

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
F01B 29/10

(11) 공개번호
(43) 공개일자

10-2004-0106494
2004년12월17일

(21) 출원번호	10-2004-7017923		
(22) 출원일자	2004년11월06일		
번역문 제출일자	2004년11월06일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2003/014238	(87) 국제공개번호	WO 2003/093648
(86) 국제출원출원일자	2003년05월06일	(87) 국제공개일자	2003년11월13일

(30) 우선권주장 60/378,619 2002년05월06일 미국(US)

(71) 출원인 나노머슬, 인크.
미국 94509 캘리포니아주 앤티옥 웨스트 10번가 스트리트 2545 유닛 에이

(72) 발명자 스질래기 안드레이
미국 94506 캘리포니아주 덴빌 블랙호크 드라이브 5341

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사청구 : 없음

(54) 2개의 각 자유도를 위한 액츄에이터

요약

지지 구조체 (110) 에 대하여 가동 구조체 (105) 를 2 개의 자유도로 위치결정하는 장치 (100) 가 개시되어 있다. 이 장치는 가동 구조체, 지지 구조체, 및 가동 구조체와 지지 구조체 간에 배치되는 컴플라이언스 지지체 (113) 를 포함한다. 컴플라이언스 지지체는 지지 구조체로부터 멀리 가동 구조체를 바이어스한다. 또한, 3 개의 형상기억합금 액츄에이터들 (120) 이 구조체들 간에 제공되며 컴플라이언스 지지체에 대하여 대칭적으로 배열된다. 형상기억합금 액츄에이터들은 지지 구조체에 대한 가동 구조체에 대하여 2 개의 이동 자유도를 제공하도록 선택적으로 구동된다.

대표도

도 1

색인어

형상기억합금 액츄에이터

명세서

기술분야

본 발명은 페이로드 이동을 위한, 전력으로 동작하는 액츄에이터에 관한 것이다. 더욱 자세하게는, 본 발명은 형상기억합금 액츄에이터들을 이용하여 2 개의 각도 디멘전에서 페이로드 이동을 실시하는 것에 관한 것이다.

배경기술

페이로드를 틸트하는 기계적 액추에이터들은 잘 알려져 있으며, 자동차에서의 저가의 백미러 어셈블리들로부터 망원경용 고가의 위치결정 스테이지들까지의 범위에 이르는 애플리케이션들을 갖는다. 기계적 액추에이션의 이용은 잘 알려져 있지만, 통상적으로, 기존의 기계적 액추에이터들은 풀리 (pulleys), 기어 (gears) 및 링크지 (linkages) 의 망에 의해 페이로드에 연결된 복수의 서보모터를 이용한다. 따라서, 현재의 기계적 액추에이터 어셈블리들은 높은 부품 비용 및 복잡한 작업이 요구되며 제조에 상대적으로 고가인 비용이 든다. 따라서, 기존의 기계적 액추에이터들보다 비용이 저렴하고 신뢰성이 높은 비교적 간단한 액추에이터가 요구된다.

발명의 개요

가동 구조체가 지지 구조체에 대하여 2개의 각 자유도로 위치결정될 수 있는 장치가 제공된다. 이 장치는, 가동 구조체, 지지 구조체, 및 가동 구조체와 지지 구조체 간에 배치된 컴플라이언스 (compliant) 지지체를 포함한다. 컴플라이언스 지지체는 지지 구조체로부터 멀리 가동 구조체를 바이어스한다. 또한, 3개의 형상기억합금 액추에이터들이 구조체들 간에 제공되며 컴플라이언스지지체에 대하여 대칭적으로 배열된다. 형상기억합금 액추에이터들은 2 개의 자유도를 따라서 지지 구조체에 대하여 가동 구조체에 틸트를 제공하도록 선택적으로 구동된다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 또 다른 이점들을, 첨부한 도면을 통하여 자세히 설명한다.

도 1 은 본 발명에 따른 위치결정 어셈블리의 예시적인 실시형태의 단면도를 나타낸다.

도 2 는 도 1 의 가동 구조체의 예시적인 실시형태의 하부도를 나타낸다.

도 3 은 본 발명에 따른 위치결정 어셈블리의 또 다른 예시적인 실시형태의 단면도를 나타낸다.

도 4 는 대표적인 슬라이딩면 타입의 형상기억합금 액추에이터의 단면도를 나타낸다.

도 5 는 대표적인 다중 와이어 스트랜드 형상기억합금 액추에이터의 단면도를 나타낸다.

도 6a 는 단일 스트랜드 형상기억합금 와이어 액추에이터에 대한 대표적인 구성의 단면도를 나타낸다.

도 6b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라 이용될 수 있는, 도 6a 의 예시적인 단일 스트랜드 형상기억합금 액추에이터의 지지구조체를 나타내는 위에서 본 평면도이다.

도 7 은 본 발명의 일 실시형태에 따라 이용될 수 있는, 도 6a 의 예시적인 단일 스트랜드 형상기억합금 액추에이터의 지지구조체를 나타내는 위에서 본 평면도이다.

도 8 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 전압 제어기들을 이용한 형상기억합금 액추에이터 제어회로의 전기회로 개략도이다.

도 9 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 도 7 의 단일 스트랜드 형상기억합금 와이어 액추에이터 어셈블리에서의 도 8 의 제어회로의 일 실시형태를 나타낸다.

도 10 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 실리콘 제어 정류기를 이용한 형상기억합금 와이어 액추에이터 제어회로의 전기회로 개략도를 나타낸다.

도 11 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 3 상 전력과 실리콘 제어 정류기들을 이용한 형상기억합금 액추에이터 제어회로의 전기회로 개략도를 나타낸다.

도 12 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 형상기억합금 액추에이터 시스템에 대한 대표적인 제어 시스템의 블록도를 나타낸다.

도 13a, 도 13b, 및 도 13c 는 각각 도 8, 도 11 및 도 10 의 전기제어부들을 구현하는, 도 12 의 제어 시스템의 블록도를 나타낸다.

바람직한 실시형태들의 상세한 설명

수개의 도면 전반에 걸쳐, 동일한 부재번호들이 동일부분 또는 대응부분을 나타낸 도면들을 참조하면, 도 1 에는, 피봇 포인트 (119) 를 중심으로 지지 구조체 (110) 에 대하여 가동구조체 (105) 를 이동시키는 예시적인 위치결정 장치 (100) 의 단면도가 도시되어 있다. 3 개의 형상기억합금 (SMA) 액추에이터들 (120) (이들 중 2 개가 도 1 에 도시되어 있음) 은 부착 포인트들 (125) 을 통하여 가동 구조체 (105) 와 지지 구조체 (110) 에 부착되어 있다. SMA 액추에이터들은, 구동되는 경우 이 액추에이터들이 가동 구조체 (105) 에 서로 대항하여 인장력 또는 견인력 (traction) 을 가하는 특성에서 본래 단방향성을 가진다. 가동 구조체 (105) 는 컴플라이언스 지지체 (113) 의 볼 (115) 과 맞물리도록 상호보완적 형상을 가지는 소켓 (116) 을 갖는다. 컴플라이언스 지지체 (113) 는 가동 구조체 (105) 와 지지 구조체 (110) 간에 배치된다. 컴플라이언스 지지체 (113) 는 소켓 (116) 에 대하여 슬라이딩가능한 볼 (115) 을 포함한다. 볼 (115) 은 지지 스템 (117) 을 포함한다. 바이어스 엘리먼트 (118) 는 지지 스템 (117) 주변에 배치되는 것이 바람직하며 볼 (115) 의 아래측과 접촉하고 있다. 바이어스 엘리먼트 (118) 는 볼 (115) 을 소켓 (116) 에 강제로 접촉시킨다. 이렇게 접촉시킨 구성에서는, 컴플라이언스 지지체 (113) 가 가동 구조체 (105) 에 강제로 접촉하여, (1) 단일 피봇 포인트 (119) 를 제공하고 (2) 지지 구조체 (110) 로부터 멀리 가동 구조체 (105) 를 바이어스한다. 또한, 본 발명은 바이어스 엘리먼트 (118) 없이 고정된 지지 스템 (117) 으로 구현될 수도 있다. 예를들어, 피봇 구조체 (113) 는 이용될 특정 애플리케이션에 기초하여 치수화되고 선택 되는 통상적인 반구형 피봇 지지 구조체이다. 큰 외부 교란에 대항하는 안정도에 요구되는 이동 제한기 (Motion limiters) 와 과도진행 억제부 (overtravel restraints) 는 도시하지 않는다. 컴플라이언스 구조체 내에 형성되는 마찰은 통상적인 진동 교란에 대항하는 안정도를 제공한다. 3 개의 액추에이터들 (120) 은 견인력들을 제공하는 능력을 위하여 선택된다.

3개의 SMA 액추에이터들 (120) 은 가동 구조체 (105) 와 지지 구조체 (110) 간에 배치된다. SMA 액추에이터들 (120) 은 본 발명의 어셈블리들을 위치결정하는 2-폴드용을 가진다. 먼저, SMA 액추에이터들 (120) 는 지지 구조체 (110) 로부터 멀리 가동 구조체 (105) 를 바이어스하는 힘에 대항하는데 이용된다. 둘째, SMA 액추에이터들 (120) 은 생성된 액추에이션 력들이 가동 구조체 (105) 상에 배치된 페이로드를 수용하면서, 피봇 구조체 (113) 와 접촉하여 생성되는 마찰력과 바이어스력을 극복하도록 형상화되고 치수화되며 위치결정된다. (1) 가동 구조체 (105) 상의 대규모 및/또는 (2) 높은 가동 구조체 안정도를 요구하는 애플리케이션들은 컴플라이언스 지지체 (113) 내에 생성되는 더 큰 바이어스력을 수반한다. 즉, 더 큰 바이어스력은 더 크고 더 강력한 SMA 액추에이터들이 바이어스력에 대항하거나 및/또는 더욱 대규모의 페이로드들을 위치결정하도록 하는 요구사항을 발생시킨다.

장치 (100) 를 위치결정하는 3 개의 SMA 액추에이터들 (120) (2 개의 SMA 액추에이터들 (120) 이 도시됨) 은 단일 스트랜드 SMA 와이어들일 수 있다. 전류와 같은 전력을 SMA 와이어 (120) 에 인가하는 것은, 그 길이방향 축을 따라 SMA 와이어의 열탄성 수축을 발생시킨다. 도 1 에 도시된 바와 같이, SMA 액추에이터 (120) 는 가동 구조체 (105) 와 지지 구조체 (110) 간에 위치결정되고 부착되어, SMA 액추에이터 (120) 가 가동 구조체 (105) 와 지지 구조체 (110) 각각의 표면에 거의 직교하는 것이 바람직하다. 다른 방법으로, SMA 액추에이터 (120) 의 길이방향 축 (즉, SMA 액추에이터 (120) 의 액추에이션 축) 으로 위치결정하여, SMA 액추에이터 (120) 에 의해 생성된 액추에이션력을 가동 구조체에 최적으로 인가한다. 종래의 액추에이터 시스템들과 달리, 본 발명의 단방향 SMA 액추에이터들의 액추에이터 배열은 방위각 부정합 (azimuthal misorientation) 을 바람직하게 수정한다. 액추에이터들 (120) 이 견인력으로 동작하기 때문에, 일단 액추에이터가 위치결정되면 또 다른 액추에이터에 의해 힘이 가해질 때까지 이동하지 않으므로, 지지 구조체 (110) 에 대한 가동 구조체 (105) 방위각 부정합 (요우 (yaw)) 이 자체적으로 제한되고 자체적으로 수정된다. 힘이 더이상 가해지지 않는 경우, 액추에이터들은 자신의 새로운 위치에서 견인력으로 유지된다. 따라서, 방위각 부정합이 최소로 된다.

도 2 는 도 1 의 가동 지지 부재 (105) 의 아래에서 본 평면도를 나타낸다. SMA 부착 포인트 (125), 피봇 포인트 (119) 및 가동 구조체 (105) 가 도시되어 있다. 피봇 포인트 (119) 를 중심으로 한 부착 포인트들 (125) 의 이격 각도 (angular separation) 및 배열은 각도 (θ_1 , θ_2 및 θ_3) 를 기준으로 명확하게 이루어진다. 각도 (θ_1 , θ_2 및 θ_3) 는 SMA 액추에이터 부착 포인트들 (125) 의 각도 배열을 의미한다. 바람직한 실시형태에서, SMA 액추에이터 접속 포인트 (125) 는 컴플라이언스 지지체에 대하여 대칭으로 배열되는데, 이 실시형태에서는 컴플라이언스 지지체가 피봇 구조체 (113) 로 제공된다. 또 다른 바람직한 실시형태에서는, 부착 포인트 이격 각도 (θ_1 , θ_2 및 θ_3) 는 실질적으로 동일하다. 구체적인 실시형태에서, 각도 (θ_1 , θ_2 및 θ_3) 는 각각 120° 이다. 또 다른 실시형태에서, 한 액추에이터의 열탄성 수축에 의해 수축 조건에서 팽창 조건으로 또 다른 액추에이터의 팽창을 발생시키는 구성에 SMA 액추에이터 접속 포인트 (125) 를 배열시킬 수도 있다. 예를 들어, SMA 액추에이터들 중 2개 액추에이터의 열탄성 수축에 의해 다른 세번째 SMA 액추에이터의 팽창을 발생시키는 경우와 같은 또 다른 상반하는 액추에이터 구성들도 가능하다.

도 3 은 본 발명에 따른 SMA 액추에이션 위치결정 장치 (200) 의 또 다른 실시형태를 나타낸다. 위치결정 장치 (200) 는 가동 구조체 (105), 지지 구조체 (110) 및 컴플라이언스 지지체 (113) (도 1) 를 이용하는 위치결정 장치 (100) 와 구조적으로 동일하다. 그러나, 가동 부재 (105) 를 위치결정하도록 액추에이션력을 제공하기 위하여, 위치결정 장치 (200) 는 단일 스트랜드 SMA 와이어 (120) 를 대신하여 SMA 액추에이터 (220) 를 채택한다. 3 개의 SMA 액추에이터들 (220) 이 가동 구조체 (105) 와 지지 구조체 (110) 간에 배치되고 적절하게 구성된 부착 포인트 (125) 에 의해 서로 접속된다. 도 3 에는 단지 2 개의 SMA 액추에이터들 (220) 만이 도시되어 있지만, 3 개의 SMA 액추에이터들 (220) 은 SMA 액추에이터들 (120) (도 1 및 도 2) 에 대하여 상술하고 도시한 바와 같이, 피봇 포인트 (119) 를 중심

으로 하여 가동 구조체 (105) 에 2개의 각 자유도를 제공하도록 채택되는 것이 바람직하다.

SMA 액추에이터들 (220) 의 고유 구성은 SMA 액추에이터 (220) (도 4) 의 단면도를 통하여 명확히 설명할 수 있다. 형상기억합금 액추에이터 (220) 는 케이싱 (470) 의 내측에 인접한 판을 접속하는 형상 기억합금 링크들을 가진 적층 (stack) 평행 도전판 세트를 포함한다. 이들 판은, 판 (480) 이 최하위에 있으면서 판들 (481 내지 483) 이 후속하고 판 (484) 이 최상단에 있는 상태인, 평행 어레이로 적층된다. 각각의 판은 강성이지만, 와이어들을 손상 (SMA 와이어들의 과도압축에 의해 부서지기 쉽고 트랜지션 특성이 변경됨) 시키지 않고 크림프 (crimp) 조인트 (421A 및 421B 내지 425A 및 425B) 에서 각각 SMA 와이어 (451 내지 455) 상으로 재료를 크림프할 수 있는 정도로 연성인 재료로 이루어진다. 판에 대한 재료는 카트리지 활동 경도의 반이 적합하다. 또 다른 와이어들의 부착 방법이 이용될 수 있지만, 클리핑이 어셈블리된 액추에이터의 크기를 증가시키지 않고 용이하고 경제적인 양호한 방법이다. 평행판의 또 다른 태양, 세부사항 및 실시형태로는, 2000년 8월 11 일 출원된, 발명의 명칭이 'Shape Memory Actuators and Control Methods'인 미국특허출원 일련번호 제09/637,713호에서 형상기억합금 액추에이터 (220) 를 찾을 수 있으며, 이것을 참조로서 포함한다. 또한, 평행판, 형상기억합금 액추에이터 (220) 는 NanoMuscle, Inc. (Antioch, CA에 본사가 있음) 로부터 입수가 가능한 수개의 SMA 기반 선형 액추에이터들 중 어떠한 것도 이용될 수 있다. 대표적인 NanoMuscle 선형 액추에이터들은 모델명 NM 30, NM 70 및 NM 125 로 입수할 수 있으며 이는 www.nanomuscle.com 에 더욱 자세 히 설명되어 있다.

상술한 실시형태들은 단일 스트랜드 및 슬라이딩면 SMA 단방향성 액추에이터들에 대하여 설명하였지만, 또 다른 추가 실시형태들이, 전자기력을 채택하는 액추에이터들을 포함한 종래의 액추에이터들 또는 또 다른 종래의 액추에이터들과 같은 또 다른 액추에이터들의 이용을 포함한다. 또 다른 종래의 액추에이터들을, 본 발명의 또 다른 실시형태에 따른 상술한 설명에 대체할 수 있다.

SMA 기반 액추에이터들을 채택하는 본 발명에 따른 또 다른 추가 실시형태가 도 5 에 도시되어 있다. 도 5 는 가동 구조체 (105), 지지 구조체 (110) 및 컴플라이언스 지지체 (113) (도 1) 를 이용하는 위치결정 장치 (100) 와 구조적으로 동일한 또 다른 위치결정 장치 (500) 의 부분 단면도를 나타낸다. 이 실시형태에서는, 복수의 SMA 와이어 스트랜드들 (518) 이 접속 포인트들 (125) 간에 배열되며 SMA 액추에이터 (520) 를 함께 포함한다. SMA 액추에이터들 (120, 220) 에 대하여 상술한 바와 같이, 3 개의 SMA 액추에이터들 (520) 이 동일하게 채택되어, 피봇 포인트 (119) 를 중심으로 하여 2 개의 각 자유도를 제공하도록 배열된다. SMA 액추에이터 (520) 의 주요 이점은, SMA 수축력의 크기가 추가 SMA 와이어들 또는 엘리먼트들 (518) 을 추가함으로써 조정될 수 있다는 점이다. 이 구성에서는, 생성되는 액추에이션 력의 크기는 액추에이터에 이용되는 SMA 와이어들의 개수에 직접 비례한다. 이러한 방법으로, 상술한 개별적으로 전기 제어되는 단순한 단일 스트랜드 SMA 액추에이터(도 1) 는 (1) 대규모 페이로드가 가동 구조체 (105) 상에 제공되고 및/또는 (2) 큰 바이어스력이 더욱 안정적인 가동 구조체 (105) 를 제공하도록 생성되는 경우의 애플리케이션에 채택되는 것이 바람직할 수 있다. SMA 액추에이터 (520) 를 구성하는 복수의 스트랜드들이 병렬로 기계적으로 접속되어 있지만, 스트랜드에 대한 원하는 액추에이션 시퀀스에 의존하여, 이들이 전기적으로 직렬 또는 병렬로 접속될 수도 있다.

본 발명의 또 다른 실시형태를 도 6a 을 통하여 설명할 수 있다. 도 6a 는 가동 구조체 (105), 지지 구조체 (110) 및 컴플라이언스 지지체 (113) (도 1) 를 이용하는 위치결정 장치 (100) 와 구조적으로 동일한 변형된 위치결정 장치 (600) 의 부분 단면도를 나타낸다. 위치결정장치 (600) 는 3 개의 SMA 액추에이터 어셈블리 (602) 를 채택하여 가동 구조체 (105) 에 2 개의 운동 자유도를 제공한다. 3 개의 SMA 액추에이터 어셈블리들 각각은 동일하게 구성되며, 통상적으로, 가동 구조체 (105) 또는 지지 구조체 (110) 중 어느 하나에 개별적으로 접속되고 가동 구조체 (105) 또는 지지 구조체 (110) 중 또 다른 하나에 집합적으로 단일점으로 접속되는 복수의 SMA 와이어들 (620, 625) 을 포함한다. 도 6a 에 설명된 실시형태에서, SMA 와이어들 (620, 625) 는 단일 부착 포인트 (605) 를 통하여 개별적으로 지지 구조체 (110) 에 접속되고 집합적으로 가동 구조체 (105) 에 접속된다. 더욱 자세하게는, SMA 와이어 (620) 는 적합한 접속 포인트 (610) 에서 지지 구조체 (110) 에 접속되며 공통 접속 포인트 (605) 에서 가동 구조체 (105) 에 접속된다. 이와 유사하게, SMA 와이어 (625) 는 적합한 접속 포인트 (615) 에서 지지 구조체 (110) 에 접속되며 공통 접속 포인트 (605) 에서 가동 구조체 (105) 에 접속된다. SMA 와이어 (620, 625) 각각은 선택적, 전자적으로 구동되어 SMA 유도 위치결정력을 생성할 수 있다.

또 다른 위치결정 장치 (600) 의 또 다른 고유 태양은 SMA 액추에이터들 (602) 이 가동 구조체 (105), 지지 구조체 (110) 및 컴플라이언스 지지체 (113) 에 대하여 위치결정되는 방식이다. 위치결정 장치 (600) 의 일 실시형태에서, SMA 액추에이터들 (602) 의 대칭적 배열이 부착 포인트 (605) 에 의해 피봇 포인트 (119; 도 2) 를 중심으로 하여 대칭적인 각도 배열로 가동 구조체 상에 제공된다. 구체적인 실시형태에서, 3 개의 부착 포인트 (605) 가 가동 구조체 (105) 의 표면을 따라서 측정했을 때 피봇 포인트 (119) 로부터 각각 등거리에 있다. 또한, 또 다른 실시형태에서, SMA 액추에이터들 (602) 은 피봇 포인트 (119) 를 통하여 연장되고 가동 구조체 (105) 와 지지 구조체 (110) 각각에 대하여 법선방향인 축을 중심으로 하여 지지 구조체 (110) 상에서 부착 포인트 (610 및 615) 에 대한 배치를 통하여 대칭적으로 정렬될 수도 있다.

SMA 액추에이터 부착 포인트 (610 및 615) 의 구성들을 도 6b 를 통하여 더 자세히 설명할 수 있다. 도 6b 는 지지 구조체 (110) 의 표면 상에서 피봇 포인트 (119) 를 중심으로 하여 배치된 SMA 액추에이터 부착 포인트 (610 및 615) 의 3 개의 쌍을 나타낸, 위에서 본 평면도이다. 구체적인 실시형태가 도 6b 에 도시되어 있는데, 도 6b 는 각각의 SMA 액추에이터 부착 포인트 쌍 (610 및 615) 이 피봇 포인트 (119) 를 중심으로 하여 대칭적인 이격각도를 나타내는 점선으로부터 교대로 동일하게 이격되어 있다 (즉, θ_1 , θ_2 및 θ_3 이 모두 동일함). 이 경우, 부착 포인트 (610) 이격 거리 'a' 는 부착 포인트 (615) 이격 거리 'c' 와 동일하다. 또 다른 실시형태에서, 각각의 SMA 액추에이터 (602) 에 대한 부착 포인트 (610, 615) 의 일측 또는 양측이 피봇 포인트 (119) 로부터 등거리에 있다. 구체적인 실시형태에서, 각각의 부착 포인트 (610) 이격 거리 'b' 는 동일하다. 또 다른 구체적인 실시형태에서 각각의 부착 포인트 (615) 이격 거리 'd' 는 동일하다. 또 다른 실시형태에서, 각각의 부착 포인트 (615) 이격 거리 'd' 는 각각의 부착 포인트 (610) 이격 거리 'b' 와 동일하다. 또 다른 실시형태에서, 각각의 3 개의 SMA 액추에이터 부착 포인트 (610) 는 피봇 포인트 (119) 로부터 등거리에 있으며 (즉, 모든 거리 'b' 가 동일하며) 대칭적 이격각도의 최근접선으로부터 고정거리 (즉, 이격 거리 'a') 에 위치된다.

이하, 도 3 내지 도 5 를 참조하여, 도 6a 및 도 6b 의 SMA 액추에이터 위치결정 개념들의 추가적인 실시형태를 설명한다. 별도의 복수의 SMA 액추에이터 부착 포인트들과 단일 공통 SMA 액추에이터 부착 포인트의 이용은 SMA 액추에이터들 (220 및 520) 을 이용하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 도 5 의 SMA 액추에이터 (520) 를 고려한다. 도 6a 및 도 6b 에 대한 설명과 교시에 따르면, SMA 액추에이터 (520) 는 가동 부재 (105) 상의 단일 공통 접속 포인트 (125) 를 이용하는 것을 진행할 수 있다. 그러나, 모든 SMA 와이어 (518) (도 5) 에 대한 지지 구조체 (110) 상의 단일 공통 접속 포인트 (125) 를 대신하여, 각각의 SMA 와이어 (518) 가 (즉, 도 6a 및 도 6b 의 각각의 SMA 액추에이터 부착 포인트 (610 및 615) 에서와 같이) 개개의 부착 포인트에 대신 접속된다. SMA 와이어 (518) 의 여러 실시형태와 구성은, SMA 액추에이터 부착 포인트 (610 및 615) 를 피봇 포인트 (119) 와, 피봇 포인트 (119) 를 중심으로 하여 대칭적인 이격각도의 선들 (즉, θ_1 , θ_2 및 θ_3 으로 묘사된 점선들) 을 서로에 대하여 위치결정하기 위한 상술한 설명과 같이 동일하게 정렬된다. 도 3 을 참조하여, 복수의 SMA 액추에이터들 (220) 을 이용한 본 발명의 실시형태들이 설명되어 있다. 이들 실시형태에서는, 각각의 복수의 SMA 액추에이터들 (220) 이 개별적으로 한 표면에 부착될 수 있고 또 다른 표면에 집합적으로 부착될 수 있다. 이들 실시형태에서의 SMA 액추에이터 부착 포인트들은 도 2, 도 6a, 및 도 6b 에 대하여 상술한 여러 바람직한 공간 관계들에 따라 배열될 수 있다.

단일 공통 SMA 부착 포인트가 가동 부재 상에 있고 복수의 개개의 SMA 부착 포인트들이 지지 구조체 상에 있는 각각의 상술한 실시형태들에서는, 또 다른 변형된 실시형태가 이용가능하다. 예를 들어, 또 다른 변형 실시형태는, 단일 공통 SMA 부착 포인트가 지지 구조체 상에 있고 복수의 SMA 부착 포인트가 가동 구조체 상에 있는 경우의 실시형태들을 포함한다. 이하, 한 예시적인 실시형태를, 도 6a 를 참조하여 설명한다. 이 실시형태에서는, 개개의 SMA 부착 포인트들 (610 및 615) 이 가동 부재 (105) 상에 있고 SMA 부착 포인트 (605) 가 지지 구조체 (110) 상에 있다.

도 7 은 본 발명의 위치결정장치 (700) 의 일 실시형태를 나타낸다. 도 7 은 지지 구조체 (110) 의 위에서 본 평면도이다. 이 실시형태에서, SMA 와이어 (120) 의 단일 스트랜드는 지지 구조체 (110) 상단 표면을 따라서 가동 부재 (105) (즉, 도 6a) 상의 부착 포인트들까지 스트링 (string) 된다. 여러 제어 회로들을 명료하게 설명하기 위하여 지지 구조체 (110) 의 상단표면에는 부착되지 않은, 부착 포인트 (605) 가 설명을 위하여 도 7 에 도시되어 있다. 상술한 바와 같이, SMA 액추에이터들 (602) 은 지지 구조체 (110) 에 대하여 배치되며, 연속의 단일 스트랜드 SMA 와이어는 각각의 SMA 액추에이션 세그먼트 (620, 625) (도 6a) 를 위하여 이용된다. 적절한 커넥터 (710) 가 적절한 포인트에서 제어 회로 (705) 를 SMA 와이어 (120) 에 전기접속시켜, SMA 와이어 (120) 에 개개의 또는 그룹의 구동을 선택적으로 제공한다. 이러한 상태에서, 구동에 의해, 외부 에너지, 여기서는 SMA 엘리먼트의 열탄성 상변화를 일으켜 SMA 액추에이션 엘리먼트의 오스테나이트 (austenite) 상 수축을 생성하기에 충분한 전류를 SMA 액추에이션 엘리먼트에 인가하는 것을 의미한다. 제어회로 (705) 는 본 발명의 실시형태들에 이용되는 SMA 액추에이션 엘리먼트들을 전기적으로 그리고 선택적으로 구동시킬 수 있는 어떤 적절한 전기제어 시스템도 될 수 있다. 이하, 도 8, 도 10 내지 도 12 를 참조하여 수개의 다른 제어회로 구성들을 설명한다.

도 7 에는, 부착 포인트 (610) 들 중 인접한 부착포인트들 간에 와이어 세그먼트가 도시되어 있지만, 이와 같은 와이어 세그먼트들은 제로 길이를 갖거나 또는 SMA가 아닌 재료들로 구성되도록 편의에 따라 선택될 수 있다. 제로 길이의 선택에 의해, 와이어의 기계적 기생부분 (parasitic portion; 이 기생부분은 지지 구조체 (110) 와 가동 구조체 (105) 간의 상대적 이동에 기여하지 않음) 에 전력을 공급하는 것을 방지할 수 있다. 다른 방법으로, (인접한 기계적 접속 포인트 (610) 들 간의) 동일한 위치에 SMA 이 아닌 와이어를 이어맞춤으로써 동일한 목적 을 제공할 수 있다.

도 8 은 SMA 액추에이터들이 직렬로 접속된 저항기 (815), 전압 레귤레이터 (820), 전기 포텐셜 (805), 그라운드 포텐셜 (810) 및/또는 스위치 (807) 로서 전기적으로 표시되는 제어회로 (800) 를 나타낸다. VA, VB, Vc 및 Va 는 SMA 액추에이터들이 사이에 위치되어 있는 전위 포텐셜들을 의미한다. 도 9 는 도 7 에서의 액추에이터 배열의 또 다른 간략한 도면 (900) 을 나타낸다. 도 7 및 도 8 과 결합하여, 도 9 는 도 8 의 전압 레귤레이터 (820) 를 어떠한 방법으로 채택하여 SMA 액추에이터들 (A, B 및 C) 를 선택적으로 구동시키는지를 설명한다. 설명을 위하여, SMA 액추에이터들 (602; 도면에는 이 부재가 도시되지 않음) 을, 액추에이터 A (도 7 의 12 시 방향에 위치), 액추에이터 B (도 7 의 5 시 방향에 위치) 및 액추에이터 C (도 7 의 8 시 방향에 위치) 라 명명한다. 지시된 액추에이터 A, B 및 C 를 다

를 실시형태들에도 또한 적용한다. 도 8 및 도 9에 대하여, 액추에이터들의 아이덴티티와 동작은 다음과 같이 더욱 명료하게 설명될 수 있는데, 즉, 액추에이터 AB는 지지 구조체 (110)와 가동 구조체 (105) 간의 기계적 병렬 접속 뿐만 아니라 전압 제어 포인트 VA와 VB 간의 전기적 직렬 접속을 형성하는 2개의 SMA 부분 (또는 스트랜드)로 구성된다. 따라서, 도 8의 액추에이터 AB를 나타내는 저항기의 전기적 중점, 즉, SMA 와이어의 2개의 부분이 만나는 포인트는 가동 구조체에 기계적으로 고정되고 그 액추에이터의 하나의 기계적 중점을 형성한다. 집합적으로 이용되는 액추에이터 AB (도 8과 도 9에서 VA와 VB로 지정됨)의 2개의 전기 중점은 액추에이터 AB의 또 다른 기계적 중점을 형성한다. 동일한 의미와 명칭이 도 8과 도 9의 또 다른 2개의 액추에이터들에도 적용된다.

도 10과 도 11은 SMA 액추에이션을 위하여 AC, DC 또는 3상 전력에 적합한 제어회로들을 나타낸다. 도 10은 제 1 전위 (1005), 제 2 전위 (1010), DC 대 AC 변환기 (1015), 및 트랜스포머 (1020)를 나타낸다. 이 도면에서는, SMA 액추에이터들은 실리콘 제어 정류기 (1025)와 직렬로 배열되는 저항기들 (815)로서 표시된다.

도 11은 3상전력을 이용하기에 적합한 전기제어회로들을 나타낸다. 도 11은 3상 전력 제어기 (1200)를 이용하여 SMA 액추에이터들을 선택적으로 구동시키는 하나의 가능한 방식을 나타낸다. 이 실시형태에서, DC 전위 (1205)가 DC 대 3 위상 변환기 (1215)에 인가된다. 이후, DC 대 3 위상 변환기 (1215)의 3상 출력은 델타 구성으로 접속된 저항기 (815)로서 도 11에서 심볼로 지정된 3개의 SMA 액추에이터들 AB, BC, CA의 결합부에 인가되며, 각각의 액추에이터 레그 (leg)가 각각의 위상과 직렬 결합하여 배열되는 SCR (1025; 즉, 실리콘 제어 정류기) 제어기를 갖고, SMA 액추에이터들을 선택적으로 구동시킨다. 이전 실시형태들에 설명된 DC 전력 구성과는 다르게, 액추에이터의 직렬 결합의 앞에 있는 별도의 단부 A와 D는 도 11에서 A로 표시되는 공통 전기 단자로 지정된다.

본 발명의 여러 실시형태들의 전체적인 동작을 도 12를 통하여 설명할 수 있다. 도 12는 SMA 액추에이터 기반 위치결정 시스템 (1300)의 제어 구성을 나타낸다. 액추에이터들 A, B, C (1320)은 적절한 기계적 베이스 (도시 생략)에 의해 지지받으며, 상술하고 도시한 바와 같이, 가동 구조체 또는 페이로드 (1330)에 부착되어 있다. 일 실시형태에서, 액추에이터들은 상술한 SMA 타입 액추에이터들 중 어떠한 것도 될 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니지만 상술한 DC, AC 및 3상 급전과 같은 적절한 전력공급장치 (1315)가 신호 프로세서/제어기 (1310) 및 제어 라인 (1317)을 통하여 액추에이터들 (1320)에 전기적으로 접속된다. 유저 입력들 (1305)이 신호 프로세서/제어기 (1310)에 제공되어, 원하는 가동 구조체/페이로드 (1330)이동을 표시한다. 가동 구조체/페이로드 (1330)가 자동자 백미러인 경우, 유저 입력 (1305)은 예를 들어, 레버의 편향에 의해 생성되는 전기신호의 형태로 발생하여 원하는 미러의 이동을 표시할 수 있다. 신호 프로세서/제어기 (1310)는 유저의 입력 (1305)에 의해 표시되는 원하는 이동을, 필요에 따라 각각의 액추에이터들 (1320)에서의 SMA 액추에이션 엘리먼트들 각각에 또는 모두에 또는 결합들에 제공될 선택적인 구동 에너지로 변환하여, 원하는 가동 구조체/페이로드 (1330)이동을 발생시킨다.

도 13a, 도 13b 및 도 13c는 SMA 액추에이터 기반 위치결정 시스템 (1300)의 제어 구성의 구체적인 실시형태들을 나타낸다. 도 13a는 도 8에 대하여 상술한 전기제어 시스템을 이용하는 SMA 액추에이터 기반 위치결정 시스템 (1370)의 제어구성을 나타낸다. 도 13b는 도 11에 대하여 상술한 전기 제어시스템을 이용하는 SMA 액추에이터 기반 위치결정 시스템 (1380)의 제어 구성을 나타낸다. 도 13c는 도 10에 대하여 상술한 전기제어 시스템을 이용하는 SMA 액추에이터 기반 위치결정 시스템 (1390)의 제어구성을 나타낸다. 상술한 여러 실시형태들의 여러 상이한 전기 제어 구성들은 설명을 위하여 제공된 것이며 이에 한정되는 것은 아니다. 전기 제어 시스템이 액추에이터 엘리먼트들의 필요한 선택적, 전기적 구동을 제공하는 한, 종래의 여러 전기제어 시스템도 이용가능하며 본 발명의 여러 실시형태들에 이용될 수 있다. 또한, 2000년 8월 11일 출원된, 발명의 명칭이 'Shape Memory Actuators and Control Methods'인 미국특허출원 일련번호 제09/637,713호에서, 적절한 SMA 액추에이터 전기 제어시스템 실시형태들의 또 다른 태양, 세부사항 및 구현예를 찾을 수 있는데, 이것을 참조로서 포함한다.

상술한 실시형태들에서, 통상적으로, 액추에이터들은 SMA 와이어 타입으로 되도록 선택될 수 있다. 이 경우, 통상적인 와이어 지름은 페이로드 크기 (관련 회전축을 중심으로 한 관성 모멘트) 및 요구되는 속도 (회전각속도)에 의존하여 1000인치 내지 수 1000 인치의 범위에 있을 수 있다. 백미러 애플리케이션에 대한 통상적인 회전 레이트 초당 속도 (°)의 범위에 있다. 다소의 레이트가 망원경, 카메라, 등과 같은 또 다른 페이로드들에 대하여 요구될 수도 있다. 액추에이터에 대한 부하는 회전각속도와 적절한 관성 모멘트의 적절한 성분의 곱에 비례한다. 본 발명의 애플리케이션들은 그 범위가 넓다. 실제로 어떠한 형태의 페이로드도 위치결정될 수 있다. 예를 들어, 레이저 정렬기, 레이저 포인터, 타겟 획득 조사, 및 타겟 표시기와 같은 포인팅 애플리케이션들이 본 발명의 실시형태에 의해 유용하게 수행될 수 있다. 또한, 곡사포 포신 (howitzer barrel)과 같은 초대규모의 적재물들의 위치결정과 같은 과중한 듀티 (heavy duty) 애플리케이션들, 또는 수개의 가동 부품 및 견고한 설계물을 이용한 대규모 질량체의 신속한 이동을 요구하는 또 다른 군대 페이로드를 수행할 수도 있다. 또한, 예를 들어, 이러한 대규모 적재물들을 위치결정하는 적절한 크기의 액추에이터들이 상술한 고전력의 3상 제어 구성들을 채택할 수 있다.

다른 여러 변형 및 변경된 실시형태도 교시하면서 본 발명의 예시적인 실시형태들 및 바람직한 실시형태들을, 도면을 통하여 자세히 설명하였다. 본 발명의 태양들이 도시되고 설명되며 예시되어 있지만, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않고 형태 및 세부사항에서의 동등한 변형이 이루어질 수 있으며, 본 발명의 범위는 다음의 청구범위에 의해서만 제한된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

지지 구조체에 대하여 가동 구조체를 위치결정하는 장치로서,

가동 구조체;

지지 구조체;

가동 구조체와 지지 구조체 간에 배치되며 가동 구조체를 지지 구조체로부터 멀리 바이어스하는 컴플라이언스 지지체; 및

컴플라이언스 지지체에 대하여 대칭적으로 배열되는 3개의 형상기억합금 액추에이터들을 포함하며,

각각의 형상기억합금 액추에이터가 가동 구조체와 지지 구조체에 부착되어, 3 개의 형상기억합금 액추에이터들이 선택적으로 구동됨으로써, 지지 구조체에 대한 가동 구조체에 2 개의 이동 자유도가 제공되는, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 3 개의 형상기억합금 액추에이터들은, 각각의 형상기억합금 액추에이터가 지지 구조체 상의 제 1 접속 포인트와 가동 구조체 상의 접속포인트 간에 배치된 제 1 세그먼트, 및 지지 구조체 상의 제 2 접속 포인트와 가동 구조체 상의 상기 접속 포인트 간에 배치된 제 2 세그먼트를 포함하도록, 형상기억합금 와이어의 단일 스트랜드를 가동 구조체와 지지 구조체 간에 스트링하여 제공되는, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 각각의 3 개의 형상기억합금 액추에이터들의 상기 제 1 세그먼트와 제 2 세그먼트 각각은, 제어 회로에 의해 개별적으로 액추에이션가능한, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 각각의 형상기억합금 액추에이터는 가동 구조체와 지지 구조체에 접속된 단일 형상기억합금 와이어를 가지는, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 각각의 형상기억합금 액추에이터는 형상기억합금 액추에이터들에 선택적으로 급전하는 제어회로에 접속되는, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 제어회로는 전압 제어기인, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 7.

제 5 항에 있어서,

상기 제어회로는 실리콘 제어 정류기인, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 가동 구조체는 미러를 포함하는, 가동 구조체를 위치결정하는 장치.

청구항 9.

미러를 위치결정하는 장치로서,

미러;

지지 구조체;

미러와 지지 구조체 간에 배치되는 컴플라이언스 지지체; 및

미러와 지지 구조체에 각각 접속되며, 개개의 선형 형상기억합금 액추에이터들의 선택적인 구동이 미러의 이동에 대하여 2 개의 자유도를 생성하도록 컴플라이언스 지지체 주위에 배치되는 3개의 선형 형상기억합금 액추에이터들로 이루어진, 미러를 위치결정하는 장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 3개의 선형 형상기억합금 액추에이터들은 컴플라이언스 지지체에 대하여 대칭적으로 위치되는, 미러를 위치결정하는 장치.

청구항 11.

제 9 항에 있어서,

상기 3개의 선형 형상기억합금 액추에이터들에 선택적으로 급전할 수 있는 전력공급장치를 더 포함하는, 미러를 위치결정하는 장치.

청구항 12.

제 9 항에 있어서,

상기 선형 형상기억합금 액추에이터는 형상기억합금 와이어의 단일 스트랜드로 형성되는, 미러를 위치결정하는 장치.

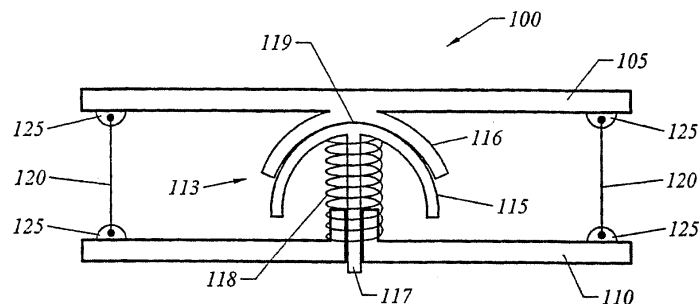
청구항 13.

제 9 항에 있어서,

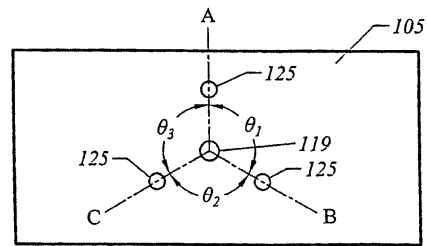
상기 형상기억합금 액추에이터들은 티타늄과 니켈 (TiNi); 구리, 알루미늄 및 니켈 (CuAlNi); 및 티타늄, 니켈 및 팔라듐 (TiNiPd) 으로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분을 가지는, 미러를 위치결정하는 장치.

도면

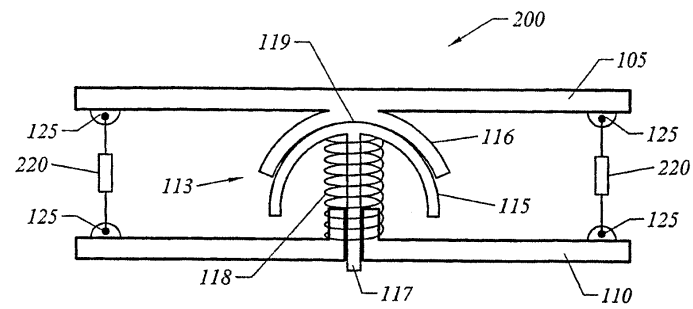
도면1



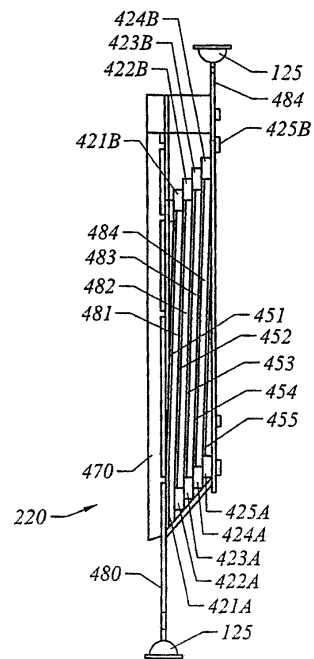
도면2



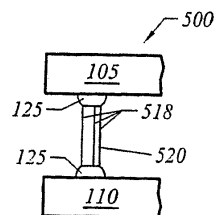
도면3



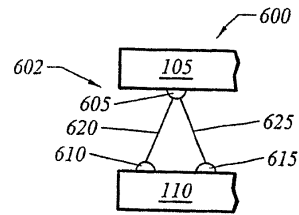
도면4



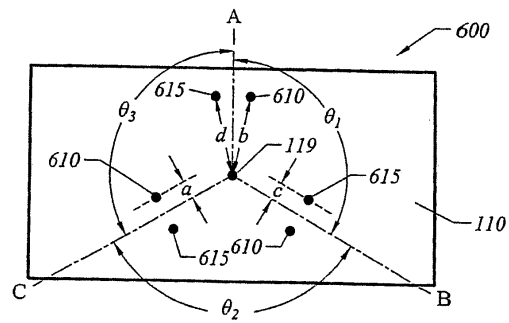
도면5



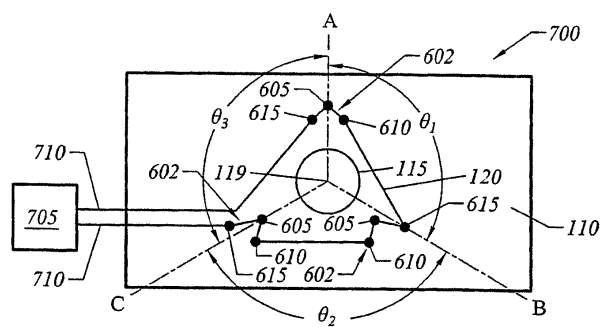
도면6a



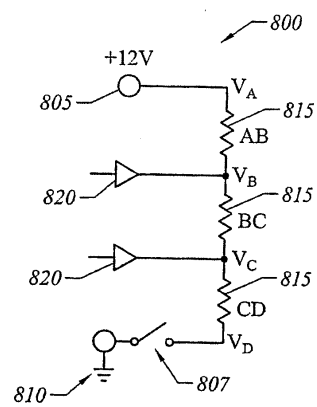
도면6b



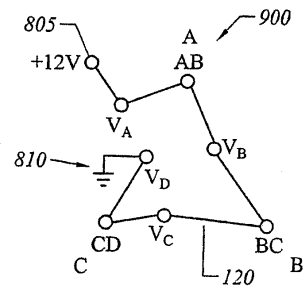
도면7



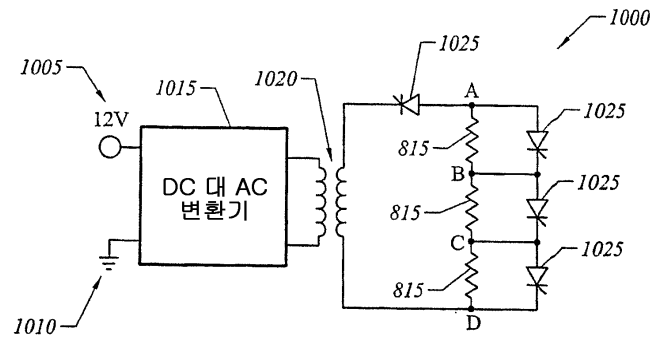
도면8



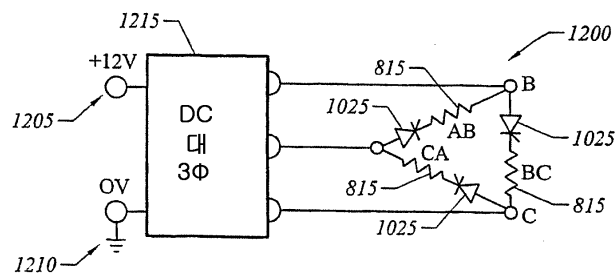
도면9



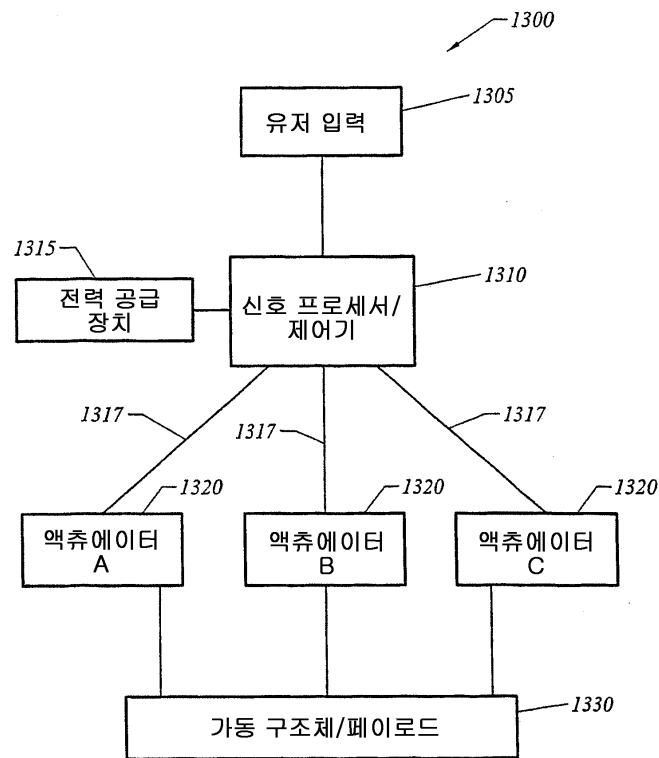
도면10



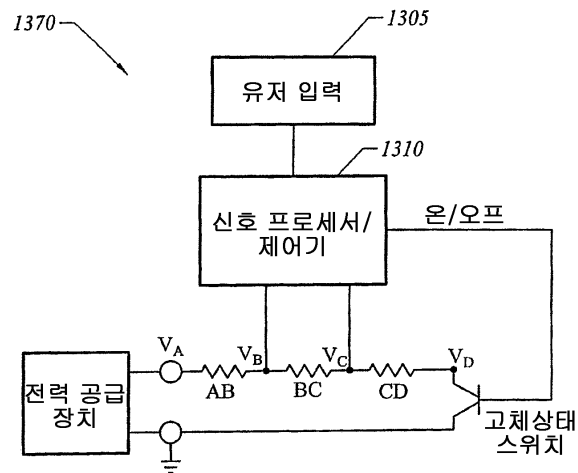
도면11



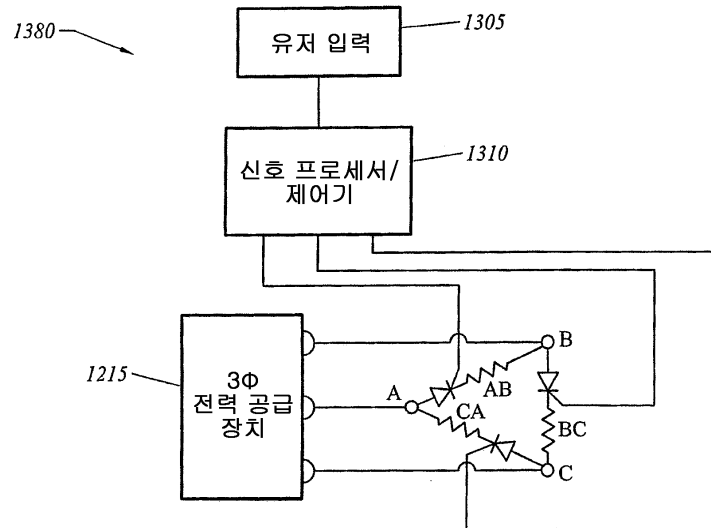
도면12



도면13a



도면13b



도면13c

