



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월16일
 (11) 등록번호 10-1621483
 (24) 등록일자 2016년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01M 9/04 (2006.01) G01M 7/02 (2006.01)
 G01M 9/06 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0124522
 (22) 출원일자 2014년09월18일
 심사청구일자 2014년09월18일
 (65) 공개번호 10-2016-0033515
 (43) 공개일자 2016년03월28일
 (56) 선행기술조사문헌
 CN102146980 A*
 JP06023321 A*
 JP2534244 Y2*
 KR1020030066027 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 서울대학교산학협력단
 서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
 (72) 발명자
황유찬
 대전광역시 유성구 배울1로 119 대덕테크노밸리우
 림필유12단지아파트 1202동 401호
김호경
 서울특별시 관악구 남부순환로 1430 신림푸르지오
 아파트 104동 2002호
이해성
 서울특별시 영등포구 63로 45 여의도시범아파트
 8동 66호
 (74) 대리인
이준서, 김영철

전체 청구항 수 : 총 5 항

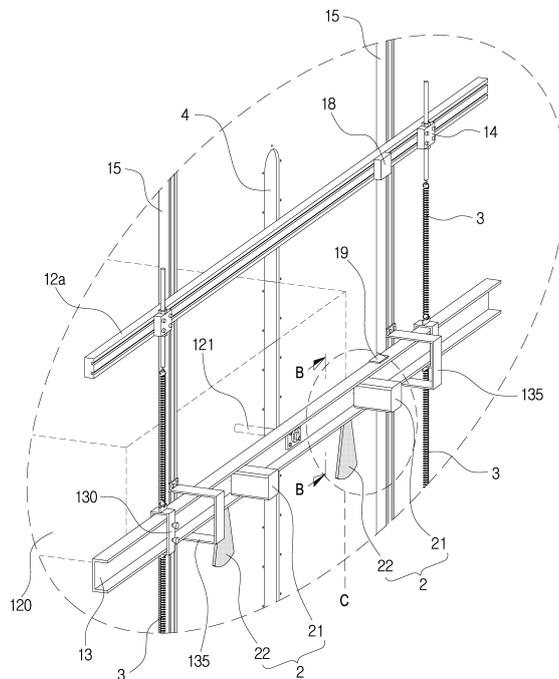
심사관 : 김윤선

(54) 발명의 명칭 **모형 시험체의 정상진동상태를 유도할 수 있는 정상가진 장치 및 이를 구비한 풍동시험장치**

(57) 요약

본 발명은 량 상부구조물 등 시험 대상이 되는 구조물을 축소한 모형 시험체가 2개의 자유도를 가지고 소정의 진폭과 소정의 각도로 진동하게 되는 정상진동상태에 있게 함으로써, 궁극적으로는 구조물의 공탄성력을 측정하기 위한 데이터를 정확하고 정밀하게 측정할 수 있게 하는 정상가진 장치 및 이를 구비한 풍동시험장치에 관한 것이 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



다.

본 발명에서는 상,하부 수평프레임(12a, 12b); 상,하부 수평프레임(12a, 12b) 사이에서 평행하게 배치되며, 모형 시험체(120)의 횡방향 양단과 결합되어 모형 시험체(120)와 동일하게 거동을 하게 되는 모형결합프레임(13); 및 상,하부 수평프레임(12a, 12b)과 모형결합프레임(13) 사이를 탄성적으로 연결하는 탄성부재(3)를 포함하여 구성되고; 모형결합프레임(13)에는, 모형 시험체(120)의 횡방향 단부가 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 복수개의 회전질량장치(2)가 구비되어 있는데; 회전질량장치(2)는, 회전모터(21)와, 상기 회전모터(21)의 회전축에서 일측 방향으로 매달려서 회전모터(21)의 회전축에 의해 회전하게 되는 회전질량체(22)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 모형 시험체에 대한 정상가진 장치가 제공되며, 더 나아가 이러한 정상가진 장치를 구비한 풍동시험장치가 제공된다.

명세서

청구범위

청구항 1

모형 시험체(120)의 횡방향 양단에 결합되어 모형 시험체(120)에 대해 진동을 유발하는 정상가진 장치로서, 종방향의 빔 부재로 이루어져 서로 평행하게 배치되는 상,하부 수평프레임(12a, 12b);

종방향의 빔 부재로 이루어지고 상,하부 수평프레임(12a, 12b) 사이에서 상,하부 수평프레임(12a, 12b)과 평행하게 배치되며, 모형 시험체(120)의 횡방향 양단과 결합되어 모형 시험체(120)와 동일하게 거동을 하게 되는 모형결합프레임(13); 및

상,하부 수평프레임(12a, 12b)과 모형결합프레임(13) 사이를 탄성적으로 연결하는 탄성부재(3)를 포함하여 구성되고;

모형결합프레임(13)에는, 모형 시험체(120)의 횡방향 단부가 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 복수개의 회전질량장치(2)가 구비되어 있는데;

회전질량장치(2)는, 회전모터(21)와, 상기 회전모터(21)의 회전축에서 일측 방향으로 매달려서 회전모터(21)의 회전축에 의해 회전하게 되는 회전질량체(22)를 포함하여 구성되며;

모형결합프레임(13)을 따라 종방향으로 이동이 가능한 제1이동체결구(130)가 모형결합프레임(13)에 각각 구비되고, 상기 제1이동체결구(130)의 연직 상,하방향에서 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b) 각각에는 각 수평프레임(12a, 12b)을 따라 종방향 이동이 가능한 제2이동체결구(14)가 구비되며, 탄성부재(3)의 양단은 각각 제1이동체결구(130)와 제2이동체결구(14)에 결합되어, 제1이동체결구(130)와 제2이동체결구(14)를 종방향으로 이동시킴에 따라 탄성부재(3)의 위치가 바뀌게 되는 구성을 가지고 있고;

종방향으로 간격을 두고 서로 나란하게 연직하게 배치되는 한 쌍의 연직프레임(15)이 구비되어 있고, 수평프레임(12a, 12b)은 각각 상기 연직프레임(15)의 횡방향 외측면에서 수평하고 평행한 상태를 유지하면서 연직프레임(15)을 따라 연직방향으로 이동이 가능하도록 결합되어 있어서, 수평프레임(12a, 12b)이 서로 평행한 수평상태를 유지한 채로 그 연직 설치 높이가 변화될 수 있는 구성을 가지고 있으며;

모형결합프레임(13)의 외부를 연직방향으로 간격을 두고 감싸는 링 형상의 부재로 구성된 거동제한부재(135)가 구비되는데, 거동제한부재(135)의 내면과 모형결합프레임(13)의 상,하부 간에는 유격이 있어서, 상기 유격의 범위 내에서만 모형결합프레임(13)이 연직 방향으로 진동하거나 비틀에 의한 회전이 이루어질 수 있는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 모형 시험체에 대한 정상가진 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

회전질량체(22)는 부채꼴 형상을 가지는 판형 부재로 이루어져서, 부채꼴 형상의 중심점이 회전모터(21)의 회전축에 결합되어 있는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 모형 시험체에 대한 정상가진 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

모형 시험체(120)의 횡방향 단부가 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 구비된 회전질량장치(2)에서, 회전질량체(22)가 서로 반대 방향으로 회전하여서, 모형 시험체(120)에 연직 방향의 진동이 유발되는 것을 특징으로 하는 모형 시험체에 대한 정상가진 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

모형 시험체(120)의 횡방향 단부가 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 구비된 회전질량장치(2)에서, 회전질량체(22)가 동일한 방향으로 회전하여서, 모형 시험체(120)에 비틀 진동이 유발되는 것을 특징으로 하는 모형 시험체에 대한 정상가진 장치.

청구항 5

모형 시험체(120)의 거동을 시험하기 위한 풍동시험장치로서,

바람이 강제 송풍되는 통로 형태로 이루어져 그 내부에 모형 시험체(120)가 횡방향으로 가로질러 배치되는 본체(110)와,

본체(110)의 횡방향 양측 벽체(101)의 외측면에 각각 구비되어 모형 시험체(120)의 횡방향 단부와 결합되어 모형 시험체(120)에 진동을 유발하는 정상가진 장치(1)를 포함하며;

상기 정상가진 장치(1)는, 종방향의 빔 부재로 이루어져 서로 평행하게 배치되는 상,하부 수평프레임(12a, 12b); 종방향의 빔 부재로 이루어지고 상,하부 수평프레임(12a, 12b) 사이에서 상,하부 수평프레임(12a, 12b)과 평행하게 배치되며, 모형 시험체(120)의 횡방향 양단과 결합되어 모형 시험체(120)와 동일하게 거동을 하게 되는 모형결합프레임(13); 및 상,하부 수평프레임(12a, 12b)과 모형결합프레임(13) 사이를 탄성적으로 연결하는 탄성부재(3)를 포함하여 구성되고;

정상가진 장치(1)의 모형결합프레임(13)에는, 모형 시험체(120)의 횡방향 단부가 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 복수개의 회전질량장치(2)가 구비되어 있는데, 회전질량장치(2)는, 회전모터(21)와, 상기 회전모터(21)의 회전축에서 일측 방향으로 매달려서 회전모터(21)의 회전축에 의해 회전하게 되는 회전질량체(22)를 포함하여 구성되며;

모형결합프레임(13)을 따라 종방향으로 이동이 가능한 제1이동체결구(130)가 모형결합프레임(13)에 각각 구비되고, 상기 제1이동체결구(130)의 연직 상,하방향에서 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b) 각각에는 각 수평프레임(12a, 12b)을 따라 종방향 이동이 가능한 제2이동체결구(14)가 구비되며, 탄성부재(3)의 양단은 각각 제1이동체결구(130)와 제2이동체결구(14)에 결합되어, 제1이동체결구(130)와 제2이동체결구(14)를 종방향으로 이동시킴에 따라 탄성부재(3)의 위치가 바뀌게 되는 구성을 가지고 있고;

종방향으로 간격을 두고 서로 나란하게 연직하게 배치되는 한 쌍의 연직프레임(15)이 구비되어 있고, 수평프레임(12a, 12b)은 각각 상기 연직프레임(15)의 횡방향 외측면에서 수평하고 평행한 상태를 유지하면서 연직프레임(15)을 따라 연직방향으로 이동이 가능하도록 결합되어 있어서, 수평프레임(12a, 12b)이 서로 평행한 수평상태를 유지한 채로 그 연직 설치 높이가 변화될 수 있는 구성을 가지고 있으며;

모형결합프레임(13)의 외부를 연직방향으로 간격을 두고 감싸는 링 형상의 부재로 구성된 거동제한부재(135)가 구비되는데, 거동제한부재(135)의 내면과 모형결합프레임(13)의 상,하부 간에는 유격이 있어서, 상기 유격의 범위 내에서만 모형결합프레임(13)이 연직 방향으로 진동하거나 비틀에 의한 회전이 이루어질 수 있는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 풍동시험장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모형 시험체의 정상진동상태(Steady-State Excitation)를 유도할 수 있는 정상가진 장치 및 이를 구비한 풍동시험장치에 관한 것으로서, 구체적으로는 교량 상부구조물 등 시험 대상이 되는 구조물을 축소한 모형 시험체가 2개의 자유도를 가지고 소정의 진폭과 각도로 진동하게 되는 정상진동상태에 있게 함으로써, 궁극적으로는 구조물의 공탄성력을 측정하기 위한 데이터를 정확하고 정밀하게 측정할 수 있게 하는 정상(Steady-State)가진 장치 및 이를 구비한 풍동시험장치에 관한 것이다.

[0002]

배경 기술

[0003] 교량의 교각 위에 설치되는 바닥판, 거더 등으로 이루어진 교량 상부구조물을 비롯하여 풍하중의 영향을 받는 다양한 구조물에 대한 구조적인 거동을 연구하기 위하여, 일반적으로는 시험 대상이 되는 구조물의 축소된 모형 시험체를 제작한 후, 시험용 박스 내에 모형 시험체를 가로질러 고정 배치하고, 다양한 하중 조건을 모형 시험체에 부여하여 그에 따른 모형 시험체의 거동을 파악하는 형태로 진행되는 시험방법이 알려져 있다. 대한민국 등록특허 제10-1102659호에는 모형 시험체에 대하여 수행하는 시험의 일례로서 풍동 시험과 관련한 기술이 개시되어 있다.

[0004] 교량의 상부구조물 등과 같은 구조물에서는, 하중에 의해 구조물에 발생하게 되는 공탄성력을 정확히 파악하는 것이 매우 중요하다. 구조물에 작용하는 공탄성력은, 연직방향과 휨(bending)에 대한 2개의 자유도를 작고 있고 소정의 진폭과 각도로 진동하게 되는 "정상진동상태"에서 측정된 힘과 변위의 값을 이용하여, 공지의 여러 가지 수학적식에 의하여 산정할 수 있다. 따라서 구조물의 공탄성력을 측정하기 위하여 구조물에 대한 모형 시험체를 제작하고 이에 대한 시험을 수행함에 있어서는, 모형 시험체에 대해 2개의 자유도를 가지고 소정의 진폭과 소정의 각도로 진동하게 되는 정상가진 상태 즉, 정상진동상태(Steady-State Excitation)를 구현하는 것이 매우 중요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1102659호(2012. 01. 04. 공고) 참조.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 교량 상부구조물 등의 구조물을 모사한 모형 시험체를 이용하여 구조물의 공탄성력을 측정하기 위하여, 모형 시험체가 2개의 자유도를 가지고 소정의 진폭과 소정의 각도로 진동하게 되는 정상진동상태에 있도록 만들 수 있는 정상가진 장치 및 이를 구비한 풍동시험장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 특히, 모형 시험체를 바람의 강제 송풍이 일어나는 송풍박스 내에서 배치하여 풍하중을 받도록 풍동시험함에 있어서, 모형 시험체가 원활하게 2차원 거동을 할 수 있도록 지지하면서도 다양한 시험 조건에 맞추어서 모형 시험체를 지지할 수 있도록 하는 정상가진 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 위와 같은 과제를 달성하기 위하여 본 발명에서는, 모형 시험체의 횡방향 양단에 결합되어 모형 시험체에 대해 진동을 유발하는 정상가진 장치로서, 종방향의 빔 부재로 이루어져 서로 평행하게 배치되는 상,하부 수평프레임; 종방향의 빔 부재로 이루어지고 상,하부 수평프레임 사이에서 상,하부 수평프레임과 평행하게 배치되며, 모형 시험체의 횡방향 양단과 결합되어 모형 시험체와 동일하게 거동을 하게 되는 모형결합프레임; 및 상,하부 수평프레임과 모형결합프레임 사이를 탄성적으로 연결하는 탄성부재를 포함하여 구성되고; 모형결합프레임에는, 모형 시험체의 횡방향 단부가 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 복수개의 회전질량장치가 구비되어 있는데; 회전질량장치는, 회전모터와, 상기 회전모터의 회전축에서 일측 방향으로 매달려서 회전모터의 회전축에 의해 회전하게 되는 회전질량체를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 모형 시험체에 대한 정상가진 장치가 제공된다.

[0009] 또한 본 발명에서는 모형 시험체의 거동을 시험하기 위한 풍동시험장치로서, 바람이 강제 송풍되는 통로 형태로 이루어져 그 내부에 모형 시험체가 횡방향으로 가로질러 배치되는 본체를 구비하고 있고, 상기 본체의 횡방향 양측 벽체의 외측면에는 상기한 본 발명의 정상가진 장치가 설치되어 있는 풍동시험장치가 제공된다.

[0010] 위와 같은 본 발명의 정상가진 장치 및 이를 구비한 풍동시험장치에서, 회전질량체는 부채꼴 형상을 가지는 판형 부재로 이루어져서, 부채꼴 형상의 중심점이 회전모터의 회전축에 결합되어 있는 구성을 가질 수 있다.

[0011] 상기한 본 발명에서는, 모형 시험체의 횡방향 단부가 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 구비된 회전질량장치의 회전질량체가 서로 반대 방향으로 회전하면 모형 시험체에 연직 방향의 진동이 유발되고, 회전질량체가 동일한 방향으로 회전하게 되면 모형 시험체에 비틀 진동이 유발된다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명의 정상가진 장치에 의하면, 회전질량장치에 의해 모형 시험체에 연직 방향의 진동을 유발하되, 회전질량체 자체의 증량변화, 회전질량체의 위치변화 등을 통해서, 원하는 진폭과 각도를 가지는 진동을 모형 시험체에 가할 수 있게 되는 바, 공탄성력을 측정하기 위한 모형 시험체의 정상진동상태(Steady-State Excitation)를 시험목적에 맞는 최적의 형태로 용이하게 구현할 수 있게 되는 효과가 발휘된다.
- [0013] 특히, 본 발명의 정상가진 장치에서는, 필요에 맞추어서 회전질량체의 회전 방향을 바꾸는 것만으로도, 모형 시험체에 작용하는 진동을, 비틀 진동 또는 단순한 연직 진동의 형태로 매우 쉽게 전환할 수 있게 되는 장점이 있다.
- [0014] 그 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 정상가진 장치에서는 탄성부재 자체의 변경 내지 위치 변경 등을 용이하게 수행할 수 있게 되며, 그에 따라 감쇠비 변화, 연직 진동수의 변화 등 다양한 시험조건을 모형 시험체에 부가할 수 있게 되는 장점이 있다.
- [0015] 또한 본 발명에 의하면, 모형 시험체를, 바람의 강제 송풍이 일어나는 송풍박스 내에서 배치하여 풍하중을 받도록 풍동시험을 수행함에 있어서, 모형 시험체가 원활하게 2차원 거동을 할 수 있도록 지지하면서도 다양한 시험조건에 맞추어서 모형 시험체를 지지할 수 있게 되는 장점이 있다.
- [0016] 따라서 본 발명에 의하면, 궁극적으로는 구조물의 공탄성력을 측정하기 위한 데이터를 정확하고 정밀하게 측정할 수 있게 되는 효과가 발휘된다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 정상가진 장치가 구비된 풍동시험장치의 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 정상가진 장치가 구비된 풍동시험장치에서 일측 횡방향 벽체만을 별도로 보여주는 개략적인 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 정상가진 장치의 구성을 상세히 보여주는 도 2의 원 A부분의 개략적인 확대 사시도이다.
- 도 4는 본 발명에서 모형결합프레임에 설치된 회전질량장치에 대한 개략적인 횡방향의 정면도이다.
- 도 5는 도 3의 선 B-B에 따른 개략적인 단면도이다.
- 도 6은 도 3의 원 C부분에 대한 개략적인 확대도이다.
- 도 7은 도 3의 원 C부분을 본체 내부에서 외부로 향하여 바라본 상태의 개략적인 확대도이다.
- 도 8 내지 도 10은 각각 본 발명의 정상가진 장치에서 모형 시험체에 연직방향의 진동을 유발하도록 회전질량장치가 작동하는 것을 순차적으로 보여주는 도 4에 대응되는 개략적인 정면도이다.
- 도 11 내지 도 13은 각각 본 발명의 정상가진 장치에서 모형 시험체에 비틀 진동을 유발하도록 회전질량장치가 작동하는 것을 순차적으로 보여주는 도 4에 대응되는 개략적인 정면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지 않는다.
- [0019] 도 1에는 본 발명에 따른 정상가진 장치(1)가 구비된 풍동시험장치(100)의 개략적인 사시도가 도시되어 있으며, 도 2에는 본 발명에 따른 정상가진 장치(1)가 설치되어 있는 풍동시험장치(100)의 횡방향 일측 벽체(101)만을 별도로 보여주는 개략적인 사시도가 도시되어 있다. 참고로 본 명세서에서는 풍동시험장치 내에서 편의상 바람이 흘러가는 방향을 "중방향"이라고 기재하고, 이에 직교한 수평방향을 "횡방향"이라고 기재하며, 중방향에 연직하게 직교한 방향을 "연직방향"이라고 기재한다. 도 1에서 화살표 X-X 방향이 중방향이며, 화살표 Y-Y 방향은 횡방향, 그리고 화살표 Z-Z 방향이 연직방향이다.

- [0020] 우선 본 발명의 정상가진 장치(1)가 설치되어 이용되는 풍동시험장치(100)를 살펴보면, 도 1에 도시된 것처럼, 박스 형태의 본체(110)의 내부 공간에는, 교량 등의 실험대상 구조물을 모사하도록 축소하여 제작된 모형 시험체(120)가 본체(110)의 내부 공간에서 횡방향으로 가로질러 배치된다. 풍동시험장치(100)를 이루는 본체(110)의 횡방향 양측 벽체(101)의 외측면에는 각각 본 발명에 따른 정상가진 장치(1)가 설치될 수 있으며, 이 경우 모형 시험체(120)의 횡방향 양단이 각각 본 발명의 정상가진 장치(1)에 결합되어 지지되어 있다. 즉, 모형 시험체(120)의 공탄성력을 측정할 목적으로 모형 시험체가 정상진동상태에서 2차원 거동(연직 진동 및 비틀림 진동)을 할 수 있도록 모형 시험체(120)의 횡방향 양단이 각각 본 발명의 정상가진 장치(1)에 의해 지지되어 본체(110) 내에 설치되어 있는 것이다.
- [0021] 도 2에 도시된 것처럼, 본 발명의 정상가진 장치(1)는, 각각 종방향으로 연장되어 있는 빔 부재로 이루어져 연직방향으로 간격을 두고 서로 나란하게 배치되는 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b); 종방향으로 연장되어 있는 빔 부재로 이루어지고 상기 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b) 사이의 간격 내에서 수평프레임(12a, 12b)과 평행하게 배치되며 모형 시험체(120)의 일단에 결합되어 모형 시험체(120)와 동일한 2차원 거동을 하게 되는 모형결합프레임(13); 상기 수평프레임(12a, 12b)과 상기 모형결합프레임(13) 사이를 탄성적으로 연결하는 탄성부재(3); 및 상기 모형결합프레임(13)에 설치되어 회전에 의해 가진력을 발생시키는 회전질량장치(2)를 포함하여 구성된다.
- [0022] 도 3에는 본 발명의 정상가진 장치(1)의 구성을 상세히 보여주는 도 2의 원 A부분의 개략적인 확대 사시도가 도시되어 있고, 도 4에는 모형결합프레임(13)에 설치된 회전질량장치(2)에 대한 개략적인 횡방향의 정면도가 도시되어 있으며, 도 5에는 도 3의 선 B-B에 따른 개략적인 단면도가 도시되어 있다. 도 6에는 도 3의 원 C부분에 대한 개략적인 확대도가 도시되어 있고, 도 7에는 도 3의 원 C부분을 본체(110) 내부에서 외부로 향하여 바라본 상태의 개략적인 확대도가 도시되어 있다.
- [0023] 도면에 도시된 것처럼 모형결합프레임(13)은 종방향으로 길게 연장된 빔 부재로 이루어질 수 있는데, 모형 시험체(120)의 횡방향 양단에 구비된 축부재(121)는 본체(110)의 횡방향 벽체(101)에 형성된 개구부(4)를 통과하여 모형결합프레임(13)에 일체로 결합되어 있다. 따라서 모형결합프레임(13)은 모형 시험체(120)와 일체로 되어, 모형 시험체(120)와 동일하게 연직방향의 운동 및 회전운동을 하게 된다. 상기 개구부(4)는 후술하는 것처럼 모형 시험체(120)의 연직 진동에 따라 축부재(121)가 연직방향으로 직선 왕복 운동할 수 있도록 연직방향으로 길게 연장된 장공형태로 형성될 수 있다.
- [0024] 상기 모형결합프레임(13)의 연직방향 위쪽과 아래쪽에는 각각 간격을 두고 수평프레임(12a, 12b)이 배치되어 본체(110)의 횡방향 벽체(101)에 일체로 고정 설치되어 있다. 즉, 종방향으로 연장되어 있는 빔 부재로 이루어진 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b)의 사이에 모형결합프레임(13)이 위치하고, 이러한 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b)과 모형결합프레임(13)은 서로 평행하게 종방향으로 연장된 상태로 배치되어 있는 것이다. 편의상 본 명세서에서는, 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b)을 각각 구분하여 지칭할 필요가 있을 경우에는 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b) 중에서 연직방향으로 모형결합프레임(13)의 위쪽에 배치된 것을 "상부 수평프레임(12a)"이라고 기재하고, 연직방향으로 모형결합프레임(13)의 아래쪽에 배치된 것을 "하부 수평프레임(12b)"이라고 기재한다.
- [0025] 이렇게 서로 평행하게 종방향으로 배치된 한 쌍의 수평프레임(12a, 12b)과 모형결합프레임(13) 사이에는 연직방향으로 탄성부재(3)가 배치되어 서로 연결된다. 즉, 모형결합프레임(13)의 종방향 양 단부측에서, 상부 수평프레임(12a)과 모형결합프레임(13) 사이에 연직하게 탄성부재(3)가 배치되어, 상기 탄성부재(3)에 의해 상부 수평프레임(12a)과 모형결합프레임(13)이 서로 결합되어 있는 것이다. 모형결합프레임(13)의 종방향 양단부측에서 하부 수평프레임(12b)과 모형결합프레임(13) 사이에도 이와 마찬가지로 탄성부재(3)가 연직하게 배치되어 결합되어 있다. 이와 같이, 탄성부재(3)에 의해 모형결합프레임(13)이 수평프레임(12a, 12b)에 결합됨으로써, 모형결합프레임(13) 및 이와 결합된 모형 시험체(120)가 수평프레임(12a, 12b)에 탄성적으로 지지되어 있는 것이다.
- [0026] 상기 탄성부재(3)는 예를 들어 스프링으로 구성되어 그 양단이 각각 수평프레임(12a, 12b)과 모형결합프레임(13)에 결합되는데, 본 발명에서 상기 탄성부재(3)는 필요에 따라 종방향으로 그 위치가 이동할 수 있도록 구성될 수 있다. 상부 수평프레임(12a)과 모형결합프레임(13) 사이에 배치되는 탄성부재(3)의 종방향 이동 가능한 배치 결합 구성을 좀더 상세히 살펴보면, 모형결합프레임(13)을 따라 종방향으로 이동이 가능한 제1이동체결구(130)가 모형결합프레임(13)에 각각 구비되고, 상기 제1이동체결구(130)의 연직방향 위쪽에는 상부 수평프레임(12a)에도 상부 수평프레임(12a)을 따라 이동이 가능한 제2이동체결구(14)가 구비되며, 상부 수평프레임(12a)과 모형결합프레임(13) 사이에 배치되는 탄성부재(3)의 양단은 각각 상기 제1이동체결구(130)와 상기 제2이동체결구(14)에 결합되는 구성을 가질 수 있다. 하부 수평프레임(12a)에도 상기 제1이동체결구(130)의 연직방향 아래

쪽에는 하부 수평프레임(12b)을 따라 이동이 가능한 제2이동체결구(14)가 구비되어 있어서, 하부 수평프레임(12b)과 모형결합프레임(13) 사이에 배치되는 탄성부재(3)의 양단도 각각 상기 제1이동체결구(130)와 상기 제2이동체결구(14)에 결합되어 있다.

[0027] 따라서 제1이동체결구(130)와 제2이동체결구(14)를 종방향으로 이동시킴에 따라 모형결합프레임(13)을 수평프레임(12a, 12b)에 결합하고 있는 탄성부재(3)의 위치가 바뀌게 되며, 그에 따라 모형결합프레임(13) 및 이와 결합된 모형 시험체(120)에 대해 다양한 지지조건을 부여하여 시험을 수행할 수 있게 된다. 모형 시험체(120)에 대한 시험을 수행함에 있어서, 탄성부재(3) 자체를 교체함으로써 시험목적에 맞는 연직 진동수를 모사할 수도 있지만, 이에 더하여 본 발명에서는 위와 같은 제1 및 제2이동체결구(130, 140)의 종방향 이동 가능 구성을 통해서, 탄성부재(3)에 의해 모형결합프레임(13)을 지지하는 위치를 공동시험목적과 내용에 맞추어서 자유롭게 선택할 수 있게 되는 장점을 더 가지게 된다.

[0028] 본 발명의 정상가진 장치(1)에는, 상기 수평프레임(12a, 12b)을 설치할 목적으로, 그리고 더 나아가 수평프레임(12a, 12b)을 연직방향으로 이동시킬 수 있도록 하기 위한 목적으로, 연직프레임(15)이 더 구비될 수도 있다. 도면에 도시된 실시예의 경우, 한 쌍의 연직프레임(15)이 구비되어 있는데, 개구부(4)가 사이에 위치하도록 한 쌍의 연직프레임(15)이 종방향으로 간격을 두고 서로 나란하게 연직하게 배치되어 공동시험장치(100)의 횡방향 벽체(101)에 일체로 고정 설치되어 있다. 그리고 수평프레임(12a, 12b)은 각각 상기 연직프레임(15)의 횡방향 외측면에서 수평하고 평행한 상태를 유지하면서 연직프레임(15)을 따라 연직방향으로 이동이 가능하도록 결합되어 설치되어 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 수평프레임(12a, 12b)을 서로 평행한 수평상태를 유지한 채로 그 연직 설치 높이를 자유롭게 조절할 수 있게 되어, 다양한 실험 조건의 공동실험을 수행할 수 있게 되는 장점이 있다.

[0029] 본 발명의 정상가진 장치(1)에서는 회전에 의해 가진력을 발생시키는 회전 질량장치(2)가 모형결합프레임(13)에 일체로 연결되어 설치되어 있다. 구체적으로 도 4 내지 도 7에 도시된 것처럼, 회전질량장치(2)는, 회전모터(21)와, 회전모터(21)의 회전축에서 일측 방향으로 매달려 있는 회전질량체(22)를 포함하여 구성된다. 도면에 도시된 실시예에서 회전질량체(22)는 부채꼴 형상을 가지는 판형 부재로 이루어져서, 부채꼴 형상의 중심점(부채꼴 형상의 크기가 작아지는 부분의 끝단점)이 회전모터(21)의 회전축에 결합되어 있다. 회전모터(21)는 모형결합프레임(13)에 결합 설치되는데, 회전모터(21)의 회전축이 횡방향 벽체(101)를 향하는 방향으로 모형결합프레임(13)을 관통하도록 모형결합프레임(13)에 분해 조립이 가능하도록 결합설치된다. 모형결합프레임(13)을 관통한 회전모터(21)의 회전축 단부에는 회전질량체(22)가 결합 구비된다. 즉, 회전질량체(22)와 회전모터(21) 사이에 모형결합프레임(13)이 위치하도록 회전질량장치(2)가 모형결합프레임(13)에 설치되는 것이다.

[0030] 본 발명에서 모형결합프레임(13)에는 복수개의 회전질량장치(2)가 구비되는데, 모형 시험체(120)의 횡방향 단부가 모형결합프레임(13)에 결합되는 위치 즉, 축부재(121)가 모형결합프레임(13)에 결합되는 위치를 중심으로 하여 종방향으로 거울대칭 관계가 되도록 복수개의 회전질량장치(2)가 모형결합프레임(13)에 설치된다. 도면에 도시된 실시예의 경우, 2개의 회전질량장치(2)가 모형결합프레임(13)에 결합 설치되어 있는데, 2개의 회전질량장치(2) 간의 종방향 간격의 중앙에 모형 시험체(120)의 축부재(121)가 위치하고 있다. 축부재(121)로부터 각각의 회전질량장치(2)까지의 종방향 거리는 시험 조건에 맞추어서 필요한 만큼 변화시킬 수 있다.

[0031] 회전질량장치(2)를 모형결합프레임(13)에 설치함에 있어서, 도면에는 예시되지 않았지만, 모형결합프레임(13)에서 회전질량장치(2)의 회전모터(21)가 설치될 위치에 맞추어서 미리 결합구멍을 미리 모형결합프레임(13)에 형성해둘 수 있다. 그러나 결합구멍은 반드시 필요한 것은 아니며, 축부재(121)로부터 각각의 회전질량장치(2)까지의 종방향 거리를 시험 조건에 맞추어서 필요한 만큼 정하여 해당 위치에 회전질량장치(2)를 설치할 수도 있고, 더 나아가 회전질량장치(2) 자체를 모형결합프레임(13)을 따라 이동시키는 구성을 가지게 할 수도 있다.

[0032] 다양한 공동실험조건으로 모형 시험체(120)를 가진할 수 있도록 하기 위하여 회전모터(21)로서 공지의 스텝모터를 이용할 수 있는데, 특히, 모터는 그 회전을 1 내지 1Hz까지 1/60Hz 단위로 조절할 수 있는 것을 이용하는 것이 바람직하다.

[0033] 본 발명에 따른 정상가진 장치(1)에서는, 후술하는 것처럼 회전질량장치(2)의 작동에 의해 모형 시험체(120)에 2차원 거동(연직 진동 및 비틀 진동)이 발생하게 되는데, 과도한 2차원 거동의 발생은 바람직하지 아니하므로, 이를 제안하기 위한 거동제한부재(135)가 본 발명의 정상가진 장치에 더 구비될 수 있다. 상기 거동제한부재(135)는 모형결합프레임(13)의 외부를 연직방향으로 간격을 두고 감싸는 링 형상의 부재로 구성되어, 본체의 횡방향 벽체(101) 외면에 직접, 또는 연직프레임(15)에 결합되어 구비될 수 있다. 거동제한부재(135)의 내면과 모형결합프레임(13)의 상,하부 간에는 유격이 있으므로, 그 유격의 범위 내에서 모형결합프레임(13)은 연직 방

향으로 진동하거나 비틀에 의한 회전할 수 있게 된다. 즉, 모형결합프레임(13)의 연직 진동 및 비틀 진동의 범위가 거동제한부재(135)의 내면과 모형결합프레임(13)의 상,하부 간에 존재하는 유격으로 제한되는 것이다. 따라서 모형결합프레임(13) 및 모형 시험체(120)에 과도한 2차원 거동이 발생하는 것을 억제함으로써, 정상가진 장치의 파손 등을 효과적으로 예방할 수 있게 된다.

[0034] 도면에서 부재번호 18은 모형결합프레임(13)의 변위 등을 측정하기 위한 센서(18)인데, 상기 센서(18)로는 레이저를 조사하는 레이저 센서로 이루어질 수 있다. 부재번호 19는 센서(18)로부터 조사되는 레이저 빔을 받아들이는 수광부재(19)로서 모형결합프레임(13)에 설치된다. 상기 센서(18)는 상부 수평프레임(12a)에서 종방향으로 이동 가능하게 설치될 수 있으며, 수광부재(19) 역시 이에 맞추어서 종방향으로 이동 가능하게 설치될 수 있다. 위에서는 센서(18)로서 레이저 센서를 예시하였으나, 본 발명에서 모형결합프레임(13)의 변위 등을 측정하기 위한 센서(18)는 이에 한정되지 아니하며, 종래의 일반적인 기계식 변위계 등 다양한 공지의 센서가 이용될 수 있다.

[0035] 도 8 내지 도 10에는 각각 본 발명의 정상가진 장치(1)에서 모형 시험체(120)에 연직방향의 진동을 유발하도록 회전질량장치(2)가 작동하는 것을 순차적으로 보여주는 도 4에 대응되는 개략적인 정면도가 도시되어 있다. 도 8 내지 도 10에서 점선으로 도시된 것은 이전 단계에서의 위치를 나타낸다.

[0036] 도 8 내지 도 10에 도시된 것처럼, 모형결합프레임(13)에서 모형 시험체(120)의 축부재(121)가 결합되어 있는 위치를 중심으로 횡방향으로 거울대칭 위치에 구비된 각각의 회전질량장치(2)에서, 회전모터(21)의 작동에 의해 회전질량체(22)가 회전하되, 횡방향 양쪽에 위치하는 회전질량장치(2)의 회전질량체(22) 각각이 서로 반대되는 방향으로 회전하게 되면, 회전질량체(22)의 회전에 의해 유발되는 수평방향의 힘은 서로 상충되어 소멸하게 되고, 단지 연직방향의 힘만이 2개의 회전질량장치(2)에서 한쪽 방향으로 동시에 작용하게 된다. 즉, 연직방향으로의 힘이 크게 작용하게 되는 것이며, 그에 따라 모형결합프레임(13)과 이에 결합되어 있는 모형 시험체(120)에는 연직방향으로의 진동이 유발되는 것이다.

[0037] 이 때, 본 발명의 정상가진 장치(1)에서는, 회전질량체(22)를 교체하거나 또는 회전질량체(22)에 추가적인 무게 추를 더 부착하는 방법 등을 통해서, 회전질량체(22) 자체의 중량을 변화시킬 수 있고, 이와 같이 회전질량체(22)의 중량이 변화되면 그에 따라 회전질량장치(2)의 작동(회전모터의 구동에 의한 회전질량체의 회전)에 의해 유발되는 모형결합프레임(13) 및 모형 시험체(120)에 대한 연직 진동의 각도 및 진폭이 달라진다. 또한 회전질량장치(2)가 설치되는 위치 즉, 회전질량장치(2)와 축부재(121) 사이의 거리를 변화시킴으로써, 위와 같은 모형결합프레임(13) 및 모형 시험체(120)에 대한 연직 진동의 각도 및 진폭을 변화시킬 수 있게 된다. 이와 같은 과정을 통해서 진동상태가 유발된 모형 시험체(120)와 모형결합프레임(13)에 대해, 변위계, 가속도계 등의 센서를 통해서, 가진에 의해 유발된 진동의 진폭을 측정하고, 회전모터의 회전정보 등에 기초하여 공지의 수학적 등을 이용하여 모형 시험체(120)에 작용하는 공탄성력을 산출할 수 있게 된다.

[0038] 위에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 정상가진 장치(1)에서는 회전질량장치(2)에 의해 모형 시험체에 연직 방향의 진동을 유발하되, 회전질량체(22) 자체의 중량변화, 회전질량체(22)의 위치변화 등을 통해서, 원하는 형태의 진동을 가할 수 있게 되는 바, 따라서 본 발명의 정상가진 장치(1)에 의하면, 공탄성력을 측정하기 위한 모형 시험체의 정상가진 상태(정상진동상태/Steady-State Excitation)(모형 시험체가 2개의 자유도를 가지고 원하는 진폭과 원하는 각도로 진동하는 상태)를 시험목적에 맞는 최적의 형태로 구현하는 것이 매우 용이하게 되는 효과가 발휘된다.

[0039] 도 11 내지 도 13은 각각 위의 도 8 내지 도 10에 대응되는 본 발명의 정상가진 장치(1)에 대한 개략적인 횡방향으로의 정면도로서, 회전질량장치(2)에 의해 비틀 진동이 유발되는 상태를 보여주는 것이다. 도 11 내지 도 13에서도 점선으로 도시된 것은 이전 단계에서의 위치를 나타낸다. 도 11 내지 도 13의 경우는, 앞서 설명한 도 8 내지 도 10에 도시된 것과 달리, 거울대칭 위치에 구비된 각각의 회전질량장치(2)에서 회전모터(21)의 작동에 의해 회전질량체(22) 각각이 동일한 방향으로 회전한다. 이와 같이 회전질량체(22)가 동일한 방향으로 회전하게 되면, 회전질량체(22)의 회전에 의해 유발되는 수평방향의 힘은 서로 상충되어 소멸하게 되고, 단지 연직방향의 힘만이 잔류하게 되지만, 연직방향의 힘이 모형 시험체(120)의 축부재(121)를 벗어난 위치에서 작용하게 되어, 결과적으로 모형결합프레임(13)과 이에 결합되어 있는 모형 시험체(120)에는 강한 비틀 진동이 유발된다. 특히, 도 11 내지 도 13에 도시된 것처럼 거울대칭 위치에 구비된 각각의 회전질량장치(2)에서 회전질량체(22)가 180도의 위상차를 가지고 동일한 방향으로 회전하게 되면 더욱 강한 비틀 진동이 유발된다.

[0040] 즉, 본 발명의 정상가진 장치(1)에서는 회전질량장치(2)의 회전질량체(22)를 회전시켜서 모형결합프레임(13) 및 이와 결합되어 있는 모형 시험체(120)에 연직 방향으로 진동을 유발하되, 모형 시험체(120)의 축부재(121)가

결합되어 있는 위치를 중심으로 횡방향으로 거울대칭 위치에 구비된 각각의 회전질량장치(2)에서의 회전질량체(22)의 회전 방향 및 위상차를 변화시킴으로써, 모형 시험체(120)에 연직 방향으로의 강한 진동 또는 비틀 진동을 필요에 맞게 유발시킬 수 있게 되는 것이다.

[0041] 이와 같은 본 발명의 정상가진 장치(1)에서는, 앞서 설명한 것처럼, 회전질량체(22)의 교체 또는 회전질량체(22)에 추가적인 무게추를 더 부착하는 방법 등을 통해서 회전질량체(22) 자체의 중량을 필요에 맞게 변화시키거나, 모형결합프레임(13)에서 회전질량장치(2)가 설치되는 위치도 필요에 맞게 변화시키는 등의 방법에 의해 원하는 정도의 진폭과 각도로 모형 시험체를 진동시켜 정상진동상태로 만드는 것에 더하여, 회전질량체(22)의 회전 방향을 바꿈으로써, 필요에 맞추어서 비틀 진동 또는 단순한 연직 진동으로 진동 형태도 원하는 것으로 바꿀 수 있게 되는 장점이 있다.

[0042] 그 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 정상가진 장치(1)에서는 탄성부재 자체의 변경 내지 위치 변경 등을 용이하게 수행할 수 있게 되며, 그에 따라 감쇠비 변화, 연직 진동수의 변화 등 다양한 시험조건을 모형 시험체에 부가할 수 있게 되는 장점이 있다.

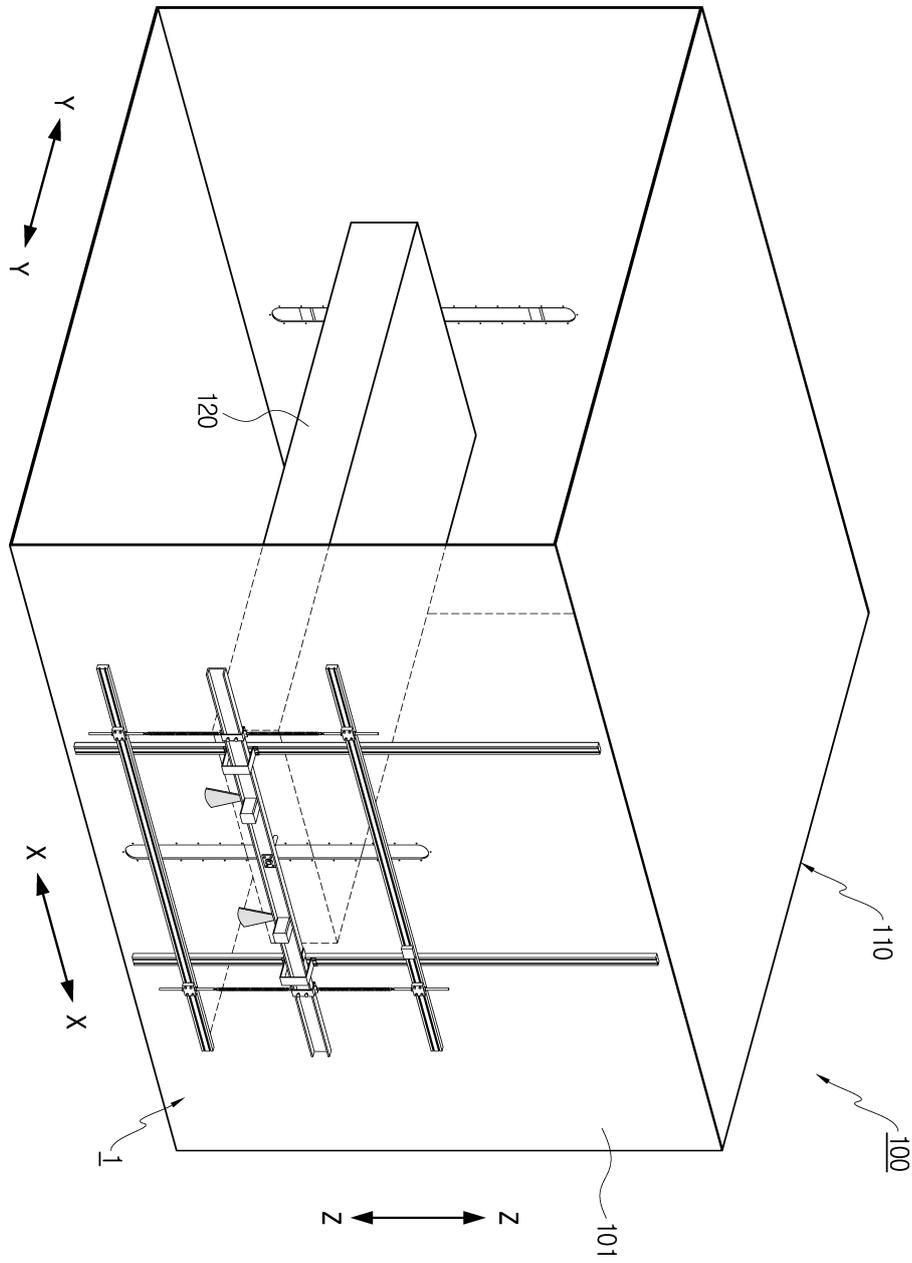
[0043] 위에서는 본체(110)의 일측 횡방향 벽체(101)에 대해 정상가진 장치(1)를 설명하였으나, 본체(110)의 타측 횡방향 벽체에도 동일한 형태로 정상가진 장치(1)가 구비될 수 있다.

부호의 설명

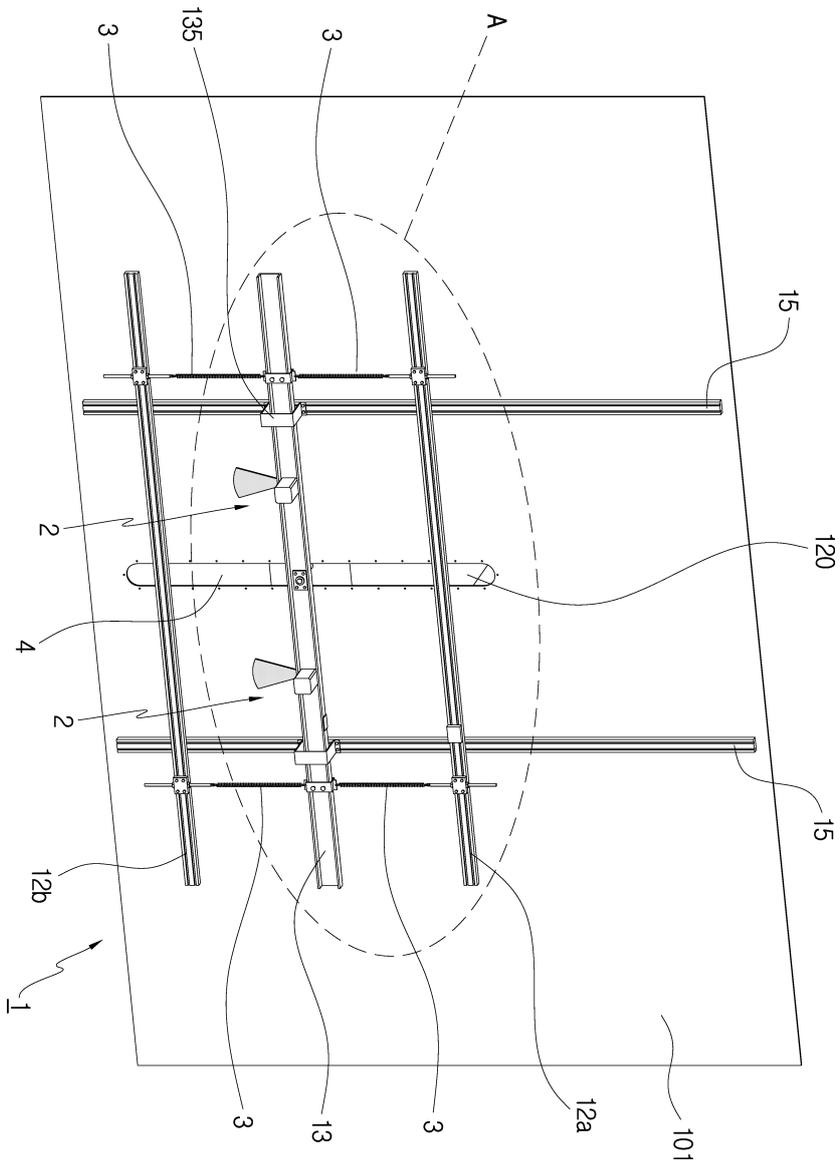
- [0044]
- 1: 정상가진 장치
 - 2: 회전질량장치
 - 3: 덮개
 - 21: 회전모터
 - 22: 회전질량체

도면

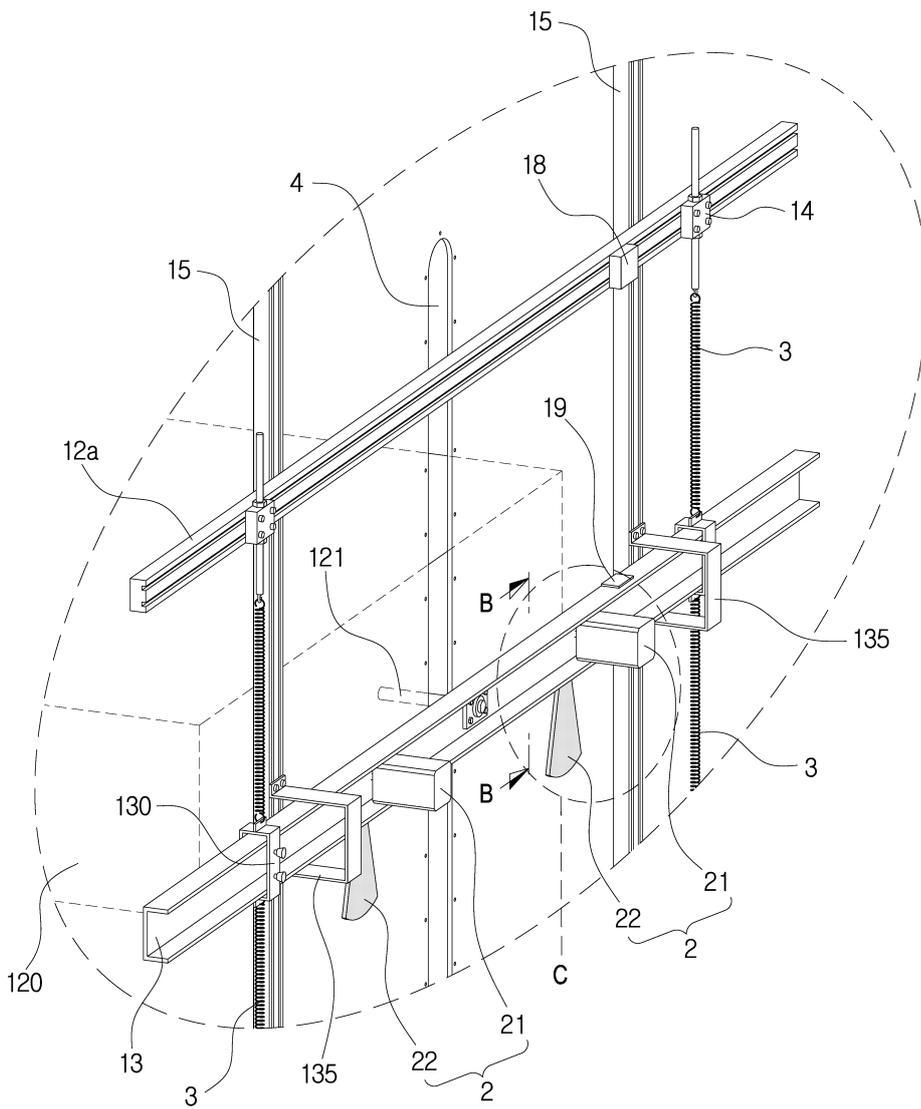
도면1



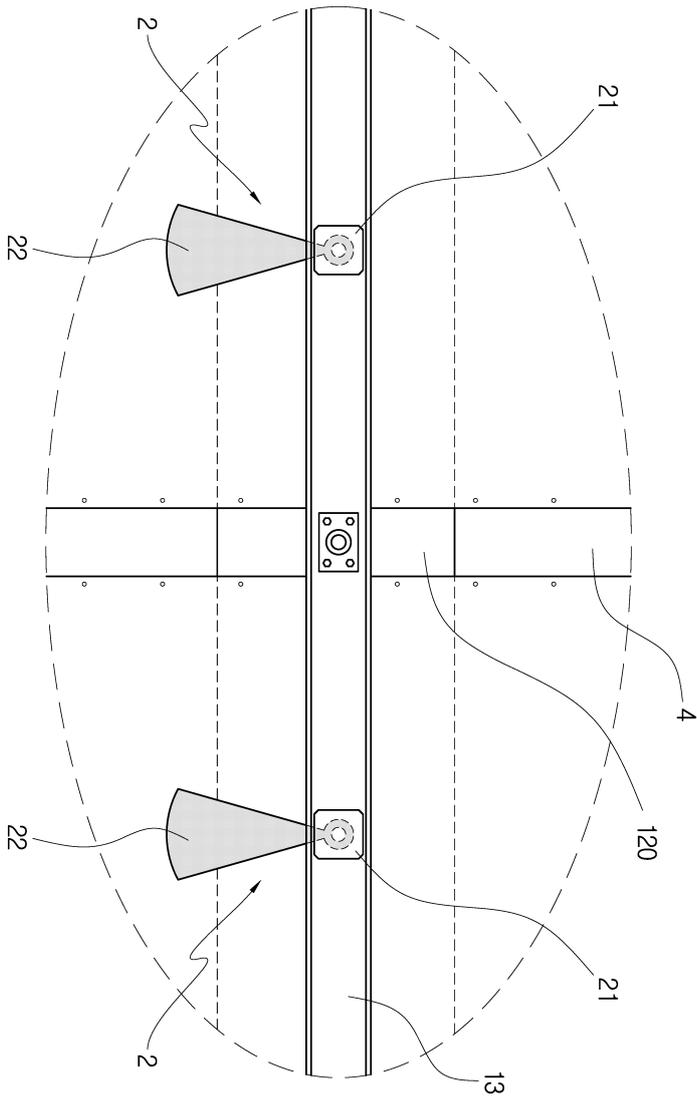
도면2



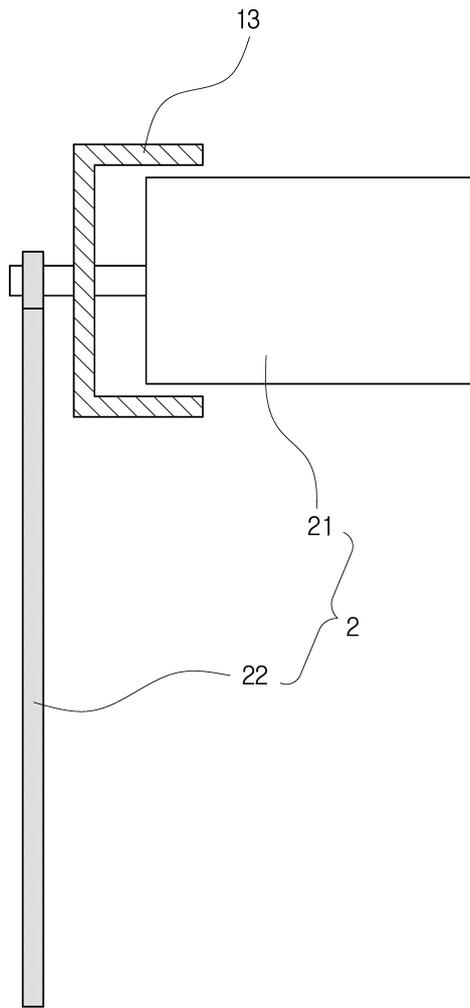
도면3



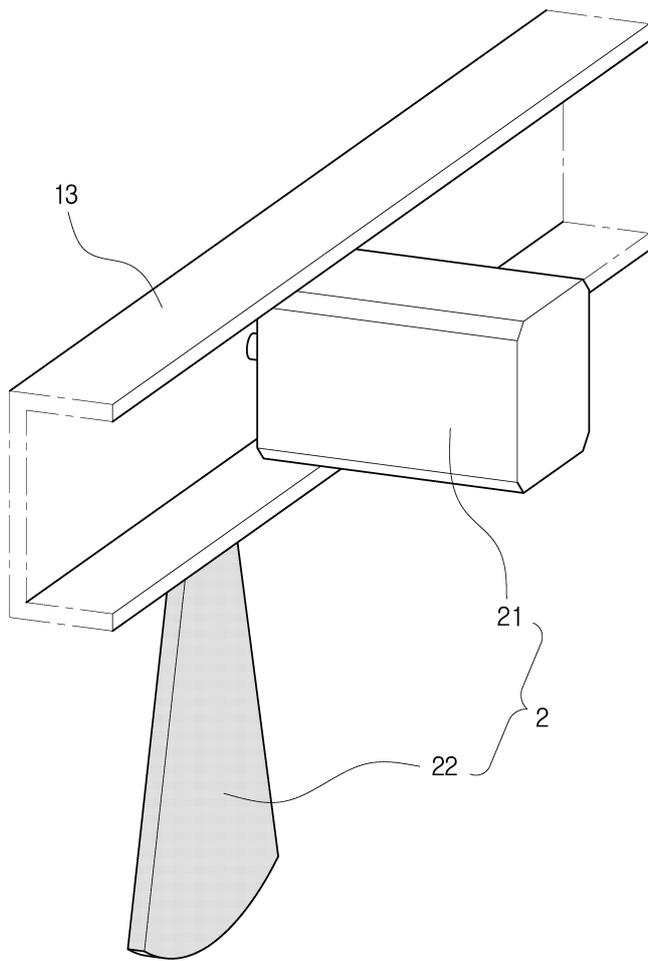
도면4



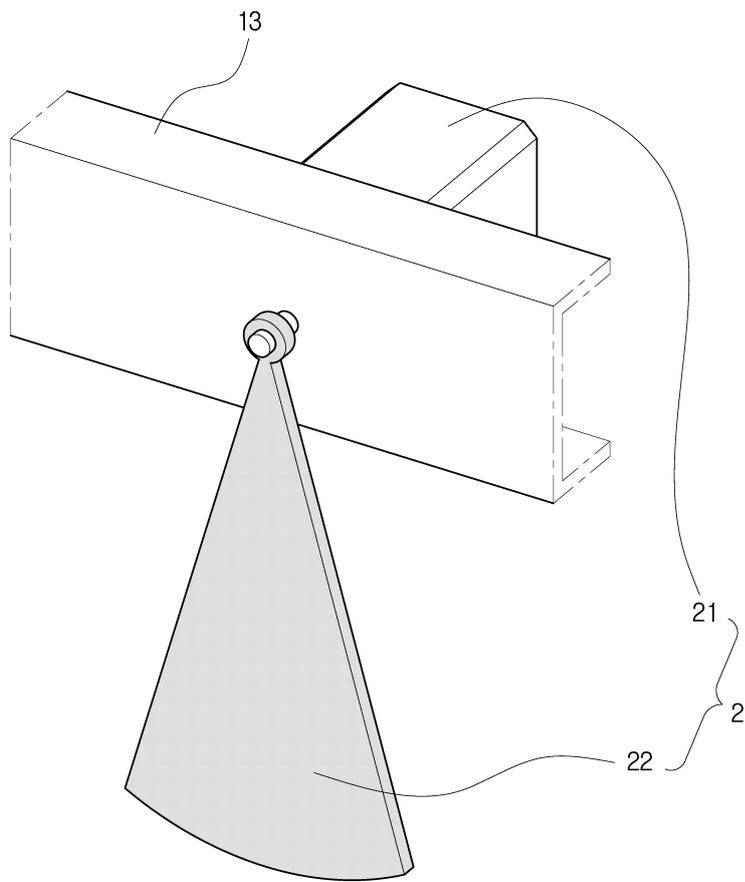
도면5



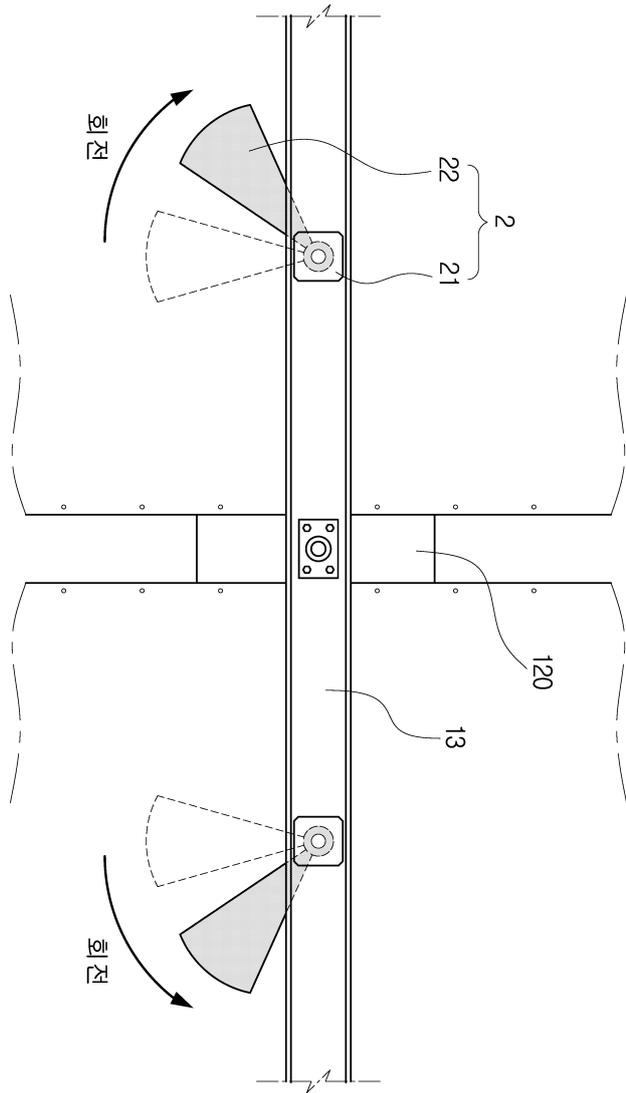
도면6



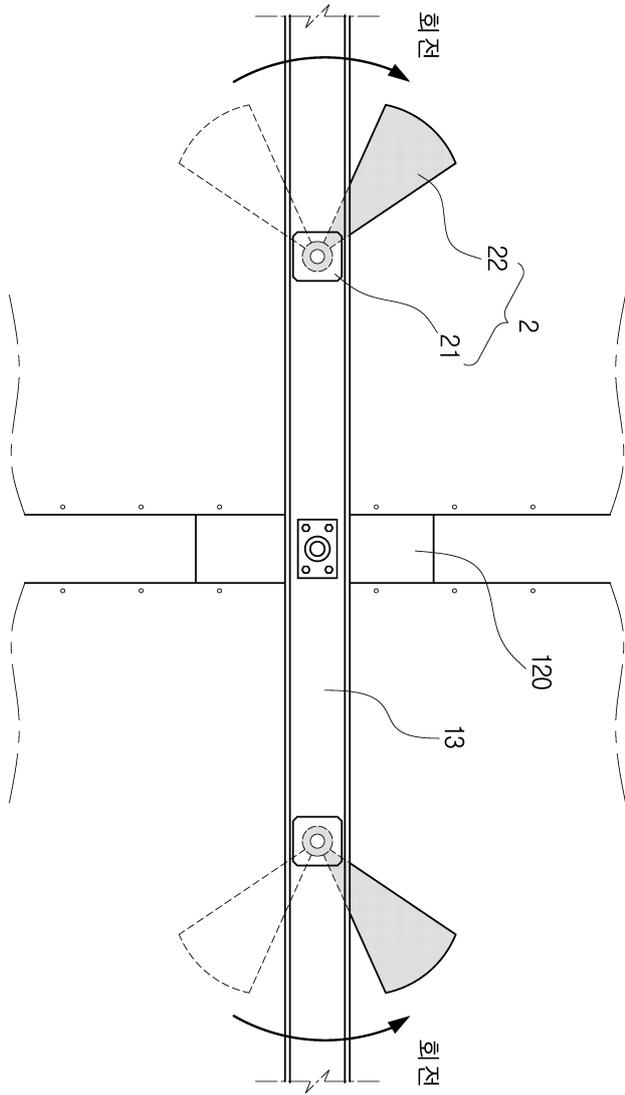
도면7



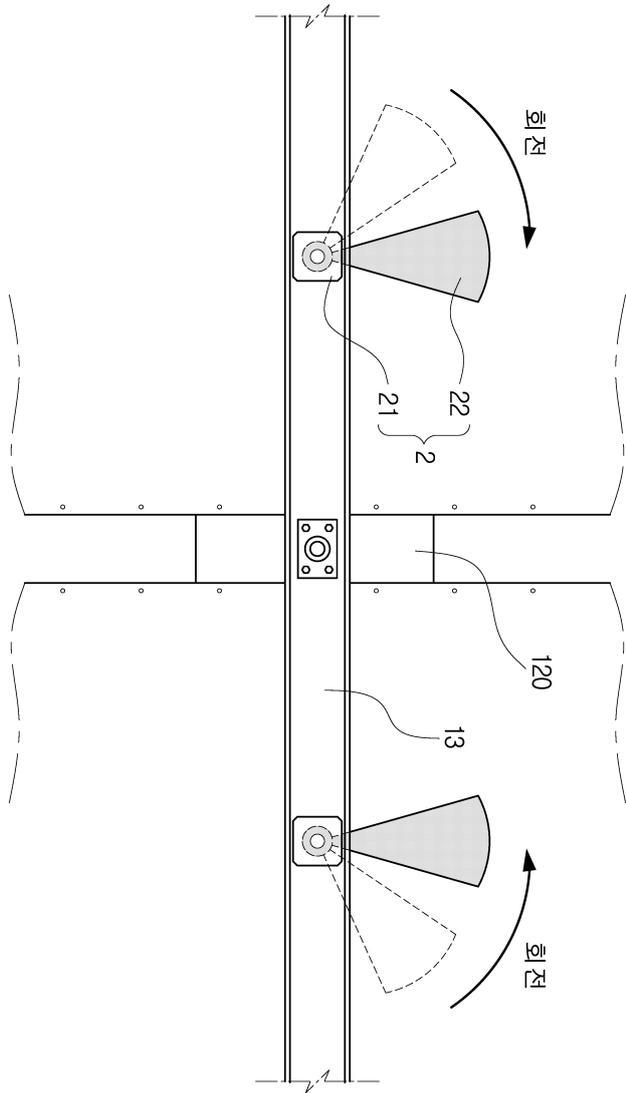
도면8



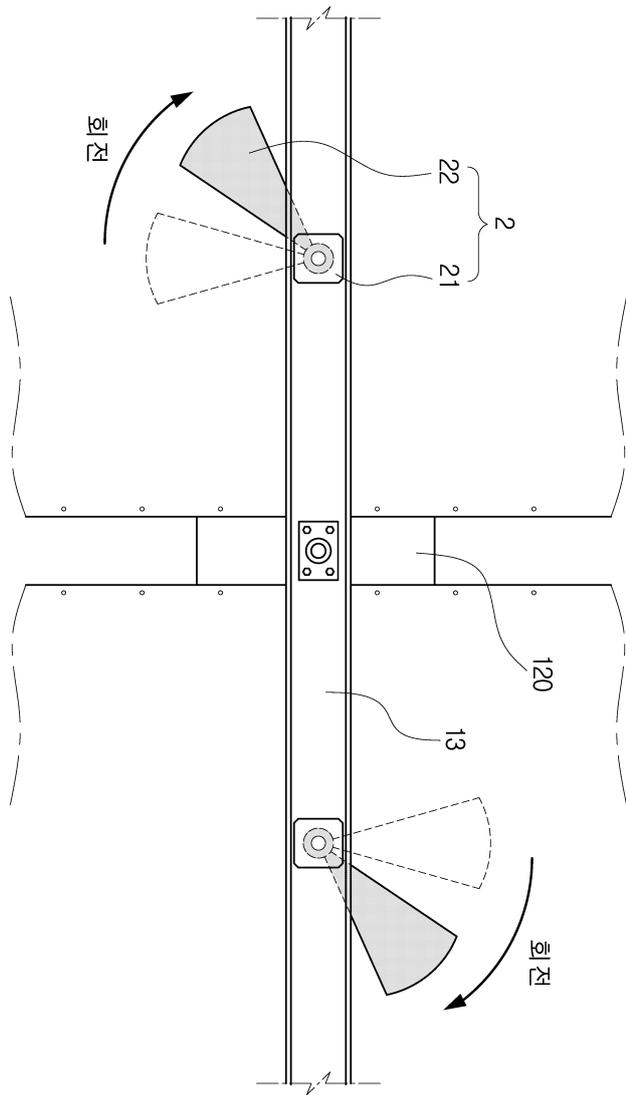
도면9



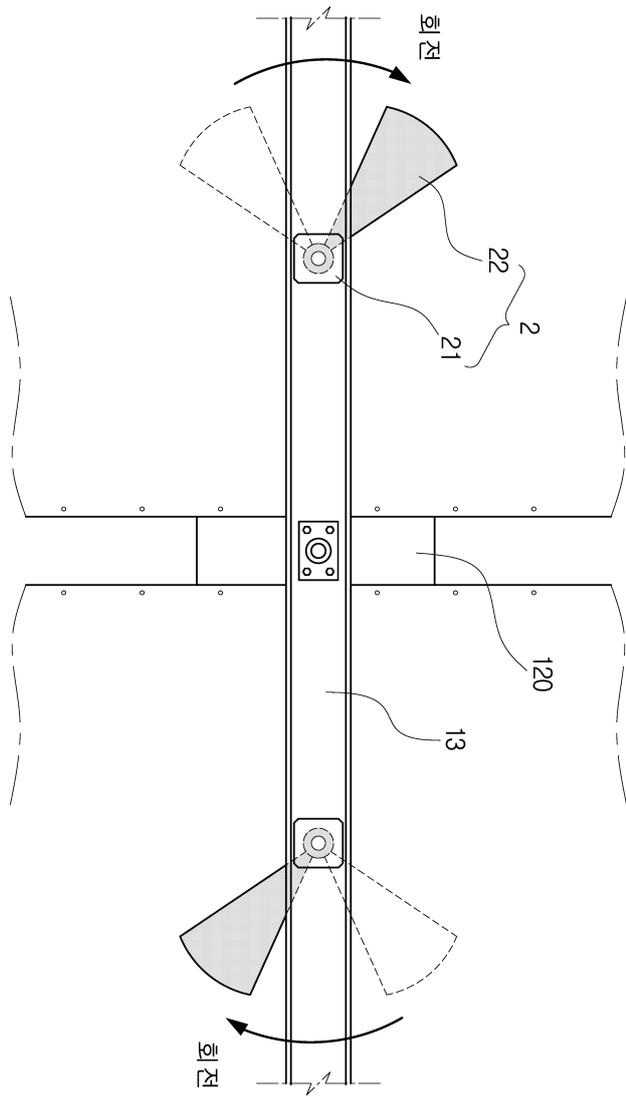
도면10



도면11



도면12



도면13

