



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월27일
(11) 등록번호 10-1248306
(24) 등록일자 2013년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16H 13/08 (2006.01) F16H 13/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7002048
(22) 출원일자(국제) 2009년10월06일
심사청구일자 2011년01월26일
(85) 번역문제출일자 2011년01월26일
(65) 공개번호 10-2011-0031356
(43) 공개일자 2011년03월25일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/067409
(87) 국제공개번호 WO 2010/044357
국제공개일자 2010년04월22일
(30) 우선권주장
JP-P-2008-265333 2008년10월14일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP10311385 A
JP2003278866 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
각코호진 와세다다이가쿠
일본국 도쿄도 신주쿠구 도쓰카마치 1조메 104반
지
미즈비시 주교교 가부시킴가이샤
일본 도쿄도 미나토꾸 고난 2조메 16방 5고
(72) 발명자
도자키 야스요시
일본 나가사키켄 나가사키시 후카호리마치 5조메
717-1 미즈비시 주교교 가부시킴가이샤 나가사키
켄큐쇼 내
요시미 다케시
일본 나가사키켄 나가사키시 후카호리마치 5조메
717-1 미즈비시 주교교 가부시킴가이샤 나가사키
켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

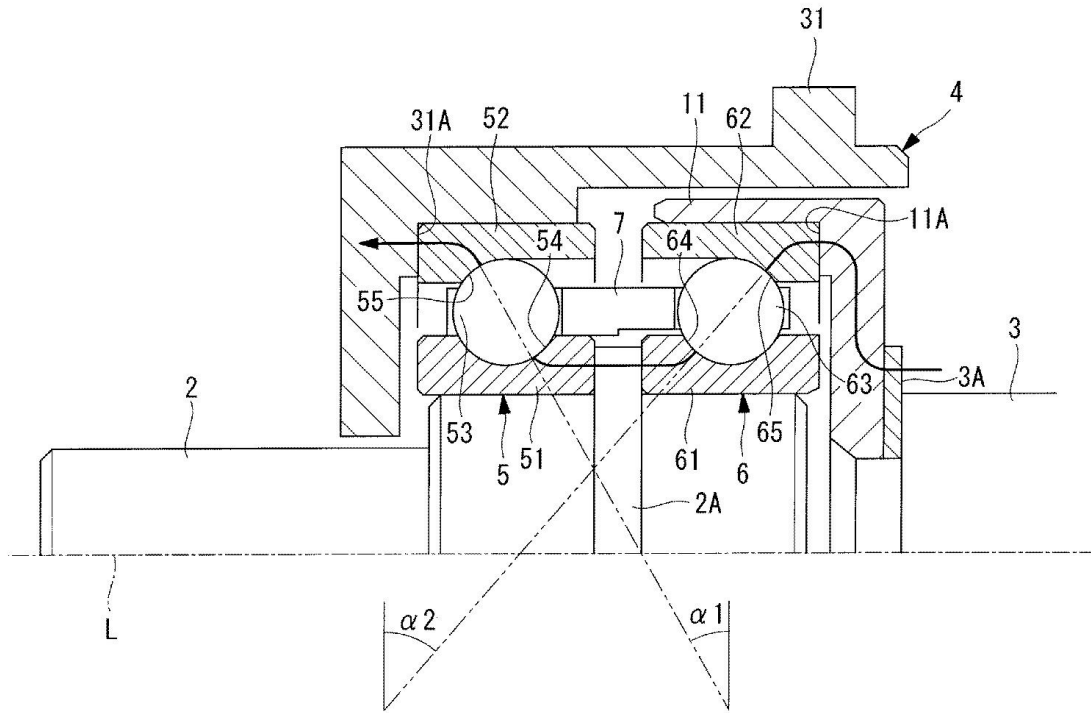
심사관 : 이언수

(54) 발명의 명칭 **증감속 장치**

(57) 요약

제 1 회전축(2)과 제 2 회전축(3)이 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 배치되어 있다. 제 2 회전축(3)은 제 1 회전축(2)의 단부를 덮는 원통형상의 지지부(11)를 갖는다. 하우징(4)은 제 1 회전축(2) 및 제 2 회전축(3)을 지지한다. 제 1 구름 베어링(5)은 제 1 회전축(2)과 하우징(4) 사이에 배치되고, 제 1 회전축(2)을 회전 가능하게 지지한다. 제 2 구름 베어링(6)은 지지부(11)와 제 1 회전축(2) 사이에 배치되고, 제 1 회전축(2) 및 제 2 회전축(3)을 상대 회전 가능하게 지지한다. 제 2 회전축(3)의 전달부(11A)는 제 2 회전축(3)을 제 1 회전축(2) 측에 압압하는 예압력을 제 2 구름 베어링(6)에 전달한다. 하우징(4)의 수압부(31A)는 제 2 구름 베어링(6)으로부터 제 1 구름 베어링(5)에 전달된 예압력을 받아낸다.

대표도



(72) 발명자

소노베 히로유키

일본 시가켄 리토시 로쿠지조 130 미즈비시 주교교
가부시키키가이샤 고사쿠기카이 지교부 내

시오츠 이사무

일본 시가켄 리토시 로쿠지조 130 미즈비시 주교교
가부시키키가이샤 고사쿠기카이 지교부 내

마츠모토 스스무

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 와카마츠쿠 히비키노
2-7 각코호진 와세다다이가쿠 다이가쿠잉 쇼호 세
이산 시스템즈 겐큐카 내

특허청구의 범위

청구항 1

회전 축선 주위로 회전 가능하게 배치된 제 1 회전축과,
 상기 회전 축선 주위로 회전 가능하게 배치되어, 상기 제 1 회전축의 단부를 덮는 원통형상의 지지부를 갖는 제 2 회전축과,
 상기 제 1 회전축 및 상기 제 2 회전축을 지지하는 하우징과,
 상기 제 1 회전축과 상기 하우징 사이에 배치되어, 상기 제 1 회전축을 회전 가능하게 지지하는 제 1 구름 베어링과,
 상기 지지부와 상기 제 1 회전축 사이에 배치되어, 상기 제 1 회전축 및 상기 제 2 회전축을 상대 회전 가능하게 지지하는 제 2 구름 베어링과,
 상기 하우징에 마련되어, 상기 제 2 회전축을 상기 제 1 회전축측으로 압압하는 예압력을 부가하는 예압부와,
 상기 제 2 회전축에 부가된 상기 예압력을 상기 제 2 구름 베어링에 전달하는 상기 제 2 회전축의 전달부와,
 상기 제 2 구름 베어링으로부터 상기 제 1 구름 베어링에 전달된 상기 예압력을 받아내는 상기 하우징의 수압부를 포함하는
 증감속 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 구름 베어링은,
 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 외측으로 경사지는 면을 갖는 제 1 내측 전주면이 마련되어, 상기 제 2 구름 베어링과 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 1 내륜과,
 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 외측으로 경사지는 면을 갖는 제 1 외측 전주면이 마련되어, 상기 수압부와 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 1 외륜과,
 상기 제 1 내측 전주면 및 상기 제 1 외측 전주면의 사이를 전동 가능하게 배치된 복수의 제 1 전동체를 포함하고,
 상기 제 2 구름 베어링은,
 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 내측으로 경사지는 면을 갖는 제 2 외측 전주면이 마련되어, 상기 전달부와 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 2 외륜과,
 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 내측으로 경사지는 면을 갖는 제 2 내측 전주면이 마련되어, 상기 제 1 구름 베어링과 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 2 내륜과,
 상기 제 2 내측 전주면 및 상기 제 2 외측 전주면의 사이를 전동 가능하게 배치된 복수의 제 2 전동체를 포함하는
 증감속 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 제 1 회전축의 회전 속도(n_1)와, 상기 제 2 회전축의 회전 속도(n_5)의 회전 속도비(i)는, 상기 제 1 내측 전주면의 궤도 직경(F_1), 상기 제 1 외측 전주면의 궤도 직경(E_1), 상기 제 2 내측 전주면의 궤도 직경(F_2) 및 상기 제 2 외측 전주면의 궤도 직경(E_2)을 이용해서 이하의 식으로 표현되는

$$i=n_1/n_5$$

$$=E2(F1+E1)/(E2F1-E1F2)$$

증감속 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 구름 베어링에 있어서의 제 1 접촉각을 변경하는 것에 의해, 상기 제 1 내측 전주면의 궤도 직경(F1), 및 상기 제 1 외측 전주면의 궤도 직경(E1)이 조정되는

증감속 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 구름 베어링에 있어서의 제 2 접촉각을 변경하는 것에 의해, 상기 제 2 내측 전주면의 궤도 직경(F2), 및 상기 제 2 외측 전주면의 궤도 직경(E2)이 조정되는

증감속 장치.

청구항 6

제 2 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 전동체 및 상기 제 2 전동체의 적어도 한쪽은 구형상인

증감속 장치.

청구항 7

제 2 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 전동체 및 상기 제 2 전동체의 적어도 한쪽은 테이퍼 롤러 형상인

증감속 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 회전축과 상기 하우징 사이에, 상기 제 2 회전축을 회전 가능하게 지지하는 제 3 구름 베어링 및 제 4 구름 베어링이 상기 회전 축선 방향으로 나란하게 마련되어 있는

증감속 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 4 구름 베어링은 원통형상의 전동체를 갖는 롤러 베어링이며,

상기 예압부는 상기 제 4 구름 베어링의 제 4 외륜을 거쳐서 상기 제 3 구름 베어링에 예압력을 부가하고,

상기 제 3 구름 베어링은 상기 제 2 회전축에 상기 예압력을 전달하는

증감속 장치.

명세서

기술 분야

본 발명은 증감속 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002] 종래, 동력을 전달하는 동시에 입력축으로부터 입력된 회전 속도를 변경시켜서 출력축으로부터 출력하는 증감속 장치로서는, 트랙션 드라이브(traction drive)가 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 및 비특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 공개 특허 제 2002-243011 호 공보

비특허문헌

[0004] (비특허문헌 0001) 니와 마사히토, 세키 히로아키, 카미야 요시즈구, 히키즈 마사토시 "유성 기구를 이용한 베어링 전용형 감속기" 2007년도 정밀공학회 춘계 대회 학술 강연회 강연 논문집, 2007년 979-980 페이지

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상술의 트랙션 드라이브의 경우에는, 치차를 이용한 증감속 장치와 비교해서 소음이나 진동이 적다고 하는 이점이 있다. 그렇지만, 일단에서는 폭넓은 범위의 감속비를 실현하는 것은 곤란하다고 하는 문제가 있었다.

[0006] 한편, 비특허문헌 1에 기재의 트랙션 드라이브(베어링 전용형 감속기)의 경우에는, 출력 토크의 증가에 따라서, 미끄러짐율이 증가하는 요지가 기재되어 있다.

[0007] 즉, 비특허문헌 1에 기재된 구성에서는, 앵글러(angular) 베어링의 외륜을 하우징에 대하여 축방향으로 이동시키는 것에 의해 예압을 걸고 있다. 이 구성에서는, 외륜은 하우징과의 사이에 작용하는 마찰력에 의해 정지하고 있기 때문에, 출력 토크가 증가하면, 외륜에 작용하는 회전력이 마찰력을 상회하고, 외륜과 하우징 사이에서 미끄러짐이 생길(미끄러짐율이 증가할) 가능성이 있는 것으로 생각된다.

[0008] 본 발명은, 상기의 과제를 해결하기 위해서 이뤄진 것이며, 진동이나 소음이나 미끄러짐의 발생을 억제하면서 폭넓은 감속비를 실현할 수 있는 증감속 장치를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은 이하의 수단을 제공한다.

[0010] 본 발명의 증감속 장치는, 회전 축선 주위로 회전 가능하게 배치된 제 1 회전축과, 상기 회전 축선 주위로 회전 가능하게 배치되어, 상기 제 1 회전축의 단부를 덮는 원통형상의 지지부를 갖는 제 2 회전축과, 상기 제 1 회전축 및 상기 제 2 회전축을 지지하는 하우징과, 상기 제 1 회전축과 상기 하우징 사이에 배치되어, 상기 제 1 회전축을 회전 가능하게 지지하는 제 1 구름 베어링과, 상기 지지부와 상기 제 1 회전축 사이에 배치되어, 상기 제 1 회전축 및 상기 제 2 회전축을 상대 회전 가능하게 지지하는 제 2 구름 베어링과, 상기 하우징에 마련되어, 상기 제 2 회전축을 상기 제 1 회전축측으로 압압하는 예압력을 부가하는 예압부와, 상기 제 2 회전축에 부가된 상기 예압력을 상기 제 2 구름 베어링에 전달하는 상기 제 2 회전축의 전달부와, 상기 제 2 구름 베어링으로부터 상기 제 1 구름 베어링에 전달된 상기 예압력을 받아내는 상기 하우징의 수압부를 포함한다.

[0011] 본 발명에 따르면, 예압부로부터 제 2 회전축에 부가된 예압력은, 전달부를 거쳐서 제 2 구름 베어링에 전달된 후, 제 2 구름 베어링 및 제 1 구름 베어링을 거쳐서 하우징의 수압부에서 받아낸다. 이 때, 예압부 및 수압부는 모두 하우징에 마련되어 있기 때문에, 제 2 구름 베어링 및 제 1 구름 베어링에 확실하게 예압력이 부가되어, 토크 전달에 충분한 예압이 걸린다.

[0012] 제 2 회전축을 제 1 회전축측으로 압압하는 것에 의해, 제 2 구름 베어링에 예압력을 부가하기 때문에, 제 2 구름 베어링과, 지지부 및 제 1 회전축 사이에서, 회전 축선을 따르는 방향으로 상대 이동시키는 일없이, 제 2 구름 베어링에 예압이 걸린다. 마찬가지로, 제 1 구름 베어링에 예압력을 부가하기 때문에, 제 1 구름 베어링과, 하우징 및 제 1 회전축 사이에서, 회전 축선을 따르는 방향으로 상대 이동시키는 일없이, 제 1 구름 베어링에 예압이 걸린다.

- [0013] 환언하면, 제 2 구름 베어링을 지지부 및 제 1 회전축에, 제 1 구름 베어링을 하우징 및 제 1 회전축에, 각각 상대 이동할 수 없는 방법으로 설치해도 제 1 구름 베어링 및 제 2 구름 베어링에 토크 전달에 충분한 예압이 걸리고, 제 1 구름 베어링 및 제 2 구름 베어링에 있어서의 미끄러짐이 방지된다.
- [0014] 상기 발명에 있어서는, 상기 제 1 구름 베어링은, 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 외측으로 경사지는 면을 갖는 제 1 내측 전주면이 마련되고, 상기 제 2 구름 베어링과 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 1 내륜과, 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 외측으로 경사지는 면을 갖는 제 1 외측 전주면이 마련되고, 상기 수압부와 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 1 외륜과, 상기 제 1 내측 전주면 및 상기 제 1 외측 전주면의 사이를 전동 가능하게 배치된 복수의 제 1 전동체를 포함하고, 상기 제 2 구름 베어링은, 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 내측으로 경사지는 면을 갖는 제 2 외측 전주면이 마련되고, 상기 전달부와 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 2 외륜과, 적어도 상기 제 1 회전축으로부터 상기 제 2 회전축을 향해서 직경방향 내측으로 경사지는 면을 갖는 제 2 내측 전주면이 마련되고, 상기 제 1 구름 베어링과 상기 예압력이 전달 가능하게 접촉되는 제 2 내륜과, 상기 제 2 내측 전주면 및 상기 제 2 외측 전주면의 사이를 전동 가능하게 배치된 복수의 제 2 전동체를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0015] 본 발명에 따르면, 예압부에서 제 2 회전축에 주어진 예압력은 전달부를 거쳐서 제 2 구름 베어링의 제 2 외륜에 전달된다. 제 2 외륜에 전달된 예압력은 제 2 외측 전주면, 제 2 전동체 및 제 2 내측 전주면을 거쳐서 제 2 내륜에 전달되고, 또한 제 1 구름 베어링의 제 1 내륜에 전달된다.
- [0016] 제 1 내륜에 전달된 예압력은 제 1 내측 전주면, 제 1 전동체 및 제 1 외측 전주면을 거쳐서 제 1 외륜에 전달된다. 제 1 외륜에 전달된 예압력은 하우징의 수압부에서 받아낸다.
- [0017] 제 1 내륜에는 수압부로부터 예압력과는 반대로 향해 움직이는 반력이 전달된다. 그 때문에, 제 1 전동체는 제 1 내륜 및 제 1 외륜의 사이에서 압축되는 방향으로 압압된다. 환언하면, 제 1 전동체는 제 1 내측 전주면 및 제 1 외측 전주면의 사이에서 압압되어, 예압이 걸린다.
- [0018] 제 2 내륜에는, 제 1 구름 베어링을 거쳐서 수압부로부터 반력이 전달된다. 그 때문에, 제 2 전동체는 제 2 내륜 및 제 2 외륜의 사이에서 압축되는 방향으로 압압된다. 환언하면, 제 2 전동체는 제 2 내측 전주면 및 제 2 외측 전주면의 사이에서 압압되어, 예압이 걸린다.
- [0019] 상기 발명에 있어서는, 제 1 회전축의 회전 속도(n_1)와, 제 2 회전축의 회전 속도(n_5)와의 회전 속도비(i)는, 제 1 내측 전주면의 궤도 직경(F_1), 제 1 외측 전주면의 궤도 직경(E_1), 제 2 내측 전주면의 궤도 직경(F_2) 및 제 2 외측 전주면의 궤도 직경(E_2)을 이용해서 이하의 식 (1)로 표시되는 것이 바람직하다.
- [0020] $i = n_1 / n_5$
- [0021] $= E_2(F_1 + E_1) / (E_2F_1 - E_1F_2) \dots (1)$
- [0022] 본 발명에 따르면, 제 2 외측 전주면의 궤도 직경(E_2)과 제 1 내측 전주면의 궤도 직경(F_1)의 곱과, 제 1 외측 전주면의 궤도 직경(E_1)과 제 2 내측 전주면의 궤도 직경(F_2)의 곱의 차이의 값을 조절하는 것에 의해, 제 1 회전축의 회전 속도(n_1)와 제 2 회전축의 회전 속도(n_5)와의 회전 속도비(i)를 조절할 수 있다.
- [0023] 상기 발명에 있어서는, 상기 제 1 구름 베어링에 있어서 제 1 접촉각을 변경하는 것에 의해, 상기 제 1 내측 전주면의 궤도 직경(F_1), 및 상기 제 1 외측 전주면의 궤도 직경(E_1)이 조정되는 것이 바람직하다.
- [0024] 상기 발명에 있어서는, 상기 제 2 구름 베어링에 있어서 제 2 접촉각을 변경하는 것에 의해, 상기 제 2 내측 전주면의 궤도 직경(F_2), 및 상기 제 2 외측 전주면의 궤도 직경(E_2)이 조정되는 것이 바람직하다.
- [0025] 본 발명에 따르면, 대략 동일한 체적의 제 1 구름 베어링 및 제 2 구름 베어링을 이용하면서, 제 1 회전축의 회전 속도(n_1)와, 제 2 회전축의 회전 속도(n_5)의 회전 속도비(i)를 조절할 수 있다.
- [0026] 환언하면, 회전 축선을 중심으로 한 제 1 전동체 및 제 2 전동체의 공전 반경을 대략 동일하게 해도, 제 1 접촉각 또는 제 2 접촉각을 조절하는 것에 의해, 회전 속도비(i)를 조절할 수 있다.
- [0027] 또한, 제 1 전동체 및 제 2 전동체의 공전 반경을 대략 동일하게 할 수 있기 때문에, 보지부를 형성이 비교적 용이한 대략 원통형상으로 할 수 있다.
- [0028] 상기 발명에 있어서는, 상기 제 1 전동체 및 상기 제 2 전동체의 적어도 한쪽은 대략 구형상인 것이

바람직하다.

- [0029] 본 발명에 따르면, 제 1 전동체와, 제 1 내륜 및 제 1 외륜의 접촉이나, 제 2 전동체와, 제 2 내륜 및 제 2 외륜의 접촉이 점접촉이 된다. 예를 들면, 전동체와 내륜 및 외륜과의 접촉이 선접촉일 경우와 비교하여, 제 1 전동체나 제 2 전동체가 전동하는 때의 교반 손실이 작게 된다.
- [0030] 상기 발명에 있어서는, 상기 제 1 전동체 및 상기 제 2 전동체의 적어도 한쪽은 대략 테이퍼 롤러 형상인 것이 바람직하다.
- [0031] 본 발명에 따르면, 제 1 전동체와, 제 1 내륜 및 제 1 외륜의 접촉이나, 제 2 전동체와, 제 2 내륜 및 제 2 외륜과의 접촉이 선접촉이 된다. 예를 들면, 전동체와 내륜 및 외륜과의 접촉이 점접촉일 경우와 비교하여, 제 1 회전축과 제 2 회전축의 사이에 있어서 회전 토크의 전달 면적이 커진다.
- [0032] 상기 발명에 있어서는, 상기 제 2 회전축과 상기 하우징 사이에, 상기 제 2 회전축을 회전 가능하게 지지하는 제 3 구름 베어링 및 제 4 구름 베어링이 상기 회전 축선 방향에 나란하게 마련되어 있는 것이 바람직하다.
- [0033] 본 발명에 따르면, 제 2 회전축 회전 축선이 흔들리는 방향으로 작용하는 모멘트는 제 3 구름 베어링 및 제 4 구름 베어링에 의해 받아낼 수 있기 때문에, 제 2 회전축은 회전 축선 주위로 안정되게 회전한다.
- [0034] 상기 발명에 있어서는, 상기 제 4 구름 베어링은 대략 원통형상의 전동체를 갖는 롤러 베어링이며, 상기 예압부는 상기 제 4 구름 베어링의 제 4 외륜을 거쳐서 상기 제 3 구름 베어링에 예압력을 부가하고, 상기 제 3 구름 베어링은 상기 제 2 회전축에 상기 예압력을 전달하는 것이 바람직하다.
- [0035] 본 발명에 따르면, 제 4 구름 베어링을 롤러 베어링으로 하는 것에 의해, 제 2 회전축 회전 축선이 흔들리는 방향으로 작용하는 모멘트를 보다 확실하게 받아낼 수 있고, 제 2 회전축은 회전 축선 주위로 안정되게 회전한다.
- [0036] 예압력은 제 4 외륜으로부터 제 3 구름 베어링에 전달되어, 제 3 구름 베어링으로부터 제 2 회전축에 전달된다. 이 때, 제 4 외륜이 제 4 구름 베어링의 전동체에 대하여 회전 축선 방향으로 상대 이동해도, 제 4 구름 베어링은 전동체가 대략 원통형상의 롤러 베어링이기 때문에 제 2 회전축을 회전 가능하게 계속해서 지지할 수 있다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명의 증감속 장치에 따르면, 예압부로부터 제 2 회전축에 부가된 예압력에 의해, 제 1 구름 베어링 및 제 2 구름 베어링에 확실하게 예압력이 부가되기 때문에, 미끄러짐의 발생을 억제하면서 폭넓은 감속비를 실현할 수 있다고 하는 효과를 달성한다. 또한, 제 1 구름 베어링 및 제 2 구름 베어링을 이용해서 회전 속도를 증감 속시키기 때문에, 치차를 이용해서 증감속시킬 경우와 비교해서 진동이나 소음의 발생을 억제하면서 폭넓은 감속비를 실현할 수 있다고 하는 효과를 달성한다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도,
 도 2는 도 1의 입력측 주변의 구성을 설명하는 부분 확대도,
 도 3은 도 1의 출력측 주변의 구성을 설명하는 부분 확대도,
 도 4는 도 1에 있어서 입력측 앵귤러 볼 베어링 및 출력측 앵귤러 볼 베어링의 구성을 설명하는 부분 확대도,
 도 5는 본 발명의 제 2 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도,
 도 6은 도 5의 입력측 테이퍼 롤러 베어링 및 출력측 테이퍼 롤러 베어링의 구성을 설명하는 부분 확대도,
 도 7은 도 6에 있어서 입력측 테이퍼 롤러 베어링 및 출력측 테이퍼 롤러 베어링의 구성을 설명하는 부분 확대도,
 도 8은 본 발명의 제 3 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도,
 도 9는 도 8의 토크 캠의 구성을 설명하는 부분 확대도,
 도 10은 도 9의 토크 캠에 의한 예압이 증가되었을 경우의 상태를 설명하는 부분 확대도,
 도 11은 도 8의 증감속 장치의 다른 실시형태를 설명하는 모식도,

도 12는 본 발명의 제 4 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도,

도 13은 도 12의 입력축 유성 플러부 및 출력축 유성 플러부의 구성을 설명하는 부분 확대도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] [제 1 실시형태]
- [0040] 이하, 본 발명의 제 1 실시형태에 관한 증감속 장치에 대해서 도 1 내지 도 4를 참조해서 설명한다.
- [0041] 도 1은 본 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도이다.
- [0042] 본 실시형태에서는, 본 발명의 증감속 장치(1)를, 입력되는 회전 구동력의 회전 속도를 감속하는 예에 적용해서 설명하지만, 증속하는 것도 좋고, 특별히 한정되는 것이 아니다.
- [0043] 증감속 장치(1)에는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 외부의 구동원(도시하지 않음)에 의해 소정의 회전 속도로 회전 구동되는 입력축(제 1 회전축)(2)과, 소정의 회전 속도비(i)에 근거해서 감속된 회전 속도로 회전되는 출력축(제 2 회전축)(3)과, 입력축(2) 및 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 지지하는 하우징(4)과, 입력축(2)으로부터 출력축(3)으로 회전을 전달하는 입력축 앵글러 볼 베어링(제 1 구름 베어링)(5), 출력축 앵글러 볼 베어링(제 2 구름 베어링)(6) 및 보지부(7)가 마련되어 있다.
- [0044] 또한, 본 실시형태의 증감속 장치(1)의 윤활유로서는, 트랙션 오일을 이용할 수 있다. 트랙션 오일을 이용한 경우에는, 다른 윤활유를 이용했을 경우와 비교하여 보다 큰 힘을 전달할 수 있다.
- [0045] 도 2는 도 1의 입력축 주변의 구성을 설명하는 부분 확대도이다.
- [0046] 입력축(2)은 외부의 구동원에 의해 회전 구동되는 대략 원기둥형상의 부재이며, 회전 구동력을 입력축 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력축 앵글러 볼 베어링(6) 등에 전달하는 것이다.
- [0047] 입력축(2)은, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 회전 축선(L)을 따라 연장되는 동시에, 그 출력축(3)측(도 1의 우측)은 하우징(4)의 내부에 배치되어 있다. 또한, 입력축(2)에 있어서의 출력축(3)측의 단부는 출력축(3)의 외륜 지지부(11)의 내측에 배치되어 있다.
- [0048] 입력축(2)과 외륜 지지부(11) 사이에는, 출력축 앵글러 볼 베어링(6)이 마련되고, 입력축(2)과 하우징(4) 사이에는, 입력축 앵글러 볼 베어링(5)이 마련되어 있다. 또한, 입력축(2)에 있어서의 출력축 앵글러 볼 베어링(6)과 입력축 앵글러 볼 베어링(5) 사이에는, 입력축(2)의 원주면으로부터 직경방향 외측으로 돌출하고, 출력축 앵글러 볼 베어링(6)의 출력축 내륜(61) 및 입력축 앵글러 볼 베어링(5)의 입력축 내륜(51)과 접촉하는 칼라부(2A)가 마련되어 있다.
- [0049] 환언하면, 입력축(2)에 있어서 출력축(3)측의 단부(도 1의 우측 단부)에는, 좌측을 향해서 순서대로, 출력축 앵글러 볼 베어링(6)의 출력축 내륜(61)과, 칼라부(2A)와, 입력축 앵글러 볼 베어링(5)의 입력축 내륜(51)이 마련되어 있다.
- [0050] 도 3은 도 1의 출력축 주변의 구성을 설명하는 부분 확대도이다.
- [0051] 출력축(3)은 입력축 앵글러 볼 베어링(5)이나 출력축 앵글러 볼 베어링(6) 등에 의해 감속된 회전 속도로 회전 구동되는 대략 원기둥형상의 부재이다.
- [0052] 출력축(3)은, 도 1 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 회전 축선(L)을 따라 연장되는 동시에, 그 입력축(2)측(도 1의 좌측)은 하우징(4)의 내부에 배치되어 있다. 또한, 출력축(3)에 있어서의 입력축(2)측의 단부에는, 회전 축선(L)을 회전 축선으로 하는 대략 원통형상의 외륜 지지부(지지부)(11)와, 외륜 지지부(11)의 내주면측에 예압력을 출력축 앵글러 볼 베어링(6)에 전달하는 전달면(전달부)(11A)이 마련되어 있다.
- [0053] 전달면(11A)은 회전 축선(L)에 대하여 수직 방향으로 연장되는 대략 링형상의 면이며, 출력축 앵글러 볼 베어링(6)의 출력축 외륜(62)과 접촉하는 면이다.
- [0054] 외륜 지지부(11)와 입력축(2) 사이에는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 출력축 앵글러 볼 베어링(6)이 마련되고, 출력축(3)과 하우징(4) 사이에는, 도 3에 도시하는 바와 같이, 입력축(2)측으로부터 순서대로 제 1 지지 베어링(제 3 구름 베어링)(12) 및 제 2 지지 베어링(제 4 구름 베어링)(13)이 마련되어 있다.
- [0055] 환언하면, 외륜 지지부(11)의 내주면에는 출력축 외륜(62)이 마련되고, 출력축(3)의 원주면에는, 입력축(2)측으

로부터 순서대로, 제 1 지지 내륜(22) 및 제 2 지지 내륜(25)이 마련되어 있다.

- [0056] 제 1 지지 베어링(12) 및 제 2 지지 베어링(13)은 회전 축선(L) 방향으로 간격을 두고서 나란하게 배치되어 있는 동시에, 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 지지하는 베어링이다.
- [0057] 이렇게 하는 것에 의해, 출력축(3)의 회전 축선(L)이 흔들리는 방향으로 작용하는 모멘트는 제 1 지지 베어링(12) 및 제 2 지지 베어링(13)에 의해 받아낼 수 있기 때문에, 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 안정되게 회전시킬 수 있다.
- [0058] 제 1 지지 베어링(12)에는, 제 1 지지 외륜(21), 제 1 지지 내륜(22) 및 제 1 지지 전동체(23)가 마련되어 있다. 제 2 지지 베어링(13)에는, 제 2 지지 외륜(제 4 외륜)(24), 제 2 지지 내륜(25) 및 제 2 지지 전동체(26)가 마련되어 있다.
- [0059] 제 1 지지 내륜(22)은 입력축(2)측을 향해서 출력축(3)으로부터 직경방향 외측으로 돌출하는 단차부(3A)와 접촉해서 배치되어 있다.
- [0060] 제 1 지지 외륜(21) 및 제 2 지지 외륜(24)은 하우징(4)에 대하여 회전 축선(L)을 따르는 방향으로 이동 가능하게 마련되고, 제 1 지지 외륜(21) 및 제 2 지지 외륜(24)의 사이에는, 제 2 지지 외륜(24)에 부가된 예압력을 제 1 지지 외륜(21)으로 전달하는 예압용 링(27)이 배치되어 있다.
- [0061] 본 실시형태에서는, 제 1 지지 베어링(12)을 앵글러 볼 베어링, 제 2 지지 베어링(13)을 원통 롤러 베어링에 적용해서 설명한다.
- [0062] 제 2 지지 베어링(13)을 원통 롤러 베어링에 적용하는 것에 의해, 출력축(3)의 회전 축선(L)이 흔들리는 방향으로 작용하는 모멘트를 보다 확실하게 받아낼 수 있어, 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 안정되게 회전시킬 수 있다.
- [0063] 또한, 예압력은 제 2 지지 외륜(24)으로부터 제 1 지지 베어링(12)에 전달되고, 제 1 지지 베어링(12)으로부터 출력축(3)에 전달된다. 이 때, 제 2 지지 외륜(24)이 제 2 지지 베어링(13)의 전동체에 대하여 회전 축선(L) 방향으로 상대 이동해도, 제 2 지지 베어링(13)은 전동체가 대략 원통형상의 롤러 베어링이기 때문에 출력축(3)을 회전 가능하게 계속해서 지지할 수 있다.
- [0064] 하우징(4)은, 도 1 내지 도 3에 도시하는 바와 같이, 입력축(2) 및 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 지지하는 것이다.
- [0065] 하우징(4)에는, 내부에 입력축 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력축 앵글러 볼 베어링(6) 등이 수납되는 덮개부(31)와, 입력축 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력축 앵글러 볼 베어링(6)에 예압을 부여하는 예압부(32)와, 덮개부(31) 및 예압부(32)가 설치되는 하우징 본체(33)가 마련되어 있다.
- [0066] 덮개부(31)는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 하우징 본체(33)의 입력축(2)측에 설치되는 것에 의해 하우징 본체(33)와의 사이에 원기둥형상의 공간을 형성하고, 형성된 공간내에, 외륜 지지부(11), 입력축 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력축 앵글러 볼 베어링(6) 등을 수납하는 것이다.
- [0067] 덮개부(31)는 출력축(3)측에 개구를 갖는 바닥이 있는 원통형상의 부재이며, 입력축(2)측의 단면에는, 입력축(2)이 삽통되는 관통 구멍이 형성되어 있다.
- [0068] 덮개부(31)와 입력축(2) 사이에는, 입력축 앵글러 볼 베어링(5)이 마련되고, 덮개부(31)와 외륜 지지부(11) 사이에는, 간극이 마련되어 있다. 한편하면, 덮개부(31)의 내주면에는 입력축 외륜(52)이 마련되고, 외륜 지지부(11)와의 사이에 외륜 지지부(11)를 회전 가능하게 하는 간극이 형성되어 있다.
- [0069] 덮개부(31)에는, 입력축 앵글러 볼 베어링(5)의 입력축 외륜(52)과 접촉하고, 예압력을 받아내는 수압면(수압부)(31A)이 마련되어 있다. 수압면(31A)은 출력축(3)측을 향해서 직경방향 외측으로 연장되는 링형상의 단차면이다.
- [0070] 예압부(32)는, 도 1 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 제 1 지지 베어링(12), 제 2 지지 베어링(13) 및 출력축(3)을 거쳐서, 입력축 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력축 앵글러 볼 베어링(6)에 예압력을 부가하여, 예압을 거는 것이다.
- [0071] 예압부(32)에는, 예압을 발생시키는 예압 볼트(41), 제 1 압압부(42) 및 제 2 압압부(43)와, 예압을 계측하는 로드 셀(44)이 마련되어 있다.

- [0072] 예압 볼트(41)는 제 1 압압부(42) 및 제 2 압압부(43)와 함께 제 1 지지 외륜(21) 및 제 2 지지 외륜(24)을 입력축(2)측에 압압하고, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여하는 예압을 발생시키는 것이다.
- [0073] 예압 볼트(41)는 제 1 압압부(42) 및 제 2 압압부(43)에 형성된 제 1 삽통 구멍(45) 및 제 2 삽통 구멍(46)에 삽통되고, 하우징 본체(33)의 볼트 구멍(48)에 나사결합되는 것이다.
- [0074] 제 1 압압부(42)는 예압 볼트(41) 및 제 2 압압부(43)와 함께 제 1 지지 외륜(21) 및 제 2 지지 외륜(24)을 입력축(2)측에 압압하고, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여하는 예압을 발생시키는 것이다.
- [0075] 제 1 압압부(42)는 출력축(3)이 삽통되는 구멍이 형성된 판형상의 부재이며, 제 2 압압부(43)보다도 출력축(3)측(도 3의 우측)에 배치되어 있다.
- [0076] 제 1 압압부(42)에는, 예압 볼트(41)가 삽통되는 제 1 삽통 구멍(45)이 형성되고, 제 2 압압부(43)와의 대향면에 로드 셀(44)이 배치되어 있다.
- [0077] 제 2 압압부(43)는 예압 볼트(41) 및 제 1 압압부(42)와 함께 제 1 지지 외륜(21) 및 제 2 지지 외륜(24)을 입력축(2)측에 압압하고, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여하는 예압을 발생시키는 것이다.
- [0078] 제 2 압압부(43)는 출력축(3)이 삽통되는 구멍이 형성된 판형상의 부재이며, 제 1 압압부(42)와 하우징 본체(33) 사이에 배치되어 있다.
- [0079] 제 2 압압부(43)에는, 예압 볼트(41)가 삽통되는 제 2 삽통 구멍(46)이 형성되고, 하우징 본체(33)와의 대향면에는, 제 2 지지 외륜(24)을 압압하는 원통부(47)가 형성되어 있다.
- [0080] 로드 셀(44)은 제 1 압압부(42) 및 제 2 압압부(43)의 사이에 배치되고, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 등에 전달되는 예압을 측정하는 것이다.
- [0081] 또한, 로드 셀(44)로서는 공지된 것을 이용할 수 있고, 특별히 한정되는 것이 아니다.
- [0082] 상술의 실시형태에 있어서는, 로드 셀(44)을 이용해서 예압을 측정하는 예에 적용해서 설명했지만, 예압 볼트(41)와 제 1 압압부(42) 사이에 코일 스프링 등의 탄성 부재를 배치하고, 코일 스프링의 압축량에 근거해서 예압을 측정해도 좋고, 특별히 한정되는 것이 아니다.
- [0083] 하우징 본체(33)는 덮개부(31) 및 예압부(32)가 설치되는 동시에, 입력축(2) 및 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 지지하는 것이다.
- [0084] 하우징 본체(33)에는, 도 1 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 예압 볼트(41)가 나사결합되는 볼트 구멍(48)이 형성되어 있다. 또한, 하우징 본체(33)와 출력축(3) 사이에는, 제 1 지지 베어링(12) 및 제 2 지지 베어링(13)이 마련되고, 제 1 지지 베어링(12)과 제 2 지지 베어링(13) 사이에는 예압용 링(27)이 마련되어 있다.
- [0085] 입력측 앵글러 볼 베어링(5)은, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 덮개부(31)와 입력축(2) 사이에 마련된 앵글러 볼 베어링이며, 출력측 앵글러 볼 베어링(6) 및 보지부(7)와 함께, 입력축(2)의 회전 속도를 감속해서 출력축(3)에 전달하는 것이다.
- [0086] 입력측 앵글러 볼 베어링(5)에는, 입력측 내륜(제 1 내륜)(51)과, 입력측 외륜(제 1 외륜)(52)과, 입력측 볼(제 1 전동체)(53)이 마련되어 있다.
- [0087] 입력측 내륜(51)은 입력축(2)의 원주면 상에 마련된 링형상의 부재이다.
- [0088] 입력측 내륜(51)에 있어서의 직경방향 외측에는, 입력측 볼(53)이 전주하는 입력측 내측 전주면(제 1 내측 전주면)(54)이 마련되어 있다. 입력측 내측 전주면(54)에는, 입력축(2)으로부터 출력축(3)을 향해서 직경방향 외측으로 경사지는 면, 환언하면 예압력을 받는 면이 마련되어 있다.
- [0089] 입력측 외륜(52)은 덮개부(31)의 내주면에 마련된 링형상의 부재이며, 덮개부(31)의 내주면에 대하여, 예를 들면 체결삽입되는 것이다.
- [0090] 입력측 외륜(52)에 있어서의 직경방향 내측에는, 입력측 볼(53)이 전주하는 입력측 외측 전주면(제 1 외측 전주면)(55)이 마련되어 있다. 입력측 외측 전주면(55)에는, 입력축(2)으로부터 출력축(3)을 향해서 직경방향 외

측으로 경사지는 면, 환언하면 예압력을 받는 면이 마련되어 있다.

- [0091] 본 실시형태에서는, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 접촉각(제 1 접촉각)($\alpha 1$)이 약 30° 의 경우에 적용해서 설명한다.
- [0092] 여기에서, 접촉각($\alpha 1$)은 입력측 볼(53)과 입력측 내측 전주면(54)의 접촉점과, 입력측 볼(53)과 입력측 외측 전주면(55)의 접촉점을 연결한 선인 작용선과, 레디얼 평면이 이루는 각이다.
- [0093] 입력측 앵글러 볼 베어링(5)은 작용선이 회전 축선(L)을 향해서 출력측(3)측으로 경사지도록 배치되어 있다.
- [0094] 출력측 앵글러 볼 베어링(6)은, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 외륜 지지부(11)와 입력측(2) 사이에 마련된 앵글러 볼 베어링이며, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 보지부(7)와 함께, 입력측(2)의 회전 속도를 감속해서 출력측(3)에 전달하는 것이다.
- [0095] 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에는, 출력측 내륜(제 2 내륜)(61)과, 출력측 외륜(제 2 외륜)(62)과, 출력측 볼(제 2 전동체)(63)이 마련되어 있다.
- [0096] 출력측 내륜(61)은 입력측(2)의 원주면 상에 마련된 링형상의 부재이며, 출력측 내륜(61)에 있어서의 직경방향 외측에는, 출력측 볼(63)이 전주하는 출력측 내측 전주면(제 2 내측 전주면)(64)이 마련되어 있다. 출력측 내측 전주면(64)에는, 입력측(2)으로부터 출력측(3)을 향해서 직경방향 내측으로 경사지는 면, 환언하면 예압력을 받는 면이 마련되어 있다.
- [0097] 출력측 외륜(62)은, 외륜 지지부(11)의 내주면에 마련된 링형상의 부재이며, 외륜 지지부(11)에 대하여, 예를 들면 체결삽입되는 것이다.
- [0098] 출력측 외륜(62)에 있어서의 직경방향 내측에는, 출력측 볼(63)이 전주하는 출력측 외측 전주면(제 2 외측 전주면)(65)이 마련되어 있다. 출력측 외측 전주면(65)에는, 입력측(2)으로부터 출력측(3)을 향해서 직경방향 내측으로 경사지는 면, 환언하면 예압력을 받는 면이 마련되어 있다.
- [0099] 본 실시형태에서는, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 접촉각(제 2 접촉각)($\alpha 2$)이 약 40° 의 경우에 적용해서 설명한다.
- [0100] 여기에서, 접촉각($\alpha 2$)은 출력측 볼(63)과 출력측 내측 전주면(64)의 접촉점과, 출력측 볼(63)과 출력측 외측 전주면(65)의 접촉점을 연결한 선인 작용선과, 레디얼 평면이 이루는 각이다.
- [0101] 출력측 앵글러 볼 베어링(6)은 작용선이 회전 축선(L)을 향해서 입력측(2)측으로 경사지도록 배치되어 있다.
- [0102] 보지부(7)는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들면 동합금 등의 재료로 형성된 대략 원통형상의 부재이며, 입력측 볼(53) 및 출력측 볼(63)을 보지하는 것이다.
- [0103] 동합금을 이용해서 보지부(7)를 형성하는 것에 의해, 다른 재료를 채용했을 경우와 비교하여, 보지부(7)의 수명이 길어지고, 전달할 수 있는 토크가 커진다.
- [0104] 보지부(7)는 회전 축선(L)을 따라 연장되는 대략 원통형상의 부재이며, 회전 축선(L)을 중심으로 해서 회전 가능하게 구성된 것이다. 보지부(7)에 있어서의 입력측(2)측의 단부에는, 입력측 볼(53)을 보지하는 절취부가 입력측 볼(53)의 수에 따라서 형성되고, 출력측(3)측의 단부에는, 출력측 볼(63)을 보지하는 절취부가 출력측 볼(63)의 수에 따라서 형성되어 있다.
- [0105] 또한, 보지부(7)에 있어서의 입력측 볼(53) 및 출력측 볼(63)의 미끄럼이동면에는, 윤활성을 갖는 수지, 예를 들면 폴리4불화에틸렌(테프론(Teflon)(등록상표)) 등이 배치되어 있다. 이렇게 하는 것에 의해, 보지부(7)와 입력측 볼(53) 및 출력측 볼(63) 사이의 미끄럼이동 손실이 저감된다.
- [0106] 다음에, 상기의 구성으로 이뤄지는 증감속 장치(1)에 있어서 작용에 대해서 설명한다.
- [0107] 우선, 입력측(2)으로부터 출력측(3)으로의 회전의 전달 경로에 대해서 설명한다.
- [0108] 입력측(2)의 회전은, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 입력측 내륜(51)을 거쳐서 입력측 볼(53)에 전달되고, 입력측 볼(53)은 회전 축선(L)을 중심으로 해서 공전한다. 입력측 볼(53)의 공전은 보지부(7)를 거쳐서 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 출력측 볼(63)에 전달된다. 출력측 볼(63)이 회전 축선(L)을 중심으로 해서 공전하는 것에 의해, 출력측 외륜(62)에 회전이 전달되고, 출력측 외륜(62)으로부터 외륜 지지부(11)를 거쳐서 출력측(3)에 회전이 전달된다.

- [0109] 다음에, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 대하여 예압을 부여하는 방법에 대해서 설명한다.
- [0110] 예압을 부여하는 경우에는, 도 1 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 예압 볼트(41)를 회전시키는 것에 의해, 제 1 압압부(42)에 대하여 입력측(2)측(도 3의 좌측)에 작용하는 힘(이하, "예압력"이라고 표기한다)을 작용시킨다. 예압력은 제 1 압압부(42)로부터 로드 셀(44)을 거쳐서 제 2 압압부(43)에 전달되고, 로드 셀(44)에 의해 그 크기가 측정된다.
- [0111] 이렇게 하는 것에 의해, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 걸리는 예압의 크기를 알 수 있다.
- [0112] 제 2 압압부(43)에 전달된 예압력은 제 2 압압부(43)의 원통부(47)로부터 제 2 지지 외륜(24), 예압용 링(27)을 거쳐서 제 1 지지 외륜(21)에 전달된다. 제 1 지지 외륜(21), 예압용 링(27) 및 제 2 지지 외륜(24)은 하우징 본체(33)에 대하여 회전 축선(L) 방향으로 이동 가능하게 배치되어 있기 때문에, 예압력은 제 1 지지 외륜(21)까지 전달된다. 또한, 제 2 지지 베어링(13)은 원통 롤러 베어링이기 때문, 예압력의 전달은 저해되지 않는다.
- [0113] 제 1 지지 외륜(21)에 전달된 예압력은, 제 1 지지 베어링(12)이 앵글러 볼 베어링이기 때문에, 그 작용선에 따라서 제 1 지지 내륜(22)에 전달되고, 단차부(3A)로부터 출력측(3)에 전달된다.
- [0114] 출력측(3)에 전달된 예압력은, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 전달면(11A)으로부터 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 출력측 외륜(62)에 전달되고, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 예압이 작용하게 된다.
- [0115] 또한, 예압력은 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 작용선을 따라 입력측(2)의 칼라부(2A)에 전달된 후, 칼라부(2A)로부터 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 입력측 내륜(51)에 전달되고, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)에 예압이 작용하게 된다.
- [0116] 다음에, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 있어서의 회전 속도의 감속에 대해서 설명한다.
- [0117] 도 4는 도 1에 있어서의 입력측 앵글러 볼 베어링 및 출력측 앵글러 볼 베어링의 구성을 설명하는 부분 확대도이다.
- [0118] 우선, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)에 있어서의 입력측 볼(53)의 공전 방향의 회전 속도는 이하의 식 (2)로 표시된다.
- [0119]
$$n_3 = (F_1 \cdot n_1 + E_1 \cdot n_2) / (F_1 + E_1) \cdots (2)$$
- [0120] 여기에서, n_1 은 입력측 내륜(51)의 회전 속도이며, n_2 는 입력측 외륜(52)의 회전 속도이며, n_3 은 입력측 볼(53)의 공전 방향의 회전 속도이다. 한편, F_1 은 입력측 내륜(51)의 궤도 직경이며, E_1 은 입력측 외륜(52)의 궤도 직경이다(도 4 참조).
- [0121] 궤도 직경(F_1)은 입력측 내측 전주면(54)과 입력측 볼(53)의 접촉점에 관한 직경이며, 이 접촉점의 집합인 원의 직경이다. 마찬가지로, 궤도 직경(E_1)은 입력측 외측 전주면(55)과 입력측 볼(53)의 접촉점에 관한 직경이다.
- [0122] 입력측 외륜(52)은 덮개부(31)에 배치되어 회전하지 않는 것이기 때문에 회전 속도는 제로($n_2=0$)로 되고, 상술의 식 (2)는 이하의 식 (3)으로 표시된다.
- [0123]
$$n_3 = (F_1 \cdot n_1) / (F_1 + E_1) \cdots (3)$$
- [0124] 한편, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 있어서의 출력측 볼(63)의 공전 방향의 회전 속도는, 이하의 식 (4)로 표시된다.
- [0125]
$$n_6 = (F_2 \cdot n_4 + E_2 \cdot n_5) / (F_2 + E_2) \cdots (4)$$
- [0126] 여기에서, n_4 는 출력측 내륜(61)의 회전 속도이며, n_5 는 출력측 외륜(62)의 회전 속도이며, n_6 는 출력측 볼(63)의 공전 방향의 회전 속도이다. 한편, F_2 는 출력측 내륜(61)의 궤도 직경이며, E_2 는 출력측 외륜(62)의 궤도 직경이다(도 4 참조).
- [0127] 궤도 직경(F_2)은 출력측 내측 전주면(64)과 출력측 볼(63)의 접촉점에 관한 직경이며, 이 접촉점의 집합인 원의 직경이다. 마찬가지로, 궤도 직경(E_2)은 출력측 외측 전주면(65)과 출력측 볼(63)의 접촉점에 관한 직경이다.

- [0128] 따라서, 출력측 외륜(62)의 회전 속도는 이하의 식 (5)로 표시된다.
- [0129]
$$n5 = ((F2 + E2)n6 + F2 \cdot n4) / E2 \cdots (5)$$
- [0130] 입력측 볼(53) 및 출력측 볼(63)은 보지부(7)에 의해 보지되면서 공전하기 때문에, 양자의 공전 방향의 회전 속도는 동일하게 된다($n3 = n6$). 거기에서, 식 (3)을 식 (5)에 대입해서 $n6$ 을 소거하면, 이하의 식 (6)을 얻을 수 있다.
- [0131]
$$n5 = ((E2F1 - E1F2) / E2(F1 + E1))n1 \cdots (6)$$
- [0132] 입력측(2)과 출력측(3) 사이의 회전 속도비(i), 즉 감속비(i)는 상술의 식 (6)에 근거하여 이하의 식 (7)로 표시된다.
- [0133]
$$i = n1 / n5$$
- [0134]
$$= E2(F1 + E1) / (E2F1 - E1F2) \cdots (7)$$
- [0135] 따라서, 각 궤도 직경(F1, E1, F2, E2)을 조절하는 것에 의해, 다양한 값의 회전 속도비(i)가 실현된다. 회전 속도비(i)의 값으로서는, 예를 들면 2.5나, 10이나, 50이나, 100 등의 값을 예시할 수 있다.
- [0136] 또한, 식 (7)에 있어서의 ($E2F1 - E1F2$)의 부호를 조절하는 것에 의해, 입력측(2) 및 출력측(3)을 동일 방향으로 회전시킬지, 역 방향으로 회전시킬지가 제어된다.
- [0137] 다음에, 각 궤도 직경(F1, E1, F2, E2)의 값의 조절 방법에 대해서 설명한다. 구체적으로는, 각 궤도 직경(F1, E1)과 접촉각($\alpha 1$)과의 관계와, 각 궤도 직경(F2, E2)과 접촉각($\alpha 2$)과의 관계에 대해서 설명한다.
- [0138] 도 4에 도시하는 바와 같이, 각 궤도 직경(F1, E1)과 접촉각($\alpha 1$)은 이하의 식 (8) 및 (9)의 관계를 갖는다.
- [0139]
$$F1 = Dpw1 + (Dw1 \cdot \cos \alpha 1) / 2 \cdots (8)$$
- [0140]
$$E1 = Dpw1 - (Dw1 \cdot \cos \alpha 1) / 2 \cdots (9)$$
- [0141] 여기에서, Dpw1은 입력측 앵글러 볼 베어링(5)에 있어서의 피치원 직경이며, Dw1은 입력측 볼(53)의 직경이다.
- [0142] 마찬가지로, 각 궤도 직경(F2, E2)과 접촉각($\alpha 2$)은 이하의 식 (10) 및 식 (11)의 관계를 갖는다.
- [0143]
$$F2 = Dpw2 + (Dw2 \cdot \cos \alpha 2) / 2 \cdots (10)$$
- [0144]
$$E2 = Dpw2 - (Dw2 \cdot \cos \alpha 2) / 2 \cdots (11)$$
- [0145] 여기에서, Dpw2는 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 있어서의 피치원 직경이며, Dw2는 출력측 볼(63)의 직경이다.
- [0146] 상술의 식 (8) 내지 식 (11)로부터, 피치원 직경(Dpw1, Dpw2)과, 입력측 볼(53)의 직경(Dw1)과, 출력측 볼(63)의 직경(Dw2)은 변화되지 않기 때문에, 접촉각($\alpha 1$)이나 접촉각($\alpha 2$)을 조절하는 것에 의해, 각 궤도 직경(F1, E1)이나, 각 궤도 직경(F2, E2)의 값이 조절되는 것을 알 수 있다.
- [0147] 따라서, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 접촉각($\alpha 1$) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 접촉각($\alpha 2$)을 조절하는 것에 의해, 회전 속도비(i)가 조절된다.
- [0148] 상기의 구성에 따르면, 예압부(32)로부터 출력측(3)에 부가된 예압력은 전달면(11A)을 거쳐서 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 전달된 후, 출력측 앵글러 볼 베어링(6) 및 입력측 앵글러 볼 베어링(5)을 거쳐서 하우징(4)의 수압면(31A)에서 받아낸다. 이 때, 예압부(32) 및 수압면(31A)은 모두 하우징(4)에 마련되어 있기 때문에, 출력측 앵글러 볼 베어링(6) 및 입력측 앵글러 볼 베어링(5)에 확실하게 예압력이 부가되어, 토크 전달에 충분한 예압을 거는 것이 가능하다.
- [0149] 출력측(3)을 입력측(2)측에 압압하는 것에 의해, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 예압력을 부가하기 때문에, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)과, 외륜 지지부(11) 및 입력측(2) 사이에서, 회전 축선(L)을 따르는 방향으로 상대 이동시키는 일없이, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 예압이 걸린다. 마찬가지로, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)에 예압력을 부가하기 때문에, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)과, 하우징(4) 및 입력측(2) 사이에서, 회전 축선(L)을 따르는 방향으로 상대 이동시키는 일없이, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)에 예압이 걸리게 하는 것이 가능하다.
- [0150] 환언하면, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)을 외륜 지지부(11) 및 입력측(2)에, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)을 하우징(4) 및 입력측(2)에, 각각 상대 이동할 수 없는 방법으로 설치해도 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵

굴러 볼 베어링(6)에 토크 전달에 충분한 예압이 걸리고, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 제 2 구름 베어링에 있어서의 미끄러짐을 방지할 수 있다.

- [0151] 구체적으로는, 예압부(32)로부터 출력측(3)에 부여된 예압력은 전달면(11A)을 거쳐서 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 출력측 외륜(62)에 전달된다. 출력측 외륜(62)에 전달된 예압력은 출력측 외측 전주면(65), 출력측 볼(63) 및 출력측 내측 전주면(64)을 거쳐서 출력측 내륜(61)에 전달되고, 또한 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 입력측 내륜(51)에 전달된다.
- [0152] 입력측 내륜(51)에 전달된 예압력은 입력측 내측 전주면(54), 입력측 볼(53) 및 입력측 외측 전주면(55)을 거쳐서 입력측 외륜(52)에 전달된다. 입력측 외륜(52)에 전달된 예압력은 하우징(4)의 수압면(31A)에서 받아낸다.
- [0153] 입력측 내륜(51)에는 수압면(31A)으로부터 예압력과는 반대 방향으로 작용하는 반력이 전달된다. 그 때문에, 입력측 볼(53)은 입력측 내륜(51) 및 입력측 외륜(52)의 사이에서 압축되는 방향으로 압압된다. 환언하면, 입력측 볼(53)은 입력측 내측 전주면(54) 및 입력측 외측 전주면(55)의 사이에서 압압되고, 예압이 걸린다.
- [0154] 출력측 내륜(61)에는, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)을 거쳐서 수압면(31A)으로부터 반력이 전달된다. 그 때문에, 출력측 볼(63)은 출력측 내륜(61) 및 출력측 외륜(62)의 사이에서 압축되는 방향으로 압압된다. 환언하면, 출력측 볼(63)은 출력측 내측 전주면(64) 및 출력측 외측 전주면(65)의 사이에서 압압되고, 예압이 걸린다.
- [0155] 식 (7)에 표시되는 바와 같이, 출력측 외측 전주면(65)의 궤도 직경(E2)과 입력측 내측 전주면(54)의 궤도 직경(F1)의 곱과, 입력측 외측 전주면(55)의 궤도 직경(E1)과 출력측 내측 전주면(64)의 궤도 직경(F2)의 곱의 차이의 값을 조절하는 것에 의해, 입력측(2)의 회전 속도(n_1)와 출력측(3)의 회전 속도(n_2)의 회전 속도비(i)를 조절할 수 있다.
- [0156] 또한, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 접촉각(α_1), 또는 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 접촉각(α_2)을 조절하여, 각 궤도 직경(F1, E1, F2, E2)의 값을 조절하기 때문에, 대략 동일한 체적의 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 또는 출력측 앵글러 볼 베어링(6)을 이용하면서, 회전 속도비(i)를 조절할 수 있다.
- [0157] 환언하면, 회전 축선(L)을 중심으로 하는 입력측 볼(53) 및 출력측 볼(63)의 공전 반경을 대략 동일하게 해도, 접촉각(α_1) 및 접촉각(α_2)을 조절하는 것에 의해, 회전 속도비(i)를 조절할 수 있다. 또한, 입력측 볼(53) 및 출력측 볼(63)의 공전 반경을 대략 동일하게 할 수 있기 때문에, 보지부(7)를 형성이 용이한 대략 원통형상의 형상으로 할 수 있다.
- [0158] 입력측 앵글러 볼 베어링(5)을 이용하는 것에 의해, 입력측 볼(53)과, 제 1 내륜 및 제 1 외륜과의 접촉, 즉 입력측 내측 전주면(54) 및 입력측 외측 전주면(55)과의 접촉이 점접촉이 된다. 마찬가지로, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)을 이용하는 것에 의해, 출력측 볼(63)과, 제 2 내륜 및 제 2 외륜과의 접촉, 즉 출력측 내측 전주면(64) 및 출력측 외측 전주면(65)과의 접촉이 점접촉이 된다.
- [0159] 그 때문에, 전동체와 전주면과의 접촉이 선접촉일 경우와 비교해서, 입력측 볼(53)이나 출력측 볼(63)이 전동하는 때의 교반 손실이 작아지기 때문에, 본 실시형태의 증감속 장치(1)를 회전 속도가 높은 영역 있어서의 증감속에 이용하는 것이 가능하다.
- [0160] 또한, 상술의 실시형태에 있어서 증감속 장치(1)의 제원으로서, 전동체인 입력측 볼(53)의 볼 직경(Dw_1) 및 출력측 볼(63)의 볼 직경(Dw_2)이 약 4.5mm($Dw_1=Dw_2=4.5\text{mm}$), 입력측 내륜(51)의 궤도 직경(F1) 및 입력측 외륜(52)의 궤도 직경(E1)의 평균값과, 출력측 내륜(61)의 궤도 직경(F2) 및 출력측 외륜(62)의 궤도 직경(E2)의 평균값이 모두 약 11mm($(F1+E1)/2=(F2+E2)/2=11\text{mm}$), 접촉각(α_1)이 약 30° , 접촉각(α_2)이 약 40° 이며, 감속비(i)가 약 62의 것을 예시할 수 있지만, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0161] 또한, 상술의 실시형태에 있어서, 접촉각(α_1) 및 접촉각(α_2)을 조절하는 것에 의해, 회전 속도비(i)를 조절하는 예에 적용해서 설명했지만, 입력측 볼(53)의 볼 직경(Dw_1)이나, 출력측 볼(63)의 볼 직경(Dw_2)을 선정하는 것에 의해 회전 속도비(i)를 조절해도 좋고, 궤도 직경(F1)이나 궤도 직경(F2)을 선정하는 것에 의해 회전 속도비(i)를 조절해도 좋고, 특별히 한정되는 것이 아니다.
- [0162] 상술의 실시형태에 있어서, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)을 이용하는 예에 적용해서 설명했지만, 앵글러 볼 베어링 대신에 심구 볼 베어링(deep-groove ball bearing)을 이용해도 좋고, 특별히 한정되는 것이 아니다.

- [0163] [제 2 실시형태]
- [0164] 다음에, 본 발명의 제 2 실시형태에 대해서 도 5 내지 도 7을 참조해서 설명한다.
- [0165] 본 실시형태의 증감속 장치의 기본 구성은 제 1 실시형태와 동일하지만, 제 1 실시형태와는 증감속에 관한 베어링의 구성이 상이하게 되어 있다. 따라서, 본 실시형태에 있어서는, 도 5 내지 도 7을 이용해서 베어링 주변만을 설명하고, 그 밖의 구성 요소 등의 설명을 생략한다.
- [0166] 도 5는 본 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도이다.
- [0167] 또한, 제 1 실시형태와 동일한 구성 요소에는 동일한 도면부호를 사용하고 그 설명을 생략한다.
- [0168] 증감속 장치(101)에는, 도 5에 도시하는 바와 같이, 외부의 구동원(도시하지 않음)에 의해 소정의 회전 속도로 회전 구동되는 입력축(2)과, 소정의 회전 속도비(i)에 근거해서 감속된 회전 속도로 회전되는 출력축(3)과, 입력축(2) 및 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 지지하는 하우징(4)과, 입력축(2)으로부터 출력축(3)에 회전을 전달하는 입력측 테이퍼 롤러 베어링(제 1 구름 베어링)(105), 출력측 테이퍼 롤러 베어링(제 2 구름 베어링)(106) 및 보지부(107)가 마련되어 있다.
- [0169] 도 6은 도 5의 입력측 테이퍼 롤러 베어링 및 출력측 테이퍼 롤러 베어링의 구성을 설명하는 부분 확대도이다.
- [0170] 입력측 테이퍼 롤러 베어링(105)은, 도 5 및 도 6에 도시하는 바와 같이, 덮개부(31)와 입력축(2) 사이에 마련된 테이퍼 롤러 베어링이며, 출력측 테이퍼 롤러 베어링(106) 및 보지부(107)와 함께, 입력축(2)의 회전 속도를 감속해서 출력축(3)에 전달하는 것이다.
- [0171] 입력측 테이퍼 롤러 베어링(105)에는, 입력측 내륜(제 1 내륜)(151)과, 입력측 외륜(제 1 외륜)(152)과, 입력측 테이퍼 롤러(제 1 전동체)(153)가 마련되어 있다.
- [0172] 입력측 내륜(151)은 입력축(2)의 원주면 상에 마련된 링형상의 부재이며, 입력측 내륜(151)에 있어서의 직경방향 외측에는, 입력측 테이퍼 롤러(153)가 전주하는 경사면인 입력측 내측 전주면(제 1 내측 전주면)(154)이 마련되어 있다.
- [0173] 입력측 외륜(152)은 덮개부(31)의 내주면에 마련된 링형상의 부재이며, 입력측 외륜(152)에 있어서의 직경방향 내측에는, 입력측 테이퍼 롤러(153)가 전주하는 경사면인 입력측 외측 전주면(제 1 외측 전주면)(155)이 마련되어 있다.
- [0174] 출력측 테이퍼 롤러 베어링(106)은, 도 5 및 도 6에 도시하는 바와 같이, 외륜 지지부(11)와 입력축(2) 사이에 마련된 테이퍼 롤러 베어링이며, 입력측 테이퍼 롤러 베어링(105) 및 보지부(107)와 함께, 입력축(2)의 회전 속도를 감속해서 출력축(3)에 전달하는 것이다.
- [0175] 출력측 테이퍼 롤러 베어링(106)에는, 출력측 내륜(제 2 내륜)(161)과, 출력측 외륜(제 2 외륜)(162)과, 출력측 테이퍼 롤러(제 2 전동체)(163)가 마련되어 있다.
- [0176] 출력측 내륜(161)은 입력축(2)의 원주면 상에 마련된 링형상의 부재이며, 출력측 내륜(161)에 있어서의 직경방향 외측에는, 출력측 테이퍼 롤러(163)가 전주하는 경사면인 출력측 내측 전주면(제 2 내측 전주면)(164)이 마련되어 있다.
- [0177] 출력측 외륜(162)은 외륜 지지부(11)의 내주면에 마련된 링형상의 부재이며, 출력측 외륜(162)에 있어서의 직경방향 내측에는, 출력측 테이퍼 롤러(163)가 전주하는 경사면인 출력측 외측 전주면(제 2 외측 전주면)(165)이 마련되어 있다.
- [0178] 보지부(107)는, 도 5 및 도 6에 도시하는 바와 같이, 대략 원통형상의 부재이며, 입력측 테이퍼 롤러(153) 및 출력측 테이퍼 롤러(163)를 보지하는 것이다.
- [0179] 보지부(107)는 회전 축선(L)을 따라 연장되는 대략 원통형상의 부재이며, 입력축(2)측의 단부는 입력축(2) 방향(도 6의 좌방향)을 향해서 회전 축선(L)에 근접하는 경사면을 갖고, 출력축(3)측의 단부는 출력축(3) 방향(도 6의 우방향)을 향해서 회전 축선에 근접하는 경사면을 갖는 것이다.
- [0180] 또한, 보지부(107)에 있어서의 입력축(2)측의 단부에는, 입력측 테이퍼 롤러(153)를 보지하는 절취부가 입력측 테이퍼 롤러(153)의 수에 따라서 형성되고, 출력축(3)측의 단부에는, 출력측 테이퍼 롤러(163)를 보지하는 절취부가 출력측 테이퍼 롤러(163)의 수에 따라서 형성되어 있다.

- [0181] 상기의 구성으로 이루어지는 증감속 장치(101)에 있어서 작용에 대해서 설명한다.
- [0182] 우선, 입력축(2)으로부터 출력축(3)으로의 회전의 전달 경로에 대해서 설명한다.
- [0183] 입력축(2)의 회전은, 도 5 및 도 6에 도시하는 바와 같이, 입력축 테이퍼 롤러 베어링(105)의 입력측 내륜(151)을 거쳐서 입력축 테이퍼 롤러(153)에 전달되고, 입력축 테이퍼 롤러(153)는 회전 축선(L)을 중심으로 해서 공전한다. 입력축 테이퍼 롤러(153)의 공전은 보지부(107)를 거쳐서 출력축 테이퍼 롤러 베어링(106)의 출력측 테이퍼 롤러(163)에 전달된다. 출력축 테이퍼 롤러(163)가 회전 축선(L)을 중심으로 해서 공전하는 것에 의해, 출력축 외륜(162)에 회전이 전달되고, 출력축 외륜(162)으로부터 외륜 지지부(11)를 거쳐서 출력축(3)에 회전이 전달된다.
- [0184] 입력축 테이퍼 롤러 베어링(105) 및 출력축 테이퍼 롤러 베어링(106)에 대하여 예압을 부여하는 방법에 대해서는 제 1 실시형태와 동일하므로 그 설명을 생략한다.
- [0185] 다음에, 입력축 테이퍼 롤러 베어링(105) 및 출력축 테이퍼 롤러 베어링(106)에 있어서의 회전 속도의 감속에 대해서 설명한다.
- [0186] 도 7은 도 6에 있어서 입력축 테이퍼 롤러 베어링 및 출력축 테이퍼 롤러 베어링의 구성을 설명하는 부분 확대도이다.
- [0187] 입력축 테이퍼 롤러 베어링(105) 및 출력축 테이퍼 롤러 베어링(106)에 있어서의 회전 속도의 감속을 설명하는 식은 제 1 실시형태에 있어서의 설명에서 이용한 식과 동일하므로, 여기에서는, 각 수치의 정의에 대해서만 설명한다.
- [0188] 궤도 직경(F1)은, 도 7에 도시하는 바와 같이, 입력축 테이퍼 롤러(153)에 있어서의 중앙부와, 입력축 내측 전주면(154)과의 접촉점에 관한 직경이며, 이 접촉점의 집합인 원의 직경이다. 마찬가지로, 궤도 직경(E1)은 입력축 테이퍼 롤러(153)에 있어서의 중앙부와, 입력축 외측 전주면(155)과의 접촉점에 관한 직경이다.
- [0189] 궤도 직경(F2)은 출력축 테이퍼 롤러(163)에 있어서의 중앙부와, 출력축 내측 전주면(164)과의 접촉점에 관한 직경이며, 이 접촉점의 집합인 원의 직경이다. 마찬가지로, 궤도 직경(E2)은 출력축 테이퍼 롤러(163)에 있어서의 중앙부와, 출력축 외측 전주면(165)과의 접촉점에 관한 직경이다.
- [0190] Dpw1은 입력축 테이퍼 롤러(153)의 중앙에 있어서의 피치원 직경이며, Dw1은 입력축 테이퍼 롤러(153)의 중앙 단면에 있어서의 직경이다.
- [0191] Dpw2는 출력축 테이퍼 롤러(163)의 중앙에 있어서의 피치원 직경이며, Dw2는 출력축 테이퍼 롤러(163)의 중앙 단면에 있어서의 직경이다.
- [0192] 상기의 구성에 따르면, 입력축 테이퍼 롤러(153)와, 입력축 내측 전주면(154) 및 입력축 외측 전주면(155)과의 접촉이나, 출력축 테이퍼 롤러(163)와, 출력축 내측 전주면(164) 및 출력축 외측 전주면(165)과의 접촉이 선접촉이 된다. 그 때문에, 본 실시형태의 증감속 장치(101)는 전동체와 전주면과의 접촉이 점접촉일 경우와 비교하여, 입력축(2)과 출력축(3) 사이에 있어서의 회전 토크의 전달 면적이 커지기 때문에, 큰 토크를 전달할 수 있다.
- [0193] [제 3 실시형태]
- [0194] 다음에, 본 발명의 제 3 실시형태에 대해서 도 8 내지 도 11을 참조해서 설명한다.
- [0195] 본 실시형태의 증감속 장치의 기본 구성은 제 1 실시형태와 동일하지만, 제 1 실시형태와는 증감속에 관한 베어링의 주변 구성이 상이하다. 따라서, 본 실시형태에 있어서는, 도 8 내지 도 11을 이용해서 증감속에 관한 베어링의 주변 구성만을 설명하고, 그 밖의 구성 요소 등의 설명을 생략한다.
- [0196] 도 8은 본 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도이다.
- [0197] 또한, 제 1 실시형태와 동일한 구성 요소에는 동일한 도면부호를 사용해서 그 설명을 생략한다.
- [0198] 증감속 장치(201)에는, 도 8에 도시하는 바와 같이, 외부의 구동원(도시하지 않음)에 의해 소정의 회전 속도로 회전 구동되는 입력축(2)과, 소정의 회전 속도비(i)에 근거해서 감속된 회전 속도로 회전되는 출력축(3)과, 입력축(2) 및 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 지지하는 하우징(4)과, 입력축(2)으로부터 출력축(3)에 회전을 전달하는 입력축 앵글러 볼 베어링(5), 출력축 앵글러 볼 베어링(6) 및 보지부(7)와, 입력축 앵글러

러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여하는 예압을 조절하는 토크 캠(208)이 마련되어 있다.

- [0199] 도 9는 도 8의 토크 캠의 구성을 설명하는 부분 확대도이다.
- [0200] 토크 캠(208)은, 도 8 및 도 9에 도시하는 바와 같이, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 사이에 배치되고, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여하는 예압을 조절하는 것이다.
- [0201] 토크 캠(208)에는, 도 9에 도시하는 바와 같이, 입력측 캠부(211)와, 출력측 캠부(212)와, 가이드 롤러(213)가 마련되어 있다.
- [0202] 입력측 캠부(211)는 출력측 캠부(212) 및 가이드 롤러(213)와 함께, 회전 축선(L)을 따르는 방향으로 작용하는 힘을 발생시키는 대략 원판형상의 부재이다. 입력측 캠부(211)는 그 중심 축선이 회전 축선(L)과 대략 일치하는 동시에, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 입력측 내륜(51)과 접촉해서 배치되어 있다.
- [0203] 입력측 캠부(211)에 있어서의 출력측 캠부(212)와 대향하는 면에는, 가이드 롤러(213)와 접촉하는 가이드 홈(214)이 형성되어 있다. 가이드 홈(214)에는, 그 중앙으로부터 양 단부를 향해서 출력측 캠부(212)에 근접하는 경사면이 형성되어 있다.
- [0204] 출력측 캠부(212)는, 입력측 캠부(211) 및 가이드 롤러(213)와 함께, 회전 축선(L)을 따르는 방향으로 작용하는 힘을 발생시키는 대략 원판형상의 부재이다. 출력측 캠부(212)는 그 중심 축선이 회전 축선(L)과 대략 일치하는 동시에, 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 출력측 내륜(61)과 접촉해서 배치되어 있다.
- [0205] 출력측 캠부(212)에 있어서의 입력측 캠부(211)와 대향하는 면에는, 가이드 롤러(213)와 접촉하는 가이드 홈(214)이 형성되어 있다. 가이드 홈(214)에는, 그 중앙으로부터 양 단부를 향해서 출력측 캠부(212)에 근접하는 경사면이 형성되어 있다.
- [0206] 가이드 롤러(213)는, 입력측 캠부(211) 및 출력측 캠부(212)와 함께, 회전 축선(L)을 따르는 방향으로 작용하는 힘을 발생시키는 롤러이다.
- [0207] 가이드 롤러(213)는, 입력측 캠부(211)의 가이드 홈(214)과, 출력측 캠부(212)의 가이드 홈(214) 사이에 배치되고, 입력측 캠부(211) 및 출력측 캠부(212)에 대하여 전동 가능하게 되어 있다.
- [0208] 다음에, 토크 캠에 의한 예압의 조절 방법에 대해서 설명한다.
- [0209] 토크 캠(208)에 회전 축선(L) 주위의 토크가 부가되지 않는 경우에는, 도 9에 도시하는 바와 같이, 예압부(32)에 의해 예압이 부여되어 있기 때문에, 가이드 롤러(213)는 가이드 홈(214)에 있어서의 홈 깊이가 가장 깊은 위치로 이동한다.
- [0210] 환언하면, 입력측 캠부(211)와 출력측 캠부(212)가 가장 접근한 위치가 된다.
- [0211] 도 10은 도 9의 토크 캠에 의한 예압이 증가되었을 경우의 상태를 설명하는 부분 확대도이다.
- [0212] 그 후, 토크 캠(208)에 대하여 회전 축선(L) 주위의 토크가 부가되면, 도 10에 도시하는 바와 같이, 입력측 캠부(211)와 출력측 캠부(212) 사이의 위상이 벗어난다. 즉, 입력측 캠부(211)의 가이드 홈(214)과, 출력측 캠부(212)의 가이드 홈(214) 사이에 위상차가 발생한다. 가이드 롤러(213)는 입력측 캠부(211) 및 출력측 캠부(212)에 대하여 전동하고, 가이드 홈(214)의 경사면과 접하게 된다.
- [0213] 가이드 롤러(213)에 의해, 입력측 캠부(211) 및 출력측 캠부(212)에는 서로 분리되는 방향의 힘이 작용한다.
- [0214] 환언하면, 입력측 캠부(211)에는, 회전 축선(L)을 따라 입력측(2)측(도 10의 좌측)을 향하는 힘이 작용하고, 이 힘은 입력측 앵글러 볼 베어링(5)의 입력측 내륜(51)에 전달된다. 출력측 캠부(212)에는, 회전 축선(L)을 따라 출력측(3)측(도 10의 우측)을 향하는 힘이 작용하고, 이 힘은 출력측 앵글러 볼 베어링(6)의 출력측 내륜(61)에 전달된다.
- [0215] 이와 같이 해서, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에는, 서로 분리되는 방향의 힘이 작용하고, 이 힘에 의해 예압이 부여된다.
- [0216] 토크 캠(208)에 의해 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여되는 예압은 토크 캠(208)에 의해 부여되는 토크의 값의 크기에 거의 비례한다.
- [0217] 상기의 구성에 따르면, 증감속 장치(201)에 부가되는 토크의 값의 크기에 따라서, 입력측 앵글러 볼 베어링(5)

및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여되는 예압이 자동적으로 조절된다. 그 때문에, 예압부(32)만으로 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 부여하는 예압을 조절하는 방법과 비교하여, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)에 있어서의 미끄러짐 등을 확실하게 방지할 수 있다.

[0218] 도 11은 도 8의 증감속 장치의 다른 실시형태를 설명하는 모식도이다.

[0219] 또한, 상술의 실시형태에서는, 입력측 앵글러 볼 베어링(5) 및 출력측 앵글러 볼 베어링(6)을 구비한 증감속 장치(201)에 토크 캠(208)을 적용한 예에 대해서 설명했지만, 도 11에 도시하는 바와 같이, 입력측 테이퍼 롤러 베어링(105) 및 출력측 테이퍼 롤러 베어링(106)을 구비한 증감속 장치(201)에 토크 캠(208)을 적용해도 좋고, 특별히 한정되는 것이 아니다.

[0220] [제 4 실시형태]

[0221] 다음에, 본 발명의 제 4 실시형태에 대해서 도 12 및 도 13을 참조해서 설명한다.

[0222] 본 실시형태의 증감속 장치의 기본 구성은 제 1 실시형태와 동일하지만, 제 1 실시형태와는 복합 유성식의 구성을 채용하고 있는 점이 상이하다. 따라서, 본 실시형태에 있어서는, 도 12 및 도 13을 이용해서 다른 구성 요소를 설명하고, 그 밖의 구성 요소 등의 설명을 생략한다.

[0223] 도 12는 본 실시형태에 관한 증감속 장치의 구성을 설명하는 모식도이다.

[0224] 또한, 제 1 실시형태와 동일한 구성 요소에는 동일한 부호를 사용해서 그 설명을 생략한다.

[0225] 증감속 장치(301)에는, 도 12에 도시하는 바와 같이, 외부의 구동원(도시하지 않음)에 의해 소정의 회전 속도로 회전 구동되는 입력축(2)과, 소정의 회전 속도비(i)에 근거해서 감속된 회전 속도로 회전되는 출력축(3)과, 입력축(2) 및 출력축(3)을 회전 축선(L) 주위로 회전 가능하게 지지하는 하우징(4)과, 입력축(2)으로부터 출력축(3)에 회전을 전달하는 입력측 유성 롤러부(305), 출력측 유성 롤러부(306) 및 유성 핀(보지부)(307)이 마련되어 있다.

[0226] 도 13은 도 12의 입력측 유성 롤러부 및 출력측 유성 롤러부의 구성을 설명하는 부분 확대도이다.

[0227] 입력측 유성 롤러부(305)는, 도 12 및 도 13에 도시하는 바와 같이, 하우징(4)과 입력축(2) 사이에 마련된 유성 롤러이며, 출력측 유성 롤러부(306) 및 유성 핀(307)과 함께, 입력축(2)의 회전 속도를 감속해서 출력축(3)에 전달하는 것이다.

[0228] 입력측 유성 롤러부(305)는 입력축(2)의 원주면 상에 마련된 입력측 내측 전주면(제 1 내측 전주면)(354)과, 입력축 외측 전주면(제 1 외측 전주면)(355)이 형성된 입력측 외륜(352)과, 입력측 유성 롤러(제 1 전동체)(353)를 갖고 있다.

[0229] 입력측 내측 전주면(354)은 입력축(2)의 원주면 상에 마련된 면이며, 입력측 유성 롤러(353)가 전주하는 면이다. 입력축 외측 전주면(355)은 입력축 외륜(352)의 내주면에 마련된 면이며, 입력측 유성 롤러(353)가 전주하는 면이다. 입력축 외륜(352)은 하우징(4)에 배치된 것이다.

[0230] 입력측 유성 롤러(353)는 입력측 내측 전주면(354) 및 입력축 외측 전주면(355)의 사이를 전송하는 대략 원통형상의 부재이며, 유성 핀(307)을 거쳐서 출력측 유성 롤러(363)와 접속되어 있는 것이다.

[0231] 출력측 유성 롤러부(306)는, 도 12 및 도 13에 도시하는 바와 같이, 외륜 지지부(11)와 입력축(2) 사이에 마련된 유성 롤러이며, 입력측 유성 롤러부(305) 및 유성 핀(307)과 함께, 입력축(2)의 회전 속도를 감속해서 출력축(3)에 전달하는 것이다.

[0232] 출력측 유성 롤러부(306)는 입력축(2)의 원주면 상에 마련된 출력측 내측 전주면(제 2 내측 전주면)(364)과, 출력축 외측 전주면(제 2 외측 전주면)(365)이 형성된 출력측 외륜(362)과, 출력측 유성 롤러(제 2 전동체)(363)를 갖고 있다.

[0233] 출력측 내측 전주면(364)은 입력축(2)의 원주면 상에 마련된 면이며, 출력측 유성 롤러(363)가 전주하는 면이다. 출력축 외측 전주면(365)은 출력축 외륜(362)의 내주면에 마련된 면이며, 출력측 유성 롤러(363)가 전주하는 면이다. 출력축 외륜(362)은 외륜 지지부(11)에 배치된 것이다.

[0234] 출력측 유성 롤러(363)는, 출력측 내측 전주면(364) 및 출력축 외측 전주면(365)의 사이를 전송하는 대략 원통형상의 부재이며, 유성 핀(307)을 거쳐서 입력측 유성 롤러(353)와 접속되어 있는 것이다.

- [0235] 유성 핀(307)은, 도 12 및 도 13에 도시하는 바와 같이, 대략 원기둥형상의 부재이며, 입력측 유성 롤러(353) 및 출력측 유성 롤러(363)를 지지하는 것이다.
- [0236] 유성 핀(307)은 회전 축선(L)을 따라 연장되고, 입력측(2)측의 단부에 입력측 유성 롤러(353)가 배치되고, 출력측(3)측의 단부에 출력측 유성 롤러(363)가 배치되어 있다. 입력측 유성 롤러(353) 및 출력측 유성 롤러(363)는 유성 핀(307)과 함께 회전 축선(L) 주위를 공전 가능하게 배치되어 있다.
- [0237] 상기의 구성으로 이루어지는 증감속 장치(301)에 있어서 작용에 대해서 설명한다.
- [0238] 우선, 입력측(2)으로부터 출력측(3)으로의 회전의 전달 경로에 대해서 설명한다.
- [0239] 입력측(2)의 회전은, 도 12 및 도 13에 도시하는 바와 같이, 입력측 유성 롤러부(305)의 입력측 내측 전주면(354)을 거쳐서 입력측 유성 롤러(353)에 전달되고, 입력측 유성 롤러(353)는 회전 축선(L)을 중심으로 해서 공전한다. 입력측 유성 롤러(353)의 공전은 유성 핀(307)을 거쳐서 출력측 유성 롤러부(306)의 출력측 유성 롤러(363)에 전달된다. 출력측 유성 롤러(363)가 회전 축선(L)을 중심으로 해서 공전하는 것에 의해, 출력측 외륜(362)에 회전이 전달되고, 출력측 외륜(362)으로부터 외륜 지지부(11)를 거쳐서 출력측(3)에 회전이 전달된다.
- [0240] 다음에, 입력측 유성 롤러부(305) 및 출력측 유성 롤러부(306)에 있어서의 회전 속도의 감속에 대해서 설명한다.
- [0241] 입력측 유성 롤러부(305) 및 출력측 유성 롤러부(306)에 있어서의 회전 속도의 감속을 설명하는 식은, 제 1 실시형태에 있어서의 설명에서 이용된 식에 있어서, 접촉각($\alpha 1$) 및 접촉각($\alpha 2$)이 제로일 경우($\alpha 1=0$, $\alpha 2=0$)와 동일하므로, 여기에서는 각 수치의 정의에 대해서만 설명한다.
- [0242] 궤도 직경(F1)은, 도 13에 도시하는 바와 같이, 입력측 유성 롤러(353)와, 입력측 내측 전주면(354)과의 접촉부에 관한 직경이며, 입력측 내측 전주면(354)의 직경이다. 마찬가지로, 궤도 직경(E1)은 출력측 외측 전주면(365)의 직경이다.
- [0243] 궤도 직경(F2)은 출력측 유성 롤러(363)와, 출력측 내측 전주면(364)과의 접촉부에 관한 직경이며, 출력측 내측 전주면(364)의 직경이다. 마찬가지로, 궤도 직경(E2)은 출력측 외측 전주면(365)의 직경이다.
- [0244] D_{pw1} 은 입력측 유성 롤러(353)의 피치원 직경이며, D_{w1} 은 입력측 유성 롤러(353)의 직경이다.
- [0245] D_{pw2} 는 출력측 유성 롤러(363)의 피치원 직경이며, D_{w2} 는 출력측 유성 롤러(363)의 직경이다. 여기에서는, 입력측 유성 롤러(353)와 출력측 유성 롤러(363)와의 피치원 직경은 거의 동일하게 되어 있다.
- [0246] 상기의 구성에 따르면, 입력측 내측 전주면(354) 및 출력측 내측 전주면(364)을 구비하는 부품 등을 별개로 마련하는 경우와 비교해서, 필요로 되는 부품 점수를 적게 할 수 있다.

부호의 설명

- [0247] 1, 101, 201, 301 : 증감속 장치
- 2 : 입력측(제 1 회전측)
- 3 : 출력측(제 2 회전측)
- 4 : 하우징
- 5, 105 : 입력측 앵귤러 볼 베어링(제 1 구름 베어링)
- 6, 106 : 출력측 앵귤러 볼 베어링(제 2 구름 베어링)
- 7, 107 : 보지부
- 11 : 외륜 지지부(지지부)
- 11A : 전달면(전달부)
- 12 : 제 1 지지 베어링(제 3 구름 베어링)
- 13 : 제 2 지지 베어링(제 4 구름 베어링)
- 24 : 제 2 지지 외륜(제 4 외륜)

31A : 수압면(수압부)

32 : 예압부

51, 151 : 입력측 내륜(제 1 내륜)

52, 152 : 입력측 외륜(제 1 외륜)

53 : 입력측 볼(제 1 전동체)

54, 154, 354 : 입력측 내측 전주면(제 1 내측 전주면)

55, 155, 355 : 입력측 외측 전주면(제 1 외측 전주면)

61, 161 : 출력측 내륜(제 2 내륜)

62, 162 : 출력측 외륜(제 2 외륜)

63 : 출력측 볼(제 2 전동체)

64, 164, 364 : 출력측 내측 전주면(제 2 내측 전주면)

65, 165, 365 : 출력측 외측 전주면(제 2 외측 전주면)

153 : 입력측 테이퍼 롤러(제 1 전동체)

163 : 출력측 테이퍼 롤러(제 2 전동체)

307 : 유성 핀

353 : 입력측 유성 롤러(제 1 전동체)

363 : 출력측 유성 롤러(제 2 전동체)

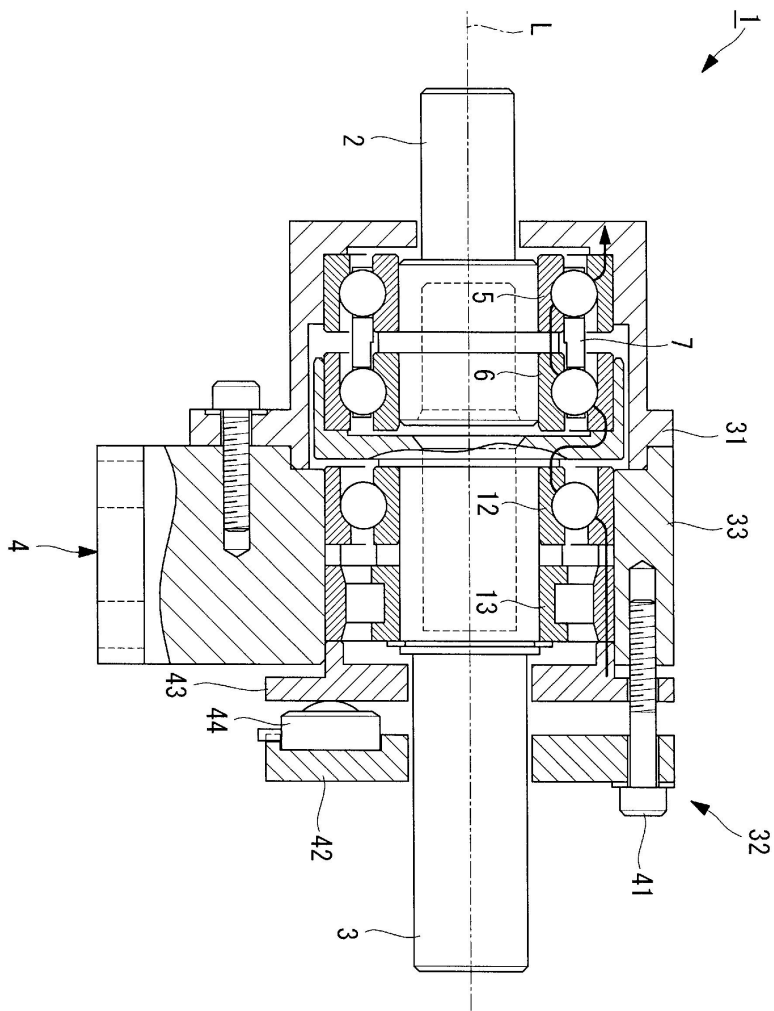
L : 회전 축선

a1 : 접촉각(제 1 접촉각)

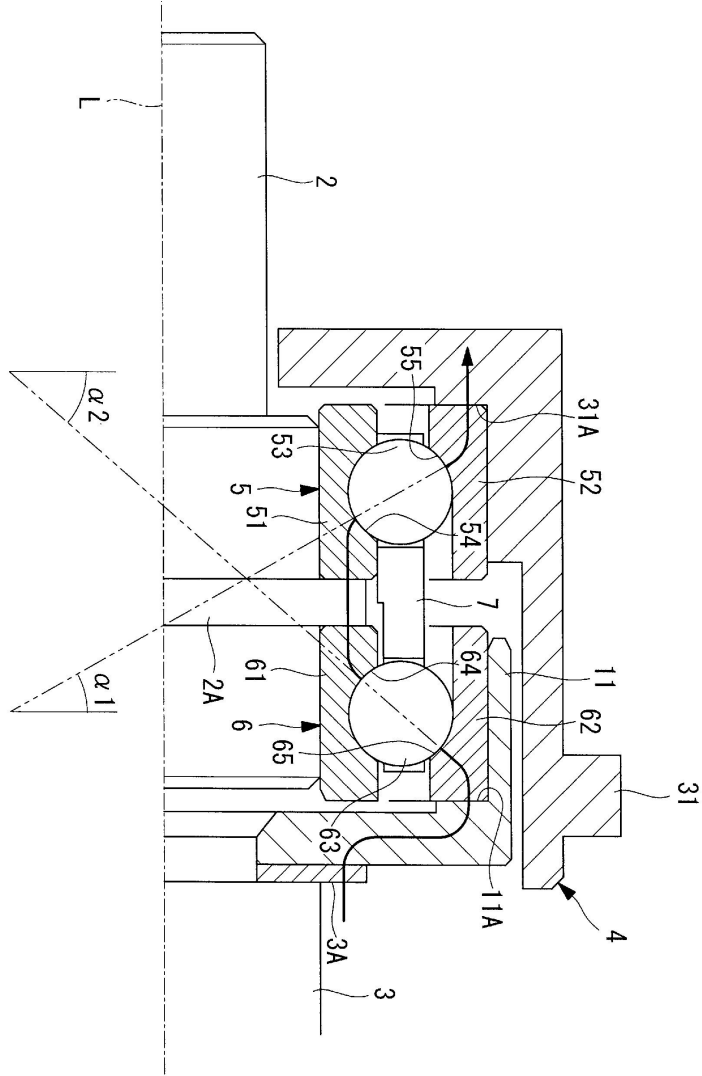
a2 : 접촉각(제 2 접촉각)

도면

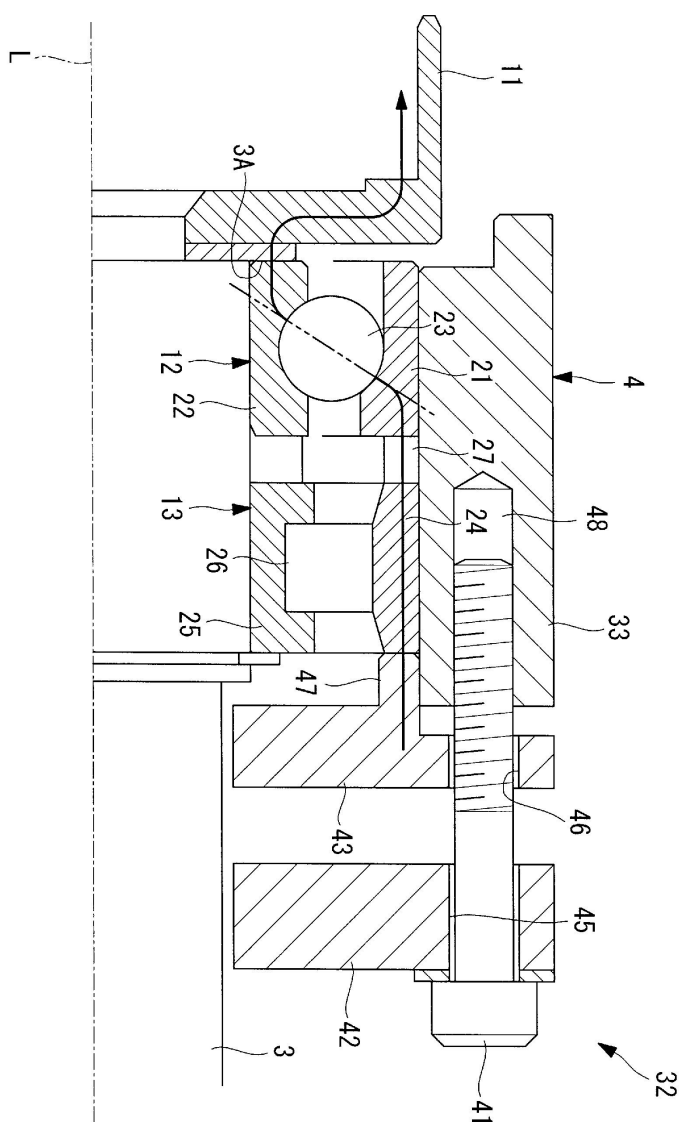
도면1



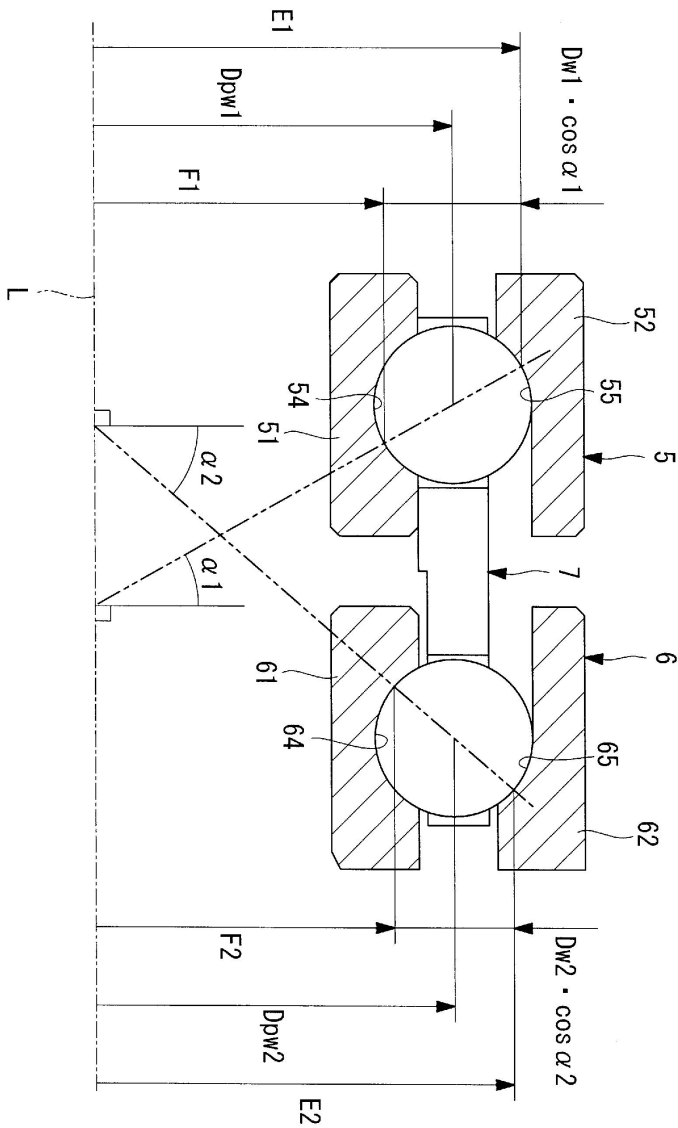
도면2



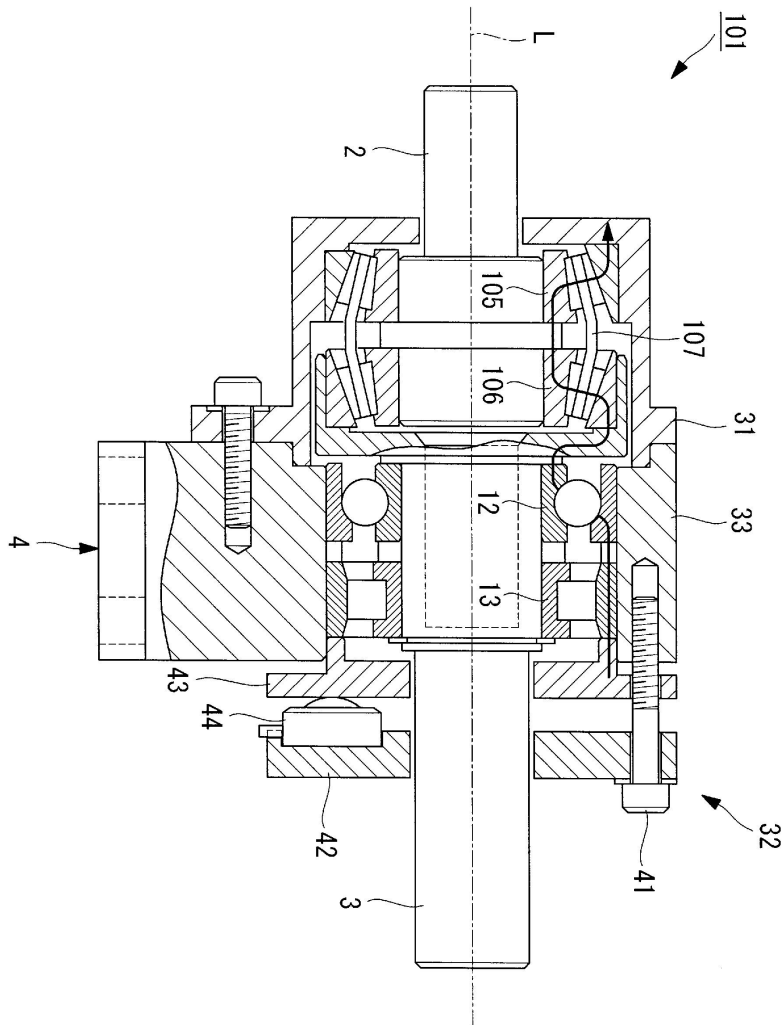
도면3



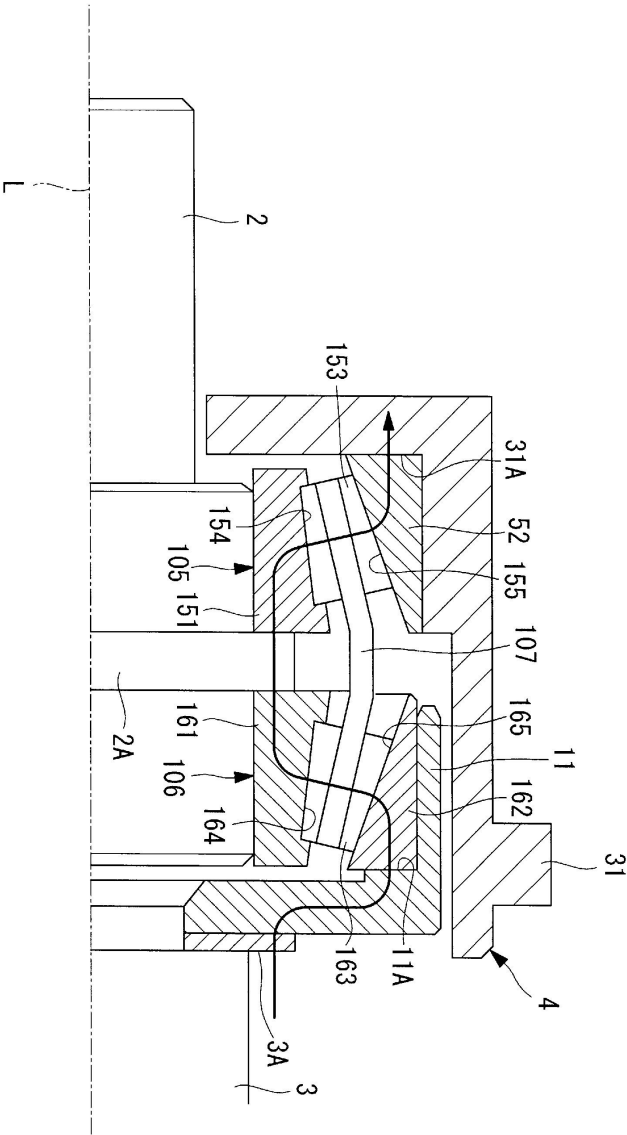
도면4



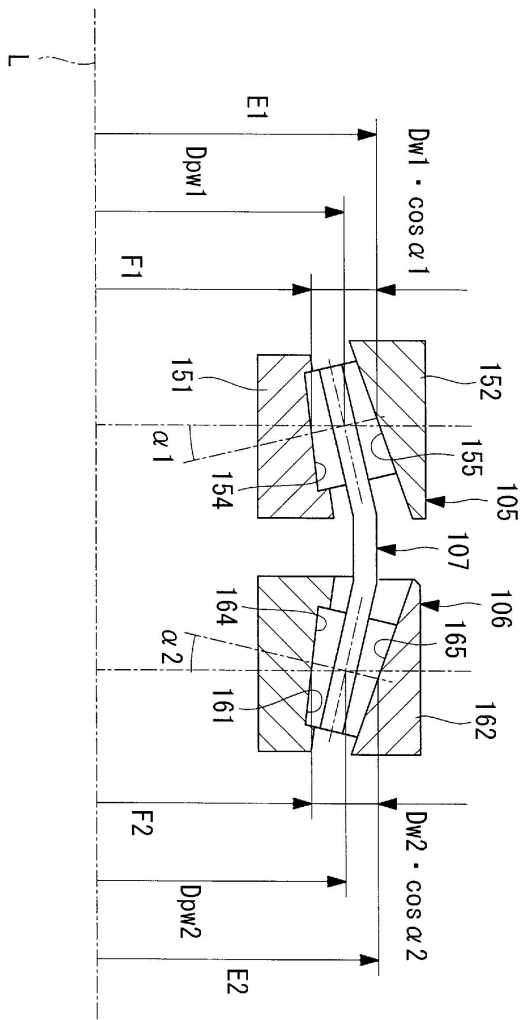
도면5



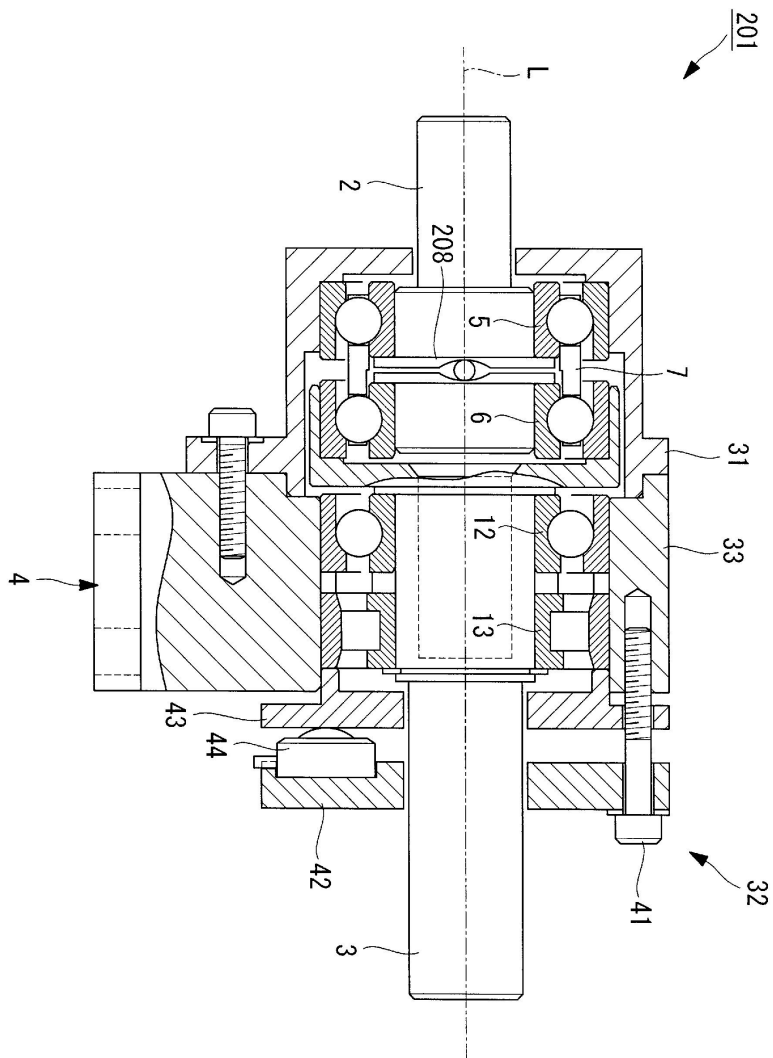
도면6



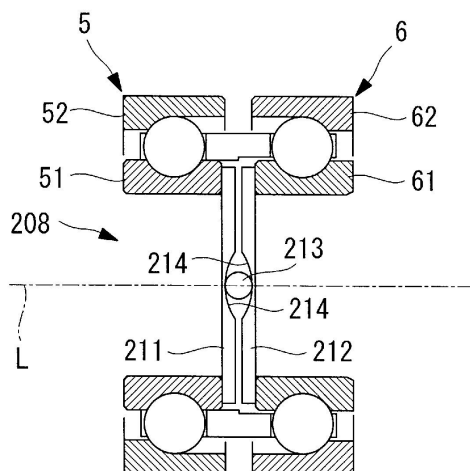
도면7



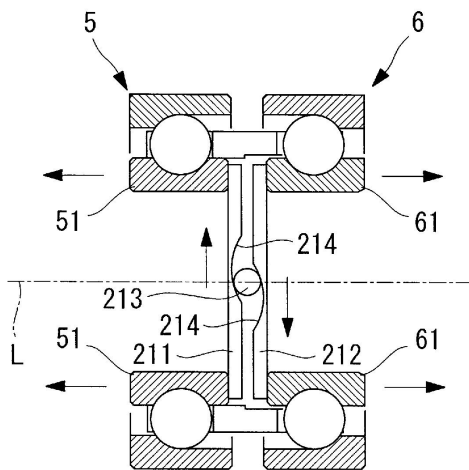
도면8



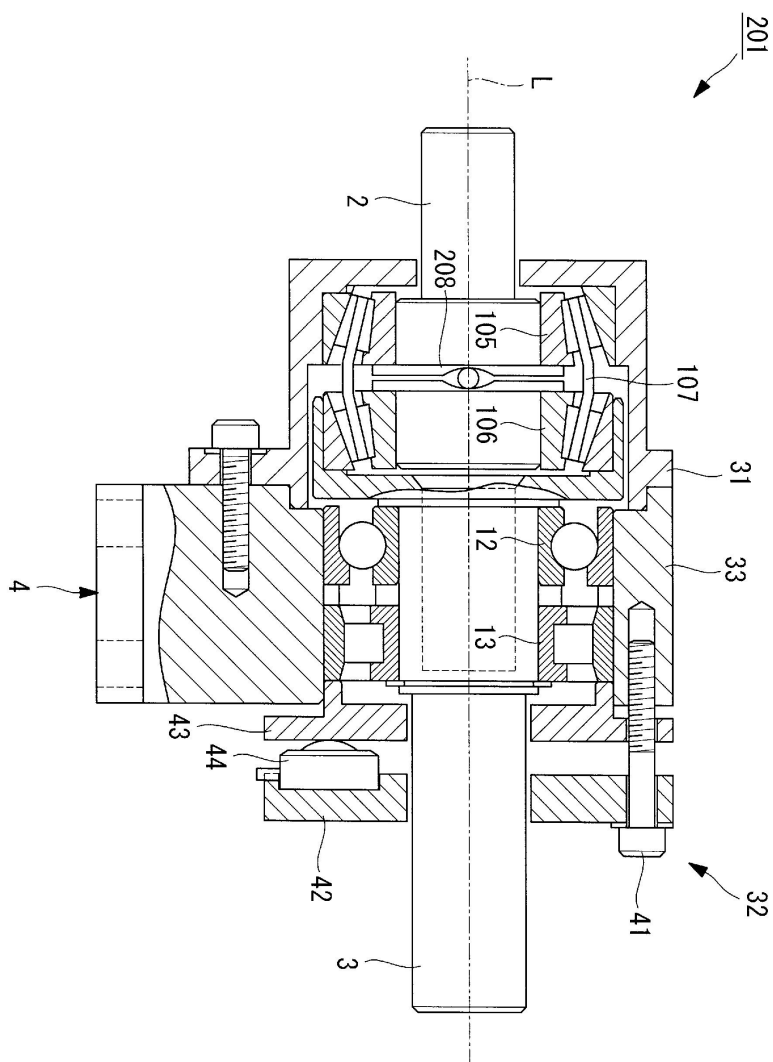
도면9



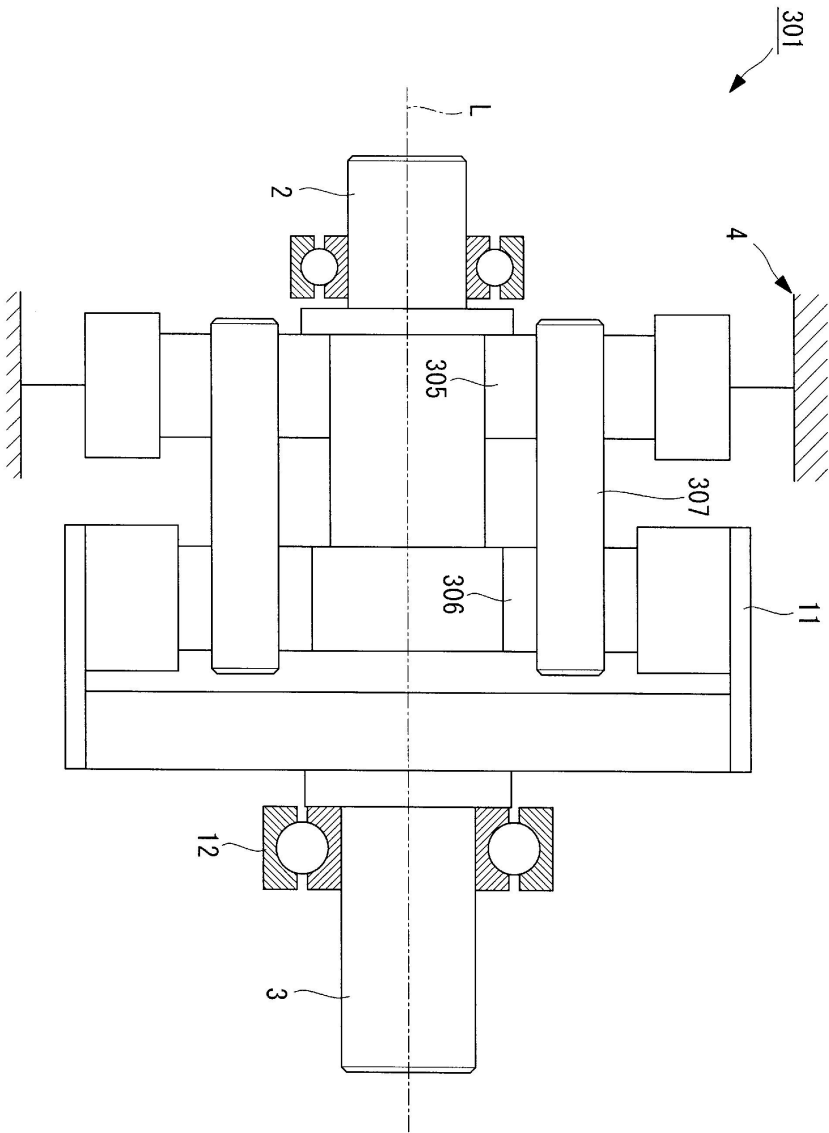
도면10



도면11



도면12



도면13

