



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년08월09일
(11) 등록번호 10-2565616
(24) 등록일자 2023년08월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16H 49/00 (2006.01) F16H 1/32 (2006.01)
F16H 53/02 (2006.01) F16H 55/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F16H 49/001 (2013.01)
F16H 1/32 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7041149
- (22) 출원일자(국제) 2019년09월27일
심사청구일자 2021년12월15일
- (85) 번역문제출일자 2021년12월15일
- (65) 공개번호 10-2022-0007737
- (43) 공개일자 2022년01월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2019/038184
- (87) 국제공개번호 WO 2021/059494
국제공개일자 2021년04월01일
- (56) 선행기술조사문헌
JP60132155 A*
JP60222641 A*
JP63089453 U
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
가부시킴가이샤 하모닉 드라이브 시스템즈
일본 도쿄도 시나가와구 미나미오이 6초메 25-3
- (72) 발명자
고바야시 마사루
일본국 나가노켄 아즈미노시 호타카마키 1856-1
가부시킴가이샤 하모닉 드라이브 시스템즈 호타카
교조 내
- (74) 대리인
박중화

전체 청구항 수 : 총 7 항

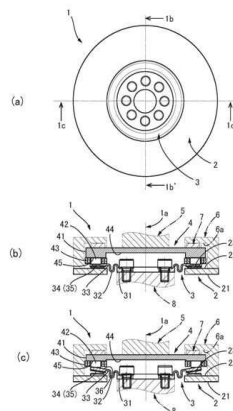
심사관 : 방경근

(54) 발명의 명칭 **편평 파동기어장치**

(57) 요약

편평 파동기어장치(1)는 축방향으로 배열되고, 강성기어(2), 가요성기어(3) 및 파동발생기(4)를 구비하고 있다. 가요성기어(3)는 편평한 원추대 형상을 하고 있고, 그 톱니형성부분(34)은, 단면이 벨로우즈형인 다이어프램(32)을 통하여 출력축 체결부인 강성보스(31)에 연결되어 있다. 톱니형성부분(34)이 축방향으로 휘어짐의 용이성을 확보할 수 있고, 가요성기어(3)의 톱니를 강성기어(2)의 톱니에 대하여 잇줄방향의 각 위치에서 축선방향으로 양호하게 교합시킬 수 있다. 톱니형성부분(34)에 있어서 치교합부의 부하토크의 국부적인 불균일도 억제할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F16H 53/025 (2013.01)

F16H 55/0833 (2013.01)

F16H 55/10 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

축방향(軸方向)과 직교하는 끝면(端面)에 있어서 원주방향으로 일정한 피치(pitch)로 제1톱니가 형성되어 있는 강성기어(剛性 gear)와,

상기 강성기어에 대하여 상기 축방향으로 대향하고, 상기 제1톱니에 대하여 상기 축방향으로부터 교합(咬合) 가능한 제2톱니가 상기 원주방향으로 일정한 피치로 형성되어 있는 가요성기어(可撓性 gear)와,

상기 가요성기어에 있어서 상기 제2톱니가 형성되어 있는 톱니형성부분을 상기 축방향으로 회계 하고, 상기 제2톱니를 상기 원주방향에서 떨어진 복수의 위치에 있어서 상기 제1톱니에 교합시켜서, 양 기어의 교합위치(咬合位置)를 원주방향으로 이동시키는 파동발생기(波動發生器)를

구비하고 있고,

상기 가요성기어는,

꼭지각이 165° 이상 180° 미만의 편평한 원추대 형상을 따른 형상을 하고 있고,

강성보스(剛性 boss), 상기 강성보스의 외주 가장자리로부터 외방(外方) 및 상기 강성기어로부터 멀어지는 방향을 향하여 넓어지고 있는 단면이 벨로우즈형인 다이어프램(diaphragm), 및 상기 다이어프램의 외주 가장자리에 연속해서 외방 및 상기 강성기어로부터 멀어지는 방향을 향하여 신장하고 있는 원추형 몸통부를 구비하고 있고,

상기 원추형 몸통부에 상기 톱니형성부분이 형성되어 있고,

상기 파동발생기는,

상기 원추형 몸통부의 상기 톱니형성부분의 내주면에 대하여 상기 축방향으로 대향하고 있는 전동 궤도면(轉動軌道面)으로서 기능하는 캠면(cam面)이 형성되어 있는 강성캠판(剛性 cam 板)과,

상기 강성캠판의 상기 캠면과 상기 가요성기어의 상기 내주면 사이에 장착된 복수개의 원통롤러(圓筒 roller)와,

상기 원통롤러를 원주방향에서 일정한 간격으로 지지하고 있는 원환형상(圓環形狀)의 지지기(支持器)를 구비하고 있고,

상기 캠면을 따라 원주방향으로 전동(轉動)하는 상기 원통롤러의 상기 축방향의 위치가, 상기 원통롤러가 상기 캠면을 따라 1주(周) 하는 사이에 상기 축방향으로 일정한 진폭(振幅)으로 복수회 왕복하도록, 상기 캠면의 상기 원주방향의 곡면형상(曲面形狀)이 규정되어 있는 편평 파동기어장치(扁平波動 gear 裝置).

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 캠면이 상기 축방향에 직각인 곡면인 편평 파동기어장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 캠면은, 상기 가요성기어의 상기 톱니형성부분이 상기 축방향으로 휘어진 상태에서 얻어지는 상기 톱니형성부분의 상기 내주면의 곡면형상을 따른 곡면이 되도록 규정되어 있고,

상기 가요성기어의 상기 제2톱니를 상기 강성기어의 상기 제1톱니에 교합시키기 위해서 필요한 상기 축방향으로의 변위량(變位量)을 최대 변위량이라고 하면, 상기 톱니형성부분의 상기 휨상태는, 상기 톱니형성부분을, 상기 원주방향에 있어서 복수의 위치에서 상기 축방향으로 상기 최대 변위량만큼 휘게 한 상태인 편평 파동기어장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 파동발생기의 상기 지지기는, 상기 축방향으로 휘어질 수 있는 가요성을 구비한 지지기인 편평 파동기어장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 지지기는, 원주방향으로 연결된 복수개의 모듈로 구성되어 있고,

상기 모듈의 각각은, 상기 지지기의 중심을 지나는 반경선(半徑線)을 중심으로 하여, 인접하는 상기 모듈에 대하여 상기 축방향으로 회전 가능한 상태로 연결되어 있는 편평 파동기어장치.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 강성기어, 상기 가요성기어 및 상기 파동발생기가 조립되어 있는 통모양의 하우징과,

상기 가요성기어의 상기 강성보스에 동축으로 고정된 출력축(出力軸)과,

상기 하우징과 상기 출력축 사이에 배치되어, 상기 출력축을 상기 하우징에 대하여 회전 가능한 상태로 지지하고 있는 제1베어링과,

상기 하우징과 상기 파동발생기의 상기 강성캠판 사이에 배치되어, 상기 강성캠판을 상기 하우징에 대하여 상기 축방향으로부터 회전 가능한 상태로 지지하고 있는 제2베어링을

구비하고 있는 편평 파동기어장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1베어링은,

상기 하우징에 동축으로 고정된 상기 강성기어의 원형 내주면(圓形內周面)에 형성된 외륜 궤도면(外輪軌道面)과,

상기 출력축의 원형 외주면(圓形外周面)에 형성된 내륜 궤도면(內輪軌道面)과,

상기 외륜 궤도면과 상기 내륜 궤도면 사이에 전동 가능한 상태로 장착되어 있는 전동체(轉動體)를 구비하고 있는 편평 파동기어장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 파동기어장치(波動 gear 裝置)에 관한 것으로서, 특히 강성기어(剛性 gear)에 대하여 축방향으로 대향하고 있는 가요성기어(可撓性 gear)를 축방향으로 휘게 하여 부분적으로 강성기어에 교합(咬合)시키도록 구성된, 축길이가 짧은 편평 파동기어장치(扁平 波動 gear 裝置)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 과동기어장치의 주류인 컵형 과동기어장치(cup 型 波動 gear 裝置)는, 축방향과 평행한 외치(外齒)를 구비하는 가요성기어가 과동발생기(波動發生器)에 의해 타원 형상으로 휘어진다. 타원 형상으로 휘어진 가요성기어는, 그 반경방향의 외측에 배치되어 있는 강성기어의 내치(內齒)에 대하여, 타원 형상의 장축부근(長軸付近)에서 축방향과 거의 평행한 교합상태로 교합한다. 컵형 과동기어장치는, 축방향의 길이가 짧은 팬케익형(pancake 型) 과동기어장치(플랫형(flat 型) 과동기어장치)나 축길이를 짧게 한 단동형(短胴型)의 과동기어장치와 비교하면, 토크용량(torque 容量), 전달 특성이 우수하다.

[0003] 그러나 컵형 과동기어장치의 축길이는, 그 특성을 살리기 위해서 일정 길이 이상이 필요하게 된다. 구체적으로 축길이는, 가요성기어의 톱니폭과 가요성기어의 몸통부 및 다이어프램부(diaphragm 部)와의 길이에 의해 결정되고 있어서, 편평화(扁平化)가 곤란하다. 과동기어장치의 편평화를 도모하기 위해서, 가요성기어와 강성기어를 축방향으로 대향시켜 축방향으로부터 쌍방의 기어를 교합시키는 구성을 채용하는 것이 생각된다.

[0004] 종래에 있어서, 가요성기어와 강성기어를 축방향으로 교합시키는 구성의 과동기어장치는 특허문헌1~4에 제안되어 있다. 예를 들면 특허문헌1, 2에 공개된 과동기어기구에 있어서는, 강성기어 및 가요성기어를 축방향으로 대향시켜, 가요성기어를 축방향으로 휘게 해서 강성기어에 대하여 부분적으로 교합하도록 하고 있다. 가요성기어를 축방향으로 휘게 하기 위한 과동발생기는, 가요성기어의 배면(背面)을 볼(ball)을 통하여 축방향으로부터 강성캠판(剛性 cam plate)에 의해 지지하는 구성을 구비하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본국 공개특허공보 특개소48-69947호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 공개특허공보 특개소60-40845호 공보
- (특허문헌 0003) 일본국 공개특허공보 특개소60-129455호 공보
- (특허문헌 0004) 일본국 공개특허 특개평4-370445호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 강성기어와 가요성기어를 축방향으로 대향시켜, 가요성기어를 축방향으로 휘게 해서 강성기어에 교합시키는 구성의 과동기어장치는, 축길이를 짧게 하는데도 유리하다. 그러나 컵형 과동기어장치의 경우와 동일한 토크용량 및 전달 특성을 확보하기 위해서는, 가요성기어의 톱니폭, 다이어프램의 길이를 소정의 길이 이상으로 하고, 소정의 휘어짐의 용이성을 확보하여 잇줄방향의 각 위치에서 양(兩) 기어 사이에 적절한 교합상태를 형성할 필요가 있다. 또한 축방향으로 과동발생기에 의한 가요성기어의 지지강성을 높일 필요가 있다.

[0007] 본 발명의 목적은, 이러한 점을 감안하여 강성기어에 대하여 축방향으로 적절한 상태로 교합시킬 수 있는 가요성기어 및 지지강성이 높은 과동발생기를 구비한 편평 과동기어장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 편평 과동기어장치는, 축방향과 직교(直交)하는 끝면(端面)에 있어서 제1톱니가 원주방향으로 일정한 피치(pitch)로 형성되어 있는 강성기어와, 강성기어에 대하여 축방향으로 대향하고, 제1톱니에 대하여 축방향으로부터 교합 가능한 제2톱니가 원주방향으로 일정한 피치로 형성되어 있는 가요성기어와, 가요성기어에 있어서 제2톱니가 형성되어 있는 톱니형성부분을 축방향으로 휘게 하고, 제2톱니를 원주방향에서 떨어진 복수(複數)의 위치에 있어서

제1톱니에 교합시켜서 양 기어의 교합위치를 원주방향으로 이동시키는 파동발생기를 구비하고 있다. 또한 가요성기어는, 꼭지각이 165° 이상 180° 미만의 편평한 원추대 형상을 따른 형상을 하고 있고, 강성보스(剛性 boss), 강성보스의 외주 가장자리로부터 외방(外方) 및 강성기어로부터 멀어지는 방향을 향하여 넓어지고 있는 단면이 벨로우즈형(bellows 型)인 다이어프램, 및 다이어프램의 외주 가장자리에 연속해서 외방 및 강성기어로부터 멀어지는 방향을 향해서 넓어지고, 톱니형성부분이 형성되어 있는 원추형 몸통부를 구비하고 있다.

[0009] 본 발명의 편평 파동기어장치는, 꼭지각이 165° 이상 180° 미만으로 편평한 원추대 형상(圓錐台 形狀)을 하고 있다. 또한 그 원추면의 외주 가장자리측의 외주면부분은 제2톱니가 형성된 톱니형성부분으로 되어 있다. 톱니형성부분은, 단면이 벨로우즈형(bellows 型)인 다이어프램(diaphragm)을 통하여 출력축 체결부인 강성보스(剛性 boss)에 연결되고 있다. 톱니형성부분의 축방향으로 휘어짐의 용이성이 확보되어 제2톱니를 제1톱니와 잇줄방향의 각 위치에서 양호하게 교합시킬 수 있다. 또한 톱니형성부분에 있어서 치교합부(齒咬合部) 부하토크(負荷 torque)의 국부적인 불균일을 억제할 수 있다.

[0010] 또한 본 발명에 있어서 파동발생기는, 원추형 몸통부의 톱니형성부분의 내주면(內周面)에 대하여 축방향으로 대향하고 있는 전동 궤도면으로서 기능하는 캠면(cam 面)이 형성되어 있는 강성캠판(cam 板), 강성캠판의 캠면과 가요성기어(可撓性 gear)의 내주면 사이에 장착된 복수개의 원통롤러(圓筒 roller) 및 원통롤러를 원주방향에서 일정한 간격으로 지지하고 있는 원환형상(圓環形狀)의 지지기(支持器)를 구비하고 있다. 캠면을 따라 원주방향으로 전동(轉動)하는 원통롤러의 축방향의 위치가, 원통롤러가 캠면을 따라 1주(周) 하는 사이에 축방향으로 일정한 진폭(振幅)으로 복수회 왕복하도록, 캠면의 원주방향의 곡면형상이 규정되어 있다.

[0011] 전동 궤도면은, 축방향에 직각인 곡면 또는 가요성기어의 톱니형성부분이 축방향으로 휘어진 상태에서 얻어지는 곡면형상을 따른 곡면이다. 또한 파동발생기의 지지기는 축방향으로 휘어지는 지지기다. 지지기는, 파동발생기의 회전에 따라 발생하는 전동 궤도면의 축방향의 변위(變位), 전동 궤도면을 따라 전동하는 원통롤러의 축방향의 변위, 파동발생기에 의해 휘어지는 가요성기어의 톱니형성부분의 축방향의 변위에 추종 가능한 가요성이 구비되고 있다.

[0012] 이에 따라 제2톱니는, 잇줄방향의 각 위치에서 축방향에 따른 방향으로부터 지지된다. 따라서 파동발생기에 의한 가요성기어의 지지강성(支持剛性)이 높다. 또한 가요성기어의 제2톱니가, 잇줄방향의 각 위치에서 축방향으로 강성기어의 제1톱니에 교합하는 상태를 형성할 수 있어서 토크 전달 특성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도1의 (a)는 본 발명의 실시형태에 관한 편평 파동기어장치의 개략적인 단면도이며, (b) 및 (c)는 그 개략적인 종단면도이다.

도2의 (a)는 가요성기어를 나타내는 평면도이며, (b)는 휘어지기 전의 가요성기어를 나타내는 단면도이며, (c) 및 (d)는 휘어진 상태의 가요성기어의 단면도이다.

도3의 (a)는 강성캠판을 나타내는 설명도이며, (b1), (b2), (c1) 및 (c2)는 캠면형상의 예를 나타내는 단면도이다.

도4의 (a)는 지지기를 나타내는 평면도이며, (b)는 그 모듈(module)을 나타내는 사시도이다.

도5의 (a) 및 (b)는 본 발명의 실시형태에 관한 유닛형의 편평 파동기어장치를 나타내는 개략적인 종단면도이다.

도6의 (a1) ~ (a3)은 다른 다이어프램 형상의 가요성기어를 나타내는 설명도이며, (b)는 비교 실험의 결과를 나타내는 일람표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에 도면을 참조하여, 본 발명을 적용한 편평 파동기어장치의 실시예에 관하여 설명한다.

[0015] (편평 파동기어장치)

[0016] 도1의 (a)는 본 발명의 실시형태에 관한 편평 파동기어장치의 개략적인 끝면도이며, (b)는 1b-1b' 선

으로 절단한 부분을 나타내는 개략적인 종단면도이며, (c)는 1c-1c' 선으로 절단한 부분을 나타내는 개략적인 종단면도이다. 편평 파동기어장치(1)는, 강성기어(2)와, 편평한 원추대 형상을 한 가요성기어(3)와, 파동발생기(4)를 구비하고 있다. 파동발생기(4)는, 가요성기어(3)를 중심축선(1a)의 방향(축방향)으로 휘게 하여, 원주방향으로 떨어진 복수의 위치에서 강성기어(2)에 교합되어 있다.

[0017] 강성기어(2)는 일정 두께의 원환상부재(圓環狀部材)(21)와, 이 원환상부재(21)의 일방(一方)의 원환상단면(圓環狀端面)(22)에 형성된 제1톱니(23)를 구비하고 있다. 원환상부재(21)는, 중심축선(1a)를 중심으로 하여 이 중심축선(1a)에 직각으로 배치되어 있다. 제1톱니(23)는, 원환상단면(22)에 있어서 중심축선(1a)를 중심으로 하는 원주방향으로 일정한 피치(pitch)로 형성되어 있고, 그 잇줄방향은 반경방향(半徑方向)으로 되어 있다.

[0018] 가요성기어(3)는, 강성보스(31)와, 단면이 벨로우즈형인 다이어프램(32)과, 원추형 몸통부(33)와, 원추형 몸통부(33)의 외주 가장자리측의 톱니형성부분(34)에 형성된 제2톱니(35)를 구비하고 있다. 제2톱니(35)는, 원추형의 톱니형성부분(34)에서 중심축선(1a)을 중심으로 하여, 원주방향으로 일정한 피치로 형성되어 있다. 제2톱니(35)의 잇줄방향은 원추형 외주면의 모선방향(母線方向)으로 되어 있다.

[0019] 파동발생기(4)는, 원반형상(圓盤形狀)의 강성캠판(41)과, 복수개의 원통롤러(42)와, 원통롤러(42)를 원주방향으로 일정한 간격으로 전동 가능상태로 지지하고 있는 원환상의 지지기(43)를 구비하고 있다. 파동발생기(4)는, 가요성기어(3)에 있어서 톱니형성부분(34)을 축방향으로 휘게 하여, 제2톱니(35)를 원주방향으로 떨어진 복수의 위치에서 제1톱니(23)에 교합시키고 있다. 강성캠판(41)은 중심축선(1a)을 중심으로 하여 중심축선(1a)에 직각으로 배치되어 있다. 강성캠판(41)은, 축방향으로 가요성기어(3)에 대하여 강성기어(2)와 반대측에 배치되어 있다. 강성캠판(41)에 있어서 가요성기어(3) 측의 단면(端面)(44)의 외주 가장자리측 부분은 원주방향으로 연장되는 일정폭의 캠면(45)으로 되어 있다. 이 캠면(45)은, 원통롤러(42)의 전동 궤도면으로서 기능하고, 가요성기어(3)의 톱니형성부분(34)의 배면(背面)인 원추형의 내주면부분(36)과 대향하고 있다.

[0020] 편평 파동기어장치(1)는, 도1의 (b), (c)에 가상선으로 나타나 있는 바와 같이 조립 대상의 기구에 조립된다. 파동발생기(4)의 강성캠판(41)에는, 동축(同軸)으로 회전입력축(5)이 연결된다. 회전입력축(5)은, 예를 들면 모터 회전축이다. 또한 강성캠판(41)은, 조립 대상의 기구에 있어서 고정축 부재인 원통형의 하우징(6)에 의하여 회전 가능한 상태로 지지된다. 예를 들면 강성캠판(41)의 배면과 이것에 대향하는 하우징(6)의 단면(端面)(6a) 사이에 스러스트 롤러베어링(thrust roller bearing)(7)이 장착되어, 강성캠판(41)이 회전 가능상태로 축방향으로부터 하우징(6)에 의해 지지된다. 또한 하우징(6)에 대하여 동축으로 강성기어(2)가 고정된다. 이에 대하여 가요성기어(3)의 강성보스(31)에는, 동축으로 회전출력축(8) 등의 부하측 부재가 연결된다.

[0021] 강성캠판(41)은, 회전입력축(5) 측으로부터 가요성기어(3)를 향하는 방향으로 소정의 예압(豫壓)이 걸린 상태가 되도록 조립된다. 회전입력축(5)에 의해 강성캠판(41)이 고속 회전하면, 캠면(45)에 의하여 톱니형성부분(34)이 축방향으로 반복해서 변위한다. 톱니형성부분(34)이 축방향으로 최대 변위량으로 변위한 위치에서는, 톱니형성부분(34)의 제2톱니(35)가 강성기어(2)의 제1톱니(23)에 대하여 축방향으로부터 교합한다.

[0022] 본 예에서는, 도1의 (b)에 나타나 있는 바와 같이 원주방향으로 180° 떨어진 2 군데의 위치에서, 톱니형성부분(34)이 축방향으로 최대 변위량으로 변위하여 제2톱니(35)가 강성기어(2)의 제1톱니(23)와 교합한다. 이 위치로부터 90° 회전한 위치에서는, 도1의 (c)에 나타나 있는 바와 같이 제2톱니(35)는 제1톱니(23)로부터 축방향으로 떨어진다. 이 경우, 제1톱니(23)와 제2톱니(35)의 톱니수 차이는 2n 개로 된다. 예를 들면 제2톱니(35)의 톱니수는 제1톱니(23)의 톱니수에 대하여 2개 적다. 파동발생기(4)가 1 회전하면, 강성기어(2)와 가요성기어(3)의 사이에는 톱니수 차이에 대응하는 각도분(角度分)의 상대회전(相對回轉)이 발생한다. 파동발생기(4)의 회전에 따라 강성기어(2)와 가요성기어(3)의 톱니수 차이에 대응하여 대폭적으로 감속된 회전수로 가요성기어(3)가 회전한다. 이 감속회전은 가요성기어(3)의 강성보스(31)로부터 회전출력축(8)으로 나온다.

[0023] 도2의 (a)는 가요성기어를 나타내는 평면도이며, 도2의 (b)는 휘어지기 전(前) 상태의 가요성기어를 나타내는 단면도이며, 도2의 (c)는 휘어진 상태의 가요성기어에 있어서 2c-2c' 선으로 절단한 부분의 단면도이며, 도2의 (d)는 휘어진 상태의 가요성기어에 있어서 2d-2d' 선으로 절단한 부분의 단면도이다.

- [0024] 가요성기어(3)는, 휘어지기 전의 초기형상이 도2의 (b)에 나타나 있는 바와 같이, 전체적으로 중심축선(1a)를 중심선으로 하는 편평한 원추대 형상을 하고 있다. 예를 들면 꼭지각이 165° 이상, 180° 미만의 편평한 원추대 형상을 하고 있다. 가요성기어(3)의 강성보스(31)는 일정 두께의 원반형상을 하고 있다. 단면이 벨로우즈형인 다이어프램(32)은, 강성보스(31)의 원형외주 가장자리로부터 반경방향의 외방(外方)을 향해서 원추형으로 되어 있다. 원추형 몸통부(33)는, 다이어프램(32)의 원형외주 가장자리로부터 반경방향의 외방을 향해서 원추형으로 되어 있다. 원추형 몸통부(33)의 톱니형성부분(34)의 외주면에는, 원주방향을 향해서 일정한 피치로 제2톱니(35)가 형성되어 있다. 가요성기어(3)의 제2톱니(35)는, 강성기어(2)의 제1톱니(23)와 교합 가능하며, 제1톱니(23)에 대하여 축방향(중심축선(1a)의 방향)으로 대향하고 있다.
- [0025] 다이어프램(32)은, 강성보스(31)의 외주 가장자리끝으로부터 축방향의 일방(一方)의 측으로 반원형상으로 돌출하고 있는 제1만곡부분(第1彎曲部分)(32a)과, 이 제1만곡부분(32a)에 연속해서 축방향의 타방(他方)의 측으로 반원형상(半圓形狀)으로 돌출하고 있는 제2만곡부분(32b)을 구비하고 있다. 제2만곡부분(32b)의 끝은 반경방향의 외방으로 만곡하여 원추형 몸통부(33)에 연결되어 있다. 강성보스(31)에 있어서 제1만곡부분(32a)과의 접속부분(31a)은, 단면이 반원형으로 절단되어서 접속부분의 판두께가 다이어프램(32) 측으로부터 강성보스(31) 측을 향해서 서서히 증가하고 있다.
- [0026] 가요성기어(3)의 톱니형성부분(34)은, 과동발생기(4)에 의해 휘어지기 전의 상태에서는 도2의 (b)에 나타나 있는 바와 같이 축방향의 위치 p0에 위치하고 있다. 톱니형성부분(34)이 과동발생기(4)에 의해 휘어진 상태에서는, 톱니형성부분(34)은 도2의 (c), (d)에 나타나 있는 바와 같이 축방향으로 휘어진다. 즉 톱니형성부분(34)이 축방향으로 최대 변위량으로 휘어지는 각도위치는, 도2의 (c)에 나타나 있는 바와 같이 원주방향으로 180° 떨어진 각도위치이다. 이들의 각도위치에서는, 가요성기어(3)의 톱니형성부분(34)이 초기위치 p0로부터 강성기어(2)의 측으로 최대 변위량 Δmax로 휘어진 위치 p1로 변위한다. 이에 따라 제2톱니(35)가 강성기어(2)의 제1톱니(23)에 교합한다. 이에 대하여 최대 변위량 Δmax의 각도위치로부터 90° 회전한 각도위치에서는, 톱니형성부분(34)은 도2의 (d)에 나타나 있는 바와 같이 축방향에 있어서 역방향으로 적은 변위량으로 변위한 위치 p2에 있다. 이들의 위치에 있어서는, 과동발생기(4)에 의한 축방향으로의 변위량은 실질적으로 0이며, 제2톱니(35)는 제1톱니(23)로부터 떨어져 있다.
- [0027] 본 발명자는, 가요성기어(3)에 대해서, 그 다이어프램(32)의 단면형상을 바꾸었을 경우의 휘어짐의 용이성 등에 대해서 실험을 했다. 도6을 참조해서 실험결과와 일례를 설명한다. 도6의 (a1)에 나타나 있는 바와 같이 작은 곡률로 강성보스의 외주 가장자리로부터 반경방향의 외방으로 만곡시킨 단면형상의 다이어프램(F S1형상)을 구비하고 있을 경우, 도6의 (a2)에 나타나 있는 바와 같이 이것보다 큰 곡률로 만곡시킨 단면형상의 다이어프램(F S2형상)을 구비하고 있을 경우와, 도6의 (a3)에 나타내는 본 예의 벨로우즈 모양의 단면형상의 다이어프램(F S3형상)을 구비하고 있을 경우에 대해서, 180° 떨어진 위치에 있어서 최대 변위량(변위량1)만큼 톱니형성부분을 축방향으로 휘게 했다. 이 경우의 변형반력(變形反力), 다이어프램에 발생하는 최대응력, 최대 변위량의 위치로부터 90° 회전한 위치에 있어서 축방향의 역방향으로 휘어짐량(변위량2)을 측정했다.
- [0028] 도6의 (b)의 표에 측정결과를 나타낸다. 이 표에 있어서는, F S1형상에 있어서 변형반력, 최대응력, 변위량1, 변위량2, 변위량1과 2의 합계를, 각각 비교를 위한 기준단위량 「1」로 표시하고 있다. 이 표로부터, 본 예의 단면이 벨로우즈형인 다이어프램을 구비한 가요성기어(3)(F S3형상)는, 다른 형상의 다이어프램을 구비하고 있을 경우에 비해, 휘어짐의 용이성을 유지하면서 치교합부 토크의 국부적인 불균일을 억제할 수 있음을 알 수 있다.
- [0029] 다음에 도3의 (a)는 과동발생기(4)의 강성캠판(41)을 나타내는 설명도이며, 도3의 (b1) 및 도3의 (b2)는 3b1-3b1' 선으로 절단한 부분의 캠면형상의 예를 나타내는 단면도이며, 도3의 (c1) 및 도3의 (c2)는 3c1-3c1' 선으로 절단한 부분의 캠면형상의 예를 나타내는 단면도이다.
- [0030] 과동발생기(4)의 강성캠판(41)에 형성되어 있는 캠면(45)은, 중심축선(1a)에 직각인 곡면이다. 또한 캠면(45)은, 도3의 (a)에 나타나 있는 바와 같이 원주방향을 향해서, 예를 들면 정현파형(正弦波形)으로 축방향의 위치가 변위하는 곡면형상을 하고 있다. 환언(換言)하면, 강성캠판(41)의 캠면(45)의 원주방향의 곡면형상은, 당해 캠면(45)을 따라 전동하는 원통롤러(42)의 축방향의 위치가 당해 캠면(45)을 따라 1주(周) 하는 사이에, 축방향으로 일정한 진폭(최대 변위량)으로 복수회 왕복하도록

규정되어 있다. 본 예에서는, 캠면(45)을 따라 원통롤러(42)가 1주 하는 사이에, 원통롤러(42)가 축 방향으로 2 왕복하도록 캠면(45)의 원주방향의 곡면형상이 설정되어 있다. 캠면(45)에 있어서 가요성 기어(3)의 톱니형성부분(34)이 축방향으로 최대 변위량으로 휘어지는 각도위치는, 도3의 (a)에 나타나 있는 0°, 180°의 위치이다. 이들의 위치로부터 90° 떨어진 90° 및 270°의 각도위치에서는, 톱니형성부분(34)에 대하여 축방향으로의 변위가 주어지지 않는다.

[0031] 여기에서 캠면(45)은, 도3의 (b1), (c1)에 나타나 있는 바와 같이 원주방향의 각 위치에서 중심축선(1a)과 직각인 곡면이다. 이 대신에 캠면(45)으로서, 그 원주방향의 각 위치에 있어서, 축방향으로 휘어진 상태의 가요성기어(3)에서 톱니형성부분(34)의 배면인 내주면부분(36)의 형상을 따른 곡면을 구비한 캠면을 사용할 수도 있다. 톱니형성부분(34)의 휨상태는, 가요성기어(3)의 강성보스(31)을 축 방향으로 이동하지 않도록 구속한 상태에서, 톱니형성부분(34)이 원주방향에서 180° 떨어진 위치에 있어서, 축방향으로 최대 변위량만큼 휘어진 상태이다. 예를 들면 도3의 (b2)에 나타나 있는 바와 같이 0°, 180°의 각도위치(최대 변위량의 위치)에 있어서는, 캠면(45)을 중심축선(1a)과 직교하는 직교면으로 하고, 도3의 (c2)에 나타나 있는 바와 같이 90°, 270°의 각도위치(최소 변위량의 위치)에 있어서는, 캠면(45)을 중심축선(1a)과 직각인 방향에 대하여 경사져 있는 경사면으로 한다. 도3의 (b2)에 나타내는 직교면과 도3의 (c2)에 나타내는 경사면 사이에서, 캠면은 직교면으로부터 경사면을 향하여 경사각도가 서서히 증가하도록 설정된다.

[0032] 다음에 도4를 참조하여 파동발생기(4)의 지지기(43)에 대해서 설명한다. 도4의 (a)는 지지기(43)를 나타내는 평면도이며, 도4의 (b)는 그 모듈을 나타내는 사시도이다. 지지기(43)는, 강성캠관(41)의 캠면(45)과 가요성기어(3)의 내주면부분(36) 사이에 배치된다. 각 원통롤러(42)는, 지지기(43)에 형성되어 있는 각 포켓(pocket)(43a)에 롤러 중심선이 반경방향을 향하는 자세로 지지되어 있다. 원통롤러(42)는 17개 이상 배치하는 것이 바람직하다. 지지기(43)에 전동 가능한 상태로 지지되어 있는 원통롤러(42)는, 캠면(45)과 내주면부분(36) 사이에 축선방향으로부터 소정의 예압이 가해진 상태로 지지된다. 본 예의 지지기(43)는, 원호형상(圓弧形狀)의 모듈(46)을 원주방향으로 연결함으로써 구성된다.

[0033] 도4의 (b)에 나타나 있는 바와 같이 1개의 모듈(46)은, 일정한 각도로 펼쳐진 부채꼴모양의 본체관(461)과, 본체관(461)의 일방(一方)의 끝면의 외주 가장자리 및 내주 가장자리로부터 원주방향으로 돌출하고 있는 연결용 원호판(462, 463)과, 타방(他方)의 끝면의 외주 가장자리 및 내주 가장자리로부터 원주방향으로 돌출하고 있는 연결용 원호판(464, 465)을 구비하고 있다. 외주측의 일방의 연결용 원호판(464)의 외주면형상은, 타방의 외주측의 연결용 원호판(462)의 내주면형상과 상보적(相補的)인 형상을 하고 있다. 마찬가지로, 내주측의 일방의 연결용 원호판(465)의 내주면형상은 타방의 내주측의 연결용 원호판(463)의 외주면형상과 상보적인 형상을 하고 있다. 또한 연결용 원호판(464, 465)에는, 반경방향으로 관통하는 상태로 연결핀(466, 467)이 일체로 형성되어 있다. 이들의 연결핀(466, 467) 삽입이 가능한 핀구멍(468, 469)이 타방의 연결용 원호판(462, 463)에 형성되어 있다.

[0034] 모듈(46)을 원주방향으로 연결함으로써 인접하는 모듈(46)의 끝면(46a, 46b) 사이에 4각형의 포켓(43a)이 형성된다. 포켓(43a)에 지지되는 원통롤러(42)는, 연결핀(466) 내측의 끝과 연결핀(467) 외측의 끝 사이에 협지(挾持)된다. 또한 모듈(46)은, 연결핀(466, 467)의 중심을 지나는 반경선(半徑線)을 중심으로 하여 인접하는 모듈(46)에 대하여 회전 가능하다. 따라서 모듈(46)을 연결해서 구성된 지지기(43)는, 원주방향을 따라 정현파형으로 만곡(彎曲)하고 있는 캠면(45)에 따른 형상으로 휘어지고, 캠면(45)을 따라 전동하는 원통롤러(42)의 축방향으로의 변위에 추종해서 휘어짐이 가능하고, 캠면(45)을 따른 형상으로 휘어진 가요성기어(3)의 톱니형성부분의 변위에 추종해서 휘어진다. 또 지지기(43)로서, 섬유강화 고무 등의 탄성소재(彈性素材)를 사용한 원환상(圓環狀)의 성형품(成形品)을 사용할 수도 있다.

[0035] (유닛형의 편평 파동기어장치의 예)

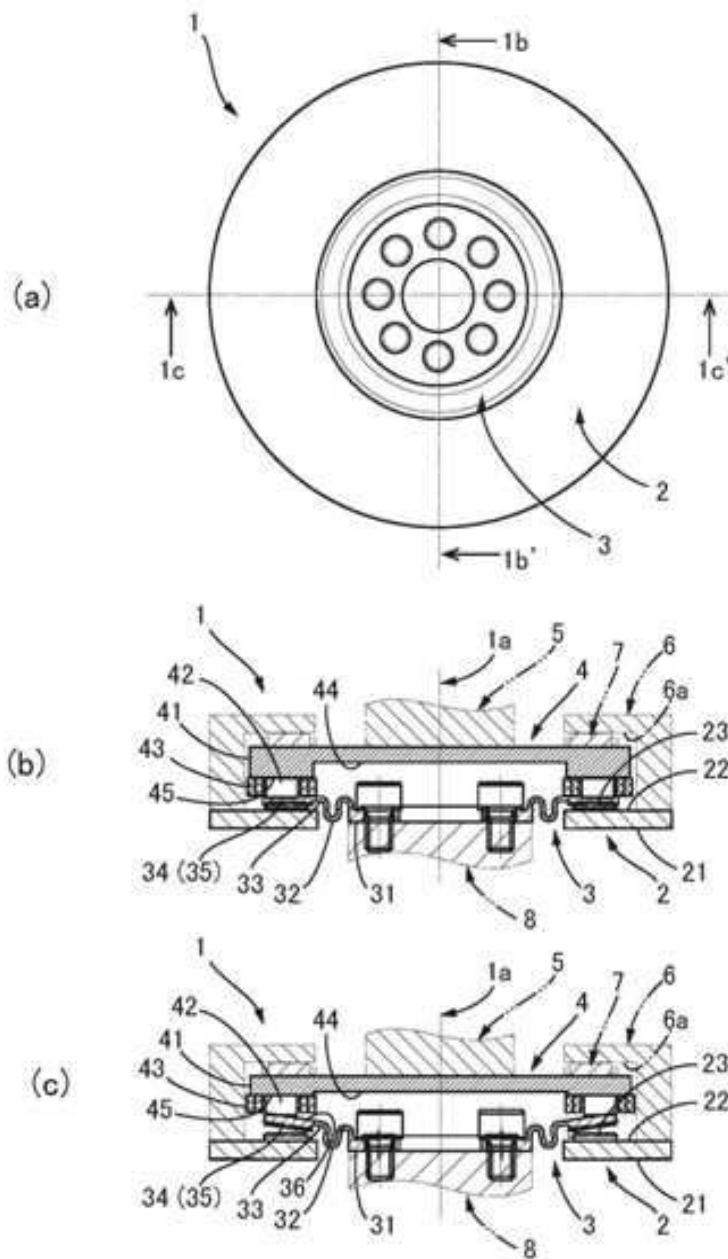
[0036] 도5의 (a)는 본 발명의 실시형태에 관한 유닛형(unit型)의 편평 파동기어장치를 나타내는 개략적인 종단면도이며, 도5의 (b)는 5b-5b' 선으로 절단한 부분을 나타내는 개략적인 종단면도이다. 유닛형의 편평 파동기어장치(100)는, 강성기어(2A)와, 가요성기어(3A)와, 파동발생기(4A)를 구비한 파동기어기구(10)을 구비하고 있다. 또한 편평 파동기어장치(100)는, 파동기어기구(10)가 조립되어 있는 원통형의 하우징(110)과, 가요성기어(3A)에 동축으로 고정된 회전출력축(120)과, 크로스 롤러베어링(cross roller

bearing)(130)과, 스러스트 롤러베어링(140)을 구비하고 있다.

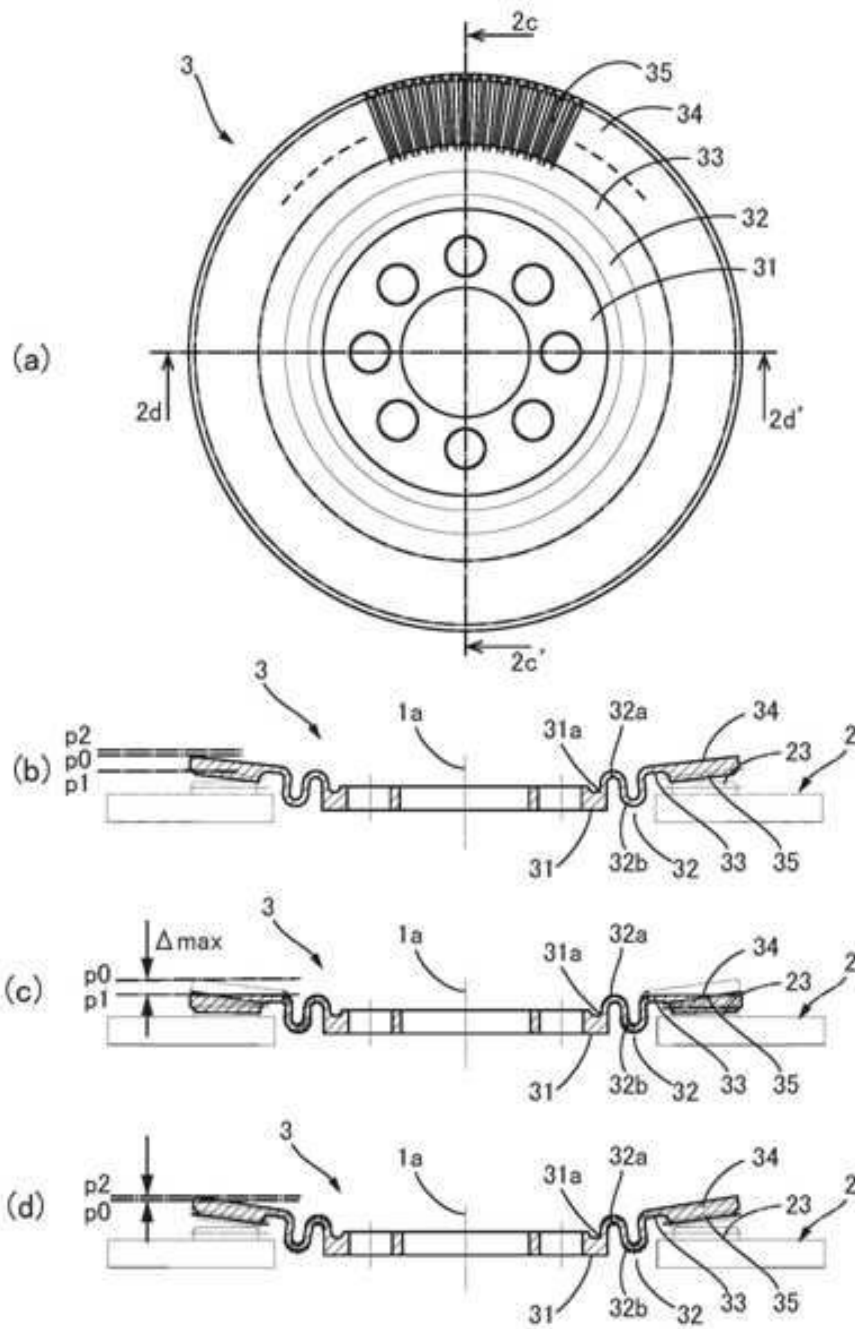
- [0037] 과동기어기구(10)의 각 구성요소는 도1~도3에 나타내는 편평 과동기어장치(1)와 동일한 구성이다. 따라서 도5에 있어서, 각 구성요소(2A, 3A, 4A)에 대응하는 부위에 관해서는 동일한 부호를 붙이고, 그들의 설명은 생략한다.
- [0038] 유닛형의 편평 과동기어장치(100)의 크로스 롤러베어링(130)은, 하우징(110)의 일방의 끝에 동축으로 체결된 외륜(131)과, 이 외륜(131)의 내주면에 형성된 외륜 궤도면(132)과, 회전출력축(120)의 원형외주면에 형성된 내륜 궤도면(133)과, 외륜 궤도면(132) 및 내륜 궤도면(133) 사이에 장착된 복수개의 원통롤러(134)를 구비하고 있다. 크로스 롤러베어링(130)의 내륜은 회전출력축(120)과 일체화되어 있다.
- [0039] 외륜(131)은, 예를 들면 분할형(分割型)의 외륜으로서, 축방향으로부터 동축으로 체결된 한 쌍의 외륜분할편(外輪分割片)(135, 136)을 구비하고 있다. 또한 본 예에서는, 하우징(110)의 끝면에 접촉하고 있는 외륜분할편(135)의 끝면에 강성기어(2A)의 제1톱니(23)가 형성되어 있다. 즉 강성기어(2A)는 외륜분할편(135)과 일체화되어서 단일부품으로서 제작되어 있다. 또, 분할형의 외륜(131)을 사용하는 대신에, 외륜 혹은 내륜에 원통롤러의 삽입 홈을 구비한 구성의 크로스 롤러베어링을 사용할 수도 있다. 크로스 롤러베어링(130)에 의하여 고정축 부재인 하우징(110)에 고정된 강성기어(2A)와, 회전출력축(120)에 고정된 가요성기어(3A)가 상대회전(相對回轉)의 상태로 지지되어 있다.
- [0040] 또한 하우징(110)에 있어서 타방의 끝에는 반경방향의 내방(內方)으로 연장되는 원환상의 단판부분(端板部分)(111)이 형성되어 있다. 단판부분(111)은, 과동발생기(4A)의 강성캠판(41)에 대하여 축방향으로 대향하고 있다. 단판부분(111)과 강성캠판(41) 사이에 스러스트 롤러베어링(140)이 장착되어 있다.
- [0041] 이 구성의 유닛형 편평 과동기어장치(100)에는, 그 과동발생기(4A)의 강성캠판(41)에, 예를 들면 모터 출력축(도면에는 나타내지 않는다)이 동축으로 연결된다. 연결되는 구동모터로서는, 과동발생기(4A)에 대하여 축방향으로 예압을 가하기 위해서 초음파 모터가 적합한 경우가 있다.

도면

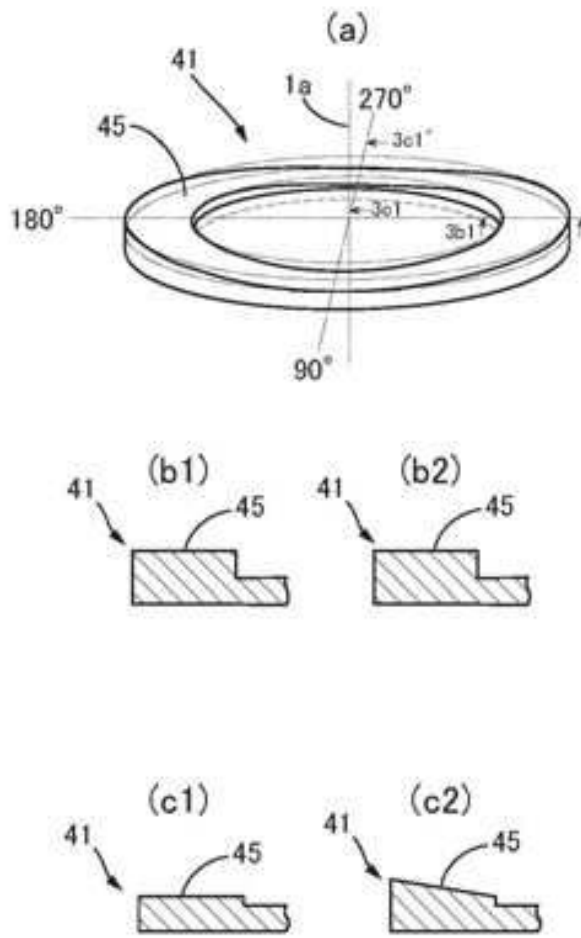
도면1



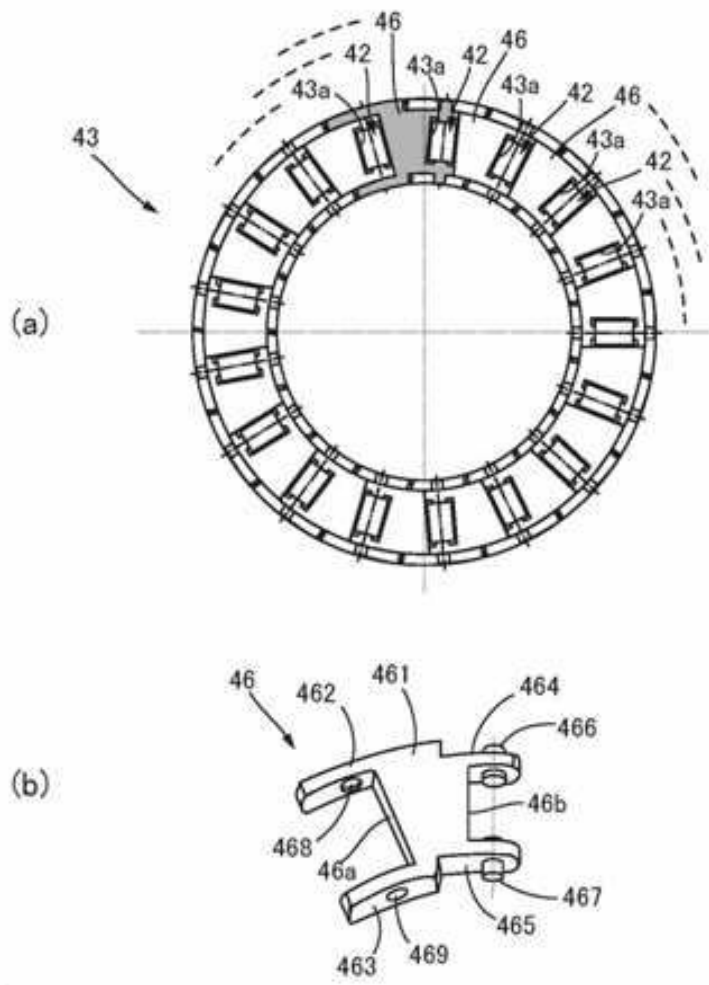
도면2



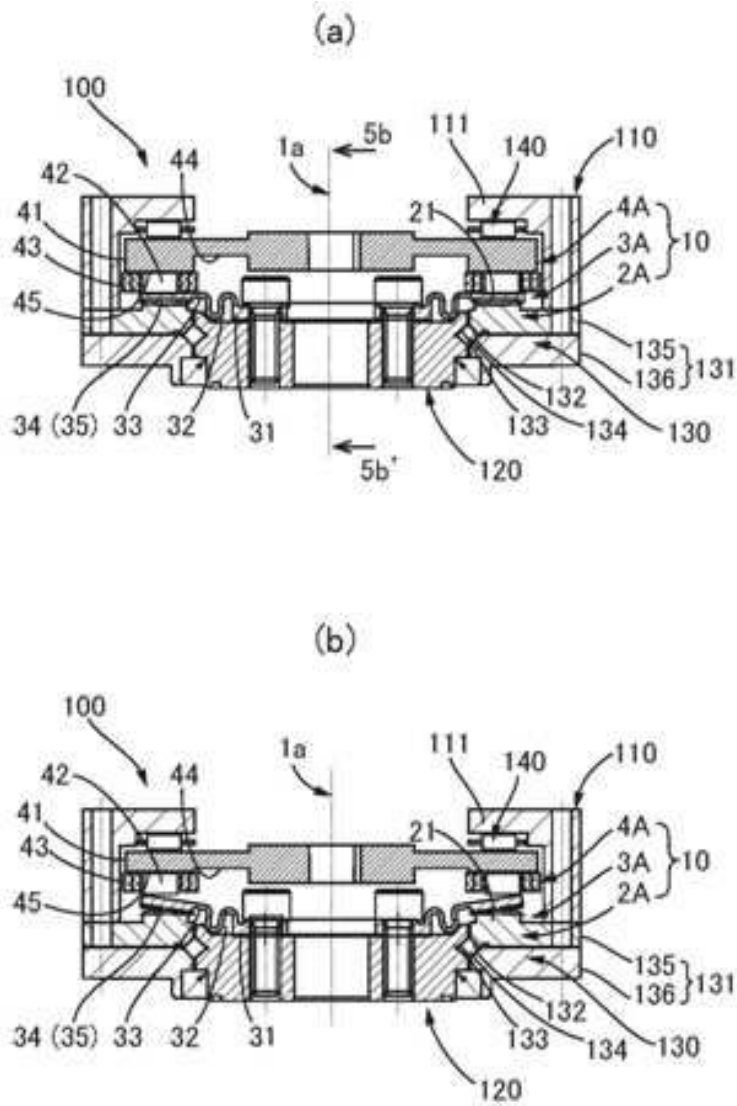
도면3



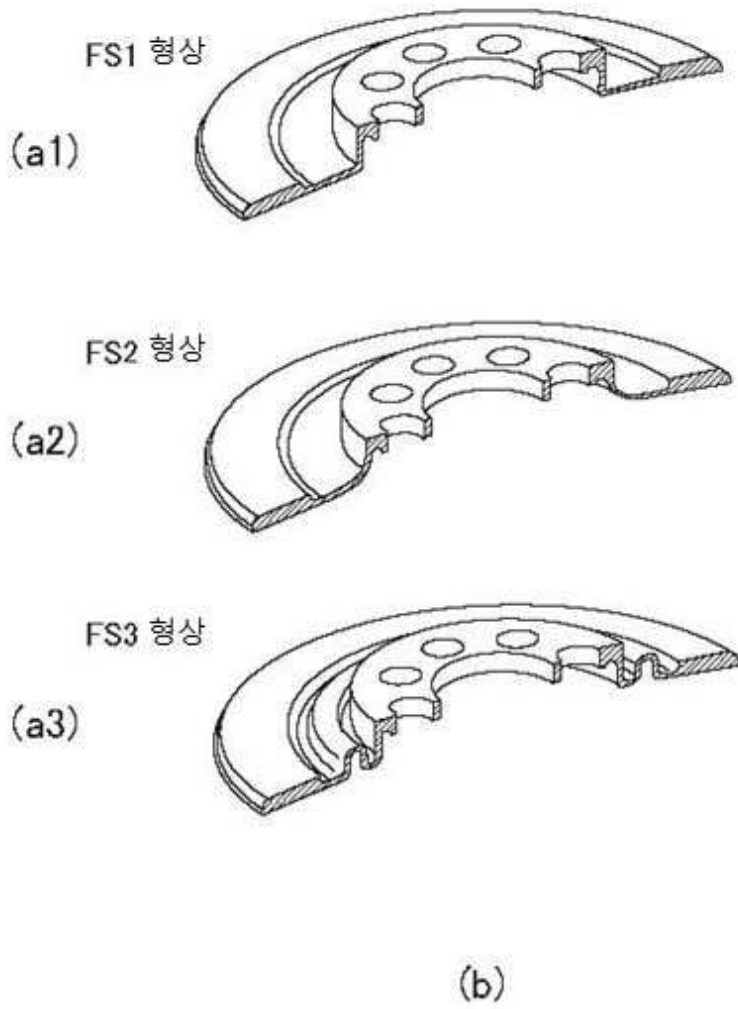
도면4



도면5



도면6



다이어프램 형상	변형반력	최대응력	변위량		
			변위량1	비율=변위량2/변위량1	변위량계
FS1 형상	1.00	1.00	1.00	1.5 %	1.00
FS2 형상	2.45	1.27	1.00	13.1 %	1.11
FS3 형상	1.66	1.03	1.00	27.3%	1.25