



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0006446
(43) 공개일자 2017년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09B 9/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G09B 9/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0097059

(22) 출원일자 2015년07월08일

심사청구일자 2015년07월08일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

손홍선

울산광역시 울주군 범서읍 대리2길 48, 101동 904호 (구영푸르지오1단지아파트)

박상아

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 유니스트기숙사

(74) 대리인

전용준

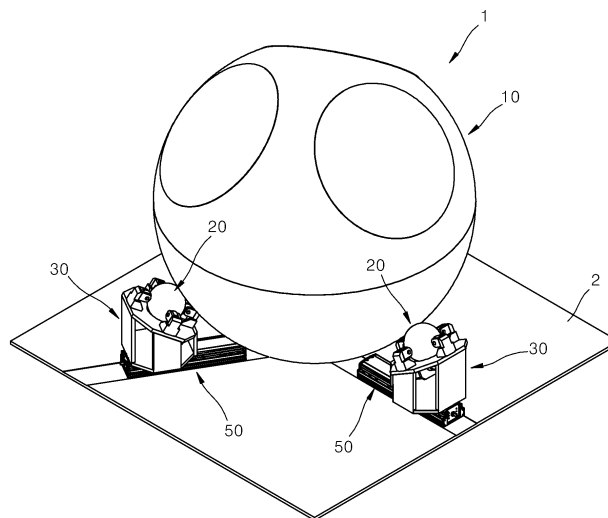
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 시뮬레이팅 시스템

(57) 요약

본 발명에 따른 시뮬레이팅 시스템은, 하나의 구 형상을 하는 모션 플랫폼과, 이를 지지하는 3개의 지지볼들을 포함함으로써, 구조가 간단하면서도 다양한 모션의 구현이 가능한 효과가 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

적어도 일부분이 구면(spherical surface)을 이루도록 형성된 모션 플랫폼과;

상기 모션 플랫폼의 구면을 지지하도록 복수개로 이루어지고, 각각 상기 모션 플랫폼과의 사이에 마찰력에 의해 상기 모션 플랫폼을 움직이게 하는 복수의 지지볼들과;

상기 복수의 지지볼들을 각각 회전가능하도록 지지하는 복수의 받침대들과;

상기 복수의 받침대들에 각각 구비되어, 상기 복수의 지지볼들을 회전시키는 회전부와;

상기 복수의 받침대들을 각각 직선 이동시키는 직선 이동부를 포함하는 시뮬레이팅 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 모션 플랫폼은 구 형상으로 이루어지고,

상기 지지볼들은 각각 상기 모션 플랫폼보다 작은 크기의 구 형상으로 이루어진 시뮬레이팅 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 지지볼들은, 상기 모션 플랫폼의 원주방향을 따라 서로 동일한 각도로 이격되게 배치된 시뮬레이팅 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 회전부는,

상기 지지볼들을 회전시키도록 구비된 복수의 롤러들과;

상기 복수의 롤러들 중 적어도 하나를 회전시키는 모터를 포함하는 시뮬레이팅 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 복수의 롤러들은,

상기 지지볼들의 원주방향을 따라 서로 소정각도로 이격된 위치에 쌍을 이루도록 배치되어, 상기 지지볼들을 회전가능토록 지지하는 보조 롤러와;

상기 보조 롤러와 별도로 배치되고, 상기 모터에 연결되어 상기 모터의 회전력에 의해 상기 지지볼을 회전시키는 회전 롤러를 포함하는 시뮬레이팅 시스템.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 회전부는, 상기 복수의 지지볼들을 서로 독립적으로 회전시키는 시뮬레이팅 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 직선 이동부는,

상기 복수의 받침대들의 각 하부에 배치된 복수의 가이드 레일들과;

상기 복수의 받침대들의 각 하부에 구비되어, 상기 각 가이드 레일을 따라 직선 이동하는 복수의 슬라이더들을 포함하는 시뮬레이팅 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 복수의 가이드 레일들은,

상기 모션 플랫폼의 중심과 연직방향으로 연결되는 가상의 중심점에서 방사형으로 배치되는 가상의 선들 위에 위치하도록 형성된 시뮬레이팅 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 슬라이더를 직선이동시키는 구동부를 더 포함하고,

상기 구동부는 액추에이터와 모터 중 어느 하나를 포함하는 시뮬레이팅 시스템.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 받침대는,

상기 지지볼들이 배치되고 상기 모션 플랫폼을 향하는 상면이 소정 각도로 경사지게 형성된 시뮬레이팅 시스템.

청구항 11

적어도 일부분이 구면(spherical surface)을 이루도록 형성된 모션 플랫폼과;

상기 모션 플랫폼의 구면을 지지하도록 복수개로 이루어지고, 각각 상기 모션 플랫폼과의 사이에 마찰력에 의해 상기 모션 플랫폼을 구동시키는 복수의 지지볼들과;

상기 복수의 지지볼들을 각각 회전가능하도록 지지하고 상기 모션 플랫폼을 향하는 상면이 소정 각도로 경사지게 형성된 복수의 받침대들과;

상기 받침대들에 각각 구비되어 상기 지지볼들을 회전시키는 복수의 롤러들과, 상기 복수의 롤러들 중 적어도 하나를 회전시키는 모터를 포함하는 회전부와;

상기 복수의 받침대들의 각 하부에 배치된 복수의 가이드 레일들과, 상기 복수의 받침대들의 각 하부에 구비되어, 상기 각 가이드 레일을 따라 직선 이동하는 복수의 슬라이더들을 포함하여 상기 받침대를 직선 이동시키는 직선 이동부를 포함하는 시뮬레이팅 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 시뮬레이팅 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 조종사 훈련 등을 위한 플라이트 시뮬레이션을 구현할 수 있는 시뮬레이팅 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 시뮬레이터(Simulator) 기술은, 항공기 뿐만 아니라 선박이나 철도 차량의 조종과 운전자의 교육 훈련용으로 이용되고 있다. 최근에는 컴퓨터 그래픽이 고성능화되면서 게임, 각종 테스트, 엔터테인먼트 등 산업 전분야에서 관심이 대두되고 있다.

[0003] 그러나, 종래의 시뮬레이터는, 6자유도 운동을 구현하는 경우 복수의 암들이나 유압, 동력 장치들을 필요로 하

므로 전체적인 구조가 매우 복잡하고 제작 비용이 비싸지는 문제점이 있으며, 구조를 단순화시킬 경우 3자유도 운동만이 가능하여 실제 모션을 구현하기가 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-1146947

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 구조가 간단하면서도 실제로 가까운 모션의 구현이 가능한 시물레이팅 시스템을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 시물레이팅 시스템은, 적어도 일부분이 구면(spherical surface)을 이루도록 형성된 모션 플랫폼과; 상기 모션 플랫폼의 구면을 지지하도록 복수개로 이루어지고, 각각 상기 모션 플랫폼과의 사이에 마찰력에 의해 상기 모션 플랫폼을 움직이게 하는 복수의 지지볼들과; 상기 복수의 지지볼들을 각각 회전가능하도록 지지하는 복수의 받침대들과; 상기 복수의 받침대들에 각각 구비되어, 상기 복수의 지지볼들을 회전시키는 회전부와; 상기 복수의 받침대들을 각각 직선 이동시키는 직선 이동부를 포함한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따른 시물레이팅 시스템은, 적어도 일부분이 구면(spherical surface)을 이루도록 형성된 모션 플랫폼과; 상기 모션 플랫폼의 구면을 지지하도록 복수개로 이루어지고, 각각 상기 모션 플랫폼과의 사이에 마찰력에 의해 상기 모션 플랫폼을 구동시키는 복수의 지지볼들과; 상기 복수의 지지볼들을 각각 회전가능하도록 지지하고 상기 모션 플랫폼을 향하는 상면이 소정 각도로 경사지게 형성된 복수의 받침대들과; 상기 받침대들에 각각 구비되어 상기 지지볼들을 회전시키는 복수의 롤러들과, 상기 복수의 롤러들 중 적어도 하나를 회전시키는 모터를 포함하는 회전부와; 상기 복수의 받침대들의 각 하부에 배치된 복수의 가이드 레일들과, 상기 복수의 받침대들의 각 하부에 구비되어, 상기 각 가이드 레일을 따라 직선 이동하는 복수의 슬라이더들을 포함하여 상기 받침대들 직선 이동시키는 직선 이동부와; 상기 받침대에 구비되어, 상기 받침대의 경사각도를 조절하여 상기 모션 플랫폼을 상승 또는 하강시키는 틸팅 기구를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 시물레이팅 시스템은, 하나의 구 형상을 하는 모션 플랫폼과, 이를 지지하는 3개의 지지볼들을 포함함으로써, 구조가 간단하면서도 다양한 모션의 구현이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 시물레이팅 시스템을 도시한 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 모션 플랫폼의 내부가 도시된 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 시물레이팅 시스템의 측면도이다.

도 4는 도 1에 도시된 시물레이팅 시스템의 평면도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 시물레이팅 시스템에서 지지볼 및 회전부를 나타낸 평면도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 시물레이팅 시스템에서 회전부 및 직선 이동부를 나타낸 사시도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 회전부를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 모션 플랫폼과 지지볼들의 운동 분석을 나타내기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면, 다음과 같다.
- [0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이팅 시스템을 도시한 사시도이다. 도 2는 도 1에 도시된 모션 플랫폼의 내부가 도시된 도면이다. 도 3은 도 1에 도시된 시뮬레이팅 시스템의 측면도이다. 도 4는 도 1에 도시된 시뮬레이팅 시스템의 평면도이다.
- [0012] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이팅 시스템(1)은, 모션 플랫폼(10), 지지볼(20), 받침대(30), 회전부(40) 및 직선 이동부(50)를 포함한다.
- [0013] 상기 모션 플랫폼(10)은, 시뮬레이션을 체험하는 체험자가 탑승하는 공간을 형성한다. 상기 모션 플랫폼(10)은, 적어도 일부분이 구면(sphere surface)을 이루도록 형성된다. 상기 모션 플랫폼(10)의 구면은 후술하는 지지볼(20)과 접촉면이 된다. 상기 모션 플랫폼(10)은 전체가 구 형상으로 이루어지는 것도 가능하고, 일부분을 제외하고 구 형상을 이루는 것도 가능하다. 본 실시예에서는, 상기 모션 플랫폼(10)은 체험자가 탑승시 이용하는 게이트를 제외하고 구 형상으로 이루어진 것으로 예를 들어 설명한다. 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 모션 플랫폼(10)은 일부가 개구되게 형성되는 것도 가능하고, 상기 지지볼(20)과 접촉되는 면을 제외하고는 다른 형상으로 이루어지는 것도 물론 가능하다.
- [0014] 도 2를 참조하면, 상기 모션 플랫폼(10)의 내부에는 상기 체험자가 앉는 의자(11)가 구비될 수 있으며, 상기 체험자가 시뮬레이션 프로그램을 확인할 수 있는 디스플레이(12) 등이 설치될 수 있다.
- [0015] 상기 지지볼들(20)은, 상기 모션 플랫폼(10)의 구면, 즉 하부면을 지지하도록 복수개로 이루어진다. 상기 지지볼들(20)은 상기 모션 플랫폼과의 사이에 마찰력에 의해 상기 모션 플랫폼을 움직이게 한다. 상기 지지볼들(20)은 모두 구 형상으로 이루어진다. 상기 지지볼들(20)의 직경은, 상기 모션 플랫폼(10)의 직경보다 작게 형성된다. 이하, 본 실시예에서는 상기 지지볼들(20)은, 상기 모션 플랫폼(10)의 원주방향을 따라 서로 120도 간격으로 이격되게 위치한 3개로 이루어진 것으로 예를 들어 설명한다. 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 지지볼들(20)의 개수와 위치는 조정 가능하다.
- [0016] 상기 받침대들(30)은, 상기 복수의 지지볼들(20)을 각각 지지하도록 구비된다. 상기 받침대들(30)의 개수는 상기 지지볼들(20)의 개수와 동일하다. 본 실시예에서는, 상기 지지볼들(20)이 3개로 이루어진 것으로 예를 들어 설명하므로, 상기 받침대들(30)의 개수도 3개인 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 받침대들(30)은 각각, 후술하는 슬라이더가 하부에 결합되는 하면부(30a)와, 상기 하면부(30a)에서 연직방향으로 세워져 결합되는 복수의 측면부들(30b)과, 상기 복수의 측면부들(30b)의 상단에 결합되어 상면을 이루는 상면부(30c)를 포함한다. 상기 상면부(30c)에는 상기 지지볼들(20)의 하측 일부가 연통되고, 상기 지지볼들(20)의 회전에 간섭되지 않도록 개구홀(30d)이 형성된다. 상기 지지볼(30)의 하측 일부는 상기 개구홀(30d)을 통과하여 후술하는 회전 롤러(42)와 접촉될 수 있다. 상기 상면부(30c)는, 상기 모션 플랫폼(10)을 향하도록 소정각도로 경사지게 형성된다.
- [0017] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이팅 시스템에서 지지볼 및 회전부를 나타낸 평면도이다. 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이팅 시스템에서 회전부 및 직선 이동부를 나타낸 사시도이다.
- [0018] 상기 회전부(40)는, 상기 받침대들(30)에 각각 구비되어 상기 지지볼들(20)을 회전시킨다. 상기 지지볼들(20)을 회전시키도록 구비된 복수의 롤러들(41)(42)과, 상기 복수의 롤러들(41)(42) 중 적어도 하나에 결합된 모터(43)를 포함한다.
- [0019] 상기 복수의 롤러들(41)(42)은, 상기 지지볼들(20)을 회전가능토록 지지하는 보조 롤러(41)와, 상기 보조 롤러(41)와 별도로 배치되고 상기 모터(43)에 연결되어 상기 모터(43)의 회전력에 의해 상기 지지볼(20)을 회전시키는 회전 롤러(42)를 포함한다.
- [0020] 상기 보조 롤러(41)는, 상기 받침대(30)의 상면부(30c)에 설치된다. 상기 보조 롤러(41)는, 상기 받침대(30)에 구비된 롤러 브래킷(41a)에 회전가능토록 결합된다. 상기 보조 롤러(41)는 상기 받침대(30)의 상면에 설치되어 상기 지지볼(20)의 측면과 접촉한다. 상기 보조 롤러(41)는, 상기 지지볼들(20)의 원주방향을 따라 서로 소정각도로 이격된 위치에 쌍을 이루도록 배치된다. 본 실시예에서는, 상기 보조 롤러(41)는 하나의 지지볼(20)에 2쌍이 배치되는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 보조 롤러(41)는 상기 지지볼(20)을 직접 회전시키지 않고, 상기 지지볼(20)의 회전시 회전을 지지하는 역할만 한다.
- [0021] 상기 회전 롤러(42)는, 상기 상면부(30c)의 하측에 설치되어 상기 지지볼(20)의 하측면과 접촉된다. 상기 회전 롤러(42)는 상기 모터(43)에 연결되어 상기 모터(43)의 회전력에 의해 상기 지지볼(20)을 회전시키는 구동용 롤러이다. 상기 회전 롤러(42)는 하나의 상기 지지볼(20)에 한 개씩 구비될 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고,

상기 회전 롤러(42)는, 상기 보조 롤러(41) 중 하나를 대체하는 것도 물론 가능하다.

- [0022] 상기 모터(43)는, 회전축이 상기 회전 롤러(42)와 결합되어, 상기 회전 롤러(42)를 회전시킬 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 모터(43)의 회전축과 상기 회전 롤러(42)와는 별도의 기어 구조 등의 연결부재로 연결되는 것도 물론 가능하다. 상기 모터(43)의 개수는 상기 지지볼(20)의 개수에 대응되게 구비된다. 이하, 본 실시예에서는 상기 지지볼(20)이 3개로 이루어진 것으로 예를 들어 설명하므로, 상기 모터(43)도 3개로 이루어진 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 3개의 상기 모터(43)들은 서로 독립적으로 제어되어, 상기 3개의 지지볼들(20)을 서로 독립적으로 회전시킬 수 있다.
- [0023] 상기 직선 이동부(50)는, 도 5 및 도 6을 참조하면, 베이스 패널(2)의 상면에 설치된 가이드 레일(51)과, 상기 받침대들(30)의 각 하부에 구비되어 상기 가이드 레일(51)을 따라 직선 이동하는 복수의 슬라이더들(52)과, 상기 슬라이더들(52)을 서로 독립적으로 구동시키는 구동부(미도시)를 더 포함한다.
- [0024] 상기 가이드 레일(51)은, 상기 받침대들(30)의 개수에 대응되게 복수개가 구비되는 바, 본 실시예에서는 3개가 구비되는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 3개의 가이드 레일(51)은, 상기 모션 플랫폼(10)의 중심과 연직방향으로 연결되는 가상의 중심점(C)에서 방사형으로 배치되는 가상의 선(L)들 위에 위치하도록 배치된다.
- [0025] 상기 구동부(미도시)는, 상기 슬라이더들(52)을 상기 가이드 레일(51)을 따라 직선이동하도록 구동시킨다. 상기 구동부(미도시)는, 액추에이터와 모터 중 어느 하나를 사용할 수 있다.
- [0026] 상기와 같이 구성된 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 시스템의 작동을 설명하면, 다음과 같다.
- [0027] 상기 모션 플랫폼(10)의 선형 운동은, 상기 지지볼들(20)의 위치에 따라 조절될 수 있다. 상기 3개의 지지볼들(20)의 위치는 각각 상기 직선 이동부(50)에 의해 조절된다.
- [0028] 즉, 상기 3개의 받침대들(30)에 결합된 상기 3개의 슬라이더들(52)이 상기 가이드 레일들(52)을 따라 독립적으로 움직이면, 상기 지지볼들(20)의 위치가 서로 독립적으로 바뀌면서 상기 모션 플랫폼(10)의 다양한 방향의 선형 운동을 구현할 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 3개의 받침대들(30) 중 적어도 하나가 상기 베이스 패널(2)의 중심(C)을 향한 방향으로 이동시, 상기 받침대(30)의 상면이 경사면을 이루기 때문에 상기 지지볼(20)이 상기 모션 플랫폼(10)의 하부로 이동되어 상기 모션 플랫폼(10)은 상향 이동하게 된다. 즉, 상기 받침대들(30)의 슬라이더(52)가 상기 가이드 레일(51)을 따라 왕복운동함에 따라 상기 모션 플랫폼(10)은 상향 또는 하향 이동이 가능하다.
- [0030] 상기 모션 플랫폼(10)의 회전운동은, 상기 모션 플랫폼(10)과 상기 지지볼들(20)사이에 발생하는 마찰력에 의해 구현될 수 있다. 상기 지지볼들(20)의 회전은 상기 모터(43)에 의해 회전된다. 상기 3개의 모터(43) 중에서 적어도 하나의 모터(43)만이 구동되면, 상기 3개의 지지볼들(20) 중에서 적어도 하나의 지지볼(20)만이 상기 모터(43)의 회전에 의해 회전되고, 나머지 지지볼들(20)은 자유 굴림(free-roll)될 수 있다. 상기 3개의 모터들(43) 중에서 회전하는 모터에 의해 상기 모션 플랫폼(10)의 회전 방향이 선택되고 상기 모션 플랫폼(10)의 회전 운동이 구현될 수 있다.
- [0031] 상기 직선 이동부(50)의 구동과 상기 모터(43)의 구동의 조합에 따라 상기 모션 플랫폼(10)의 다양한 운동을 구현할 수 있다.
- [0032] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 회전부를 나타낸 도면이다.
- [0033] 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 회전부는, 상기 지지볼들(20)을 회전시키는 복수의 롤러들을 포함하고, 상기 복수의 롤러들은 상기 지지볼들(20)의 원주방향을 따라 서로 소정각도로 이격된 위치에 쌍을 이루도록 배치되되, 상기 복수의 롤러들 중 하나는 모터(143)가 결합되어 회전력을 전달하는 회전 롤러(142)인 것이 상기 일 실시예와 상이하므로, 상이한 점을 중심으로 설명한다.
- [0034] 이하, 본 실시예에서는, 상기 복수의 롤러들은 2쌍을 이루도록 4개가 배치된 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 4개의 롤러들은 한 개의 회전 롤러(142)와, 3개의 보조 롤러들(141)로 이루어진다. 상기 보조 롤러들(141)은, 상기 회전 롤러(142)에 의해 상기 지지볼들(20)의 회전을 지지하는 역할을 한다.

[0035] 한편, 도 8a은 본 발명의 실시예에 따른 모션 플랫폼과 지지볼들의 운동 분석을 나타내기 위한 평면도이고, 도 8b는 측면도이다.

[0036] 상기 모션 플랫폼(10)의 선형 운동은 수학식 1 내지 수학식 3을 통해 나타낼 수 있다.

[0037] 수학식 1은, 상기 3개의 지지볼들의 각 중심 좌표를 나타낸다. 여기서, a, b, c는 상기 베이스 패널(2)의 중심 (C)으로부터 거리를 나타낸다.

수학식 1

$$\begin{aligned}\hat{P}_1 &= (a, 0, h) \\ \hat{P}_2 &= \left(-\frac{b}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}b, h\right) \\ \hat{P}_3 &= \left(-\frac{c}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}c, h\right)\end{aligned}$$

[0038]

[0039] 수학식 2는, 상기 모션 플랫폼(10)의 중심 좌표를 나타낸다. 여기서, H는 수학식 3에 나타난다.

수학식 2

$$\bar{P}_s = \left(\frac{(b+c)(a^2-bc)}{2(ab+bc+ca)}, \frac{\sqrt{3}(b-c)\{a^2+bc+2a(b+c)\}}{6(ab+bc+ca)}, h+H \right)$$

[0040]

수학식 3

$$\begin{aligned}H^2 + \left(\frac{(b+c)(a^2-bc)-2a(ab+bc+ca)}{2(ab+bc+ca)} \right)^2 \\ + \left(\frac{\sqrt{3}(b-c)\{a^2+bc+2a(b+c)\}}{6(ab+bc+ca)} \right)^2 = (r+R)^2\end{aligned}$$

[0041]

[0042] 여기서, r은 지지볼의 반지름이고, R은 모션 플랫폼의 반지름을 나타낸다.

[0043] 상기 모션 플랫폼(10)의 선형 운동은 상기 수학식 2와 수학식 3을 사용하여, 조절될 수 있다.

[0044] 한편, 상기 모션 플랫폼(10)의 회전 운동은 수학식 4 내지 수학식 9를 통해 나타낼 수 있다.

[0045] 수학식 4는, 상기 3개의 지지볼들(20)과 상기 모션 플랫폼(10)의 접촉점을 좌표로 나타낸다. 여기서, α와 β는 수학식 5에서 구할 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned}\hat{R}_1 &= (R \cos \beta_1 \cos \alpha, R \sin \beta_1 \cos \alpha, -R \sin \alpha) \\ \hat{R}_2 &= (R \cos \beta_2 \cos \alpha, R \sin \beta_2 \cos \alpha, -R \sin \alpha) \\ \hat{R}_3 &= (R \cos \beta_3 \cos \alpha, R \sin \beta_3 \cos \alpha, -R \sin \alpha)\end{aligned}$$

[0046]

수학식 5

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{H}{R+r} \right)$$

$$\beta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{P_{1,y} - P_{o,y}}{P_{1,x} - P_{o,x}} \right)$$

$$\beta_2 = \pi - \tan^{-1} \left(\frac{P_{2,y} - P_{o,y}}{P_{2,x} - P_{o,x}} \right)$$

$$\beta_3 = \pi + \tan^{-1} \left(\frac{P_{3,y} - P_{o,y}}{P_{3,x} - P_{o,x}} \right)$$

[0047]

[0048] 각 접촉점의 속도는 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$V_n = \begin{bmatrix} \dot{\psi} R \sin \beta_n \cos \alpha + \dot{\theta} R \sin \alpha \\ -\dot{\psi} R \cos \beta_n \cos \alpha - \dot{\phi} R \sin \alpha \\ \dot{\theta} R \cos \beta_n \cos \alpha - \dot{\phi} R \sin \beta_n \cos \alpha \end{bmatrix}$$

[0049]

[0050] 요구 각속도 $\Omega = (\phi, \theta, \psi)$ 일 때, $V_n = \Omega * R_n$ 이다. 상기 V_n 은 $V_{tx,n}$ (구동방향 속도)와 $V_{ty,n}$ (자유굴림방향 속도)로 분리된다.

수학식 7

$$V_{\alpha,n} = -\dot{\psi} R \cos \alpha - R \sin \alpha \{ \dot{\theta} \sin \beta_n + \dot{\phi} \cos \beta_n \}$$

$$V_{\beta,n} = 2 R \sin \alpha \cos \alpha \{ \dot{\theta} \cos \beta_n - \dot{\phi} \sin \beta_n \}$$

[0051]

[0052] n번째 모터의 각속도는 ω_n 이다.

[0053] 상기 모터(43)의 힘은 롤러들(41)과 지지볼들(20)을 통해 상기 모션 플랫폼(10)으로 마찰력에 의해 전달된다. 여기서는, 논슬립(non-slip)조건을 가정한다. 논슬립조건에서, 각 지지볼들의 탄젠셜 속도와 상기 모션 플랫폼(10)의 속도는 같다. 따라서, 구동방향의 탄젠셜 속도($V_{tx,n}$)는 수학식 8과 같다.

수학식 8

$$V_{\alpha,n} = \frac{r \cos \left(\frac{\pi}{4} - \alpha \right)}{r_s} \cdot \frac{r_s}{r_w} \omega_n = \frac{r \cos \left(\frac{\pi}{4} - \alpha \right)}{r_w} \omega_n$$

[0054]

[0055] 이 때, $J\Omega = \omega$ 행렬에 따라 수학식 9로 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$\frac{Rr_n}{r \cos(\frac{\pi}{4} - \alpha)} \begin{bmatrix} \cos \beta_1 \sin \alpha & \sin \beta_1 \sin \alpha & \cos \alpha \\ \cos \beta_2 \sin \alpha & \sin \beta_2 \sin \alpha & \cos \alpha \\ \cos \beta_3 \sin \alpha & \sin \beta_3 \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \end{bmatrix}$$

[0056]

[0057]

상기 수학식 9를 이용해, 상기 모션 플랫폼(10)의 회전 운동을 조절할 수 있다.

[0058]

본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

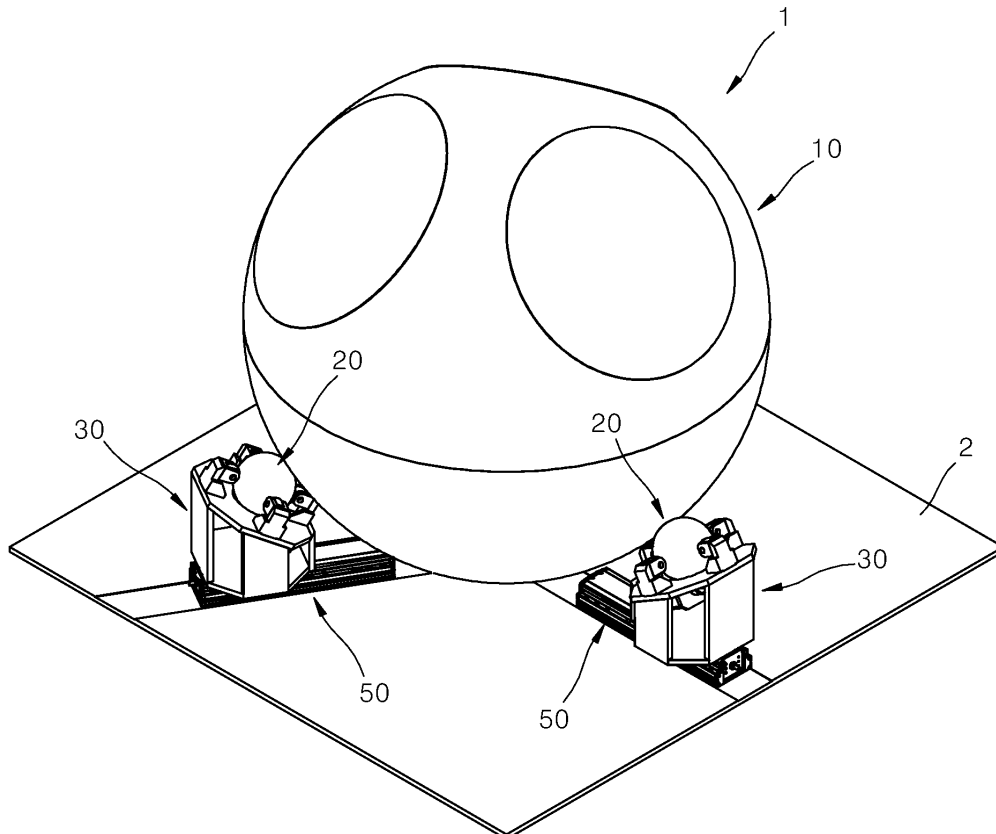
부호의 설명

[0059]

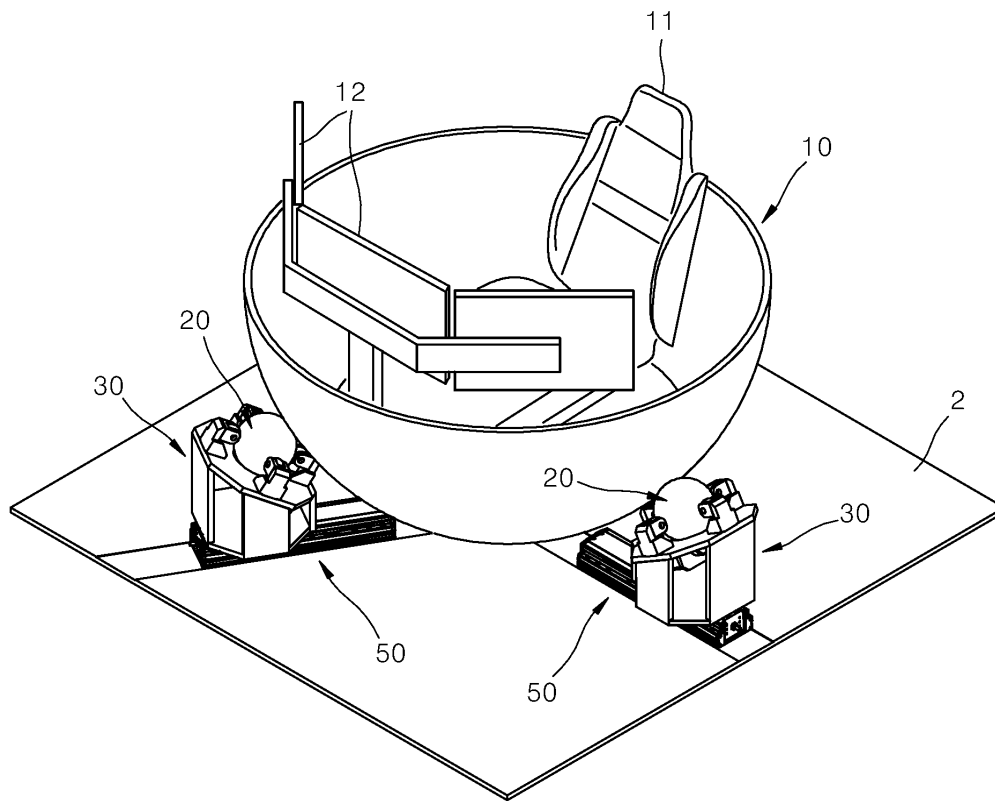
- | | |
|------------|------------|
| 10: 모션 플랫폼 | 20: 지지볼 |
| 30: 받침대 | 40: 회전부 |
| 41: 보조 롤러 | 42: 회전 롤러 |
| 43: 모터 | 50: 직선 이동부 |
| 51: 가이드 레일 | 52: 슬라이더 |

도면

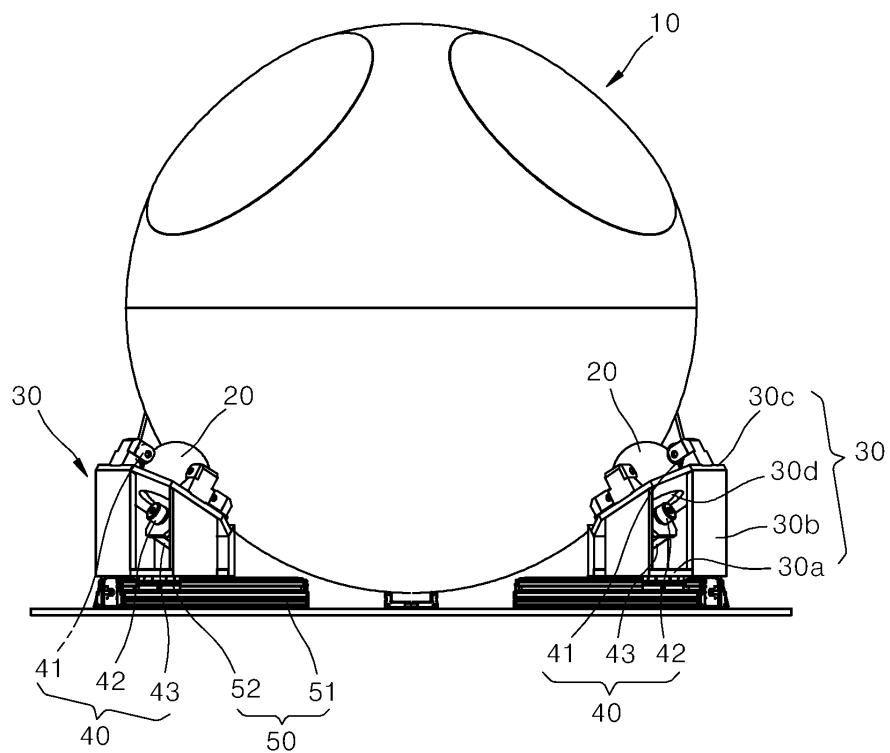
도면1



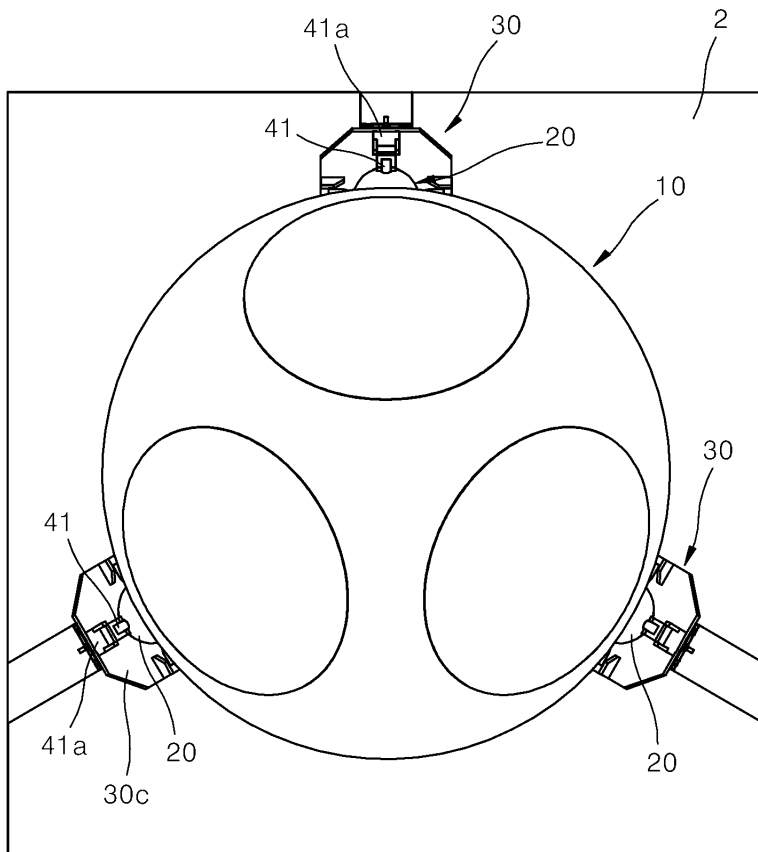
도면2



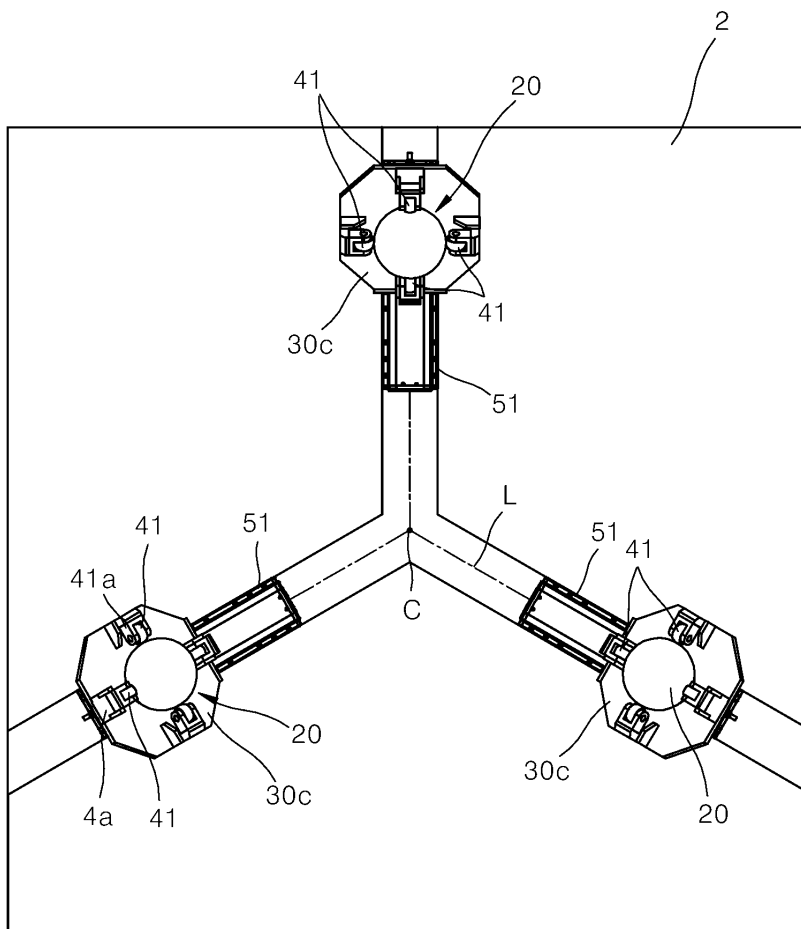
도면3



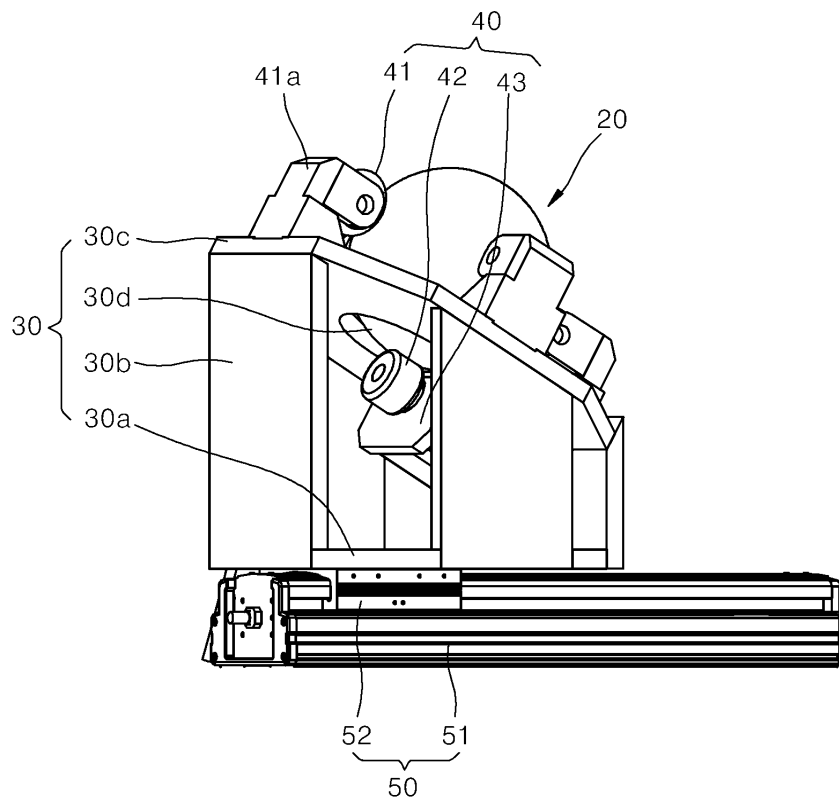
도면4



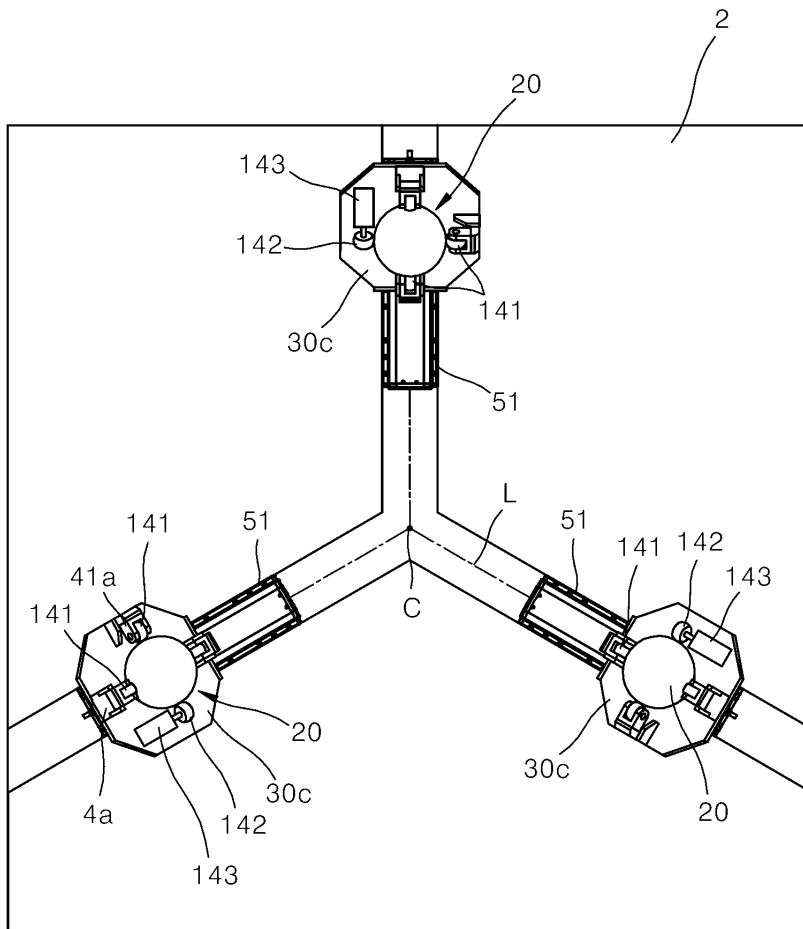
도면5



도면6



도면7



도면8

