 초과하므로, 기관 기준축에 대해 관성 기준축이 오른쪽으로 회전된 상태로 나머지 관성 센서들이 배치되어 있음을 알 수 있다.

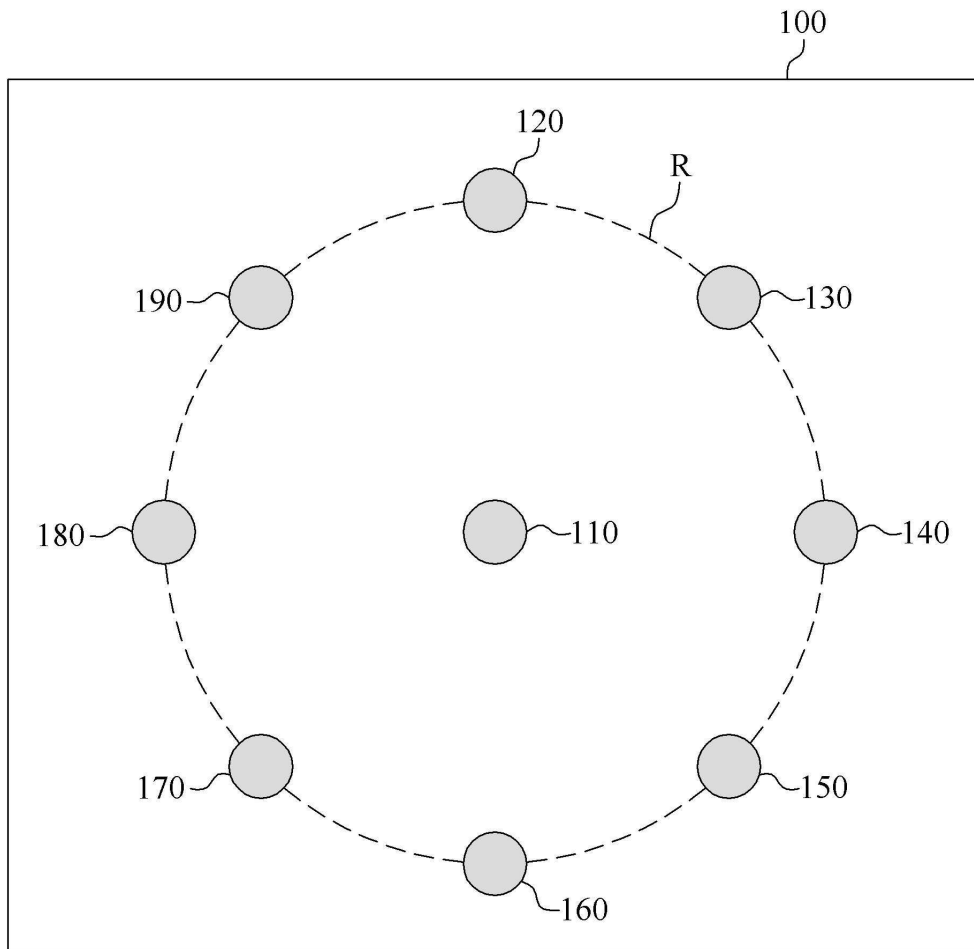
[0052] 평면 상에서 관성 센서들의 관성 기준축이 서로 직교하게 배치될 경우, 관성 센서의 고장이 감지될 수 없다. 따라서 본 발명은 기관 기준축과, 관성 센서의 관성 기준축 사이의 각도가 0에서 90도 사이에서 서로 다르게 결정되도록 관성 센서를 배치함으로써, 관성 센서들의 관성 기준축이 서로 직교하지 않으면서 관성 센서들이 배치될 수 있다.

[0053] 결국 본 발명에 따르면, 레버암 효과가 최소화될 수 있을 뿐만 아니라 FDI 성능이 극대화될 수 있다.

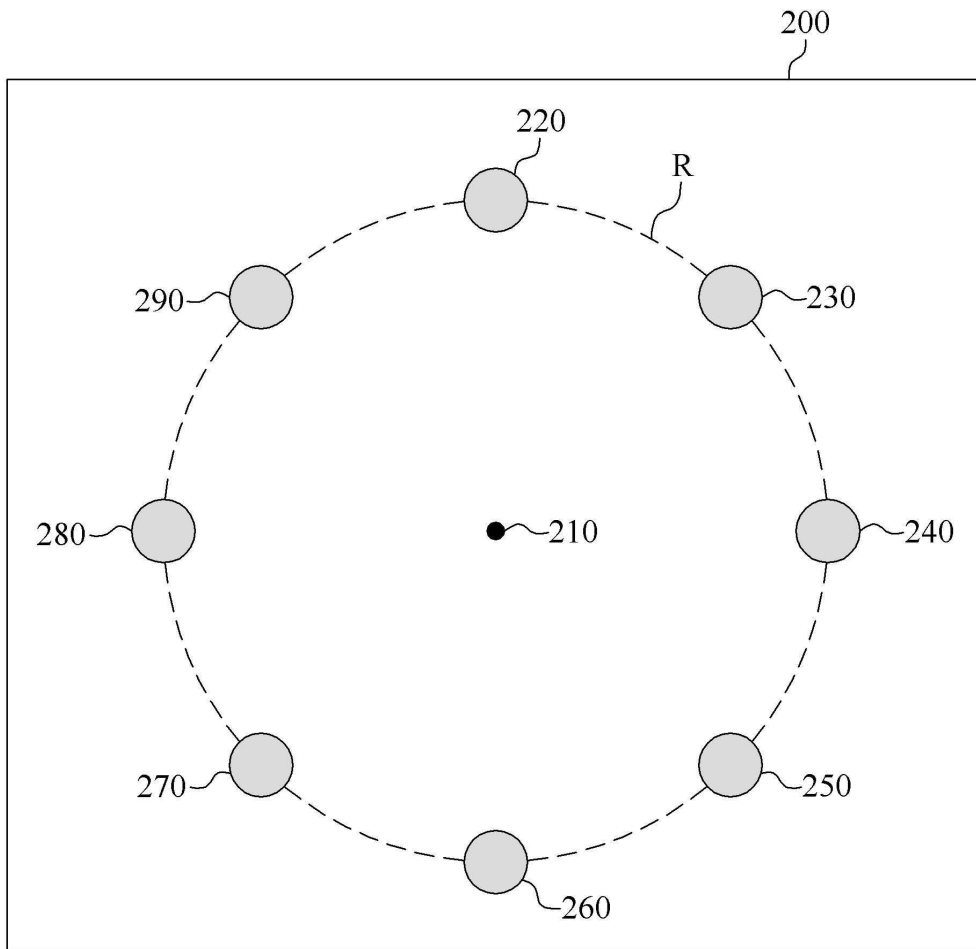
[0055] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

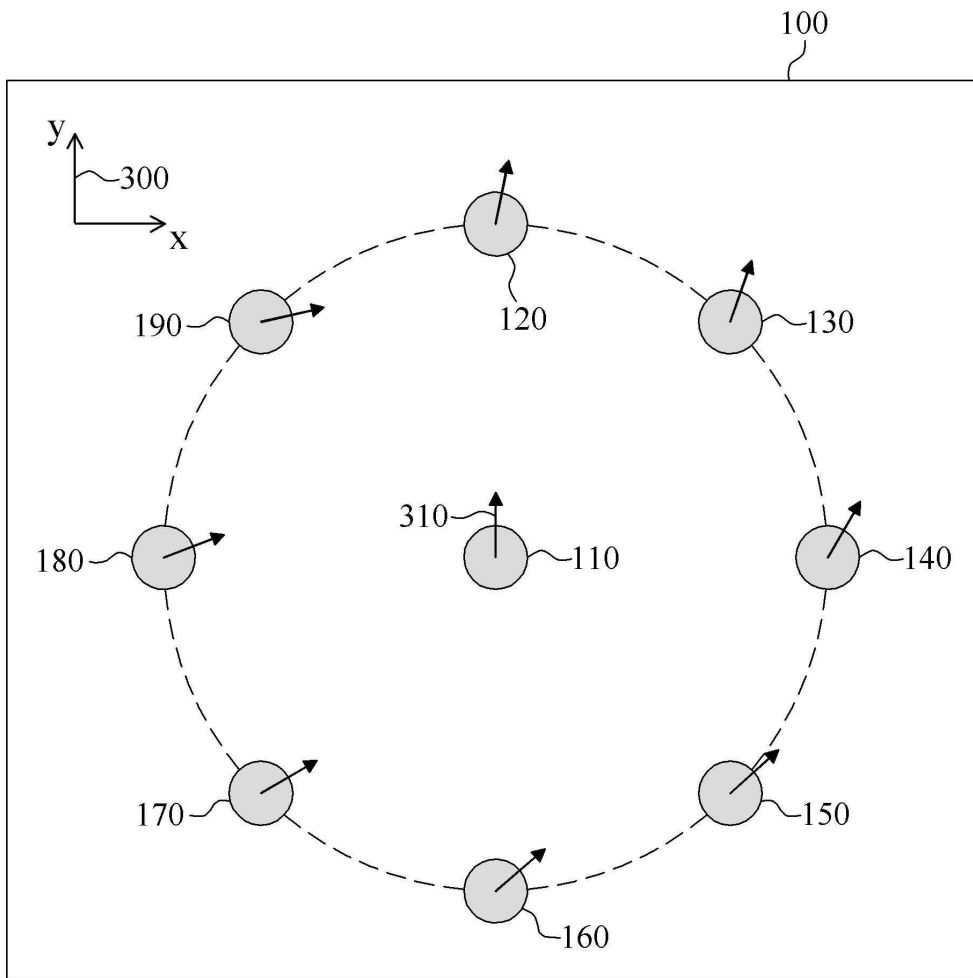
도면1



도면2



도면3



도면4

