(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0033120
(43) 공개일자 2022년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16H 1/32 (2006.01) *B25J 9/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16H 1/32 (2013.01)
B25J 9/102 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0115100
(22) 출원일자 2020년09월09일
심사청구일자 2020년09월09일

(71) 출원인
네이버랩스 주식회사
경기도 성남시 분당구 정자일로 95, 18층(정자동, 1784사옥)
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김용재
충청남도 천안시 서북구 월봉로 131, 103동 801호(쌍용동, 용암마을아파트)
윤성호
경기도 고양시 일산서구 강선로 142, 1708동 1402호(일산동, 후곡마을17단지 태영아파트)
서지원
서울특별시 중랑구 봉화산로 216, 403동 2002호(신내동, 동성아파트)
(74) 대리인
특허법인아이피랩

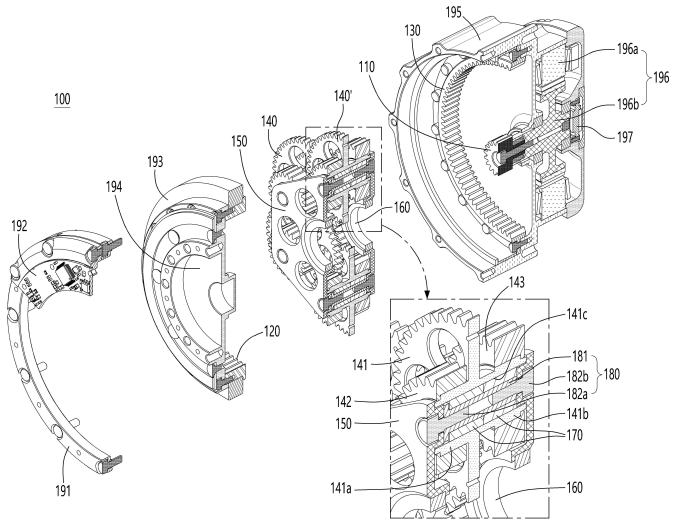
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **유성기어 구동기**

(57) 요 약

본 발명은, 태양기어; 상기 태양기어와 동심으로 배치되는 회전내접기어; 상기 태양기어와 동심으로 배치되는 고정내접기어; 복수의 컴파운드 유성기어; 및 상기 복수의 컴파운드 유성기어와 각각 상대 회전 가능하게 연결되는 캐리어를 포함하며, 상기 복수의 컴파운드 유성기어는, 상기 태양기어와 맞물리는 제1유성기어; 상기 제1유성기어의 일측에 배치되어 상기 회전내접기어와 맞물리고, 상기 제1유성기어보다 기어 잇수가 적은 제2유성기어; 및 상기 제1유성기어의 타측에 배치되어 상기 고정내접기어와 맞물리고, 상기 제1유성기어보다 기어 잇수가 적은 제3유성기어를 구비하며, 상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 어느 하나는 상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 다른 하나와 두께방향으로 오버랩되도록 배치되는 유성기어 구동기를 개시한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
F16H 2001/325 (2013.01)
F16H 2200/2005 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

태양기어;

상기 태양기어와 동심으로 배치되는 회전내접기어;

상기 태양기어와 동심으로 배치되는 고정내접기어;

복수의 컴파운드 유성기어; 및

상기 복수의 컴파운드 유성기어와 각각 상대 회전 가능하게 연결되는 캐리어를 포함하며,

상기 복수의 컴파운드 유성기어는,

상기 태양기어와 맞물리는 제1유성기어;

상기 제1유성기어의 일측에 배치되어 상기 회전내접기어와 맞물리고, 상기 제1유성기어보다 기어 잇수가 적은 제2유성기어; 및

상기 제1유성기어의 타측에 배치되어 상기 고정내접기어와 맞물리고, 상기 제1유성기어보다 기어 잇수가 적은 제3유성기어를 구비하며,

상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 어느 하나는 상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 다른 하나와 두께방향으로 오버랩되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 어느 하나의 상기 제1유성기어는 상기 다른 하나의 상기 제1유성기어와 두께방향으로 오버랩되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 어느 하나의 상기 제1유성기어는 상기 어느 하나의 상기 제3유성기어로부터 일정 간격을 두고 이격되게 배치되어, 상기 어느 하나의 상기 제3유성기어와 함께 제1이격부를 한정하며,

상기 다른 하나의 상기 제1유성기어는 상기 다른 하나의 상기 제2유성기어로부터 일정 간격을 두고 이격되게 배치되어, 상기 다른 하나의 상기 제2유성기어와 함께 제2이격부를 한정하는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 어느 하나의 상기 제1유성기어의 일부는 상기 제2이격부 내에 배치되고,

상기 다른 하나의 상기 제1유성기어의 일부는 상기 제1이격부 내에 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 어느 하나의 상기 제1유성기어는 상기 다른 하나의 상기 제2 또는 제3유성기어 중 적어도 하나와 두께방향으로 오버랩되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제1유성기어의 일부는 상기 고정내접기어와 상기 회전내접기어 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 7

제1항에 있어서.

상기 태양기어는 상기 어느 하나의 상기 제1유성기어 및 상기 다른 하나의 상기 제1유성기어와 반경방향으로 오버랩되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 회전내접기어의 기어 잇수는 상기 고정내접기어의 기어 잇수보다 적으며,

상기 제2유성기어의 기어 잇수는 상기 제3유성기어의 기어 잇수보다 적은 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 회전내접기어의 기어 잇수는 상기 고정내접기어의 기어 잇수보다 많으며,

상기 제2유성기어의 기어 잇수는 상기 제3유성기어의 기어 잇수보다 많은 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1유성기어는,

일측으로 연장되어 상기 제2유성기어와 결합되는 제1연장부; 및

타측으로 연장되어 상기 제3유성기어와 결합되는 제2연장부를 포함하며,

상기 제2 및 제3유성기어는 제1유성기어와 이 끝(tooth end)이 일치하도록 정렬되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1유성기어의 두께방향으로 연장되는 관통홀에 삽입되어, 상기 제1 및 제2연장부 내에 배치되는 핀 베어링; 및

상기 캐리어를 상기 핀 베어링에 회전 가능하게 결합하는 체결유닛을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 12

태양기어;

상기 태양기어와 동심으로 배치되는 회전내접기어;

상기 태양기어와 동심으로 배치되는 고정내접기어;

상기 태양기어와 맞물리는 제1유성기어, 상기 제1유성기어의 일측에 배치되어 상기 회전내접기어와 맞물리는 제2유성기어, 및 상기 제1유성기어의 타측에 배치되어 상기 고정내접기어와 맞물리는 제3유성기어를 구비하고, 상기 제1 내지 제3유성기어가 동일한 회전축 상에 일체로 결합되는 복수의 컴파운드 유성기어; 및

상기 복수의 컴파운드 유성기어와 각각 상대 회전 가능하게 연결되는 캐리어를 포함하며,

상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 어느 하나의 상기 제1유성기어의 일부는 상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 다른 하나의 상기 제1유성기어와 두께방향으로 오버랩되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 어느 하나의 상기 제2 및 제3유성기어 간의 간격과, 상기 다른 하나의 상기 제2 및 제3유성기어 간의 간격은 동일하게 형성되며,

상기 어느 하나의 상기 제1유성기어와, 상기 다른 하나의 상기 제1유성기어는, 상기 간격 내에서 일부가 중첩된 상태로 엇갈리게 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 어느 하나의 상기 제1유성기어의 일부는 상기 다른 하나의 상기 제2 또는 제3유성기어 중 적어도 하나와 두께방향으로 오버랩되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 15

제12항에 있어서.

상기 태양기어는 상기 어느 하나의 상기 제1유성기어 및 상기 다른 하나의 상기 제1유성기어와 반경방향으로 오버랩되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 회전내접기어의 기어 잇수는 상기 고정내접기어의 기어 잇수보다 적으며,

상기 제2유성기어의 기어 잇수는 상기 제3유성기어의 기어 잇수보다 적은 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 회전내접기어의 기어 잇수는 상기 고정내접기어의 기어 잇수보다 많으며,

상기 제2유성기어의 기어 잇수는 상기 제3유성기어의 기어 잇수보다 많은 것을 특징으로 하는 유성기어 구동기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유성기어 세트를 이용하여 높은 감속비를 제공하는 구동기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 구동기는 전기 에너지 등을 기계적 구동력으로 변환시키는 장치로서, 움직임이 필요한 장치에 필수불가결한 구성이다. 구동기의 동력원(모터, 엔진 등)에서는 빠른 속도의 회전이 발생하는 반면 회전력(토크)은 낮기 때문에, 동력원만으로 가동하고자 하는 장치의 움직임을 구현하기에는 한계가 있다.

[0003] 이러한 이유로, 통상적으로 구동기에는 감속기가 부가된다. 감속기는 동력원과 가동하고자 하는 장치 사이에 배치되어, 움직임을 구현하기 적합하도록 회전수를 감소시키고 회전력을 증가시키도록 이루어진다.

[0004] 특히, 로봇의 제어 등과 같이 매우 정교한 동작이 요구되는 경우에는, 동력원에서 출력되는 회전력을 높은 감속비로 감속시키는 것이 필요하다. 또한, 구동기는 높은 회전력, 낮은 마찰력, 높은 역구동성을 가져야 한다.

[0005] 구동기가 충분한 감속비를 제공하지 못하는 경우, 여러 단계에 걸쳐 회전력을 감속시키는 과정이 요구될 수 있

으며, 이는 구동기의 구조의 크기 및 복잡도를 증가시킬 수 있다. 따라서 높은 감속비를 제공할 수 있는 구동기에 대한 요구가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 첫 번째 목적은, 유성기어 세트를 개량하여 높은 감속비, 높은 회전력, 높은 효율, 낮은 마찰력, 높은 역구동성을 얻을 수 있는 구동기를 제공하는 데에 있다.

[0007] 본 발명의 두 번째 목적은, 상기 성능을 구현하면서도 유성기어 구동기의 부피를 줄일 수 있는 구조를 제공하는 데에 있다.

[0008] 본 발명의 세 번째 목적은, 유성기어 구동기의 부품 수 및 가공비를 줄일 수 있는 구조를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 첫 번째 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 태양기어; 상기 태양기어와 동심으로 배치되는 회전내접기어; 상기 태양기어와 동심으로 배치되는 고정내접기어; 상기 태양기어와 맞물리는 제1유성기어, 상기 제1유성기어의 일측에 배치되어 상기 회전내접기어와 맞물리는 제2유성기어, 및 상기 제1유성기어의 타측에 배치되어 상기 고정내접기어와 맞물리는 제3유성기어를 구비하고, 상기 제1 내지 제3유성기어가 동일한 회전축 상에 일체로 결합되는 복수의 컴파운드 유성기어; 및 상기 복수의 컴파운드 유성기어와 각각 상대회전 가능하게 연결되는 캐리어를 포함하며, 상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 어느 하나의 상기 제1유성기어의 일부는 상기 복수의 컴파운드 유성기어 중 다른 하나의 상기 제1유성기어와 두께방향으로 오버랩되도록 배치되는 유성기어 구동기를 제공한다.

[0010] 본 발명의 두 번째 목적을 달성하기 위하여, 상기 어느 하나의 상기 제2 및 제3유성기어 간의 간격과, 상기 다른 하나의 상기 제2 및 제3유성기어 간의 간격은 동일하게 형성되며, 상기 어느 하나의 상기 제1유성기어와, 상기 다른 하나의 상기 제1유성기어는, 상기 간격 내에서 일부가 중첩된 상태로 엇갈리게 배치된다.

[0011] 본 발명의 세 번째 목적을 달성하기 위하여, 상기 제2유성기어는 상기 제1유성기어의 제1연장부에 압입 고정되고, 상기 제3유성기어는 상기 제1유성기어의 제2연장부에 압입 고정된다. 또한, 핀 베어링은 상기 제1유성기어의 유성기어의 두께방향으로 연장되는 관통홀에 삽입되어 상기 제1 및 제2연장부 내에 배치되고, 체결유닛은 상기 캐리어를 상기 핀 베어링에 회전 가능하게 결합하도록 형성된다.

발명의 효과

[0012] 상술한 해결수단을 통해 얻게 되는 본 발명의 효과는 다음과 같다.

[0013] 첫째, 제1유성기어가 태양기어로부터 구동력을 전달받아서 컴파운드 유성기어를 자전시키고, 고정내접기어와 맞물리는 제3유성기어가 컴파운드 유성기어를 태양기어를 중심으로 공전시키며, 제2유성기어가 맞물린 회전내접기어를 회전시키도록 이루어진다. 이 과정에서, 태양기어와 제1유성기어의 기어 잇수 차이, 고정내접기어와 제3유성기어의 기어 잇수 차이, 그리고 회전내접기어와 제2유성기어의 기어 잇수 차이로 인하여, 높은 감속비가 얻어질 수 있다.

[0014] 둘째, 어느 하나의 제1유성기어와, 이에 인접한 다른 하나의 제1유성기어가 두께방향으로 서로 중첩되게 엇갈리게 배치되어, 유성기어 구동기의 부피를 줄일 수 있다. 통상의 유성기어 감속기가 2단으로 구성된 구조와 비교하면, 본 발명은 보다 적은 부피를 가지면서도 보다 높은 감속비와 높은 회전력을 가질 수 있다. 또한, 컴파운드 유성기어가 2단으로 구성된 구조와 비교하면, 본 발명은 보다 낮은 마찰력, 높은 효율, 높은 역구동성을 가질 수 있다. 아울러, 본 발명은 하모닉 드라이브 기어 대비, 높은 회전력, 높은 효율, 낮은 마찰력을 가질 수 있다.

[0015] 셋째, 제2 및 제2유성기어가 제1유성기어에 압입 고정되고, 핀 베어링이 제1유성기어의 관통홀에 압입 고정되어, 컴파운드 유성기어의 조립 및 회전을 위한 부품이 감소될 수 있으며, 가공비가 감소될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유성기어 구동기를 보인 사시도.

도 2는 도 1에 도시된 유성기어 구동기의 분해 사시도.

도 3은 도 2에 도시된 유성기어 구동기를 라인 A-A를 따라 취한 도면.

도 4는 도 1에 도시된 유성기어 구동기를 라인 B-B를 따라 취한 단면도.

도 5는 도 4에 도시된 유성기어 세트를 보인 스틱 다이어그램.

도 6은 도 2에 도시된 컴파운드 유성기어를 보인 개념도.

도 7은 도 2에 도시된 상호 인접하게 배치된 두 컴파운드 유성기어와 태양기어의 배치 관계를 보인 개념도.

도 8은 도 6의 (a)에 도시된 컴파운드 유성기어를 라인 C-C를 따라 취한 단면도.

도 9는 도 1에 도시된 유성기어 세트의 일 설계예를 보인 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0019] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0020] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0021] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유성기어 구동기(100)를 보인 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시된 유성기어 구동기(100)의 분해 사시도이며, 도 3은 도 2에 도시된 유성기어 구동기(100)를 라인 A-A를 따라 취한 도면이고, 도 4는 도 1에 도시된 유성기어 구동기(100)를 라인 B-B를 따라 취한 단면도이다.

[0023] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 유성기어 구동기(100)는 동력원인 모터(196)와 감속기인 유성기어 세트를 포함한다. 유성기어 세트는 모터(196)와 가동하고자 하는 장치(예를 들어, 로봇의 팔, 다리 등) 사이에 배치되어, 움직임을 구현하기 적합하도록 회전수를 감소시키고 회전력을 증가시키도록 이루어진다.

[0024] 유성기어 세트는 태양기어(110, S), 회전내접기어(120, R1), 고정내접기어(130, R2), 복수의 컴파운드 유성기어(140), 그리고 캐리어(150, 160, 180)를 포함한다. 컴파운드 유성기어(140)는 태양기어(110)와 맞물리는 제1유성기어(141, P1), 회전내접기어(120)와 맞물리는 제2유성기어(142, P2), 그리고 고정내접기어(130)와 맞물리는 제3유성기어(143, P3)를 포함한다. 유성기어 세트의 상세 구조에 대해서는 후술하기로 한다.

[0025] 유성기어 구동기(100)는 링 프레임(191), 크로스 롤러 베어링(193), 아웃풋 프레임(194), 그리고 하우징(195)을 더 포함한다.

[0026] 링 프레임(191)과 하우징(195)은 상호 결합되어 유성기어 구동기(100)의 외형을 형성하며, 내부에 유성기어 세

트와 모터(196)를 수용하도록 이루어진다.

[0027] 아웃풋 프레임(194)은 회전내접기어(120)와 결합되어, 회전내접기어(120)의 회전 시에 함께 회전된다. 즉, 아웃풋 프레임(194)은 유성기어 구동기(100)에서 발생된 회전력이 최종적으로 전달되는 부분이다. 아웃풋 프레임(194)은 가동하고자 하는 장치에 연결되어, 상기 회전력을 전달하도록 이루어진다.

[0028] 아웃풋 프레임(194)과 하우징(195) 사이에는 아웃풋 프레임(194)을 회전 가능하게 지지하는 크로스 롤러 베어링(193)이 배치된다.

[0029] 상기 구조에 의해, 아웃풋 프레임(194)은 고정된 위치를 가지는 링 프레임(191)에 대하여 상대 회전 가능하게 형성된다.

[0030] 링 프레임(191)에는 아웃풋 프레임(194)의 회전을 감지하도록 형성되는 제1엔코더(192)가 장착될 수 있다. 제1엔코더(192)는 전원 공급 상태와 무관하게 항상 절대 위치값을 측정 가능한 앱솔루트 엔코더(Absolute Encoder)가 될 수 있다.

[0031] 모터(196)는 고정자(196a, stator)와 회전자(196b, rotor)를 구비하며, 구동력을 발생시키도록 형성된다.

[0032] 모터(196)에 인접한 하우징(195)의 내측면에는 모터(196)의 회전을 감지하도록 형성되는 제2엔코더(197)가 장착될 수 있다. 제2엔코더(197)는 기점으로부터 상대적인 위치를 측정 가능한 인크리멘탈 엔코더(Incremental Encoder)가 될 수 있다.

[0033] 이하에서는, 감속기로 기능하는 유성기어 세트에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.

[0034] 도 5는 도 4에 도시된 유성기어 세트를 보인 스틱 다이어그램이고, 도 6은 도 2에 도시된 컴파운드 유성기어(140)를 보인 개념도이다.

[0035] 도 5와 도 6을 참조하면, 유성기어 세트는 태양기어(110), 회전내접기어(120), 고정내접기어(130), 복수의 컴파운드 유성기어(140), 그리고 캐리어(150, 160, 180)를 포함한다.

[0036] 본 실시예에서는, 캐리어(150, 160, 180)가 복수의 컴파운드 유성기어(140)의 일측에 배치되는 제1캐리어 프레임(150), 복수의 컴파운드 유성기어(140)의 타측에 배치되는 제2캐리어 프레임(160), 그리고 각각의 컴파운드 유성기어(140)를 관통하여 제1캐리어 프레임(150)과 제2캐리어 프레임(160)에 연결되는 체결유닛(180)을 포함하는 구조를 보이고 있다.

[0037] 태양기어(110)는 회전자(196b)와 연결되어, 모터(196)에서 발생되는 구동력을 컴파운드 유성기어(140)에 전달하도록 형성된다. 태양기어(110)는 캐리어(본 도면에서는, 제2캐리어 프레임(160))를 통과하여 컴파운드 유성기어(140)의 제1유성기어(141)와 맞물리도록 형성된다.

[0038] 회전내접기어(120)는 태양기어(110)와 동심으로 배치된다. 회전내접기어(120)의 회전중심은 태양기어(110)의 회전중심과 일치한다. 회전내접기어(120)는 고정내접기어(130)보다 내경이 작고, 기어 잇수를 적게 구비한다.

[0039] 고정내접기어(130)는 태양기어(110)와 동심으로 배치된다. 고정내접기어(130)의 중심은 태양기어(110)의 회전중심과 일치한다. 유성기어 세트의 두께 방향으로, 고정내접기어(130)는 회전내접기어(120)와 대향하도록 배치된다. 본 실시예에서, 고정내접기어(130)와 회전내접기어(120) 사이에는 제1유성기어(141)가 배치된다. 상기 배치 구조와, 후술할 배치 구조(인접한 제1유성기어(141, 141') 끼리 일부가 중첩된 상태로 엇갈리게 배치되는 구조)에 의해, 제1유성기어(141)는 정해진 공간 내에서 최대 지름과 최대 기어 잇수를 가질 수 있다.

[0040] 컴파운드 유성기어(140)는 제1유성기어(141), 제2유성기어(142), 그리고 제3유성기어(143)를 포함한다. 제1 내지 제3유성기어(141, 142, 143)는 동일한 회전축 상에 일체로 결합되어, 함께 회전하도록 형성된다.

[0041] 본 실시예에서는, 컴파운드 유성기어(140)가 6개 구비되고, 각 컴파운드 유성기어(140)의 회전축이 태양기어(110)의 중심으로부터 반경 방향으로 일정거리만큼 이격된 위치에서 상기 중심을 기준으로 일정 각도마다(본 도면에서는 60도) 배치된 것을 보이고 있다.

[0042] 제1유성기어(141)는 태양기어(110)와 맞물리도록 형성된다. 제1유성기어(141)는 제2 및 제3유성기어(142, 143)보다 지름이 크고, 기어 잇수를 많이 구비한다.

[0043] 제2유성기어(142)는 제1유성기어(141)의 일측에 배치되고, 회전내접기어(120)와 맞물리도록 형성된다. 본 실시예에서, 제2유성기어(142)는 제3유성기어(143)보다 지름이 작고, 기어 잇수를 적게 구비한다.

[0044] 제3유성기어(143)는 제1유성기어(141)의 타측에 배치되고, 고정내접기어(130)와 맞물리도록 형성된다.

[0045] 제1캐리어 프레임(150)은 복수의 컴파운드 유성기어(140)의 일측에 배치되어, 복수의 컴파운드 유성기어(140)와 상대 회전 가능하게 연결된다. 즉, 각 컴파운드 유성기어(140)의 회전축은 제1캐리어 프레임(150)에 회전 가능하게 연결된다.

[0046] 제2캐리어 프레임(160)은 복수의 컴파운드 유성기어(140)의 타측에 배치되어, 복수의 컴파운드 유성기어(140)와 상대 회전 가능하게 연결된다. 즉, 각 컴파운드 유성기어(140)의 회전축은 제2캐리어 프레임(160)에 회전 가능하게 연결된다. 제2캐리어 프레임(160)의 중앙 부분에는 태양기어(110) 내지는 회전자(196b)가 통과할 수 있도록 개구가 형성된다.

[0047] 상기 구조에 의해, 유성기어 세트는 다음과 같이 구동된다.

[0048] 모터(196)가 구동되면, 모터(196)에서 발생되는 구동력에 의해 태양기어(110)가 회전된다. 태양기어(110)는 맞물린 제1유성기어(141)에 구동력을 전달하게 된다. 이하에서는, 태양기어(110)가 시계 방향으로 회전된 경우를 예로 들어 설명한다.

[0049] 제1유성기어(141)는 태양기어(110)로부터 회전력을 전달받아서 컴파운드 유성기어(140)를 자전시킨다. 상술한 예에서, 컴파운드 유성기어(140)는 반시계 방향으로 자전하게 된다.

[0050] 이때, 고정내접기어(130)와 맞물리는 제3유성기어(143)가 컴파운드 유성기어(140)를 태양기어(110)를 중심으로 공전시키게 된다. 상술한 예에서, 컴파운드 유성기어(140)는 시계 방향으로 공전하게 된다.

[0051] 컴파운드 유성기어(140)가 자전 및 공전함에 따라, 제2유성기어(142)는 맞물린 회전내접기어(120)를 회전시키도록 이루어진다. 상술한 예에서, 회전내접기어(120)는 시계방향으로 회전하게 된다.

[0052] 상술한 과정에서, 태양기어(110)와 제1유성기어(141)의 기어 잇수 차이, 고정내접기어(130)와 제3유성기어(143)의 기어 잇수 차이, 그리고 회전내접기어(120)와 제2유성기어(142)의 기어 잇수 차이로 인하여, 높은 감속비가 얻어지게 된다.

[0053] 감속비는 입력속도 즉 태양기어(110)의 회전속도 대비 출력속도 즉 회전내접기어(120)의 회전속도이며, (P1/S+P3/R2)/(P3/R2-P2/R1)로 계산된다. 참고로, 위의 감속비 계산식에서, S는 태양기어(110)의 기어 잇수, R1은 회전내접기어(120)의 기어 잇수, R2는 고정내접기어(130)의 기어 잇수, P1은 제1유성기어(141)의 기어 잇수, P2는 제2유성기어(142)의 기어 잇수, 그리고 P3는 제3유성기어(143)의 기어 잇수이다.

[0054] 참고로, 내접기어(120, 130)의 기어 잇수 대비, 상기 내접기어(120, 130)에 맞물리는 유성기어(142, 143)의 기어 잇수의 비(Px/Ry)는 내접기어의 지름(기어 잇수 비례)이 클수록 더 크다.

[0055] 따라서, 상술한 구조와 같이, 회전내접기어(120)가 고정내접기어(130)보다 지름이 작고 기어 잇수를 적게 구비하며, 제2유성기어(142)가 제3유성기어(143)보다 지름이 작고 기어 잇수를 적게 구비하는 경우에는, P3/R2가 P2/R1보다 항상 크기 때문에, 감속비는 항상 양수가 된다. 즉, 회전내접기어(120)는 태양기어(110)와 같은 방향으로 회전한다.

[0056] 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 회전내접기어(120)는 고정내접기어(130)보다 지름이 크고 기어 잇수를 많이 구비할 수 있으며, 제2유성기어(142)는 제3유성기어(143)보다 지름이 크고 기어 잇수를 많이 구비할 수도 있다. 이 경우에는, P3/R2가 P2/R1보다 항상 작기 때문에, 감속비는 항상 음수가 된다. 즉, 회전내접기어(120)는 태양기어(110)의 회전방향에 반대방향으로 회전한다.

[0057] 이하에서는, 상기 성능을 구현하면서도 유성기어 구동기(100)의 부피를 줄일 수 있는 구조에 대하여 설명한다.

[0058] 도 7은 도 2에 도시된 상호 인접하게 배치된 두 컴파운드 유성기어(140)와 태양기어(110)의 배치 관계를 보인 개념도이다. 참고로, (a)에서는 태양기어(110)가 두 컴파운드 유성기어(140, 140')에 의해 상당 부분 가려져 있다. (b)는 (a)의 반대방향에서 바라본 도면으로서, 태양기어(110)가 두 컴파운드 유성기어(140, 140')의 일부를 가리고 있다.

[0059] 도 7의 (a)를 앞선 도 2 및 도 3과 함께 참조하면, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)는 이에 인접한 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')와 두께방향으로 오버랩되도록 배치된다. 즉, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)가 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')와 엇갈리게 배치되어, 유성기어 구동기(100)가 컴팩트하게 구성될 수 있도록 한다.

[0060] 구체적으로, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)는 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제1유성기어(141')와 두께방향으로 오버랩되도록 배치된다.

[0061] 이때, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제2 및 제3유성기어(142, 143) 간의 간격과, 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제2 및 제3유성기어(142', 143') 간의 간격은 동일하게 형성된다.

[0062] 다만, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)와, 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제1유성기어(141')는 상기 간격 내에서 일부가 중첩된 상태로 엇갈리게 배치된다.

[0063] 상기 구조를 구현하기 위하여, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)는 제3유성기어(143)로부터 일정 간격을 두고 이격되게 배치되어, 제3유성기어(143)와 함께 제1이격부(140a)를 한정한다. 반면에, 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제1유성기어(141')는 제3유성기어(143')로부터 일정 간격을 두고 이격되게 배치되어, 제3유성기어(143')와 함께 제2이격부(140b)를 한정한다.

[0064] 상술한 구조에서, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)의 일부는 제2이격부(140b) 내에 배치되고, 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제1유성기어(141')의 일부는 제1이격부(140a) 내에 배치된다.

[0065] 이에 따르면, 제1유성기어(141)의 지름과 기어 잇수를 증가시켜 감속비를 높이면서, 상호 인접한 두 컴파운드 유성기어(140, 140') 간에 간섭이 발생하지 않는 컴팩트한 구조가 구현될 수 있다.

[0066] 유성기어 감속기가 2단으로 적층된 구조와 비교하면, 본 구조는 보다 적은 부피를 가지면서도 보다 높은 감속비와 높은 회전력을 가질 수 있다. 또한, 컴파운드 유성기어(140)가 두 개의 유성기어로 구성된 구조와 비교하면, 본 구조는 보다 낮은 마찰력, 높은 효율, 높은 역구동성을 가질 수 있다. 아울러, 본 구조는 하모닉 드라이브 기어 대비, 높은 회전력, 높은 효율, 낮은 마찰력을 가질 수 있다.

[0067] 한편, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)는 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제2 또는 제3유성기어(142', 143') 중 적어도 하나와도 두께방향으로 오버랩되도록 배치될 수 있다. 본 실시예에서는, 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)가 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제1 내지 제3유성기어(141', 142', 143') 모두와 두께방향으로 오버랩되도록 배치된 것을 보이고 있다.

[0068] 도 7의 (a)와 (b)를 함께 참조하면, 태양기어(110)는 각 컴파운드 유성기어(140)의 제1유성기어(141)와 맞물려 구동력을 전달하도록 형성된다. 상호 인접한 두 제1유성기어(141, 141')가 엇갈리게 배치되는 구조를 가짐에 따라, 태양기어(110)는 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141) 및 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제1유성기어(141')와 반경방향으로 오버랩되도록 배치된다.

[0069] 태양기어(110)의 이 두께(tooth thickness)는 어느 하나의 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)의 이 두께 및 다른 하나의 컴파운드 유성기어(140')에 구비되는 제1유성기어(141')의 이 두께의 합보다 크게 형성된다.

[0070] 이하에서는, 유성기어 구동기(100)의 부품 수 및 가공비를 줄일 수 있는 구조에 대하여 설명한다.

[0071] 도 8은 도 6의 (a)에 도시된 컴파운드 유성기어(140)를 라인 C-C를 따라 취한 단면도이다.

[0072] 도 8을 참조하면, 제1 내지 제3유성기어(141, 142, 143)는 동일한 회전축 상에 일체로 결합된다. 이를 위하여 제1유성기어(141)는 제1연장부(141a) 및 제2연장부(141b)를 포함한다.

[0073] 제1연장부(141a)는 제1유성기어(141)의 일측으로 연장되어 제2유성기어(142)와 결합된다. 제2유성기어(142)는 제1연장부(141a)에 압입 고정될 수 있다.

[0074] 제1연장부(141a)의 외주에는 가이드 돌기가 회전축 방향을 따라 연장 형성될 수 있으며, 제2유성기어(142)의 내주에는 가이드 돌기에 삽입되어 제1연장부(141a)로의 삽입이 가이드되는 가이드 홈이 형성될 수 있다. 가이드 돌기와 가이드 홈의 형성 위치는 서로 바뀔 수도 있다.

[0075] 아울러, 제1연장부(141a)에는 제2유성기어(142)의 삽입량을 한정하는 스토퍼가 구비될 수도 있다.

[0076] 제2연장부(141b)는 제1유성기어(141)의 타측으로 연장되어 제3유성기어(143)와 결합된다. 제3유성기어(143)는 제2연장부(141b)에 압입 고정될 수 있다.

[0077] 제2연장부(141b)의 외주에는 가이드 돌기가 회전축 방향을 따라 연장 형성될 수 있으며, 제3유성기어(143)의 내주에는 가이드 돌기에 삽입되어 제2연장부(141b)로의 삽입이 가이드되는 가이드 홈이 형성될 수 있다. 가이드 돌기와 가이드 홈의 형성 위치는 서로 바뀔 수도 있다.

[0078] 아울러, 제2연장부(141b)에는 제3유성기어(143)의 삽입량을 한정하는 스토퍼가 구비될 수도 있다.

[0079] 제2 및 제3유성기어(142, 143)는 제1유성기어(141)와 이 끝(tooth end)이 일치하도록 정렬된다. 이를 위해서, 상술한 가이드 돌기와 가이드 홈은 기설정된 위치에 형성되어 상기 정렬을 가이드하도록 이루어질 수 있다.

[0080] 한편, 제1유성기어(141)에는 두께 방향으로 제1유성기어(141)의 중심을 관통하는 관통홀(141c)이 연장 형성된다. 관통홀(141c)은 제1 및 제2연장부(141a, 141b)를 관통하도록 형성된다.

[0081] 상기 관통홀(141c)에는 핀 베어링(170)이 삽입된다. 핀 베어링(170)은 관통홀(141c)에 삽입되어 제1 및 제2연장부(141a, 141b) 내에 배치된다.

[0082] 제1캐리어 프레임(150)과 제2캐리어 프레임(160)은 체결유닛(180)을 통하여 핀 베어링(170)에 회전 가능하게 결합된다. 본 실시예에서, 체결유닛(180)은 샤프트(181), 제1체결핀(182a) 및 제2체결핀(182b)을 포함한다. 샤프트(181)는 핀 베어링(170)에 삽입되고, 제1체결핀(182a)은 제1캐리어 프레임(150)을 관통하여 샤프트(181)에 삽입되며, 제2체결핀(182b)은 제2캐리어 프레임(160)을 관통하여 샤프트(181)에 삽입된다.

[0083] 상술한 구조에 의하면, 제2 및 제3유성기어(142, 143)가 제1유성기어(141)에 압입 고정되고, 핀 베어링(170)이 제1유성기어(141)의 관통홀(141c)에 압입 고정되어, 컴파운드 유성기어(140)의 조립 및 회전을 위한 부품이 감소될 수 있으며, 가공비가 감소될 수 있다.

[0084] 이하에서는, 도 9를 참조하여 도 1에 도시된 유성기어 세트의 일 설계예에 대하여 설명한다.

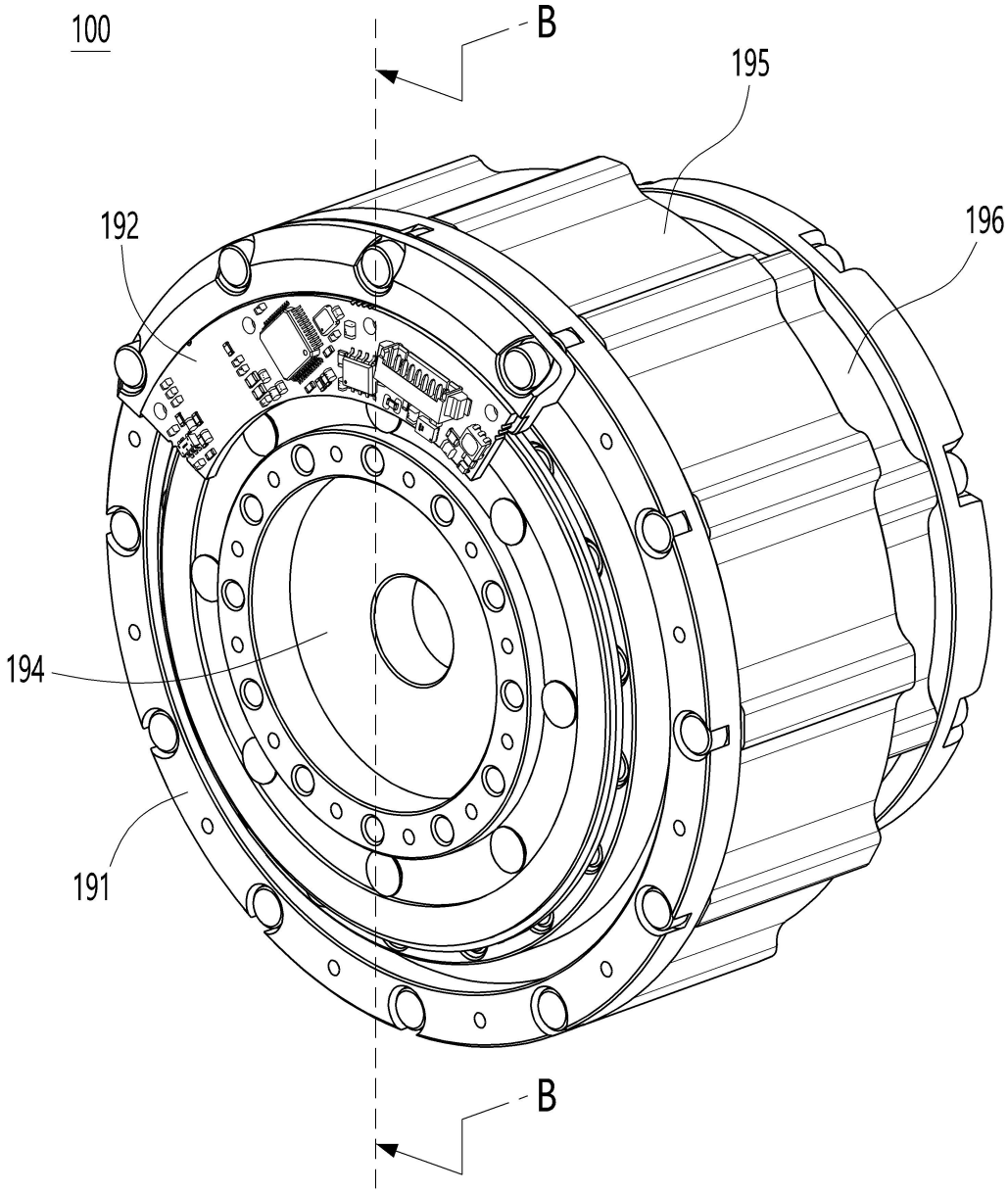
[0085] 도 9를 참조하면, 태양기어(110)는 18개의 기어 잇수(S=18)를 가지고, 회전내접기어(120)는 90개의 기어 잇수(R1=90)를 가지며, 고정내접기어(130)는 96개의 기어 잇수(R2=96)를 가진다. 또한, 컴파운드 유성기어(140)에 구비되는 제1유성기어(141)는 48개의 기어 잇수(P1=48)를 가지고, 제2유성기어(142)는 24개의 기어 잇수(P2=24)를 가지며, 제3유성기어(143)는 30개의 기어 잇수(P3=30)를 가진다. 여기서, 각 기어의 지름은 기어 잇수에 비례한다.

[0086] 감속비는 (P1/S+P3/R2)/(P3/R2-P2/R1)로 계산된다. 계산해보면, 상술한 유성기어 세트의 감속비는 65이다. 즉, 상기 유성기어 세트를 이용하면 65:1로 감속이 가능하다.

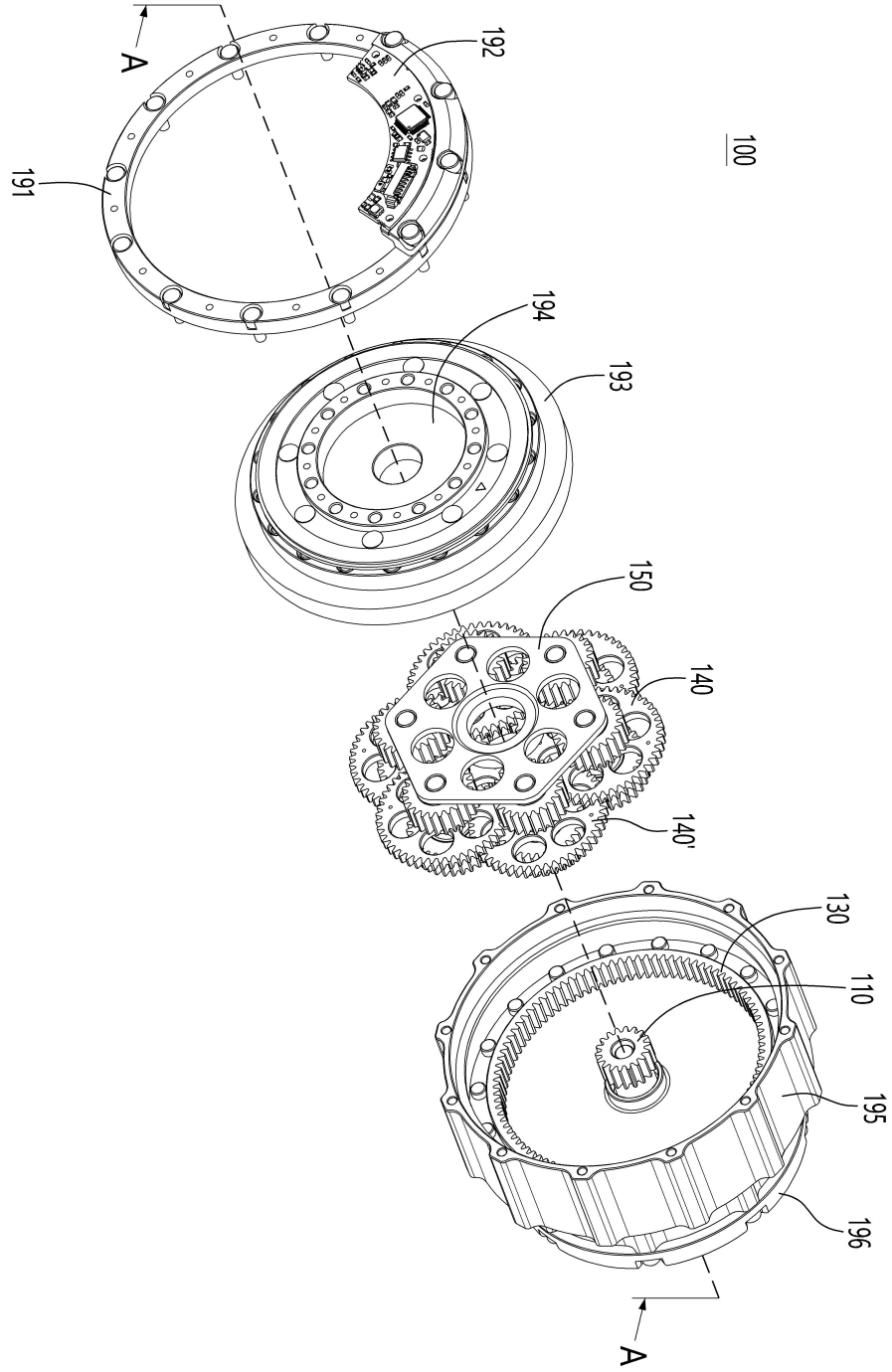
[0087] 한편, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

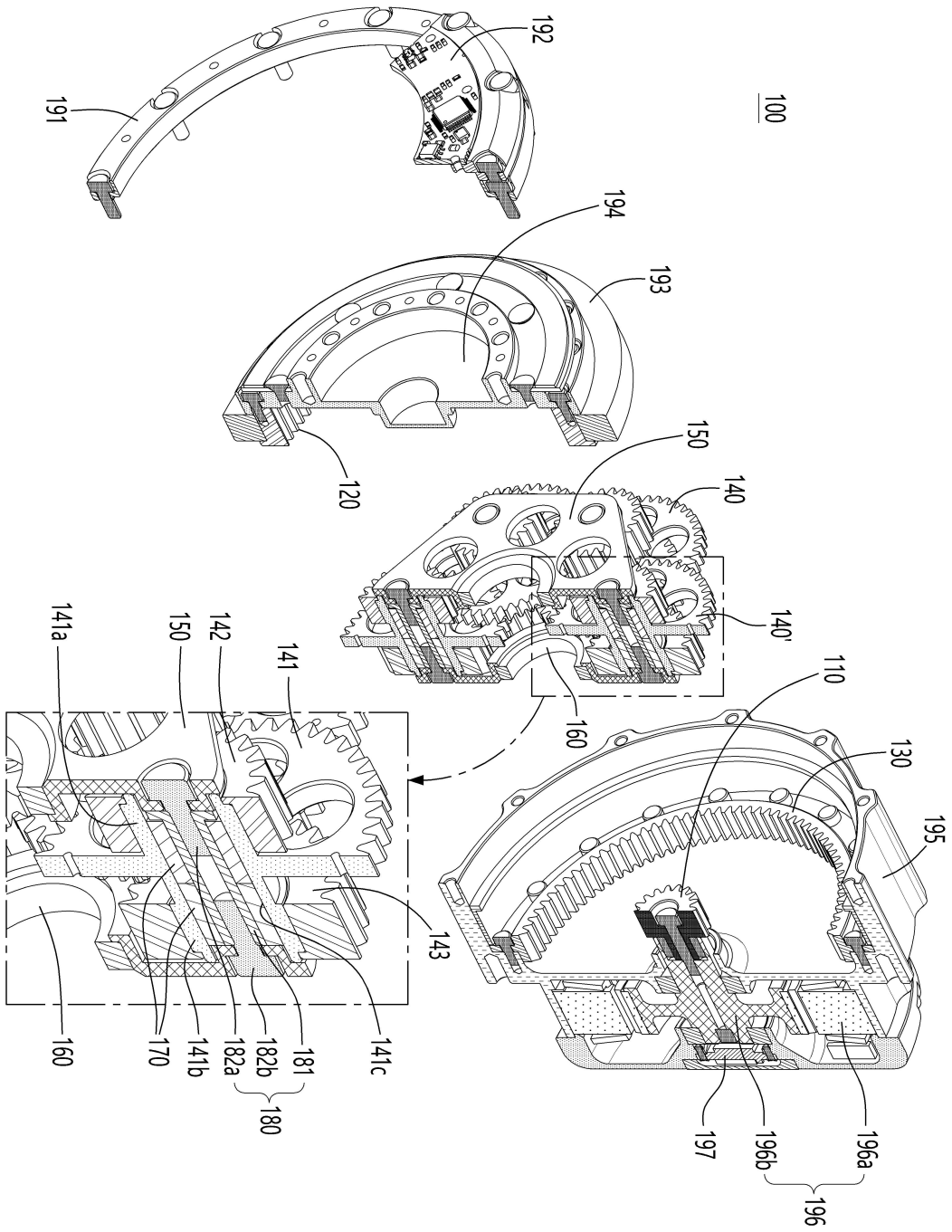
도면1



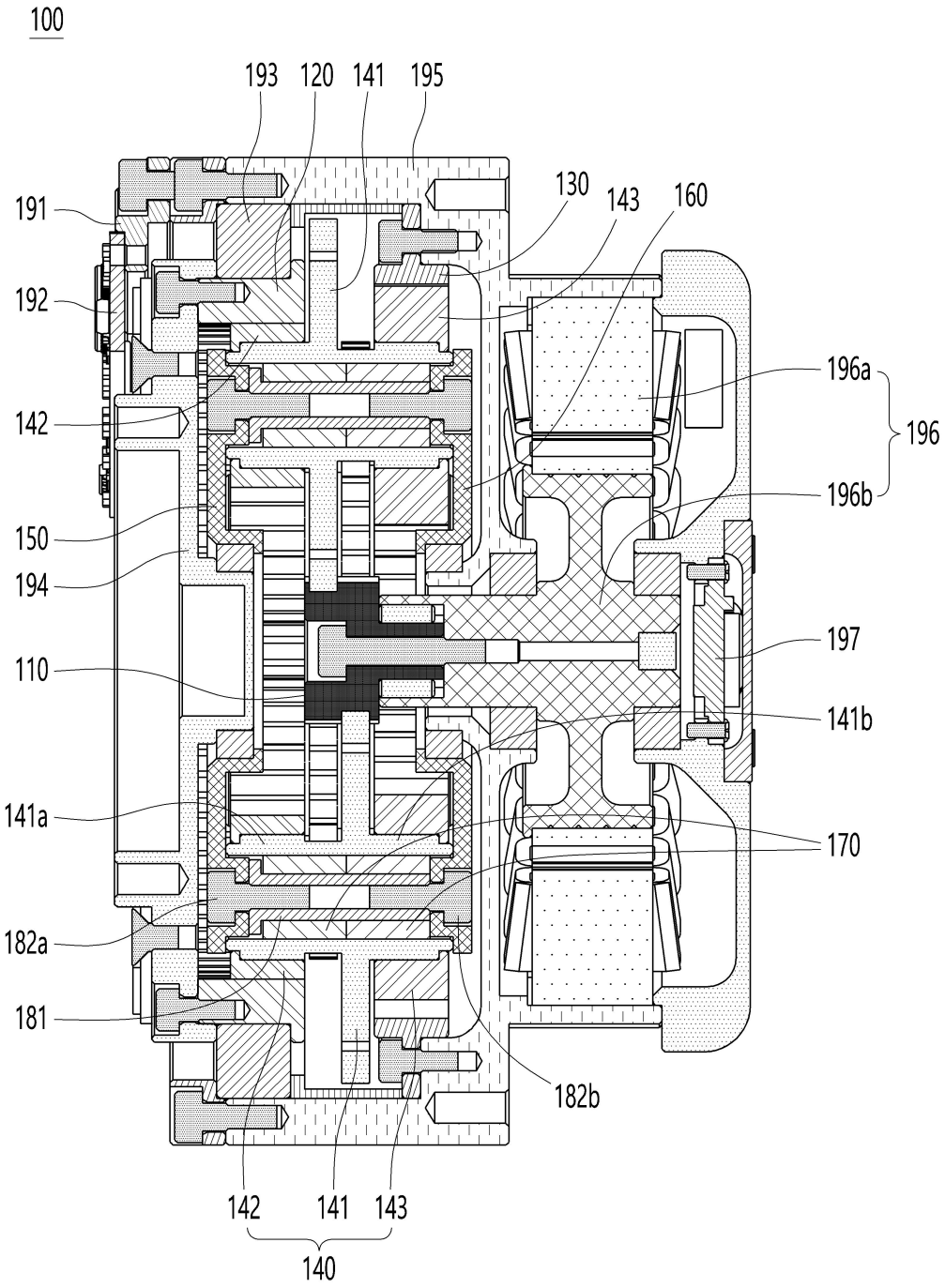
도면2



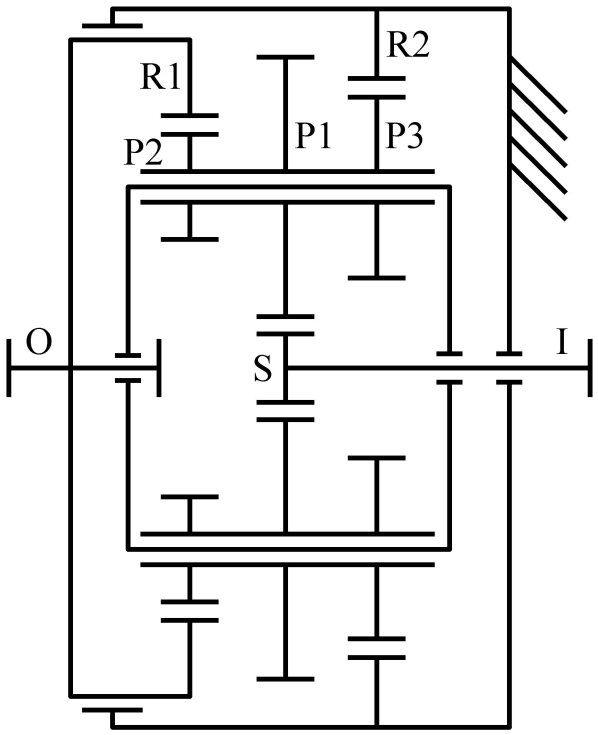
도면3


191
192
100
194
193
120
150
140
140'
160
110
130
195
141a
150
142
141
143
160
170
141b
182a
182b
181
180
141c
197
196b
196a
196

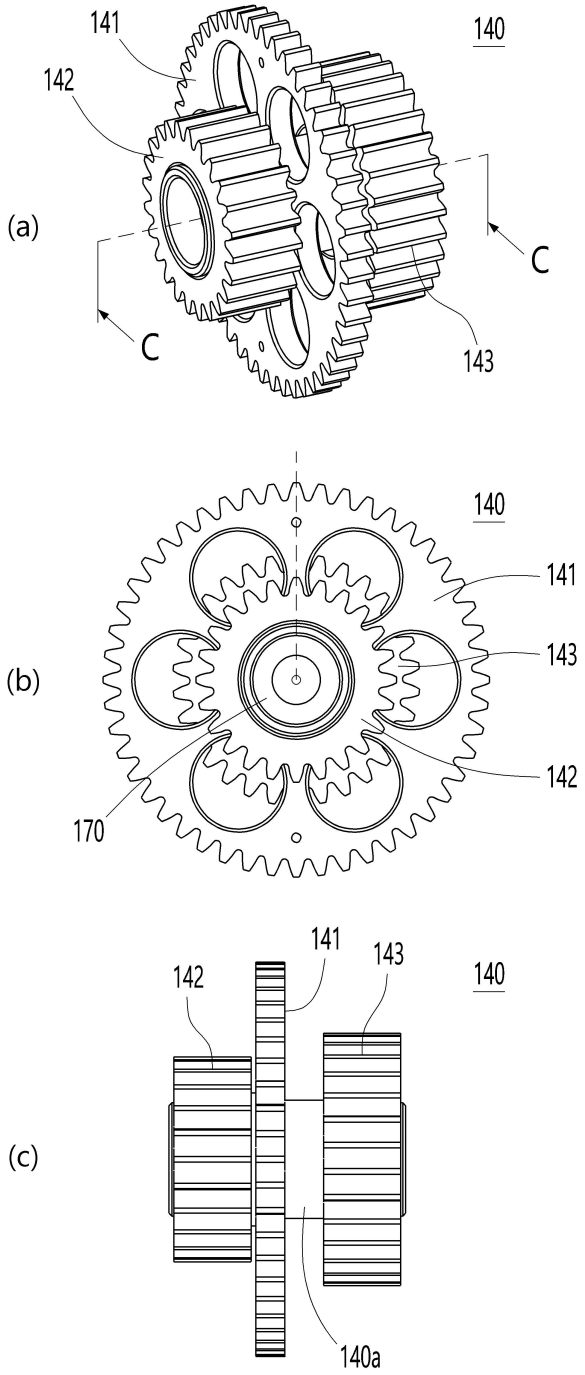
도면4


100
193
120
141
195
130
143
160
191
192
142
150
194
110
141a
182a
181
196a
196
196b
197
141b
170
182b
142
141
143
140

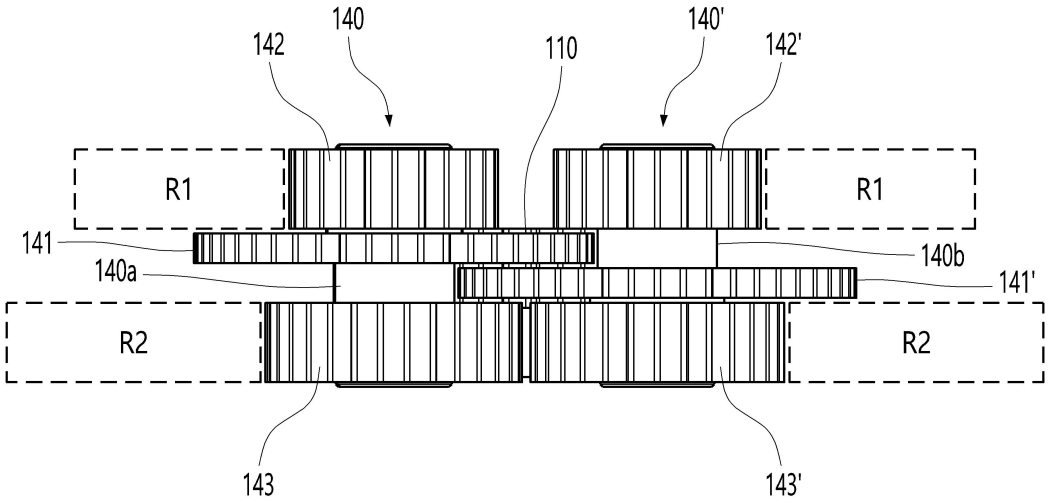
도면5



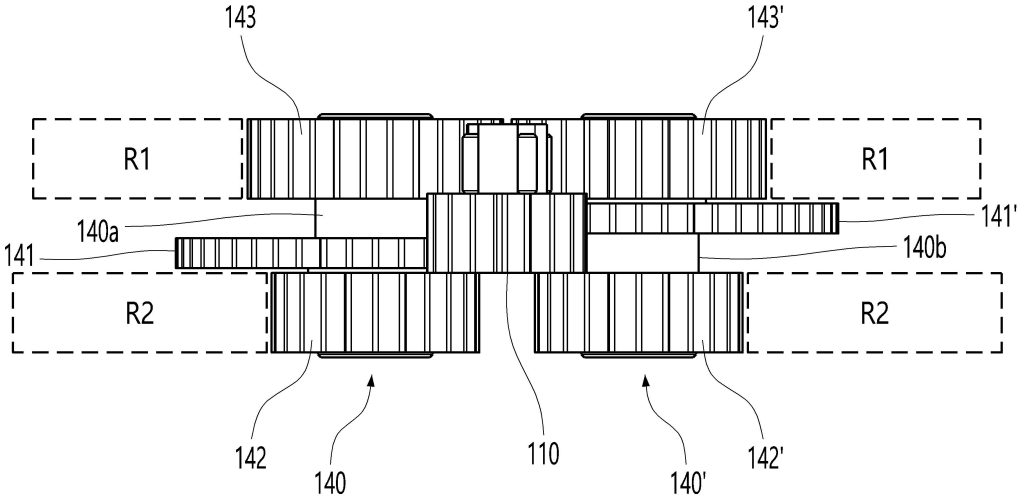
도면6



도면7

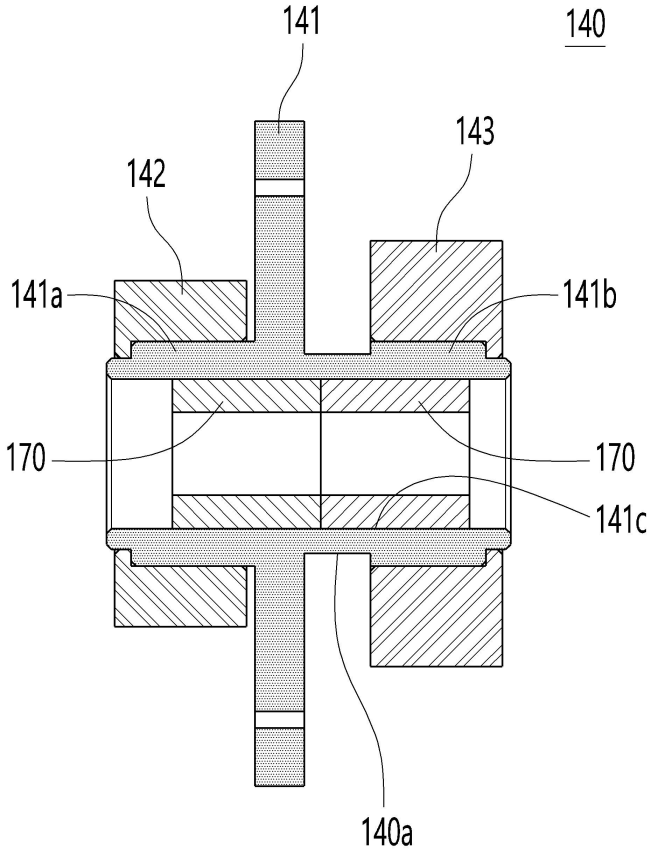

140
142
110
140'
142'
R1
R1
141
140b
140a
141'
R2
R2
143
143'

(a)


143
143'
R1
R1
141'
140a
141
140b
R2
R2
142
140
110
140'
142'

(b)

도면8



도면9

