



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월08일
(11) 등록번호 10-1262978
(24) 등록일자 2013년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 19/02 (2006.01) G01L 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0128985
(22) 출원일자 2011년12월05일
심사청구일자 2011년12월05일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004345024 A
JP2005003649 A
JP2002365151 A

(73) 특허권자
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
(72) 발명자
이석원
경기도 화성시 장덕동 현대기아자동차남양연구소
양우성
경기도 화성시 장덕동 현대기아자동차남양연구소
(74) 대리인
특허법인신세기

전체 청구항 수 : 총 9 항

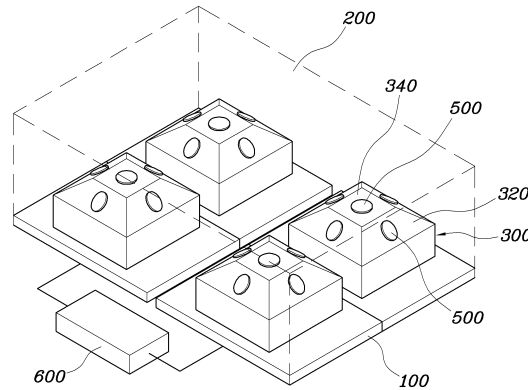
심사관 : 김기현

(54) 발명의 명칭 보행로봇의 반발력 측정 모듈 및 방법

(57) 요약

베이스프레임; 상기 베이스프레임에 마련되며, 일정각도의 경사면으로 구성된 복수의 측면과 수평방향으로 형성된 상면으로 구성된 복수의 설치부; 상기 설치부의 측면과 상면에 각각 마련된 1축 포스(Force)센서; 및 상기 포스센서의 측정데이터로부터 설치부 각각의 합력을 계산하고 설치부 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 제어부;를 포함하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈 및 방법이 소개된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

베이스프레임(100);

상기 베이스프레임(100)에 마련되며, 일정각도의 경사면으로 구성된 복수의 측면(320)과 수평방향으로 형성된 상면(340)으로 구성된 복수의 설치부(300);

상기 설치부(300)의 측면(320)과 상면(340)에 각각 마련된 1축 포스(Force)센서(500); 및

상기 포스센서(500)의 측정데이터로부터 설치부(300) 각각의 합력을 계산하고 설치부(300) 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 제어부(600);를 포함하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 베이스프레임(100)의 상방에는 복수의 설치부(300)들의 포스센서(500)들과 모두 면접촉하도록 형성된 하우징(200)이 결합된 것을 특징으로 하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 설치부(300)는 피라미드 형상의 4개의 측면(320)과 1개의 상면(340)으로 구성된 것을 특징으로 하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 1축 포스센서(500)는 FSR(Force Sensing Resister) 방식의 1축 센서인 것을 특징으로 하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 베이스프레임(100)에는 직각으로 배열된 4개의 설치부(300)가 마련된 것을 특징으로 하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 베이스프레임(100)은 보행로봇 하지의 하단부에 설치된 것을 특징으로 하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제어부(600)는 설치부 상면(340)의 포스센서(500)의 측정데이터로부터 설치부(300) 각각의 수직항력을 수집하고, 이를 종합하여 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point)을 계산하는 것을 특징으로 하는 보행로봇의 반발력 측정 모듈.

청구항 8

청구항 1의 보행로봇의 반발력 측정 모듈을 이용한 반발력 측정 방법으로서,

상기 포스센서의 측정데이터를 수집하는 수집단계(S100);

상기 수집된 측정데이터로부터 설치부 각각의 합력을 계산하는 개별계산단계(S200); 및

상기 설치부 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 종합계산단계(S300);를 포함하는 보행로봇의 반발력 측정 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 종합계산단계(S300)는,

상기 수집된 측정데이터로부터 설치부 상면의 측정데이터를 수집하는 일부수집단계(S400); 및

상기 설치부 상면의 측정데이터를 종합하여 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point)을 계산하는 일부계산단계(S500);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 보행로봇의 반발력 측정 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 로봇의 보행 제어에 필요한 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point) 계산과 밸런스 제어에 필요한 지면 반발력의 측정을 위한 저가의 센서 모듈인 보행로봇의 반발력 측정 모듈 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 두발로 걷는 이족 보행 로봇 또는 다족 보행 로봇의 경우에 있어서, 로봇의 자세제어, 밸런스 제어를 위하여는 실시간으로 지면반발력(GRF; Ground Reaction Force)의 측정 및 피드백이 필요하다.

[0003] 이를 위해, 기존의 로봇에 사용되는 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force) 측정 센서 모듈은, 고가의 6축 F/T센서(Force/Torque Sensor)를 이용한 방법과 FSR(Force Sensing Resister) 및 스트레인 게이지 등을 이용한 방법 등이 대부분이다.

[0004] 전자의 F/T센서의 경우 3축의 힘과 3축의 모멘트를 동시에 측정함으로써 지면반발력을 비교적 정확하게 측정할 수 있지만, 상당히 고가의 센서를 이용해야 하기 때문에 실용화 가능성이 적다.

[0005] 한편, 후자의 FSR 센서의 경우 수직방향 하나의 성분밖에 측정할 수 없다는 단점이 존재한다.

[0006] 따라서, 이를 해결하기 위해 저가의 FSR 센서를 이용하면서도, 마치 F/T 센서를 이용하는 경우와 같이 다축의 지면반발력(Fx, Fy, Fz)을 측정할 수 있는 센서 모듈이 필요하였던 것이다.

[0007] 상기의 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 로봇의 보행 제어에 필요한 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point) 계산과 밸런스 제어에 필요한 지면반발력의 측정을 위한 저가의 센서 모듈인 보행로봇의 반발력 측정 모듈 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 보행로봇의 반발력 측정 모듈은, 베이스프레임; 상기 베이스프레임에 마련되며, 일정각도의 경사면으로 구성된 복수의 측면과 수평방향으로 형성된 상면으로 구성된 복수의 설치부; 상기 설치부의 측면과 상면에 각각 마련된 1축 포스(Force)센서; 및 상기 포스센서의 측정데이터로부터 설치부 각각의 합력을 계산하고 설치부 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 제어부;를 포함한다.
- [0010] 상기 베이스프레임의 상방에는 복수의 설치부들의 포스센서들과 모두 면접촉하도록 형성된 하우징이 결합될 수 있다.
- [0011] 상기 설치부는 피라미드 형상의 4개의 측면과 1개의 상면으로 구성될 수 있다.
- [0012] 상기 1축 포스센서는 FSR(Force Sensing Resister) 방식의 1축 센서일 수 있다.
- [0013] 상기 베이스프레임에는 직각으로 배열된 4개의 설치부가 마련될 수 있다.
- [0014] 상기 베이스프레임은 보행로봇 하지의 하단부에 설치될 수 있다.
- [0015] 상기 제어부는 설치부 상면의 포스센서의 측정데이터로부터 설치부 각각의 수직항력을 수집하고, 이를 종합하여 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point)을 계산할 수 있다.
- [0016] 한편, 청구항 1의 보행로봇의 반발력 측정 모듈을 이용한 반발력 측정 방법은, 상기 포스센서의 측정데이터를 수집하는 수집단계; 상기 수집된 측정데이터로부터 설치부 각각의 합력을 계산하는 개별계산단계; 및 상기 설치부 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 종합계산단계;를 포함한다.
- [0017] 상기 종합계산단계는, 상기 수집된 측정데이터로부터 설치부 상면의 측정데이터를 수집하는 일부수집단계; 및 상기 설치부 상면의 측정데이터를 종합하여 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point)을 계산하는 일부계산단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 상술한 바와 같은 구조로 이루어진 보행로봇의 반발력 측정 모듈 및 방법에 따르면, 저가의 센서 모듈을 이용하여 이족보행 로봇의 보행 시에 발생하는 3차원의 지면반발력을 획득할 수 있으며, 이를 이용하여 영모멘트점을 계산할 수 있다.
- [0019] 또한, 모듈화된 센서를 통하여 이족 로봇의 보행 상태(양발지지, 한발지지 등)를 판별할 수 있다. 이러한 지면 반발력과 영모멘트점을 이용하여, 보행 로봇에 있어서의 자세제어 및 밸런스 제어에 활용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 보행로봇의 반발력 측정 모듈의 사시도.
 도 2는 도 1에 도시된 보행로봇의 반발력 측정 모듈을 이용한 지면반발력을 측정하는 과정을 나타낸 도면.
 도 3은 도 1에 도시된 보행로봇의 반발력 측정 모듈을 이용한 영모멘트점을 측정하는 과정을 나타낸 도면.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 보행로봇의 반발력 측정 방법의 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 보행로봇의 반발력 측정 모듈 및 방법에 대하여 살펴본다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 보행로봇의 반발력 측정 모듈의 사시도로서, 본 발명의 보행로봇의 반발력 측정 모듈은, 베이스프레임(100); 상기 베이스프레임(100)에 마련되며, 일정각도의 경사면으로 구성된 복수의 측면(320)과 수평방향으로 형성된 상면(340)으로 구성된 복수의 설치부(300); 상기 설치부(300)의 측면(320)과 상면(340)에 각각 마련된 1축 포스(Force)센서(500); 및 상기 포스센서(500)의 측정데이터로부터 설치부(300)

각각의 합력을 계산하고 설치부(300) 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 제어부(600);를 포함한다.

[0023] 여기서, 상기 베이스프레임(100)은 보행로봇 하지의 하단부에 설치됨으로써 보행로봇의 발에 작용되는 지면반발력과 영모멘트점을 계산하도록 한다. 이를 통하여 도출되는 데이터를 이용함으로써 로봇은 안정적인 보행을 할 수 있도록 제어되는 것이다. 구체적으로, 상기 베이스프레임(100) 및 본 발명의 보행로봇의 반발력 측정 모듈은 로봇의 발바닥이나 발목관절 등에 설치될 수 있을 것이다.

[0024] 한편, 베이스프레임(100)은 하나의 패널로 구성되거나 도시된 실시예와 같이 네개의 분할된 패널로 구성되고 각각의 패널 또는 지점에 설치부들이 설치될 수 있다.

[0025] 설치부(300)는 센서가 장착되는 베이스의 역할을 하는 것으로서, 일정각도의 경사면으로 구성된 복수의 측면(320)과 수평방향으로 형성된 상면(340)으로 구성되어 베이스프레임(100)에 복수 개가 마련된다.

[0026] 그리고, 설치부(300)의 측면(320)과 상면(340)에는 각각 1축 포스(Force)센서(500)가 마련된다.

[0027] 마지막으로, 제어부(600)는 복수의 포스센서(500)의 측정데이터들을 모두 전송받고, 측정데이터들로부터 설치부(300) 각각의 합력을 계산하며, 설치부(300) 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 것이다.

[0028] 즉, 설치부(300)에 설치된 포스센서(500)의 경우 1축만의 힘을 측정할 수 있는 저가형 센서로서 측방과 수직의 힘을 측정한다.

[0029] 도 2는 도 1에 도시된 보행로봇의 반발력 측정 모듈을 이용한 지면반발력을 측정하는 과정을 나타낸 도면으로서, 도시된 바와 같이 설치부 상면(340)의 포스센서(500)에서는 수직의 f1 힘을 측정하고 동시에 측면(320)에서는 측방의 f2 힘을 측정한다(f2의 경우 1축 포스센서의 특징상 측면에 수직인 방향의 힘으로 측정된다). 그리고, 이미 측면의 기울어진 각도를 알고 있기 때문에, f1과 f2의 합력 f3를 알 수 있는 것이다. 구체적인 f3의 합력을 구하는 방식은 아래의 수식을 이용할 수 있을 것이다.

수학식 1

(f_1, f_2 ; sensing data from FSR)

$$p = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 - 2f_1f_2 \cos(\pi/4)}$$

$$\xi = \sin^{-1}\left(\frac{f_2 \times \sin(\pi/4)}{p}\right)$$

$$\eta = (\pi/2) - \xi$$

$$q = \sin^{-1}\left(\frac{p \times \sin \eta}{\sin(3\pi/4)}\right)$$

[0030] $\vec{GRF} = \vec{f}_2 + \vec{q}$

[0031] 상기 수학식 1과 도 2에서 볼 수 있듯이, f1과 f2 그리고 측면의 기울어진 각도를 알고 있기 때문에, 그 측면의 기울어진 각도가 만약 $\pi/4$ 라고 가정한다면 p 방향의 힘을 알 수 있다. 그리고 p 방향의 힘을 통하여 각도 ξ 을 알 수 있고, 각도 ξ 을 통하여 각도 η 및 q 방향 힘을 알 수 있는 것이다. 그리고 최종적으로 f2와 p 방향의 힘의 합력을 계산하여 최종 합력 f3를 도출하는 것이다. 각각의 설치부에서 계산되는 합력은 이러한 방식의 삼각함수를 이용하여 계산되고, 그 설치부들의 합력은 다시 삼각함수를 통하여 하나의 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)으로 계산될 수 있는 것이다. 그러한 지면반발력은 베이스프레임 전체에 걸친 하나의 대표적인 힘으로 이해될 수 있다.

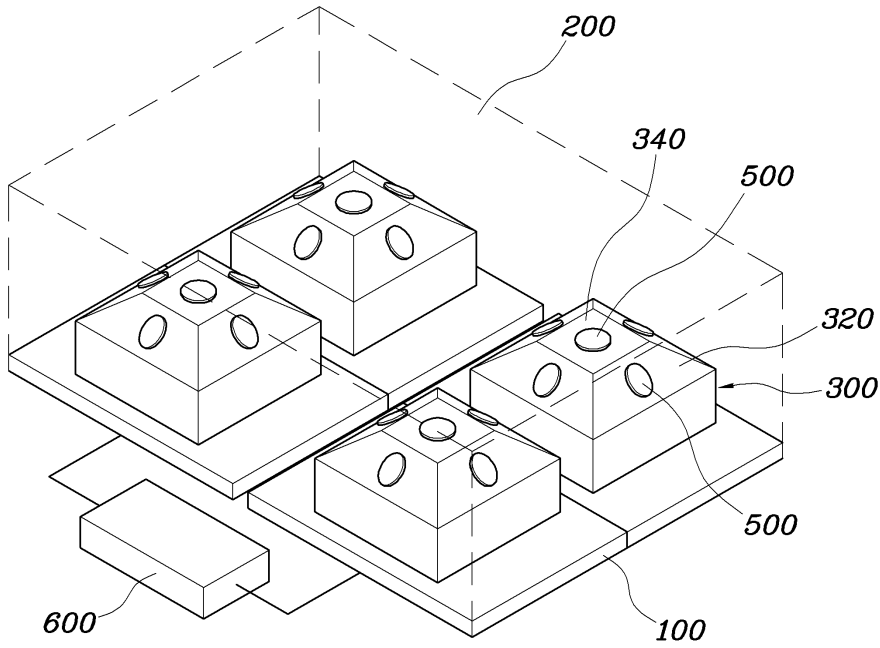
- [0032] 한편, 상기 베이스프레임(100)의 상방에는 복수의 설치부(300)들의 포스센서(500)들과 모두 면접촉하도록 형성된 하우징(200)이 결합될 수 있다. 즉, 도 1에 도시된 도면은 하우징(200)이 설치부(300)와 베이스프레임(100)을 덮고 있는 상태에서 내부의 구성을 함께 투과하여 살펴본 도면이다. 도시된 바와 같이 베이스프레임(100)에는 복수의 설치부(300)들이 설치되고, 그 상방에는 하우징(200)이 덮도록 되는 것인데, 하우징(200)의 내부에는 설치부(300)의 외면과 레이아웃이 대응되는 홈 형상이 형성되도록 함으로써 하우징(200)의 내면과 설치부(300)의 외면이 면접촉을 이루도록 구성된다.
- [0033] 좀 더 구체적으로는 하우징(200)과 설치부(300) 각 면의 포스센서(500)들이 면접촉을 이루는 것이며, 이를 통하여 하우징(200)에 받는 하중은 설치부(300) 각 면의 포스센서(500)들로 전달되어 감지되는 것이다.
- [0034] 또한, 상기 설치부(300)는 피라미드 형상의 4개의 측면(320)과 1개의 상면(340)으로 구성될 수 있다. 그리고, 상기 1축 포스센서(500)는 FSR(Force Sensing Resister) 방식의 1축 센서로 구성될 수 있다. FSR 센서는 저항 방식을 이용한 센서로서 1축의 하중만을 감지할 수 있으나, 센서 비용이 저렴하여 본 발명과 같이 구성할 경우 저가형 로봇에 최적으로 사용될 수 있기 때문에 채택되었다.
- [0035] 한편, 도시된 바와 같이 상기 베이스프레임(100)에는 직각으로 배열된 4개의 설치부(300)가 마련되어 최종적인 지면반발력을 구하도록 할 수 있다.
- [0036] 한편, 상기 제어부(600)는 설치부 상면(340)의 포스센서(500)의 측정데이터로부터 설치부(300) 각각의 수직항력을 수집하고, 이를 종합하여 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point)을 계산할 수도 있다. 도 3은 도 1에 도시된 보행로봇의 반발력 측정 모듈을 이용한 영모멘트점을 측정하는 과정을 나타낸 도면으로서, 설치부(300) 상면(340)의 포스센서(500)들은 수직의 하중을 감지하는 것이고, 일정한 임의의 지점을 원점으로 선정하고 그 원점에서 각각의 4개의 수직하중에 대하여 모멘트의 합이 0이 되는 지점을 계산할 경우 해당 지점이 바로 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point)으로 계산될 수 있는 것이다. 따라서, 본 발명의 보행로봇의 반발력 측정 모듈에 따르면, 지면반발력과 영모멘트점을 구할 수 있고, 이러한 수치는 로봇 보행의 안정성을 데어하는데 유용하게 사용될 수 있다.
- [0037] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 보행로봇의 반발력 측정 방법의 순서도로서, 청구항 1의 보행로봇의 반발력 측정 모듈을 이용한 반발력 측정 방법은, 상기 포스센서의 측정데이터를 수집하는 수집단계(S100); 상기 수집된 측정데이터로부터 설치부 각각의 합력을 계산하는 개별계산단계(S200); 및 상기 설치부 각각의 합력을 종합하여 지면반발력(GRF, Ground Reaction Force)을 계산하는 종합계산단계(S300);를 포함한다.
- [0038] 그리고, 상기 종합계산단계(S300)는, 상기 수집된 측정데이터로부터 설치부 상면의 측정데이터를 수집하는 일부 수집단계(S400); 및 상기 설치부 상면의 측정데이터를 종합하여 영모멘트점(ZMP, Zero Moment Point)을 계산하는 일부계산단계(S500);를 더 포함하여 영모멘트점 역시 계산할 수 있는 것이다.
- [0039] 상술한 바와 같은 구조로 이루어진 보행로봇의 반발력 측정 모듈 및 방법에 따르면, 저가의 센서 모듈을 이용하여 이족보행 로봇의 보행 시에 발생하는 3차원의 지면반발력을 획득할 수 있으며, 이를 이용하여 영모멘트점을 계산할 수 있다.
- [0040] 또한, 모듈화된 센서를 통하여 이족 로봇의 보행 상태(양발지지, 한발지지 등)를 판별할 수 있다. 이러한 지면 반발력과 영모멘트점을 이용하여, 보행 로봇에 있어서의 자세제어 및 밸런스 제어에 활용이 가능하다.
- [0041] 본 발명은 특정한 실시예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구범위에 의해 제공되는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 한도 내에서, 본 발명이 다양하게 개량 및 변화될 수 있다는 것은 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

부호의 설명

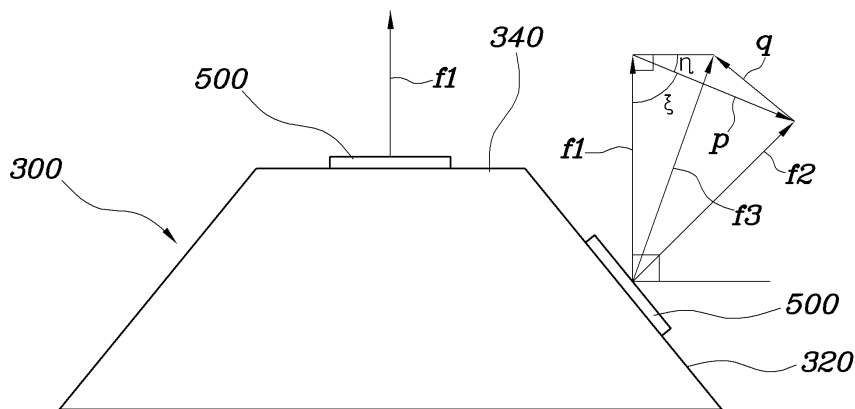
- [0042] 100 : 베이스프레임 200 : 하우징
 300 : 설치부 320 : 측면
 340 : 상면 500 : 포스센서
 600 : 제어부

도면

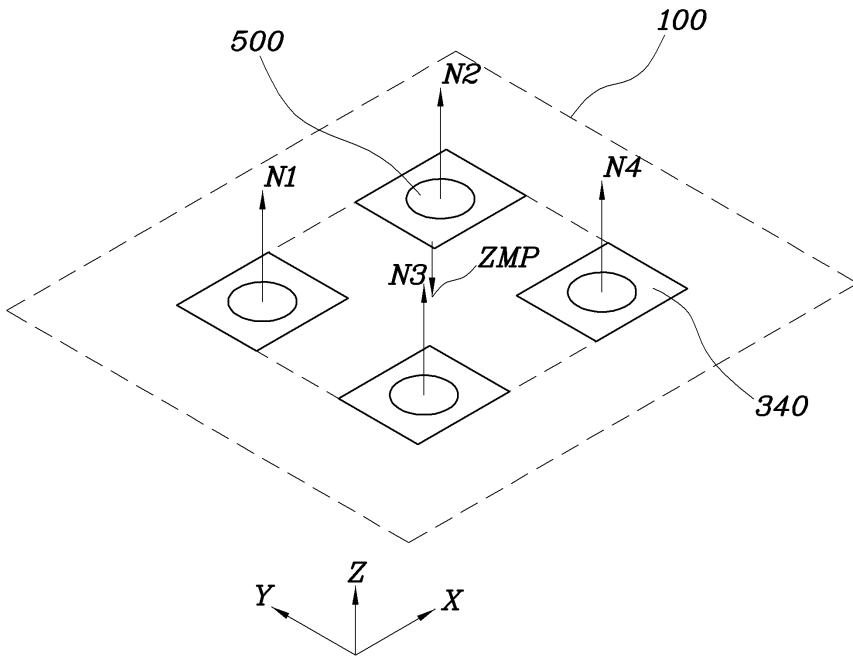
도면1



도면2



도면3



도면4

