

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
F41F 7/00

(45) 공고일자 2003년12월18일
(11) 등록번호 10-0409229
(24) 등록일자 2003년11월28일

(21) 출원번호	10-2000-0070073	(65) 공개번호	특2002-0040137
(22) 출원일자	2000년11월23일	(43) 공개일자	2002년05월30일
(73) 특허권자	한국항공우주연구원 대한민국 305-806 대전 유성구 어은동 52		
(72) 발명자	박문수 대한민국 302-736 대전광역시서구둔산2동꿈나무아파트205동1402호 이희중 대한민국 301-777 대전광역시중구태평2동삼부5단지53동121호 최형돈 대한민국 305-755 대전광역시유성구어은동한빛아파트108동301호		
(74) 대리인	이정기		
(77) 심사청구	심사관: 이문욱		
(54) 출원명	상호 움직임에 의한 간섭효과를 제거시키는 김발엔진구동장치 서보 작동기		

요약

본 발명은 과학 관측 로켓 및 위성 발사체에 적용되는 장치로서 엔진의 추력 방향을 조절하여 로켓의 자세와 궤적을 제어하는 김발 엔진 위치제어용 구동장치에 구조적으로 나타나는 상호 간섭 효과를 없앨 수 있는 서보 작동기와 김발엔진의 상호 배치 및 설계에 관한 것이다.

김발구조물에 부착된 로켓 엔진의 추력방향을 제어하여 로켓을 원하는 방향으로 제어하기 위해서는 0.1도 이내의 오차 범위 이내에서 로켓 엔진을 동작할 수 있는 서보 구동장치가 필요하다. 이러한 서보 구동장치는 로켓의 피치와 요축에 각각 한 개씩 놓이게 되는데 엔진의 동작을 제어하는 도중에 각 구동장치의 상호 움직임에 의한 간섭현상으로 다른 한쪽의 구동장치의 동작에 영향이 발생된다. 이러한 간섭현상은 결국 구동장치 시스템의 오차를 크게 하는 결과를 가져오게 되어 전체 로켓 시스템의 제어안정성에 영향을 미치는 중요한 요인으로 작용하게 된다.

일반적인 위치제어용 서보 구동장치는 그 쓰임이 정밀제어라 하더라도 김발엔진과 같은 액체엔진 로켓의 특수한 구조를 가지는 경우에 해당하지 않는 것이 대부분이고 로켓의 피치, 요축과 같이 90도를 간격으로 배치되어 상호 움직이는 구조를 가지는 경우는 더우기 없으므로 상호 간섭영향을 고려하지 않은 설계도 가능하다. 또한 고체로켓이나 항공기에서 사용되는 노즐을 제어하는 경우는 액체엔진을 가진 로켓에서 사용하는 김발구조에서 발생하는 영향과는 다른 노즐목 부분의 변형에 의한 영향이 크게 된다.

본 발명은 김발엔진 위치제어용 구동장치에 나타나는 상호 간섭 효과를 없애는 목적으로 서보 작동기 양 끝단에 2자유도를 갖는 구형 이음새(Spherical Joint)를 사용하고 로켓의 엔진이 매달려 있는 김발구조는 유니버설 이음새(Universal Joint)를 사용하였으며, 구동장치 작동기의 회전축과 김발엔진의 회전축을 동일평면상에 서로 일치시키는 구조로 설계하였다. 또한 서보 작동기의 전진, 후진 동작시 김발엔진의 움직임의 선형성을 같게 하기 위해서 작동기를 로켓 기체축과 수평으로 배치하였다.

이상에서 사용한 방법으로 김발엔진의 제어를 위한 구동장치의 상호 동작시에 한쪽의 작동기의 움직임이 다른 한쪽의 작동기의 움직임에 영향을 주는 요인을 제거할 수 있으며 구동장치 시스템의 구조적인 설계만으로 제어기 오차 이외에 발생하는 부수적인 오차를 제거하는 결과를 얻을 수 있다.

대표도

도2

색인어

로켓, 위성 발사체, 서보 작동기, 김발엔진, 유니버설 이음새, 구형 이음새

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1 은 본 발명에 의한 서보 작동기와 김발엔진의 설치상태도
- 도 2 는 본 발명에 의한 서보 작동기의 정면도
- 도 3 은 본 발명에 의한 서보 작동기의 측면도
- 도 4 는 본 발명에 의한 서보 작동기의 A-A선 단면도
- 도 5 는 종래 김발엔진에 대한 개략도
- 도 6 은 종래 일방향 회전 이음새를 사용한 피치 작동기의 변위에 의한 엔진의 피치각을 나타낸 그래프
- 도 7 은 종래 일방향 회전 이음새를 사용한 피치 작동기의 변위에 의한 엔진의 요각을 나타낸 그래프
- 도 8 은 본 발명의 피치 작동기만 구동시 서로 다른 종류의 김발 이음새에 따른 엔진의 롤각을 나타낸 그래프
- 도 9 는 본 발명의 피치 작동기만 구동시 서로 다른 종류의 김발 이음새에 따른 엔진의 요각을 나타낸 그래프
- 도 10 은 본 발명의 피치 작동기만 구동시 서로 다른 종류의 김발 이음새에 따른 엔진의 피치각을 나타낸 그래프
- 도 11 은 본 발명의 피치와 요 작동기가 동시에 구동시 서로 다른 종류의 김발 이음새에 따른 엔진의 롤각을 나타낸 그래프
- 도 12 는 본 발명의 피치 작동기만 구동시 피치와 요의 decoupling을 위해 제안된 TVC 시스템의 엔진의 롤각을 나타낸 그래프
- 도 13 은 본 발명의 피치 작동기만 구동시 피치와 요의 decoupling을 위해 제안된 TVC 시스템의 엔진의 요각을 나타낸 그래프
- 도 14 는 본 발명의 피치 작동기만 구동시 피치와 요의 decoupling을 위해 제안된 TVC 시스템의 엔진의 피치각을 나타낸 그래프
- 도 15 는 본 발명의 피치와 요 작동기가 구동시 피치와 요의 decoupling을 위해 제안된 TVC 시스템의 엔진의 롤각을 나타낸 그래프
- 도 16 은 본 발명의 피치와 요 작동기가 구동시 피치와 요의 decoupling을 위해 제안된 TVC 시스템의 엔진의 피치각을 나타낸 그래프
- 도 17 은 본 발명의 피치와 요 작동기가 구동시 피치와 요의 decoupling을 위해 제안된 TVC 시스템의 엔진의 요각을 나타낸 그래프
- 도 18 은 본 발명의 피치와 요 작동기가 구동시 피치와 요의 decoupling을 위해 제안된 TVC 시스템의 엔진의 방향-유니버설 이음새를 사용한 그래프

[도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명]

- 1 : 김발엔진 2 : 김발 엔진축
- 3 : 엔진 마운트 4 : 피치축 제어 작동기
- 5 : 요축 제어 작동기 6 : 실린더
- 7 : 피스톤 8 : 절대위치 감지 센서
- 9 : 하우징 10 : 어스엔드 조립체
- 11 : 너클 링 12 : 마그네트
- 13 : 서보 밸브 14 : 로드엔드 베어링

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 과학 관측 로켓 및 위성 발사체에 적용되는 장치로서 엔진의 추력 방향을 조절하여 로켓의 자세와 궤적을 제어하는 김발 엔진 위치제어용 구동장치에 나타나는 상호 간섭 효과를 없애는 목적에 사용되는 상호 움직임에 의한 간섭효과를 제거시키는 김발엔진 구동장치 서보 작동기에 관한 것이다.

액체연료와 산화제를 추진제로 사용하는 액체엔진 로켓은 김발 이음새를 축으로 연결된 엔진을 피치축 및 요축 방향으로 회전하여 추력 방향을 제어함으로써 로켓의 피치축 및 요축의 자세를 제어하고, 주어진 궤도를 추종한다.

피치축 및 요축 방향에 대한 정확한 로켓의 자세 및 궤적 제어를 위하여 김발엔진의 추력 방향을 제거하는 김발엔진 위치제어용 서보구동장치는 정밀하고 응답성능이 우수한 위치제어용 서보 작동기로 설계 제작된다.

김발구조물에 부착된 로켓엔진의 추력방향을 제어하여 로켓을 원하는 방향으로 제어하기 위해서는 0.1도 이내의 오차 범위 이내에서 로켓엔진을 동작할 수 있는 서보 구동장치가 요구된다.

종래에는 도 5 에 도시한 바와 같이 엔진(3'), 피치 작동기(4'), 요작동기(5'), 김발(1')로 김발엔진을 구성할 수 있다.

이러한 서보 구동장치는 일반적으로 로켓의 피치와 요축에 각각 한 개씩 놓이게 되는데 엔진의 동작을 제어하는 도중에 각 구동장치의 상호 움직임에 의한 간섭현상으로 다른 한쪽의 구동장치의 동작에 원하지 않는 결과가 발생된다.

작동기와 엔진외피 사이를 일방향 회전 이음새를 이용하여 체결한 경우, 즉 피치(pitch) 작동기의 로드(rod) 끝이 피치(pitch)방향으로만 회전 가능하고 요(yaw)방향의 회전은 구속하였을 때, 마찬가지로 요(yaw) 작동기는 요(yaw)방향으로만 회전 가능하고 피치(pitch)방향의 회전을 구속할 때 피치(pitch) 및 요(yaw) 방향의 간섭 영향을 조사하였다.

피치(pitch)와 요(yaw)의 간섭을 알아보기 위해 요(yaw) 작동기의 위치를 중립으로 고정하고 피치(pitch) 작동기를 -40 ~ 40 mm 의 범위에서 작동하였다. 도 6 과 도 7 은 일 방향 회전 이음새를 이용하였을 때 피치(pitch) 작동기의 변위에 따른 엔진의 피치(pitch) 및 요(yaw) 각도의 변화를 나타낸 것이다.

이상적(ideal)인 경우, 피치(pitch) 및 요(yaw) 각도가 상호 간섭을 받지 않는다면 선행 연구에서 알 수 있듯이 피치(pitch) 각도만이 약 -8도~

8도 의 범위에서 선형적인 변화를 보이고 요(yaw) 각도는 변화하지 않았을 것이다. 그러나 위의 시뮬레이션 결과에서 알 수 있듯이 요(yaw) 방향의 간섭이 일 방향 회전 이음새의 구속조건과 조합하여 예기치 않는 요(yaw) 방향으로의 큰 움직임이 나타나고 간섭에 의한 양은 피치(pitch) 작동기의 최대 변위에서 약 4도~5도 가량 영향을 받는 것을 알 수 있다.

이러한 간섭현상은 결국 구동장치 시스템의 오차를 크게 하는 결과를 가져오게 되어 전체 로켓 시스템의 제어안정성에 영향을 미치는 중요한 요인으로 작용하게 된다.

일반적인 위치제어용 서보 구동장치는 그 쓰임이 정밀제어라 하더라도 김발엔진과 같은 로켓의 특수한 구조를 가지는 경우에 적용되는 예에 해당하지 않는 것이 대부분이고 로켓의 피치, 요측과 같이 90도를 간격으로 배치되어 상호 움직이는 구조를 가지는 경우는 더우기 없으므로 상호 간섭영향을 고려하지 않은 설계도 가능하다.

또한 교체로켓이나 항공기에서 사용되는 노즐을 제어하는 경우는 액체엔진을 가진 로켓에서 사용하는 김발구조에서 발생하는 영향과는 다른 노즐목 부분의 변형에 의한 영향이 크게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 김발엔진 위치제어용 구동장치에 나타나는 상호 간섭 효과를 없애는 목적으로 서보 작동기 양 끝단 즉, 어스엔드부와 로드엔드부에 2자유도를 갖는 구형 이음새(Spherical Joint)를 사용하고, 로켓의 엔진이 매달려 있는 김발 구조를 유니버설 이음새(Universal Joint)를 사용한다.

본 발명은 구동장치 작동기의 회전축과 김발엔진의 회전축을 동일 평면상에 서로 일치시키는 구조로 설계하고 또한 서보 작동기의 전진, 후진 동작시 김발 엔진의 움직임의 선형성을 같게 하기 위해서 작동기를 로켓 기체축과 수평으로 배치한다.

이상에서 사용한 방법으로 김발엔진의 제어를 위한 구동장치의 상호 동작시에 한쪽의 작동기의 움직임이 다른 한쪽의 작동기의 움직임에 영향을 주는 요인을 제거할 수 있으며 구동장치 시스템의 구조적인 설계만으로 제어기 오차 이외에 발생하는 부수적인 오차를 제거하는 결과를 얻을 수 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 김발엔진(1)의 상측으로 엔진 마운트(3)와 피치측에는 피치축 제어 작동기(4)를 요측에는 요측 제어 작동기(5)를 설치한다.

실린더(6)의 내부에 삽입되어 작동되며 외측의 서보 밸브(13)로 인가되는 구동력으로 구동되며 돌출된 부분에 피치축이나 요측에 연결되는 로드엔드 베어링 (14)이 형성된 피스톤(7)이 설치된다.

상기 피스톤(7)의 내부 끝단에는 위치 식별을 위해 자장을 발생시키는 마그네트(12)가 나사와 같은 고정부재를 이용하여 고정된다.

상기 실린더(6)에는 하우징(9)이 고정된 후 너클 링(11)을 통하여 어스엔드 조립체(10)를 연결한다.

상기 하우징(9)의 내부에는 절대위치 감지 센서(8)를 설치하여 마그네트(12)를 통과하여 피스톤(7)의 내부에까지 설치되도록 한다.

작동기(4)(5)의 초기 조립시 로켓 기체축과 김발 엔진축(2)이 일치하도록 엔진 마운트(3)와 김발엔진(1)의 피치축 및 요측에 조립한다.

로드엔드 베어링(14)과 어스엔드 조립체(10)는 피치, 요 방향으로의 회전이 가능한 구형 이음새(Spherical joint)를 사용하고 김발 엔진축(2)는 롤 방향으로의 회전을 구속하는 유니버설 이음새(Universal Joint)를 사용한다.

작동기의 로드엔드 베어링(14)의 중심축은 김발엔진(1)으로부터 돌출되어 있는 엔진 마운트(3)에 연결되어 김발 엔진축(2)의 중심축과 정확히 수평을 유지하도록 되어있다.

이러한 조건으로 제작 배치된 김발 엔진 위치 제어용 서보 작동기(4)(5)는 각각 피치 및 요 방향으로는 구속되지 않고 롤 방향으로는 이음새의 허용치만큼 자유도가 보장된다.

김발 엔진축(2)은 피치 및 요 방향으로는 구속이 없으며 롤 방향으로는 구속이 되게 된다.

이상의 자유도를 가지는 작동기의 로드엔드 베어링(14)의 중심축을 김발 엔진축(2)의 중심축과 일치시키면 각각의 작동기를 반지름으로 회전하는 곡선과 김발 엔진축(2)을 축으로 회전하는 곡선사이에 회전반경의 차이가 나타나지 않음으로 해서 간섭효과를 제거할 수 있다.

도 8 내지 도 10 은 김발이음새로 각각 구형 회전 이음새(spherical joint)와 유니버설 이음새(universal joint)를 사용하고 피치(pitch) 작동기만을 0~40mm 로 작동시켰을 때 롤(roll), 요(yaw) 그리고 피치(pitch) 각을 나타낸 것이다. 그리고 도 11 은 피치(pitch) 및 요(yaw) 작동기를 모두 0~40mm 로 작동시켰을 때 롤(roll) 운동을 살펴본 것이다.

도 8 에서 구형 회전 이음새(spherical joint)를 사용하였을 때는 최대 작동기 변위에서 약 0.2도의 롤(roll) 회전각이 나타나고, 유니버설 이음새(universal joint)의 경우에는 롤(roll) 회전이 구속됨을 확인할 수 있다. 또한 도 6 에서 요(yaw) 회전각을 살펴보면 작동기의 최대변위에 대해 구형 회전 이음새와 유니버설 이음새의 경우 각각 0.28도, 0.3도의 회전이 발생함을 알 수 있다.

또한 도 11 의 결과를 보면 피치(pitch) 및 요(yaw)작동기를 모두 작동하였을 때 최대 변위에서 롤(roll) 회전각이 약 0.8 정도 나타남을 확인할 수 있다.

이와 같이 피치(pitch) 작동기만의 구동에서 피치(pitch)회전 뿐만아니라 요(yaw) 회전이 발생하는 것은 이전 연구에서 밝혔듯이 시스템의 형상에 따른 간섭현상으로 설명할 수 있고, 롤(roll) 회전이 나타나는 것은 피치(pitch), 요(yaw) 회전에 의해 야기되는 또 다른 간섭현상으로 '여유 자유도(redundancy of DOF)'와 '이음새의 구속조건(constraint of joint)'로 설명할 수 있다.

그럼 여기서 현재 모델링된 시스템의 자유도를 조사해 보도록 한다. 바디(body)를 6개로 가정하고, 2개의 선형작동기(prismatic joint), 5개의 구형 회전 이음새(spherical joint)의 시스템에서 가능한 자유도는 5로써 피치(pitch), 요(yaw) 회전 이외에 3의 여유 자유도가 발생한다. 따라서 이러한 여유자유도에 의해 김발 이음새가 구형 회전 이음새(spherical joint)일 때는 이음새 자체가 롤(roll)회전을 구속하지 않으므로 도 8 내지 도 11 에서 보듯이 어느정도의 롤(roll) 회전각이 발생하게 된다. 그리고 김발이음새로 유니버설 이음새(universal joint)를 가정하였을 때는 전체 자유도가 4로써 2의 여유자유도가 발생한다. 따라서 유니버설 이음새(universal joint)에 의해 구속된 롤(roll) 회전은 다시 피치(pitch) 및 요(yaw) 회전에 영향을 미쳐 도 9 와 도 10 에서 보듯이 구형 회전 이음새(spherical joint)의 경우와 피치(pitch) 및 요(yaw) 회전각의 차이가

발생한다. 여유자유도가 발생하지 않게 하기 위해서는 김발이음새는 물론 4개의 구형 회전 이음새(spherical joint) 중에 2개를 유니버설 이음새(universal joint)로 바꾸어 주어야 한다.

도 12 내지 14 는 피치(pitch) 작동기만을 작동하였을 때 롤(roll), 요(yaw) 및 피치(pitch) 회전각을 나타낸 것이고 도 15 내지 도 17 은 피치(pitch) 및 요(yaw) 작동기를 각각 0~40mm로 동시에 구동하였을 때의 롤(roll), 피치(pitch), 요(yaw) 회전각을 도시한 것이다. 끝으로 도 18 은 앞에서 설명하였듯이 여유 자유도를 없애기 위해 김발 이음새와 작동기의 상부 회전 이음새를 모두 유니버설 이음새(universal joint)로 적용하고, 피치(pitch) 및 요(yaw) 작동기를 구동하였을 때 김발엔진의 자세(orientation)를 나타낸 것이다.

도 12 와 도 13 을 살펴보면 두 김발 이음새의 종류에 대해 롤(roll) 및 요(yaw) 회전각이 나타나지 않음을 알 수 있다. 즉 피치(pitch) 작동기만을 작동하였을 때 피치(pitch), 요(yaw) 간섭현상과 그에 따른 롤(roll) 간섭현상 또한 존재하지 않음으로써 제안된 시스템이 간섭현상을 적절히 제거함을 확인할 수 있다. 그리고 도 14 에서 볼 수 있듯이 피치(pitch) 작동기의 변위 35mm 에서 피치(pitch) 회전각 8도가 선형적으로 정확하게 나타남을 알 수 있다.

도 15 내지 17 의 결과를 살펴보자. 도 15 에서 롤(roll) 회전각이 구형 회전 이음새(spherical joint)를 사용하였을 때 약 0.6도 나타나지만 유니버설 이음새(universal joint)의 경우에는 롤(roll) 구속 조건에 의해 롤(roll) 회전각이 없음을 알 수 있다. 이것은 앞서 설명한 여유 자유도와 이음새의 구속조건 때문이다. 도 16 과 도 17 에서 김발이음새에 따라 약간의 값의 차이가 나타난 것은 유니버설 이음새(universal joint)의 롤(roll) 구속으로 피치(pitch), 요(yaw) 회전각에 영향을 주었기 때문이다. 이러한 여유 자유도를 없애기 위해 김발 이음새와 작동기 상부 이음새에 유니버설 이음새(universal joint)를 적용하여 시뮬레이션 한 결과는 도 18 에 도시되어 있다.

이와 같이 김발 회전축과 작동기 상부 회전축을 동일 평면으로 일치시킴으로써 시스템에서 피치(pitch), 요(yaw) 간섭현상을 제거하고 김발 이음새를 유니버설 이음새(universal joint) 로 적용함으로써 롤(roll) 회전을 구속하여 피치(pitch), 요(yaw) 회전이 롤(roll) 회전이 합성되는 현상을 없앨 수 있다.

따라서 이러한 서보 구동장치를 이용하여 엔진의 동작을 제어하는 도중에 각 구동장치의 상호 움직임에 의한 간섭현상으로 다른 한쪽의 구동장치의 동작에 영향이 발생하는 현상을 없앴으로써 결국 구동장치 시스템의 구조적인 오차를 제거하는 결과를 가져오게 되어 전체 로켓 시스템의 제어안정성에 영향을 주지 않도록 한다.

이하에서 본 발명의 각 과정을 통하여 더욱 상세하게 설명하면, 제어 작동기(4)(5)를 제작시 로드엔드 베어링(14)과 어스엔드 조립체(10)는 피치, 요 방향으로의 회전이 가능한 구형 이음새(Spherical joint)를 사용하고 김발 엔진축(2)은 롤 방향으로의 회전을 구속하는 유니버설 이음새(Universal Joint)를 사용하는 것과,

작동기의 로드엔드 베어링(14)의 중심축은 김발엔진(1)으로부터 돌출되어 있는 엔진 마운트(3)에 연결되어 김발엔진축(2)의 중심축과 정확히 수평을 유지하도록 하는 것과,

작동기(4)(5)의 초기 조립시 로켓 기체축과 김발 엔진축(2)이 일치하도록 엔진 마운트(3)와 김발엔진(1)의 피치축 및 요축에 조립하도록 하는 것을 통해 작동기 상호 움직임에 의한 간섭영향을 제거하여 김발엔진(1)의 동작을 제어하는데 있어 발생하는 오차를 줄이도록 한다.

발명의 효과

본 발명은 김발엔진의 동작을 제어하는 서보 작동기의 어스엔드와 로드엔드에 구형 이음새(Spherical Joint)를 사용하고, 엔진이 연결되는 김발 엔진축을 롤 방향 구속을 주는 유니버설 이음새(universal joint)를 사용하며, 피치, 요 작동기의 로드엔드의 중심축을 김발 이음새의 중심축과 동일 평면상에 위치하도록 하고 작동기를 로켓 기체 수직축에 일치하도록 함으로써, 작동기의 상호 움직임에 의한 간섭현상이 다른 작동기의 동작에 영향을 주지 않도록 할 수 있다.

본 발명은 로켓의 자세제어에 요구되는 고정밀도 즉, 김발엔진 자세오차 0.1도 이내의 허용한계를 만족하도록 하는 구동장치 제작 요구조건에 적합하도록 하는 작동기 및 김발 이음새 설계와 작동기와 김발 이음새의 구조적인 배치를 통해 제어기 자체의 오차 이외의 구조적인 초기 오차를 없애는 효과를 보인다.

본 발명은 액체엔진 로켓에 적용하는 구동장치 시스템의 구조적인 배치에서 필연적으로 발생하는 오차를 제거함으로써 결론적으로 로켓 자세제어에서 요구되는 허용오차를 만족하는 구동장치 시스템을 구성하도록 하여 로켓의 제어 안정성을 높이는 효과를 볼 수 있다.

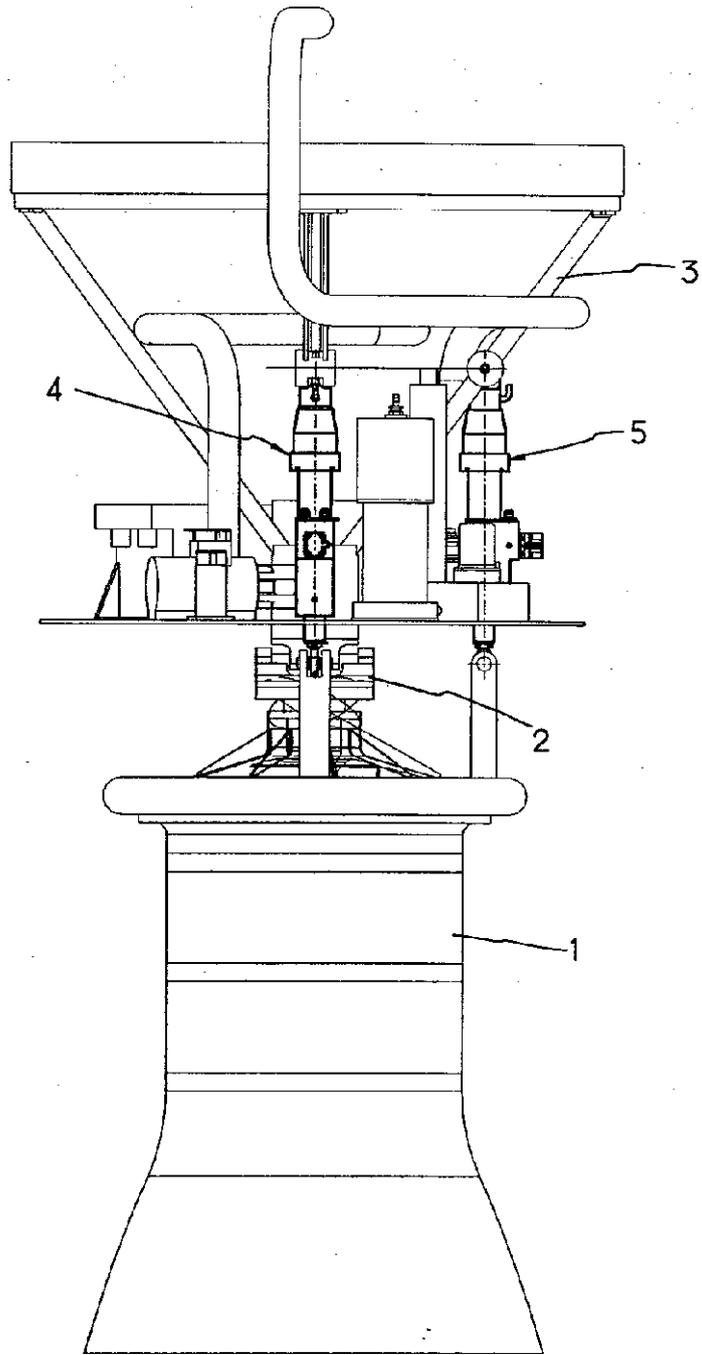
(57) 청구의 범위

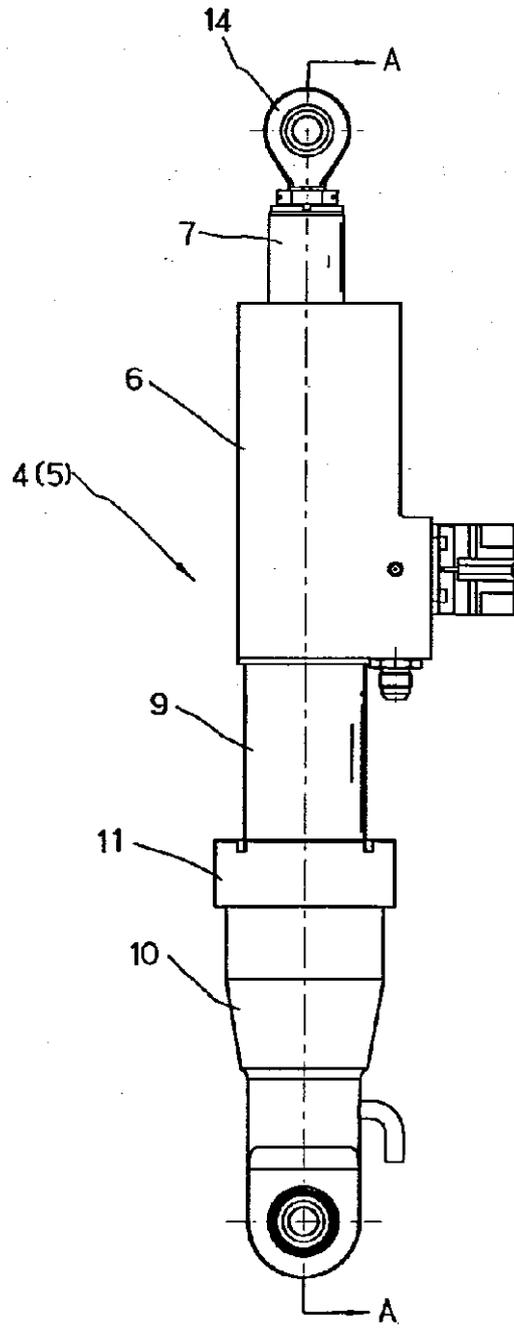
청구항 1.

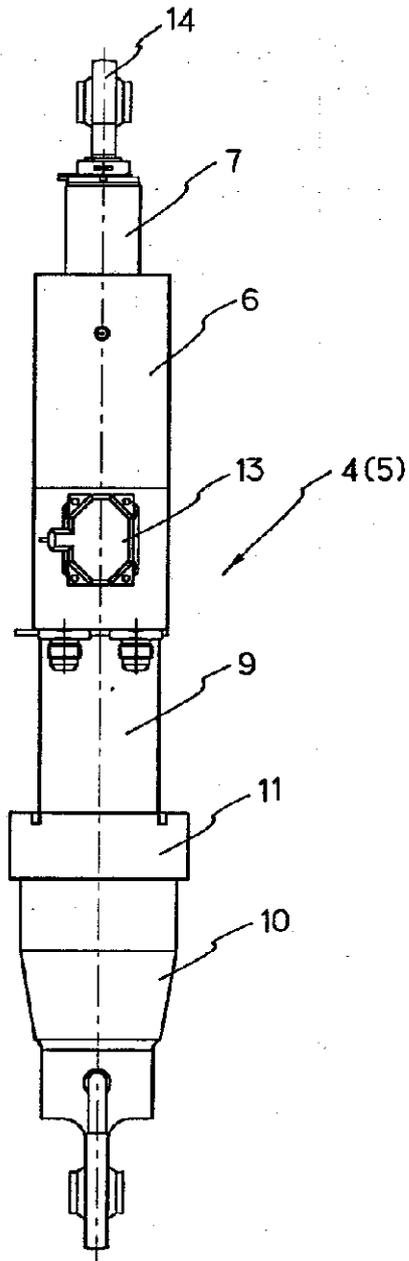
하우징(9)이 연결되는 실린더(6)의 내부로 피스톤(7)이 설치되어 김발엔진 (1)과 엔진마운트(3)를 연결하는 작동기(4)(5)에 있어서, 상기 어스엔드 조립체(10)와 로드엔드 베어링(14)을 구형 이음새로 구성하고 김발엔진(1)을 지지하는 김발 엔진축(2)을 롤 방향 회전을 구속하는 유니버설 이음새로 설치하며,

작동기(4)(5)의 로드엔드 베어링(14)의 중심축과 김발 이음새(2)의 중심축이 엔진 마운트(3)를 통해 서로 일치하도록 설치하고, 작동기(4)(5)를 로켓 기체 수직축과 일치하도록 구성하는 것을 특징으로 하는 상호 움직임에 의한 간섭효과를 제거시키는 김발엔진 구동장치 서보 작동기.

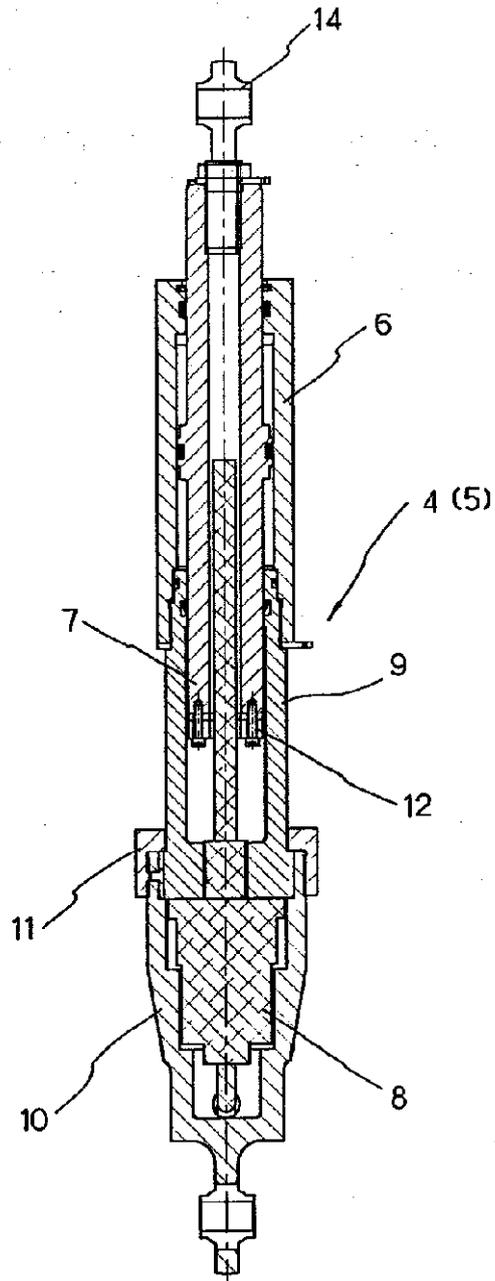
도면



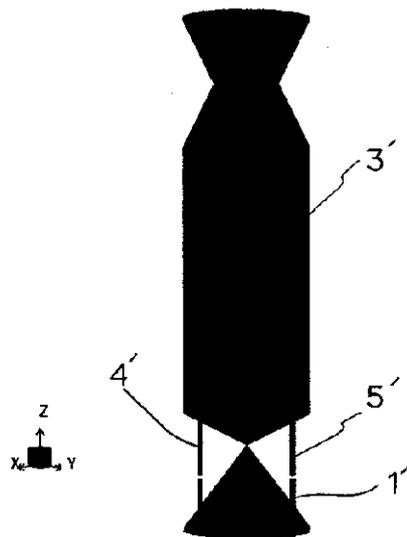




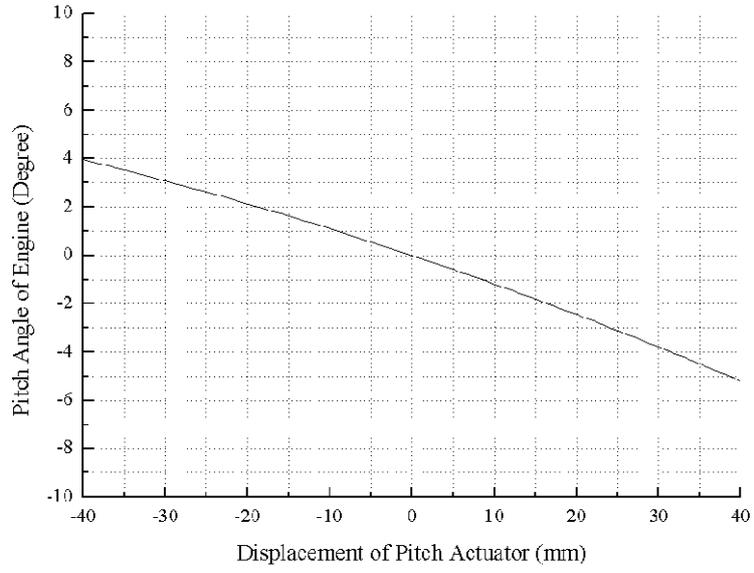
도면 4



도면 5



도면 6



도면 7

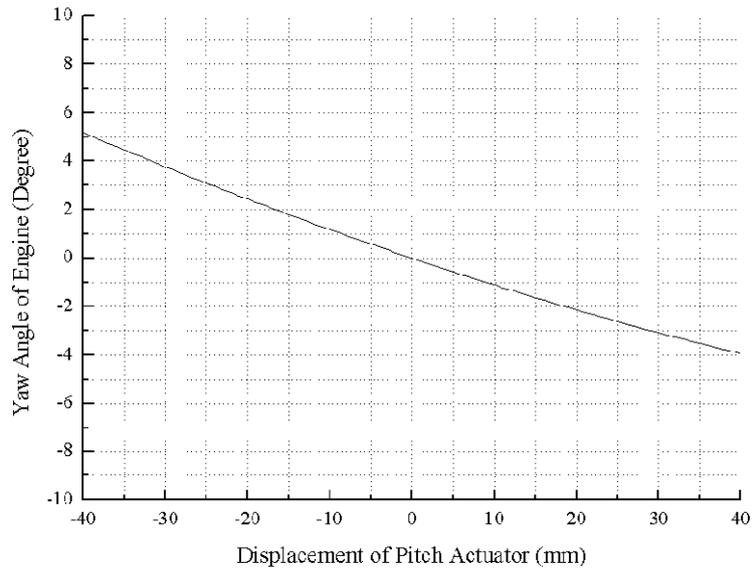


Fig 8

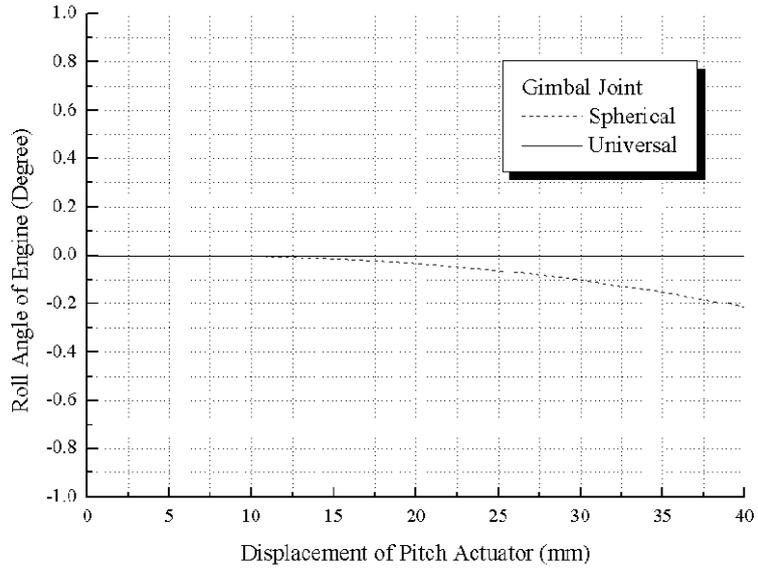
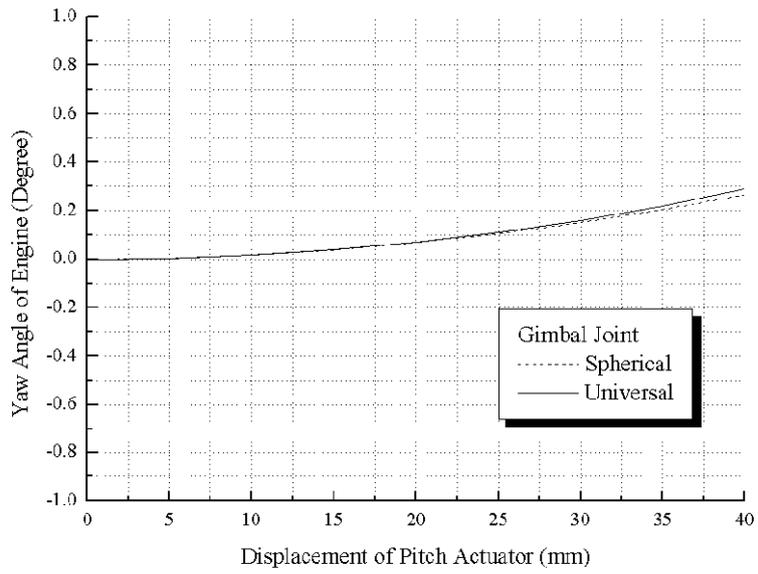
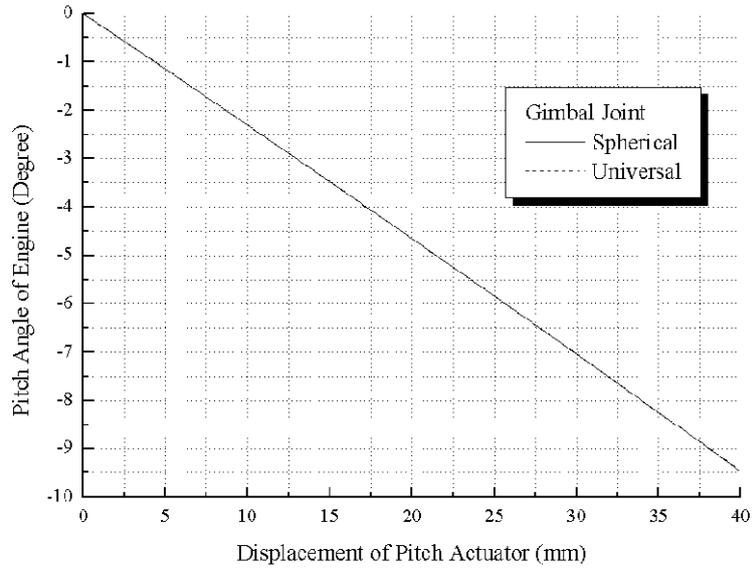


Fig 9



도면 10



도면 11

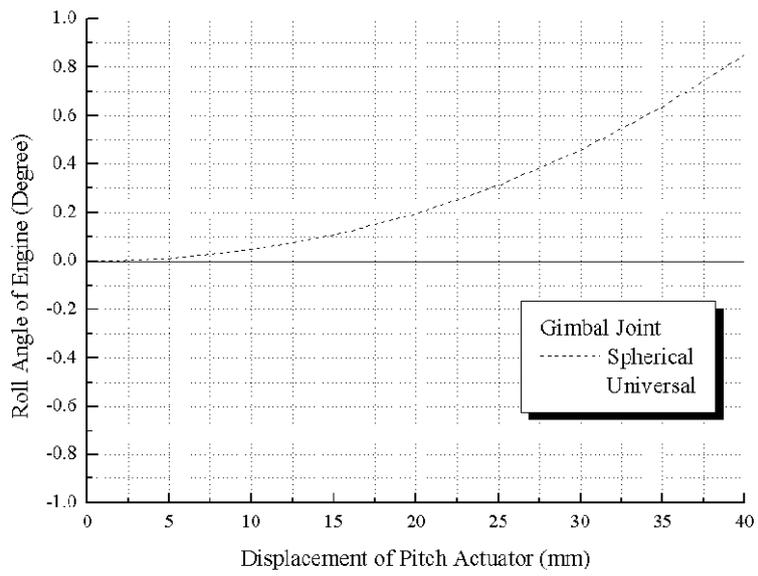


Figure 12

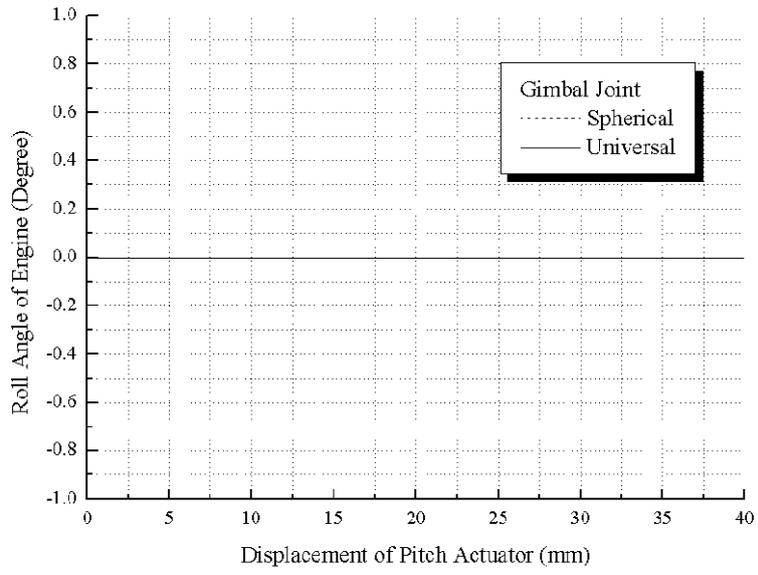
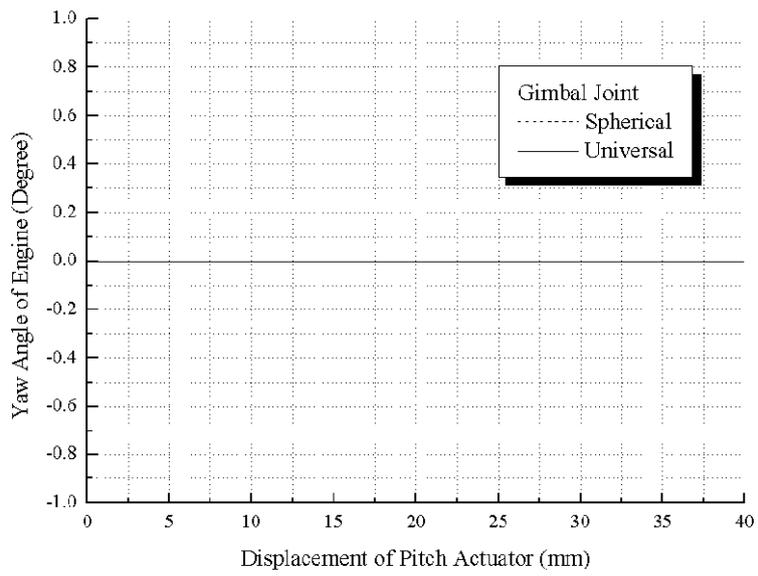
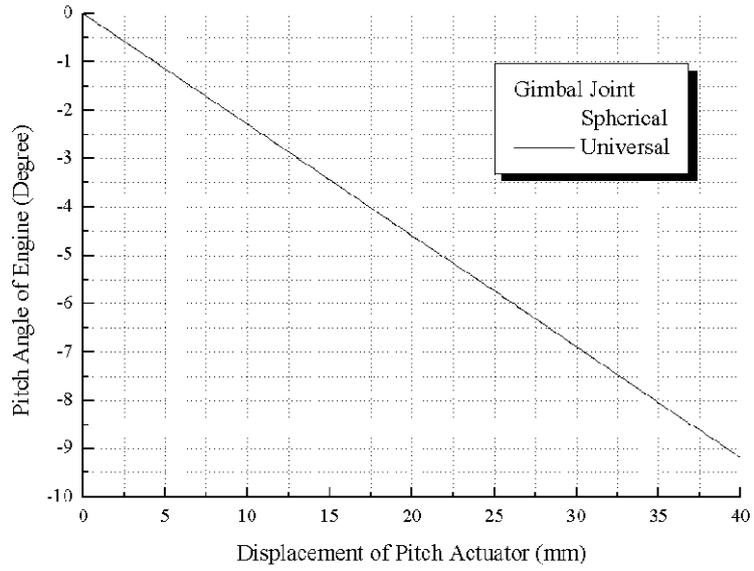


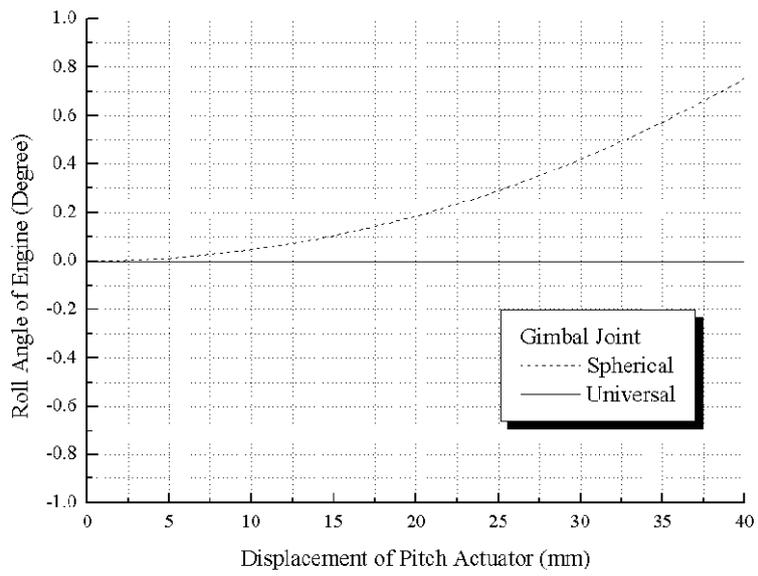
Figure 13



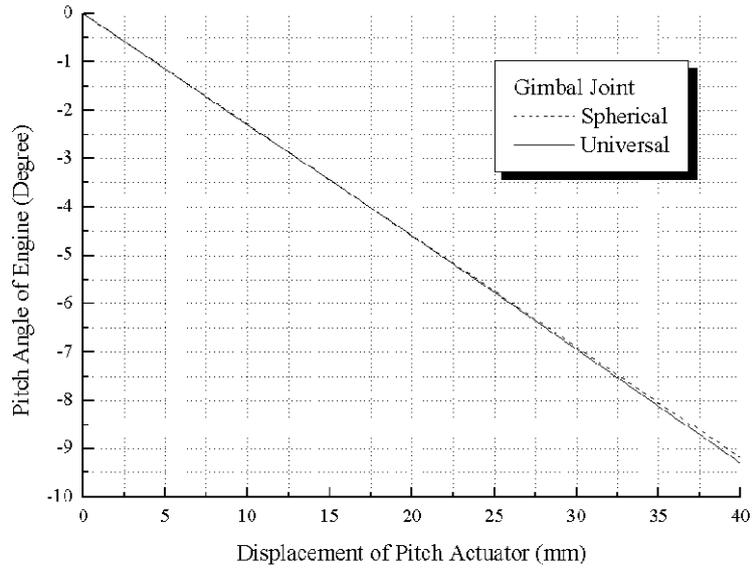
도면 14



도면 15



도면 16



도면 17

