(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월24일
(11) 등록번호 10-1699465
(24) 등록일자 2017년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16H 1/32 (2006.01) *F16H 57/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16H 1/32 (2013.01)
F16H 57/0018 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0139196
(22) 출원일자 2015년10월02일
심사청구일자 2015년10월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR101401729 B1*
KR1020020043053 A*
US4553451 A
KR101480986 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
기술이전 희망 : **기술양도**

(73) 특허권자
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
권순만
경상남도 창원시 성산구 원이대로 774, 301동 1404호(상남동, 성원아파트)
신홍철
경상남도 김해시 활천로178번길 4, 1층
(74) 대리인
특허법인충정

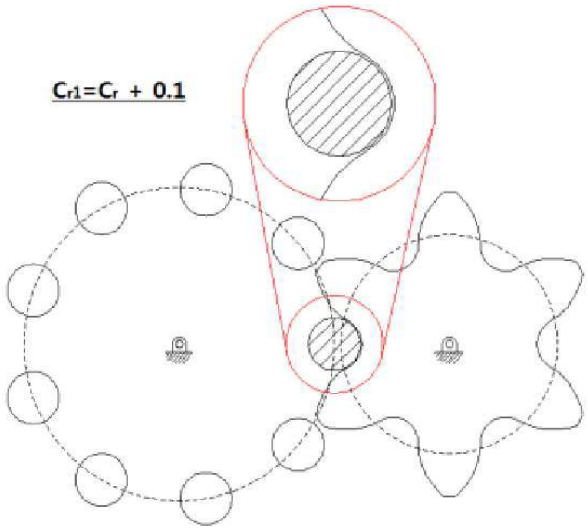
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 최현구

(54) 발명의 명칭 **치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍**

(57) 요 약

본 발명은 핀 휠(pinwheel)과 캠 피니언(cam pinion)이 구비되는 핀 휠 기어 쌍(pinwheel gear set)에 관한 것으로서, 구체적으로는 핀 휠과 허용압력각(allowable pressure angle)을 만족하는 범위 내의 치형과만 접촉이 이루어지도록 이뿌리 부위가 수정된 치형을 갖는 캠 피니언이 외접 치합하는 핀 휠 기어 쌍(external pinwheel gear set) 을 구성하거나, 핀 휠과 허용압력각을 만족하는 범위 내의 치형과만 접촉이 이루어지도록 이뿌리 부위가 수정된 치형을 갖는 캠 피니언이 내접 치합하는 핀 휠 기어 쌍(internal pinwheel gear set)을 구성하여, 저소음, 저진동 특성을 가지며 내구성 및 유지보수가 뛰어난 핀 휠 기어 쌍 구현에 관한 것이다.

대 표 도 - 도11



명 세 서

청구범위

청구항 1

상부 플레이트(23) 및 하부 플레이트(24)로 분리되되, 상기 상부 플레이트(23) 및 하부 플레이트(24)의 사이에는 복수개의 롤러(22)가 결합되는 핀 휠(20); 및

상기 핀 휠의 피치원(21)과 e-PGS 캠 피니언의 피치원(31)이 소정의 오프셋을 갖도록 핀 휠(20)의 롤러(22)와 순차적으로 외접 치합하는 e-PGS 캠 피니언(30)으로 구성하되,

상기 롤러(22)는, 상기 상부 플레이트(23) 및 하부 플레이트(24)에 관통결합되며, 상단 또는 하단에 너트(25)가 결합되도록 나사산이 형성되는 롤러 샤프트(26) 및 상기 롤러 샤프트(26)의 외측면에 구비되는 부시(27)를 더 포함하여 구성되고,

상기 e-PGS 캠 피니언(30)은, 허용압력각을 초과하는 이뿌리 부위의 치형에 설계 롤러직경계수(C_r)보다 약간 큰 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})를 부여하여, 허용압력각을 만족하는 치형 데이터의 출현까지 상기 가상 롤러직경계수들을 점진적으로 소정량 줄여나가면서 획득한 치형들로 수정된 치형을 갖도록 한 것을 특징으로 하는 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍.

청구항 2

상부 플레이트(230) 및 하부 플레이트(240)로 분리되되, 상기 상부 플레이트(230) 및 하부 플레이트(240)의 사이에는 복수개의 롤러(220)가 결합되는 핀 휠(200); 및

상기 핀 휠의 피치원(210)과 i-PGS 캠 피니언의 피치원(310)이 소정의 오프셋을 갖도록 핀 휠(200)의 롤러(220)와 순차적으로 내접 치합하는 i-PGS 캠 피니언(300)으로 구성하되,

상기 롤러(220)는, 상기 상부 플레이트(230) 및 하부 플레이트(240)에 관통결합되며, 상단 또는 하단에 너트(250)가 결합되도록 나사산이 형성되는 롤러 샤프트(260) 및 상기 롤러 샤프트(260)의 외측면에 구비되는 부시(270)를 더 포함하여 구성되고,

상기 i-PGS 캠 피니언(300)은, 허용압력각을 초과하는 이뿌리 부위의 치형을 설계 롤러직경계수(C_r)보다 약간 큰 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})를 부여하여, 허용압력각을 만족하는 치형 데이터의 출현까지 상기 가상 롤러직경계수들을 점진적으로 소정량 줄여나가면서 획득한 치형들로 수정된 치형을 갖도록 한 것을 특징으로 하는 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})는 설계 롤러직경계수(C_r)보다 0.15를 넘지 않는 범위에서 설정하여 이뿌리 부위를 수정한 외접 캠 피니언(30) 치형을 갖는 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})는 설계 롤러직경계수(C_r)보다 0.15를 넘지 않는 범위에서 설정하여 이뿌리 부위를 수정한 내접 캠 피니언(300) 치형을 갖는 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍(pinwheel gear set)에 관한 것으로서, 구체적으로는

핀 휠(pinwheel)과 치형 수정(tooth modification)된 캠 피니언(cam pinion)이 외접 치합하는 기어 쌍(external pinwheel gear set)을 구성하거나, 핀 휠과 치형 수정된 캠 피니언이 내접 치합하는 기어 쌍(internal pinwheel gear set)을 구성하여 저소음, 저진동 특성과 내구성 및 유지보수가 뛰어난 핀 휠 기어 쌍의 구현에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 치합하는 어느 한 쪽 기어를 핀(pin) 또는 롤러(roller)로 대체한 롤러 기어 기구(roller gear mechanism)는 일반적인 인벌루트 치형 기어 시스템과 달리 롤러의 구름운동에 의해 작동되기 때문에 저소음·저진동 특성이 우수하고, 다 접촉 특성으로 인해 백래시(backlash)가 거의 없어 정확한 동력전달이 가능한 장점을 가진다. 또한 롤러 치합 시 원활한 구름접촉으로 탁월한 윤활특성을 가질 뿐만 아니라 마모에도 강해 내구수명이 길어지며, 특히 내부 분진발생이 적어 실외의 가혹한 환경에 적합한 특징이 있다.

[0003] 평행 축 기어 쌍에 있어서 거스 기어(girth gear) 또는 선회 베어링(slewing ring bearing)과 같이 외륜형 또는 내륜형 링 기어의 직경이 대형일 경우, 이들 대형 링 기어의 치 절삭, 열처리, 치 연삭 등 가공 전반에 대응 가능한 업체는 극소수 기업에 한정되어 있다.

[0004] 따라서 이러한 기술적 한계를 초과하는 대형 링 기어의 제작은 상당한 비용 및 시간이 소요될 뿐만 아니라, 해당 업체 및 해당 국가의 생산능력을 제한하며 기술적 종속의 결과를 초래하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본공개특허 특개2012-31952

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기한 기술적 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로서, 치합하는 어느 한 쪽 기어를 핀(pin) 또는 롤러(roller)로 대체한 롤러 기어 기구(roller gear mechanism) 시스템 중, 도 1에 도시한 바와 같은 핀 휠(pinwheel)과 치형 수정된 캠 피니언(cam pinion)이 외접 치합하는 기어 쌍(external pinwheel gear set, 이하 e-PGS라 함)과, 도 2에 도시한 바와 같은 핀 휠(pinwheel)과 치형 수정된 캠 피니언(cam pinion)이 내접 치합하는 기어 쌍(internal pinwheel gear set, 이하 i-PGS라 함)을 구현하여, 상기 대형 링 기어의 가공에 대한 문제점을 해결할 수 있는 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위해, 본 발명은 분리된 상부 플레이트 및 하부 플레이트의 사이에 복수개의 핀 또는 롤러가 구비되어 e-PGS 캠 피니언이 외접 치결합되도록 하는 핀 휠을 포함한다.

[0008] 일 실시예에 있어서, 상기 e-PGS 캠 피니언이 외접 치결합되는 롤러는, 상기 상부 플레이트 및 하부 플레이트에 관통결합되며, 상단 또는 하단에 결합되는 너트가 결합되도록 나사산이 형성되는 롤러 샤프트; 및 상기 롤러 샤프트의 외측면에 구비되는 부시를 더 포함하여 구성된다.

[0009] 일 실시예에 있어서, 상기 e-PGS 캠 피니언은, 상기 핀 휠의 피치원과, 상기 e-PGS 캠 피니언의 피치원이 소정의 오프셋을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 일 실시예에 있어서, 상기 e-PGS 캠 피니언은, 허용압력각보다 큰 압력각을 갖는 이뿌리쪽 치형을 설계 롤러직경계수보다 약간 큰 가상 롤러직경계수들을 적용하여 이뿌리 부위가 수정된 치형을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 다른 일면은 분리된 상부 플레이트 및 하부 플레이트의 사이에 복수개의 핀 또는 롤러가 구비되어 i-PGS 캠 피니언이 내접 치결합되도록 하는 핀 휠을 포함한다.

[0012] 일 실시예에 있어서, 상기 i-PGS 캠 피니언이 내접 치결합되는 롤러는, 상기 상부 플레이트 및 하부 플레이트에

관통결합되며, 상단 또는 하단에 결합되는 너트가 결합되도록 나사산이 형성되는 롤러 샤프트; 및 상기 롤러 샤프트의 외측면에 구비되는 부시를 더 포함하여 구성된다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 i-PGS 캠 피니언은, 상기 핀 휠의 피치원과, 상기 i-PGS 캠 피니언의 피치원이 소정의 오프셋을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 i-PGS 캠 피니언은, 허용압력각보다 큰 압력각을 갖는 이뿌리쪽 치형을 설계 롤러직경계수보다 약간 큰 가상 롤러직경계수들을 적용하여 이뿌리 부위가 수정된 치형을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍에 의하면, 첫째, 기존에 사용되는 인벌루트 치형의 기어 시스템 보다는 롤러의 구름운동에 의해 구동되고, 캠 피니언 이뿌리 치형 수정을 통하여 저소음 및 저진동에 우수한 특징을 가지며, 다 접촉 특성으로 인해 백래시(backlash)가 거의 없는 효과가 있다.

[0016] 둘째, 롤러로 구성된 핀 휠을 사용하여 정확한 동력의 전달이 가능하고, 원활한 구름 접촉으로 인해 마모가 거의 없으며, 그로 인하여 기어 시스템의 내부 분진 발생이 적어 수명이 길어지게 된다.

[0017] 셋째, 복수의 롤러 중 어느 하나가 파손될 시 핀 휠 전체를 교체하지 않고 너트를 분해하여 이상이 있는 롤러 샤프트 또는 부시만을 교체할 수 있게 되어, 유지 보수 측면에서 매우 유리한 장점을 갖게 되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 e-PGS 를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 i-PGS 를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 e-PGS 핀 휠의 피치원과 e-PGS 캠 피니언의 피치원이 오프셋(offset)을 가질 때의 모습을 개략적으로 나타낸 모식도이다.

도 4는 i-PGS 핀 휠의 피치원과 i-PGS 캠 피니언의 피치원이 오프셋(offset)을 가질 때의 모습을 개략적으로 나타낸 모식도이다.

도 5은 상기 도 1 및 도 2의 롤러가 결합된 부분을 확대한 부분 확대 사시도이다.

도 6은 e-PGS 설계 실시예를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

도 7은 i-PGS 설계 실시예를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

도 8은 상기 도 6의 e-PGS 설계 실시예의 캠 피니언 회전에 따른 압력각 변화를 나타낸 모식도이다.

도 9는 상기 도 7의 i-PGS 설계 실시예의 캠 피니언 회전에 따른 압력각 변화를 나타낸 모식도이다.

도 10은 본 발명의 가상의 롤러직경계수들을 적용하여 e-PGS 캠 피니언의 이뿌리 부위 치형을 수정해 나가는 과정을 나타낸 모식도이다.

도 11은 본 발명의 이뿌리 부위 치형이 수정된 캠 피니언과 핀 휠이 외접 치합하는 도 6의 e-PGS를 부분 확대한 사시도이다.

도 12는 본 발명의 이뿌리 부위 치형이 수정된 캠 피니언과 핀 휠이 내접 치합하는 도 7의 i-PGS를 부분 확대한 사시도이다.

도 13은 본 발명의 초기 가상 롤러직경계수 값을 달리했을 때 치형 수정된 e-PGS 캠 피니언의 변화를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

도 14는 본 발명의 초기 가상 롤러직경계수 값을 달리했을 때 치형 수정된 i-PGS 캠 피니언의 변화를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명을 충분히 이해하기 위해서 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상세히 설명하는 실시예로 한정되는 것

으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공 되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어 표현될 수 있다. 각 도면에서 동일한 부재는 동일한 참조부호로 도시한 경우가 있음을 유의하여야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략된다.

[0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명의 치형 수정된 캠 피니언을 구비한 핀 휠 기어 쌍을 상세히 설명하도록 한다.

[0021] 도 1은 치합하는 어느 한 쪽 기어를 핀 또는 롤러로 대체한 롤러 기어 기구(roller gear mechanism) 시스템 중, 핀 휠과 캠 피니언이 외접 치합하는 e-PGS를 나타낸 도면이고, 도 2는 핀 휠과 캠 피니언이 내접 치합하는 i-PGS를 나타낸 도면이다. 또한 도 3은 상기 도 1의 e-PGS 핀 휠의 피치원과 e-PGS 캠 피니언의 피치원이 오프셋(offset)을 가질 때의 모습을 개략적으로 나타낸 모식도이고, 도 4는 상기 도 2의 i-PGS 핀 휠의 피치원과 i-PGS 캠 피니언의 피치원이 오프셋(offset)을 가질 때의 모습을 개략적으로 나타낸 모식도이다. 또한 도 5는 상기 도 1 및 도 2의 롤러가 결합된 부분을 확대한 부분 확대 사시도이다. 또한 도 6은 e-PGS 설계 실시예를 개략적으로 나타낸 모식도이고, 도 7은 i-PGS 설계 실시예를 개략적으로 나타낸 모식도이다. 또한 도 8은 상기 도 6의 e-PGS 설계 실시예의 캠 피니언 회전에 따른 압력각 변화를 나타낸 모식도이고, 도 9는 도 7의 i-PGS 설계 실시예의 캠 피니언 회전에 따른 압력각 변화를 나타낸 모식도이다. 또한 도 10은 본 발명의 가상의 롤러직경계수들을 적용하여 e-PGS 캠 피니언의 이뿌리 부위 치형을 수정해 나가는 과정을 나타낸 모식도이다. 또한 도 11은 본 발명의 이뿌리 부위 치형이 수정된 캠 피니언과 핀 휠이 외접 치합하는 도 6의 e-PGS를 부분확대한 사시도이고, 도 12는 본 발명의 이뿌리 부위 치형이 수정된 캠 피니언과 핀 휠이 내접 치합하는 도 7의 i-PGS를 부분 확대한 사시도이다. 또한 도 13은 본 발명의 초기 가상 롤러직경계수 값을 달리했을 때 치형 수정된 e-PGS 캠 피니언의 변화를 개략적으로 나타낸 모식도이고, 도 14는 본 발명의 초기 가상 롤러직경계수 값을 달리했을 때 치형 수정된 i-PGS 캠 피니언의 변화를 개략적으로 나타낸 모식도이다.

[0022] 본 발명의 핀 휠 기어 쌍은, 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 핀 휠(20)과 외접 치합하는 캠 피니언(30)으로 구성되는 e-PGS(10)와, 핀 휠(200)과 내접 치합하는 캠 피니언(300)으로 구성되는 i-PGS(100)로 구분될 수 있다.

[0023] 우선 본 발명의 외접 핀 휠 기어 쌍(e-PGS)에 대하여 상세히 살펴보기로 한다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 e-PGS(10)는, 상부 플레이트(23) 및 하부 플레이트(24)로 분리되되, 상기 상부 플레이트(23) 및 하부 플레이트(24)의 사이에는 상기 롤러(22)가 결합되며, e-PGS 캠 피니언(30)이 외접 치결합되도록 하는 핀 휠(20)로 구성된다.

[0025] 또한, 상기 롤러(22)는 핀(pin)으로도 구성이 가능하며, 이는 제작의 용이성 및 경제성이 고려될 때 핀으로 구성될 수도 있는 것이다.

[0026] 게다가 상기 롤러(22)는, 도 5에 도시한 바와 같이 상단 또는 하단에 결합되는 너트(25)가 결합되도록 나사산이 형성되는 롤러 샤프트(26) 및 상기 롤러 샤프트(26)의 외측면에 구비되는 부시(27)로 구성될 수 있으며, 상기 상부 플레이트(23) 및 하부 플레이트(24)에 관통 결합된다.

[0027] 따라서 복수의 롤러(22) 중 어느 하나가 파손될 시 e-PGS 핀 휠(20) 전체를 교체하지 않고 상기 너트(25)를 분해하여 이상이 있는 롤러 샤프트(26) 또는 부시(27)만을 교체할 수 있게 되어, 유지 보수 측면에서 매우 유리한 장점을 갖게 된다.

[0028] 다음에 본 발명의 내접 핀 휠 기어 쌍(i-PGS)에 대하여 상세히 살펴보기로 한다.

[0029] 도 2를 참조하면, 본 발명의 i-PGS(100)는, 상부 플레이트(230) 및 하부 플레이트(240)로 분리되되, 상기 상부 플레이트(230) 및 하부 플레이트(240)의 사이에는 상기 롤러(220)가 결합되며, i-PGS 캠 피니언(300)이 내접 치결합되도록 하는 핀 휠(200)로 구성된다.

[0030] 또한, 상기 롤러(220)는 핀(pin)으로도 구성이 가능하며, 이는 제작의 용이성 및 경제성이 고려될 때 핀으로 구성될 수도 있는 것이다.

[0031] 게다가 상기 롤러(220)는, 도 5에 도시한 바와 같이 상단 또는 하단에 결합되는 너트(250)가 결합되도록 나사산이 형성되는 롤러 샤프트(260) 및 상기 롤러 샤프트(260)의 외측면에 구비되는 부시(270)로 구성될 수 있으며,

상기 상부 플레이트(230) 및 하부 플레이트(240)에 관통 결합된다.

[0032] 따라서 복수의 롤러(220) 중 어느 하나가 파손될 시 선회 베어링 전체를 교체하지 않고 상기 너트(250)를 분해하여 이상이 있는 롤러 샤프트(260) 또는 부시(270)만을 교체할 수 있게 되어, 유지 보수 측면에서 매우 유리한 장점을 갖게 된다.

[0033] 한편, 상기한 도 3에 구성되는 본 발명의 실시예를 보면, 핀 휠(20)의 피치원(21)과, e-PGS 캠 피니언(30)의 피치원(31)은 서로 접하여 일치하거나 또는 소정거리의 오프셋(offset)을 갖도록 치결합되는 것이 바람직하다. 그러나 핀 휠(20)의 피치원(21)과, e-PGS 캠 피니언(30)의 피치원(31)은 각각이 서로 접하여 일치할 때 보다는 도 3에 도시한 바와 같이 소정의 오프셋(offset)이 형성되면, 상기 핀 휠(20)과, e-PGS 캠 피니언(30)은 원활한 치결합이 보장된다.

[0034] 마찬가지로, 도 4의 실시예에서도 핀 휠(200)의 피치원(210)과, i-PGS 캠 피니언(300)의 피치원(310)은 서로 접하여 일치하거나 또는 소정거리의 오프셋(offset)을 갖도록 치결합되는 것이 바람직하다. 그러나 핀 휠(200)의 피치원(210)과, i-PGS 캠 피니언(300)의 피치원(310)은 각각이 서로 접하여 일치할 때 보다는 도 4에 도시한 바와 같이 소정의 오프셋(offset)이 형성되면, 상기 핀 휠(200)과, i-PGS 캠 피니언(300)은 원활한 치결합이 보장된다.

[0035] 도 6 및 도 7은 상기 도 3 및 도 4의 각각의 실시예이며, 이때 핀 휠의 피치원(21, 210) 직경을 롤러 잇수(N_2)로 나눈 값을 핀 휠 모듈(m), 롤러(22, 220) 치 직경을 핀 휠 모듈(m)로 나눈 값을 롤러직경계수(C_r), 상기 도 3 및 도 4의 소정의 오프셋을 핀 휠 모듈(m)로 나눈 값을 전위계수(e)라 할 때, 핀 휠 모듈 m=5, 롤러직경계수 C_r=1.5, 전위계수 e=0.2, 롤러 잇수 N_2=9, 이와 치합하는 캠 피니언 잇수 N_3=6 의 설계제원이 고려되었다.

[0036] 이때 도 6 및 도 7에 해칭으로 도시된 롤러(22a, 220a)가 캠 피니언(30, 300)의 회전에 따라 맞물려 회전할 때의 접촉점들에서의 압력각(pressure angle)의 변화를 각각 도 8과 도 9에 도시하였다. 압력각은 기어를 설계하는 데 중요한 파라미터이고 불필요한 측력을 유발하므로 가능한 작은 값을 유지해야 한다. 압력각의 기구학적인 허용범위는 ±40° 이내이나 실용적인 허용범위는 ±35° 이내이다. 하지만 도 8 및 도 9에서 볼 수 있듯이 35°의 최대 허용압력각(maximum allowable pressure angle)을 초과하는 이뿌리 부위의 초기 물림영역(음영 도시 영역)에서 불필요한 측력이 발생하며 접촉이 이루어짐을 확인할 수 있다. 또한 도 6 또는 도 7에 도시한 핀 휠(20, 200)과 캠 피니언(30, 300)의 회전 중심간 거리(40, 400)가 제작, 조립 또는 여타 사유로 설계 값과 오차가 생길 경우, 보다 자세히는 e-PGS(10)에서의 실제 중심간 거리가 설계 중심간 거리(40)보다 작아지거나 i-PGS(100)에서의 실제 중심간 거리가 설계 중심간 거리(400)보다 커질 경우, 상기 기술한 불필요한 측력보다 훨씬 과도한 측력 또는 충격력을 받게 되어 소음·진동의 요인이 되며 또한 핀 휠 기어 쌍(10, 100)의 내구수명 단축의 주된 원인이 될 수 있다. 따라서 35° 이하로 설정된 허용압력각을 초과하는 캠 피니언(30, 300)의 이뿌리 부위는 차라리 롤러(22a, 220a)와 접촉을 회피하도록 치형수정(tooth modification)을 시행하는 것이 최선이다.

[0037] 이에 상기 언급한 캠 피니언(30, 300)의 이뿌리 치형수정(root relief)을 위해, 가상의 롤러직경계수들을 적용하여 e-PGS 캠 피니언(30)의 이뿌리 부위 치형을 수정해 나가는 과정을 설명하도록 한다.

[0038] 본 발명의 이뿌리 치형수정 과정을 도 10을 참조하여 순차적으로 설명하면 다음과 같다.

[0039] 첫째, 상기 도 8 또는 도 9와 같은 캠 피니언(30, 300)의 회전에 따른 압력각의 변화 결과로부터 허용압력각 이상의 총 n개의 캠 피니언 회전각(ϕ_{3k})들을 획득한다. 이때 하첨자 k=1, 2, 3, …, n 이다. 둘째, 초기 캠 피니언 회전각(ϕ_{31}=0°)에 대응되는 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})를 설계 롤러직경계수(C_r)보다 약간 크게 설정하고, 이들을 치형 설계식(미제시)에 적용하여 최초 수정 치형 데이터 점(예를 들어 도 10의 점 ①)을 획득한다. 셋째, 상기 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})를 $\Delta C_r = \frac{C_{r1} - C_r}{n-1}$ 만큼씩 순차적으로 감소시킨 2번째, 3번째, …, k번째 가상 롤러직경계수들(C_{r2}, C_{r3}, …, C_{rk})과 상기 기 획득한 2번째, 3번째, …, k번째 캠 피니언 회전각

들(Φ_{32} , Φ_{33} , … , Φ_{3k})을 치형 설계식(미제시)에 대입하여 2번째, 3번째, …, k번째 수정 치형 데이터 점들(예를 들어 도 10의 점 ②, 점 ③,…, 점 ⓚ)을 획득한다. 이때 k번째 가상 롤러직경계수(C_{rk})는 초항이 C_{r1} 이며 공차가 ($-\Delta C_r$)인 등차수열의 꼴로 표현되며 $C_{rk}=C_{r1}-(k-1)\Delta C_r$ 이다. 넷째, 상기 과정은 k=n 때까지, 즉 허용압력각을 만족하는 치형 데이터 점(예를 들어 도 10의 점 ⓝ)에 도달할 때까지 시행하여 총 n개의 수정된 치형 데이터들(점 ①,②,③,…,ⓚ,…,ⓝ)을 획득한다. 도 11 및 도 12는 도 6 및 도 7의 캠 피니언(30, 300)에 대해 상기 기술한 절차에 따라 허용압력각을 30도로 설정하고 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})는 설계 롤러직경계수(C_r)보다 0.1만큼 큰 값을 적용하여 이뿌리부 치형을 수정한 각각의 실시예들이다.

[0040] 한편 상기 언급한 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})의 최적 값을 찾기 위해, 허용압력각은 30° 이며 (m=8, N_2=72, N_3=9, C_r=1.5, e=0.2)의 설계제원을 고려하되, 다양한 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1}) 값에 따른 캠 피니언(30, 300) 치형수정 결과들을 각각 도시한 도 13 및 도 14를 참조하면, 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})가 설계 롤러직경계수(C_r)보다 0.15를 초과할 경우 확연한 꺾임 점이 출현하여 기존 치형과 부드럽지 못한 연결을 함을 확인할 수 있다. 따라서 허용압력각을 만족하는 기존 설계치형 부위와 꺾임 점 없이 부드럽게 연결된 이뿌리 수정 치형을 갖는 캠 피니언(30, 300)을 획득하기 위해서는 초기 가상 롤러직경계수(C_{r1})를 설계 롤러직경계수(C_r)보다 0.10 정도 크게 설정하여 설계하는 것이 가장 바람직하다.

[0041] 이상에서 설명된 본 발명의 핀 휠 기어 쌍을 구성하는 캠 피니언의 이뿌리 치형 수정 실시예는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속한 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 잘 알 수 있을 것이다. 그러므로 본 발명은 상기의 상세한 설명에서 언급되는 형태로만 한정되는 것은 아님을 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다. 또한, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 그 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

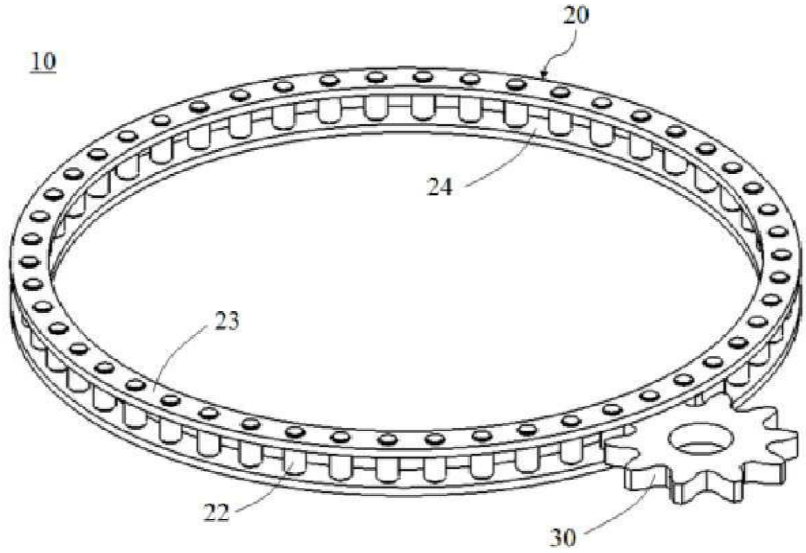
부호의 설명

[0042] 10 : 외접 핀 휠 기어 쌍(e-PGS) 100 : 내접 핀 휠 기어 쌍(i-PGS)

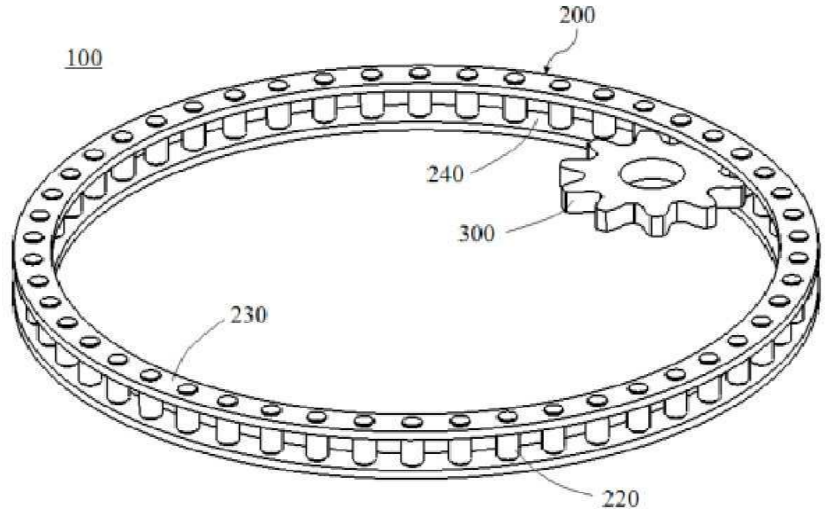
20, 200 : 핀 휠	21, 210 : 핀 휠 피치원
22, 220 : 롤러	23, 230 : 상부 플레이트
24, 240 : 하부 플레이트	25, 250 : 너트
26, 260 : 롤러 샤프트	27, 270 : 부시
30 : e-PGS 캠 피니언	300 : i-PGS 캠 피니언
31, 310 : 캠 피니언 피치원	40, 400 : 회전 중심간 거리

도면

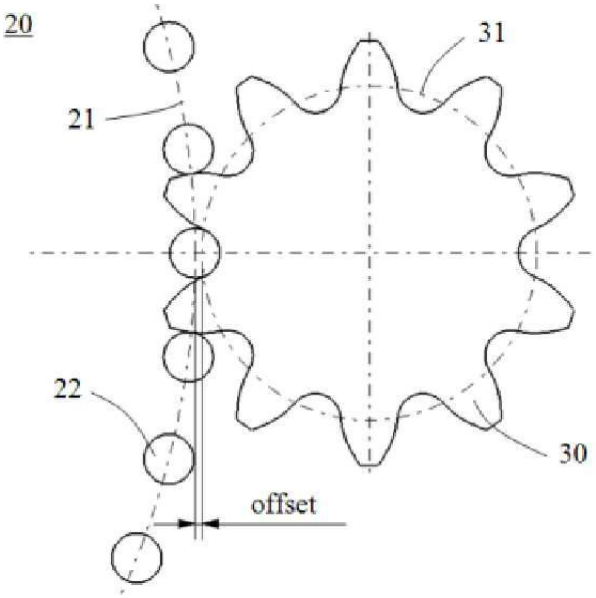
도면1



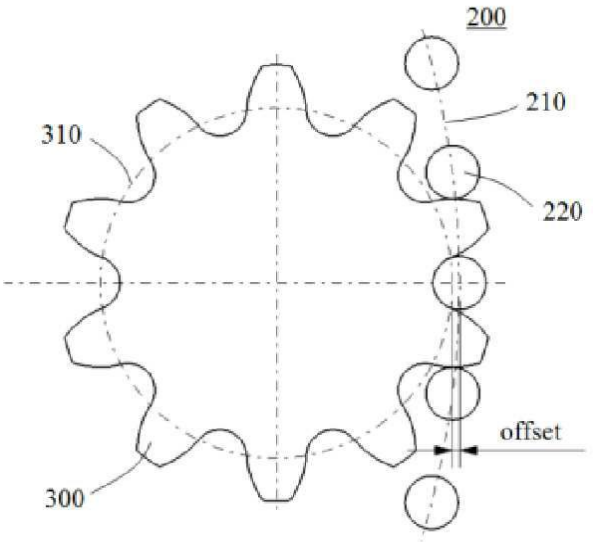
도면2



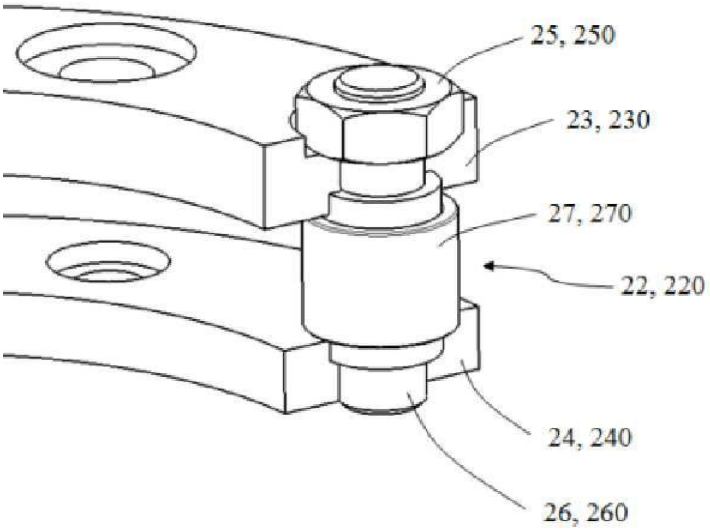
도면3



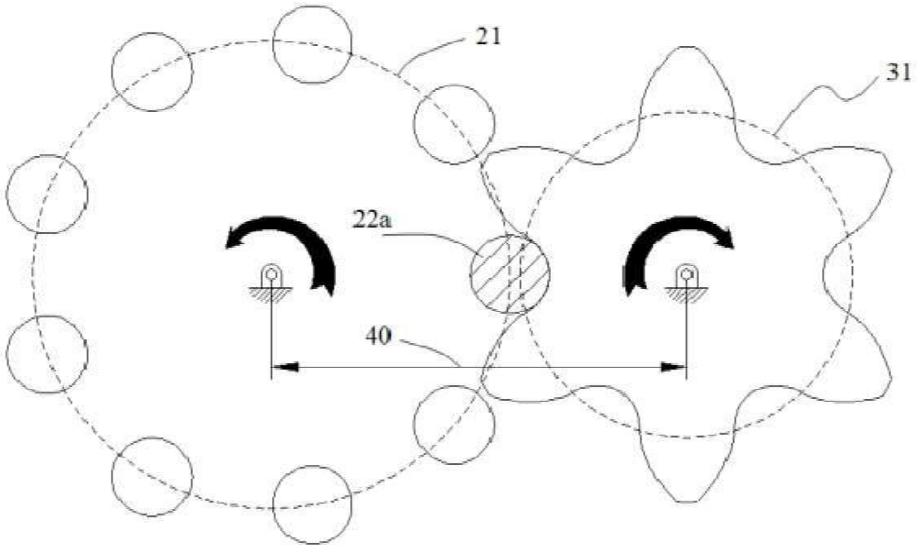
도면4



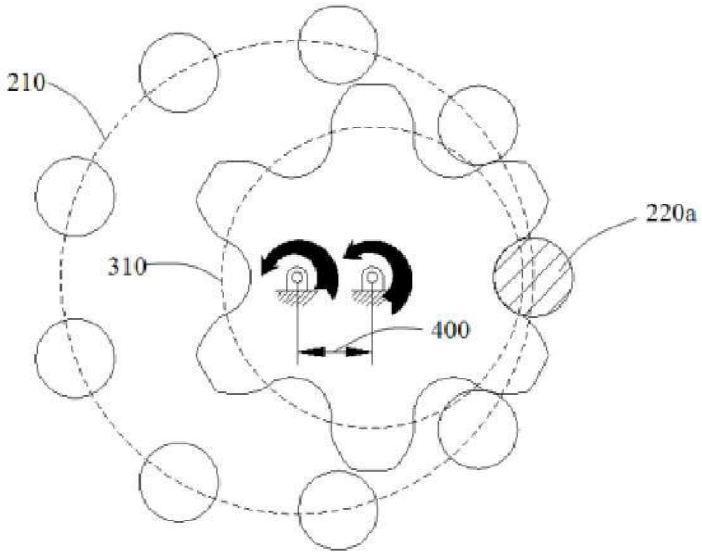
도면5



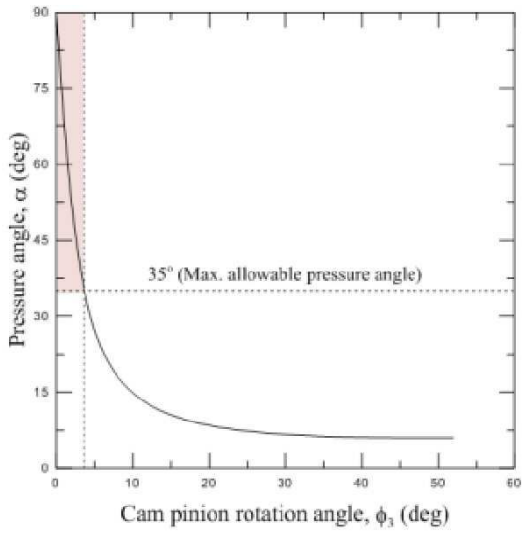
도면6



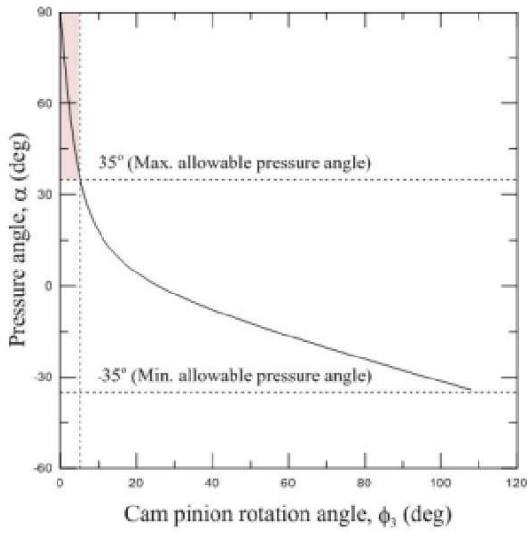
도면7


210
220a
310
400

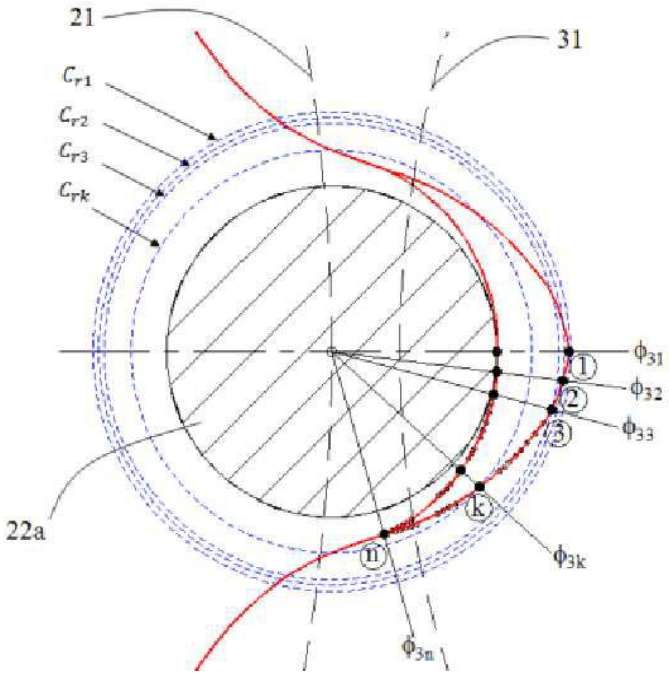
도면8


Pressure angle, α (deg)
35° (Max. allowable pressure angle)
Cam pinion rotation angle, ϕ3 (deg)
0
15
30
45
60
75
90
0
10
20
30
40
50
60

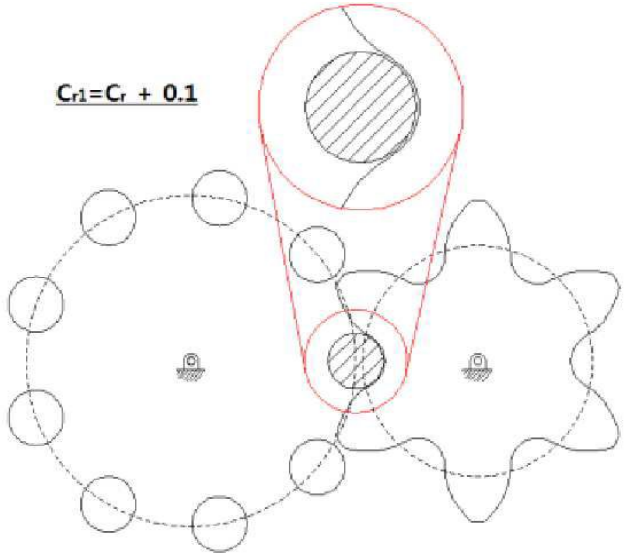
도면9


90
60
30
0
-30
-60
0
20
40
60
80
100
120
35° (Max. allowable pressure angle)
-35° (Min. allowable pressure angle)
Pressure angle, α (deg)
Cam pinion rotation angle, ϕ3 (deg)

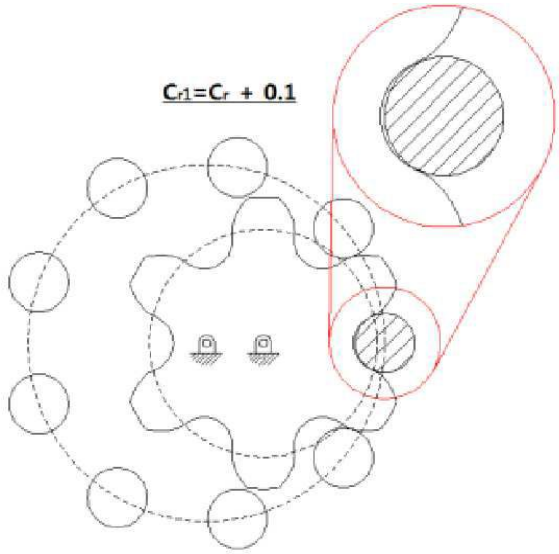
도면10


21
31
C_{r1}
C_{r2}
C_{r3}
C_{rk}
ϕ_{31}
ϕ_{32}
ϕ_{33}
ϕ_{3k}
ϕ_{3n}
1
2
3
k
n
22a

도면11

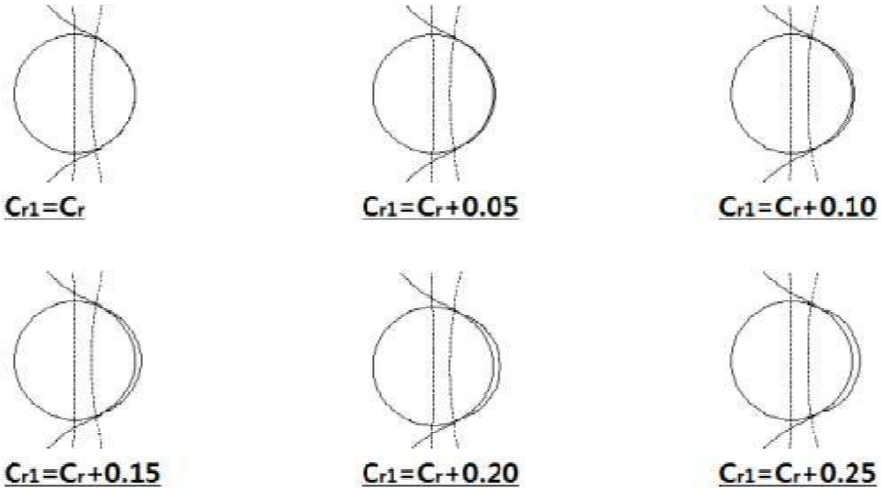


도면12



도면13

e-PGS ($m = 8, N_2 = 72, N_3 = 9, C_r = 1.5, e = 0.2$)



도면14

i-PGS ($m = 8, N_2 = 72, N_3 = 9, C_r = 1.5, e = 0.2$)

