(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월03일
(11) 등록번호 10-1140794
(24) 등록일자 2012년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16H 1/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7015361
(22) 출원일자(국제) 2005년01월28일
심사청구일자 2009년10월21일
(85) 번역문제출일자 2006년07월28일
(65) 공개번호 10-2007-0006729
(43) 공개일자 2007년01월11일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/001188
(87) 국제공개번호 WO 2005/072067
국제공개일자 2005년08월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2004-00024887 2004년01월30일 일본(JP)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP02261943 A
JP05044789 A
JP07299791 A
전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자
나부테스코 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 히라카와쵸 2쵸메 7방 9고
(72) 발명자
후지모토, 켄이치
일본국, 514-8533, 미에 츠-시, 카타다-쵸, 잇쵸다, 594,나부테스코 가부시키가이샤 공장내
(74) 대리인
특허법인세신

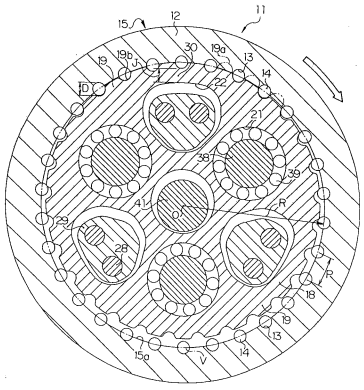
심사관 : 양경진

(54) 발명의 명칭 **편심 요동형 유성 기어 장치**

(57) 요 약

외톱니 기어의 브릿지부, 외톱니의 탄성 변형을 억제함으로써 외톱니(19)의 톱니면 수명을 연장하면서 진동 특성을 향상시켜, 유성 기어 장치(11)의 대형화를 방지하면서 출력 토크를 대폭 증대시키는 것을 과제로 한다. 이것을 해결하기 위하여, 내톱니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)을 내톱니(14)의 피치(P)로 나눈 비율을, 외톱니(19)의 톱니끝(19a)이 내톱니 기어(15)의 내주(15a)를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 하고, 또는 구동 분력의 반력(K)의 작용선(S)이 집합하는 집합점(C)을, 종래보다 반경 방향 외측으로 이동시켜, 모든 내톱니(14;핀)의 중심을 통과하는 핀 원(P)과, 관통홀(22)의 반경 방향 외단을 통과하는 외단 통과원(G) 사이에 위치시키고, 또는 외톱니 기어(18)의 내톱니 기어에 대한 편심량(H)을 내톱니(14;핀)의 반경(R)의 0.5배 이상으로 했다.

대 표 도 - 도2



(30) 우선권주장
JP-P-2004-00142505 2004년05월12일 일본(JP)
JP-P-2004-00147352 2004년05월18일 일본(JP)
JP-P-2004-00217946 2004년07월26일 일본(JP)

특허청구의 범위

청구항 1

내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 일정 피치(P)로 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드(trochoid) 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리면서, 이 내톱니보다 1개만 톱니수가 적은 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서,

내톱니를 구성하는 핀의 직경(D)을 내톱니의 일정 피치(P)로 나눈 비율을, 외톱니의 톱니끝이 내톱니 기어의 내주를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 하면서, 적어도 내톱니 기어의 내주를 넘어간 부위의 외톱니를 절제(切除)하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 하고,

상기 외톱니를 양 톱니면의 변곡점(H) 끼리를 연결하는 선(M)에서 절제한 후의 외톱니의 회전 방향 전측 엣지와 회전 방향 후측 엣지 사이의 거리를 F로 하면서, 상기 외톱니를 톱니 말단부와 톱니 근원부와의 경계(N)에서 절제한 후의 외톱니의 회전 방향 전측 엣지와 회전 방향 후측 엣지 사이의 거리를 E로 했을 때, 상기 외톱니를 선(M)보다 반경 방향 외측에서, 또한 경계(N)보다 반경 방향 내측에서 절제함으로써, 상기 내톱니를 구성하는 핀의 직경(D)을, 내톱니를 구성하는 핀의 중심 간 직선 거리(Y)로부터 거리(F)를 감한 값 이상으로, 상기 중심 간 직선 거리(Y)로부터 거리(E)를 감한 값 이하로 한 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 2

내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 일정 피치(P)로 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리면서, 이 내톱니보다 1개만 톱니수가 적은 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 내톱니를 구성하는 핀의 직경(D)을 내톱니의 일정 피치(P)로 나눈 비율을, 외톱니의 톱니끝이 내톱니 기어의 내주를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 하면서, 인접하는 내톱니 사이의 내톱니 기어의 내주를 상기 외톱니가 내주를 넘어간 양 이상의 깊이만큼 절제하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 한 것을 특징으로 하는 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1 또는 2항에 있어서,

상기 내톱니를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀 원(V)의 반경을 R로 하고, 외톱니 기어의 외톱니의 톱니수를 Z로 했을 때, 상기 내톱니를 구성하는 핀의 직경(D)을 2R/Z±1.5㎜의 범위 내로 한 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 5

제1 또는 2항에 있어서,

상기 내톱니를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀 원(V)의 반경을 R로 하고, 상기 내톱니 기어의 중심(O)으로부터, 외톱니로부터 대응하는 내톱니에 대하여 부여되는 구동 분력의 반력(K)의 작용선(S)이 서로 겹치는 집합점(C)까지의 반경 방향 거리를 L로 했을 때, 상기 반경 방향 거리(L)를 상기 반경(R)의 0.86~1.00배의 범위 내로 한 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 6

내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리는 다수의 외톱니를 가지

는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 각 외톱니로부터 대응하는 내톱니에 대하여 부여되는 구동 분력의 반력(K)의 작용선(S)이 서로 겹치는 집합점(C)을, 내톱니를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀 원(P)과, 모든 관통홀의 반경 방향 외단을 통과하는 외단 통과원(G) 사이에 위치시키도록 한 것을 특징으로 하는 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 집합점(C)을, 모든 외톱니의 톱니 바닥을 통과하는 톱니 바닥원(M)과 상기 외단 통과원(G) 사이에 위치시키도록 한 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 외톱니의 톱니 수를 내톱니의 톱니 수보다 1개만 적게 한 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 9

내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리면서, 이 내톱니보다 1개만 톱니수가 적은 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 상기 외톱니 기어의 내톱니 기어에 대한 편심량을 H, 내톱니를 구성하는 핀의 반경을 R로 했을 때, 상기 편심량(H)을 반경(R)의 0.5~1.0배의 범위 내로 함과 동시에, 각 외톱니를 톱니 끝으로부터 소정량만큼 절제하여 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 한 것을 특징으로 하는 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 10

내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리면서, 이 내톱니보다 1개만 톱니수가 적은 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 상기 외톱니 기어의 내톱니 기어에 대한 편심량을 H, 내톱니를 구성하는 핀의 반경을 R로 했을 때, 편심량(H)을 반경(R)의 0.5~1.0배의 범위 내로 함과 동시에, 인접하는 내톱니 사이의 내톱니 기어 내주를 소정 깊이만큼 절제하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 한 것을 특징으로 하는 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 11

제9 또는 10항에 있어서,

상기 내톱니를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀 원(P)의 반경을 Q로 하고, 상기 내톱니 기어의 중심(O)으로부터, 외톱니로부터 대응하는 내톱니에 대하여 부여되는 구동 분력(K')의 작용선(S)이 서로 겹치는 집합점(C)까지의 반경 방향 거리를 L로 했을 때, 상기 반경 방향 거리(L)를 상기 반경(Q)의 0.86~1.00배의 범위 내로 한 편심 요동형 유성 기어 장치.

청구항 12

제9 또는 10항에 있어서,

상기 절제 후의 어느 1개의 외톱니에서의 회전 방향 전측 엣지와 회전 방향 후측 엣지 사이의 거리를 E로 하면서, 인접하는 2개의 외톱니에서의 회전 방향 전측 엣지와 회전 방향 후측 엣지 사이의 거리를 F로 했을 때, 상기 거리(E)를 거리(F)보다 크게 한 편심 요동형 유성 기어 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 이 발명은, 내톱니 기어에 맞물리는 외톱니 기어를 크랭크축에 의해 편심 요동시키도록 한 편심 요동형 유성 기어 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래의 편심 요동형 유성 기어 장치로서는, 예를 들면 특개평 7-299791호 공보에 기재되어 있는 것이 알려져 있다.

[0003] 이것은, 내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 일정 피치로 설치된 내톱니 기어와, 복수의 크랭크축 홀 및 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드(trochoid) 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리면서, 이 내톱니보다 1개만 톱니수가 적은 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 유동 가능하게 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 것이다.

[0004] 그리고 이것에 있어서는, 도 22에 도시한 바와 같이, 서로 접촉하고 있는 외톱니 기어(01)의 외톱니(02)로부터 내톱니 기어(03)의 내톱니(04;핀)에 대하여, 그 접촉점에서의 톱니면에 수직인 방향의 구동 분력이 각각 부여되면서, 그 반작용으로서 내톱니(04;핀)로부터 외톱니(02)에 대하여 상기 구동 분력의 반력(K)이 부여된다.

[0005] 또한 도 23에 도시한 바와 같이, 각 외톱니(101)로부터 대응하는 내톱니(102;핀)에 대하여 부여되는 구동 분력의 반력(K)의 작용선(S)은 하나의 집합점(C)에 있어서 서로 겹치는데, 이와 같은 집합점(C)은 모든 관통홀(103)의 반경 방향 외단을 통과하는 외단 통과원(G)과, 반경 방향 내단을 통과하는 내단 통과원(N)과의 사이에 위치하고 있다.

[0006] 또한 이와 같은 유성 기어 장치에 있어서, 대형화, 특히 외톱니 기어를 대형화하지 않고, 또한 외톱니로부터 내톱니에 부여되는 구동 분력(접압)을 증대시키지 않고, 출력 토크(torque)를 증대시키는 것이 요구되게 되었다.

[0007] 여기서, 상술한 출력 토크는, 외톱니와 내톱니(핀)의 각 접촉점에서의 구동 분력의 접선 방향 성분에, 내톱니 기어의 중심으로부터 상기 접촉점까지의 거리를 곱한 합계가 되는데, 내톱니 기어의 중심으로부터 접촉점까지의 거리는, 대형화 방지의 요청으로 인해 일정하므로, 출력 토크를 증대시키려면 구동 분력의 접선 방향 성분을 증대시키는 것을 생각할 수 있다. 그리고, 이와 같은 구동 분력의 접선 방향 성분의 증대는, 구동 성분의 작용선이 집합하는 집합점을 반경 방향 외측으로 이동시켜, 상기 작용선을 외톱니 기어에 대하여 접선 방향측으로 경사시킴으로써 달성할 수 있다.

[0008] 그러나 상술한 유성 기어 장치에서는, 외톱니 기어(01) 중, 관통홀(05)의 반경 방향 외측에 위치하는 브릿지부(06)는, 두께(J;관통홀(05)의 반경 방향 외단으로부터 외톱니(02)의 톱니 바닥(07)까지의 반경 방향 거리가 최소 두께가 됨)가 다른 부위에서의 두께보다 훨씬 작아 구부림 강성이 낮기 때문에, 상술한 바와 같은 반력(K)이 이 브릿지부(06)에 대하여 거의 반경 방향으로 작용하면, 브릿지부(06) 및 이 브릿지부(06) 근방의 외톱니(02)가 탄성 변형을 하여 외톱니(02)와 내톱니(04;핀)가 일부 충돌하여, 외톱니(02)의 톱니면 수명이 짧아져 버리는 과제가 있었다.

[0009] 게다가, 상술한 바와 같이 브릿지부(06)의 구부림 강성이 낮으면, 상기 유성 기어 장치를 로봇, 공작 기계 등에 적용했을 때, 토크 부하가 존재하고 있는 경우에는, 고유 진동수가 낮아져 진동 특성이 악화되어, 제어성이 저하되는 과제도 있었다.

[0010] 또한 이와 같은 종래의 편심 요동형 유성 기어 장치에서는, 상술한 바와 같이 집합점(C)이 외단 통과원(G)과 내단 통과원(N)의 사이에 위치하고 있으므로, 외톱니 기어(104)의 편심 요동 회전에 의해 상기 집합점(C)이 관통홀(103)의 중심 근방에 위치하게 되면, 각 반력(K)의 작용선(S)은 관통홀(103)에 대하여 거의 법선 방향으로 연장하게 된다. 여기서, 외톱니 기어(104) 중, 관통홀(103)의 반경 방향 외측에 위치하는 브릿지부(105)는, 다른 부위와 비교하여 얇기 때문에 강성이 낮은데, 이 강성이 낮은 브릿지부(105)에 대하여 일부의 반력(K)이 상술한 바와 같이 관통홀(103)의 거의 법선 방향으로, 즉 브릿지부(105)의 연장 방향에 거의 직교하는 방향으로 작용하기 때문에, 브릿지부(105) 및 이 브릿지부(105) 근방의 외톱니(101)가 탄성 변형을 하여 외톱니(101)와 내톱니(102;핀)가 일부 충돌하여, 외톱니(101)의 톱니면 수명이 짧아져 버리는 과제가 있었다.

[0011] 또한, 상술한 집합점의 위치(내톱니 기어의 중심으로부터 반경 방향 거리)를 내톱니(핀)의 톱니수로 나눔으로써 구해지는 외톱니 기어의 내톱니 기어에 대한 편심량은, 외톱니의 톱니끝이 내톱니 기어의 내주에 간섭하는 것을 피하기 위해서는, 내톱니(핀)가 반경의 0.5배 미만이지 않으면 안되어(종래의 유성 기어 장치에서는 0.40~0.45배 정도), 이 결과, 상술한 바와 같이 집합점을 반경 방향 외측으로 이동시키는 데에는 제한이 있어, 출력 토크를 충분히 증대시킬 수 없다는 과제가 있었다.

[0012] 이 발명은, 외톱니 기어의 브릿지부, 외톱니의 탄성 변형을 억제함으로써 외톱니의 톱니면 수명을 늘리면서, 진동 특성을 향상시킬 수 있고, 또한 대형화를 방지하면서 출력 토크를 증대시킬 수도 있는 편심 요동형 유성 기어 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 상세한 설명

[0013] 이와 같은 목적은, 제1로, 내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 일정 피치(P)로 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리면서, 이 내톱니보다 1개만 톱니수가 적은 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 내톱니를 구성하는 핀의 직경(D)을 내톱니의 일정 피치(P)로 나눈 비율을, 외톱니의 톱니끝이 내톱니 기어의 내주를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 하면서, 적어도 내톱니 기어의 내주를 넘어간 부위의 외톱니를 절제(切除)하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 한 편심 요동형 유성 기어 장치에 의해 달성할 수 있다.

[0014] 제2로, 동일한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 내톱니를 구성하는 핀의 직경(D)을 내톱니의 일정 피치(P)로 나눈 비율을, 외톱니의 톱니끝이 내톱니 기어의 내주를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 하면서, 인접하는 내톱니 사이의 내톱니 기어 내주를 상기 외톱니가 내주를 넘어가는 양 이상의 깊이만큼 절제하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 한 편심 요동형 유성 기어 장치에 의해 달성할 수 있다.

[0015] 제3으로, 내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리는 다수의 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 각 외톱니로부터 대응하는 내톱니에 대하여 부여되는 구동 분력의 반력(K)의 작용선(S)이 서로 겹치는 집합점(C)을, 내톱니를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀원(P)과, 모든 관통홀의 반경 방향 외단을 통과하는 외단 통과원(G)과의 사이에 위치시킴으로써, 달성할 수 있다.

[0016] 제4로, 내주에 다수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니가 설치된 내톱니 기어와, 적어도 1개의 크랭크축 홀 및 복수의 관통홀이 형성되고, 외주에 트로코이드 톱니형으로 이루어져 상기 내톱니에 맞물리면서, 이 내톱니보다 1개만 톱니수가 적은 외톱니를 가지는 외톱니 기어와, 각 크랭크축 홀에 삽입되어 회전함으로써 외톱니 기어를 편심 요동시키는 크랭크축과, 상기 크랭크축을 회전 가능하게 지지하면서, 각 관통홀에 삽입된 복수의 기둥부를 가지는 지지체를 구비한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 상기 외톱니 기어의 내톱니 기어에 대한 편심량을 H, 내톱니를 구성하는 핀의 반경을 R로 했을 때, 상기 편심량(H)을 반경(R)의 0.5~1.0배의 범위 내로 하면서, 각 외톱니를 톱니끝으로부터 소정량만큼 절제하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 한 편심 요동형 유성 기어 장치에 의해 달성할 수 있다.

[0017] 제5로, 동일한 편심 요동형 유성 기어 장치에 있어서, 상기 외톱니 기어의 내톱니 기어에 대한 편심량을 H, 내톱니를 구성하는 핀의 반경을 R로 했을 때, 편심량(H)을 반경(R)의 0.5~1.0배의 범위 내로 하면서, 인접하는 내톱니 사이의 내톱니 기어 내주를 소정 깊이만큼 절제하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 한 편심 요동형 유성 기어 장치에 의해 달성할 수 있다.

실 시 예

[0069] 이하에 본건 발명의 실시예를 설명한다.

[0070] (제1 실시예)

[0071] 이하, 이 발명의 제1 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.

[0072] 도 1, 2에 있어서, 11은 로봇 등에 사용되는 편심 요동형 유성 기어 장치로서, 이 유성 기어 장치(11)는, 예를 들면 도시되어 있지 않은 로봇의 아암(arm), 핸드(hand) 등에 장착된 대략 원통 형상의 회전 케이스(12)를 가진다. 이 회전 케이스(12)의 내주에서 그 축 방향 중앙부에는 단면이 반원형을 이룬 다수의 핀 홈(13)이 형성되고, 이들 핀 홈(13)은 축 방향으로 연장됨과 동시에, 주 방향으로 등거리(等距離) 떨어져서, 여기서는 일정 피치(P)만큼 떨어져서 배치되어 있다. 14는 다수(핀 홈(13)과 같은 수)의 원기둥 형상을 이룬 핀으로 이루어지는 내톱니로서, 이들 내톱니(14;핀)는 그것의 거의 반이 핀 홈(13) 내로 삽입됨으로써 회전 케이스(12)의 내주에 주 방향으로 등거리(일정 피치(P)만큼) 떨어져서 설치되어 있다.

[0073] 여기서, 상술한 일정 피치(P)라는 것은, 모든 내톱니(14)를 구성하는 핀의 중심을 통과하는 핀 원(V)의 원주 길이를 내톱니(14;핀)의 개수로 나눈 값으로서, 환언하면, 임의의 인접하는 2개의 내톱니(14;핀)의 중심 사이를 원호 선분으로 연결했을 때의 원호 길이이다. 상술한 회전 케이스(12), 내톱니(14;핀)는 전체적으로, 내주(15a)에 복수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니(14)가 설치된 내톱니 기어(15)를 구성한다. 이 결과, 내톱니 기어(15;고정 케이스(12))의 내주(15a)는, 상기 핀 원(V)상, 또는 적어도 내톱니(14;핀)를 유지할 수 있는 정도의 핀 원(V)의 근방에 위치하고 있다.

[0074] 여기서 상기 내톱니(14;핀)는 25~100개 정도 배치되는데, 30~80개의 범위 내가 바람직하다. 그 이유는, 내톱니(14;핀)의 개수를 상술한 범위 내로 하고, 후술하는 외톱니 기어(18)와 내톱니 기어(15)와의 맞물림의 전단(前段)에, 후술하는 외(外)기어(40, 42)로 이루어지는 감속비가 1/1~1/7인 평(平)기어 감속기를 설치하여 전단과 후단의 감속비를 조합하도록 하면, 고 감속비를 용이하게 얻을 수 있음과 동시에, 고유 진동수가 높은 고 감속비의 유성 기어 장치를 구성할 수 있기 때문이다.

[0075] 상기 내톱니 기어(15) 내에는 링 형상을 한 복수(여기서는 2개)의 외톱니 기어(18)가 축 방향으로 나란히 수납되고, 이들 외톱니 기어(18)의 외주에는 트로코이드 톱니형, 상세히는 페리트로코이드 톱니형으로 이루어지는 다수의 외톱니(19)가 각각 형성되어 있다. 그리고 상기 외톱니 기어(18)의 외톱니(19)의 톱니수(Z)는 상기 내톱니(14;핀)의 톱니수보다 1개만 적다(톱니수 차가 1개임). 이와 같이 내톱니(14;핀)와 외톱니(19)와의 톱니수 차를 1개로 한 것은, 이들 톱니수 차가 2이상의 값(G)인 경우와 비교하여 고 감속비로 할 수 있음과 동시에, 가공 비용을 저감시킬 수 있기 때문이다.

[0076] 여기서, 톱니수 차가 2 이상의 값(G)인 외톱니 기어라는 것은, 트로코이드 외톱니 기어의 외형 윤곽을, 외톱니(19) 사이 피치를 이 G의 값으로 나눈 거리만큼 주 방향으로 이동시킴과 동시에, 이들 주방향으로 이동된 G개의 외형 윤곽이 서로 겹친 부분을 톱니형으로서 취출한 외톱니 기어를 말하는 것이다(특개평 3-181641호 공보 참조). 그리고 이들 외톱니 기어(18)와 내톱니 기어(15)는, 내접한 상태로 외톱니(19)와 내톱니(14;핀)가 맞물려 있는데, 2개의 외톱니 기어(18)의 최대 맞물림부(맞물림이 가장 깊은 부위)는 180도만큼 위상이 이동되어 있다.

[0077] 각 외톱니 기어(18)에는 적어도 1개, 여기서는 3개의 축방향으로 관통한 크랭크축 홀(21)이 형성되고, 이들 복수의 크랭크축 홀(21)은 외톱니 기어(18)의 중심축으로부터 반경 방향으로 등거리 떨어지면서, 주 방향으로 등거리 떨어져 있다. 22는 각 외톱니 기어(18)에 형성된 복수(크랭크축 홀(21)과 같은 수인 3개)의 관통홀로서, 이들 관통홀(22)은 크랭크축 홀(21)과 주 방향으로 교대로 배치됨과 동시에, 주 방향으로 등거리 떨어져서 배치되어 있다. 그리고 상기 관통홀(22)은 반경 방향 외측을 향해 주방향 폭이 넓어진 대략 베이스형을 가지고 있다.

[0078] 25는 회전 케이스(12) 내에 유동 가능하게 끼워져, 도시되어 있지 않은 고정 로봇 부재에 장착된 지지체(캐리어)로서, 이 지지체(25)는 외톱니 기어(18)의 축 방향 양외측에 배치된 한 쌍의 대략 링 형상을 가지는 단판(端板)부(26, 27)와, 일단이 단판부(26)에 일체적으로 연결되고, 타단이 복수의 볼트(28)에 의해 단판부(27)에 탈착 가능하게 연결된 복수(관통홀(22)과 같은 수인 3개)의 기둥부(19)로 구성되어 있다. 그리고, 상기 단판부(26, 27)끼리를 연결하는 기둥부(29)는 축 방향으로 연장되면서, 외톱니 기어(18)의 관통홀(22) 내에 약간의 간격을 유지하면서 삽입되어(유동 가능하게 끼워져) 있다.

[0079] 이와 같이 관통홀(22) 내에는 기둥부(29)가 유동 가능하게 끼워져 있으므로, 이 관통홀(22)의 반경 방향 외측에 위치하고 있는 부위의 외톱니 기어(18)는, 내측으로부터 지지되고 있지 않은 브릿지부(30)를 구성하는데, 이 브릿지부(30)는 그 두께(J;관통홀(22)의 반경 방향 외단으로부터 외톱니 기어(15)의 외톱니(19)의 톱니바닥(19b)까지의 반경 방향 거리가 최소 두께가 됨)가 다른 부위에서의 두께보다 훨씬 작아 구부림 강성이 낮다.

[0080] 31은 상기 지지체(25), 상세하게는 단판부(26, 27)의 외주와 회전 케이스(12)의 축 방향 양단부 내주와의 사이

에 끼워 장착된 한 쌍의 베어링으로서, 이들 베어링(31)에 의해 내톱니 기어(15)는 지지체(25)에 회전 가능하게 지지된다. 35는 주 방향으로 등각도 떨어져서 배치된 적어도 1개(크랭크축 홀(21)과 같은 수인 3개)의 크랭크축으로서, 이들 복수의 크랭크 축(35)은, 그 축 방향 일단부에 외부로부터 끼워진 원추 롤러 베어링(36) 및 그 축 방향 타단부에 외부로부터 끼워진 원추 롤러 베어링(37)에 의해 지지체(25), 상세하게는 단판부(26, 27)에 회전 가능하게 지지되어 있다.

[0081] 상기 크랭크축(35)은 그 축 방향 중앙부에 크랭크축(35)의 중심축으로부터 등거리만큼 편심된 2개의 편심 캠(cam;38)을 가지고, 이들 편심 캠(38)은 서로 180도만큼 위상이 이동되어 있다. 여기서, 상기 크랭크축(35)의 편심 캠(38)은 외톱니 기어(18)의 크랭크축 홀(21) 내에 각각 유동 가능하게 끼워짐과 동시에, 이들 사이에는 바늘 형상 롤러 베어링(39)이 끼워 장착되고, 이 결과, 상기 외톱니 기어(18)와 크랭크축(35)과의 상대 회전이 허용된다. 또한 각 크랭크축(35)의 축 방향 일단에는 외기어(40)가 고정되고, 이들 외기어(40)에는 도시되지 않은 구동 모터의 출력축(41)의 일단부에 설치된 외기어(42)가 맞물려 있다.

[0082] 그리고, 구동 모터가 작동하여 외기어(40)가 회전하면, 크랭크 축(35)이 자신의 중심축 주위로 회전하고, 이 결과, 크랭크축(35)의 편심 캠(38)이 외톱니 기어(18)의 크랭크축 홀(21) 내에서 편심 회전하고, 외톱니 기어(18)가 화살표 방향으로 편심 요동 회전을 한다. 이때, 서로 맞물려 있는 내톱니(14;핀)와 외톱니(19)와의 접촉점에는, 도 2, 3, 4에 도시한 바와 같이, 외톱니(19)로부터 대응하는 내톱니(14;핀)에 대하여 작용선(S) 방향의 구동 분력이 각각 부여됨과 동시에, 그 반작용으로서 내톱니(14;핀)로부터 외톱니(19)에 작용선(S) 방향의 구동 분력의 반력(K)이 각각 부여된다.

[0083] 여기서, 상술한 각 반력(K)의 작용선(S)은 상기 접촉점에서의 톱니면에 수직인 선상에 위치하는데, 이들 복수의 작용선(S)은, 상술한 바와 같이 내톱니(14;핀)가 원기둥 형상을 가지고, 외톱니(19)가 트로코이드 톱니형으로 구성되어 있으므로, 외톱니 기어(18) 상의 한 점, 즉 집합점(C)에서 집합(교차)한다. 그리고, 상기 구동 분력의 접선 방향 성분의 합계가 내톱니 기어(15)에 회전 구동력으로서 부여된다.

[0084] 또한 상기 구동 분력의 반력(K) 중의 일부가 상술한 구부림 강성이 낮은 브릿지부(30)에 대하여 작용하는데, 이와 같은 반력(K)에 의해 브릿지부(30) 및 이 브릿지부(30) 근방의 외톱니(19)는 탄성 변형을 하여 외톱니(19)와 내톱니(14;핀)가 일부 충돌하여, 외톱니(19)의 톱니면 수명이 짧아져 버리거나, 고유 진동수가 낮아져 진동 특성, 제어성이 저하되어 버리는 경우가 있다.

[0085] 이 때문에 이 제1 실시예에서는, 내톱니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)을 내톱니(14)의 일정 피치(P)로 나눈 비율(B)을, 외톱니(19)의 가상선으로 나타내는 톱니끝(19a)이 내톱니 기어(15)의 내주(15a)를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게, 예를 들면, 내톱니(14;핀)의 톱니수가 40일 때, 종래에는 0.55 정도였던 것을 0.32 정도까지 작게 하고, 이에 따라 상기 내톱니(14;핀)의 직경(D)을 종래보다 소경(小徑)으로 하여, 외톱니 기어(18)의 외톱니(19)의 톱니 바닥(19b)을 반경 방향 외측으로 이동시킨 것이다.

[0086] 그리고, 상술한 바와 같이 외톱니(19)의 톱니 바닥(19b)이 반경 방향 외측으로 이동하면, 관통홀(22)의 반경 방향 외단으로부터 외톱니(19)의 톱니 바닥(19b)까지의 반경 방향 거리, 즉 상기 브릿지부(30)의 두께(J)가 종래보다 두꺼워져서 구부림 강성이 높아지고, 이 결과 상기 반력(K)이 작용했을 때의 브릿지부(30), 외톱니(19)에서의 탄성 변형이 제어되어, 이 외톱니(19)의 톱니면 수명을 연장할 수 있음과 동시에, 토크 부하가 존재하고 있는 경우에도, 고유 진동수가 높아져 진동 특성, 제어성을 향상시킬 수 있다.

[0087] 여기서, 상술한 바와 같이 내톱니(14;핀)의 직경(D)이 소경이 되면, 인접하여 내톱니(14;핀)에 양 톱니면(회전 방향 전측 톱니면 및 후측 톱니면)이 각각 접촉하는 외톱니(19)의 톱니 두께, 톱니 길이가 커지는데, 상술한 바와 같이 비율(B)을 톱니끝(19a)이 내주(15a)를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 하면, 톱니 길이가 길어진 외톱니(19)가 내주(15a)에 간섭한다. 이 때문에, 적어도 내톱니 기어(15)의 내주(15a)를 넘어간 부위의 외톱니(10)를 절제함으로써, 외톱니(19)와 내톱니 기어(15)의 내주(15a)와의 간섭을 회피하도록 하고 있다.

[0088] 이 제1 실시예에서는, 내톱니 기어(15)와 외톱니 기어(18)와의 최대 맞물림부에 있어서, 절제 후의 외톱니(19)의 선단과, 내톱니 기어(15)의 내주(15a)와의 사이에 약간의 간격이 발생할 정도만큼 절제함으로써, 외톱니(19)와 내톱니 기어(15)의 내주(15a)와의 간섭을 회피하도록 하고 있다. 그리고, 이와 같이 절제한 후의 외톱니(19)의 회전 방향 전측 엣지(44a)와 회전 방향 후측 엣지(44b)와의 사이의 거리를 A로 했을 때, 상기 내톱니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)을 거리(A)보다 작게하는 것이 바람직하다.

[0089] 여기서, 상기 외톱니 기어(18)의 외톱니(19)에서의 절제 위치를, 외톱니(19)의 양 톱니면(회전 방향 전측 톱니면 및 후측 톱니면)에서의 변곡점(H)끼리를 연결하는 선(M)보다 반경 방향 외측으로 하고, 이에 따라 상기 내톱

니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)을, 내톱니(14)를 구성하고 있는 인접하는 2개의 핀의 중심 간 직경 거리(Y)로부터, 선(M)에서 절제한 후의 외톱니(19)의 회전 방향 전측 엣지(45a)와 회전 방향 후측 엣지(45b) 사이의 거리(F)를 감한 값 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그 이유는, 상술한 바와 같이 하면, 토크 전달에 가장 큰 역할을 다하고 있는(내톱니(14)와의 접압이 최대치인) 변곡점(H)을 절제하지 않고 남길 수 있어, 전달 토크의 저감을 억제할 수 있기 때문이다. 여기서 상기 선(M)은 외톱니 기어(18)의 중심축을 곡률 중심으로 하고, 양 변곡점(H)을 통과하는 원호의 선을 말하는 것이다.

[0090] 또한 상기 외톱니 기어(18)의 외톱니(19)에서의 절제 위치를, 외톱니(19)의 톱니 말단부와 톱니 근원부와의 경계(N;톱니 길이의 1/2의 높이 위치)보다 반경 방향 내측으로 하고, 이에 따라 상기 내톱니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)을, 상기 중심 간 직선 거리(Y)로부터, 상기 경계(N)에서 절제한 후의 외톱니(19)의 회전 방향 전측 엣지(46a)와 회전 방향 후측 엣지(46b) 사이의 거리(E)를 감한 값 이하로 하는 것이 바람직하다. 그 이유는, 상기 경계(N)보다 반경 방향 외측의 외톱니(19)와 내톱니(14;핀)는 맞물림 시에 큰 미끄러짐이 발생하나, 상술한 바와 같이 하면, 외톱니(19)와 내톱니(14)와의 미끄러짐이 적은 부위를 남길 수 있어, 이에 따라 소음, 발열을 저감시킬 수 있기 때문이다.

[0091] 이러한 것으로부터, 상기 외톱니(19)를 양 톱니면의 변곡점(H) 끼리를 연결하는 선(M)에서 절제한 후의 외톱니(19)의 회전 방향 전측 엣지(45a)와 회전 방향 후측 엣지(45b) 사이의 거리를 F로 하면서, 상기 외톱니(19)를 톱니 말단부와 톱니 근원부와의 경계(N)에서 절제한 후의 외톱니(19)의 회전 방향 전측 엣지(46a)와 회전 방향 후측 엣지(46b) 사이의 거리를 E로 했을 때, 상기 외톱니(19)를 선(M)보다 반경 방향 외측에서, 또한 경계(N)보다 반경 방향 내측에서 절제함으로써, 상기 내톱니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)을, 상기 중심 사이의 직선 거리(Y)로부터 거리(F)를 감한 값 이상으로, 상기 중심 간 직선 거리(Y)로부터 거리(E)를 감한 값 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0092] 또한 상술한 내톱니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)은, 핀 원(V)의 반경을 R, 외톱니 기어(18)의 외톱니(19)의 톱니수를 Z로 했을 때, 2R/Z±1.5㎜의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 그 이유는, 직경(D)이 상술한 범위 내이면, 도 5에 도시한 그래프로부터 명확한 바와 같이, 내톱니(14;핀)와 외톱니(19)와의 접촉점에서의 헤르츠 응력이, 급격히 증대를 개시하는 점보다 내측이 낮은 값으로 유지되어, 외톱니(19)의 톱니면 수명을 늘릴 수 있기 때문이다.

[0093] 또한 도 5에 도시한 그래프는, 이하의 제반 요소에 있어서 시뮬레이션을 행하여 구한 것이다. 즉, 각 유성 기어 장치의 내톱니(핀)의 톱니수(개수)를 40, 핀 원(V)의 반경(R)을 120㎜, 외톱니의 톱니수를 39, 내톱니 기어(15)에 대한 외톱니 기어(18)의 편심량(Q)을 2.7㎜의 일정치로 하는 한편, 내톱니(14;핀)의 직경(D)을 변화시키면서 외톱니(19)와 내톱니(14;핀)의 접촉점에서의 헤르츠 응력을 구했다. 여기서, 도 5에는 직경(D)이 2R/Z와 같은 때의 헤르츠 응력치를 지수 1로 하여 표시하고 있다.

[0094] 그리고, 상술한 바와 같이 직경(D)의 소경화에 수반하여 외톱니(19)의 톱니바닥(19b)을 반경 방향 외측으로 이동시키는 방식으로서, 내톱니 기어(15)에 대한 외톱니 기어(18)의 편심량(Q)을 변화시키지 않고 일정하게 하면서, 외톱니 기어(18)의 모든 톱니바닥(19b)을 통과하는 톱니바닥원을 대경(大徑)으로 하는 방식, 상기 톱니바닥원을 변화시키지 않고 일정하게 하면서 편심량(Q)을 증대시키는 방식, 및 톱니바닥원 및 편심량(Q)의 쌍방을 크게 하는 방식이 있는데, 이 제1 실시예에서는, 톱니바닥원을 일정하게 하면서 편심량(Q)을 증대시키고 있다.

[0095] 이와 같이 편심량(Q)을 크게 하면, 내톱니 기어(15)의 중심(O)으로부터 집합점(C)까지의 거리(L;편심량(Q)에 내톱니(14)의 톱니수를 곱함으로써 구해짐)를 종래보다 크게, 즉 집합점(C)의 위치를 반경 방향 외측으로 이동시킬 수 있는데, 이때 상기 거리(L)와 핀원(V)의 반경(R)과의 비, 즉 L/R의 값을 0.86~1.00의 범위 내로 하는 것이 바람직하다.

[0096] 그 이유는, L/R의 값을 0.86 이상으로 하면, 작용선(S)이 외톱니 기어(18)에 대하여 접선 방향으로 경사되고, 이 결과, 상기 반력(K)을 받는 브릿지부(30)의 두께가 두꺼워져 이 브릿지부(30)에서의 탄성 변형을 효과적으로 억제하는 것이 가능함과 동시에, 도 6으로부터 명확한 바와 같이, 하중 비율이 거의 일정하게 되어, 동일 토크를 얻기 위하여 외톱니(19)에 걸리는 토크 전달에 관한 하중을 거의 일정하게 최소로 할 수 있기 때문이다. 단, 상기 비 L/R의 값이 1.00을 초과하면, 외톱니(19)의 창성(創成)시에 톱니면에 뾰족한 부위가 발생해 버리는 경우가 있으므로, L/R의 값은 1.00 이하인 것이 바람직하다.

[0097] 여기서, 상술한 그래프는 이하의 제반 요소에 있어서 시뮬레이션을 행하여 구한 것이다. 즉, 각 유성 기어 장치의 내톱니(핀)의 톱니수(개수)를 40, 내톱니(핀)의 직경(D)을 10㎜, 핀 원(V)의 반경(R)을 120㎜, 외톱니의 톱

니수를 39의 일정치로 하는 한편, L/R의 값을 0.5 내지 1.0의 범위에서 변화시켜, 집합점(C)에 작용하는 구동 분력을 합성한 합력의 접선 방향 성분을 구했다. 여기서, 도 6에는 L/R의 값이 0.75일 때의 상기 접선 방향 성분을, 하중 비율이 지수 1인 것으로 하여 그래프 표시하고 있다.

[0098] 그리고, 상술한 바와 같이 각 외톱니(19)를 톱니끝(19a)으로부터 소정량만큼 절제하면, 내톱니(14;핀)와 외톱니(19)는 그 일부에서만, 상술한 L/R의 값이 1일 때라도 약 1/3, 이 제1 실시예에서는 약 3/4에서만 맞물리게 되므로, 남은 약 1/4의 내톱니(14;핀)은 외톱니(19)에 접촉하지 않고 핀홈(13)으로부터 빠져나오려고 한다. 이 때문에, 이 제1 실시예에서는 도 1에 도시한 바와 같이, 베어링(31)과 외톱니 기어(18)와의 사이에, 내톱니(14;핀)의 양단부가 삽입되는 삽입홀(49)이 형성된 규제 수단으로서의 2개의 핀 누름 링(50)을 끼워 장착하면서, 이들 2개의 핀 누름 링(50)을 내톱니 기어(15)에 회전 불필요하게 고정하여, 상술한 내톱니(14;핀)의 이동을 규제하도록 하고 있다.

[0099] 또한 상술한 규제 수단으로서, 베어링(31)의 아웃터레이스(outer race)의 내단면에 형성되고, 상기 내톱니(14;핀)의 양단부가 삽입되는 삽입홀을 이용하거나, 혹은 베어링(31)의 아우터레이스의 내단면에 형성되고, 폭이 내톱니(14;핀)의 직경과 동일한 원주홈을 이용하도록 해도 무방하다.

[0100] 다음으로 이 발명의 제1 실시예의 작용에 대하여 설명한다.

[0101] 여기서, 구동 모터가 작동하여 크랭크축(35)이 회전한다. 이때 크랭크축(35)의 편심캠(38)이 외톱니 기어(18)의 크랭크축 홀(21) 내에서 편심 회전하여 외톱니 기어(18)를 편심 요동 회전시키는데, 상기 외톱니 기어(18)의 외톱니(19)의 톱니수가 내톱니(14;핀)의 수보다 1개만 적으므로, 회전 케이스(12) 및 로봇의 아암 등은 외톱니 기어(18)의 편심 요동 회전에 의해 저속으로 회전한다.

[0102] 여기서, 상술한 바와 같이 내톱니(14;핀)의 직경(D)을 일정 피치(P)로 나눈 비율(B)을, 외톱니(19)의 톱니끝(19a)이 내톱니 기어(15)의 내주(15a)를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 했으므로, 상기 내톱니(14;핀)의 직경(D)이 종래보다 소경이 되고, 이에 따라 외톱니 기어(18)의 외톱니(19)의 톱니바닥(19b)이 반경 방향 외측으로 이동하여, 이 결과, 브릿지부(30)의 두께(J;최소 두께)가 종래보다 두꺼워져 구부림 강성이 높아진다.

[0103] 이에 따라 구동 분력의 반력(K)이 작용했을 때의 브릿지부(30), 외톱니(19)에서의 탄성 변형이 억제되어, 외톱니(19)의 톱니면 수명을 늘릴 수 있음과 동시에, 고유 진동수가 높아져 진동 특성, 제어성을 향상시킬 수 있다. 여기서, 상술한 바와 같이 구성하면, 외톱니(19)가 내톱니 기어(15)의 내주(15a)에 간섭하는데, 적어도 내톱니 기어(15)의 내주를 넘어간 부위의 외톱니(19)를 절제함으로써, 이와 같은 외톱니(19)와 내톱니 기어(15)의 내주(15a)와의 간섭을 회피하도록 하고 있다.

[0104] (제2 실시예)

[0105] 도 7, 8은, 이 발명의 제2 실시예를 나타낸 도이다. 이 제2 실시예에서는, 상기 제1 실시예와 같이 외톱니(19)의 절제를 행하지 않고, 인접하는 내톱니(14;핀) 사이의 내톱니 기어(15;회전 케이스(12))의 내주 및 각 내톱니(14;핀)의 주위의 내주를, 상기 외톱니(19)가 내주(15a)를 넘어간 양 이상의 깊이만큼, 여기서는 내톱니(14;핀)의 직경(D)의 거의 반 정도와 같은 깊이만큼 절제하여, 외톱니(19)와 절제 후의 내톱니 기어(15;회전 케이스(12))의 내주(15a)와의 간섭을 회피하도록 하고 있다.

[0106] 이 결과, 각 내톱니(14;핀)의 반경 방향 외단은 절제 후의 내톱니 기어(15)의 내주(15a)에 선접촉하고, 이에 따라 각 내톱니(14;핀)에 부여되는 구동 분력의 반경 방향 성분은 회전 케이스(12)가 수용한다. 이때, 핀홈(13)이 존재하지 않게 되므로, 각 내톱니(14;핀)은 자유롭게 이동할 수 있게 되는데, 상술한 바와 동일한 핀 누름 링(50)에 의해, 이 내톱니(14;핀)의 이동을 규제하도록 하고 있다. 또한 다른 구성, 작용은 상기 제1 실시예와 동일하다.

[0107] 또한 상술한 제1 실시예에 있어서는, 외톱니 기어(18)에 복수(3개)의 크랭크축 홀(21)을 형성하면서, 각 크랭크축 홀(21)에 동일 방향으로 등속 회전하는 크랭크축(35)을 각각 삽입하여 외톱니 기어(18)를 편심 요동 회전시키도록 했는데, 이 발명에 있어서는, 외톱니 기어(18)의 중심축 상에 형성된 1개의 크랭크축 홀에 1개의 크랭크축의 편심 캠을 삽입하여, 이 크랭크축의 회전에 의해 외톱니 기어를 편심 요동 회전시키도록 해도 무방하다. 이 경우에는, 지지체의 기둥부는 관통홀의 내주에 선접촉할 필요가 있다.

[0108] 또한 상술한 제1 실시예에 있어서는, 지지체(25)를 고정하고 내톱니 기어(15)를 저속 회전시키도록 했으나, 이 발명에 있어서는, 내톱니 기어를 고정하고 지지체를 저속 회전시키도록 해도 무방하다. 또한 내톱니(14)를 구성하는 핀의 직경(D)을 소경으로 하지 않은 그대로의 직경의 유성 기어 장치(11)에 있어서, 외톱니(19)를, 변곡점

(H) 끼리를 연결하는 선(M)보다 반경 방향 외측의 어느 위치에서 절제하여, 전달 토크의 저감을 억제하면서 발열, 소음을 저감시키도록 해도 무방하다.

[0109] (제3 실시예)

[0110] 이하, 이 발명의 제3 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.

[0111] 도 9, 10, 11에 있어서, 111은 로봇 등에 사용되는 편심 요동형 유성 기어 장치로서, 이 유성 기어 장치(111)는, 예를 들면 도시하지 않은 로봇의 아암, 핸드 등에 장착된 대략 원통 형상의 회전 케이스(112)를 가진다. 이 회전 케이스(112)의 내주에서 그 축방향 중앙부에는, 단면이 반원형을 이룬 다수의 핀홈(113)이 형성되고, 이들 핀홈(113)은 축 방향으로 연장되면서 주방향으로 등 거리 떨어져서 배치되어 있다.

[0112] 114는 다수(핀홈(113)과 같은 수)의 원기둥 형상을 한 핀으로 이루어지는 내톱니로서, 이들 내톱니(114;핀)는 그 거의 반이 핀홈(113) 내에 삽입됨으로써 회전 케이스(112)의 내주에 주 방향으로 등거리 떨어져서 설치되어 있다. 상술한 회전 케이스(112), 내톱니(114;핀)는 전체적으로, 내주에 복수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니(114)가 설치된 내톱니 기어(115)를 구성한다. 여기서, 상기 내톱니(114;핀)는 25~100개 정도 배치되는데, 30~80개의 범위 내가 바람직하다. 그 이유는, 내톱니(114;핀)의 개수를 상술한 범위 내로 하면서, 후술하는 외기어(140, 142)와 조합함으로써 필요한 속도를 용이하게 얻을 수 있고, 게다가 고유 진동수가 높은 고 감속비의 유성 기어 장치를 구성할 수 있기 때문이다.

[0113] 상기 내톱니 기어(115) 내에는 링 형상을 한 복수(여기서는 2개)의 외톱니 기어(118)가 축 방향으로 나란히 수납되고, 이들 외톱니 기어(118)의 외주에는 트로코이드 톱니형, 상세히는 페리트로코이드 톱니형으로 이루어지는 다수의 외톱니(119)가 각각 형성되어 있다. 그리고, 상기 외톱니 기어(118)의 외톱니(119)의 톱니수는 상기 내톱니(114;핀)의 톱니수보다 1개만 적다(톱니수 차가 1임). 이와 같이 내톱니(114;핀)와 외톱니(119)와의 톱니수 차를 1로 한 것은, 이들 톱니수 차가 2이상의 값(R)인 경우와 비교하여, 용이하게 고 감속비로 할 수 있음과 동시에, 가공 비용을 저감시킬 수 있기 때문이다.

[0114] 여기서, 톱니수 차가 2이상의 값(R)인 외톱니 기어라는 것은, 트로코이드 외톱니 기어의 외형 윤곽을, 외톱니(119) 사이의 피치를 이 R의 값으로 나눈 각도만큼 주방향으로 이동시키면서, 이들 주방향으로 이동한 R개의 외형 윤곽이 서로 겹친 부분을 톱니형으로서 취출한 외톱니 기어를 말하는 것이다(특개평 3-181641호 공보 참조). 그리고, 이들 외톱니 기어(118)와 내톱니 기어(115)는 내접한 상태로 외톱니(119)와 내톱니(114;핀)가 맞물려 있는데, 2개의 외톱니 기어(18)의 최대 맞물림부(맞물림이 가장 깊은 부위)는 180도만큼 위상이 이동되어 있다.

[0115] 각 외톱니 기어(118)에는 적어도 1개, 여기서는 3개의 축 방향으로 관통한 크랭크축 홀(121)이 형성되고, 이들 복수의 크랭크축 홀(121)은 외톱니 기어(118)의 중심축으로부터 반경 방향으로 등거리 떨어지면서, 주 방향으로 등거리 떨어져 있다. 122는 각 외톱니 기어(118)에 형성된 복수(크랭크축 홀(21)과 같은 수)의 관통홀로서, 이들 관통홀(122)은 크랭크축 홀(121)과 주 방향으로 교대로 배치되면서, 주 방향으로 등거리 떨어져서 배치되어 있다. 그리고, 상기 관통홀(122)은 반경 방향 외측을 향해 주 방향 폭이 넓어진 대략 베이스형을 가지고 있다.

[0116] 125는 회전 케이스(112) 내에 유동 가능하게 끼워져, 도시되지 않은 고정 로봇 부재에 장착된 지지체로서, 이 지지체(125)는 외톱니 기어(18)의 축 방향 양외측에 배치된 한 쌍의 대략 링 형상을 가진 단판부(126, 127)와, 일단이 단판부(126)에 일체적으로 연결되고, 타단이 복수의 볼트(128)에 의해 단판부(127)에 탈착 가능하게 연결된 복수(관통홀(22)과 같은 수)의 기둥부(129)로 구성되어 있다. 그리고, 상기 단판부(126, 127)끼리를 연결하는 기둥부(129)는 축 방향으로 연장되면서, 외톱니 기어(118)의 관통홀(122) 내에 약간의 틈새를 유지하면서 삽입(유동 가능하게 끼워짐)되어 있다.

[0117] 131은 상기 지지체(125), 상세하게는 단판부(126, 127)의 외주와 회전 케이스(112)의 축 방향 양단부 내주와의 사이에 끼워 장착된 한 쌍의 베어링으로서, 이들 베어링(131)에 의해 내톱니 기어(115)는 지지체(125)에 회전 가능하게 지지된다. 135는 주 방향으로 등각도 떨어져서 배치된 적어도 1개(크랭크축 홀(121)과 같은 수인 3개)의 크랭크 축으로서, 이들 크랭크 축(135)은, 그 축 방향 일단부에 외부로부터 끼워진 원추 롤러 베어링(136) 및 그 축 방향 타단부에 외부로부터 끼워진 원추 롤러 베어링(137)에 의해 지지체(125), 상세하게는 단판부(126, 127)에 회전 가능하게 지지되어 있다.

[0118] 상기 크랭크축(35)은 그 축 방향 중앙부에 크랭크축(135)의 중심축으로부터 등거리만큼 편심된 2개의 편심 캠(138)을 가지고, 이들 편심 캠(138)은 서로 180도만큼 위상이 이동되어 있다. 여기서, 상기 크랭크축(135)의 편심 캠(138)은 외톱니 기어(118)의 크랭크축 홀(121) 내에 각각 유동 가능하게 끼워짐과 동시에, 이들 사이에는 바늘 형상 롤러 베어링(39)이 끼워 장착되고, 이 결과, 상기 외톱니 기어(118)와 크랭크축(135)과의 상대 회전

이 허용된다. 또한 각 크랭크축(35)의 축 방향 일단에는 외기어(140)가 고정되고, 이들 외기어(140)에는 도시되지 않은 구동 모터의 출력축(141)의 일단부에 설치된 외기어(142)가 맞물려 있다.

[0119] 그리고, 구동 모터가 작동하여 외기어(140)가 회전하면, 크랭크 축(135)이 자신의 중심축 주위로 회전하고, 이 결과, 크랭크축(135)의 편심 캠(138)이 외톱니 기어(118)의 크랭크축 홀(121) 내에서 편심 회전하고, 외톱니 기어(118)가 편심 요동 회전을 한다. 이때, 서로 맞물려 있는 내톱니(114;핀)와 외톱니(119)와의 접촉점에는, 외톱니(119)로부터 대응하는 내톱니(114;핀)에 대하여 작용선(S) 방향의 구동 분력이 각각 부여된다.

[0120] 여기서, 상술한 각 구동 분력의 반력(K)의 작용선(S)은, 도 12에 도시한 바와 같이 상기 접촉점에서의 톱니면에 수직인 선상에 위치하는데, 이들 복수의 작용선(S)은, 상술한 바와 같이 내톱니(114;핀)가 원기둥 형상을 가지고, 외톱니(119)가 트로코이드 톱니형으로 구성되어 있으므로, 외톱니 기어(118) 상의 한 점, 즉 집합점(C)에서 집합(교차)한다. 그리고, 상기 구동 분력의 접선 방향 성분의 합계가 내톱니 기어(115)에 회전 구동력으로서 부여된다.

[0121] 여기서, 집합점(C)이 상술한 배경 기술에서 설명한 바와 같이, 외단 통과원(G)과 내단 통과원(N) 사이에 위치하고 있으면(도 23 참조), 강성이 낮은 브릿지부(105)에 대하여 일부(최대 맞물림부 근방)의 구동 분력의 반력(K)이 브릿지부(105)의 연장 방향에 거의 직교하는 방향으로 작용하기 때문에, 이 브릿지부(105) 및 이 브릿지부(105) 근방의 외톱니(101)가 탄성 변형을 하여 외톱니(101)와 내톱니(102;핀)가 일부 충돌하여, 외톱니(101)의 톱니면 수명이 짧아져 버린다.

[0122] 그러나, 이 실시예 3에 있어서는, 상술한 집합점(C)을 종래보다 반경 방향 외측으로 이동시켜, 상기 외단 통과원(G)보다 반경 방향 외측에 위치시킨 것이다. 이에 따라, 집합점(C)이 도 12에 도시한 바와 같이, 관통홀(122)의 중심을 통과하는 반경 방향 선상에 위치하게 되었을 때, 모든 반력(K)의 작용선(S)도 관통홀(122)에 대하여 종래보다 접선 방향측으로 경사되어, 브릿지부(118a)의 연장 방향으로 가까이 다가가게 된 것이다. 이 결과, 얇고 강성이 낮은 브릿지부(118a) 및 이 브릿지부(118a) 근방의 외톱니(119)의 탄성 변형이 억제되어, 외톱니(119)의 톱니면 수명이 늘어나는 것이다.

[0123] 게다가, 상기 집합점(C)이 상술한 바와 같이 외단 통과원(G)보다 반경 방향 외측에 위치하고 있으면, 상기 반력(K)의 접선 방향 성분을 관통홀(122)의 공동(空洞) 부분이 아니라, 접선 방향 강성이 높은 브릿지부(118a)가 수용하게 되므로, 관통홀(122)의 변형을 억제할 수 있다. 단, 상기 집합점(C)이 내톱니(114)를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀원(P)보다 반경 방향 외측에 위치하면, 외톱니(119)의 톱니면에 뾰족한 부분이 발생하므로, 상기 집합점(C)은 외단 통과원(C)과 핀원(P)과의 사이에 위치해 있지 않으면 안된다.

[0124] 여기서, 상술한 내톱니 기어(115)의 중심(O)으로부터 집합점(C)까지의 반경 방향 거리(L)는, 내톱니 기어(115)에 대한 외톱니 기어(118)의 편심량(H)에 내톱니 기어(115)의 내톱니(114;핀)의 톱니수(Z)를 곱함으로써 나타낼 수 있으므로, 거리(L)를 도 23에 도시한 종래의 거리(L)보다 크게 하려면, 편심량(H) 또는 톱니수의 어느 일방 또는 타방을 종래보다 크게 하면 된다. 그리고, 이 제3 실시예에서는 상기 거리(L)를 크게 하기 위하여 편심량(H)을 크게 하고 있는데, 이와 같은 편심량(H)을 더 크게 하게 위하여, 내톱니(114;핀)의 외경을 종래보다 소경으로 하고 있다.

[0125] 여기서, 상기 반경 방향 거리(L)와 상기 핀원(P)의 반경(Q)과의 비(L/Q)의 값은 0.86~1.00의 범위 내인 것이 바람직하다. 그 이유는, 상기 비 L/Q의 값이 0.86 이상이면, 도 13으로부터 명확한 바와 같이, 하중 비율이 거의 일정하게 되어, 동일 토크를 얻기 위하여 외톱니(119)에 걸리는 토크 전달에 관한 하중(구동 분력의 접선 방향 성분)이 거의 일정하게 최소가 되어 있으나, 0.86 미만이 되면, 하중 비율의 변화가 커져, 외톱니(119)에 걸리는 토크 전달에 관한 하중이 증대되기 때문이고, 한편 상기 비 L/Q의 값이 1.00을 초과하면, 외톱니(119)의 창성(創成)시에 톱니면에 뾰족한 부위가 발생해 버리기 때문이다.

[0126] 여기서, 상술한 그래프는 이하의 제반 요소에 있어서 시뮬레이션을 행하여 구한 것이다. 즉, 각 유성 기어 장치의 내톱니(핀)의 톱니수(Z;개수)를 40, 내톱니(핀)의 직경을 10㎜, 핀 원(P)의 반경(Q)을 120㎜, 외톱니의 톱니수를 39의 일정치로 하는 한편, L/Q의 값을 0.5 내지 1.0의 범위에서 변화시켜, 집합점(C)에 작용하는 반력(K)의 합력의 접선 방향 성분을 구했다.

[0127] 여기서, 도 13에는 L/Q의 값이 0.75일 때의 상기 접선 방향 성분을, 하중 비율이 지수 1인 것으로 하여 그래프 표시하고 있다.

[0128] 상술한 바와 같이 내톱니(114;핀)의 외경을 종래보다 소경으로 하면서 편심량(H)을 종래보다 크게 하면, 내톱니(114;핀)에 양단면이 접촉하는 외톱니(119)가 대형, 즉, 톱니 두께, 톱니 길이가 함께 커진다. 그러나 회전 케

이스(112)의 내주는 일반적으로 거의 상기 핀 원(P) 상에 위치하고 있기 때문에, 외톱니(119)가 대형화하면 회전 케이스(112)의 내주에 외톱니(119)가 간섭해 버린다. 이 때문에, 이 제3 실시예에서는 상기 외톱니(119)의 톱니끝부(도 11에 가상선으로 나타내는 부위)를, 외톱니 기어(118)의 중심을 곡률 중심으로 하는 원을 따라 소정량만큼 절제하여, 외톱니(119)와 회전 케이스(112)의 내주와의 간섭을 방지하고 있다. 또한 상술한 간섭은, 외톱니(119)의 톱니끝부를 절제하는 대신에, 인접하는 내톱니(114;핀) 사이의 회전 케이스(112)의 내주를 소정 깊이만큼 절제함으로써 방지하도록 해도 무방하다.

[0129] 여기서, 상술한 집합점(C)은, 모든 외톱니(119)의 톱니바닥을 통과하는 톱니바닥원(M)과 상기 외단 통과원(G) 사이에 위치시키는 것이 바람직하다. 그 이유는, 집합점(C)이 핀 원(P)과 톱니 바닥원(M) 사이에 위치하고 있을 때에는, 일부의 반력(K)이 외톱니 기어(118)에 대하여 거의 접선 방향으로 연장되고, 이 결과, 이와 같은 반력(K)에 의해 외톱니(119)가 구부림 변형할 우려가 있으나, 상술한 바와 같이 집합점(C)을 톱니 바닥원(M)과 외단 통과원(G) 사이에 위치시키도록 하면, 이와 같은 사태를 방지할 수 있기 때문이다.

[0130] 또한, 상술한 바와 같이 각 외톱니(119)의 톱니끝부를 절제하면, 내톱니(114;핀)와 외톱니(119)는, 그 일부에서만, 여기서는 약 3/4에서만 맞물리게 되므로, 남은 약 1/4의 내톱니(114;핀)은 외톱니(119)에 접촉하지 않고 핀 홈(113)으로부터 빠져나오려고 한다. 이 때문에, 이 제3 실시예에서는 상기 베어링(131)의 아우터레이스(131a)의 내단면에 상기 내톱니(114;핀)의 양단부가 삽입되는 삽입홀(131b)을 형성하고, 이에 따라 내톱니(114;핀)가 핀홈(113)으로부터 빠져나오는 것을 방지하도록 하고 있다. 그리고 이때, 외톱니(119)로부터 내톱니(114;핀)에 대하여 약 3/8의 범위에서 구동력이 전달된다.

[0131] 상술한 삽입홀(131b)은 전체적으로, 외톱니(119)에 접촉하고 있지 않은 내톱니(114;핀)가 핀 홈(113)으로부터 빠져나오는 것을 방지하는 규제 수단(143)을 구성한다. 또한 상술한 규제 수단(143)으로서, 삽입홀(131b) 대신에, 아우터레이스(131a)의 내단면에 형성되고, 폭이 내톱니(114;핀)의 직경과 동일한 원주홈을 이용하거나, 혹은 상기 2개의 외톱니 기어(118) 사이에 배치되고, 외주가 모든 내톱니(114;핀)에 접촉하는 1개의 핀 누름 링을 이용하거나, 또한 베어링(131)과 외톱니 기어(118) 사이에 배치되고, 내톱니(114;핀)의 양단부가 삽입되는 홀, 원주홈이 형성된 2개의 핀 누름 링을 이용하도록 해도 무방하다.

[0132] 다음으로, 이 발명의 제3 실시예의 작용에 대하여 설명한다.

[0133] 여기서, 구동 모터가 작동하여 크랭크축(135)이 자신의 중심축 주위로, 동일 방향, 동일 속도로 회전하고 있는 것으로 한다. 이때, 크랭크축(135)의 편심캠(138)이 외톱니 기어(118)의 크랭크축 홀(121) 내에서 편심 회전하여 외톱니 기어(118)를 편심 요동 회전시키는데, 상기 외톱니 기어(118)의 외톱니(119)의 톱니수가 내톱니(114;핀)의 수보다 1개만 적으므로, 회전 케이스(112) 및 로봇의 아암 등은 외톱니 기어(118)의 편심 요동 회전에 의해 저속으로 회전한다.

[0134] 여기서, 외톱니 기어(118)의 각 외톱니(119)로부터 대응하는 내톱니(114;핀)에 대하여 부여되는 구동 분력(반력(K))의 작용선(S)이 서로 겹치는 집합점(C)을, 모든 내톱니(114;핀)의 중심을 통과하는 핀원(P)과, 모든 관통홀(122)의 반경 방향 외단을 통과하는 외단 통과원(G) 사이에 위치시켰으므로, 집합점(C)이 관통홀(122)의 중심을 통과하는 반경 방향 선상에 위치하게 되었을 때, 모든 반력(K)의 작용선(S)도 관통홀(122)에 대하여 종래보다 접선 방향측으로 경사되고, 이에 따라 브릿지부(118a) 및 이 브릿지부(118a) 근방의 외톱니(119)의 탄성 변형이 억제된다.

[0135] 또한 상술한 제3 실시예에서는, 외톱니 기어(118)에 복수(3개)의 크랭크축 홀(121)을 형성되면서, 각 크랭크축 홀(121)에 동일 방향으로 등속 회전하는 크랭크축(135)을 각각 삽입하여 외톱니 기어(118)를 편심 회전시키도록 했으나, 이 발명에 있어서는, 외톱니 기어(118)의 중심선 상에 형성된 1개의 크랭크축 홀에 1개의 크랭크축을 삽입하고, 이 크랭크축의 회전에 의해 외톱니 기어를 편심 요동 회전시키도록 해도 무방하다. 이 경우에는, 지지체의 기둥부는 관통홀의 내주에 선접촉할 필요가 있다.

[0136] 또한 상술한 제3 실시예에 있어서는, 지지체(125)를 고정하고, 내톱니 기어(115)를 저속 회전시키도록 했으나, 이 발명에서는, 내톱니 기어를 고정하고, 지지체를 저속 회전시키도록 해도 무방하다. 또한 이 발명에서는, 상기 유성 기어 장치(111)의 전단(前段)에 감속비가 1/7보다 작은 (1/1에 가까운) 평(平)기어 감속기를 설치하여 2단으로 감속하도록 해도 무방하다. 이와 같이 하면, 고유 진동수가 높은 고 감속비의 기어 장치를 얻을 수 있다.

[0137] (제4 실시예)

[0138] 이하, 이 발명의 제4 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.

[0139] 도 14, 15, 16에 있어서, 211은 로봇 등에 사용되는 편심 요동형 유성 기어 장치로서, 이 유성 기어 장치(211)는, 예를 들면 도시하지 않은 로봇의 아암, 핸드 등에 장착된 대략 원통 형상의 회전 케이스(212)를 가진다. 이 회전 케이스(212)의 내주에서 그 축방향 중앙부에는, 단면이 반원형을 이룬 다수의 핀홈(213)이 형성되고, 이들 핀홈(213)은 축 방향으로 연장되면서 주 방향으로 등 거리 떨어져서 배치되어 있다.

[0140] 214는 다수(핀홈(213)과 같은 수)의 원기둥 형상을 한 핀으로 이루어지는 내톱니로서, 이들 내톱니(214;핀)는 그 거의 반이 핀홈(213) 내에 삽입됨으로써 회전 케이스(212)의 내주에 주 방향으로 등거리 떨어져서 설치되어 있다. 상술한 회전 케이스(212), 내톱니(214;핀)는 전체적으로, 내주(215a)에 복수의 원기둥 형상 핀으로 구성된 내톱니(214)가 설치된 내톱니 기어(215)를 구성한다. 이 결과, 내톱니 기어(215;고정 케이스(212))의 내주(215a)는, 모든 내톱니(214)를 구성하는 핀의 중심을 통과하는 핀원(P) 상 또는 그 극히 근방에 위치하고 있다. 여기서, 상기 내톱니(214;핀)는 25~100개 정도 배치되는데, 30~80개의 범위 내가 바람직하다. 그 이유는, 내톱니(214;핀)의 개수를 상술한 범위 내로 하고, 후술하는 외톱니 기어(218)와 내톱니 기어(215)의 맞물림의 전단(前段)에 감속비가 1/1~1/7인 평기어 감속기를 설치하여 전단과 후단의 감속비를 조합함으로써, 고 감속비를 용이하게 얻을 수 있음과 동시에, 고유 진동수가 높은 고 감속비의 유성 기어 장치를 구성할 수 있기 때문이다.

[0141] 상기 내톱니 기어(215) 내에는 링 형상을 한 복수(여기서는 2개)의 외톱니 기어(218)가 축 방향으로 나란히 수납되고, 이들 외톱니 기어(218)의 외주에는 트로코이드 톱니형, 상세히는 페리트로코이드 톱니형으로 이루어지는 다수의 외톱니(119)가 각각 형성되어 있다. 그리고, 상기 외톱니 기어(218)의 외톱니(219)의 톱니수는 상기 내톱니(214;핀)의 톱니수보다 1개만 적다(톱니수 차가 1임). 이와 같이 내톱니(214;핀)와 외톱니(219)와의 톱니수 차를 1로 한 것은, 이들 톱니수 차가 2이상의 값(G)인 경우와 비교하여, 고 감속비로 할 수 있음과 동시에, 가공 비용을 저감시킬 수 있기 때문이다.

[0142] 여기서, 톱니수 차가 2이상의 값(G)인 외톱니 기어라는 것은, 트로코이드 외톱니 기어의 외형 윤곽을, 외톱니(219) 사이의 피치를 이 G의 값으로 나눈 거리만큼 주방향으로 이동시키면서, 이들 주방향으로 이동한 G개의 외형 윤곽이 서로 겹친 부분을 톱니형으로서 취출한 외톱니 기어를 말하는 것이다(특개평 3-181641호 공보 참조). 그리고, 이들 외톱니 기어(218)와 내톱니 기어(215)는 내접한 상태로 외톱니(219)와 내톱니(214;핀)가 맞물려 있는데, 2개의 외톱니 기어(218)의 최대 맞물림부(맞물림이 가장 깊은 부위)는 180도만큼 위상이 이동되어 있다.

[0143] 각 외톱니 기어(218)에는 적어도 1개, 여기서는 3개의 축 방향으로 관통한 크랭크축 홀(221)이 형성되고, 이들 복수의 크랭크축 홀(221)은 외톱니 기어(218)의 중심축으로부터 반경 방향으로 등거리 떨어지면서, 주 방향으로 등거리 떨어져 있다. 222는 각 외톱니 기어(218)에 형성된 복수(크랭크축 홀(221)과 같은 수인 3개)의 관통홀로서, 이들 관통홀(222)은 크랭크축 홀(221)과 주 방향으로 교대로 배치되면서, 주 방향으로 등거리 떨어져서 배치되어 있다. 그리고, 상기 관통홀(222)은 반경 방향 외측을 향해 주 방향 폭이 넓어진 대략 베이스형을 가지고 있다.

[0144] 225는 회전 케이스(212) 내에 유동 가능하게 끼워져, 도시되지 않은 고정 로봇 부재에 장착된 지지체(캐리어)로서, 이 지지체(225)는 외톱니 기어(218)의 축 방향 양외측에 배치된 한 쌍의 대략 링 형상을 가진 단판부(226, 227)와, 일단이 단판부(226)에 일체적으로 연결되고, 타단이 복수의 볼트(228)에 의해 단판부(227)에 탈착 가능하게 연결된 복수(관통홀(222)과 같은 수인 3개)의 기둥부(229)로 구성되어 있다. 그리고, 상기 단판부(226, 227)끼리를 연결하는 기둥부(229)는 축 방향으로 연장되면서, 외톱니 기어(218)의 관통홀(222) 내에 약간의 틈새를 유지하면서 삽입(유동 가능하게 끼워짐)되어 있다.

[0145] 231은 상기 지지체(225), 상세하게는 단판부(226, 227)의 외주와 회전 케이스(212)의 축 방향 양단부 내주와의 사이에 끼워 장착된 한 쌍의 베어링으로서, 이들 베어링(231)에 의해 내톱니 기어(215)는 지지체(225)에 회전 가능하게 지지된다. 235는 주 방향으로 등각도 떨어져서 배치된 적어도 1개(크랭크축 홀(221)과 같은 수인 3개)의 크랭크 축으로서, 이들 크랭크 축(235)은, 그 축 방향 일단부에 외부로부터 끼워진 원추 롤러 베어링(236) 및 그 축 방향 타단부에 외부로부터 끼워진 원추 롤러 베어링(237)에 의해 지지체(225), 상세하게는 단판부(226, 227)에 회전 가능하게 지지되어 있다.

[0146] 상기 크랭크축(235)은 그 축 방향 중앙부에 크랭크축(235)의 중심축으로부터 등거리만큼 편심된 2개의 편심 캠(238)을 가지고, 이들 편심 캠(238)은 서로 180도만큼 위상이 이동되어 있다. 여기서, 상기 크랭크축(235)의 편심 캠(238)은 외톱니 기어(218)의 크랭크축 홀(221) 내에 각각 유동 가능하게 끼워짐과 동시에, 이들 사이에는

바늘 형상 롤러 베어링(239)이 끼워 장착되고, 이 결과, 상기 외톱니 기어(218)와 크랭크축(235)과의 상대 회전이 허용된다. 또한 각 크랭크축(235)의 축 방향 일단에는 외기어(240)가 고정되고, 이들 외기어(240)에는 도시되지 않은 구동 모터의 출력축(241)의 일단부에 설치된 외기어(242)가 맞물려 있다.

[0147] 그리고, 구동 모터가 작동하여 외기어(240)가 회전하면, 크랭크 축(235)이 자신의 중심축 주위로 회전하고, 이 결과, 크랭크축(235)의 편심 캠(238)이 외톱니 기어(218)의 크랭크축 홀(221) 내에서 편심 회전하고, 외톱니 기어(218)가 편심 요동 회전을 한다. 이때, 서로 맞물려 있는 내톱니(214;핀)와 외톱니(219)와의 접촉점에는, 도 17에 도시한 바와 같이, 외톱니(219)로부터 대응하는 내톱니(214;핀)에 대하여 작용선(S) 방향의 구동 분력(K')이 각각 부여된다.

[0148] 여기서, 상술한 각 구동 분력(K')의 작용선(S)은, 상기 접촉점에서의 톱니면에 수직인 선상에 위치하는데, 이들 복수의 작용선(S)은, 상술한 바와 같이 내톱니(214;핀)가 원기둥 형상을 가지고, 외톱니(219)가 트로코이드 톱니형으로 구성되어 있으므로, 외톱니 기어(218) 상의 한 점, 즉 집합점(C)에서 집합(교차)한다. 그리고, 이와 같은 유성 기어 장치(211)의 내톱니 기어(215)로부터 로봇의 아암 등에 출력되는 출력 토크는, 외톱니(219)와 내톱니(214;핀)의 각 접촉점에서의 구동 분력(K')의 접선 방향 성분에, 내톱니 기어(215)의 중심(O)으로부터 상기 접촉점까지의 거리를 곱한 값의 합계가 된다.

[0149] 그리고 이 실시 형태에 있어서는, 상술한 출력 토크를 증대시키기 위하여, 외톱니 기어(218)의 내톱니 기어(15)에 대한 편심량(H)을, 종래의 제한을 넘어, 내톱니(214)를 구성하는 핀의 반경(R)의 0.5배 이상으로 한 것이다. 이와 같이 편심량(H)을 반경(R)의 0.5배 이상으로 하면, 내톱니 기어(215)의 중심(O)으로부터 집합점(C)까지의 반경 방향 거리(L;편심량(H)에 내톱니(214;핀)의 톱니수(Z)를 곱함으로서 구해짐)를 종래보다 크게, 즉 집합점(C)의 위치를 반경 방향 외측으로 크게 이동시킬 수 있다.

[0150] 이에 따라, 상기 작용선(S)이 외톱니 기어(218)에 대하여 종래보다 접선 방향측으로 크게 경사되어 구동 분력(K')의 접선 방향 성분이 증대되고, 이 결과, 내, 외톱니(214, 219)의 맞물림 톱니수에 변화가 없는 경우에는, 출력 토크가 증대되는 것이다. 단, 상기 편심량(H)이 반경(R)의 1.0배를 넘으면, 외톱니 기어(218)의 편심 요동 회전시에 외톱니(219)와 내톱니(214;핀)가 간섭하는 회전 위치가 발생해 버리므로, 상기 편심량(H)은 반경(R)의 0.5~1.0배의 범위 내이어야만 한다.

[0151] 또한 상술한 바와 같이 내톱니 기어(215)의 중심(O)으로부터 집합점(C)까지의 반경 방향 거리(편심량(H)에 내톱니(214;핀)의 톱니수(Z)를 곱함으로써 구해짐)를 L로 하고, 상기 내톱니(214)를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀원(P)의 반경을 Q로 했을 때, 이들의 비(L/Q)의 값은 0.86~1.00의 범위 내인 것이 바람직하다.

[0152] 그 이유는, 상기 비(L/Q)의 값이 0.86 이상이면, 도 18로부터 명확한 바와 같이, 하중 비율이 거의 일정하게 되어, 동일 토크를 얻기 위하여 외톱니(219)에 걸리는 토크 전달에 관한 하중을 거의 일정하게 최소로 할 수 있다. 0.86 미만이 되면, 하중 비율의 변화가 커져, 외톱니(219)에 걸리는 토크 전달에 관한 하중이 증대되기 때문이고, 한편 상기 비 L/Q의 값이 1.00을 초과하면, 외톱니(219)의 창성(創成)시에 톱니면에 뾰족한 부위가 발생해 버리기 때문이다.

[0153] 여기서, 상술한 그래프는 이하의 제반 요소에 있어서 시뮬레이션을 행하여 구한 것이다. 즉, 각 유성 기어 장치의 내톱니(핀)의 톱니수(Z;개수)를 40, 내톱니(핀)의 직경(D)을 10㎜, 핀 원(P)의 반경(Q)을 120㎜, 외톱니의 톱니수를 39의 일정치로 하는 한편, L/Q의 값을 0.5 내지 1.0의 범위에서 변화시켜, 집합점(C)에 작용하는 구동 분력(K')을 합성한 합력의 접선 방향 성분을 구했다. 여기서, 도 18에는 L/Q의 값이 0.75일 때의 상기 접선 방향 성분을, 하중 비율이 지수 1인 것으로 하여 그래프 표시하고 있다.

[0154] 그리고, 상술한 바와 같이 L/Q의 값이 0.86~1.00의 범위 내에 있을 때, 내톱니(214;핀)의 직경(D;반경(R)×2)을, 핀원(P)의 직경(M;반경(Q)×2)을 외톱니(219)의 톱니 수(U)로 나눈 값, 즉 M/U의 값 근방, 구체적으로는 M/U±2㎜의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 그 이유는, 직경(D)이 M/U의 값 근방이면, 도 19에 도시한 그래프로부터 명확한 바와 같이, 내톱니(214;핀)와 내톱니(219)의 접촉점에서의 헤르츠 응력이, 급격히 증대를 개시하는 점보다 내측이 낮은 값으로 유지되어, 외톱니(219)의 톱니면 수명을 늘릴 수 있기 때문이다.

[0155] 또한 상기 직경(D)은, 헤르츠 응력을 거의 일정한 최소치로 하려면, 도 19로부터 명확한 바와 같이 M/U±0.75㎜의 범위 내가 더욱 바람직하다. 또한 도 19에 도시한 그래프도, 편심량(H)을 2.7㎜으로 한 이외에는, 상기 도 18의 그래프와 동일한 조건으로 내톱니(14;핀)의 직경(D)을 변화시키면서 시뮬레이션을 행하여, 외톱니(19)와 내톱니(14;핀)의 접촉점에서의 헤르츠 응력을 구하고, 직경(D)이 M/U와 동일한 때의 헤르츠 응력치를 지수 1로

하여 표시하고 있다.

[0156] 그리고 상술한 바와 같이 편심량(H)을 반경(R)의 0.5배 이상으로 하면, 내톱니(214;핀)에 양단면이 접촉하는 외톱니(219)가 대형, 즉 톱니 두께, 톱니 길이가 함께 커지기 때문에, 이 외톱니(219)가 거의 핀원(P) 상에 위치하고 있는 내톱니 기어(215;회전 케이스(12))의 내주(215a)를 넘어 침입하고, 이들 사이에서 간섭이 발생한다. 이 때문에, 이 제4 실시예에서는, 상기 외톱니(219)를 톱니끝으로부터 소정량만큼(도 16에 가상선으로 나타내는 부위분 만큼), 외톱니 기어(218)의 중심을 곡률 중심으로 하는 원을 따라 절제하여, 외톱니(219)와 내톱니 기어(215)의 내주(215a)와의 간섭을 회피하도록 하고 있다. 또한 이들 외톱니(219)에서의 절제량은, 내톱니 기어(215)와 외톱니 기어(218)의 최대 맞물림부에 있어서, 절제 후의 외톱니(219)의 선단과, 내톱니 기어(215)의 내주(15a)와의 사이에 아주 작은 틈새가 발생하는 정도가 바람직하다.

[0157] 또한 상술한 바와 같이 각 외톱니(219)를 부분적으로 절제한 경우에 있어서, 절제 후의 어느 1개의 외톱니(219)에서의 회전 방향 전측 엣지(219a)와 회전 방향 후측 엣지(219b) 사이의 거리를 E로 하면서, 인접하는 2개의 외톱니(219)에서의 회전 방향 전측 엣지(219a)와 회전 방향 후측 엣지(219b) 사이의 거리를 F로 했을 때, 상기 거리(E)를 거리(F)보다 크게 하는 것이 바람직하다. 그 이유는, 이와 같이 하면, 외톱니(219)의 구부림 강성이 높아지고, 또한 외톱니의 가공을 용이하게 할 수 있기 때문이다.

[0158] 그리고 상술한 바와 같이 각 외톱니(219)를 톱니끝으로부터 소정량만큼 절제하면, 내톱니(214;핀)와 외톱니(219)는 그 일부에서만, 상술한 L/Q의 값이 1.0일 때에도 약 1/3, 이 제4 실시예에서는 약 3/4에서만 맞물리게 되므로, 남은 약 1/4의 내톱니(214;핀)은 외톱니(219)에 접촉하지 않고 핀홈(213)으로부터 빠져나오려고 한다. 이 때문에, 이 제4 실시예에서는 상기 베어링(231)의 아우터레이스(231a)의 내단면에 상기 내톱니(214;핀)의 양단부가 삽입되는 삽입홀(231b)을 형성하고, 이에 따라 내톱니(214;핀)가 핀홈(213)으로부터 빠져나오는 것을 방지하도록 하고 있다. 그리고 이때, 외톱니(219)로부터 내톱니(214;핀)에 대하여 약 3/8의 범위에서 구동력이 전달된다.

[0159] 상술한 삽입홀(231b)은 전체적으로, 외톱니(219)에 접촉하고 있지 않은 내톱니(214;핀)가 핀 홈(213)으로부터 빠져나오는 것을 방지하는 규제 수단(243)을 구성한다. 또한 상술한 규제 수단(243)으로서, 삽입홀(231b) 대신에, 아우터레이스(231a)의 내단면에 형성되고, 폭이 내톱니(214;핀)의 직경과 동일한 원주홈을 이용하거나, 혹은 상기 2개의 외톱니 기어(218) 사이에 배치되고, 외주가 모든 내톱니(214;핀)에 접촉하는 1개의 핀 누름 링을 이용해도 무방하다.

[0160] 다음으로, 이 발명의 제4 실시예의 작용에 대하여 설명한다.

[0161] 여기서, 구동 모터가 작동하여 크랭크축(235)이 자신의 중심축 주위로, 동일 방향, 동일 속도로 회전하고 있는 것으로 한다. 이때, 크랭크축(235)의 편심캠(238)이 외톱니 기어(218)의 크랭크축 홀(221) 내에서 편심 회전하여 외톱니 기어(218)를 편심 요동 회전시키는데, 상기 외톱니 기어(218)의 외톱니(219)의 톱니수가 내톱니(214;핀)의 수보다 1개만 적으므로, 회전 케이스(212) 및 로봇의 아암 등은 외톱니 기어(218)의 편심 요동 회전에 의해 저속으로 회전한다.

[0162] 여기서 상술한 바와 같이 편심량(H)을 반경(R)의 0.5배 이상으로 했으므로, 내톱니 기어(215)의 중심(O)으로부터 집합점(C)까지의 거리(L)가 종래보다 크게, 즉 집합점(C)의 위치를 반경 방향 외측으로 크게 이동시킬 수 있어, 이에 따라 상기 작용선(S)이 외톱니 기어(218)에 대하여 종래보다 접선 방향측으로 크게 경사되고, 구동 분력(K')의 접선 방향 성분이 증대하여, 출력 토크가 증대하는 것이다.

[0163] (제5 실시예)

[0164] 도 20, 21은, 이 발명의 제5 실시예를 나타낸 도이다. 이 제5 실시예에서는, 상기 제4 실시예와 같이 외톱니(219)의 절제를 행하지 않고, 인접하는 내톱니(214;핀) 사이의 내톱니 기어(215;회전 케이스(212))의 내주(215a) 및 각 내톱니(214;핀)의 주위의 내주(215a)를 소정 깊이, 여기서는 내톱니(214;핀)의 반경(R)에 거의 동등한 깊이만큼 절제하여, 외톱니(219)와 내톱니 기어(215;회전 케이스(212))의 내주(215a)와의 간섭을 회피하도록 하고 있다. 여기서, 이 내주(215a)의 절제량은 외톱니(219)의 상기 침입량에 맞춰 적절히 결정하면 된다.

[0165] 이 결과, 각 내톱니(214;핀)의 반경 방향 외단은 절제 후의 내톱니 기어(215)의 내주(215a)에 선접촉하고, 이에 따라 각 내톱니(214;핀)에 부여되는 구동 분력(K')의 반경 방향 성분은 회전 케이스(212)가 수용한다. 이때, 핀홈(213)이 존재하지 않게 되므로, 각 내톱니(214;핀)은 자유롭게 이동할 수 있게 된다. 이 때문에 이 제5 실시예에 있어서는, 베어링(231)과 외톱니 기어(218)와의 사이에, 내톱니(214;핀)의 양단부가 삽입되는 삽입홀(245)이 형성된 규제 수단으로서의 2개의 핀 누름 링(246)을 끼워 장착하면서, 이들 2개의 핀 누름 링(246)을 내톱

니 기어(215)에 회전 불필요하게 고정하여, 상술한 내톱니(214;핀)의 이동을 규제하도록 하고 있다. 또한 다른 구성, 작용은 상기 제4 실시예와 동일하다.

[0166] 또한 상술한 제4 실시예에 있어서는, 외톱니 기어(218)에 복수(3개)의 크랭크축 홀(221)을 형성하면서, 각 크랭크축 홀(221)에 동일 방향으로 등속 회전하는 크랭크축(235)을 각각 삽입하여 외톱니 기어(218)를 편심 요동 회전시키도록 했는데, 이 발명에 있어서는, 외톱니 기어(218)의 중심축 상에 형성된 1개의 크랭크축 홀에 1개의 크랭크축을 삽입하여, 이 크랭크축의 회전에 의해 외톱니 기어를 편심 요동 회전시키도록 해도 무방하다. 이 경우에는, 지지체의 기둥부는 관통홀의 내주에 선접촉할 필요가 있다.

[0167] 또한 상술한 제4 실시예에 있어서는, 지지체(225)를 고정하고 내톱니 기어(215)를 저속 회전시키도록 했으나, 이 발명에서는 내톱니 기어를 고정하고 지지체를 저속 회전시키도록 해도 무방하다. 또한 이 발명에서는, 상기 유성 기어 장치(211)의 전단(前段)에 감속비가 1/7보다 작은 (1/1에 가까운) 평(平)기어 감속기를 설치하여 2단으로 감속하도록 해도 무방하다. 이와 같이 하면, 고유 진동수가 높은 고 감속비의 기어 장치를 얻을 수 있다. 또한 상술한 제4 실시예에 있어서는, 외톱니(219)를 톱니끝으로부터 소정량만큼, 제5 실시예에 있어서는 내톱니(214;핀) 사이의 내톱니 기어(215;회전 케이스(212))의 내주(215a)를 소정 깊이만큼 절제하도록 했으나, 이 발명에서는 외톱니 및 내톱니 기어의 내주의 쌍방을 절제하도록 해도 무방하다.

산업상 이용 가능성

[0168] 상기 청구항 1, 2에 관한 발명에 있어서는, 내톱니를 구성하는 핀의 직경(D)을 내톱니의 일정 피치(P)로 나눈 비율을, 외톱니의 톱니끝이 내톱니 기어의 내주를 반경 방향 외측으로 넘어가기까지 작게 했으므로, 상기 내톱니(핀)의 직경(D)이 종래보다 소경(小經)이 되고, 이에 따라 외톱니 기어의 외톱니의 톱니 바닥이 반경 방향 외측으로 이동하고, 이 결과, 관통홀의 반경 방향 외측에 위치하는 브릿지부의 두께(최소 두께)가 종래보다 두꺼워져서 구부림 강성이 높아진다.

[0169] 이에 따라, 구동 분력의 반력이 거의 반경 방향으로 작용했을 때의 브릿지부, 외톱니에서의 탄성 변형이 억제되어 외톱니의 톱니면 수명을 늘릴 수 있으면서, 고유 진동수가 높아져서 진동 특성, 제어성을 향상시킬 수 있다.

[0170] 여기서, 상술한 바와 같이 구성하면, 외톱니가 내톱니 기어의 내주에 간섭하나, 청구항 1에 관한 발명에 있어서는, 적어도 내톱니 기어의 내주를 넘어간 부위의 외톱니를 절제함으로써, 또한 청구항 2에 관한 발명에 있어서는, 인접하는 내톱니 사이의 내톱니 기어의 내주를 상기 외톱니가 내주를 넘어간 양 이상의 깊이만큼 절제함으로써, 이와 같은 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 하고 있다.

[0171] 또한 청구항 3에 기재된 바와 같이 구성하면, 토크 전달에 가장 큰 역할을 다하고 있는 변곡점을 남김으로써 전달 토크의 저감을 억제할 수 있으면서, 외톱와 내톱니와의 미끄러짐이 적은 부위를 남김으로써 소음, 발열을 저감시킬 수 있다.

[0172] 또한 청구항 4에 기재된 바와 같이 구성하면, 내톱니와 외톱니와의 접합점에서의 헤르츠 응력을 낮은 값으로 유지할 수 있어, 외톱니의 톱니면 수명을 더 늘릴 수 있다.

[0173] 또한, 청구항 5에 기재된 바와 같이 구성하면, 톱니면에 뾰족한 부위가 발생하는 것을 방지하면서, 출력 토크를 증대시킬 수 있다.

[0174] 또한 청구항 6에 기재된 바와 같이 구성하면, 각 외톱니로부터 대응하는 내톱니에 대하여 부여되는 구동 분력의 반력(K)의 작용선(S)이 서로 겹치는 집합점(C)을, 모든 관통홀의 반경 대향 외단을 통과하는 외단 통과원(G)보다 반경 방향 외측에 위치시키도록 했으므로, 집합점(C)이 관통홀의 중심을 통과하는 반경 방향선 상에 위치하게 되었을 때, 모든 반력(K)의 작용선(S)도 관통홀에 대하여 종래보다 접선 방향측으로 경사되어, 브릿지부의 연장 방향으로 가까이 다가가게 된다. 이 결과, 얇고 강성이 낮은 브릿지부 및 이 브릿지부 근방의 외톱니의 탄성 변형이 억제되어, 외톱니의 톱니면 수명이 늘어나는 것이다.

[0175] 게다가, 상기 집합점(C)이 상술한 바와 같이 외단 통과원(G)보다 반경 방향 외측에 위치하고 있으면, 상기 각 반력(K)의 접선 방향 성분을 관통홀의 공동(空洞) 부분이 아니라, 접선 방향 강성이 높은 브릿지부가 수용하게 되므로, 관통홀의 변형을 억제할 수 있다. 단, 상기 집합점(C)이 내톱니를 구성하는 모든 핀의 중심을 통과하는 핀원(P)보다 반경 방향 외측에 위치하면, 외톱니의 톱니면에 뾰족한 부분이 발생하므로, 상기 집합점(C)은 외단 통과원(C)과 핀원(P)과의 사이에 위치해 있지 않으면 안된다.

[0176] 여기서, 상기 집합점(C)이 핀원(P)과 톱니바닥원(M)과의 사이에 위치하고 있을 때에는, 일부의 반력(K)이 외톱니 기어에 대하여 거의 접선 방향으로 연장되고, 그 결과, 이와 같은 반력(K)에 의해 외톱니가 구부림 변형될 우려가 있으나, 청구항 7에 기재된 바와 같이 상기 집합점(C)을 톱니바닥원(M)과 외단 통과원(G)과의 사이에 위치시키도록 하면, 이와 같은 사태를 방지할 수 있다.

[0177] 또한 청구항 8에 기재된 바와 같이 구성하면, 톱니수 차를 2이상으로 한 경우와 비교하여 고 감속비로 할 수 있음과 동시에, 가공 비용을 저감시킬 수 있다.

[0178] 청구항 9에 관한 발명에 있어서는, 편심량(H)을 반경(R)의 0.5배 이상으로 했으므로, 이 편심량(H)에 내톱니의 톱니수(Z)를 곱하여 구해지는, 내톱니 기어의 중심(O)으로부터 집합점(C)까지의 반경 방향 거리(L)를 종래보다 크게, 즉 집합점(C)을 반경 방향 외측으로 크게 이동시킬 수 있다. 이에 따라, 구동 분력(K')의 작용선(S)이 외톱니 기어에 대하여 접선 방향측으로 크게 경사되어, 구동 분력(K')의 접선 방향 성분이 증대되고, 이에 따라 내, 외톱니의 맞물림 톱니수에 변화가 없는 경우에는, 출력 토크가 증대되는 것이다.

[0179] 여기서, 상술한 바와 같이 편심량(H)을 반경(R)의 0.5배 이상으로 하면, 외톱니의 톱니끝이 내톱니 기어의 내주에 간섭하는데, 각 외톱니를 톱니끝으로부터 소정량만큼 절제함으로써, 이와 같은 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 하고 있다. 한편, 청구항 10에 관한 발명에 있어서는, 인접하는 내톱니 사이의 내톱니 기어 내주를 소정 깊이만큼 절제하여, 외톱니와 내톱니 기어의 내주와의 간섭을 회피하도록 하고 있다. 또한 상기 편심량(H)이 반경(R)의 1.0배를 넘으면, 상술한 어떠한 경우도 외톱니 기어의 편심 요동 회전시에 외톱니와 내톱니가 간섭하는 회전 위치가 발생해 버리므로, 편심량(H)은 반경(R)의 1.0배 이하이지 않으면 안된다.

[0180] 또한 청구항 11에 기재한 바와 같이 구성하면, 톱니면에 뾰족한 부위가 발생하는 것을 방지하면서, 강력하게 출력 토크를 증대시킬 수 있다.

[0181] 또한 청구항 12에 기재된 바와 같이 구성하면, 외톱니의 구부림 강성이 높아지고, 또한 외톱니의 가공을 용이하게 할 수 있다.

[0182] 이 발명은, 내톱니 기어에 맞물리는 외톱니 기어를 크랭크축에 의해 편심 요동시키도록 한 편심 요동형 유성 기어 장치에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 제1 실시예를 나타내는 측면 단면도.

[0019] 도 2는 도 1의 I-I 화살 표시 단면도.

[0020] 도 3은 외톱니에 부여되는 반력(K) 및 그 작용선(S)을 나타내는 설명도.

[0021] 도 4는 도 3의 U부의 확대도.

[0022] 도 5는 내톱니(핀)의 직경(D)과 헤르츠 응력비와의 관계를 나타내는 그래프.

[0023] 도 6은 L/R의 값과 하중 비율과의 관계를 나타내는 그래프.

[0024] 도 7은 본 발명의 제2 실시예를 나타내는 도 1과 동일한 단면도.

[0025] 도 8은 본 발명의 제2 실시예를 나타내는 도 2와 동일한 단면도.

[0026] 도 9는 본 발명의 제3 실시예를 나타내는 측면 단면도.

[0027] 도 10은 도 9의 Ⅱ-Ⅱ 화살 표시 단면도.

[0028] 도 11은 내톱니와 외톱니와의 맞물림 상태를 나타내는 도 10과 동일한 단면도.

[0029] 도 12는 구동 분력(반력(K))의 작용선(S)이 집합점(C)에 집합하고 있는 상태를 설명하는 설명도.

[0030] 도 13은 하중 비율과 L/Q의 값과의 관계를 나타내는 그래프.

[0031] 도 14는 이 발명의 제4 실시예를 나타내는 측면 단면도.

[0032] 도 15는 도 14의 Ⅲ-Ⅲ 화살 표시 단면도.

[0033] 도 16은 내톱니와 외톱니와의 맞물림 상태를 나타내는 도 15와 동일한 단면도.

[0034] 도 17은 내톱니에 부여되는 구동 분력(K') 및 그 작용선(S)을 나타내는 설명도.

[0035] 도 18은 L/Q의 값과 하중 비율과의 관계를 나타내는 그래프.

[0036] 도 19는 내톱니(핀)의 직경(D)과 헤르츠 응력비와의 관계를 나타내는 그래프.

[0037] 도 20은 이 발명의 제5 실시예를 나타내는 도 14와 동일한 단면도.

[0038] 도 21은 이 발명의 제5 실시예를 나타내는 도 15와 동일한 단면도.

[0039] 도 22는 배경 기술의 일례를 나타내는 도 2와 동일한 단면도.

[0040] 도 23은 배경 기술에서 설명한 구동 분력(반력(K))의 작용선(S)이 집합점(C)에 집합하고 있는 상태를 설명하는 설명도.

[0041] (도면의 주요 부분에 대한 참조 부호의 설명)

[0042] 11, 111, 211 : 유성 기어 장치

[0043] 14, 114, 214 : 내톱니(핀)

[0044] 15, 115, 215 : 내톱니 기어

[0045] 15a : 내주

[0046] 18, 118, 218 : 외톱니 기어

[0047] 19, 119, 219 : 외톱니

[0048] 21, 121, 221 : 크랭크축 홀

[0049] 22, 122, 222 : 관통홀

[0050] 25, 125, 225 : 지지체

[0051] 29, 129, 229 : 기둥부

[0052] 35, 135, 235 : 크랭크축

[0053] 45a: 회전 방향 전측 에지

[0054] 45b : 회전 방향 후측 에지

[0055] 46a : 회전 방향 전측 에지

[0056] 46b : 회전 방향 후측 에지

[0057] P : 핀 원

[0058] G : 외단 통과원

[0059] M : 톱니 바닥원

[0060] C : 집합점

[0061] S : 작용선

[0062] K : 구동 분력의 반력

[0063] H : 편심량

[0064] K' : 구동 분력

[0065] R : 핀 반경

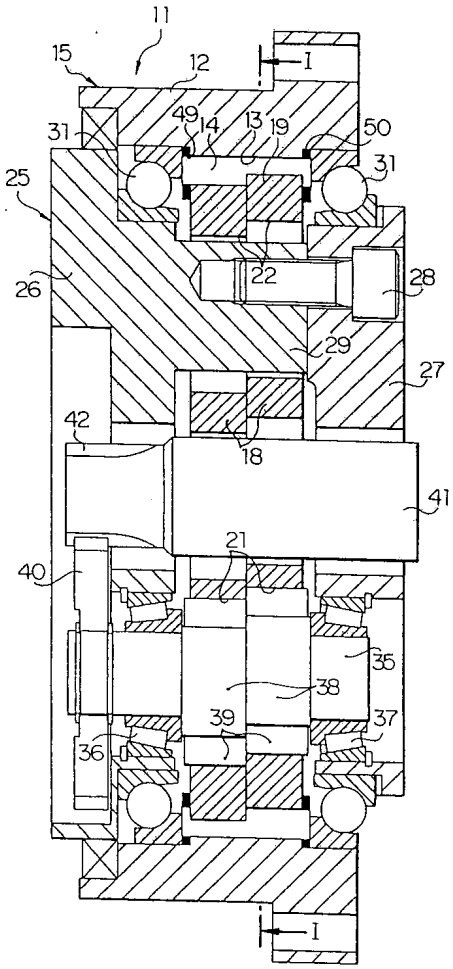
[0066] Q : 핀원 반경

[0067] E : 거리

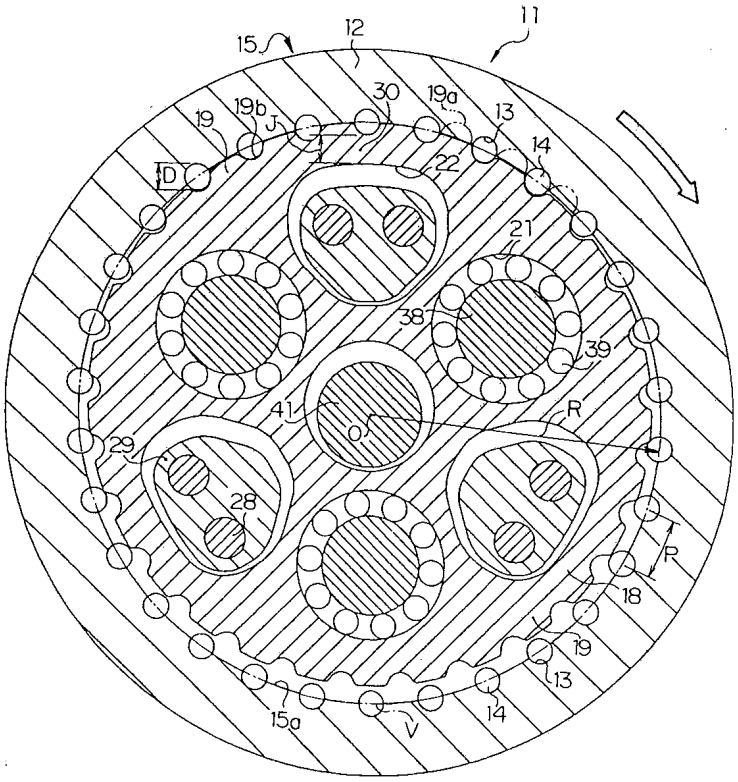
[0068] F : 거리

도면

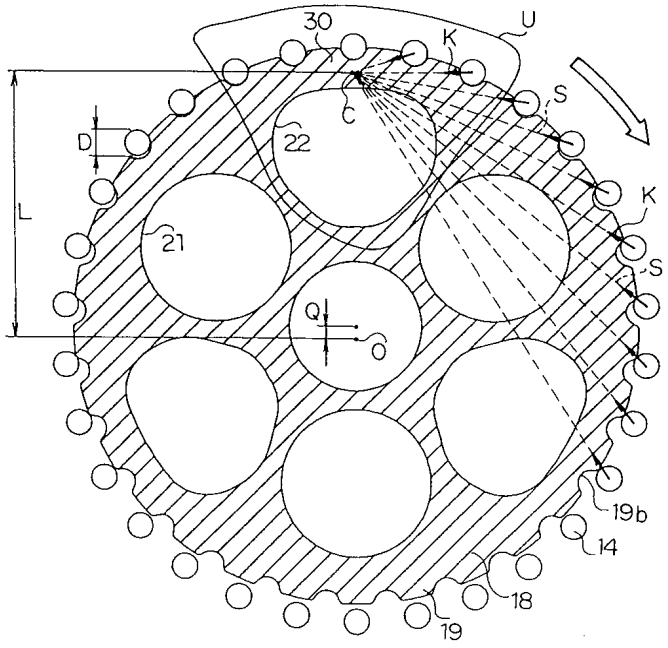
도면1


11
15
12
I
49
14
13
19
50
31
31
25
22
28
26
29
27
42
18
41
21
40
35
38
39
37
36
I

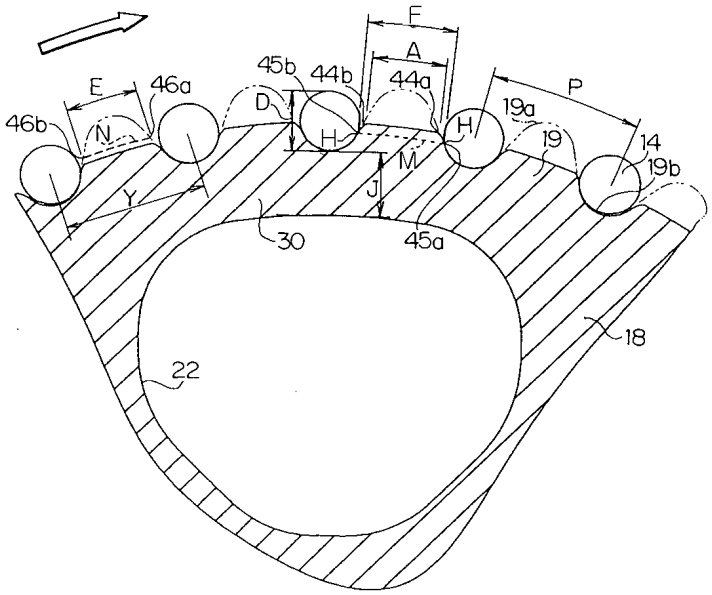
도면2


11
12
15
30
19a
13
14
19b
19
J
D
22
21
38
39
41
O
R
29
28
R
18
19
13
14
15a
V

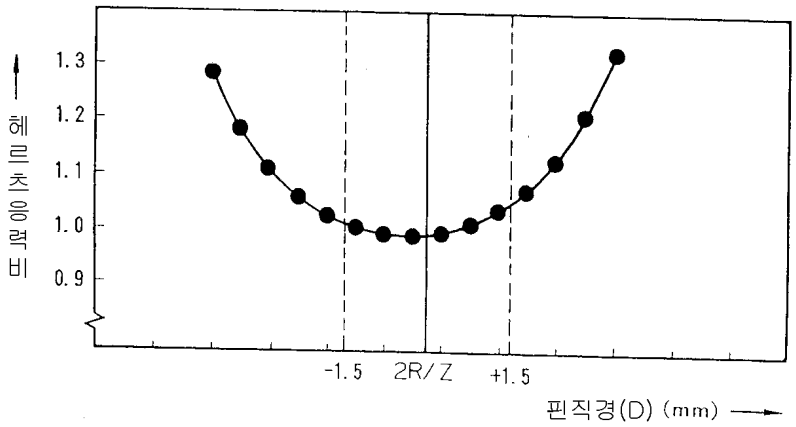
도면3


30
U
K
C
S
D
22
L
21
K
S
Q
O
19b
14
18
19

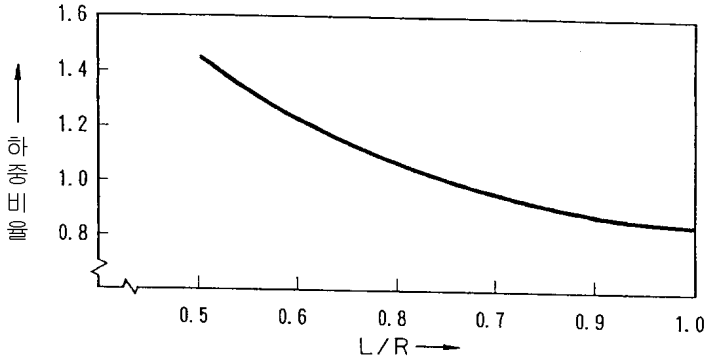
도면4


F
A
45b
44b
44a
E
46a
D
P
19a
46b
N
H
H
19
14
19b
M
J
Y
30
45a
18
22

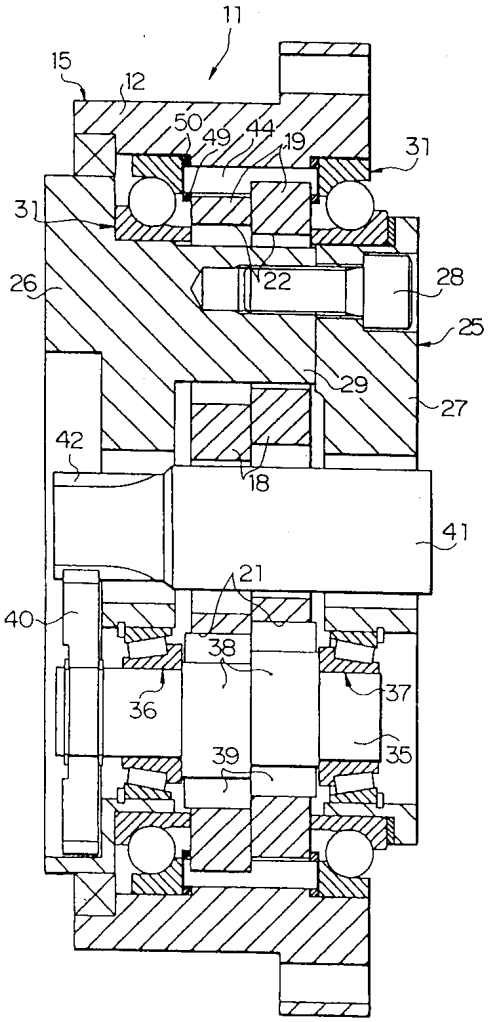
도면5


헤르츠응력비
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
-1.5
2R/Z
+1.5
핀직경(D) (mm)

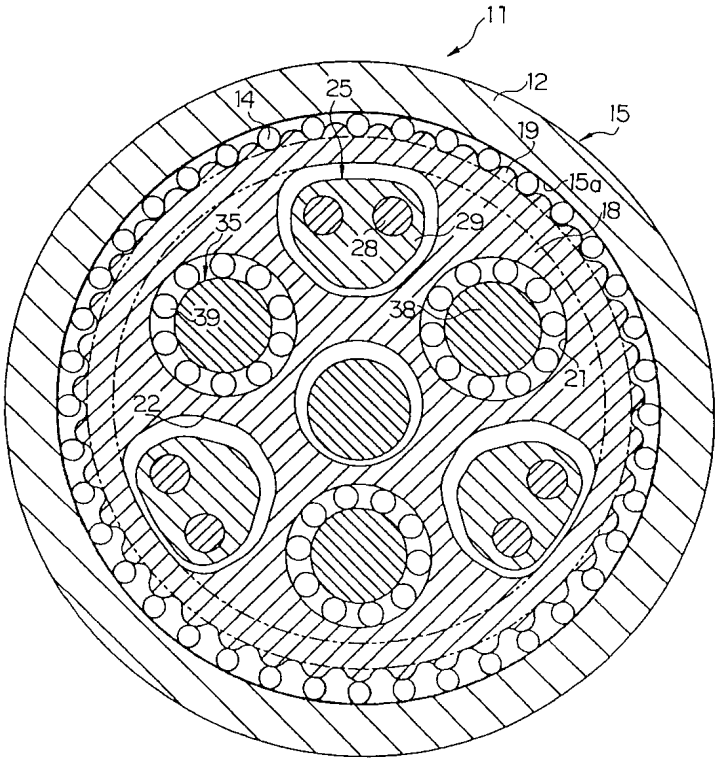
도면6


1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
하중비율
0.5
0.6
0.8
0.7
0.9
1.0
L/R

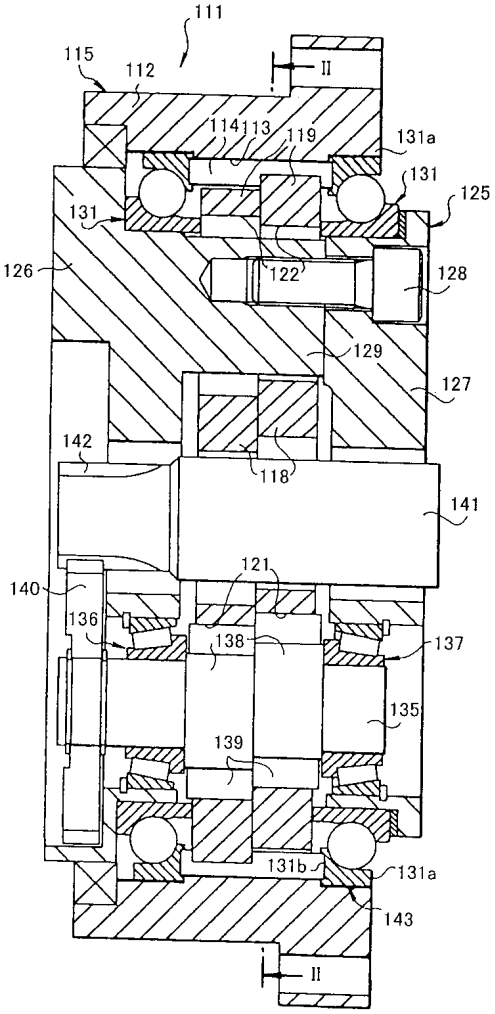
도면7


11
15
12
50
49
44
19
31
31
22
28
26
25
29
27
42
18
41
21
40
38
37
36
35
39

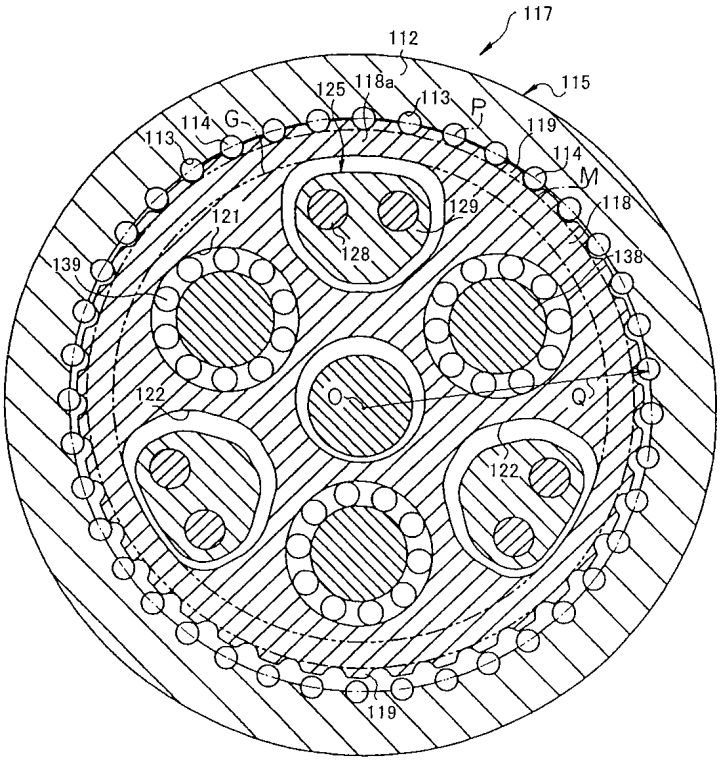
도면8



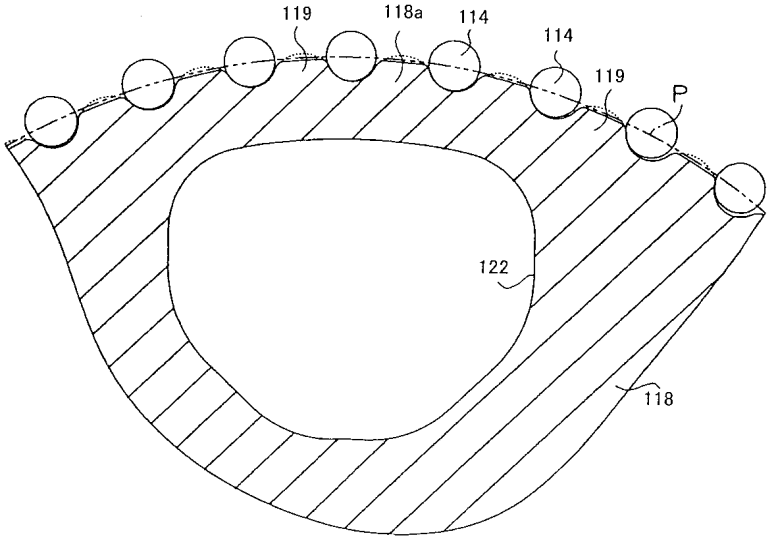
도면9


111
115
112
II
114
113
119
131a
131
125
131
126
122
128
129
127
142
118
141
121
140
136
138
137
135
139
131b
131a
143
II

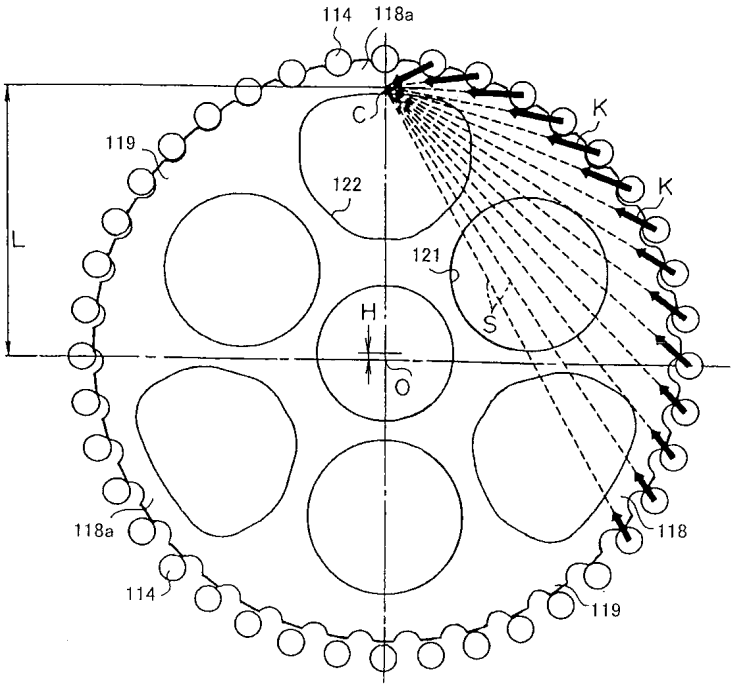
도면10


117
112
115
125
118a
113
P
114
G
113
119
114
M
118
129
121
128
139
138
122
O
Q
122
119

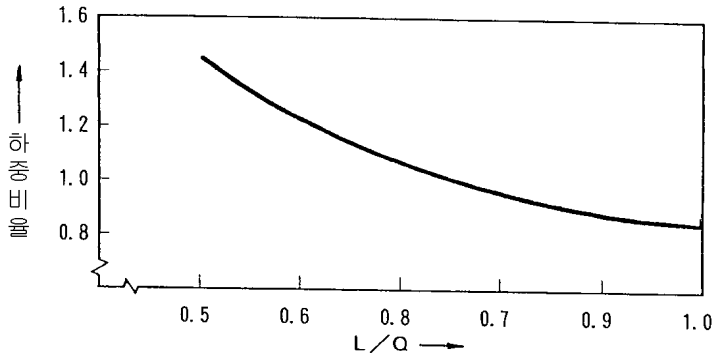
도면11


119
118a
114
114
119
P
122
118

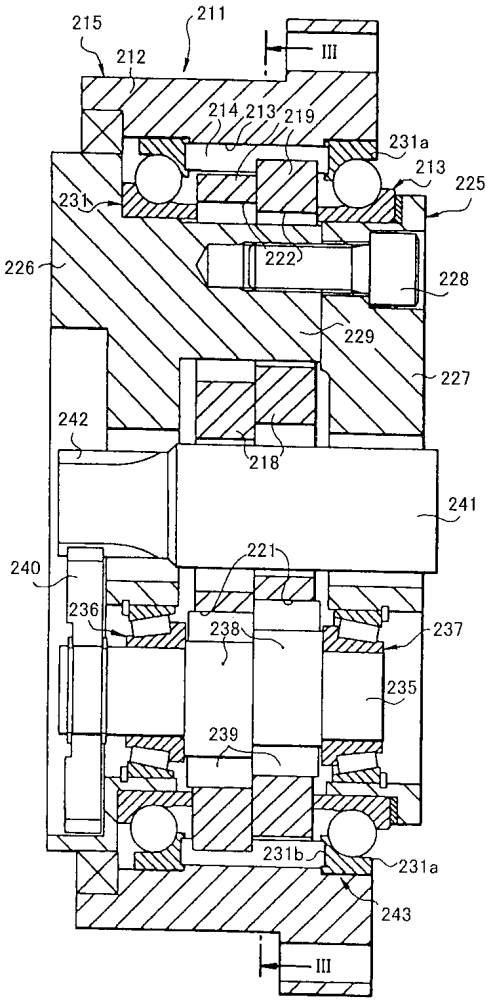
도면12


114
118a
C
K
K
119
122
L
121
H
S
O
118a
118
114
119

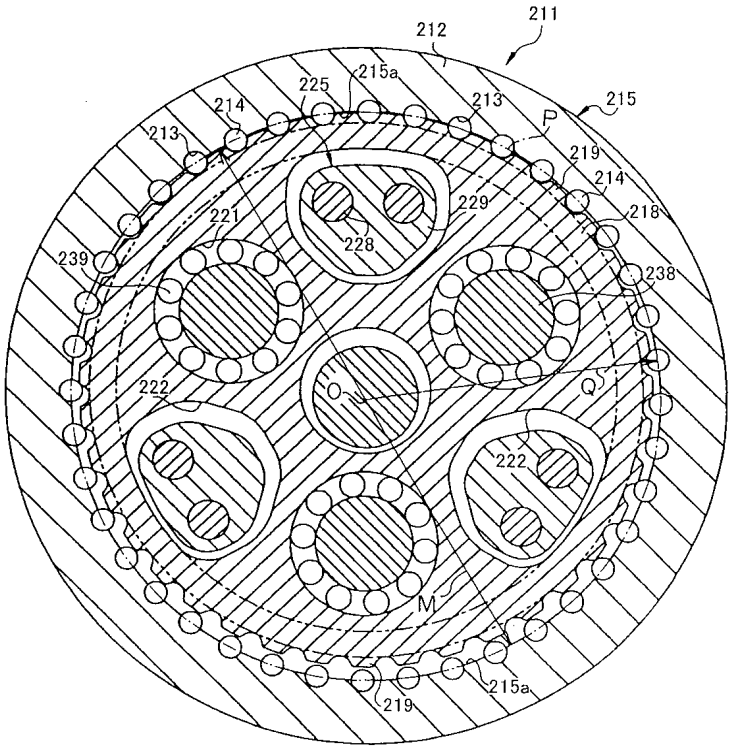
도면13


1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
하중비율
0.5
0.6
0.8
0.7
0.9
1.0
L/Q

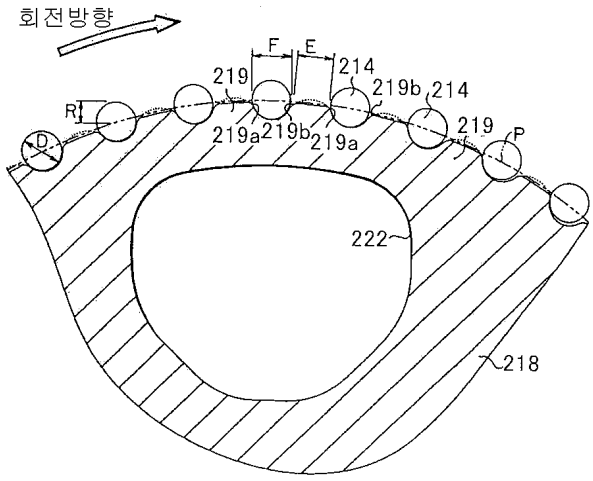
도면14


215
211
212
III
214
213
219
231a
213
225
231b
222
226
228
229
227
242
218
241
221
240
236
238
237
235
239
231b
231a
243
III

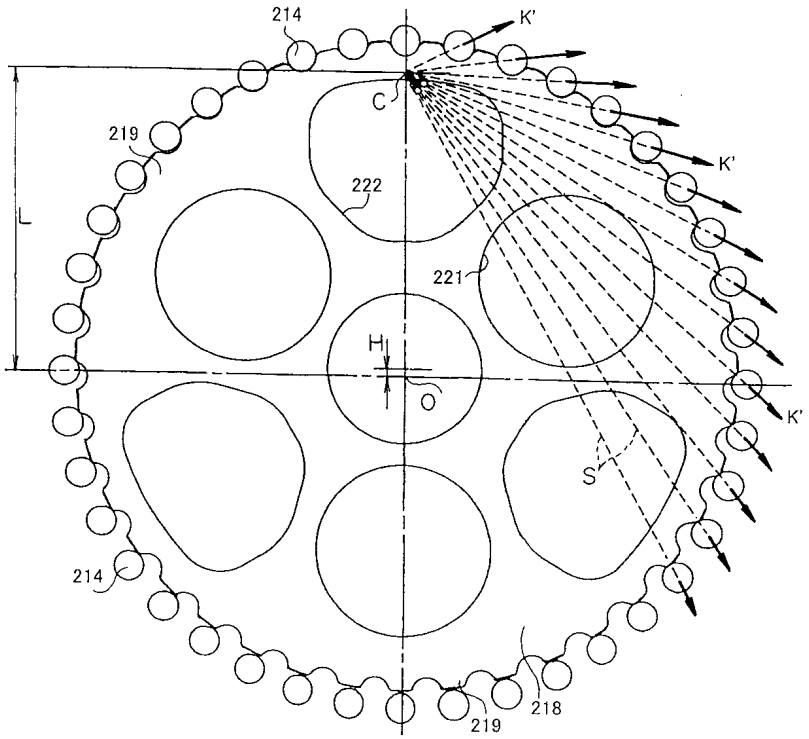
도면15


211
212
215a
225
214
213
215
P
213
219
214
218
221
229
228
239
238
222
O
Q
222
M
215a
219

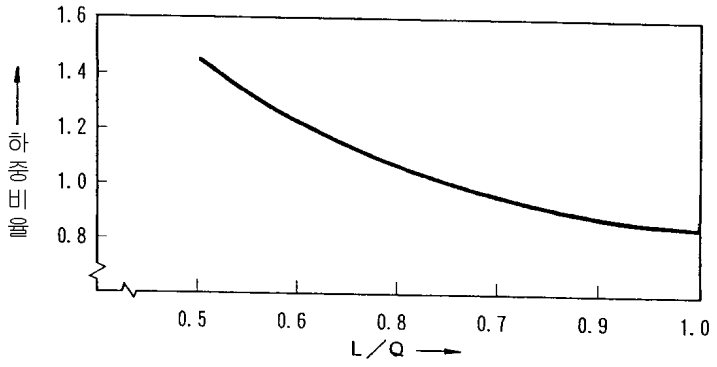
도면16


회전방향
F
E
219
214
219b
214
R
219a
219b
219a
219
P
D
222
218

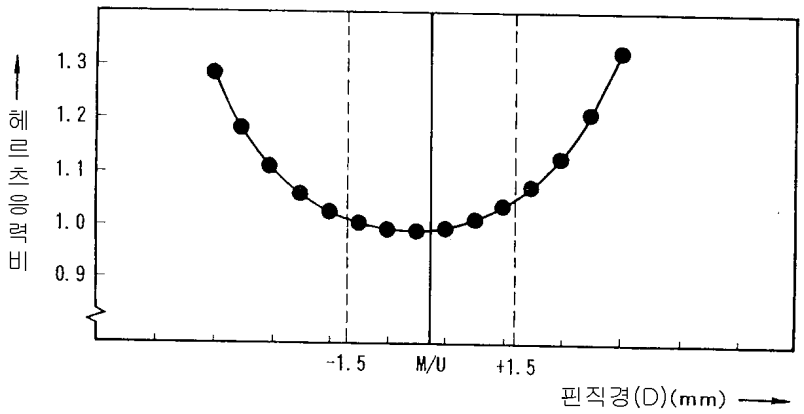
도면17


214
K'
C
219
222
K'
L
221
H
O
K'
S
214
218
219

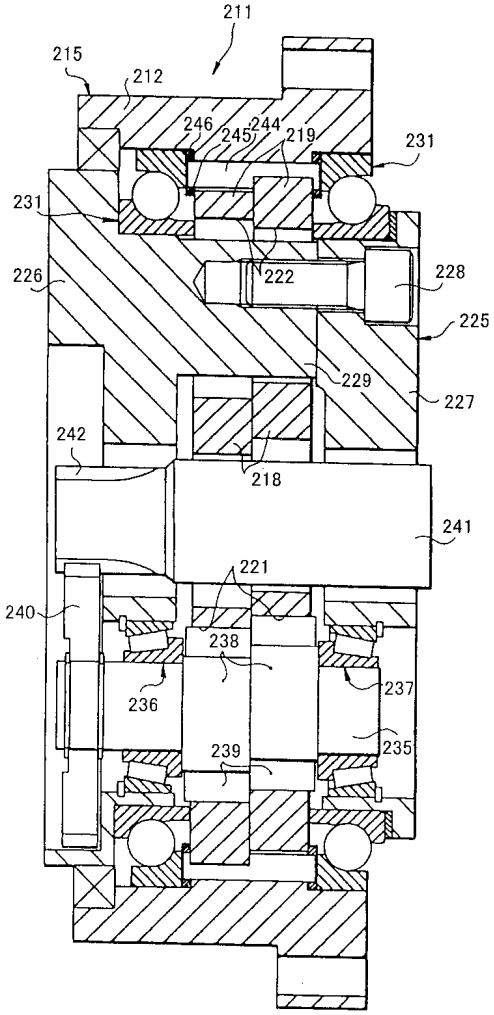
도면18


1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
하중비율
0.5
0.6
0.8
0.7
0.9
1.0
L/Q

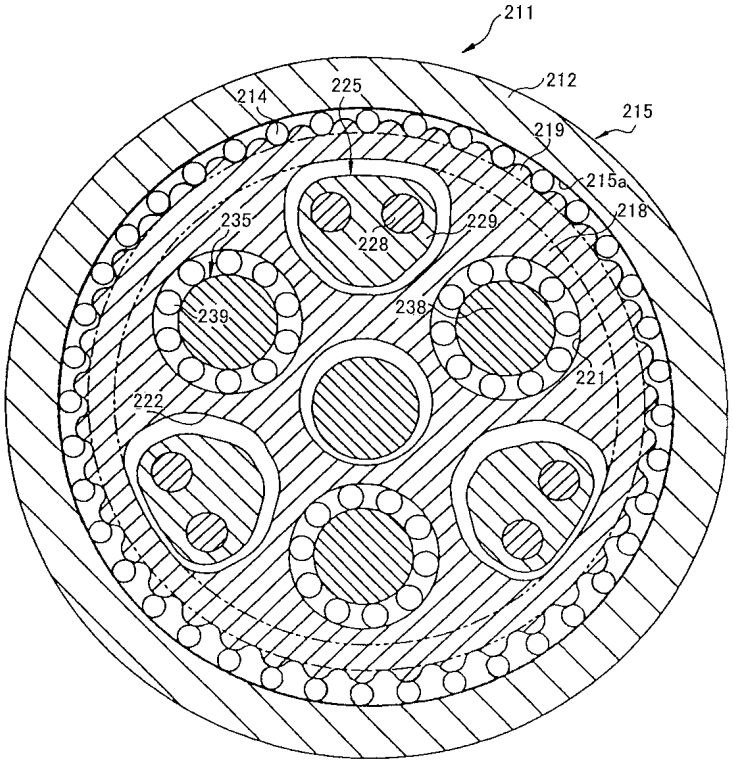
도면19


헤르츠응력비
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
-1.5
M/U
+1.5
핀직경(D)(mm)

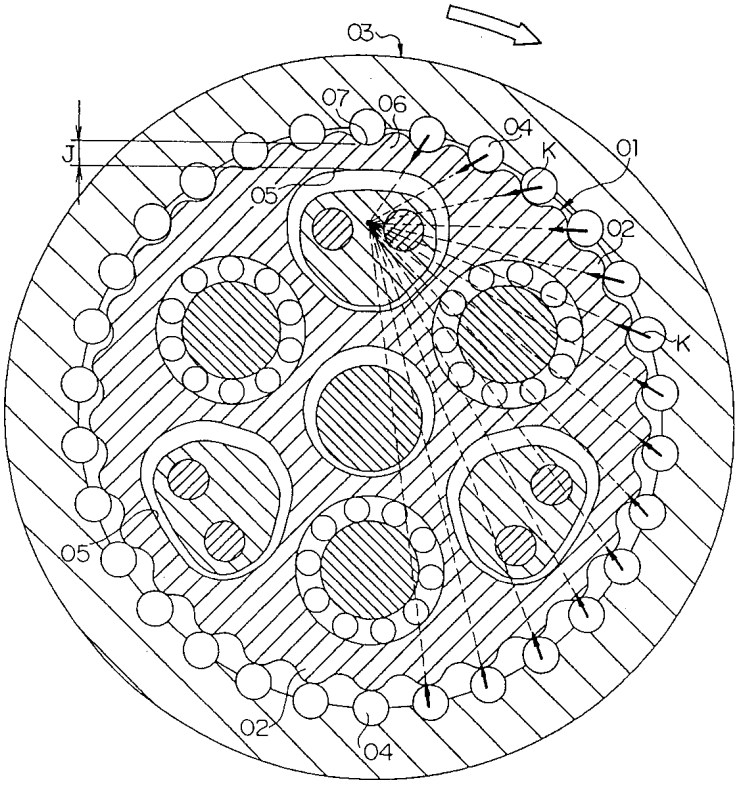
도면20


211
215
212
246
245
244
219
231
231
226
222
228
225
229
227
242
218
241
221
240
238
237
236
239
235

도면21


211
212
214
225
215
219
215a
218
235
228
229
239
238
221
222

도면22


03
07
06
04
K
01
J
05
02
K
05
02
04

도면23

