



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0003869
(43) 공개일자 2008년01월08일

(51) Int. Cl.

B21H 7/18 (2006.01) B21D 3/16 (2006.01)
B23P 17/00 (2006.01) B21K 1/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7025825

(22) 출원일자 2007년11월07일
심사청구일자 없음

번역문제출일자 2007년11월07일

(86) 국제출원번호 PCT/US2006/011145

국제출원일자 2006년03월27일

(87) 국제공개번호 WO 2006/110312

국제공개일자 2006년10월19일

(30) 우선권주장

11/100,701 2005년04월07일 미국(US)

(71) 출원인

인터내셔널 엔진 인터렉츄얼 프로퍼티 컴파니, 엘
엘씨

미국 일리노이주 60555 워렌빌 윈필드 로드 4201

(72) 별명자

펠라, 라몬

미국 인디애나 46140 그린필드 사우스 600 이스트
1183

셀치, 챠드

미국 인디애나 46151 마틴스빌 이스트 해리슨 스
트리트 440

(74) 대리인

차윤근

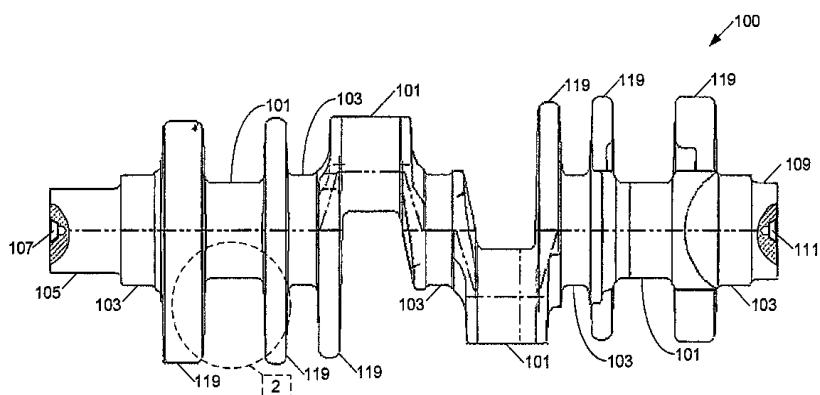
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 편심축 직선화 방법

(57) 요 약

편심축(100, 501)을 직선화하는 방법은 축의 소자(101, 509)에 인접한 필렛(201, 601)을 각진 롤러(303, 703)와 결합하는 단계와, 축을 회전시키는 단계와, 일부 회전중에만 압축성 룰링력(301, 709)을 룰러(303, 703)를 통해 축의 필렛(201, 601)에 선택적으로 인가하는 단계를 포함하므로써, 크랭크축(100)을 직선화한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

회전축선을 갖는 유도경화된 편심축을 직선화하는 방법에 있어서,

유도경화된 편심축의 일체형 소자와 롤러를 결합시키는 단계와,

축을 회전시키는 단계와,

상기 소자의 중심선과 편심축의 회전축선을 정렬시키기에 충분히 큰 압축력을 롤러를 통해 편심축의 소자에 선택적으로 인가하는 단계를 포함하며,

상기 소자는 중심선을 가지며, 상기 충분히 큰 압축력을 소자의 설정의 외주 세그먼트와 롤러의 접촉중에만 인가되며, 상기 소자는 180° 보다 작은 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 압축력을 소자의 설정의 외주 세그먼트내에서 변화될 수 있는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 소자의 중심선과 편심축의 회전축선을 정렬하기에 불충분한 압축력을 소자의 설정의 외주 세그먼트내에서가 아니라 상기 축의 부분에 인가되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 편심축은 크랭크축인 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 소자는 크랭크핀과 저어널중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 소자의 설정의 외주 세그먼트와 롤러 사이의 접촉영역에서의 물질은 마르텐사이트 스틸인 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 편심축은 캡축인 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 인가 단계에서의 압축력을 인접한 축 구조물과 상기 소자 사이에 배치된 필렛에 각도를 이루면서 인가되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 압축력을 편심축의 다수의 소자에 연속하게 인가되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 10

유도경화된 편심축을 직선화하는 방법에 있어서,

유도경화된 편심축을 딥 필렛 롤링장치에 장착하는 단계와,

유도경화된 편심축을 회전시키는 단계와,

유도경화된 편심축의 직선성을 결정하는 단계와,

유도경화된 편심축의 회전축선에 대해 상기 소자를 재위치시키기에 충분히 큰 압축력을 상기 유도경화된 편심축

의 소자에 롤러를 통해 선택적으로 인가하는 단계와,

유도경화된 편심축의 소자상에 압축력의 인가를 반복하는 단계를 포함하며,

상기 충분히 큰 압축력은 소자에 인접한 유도경화된 편심축의 일부가 직선형으로 될 때까지 적어도 한번 그리고 한번 이상소자의 설정의 외주 세그먼트와 롤러와의 접촉중에만 인가되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 압축력은 소자의 설정의 외주 세그먼트의 중앙부에 인가되는 충격력인 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 압축력은 소자의 설정의 외주 세그먼트내에서 변화될 수 있는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 편심축의 회전축선에 대해 상기 소자를 재위치시키는데 불충분한 압축력은 소자의 설정의 외주 세그먼트내에서가 아니라 상기 축의 부분에 인가되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 압축력의 적어도 하나의 선택적 인가에 이어 측정 단계가 반복되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 15

유도경화된 편심축을 직선화하는 방법에 있어서,

인접한 축 구조물과 상기 축의 소자의 제1교차부에서 상기 축 주위에 배치된 연속한 제1외주 흄에 제1롤러를 결합하는 단계와,

인접한 축 구조물과 상기 축의 소자의 제2교차부에서 상기 축 주위에 배치된 연속한 제2외주 흄에 제2롤러를 결합하는 단계와,

일련의 각위치를 통해 상기 축을 회전시키는 단계와,

상기 롤러를 통해 가변성 크기의 압축력을 두 흄에 인가하는 단계와,

편심축의 각위치에 기초하여 압축력을 크기를 변화시키는 단계와,

물질을 소자에 인접하게 흐르게 하므로써 소자를 인접한 축 구조물에 대해 재위치시키는 단계를 포함하며,

상기 제2교차부는 제1교차부로부터 축방향으로 변위되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 압축력의 크기는 0 부터 흄에서 소성변형에 충분한 양까지 변화되는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 압축력은 소자의 외주 세그먼트 위에만 인가되며, 상기 세그먼트는 편심축의 최대 런아웃의 회전 평면을 포함하는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 압축력은 외주 세그먼트에 고형 물질을 흐르게 하고, 상기 소자의 직경방향으로 대향하는 세그먼트에는 물질이 흐르지 않게 하는 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 고형 물질은 마르텐사이트 스틸인 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 압축력은 최대 런아웃의 회전 평면과 상기 소자의 외주 세그먼트 교차부에 인가되는 충격력인 것을 특징으로 하는 편심축 직선화 방법.

명세서

기술 분야

<1>

본 발명은 캠축이나 크랭크축, 특히 딥 필렛 롤링에 의해 이미 경화된 축 등과 같이 내연기관에 사용되는 형태의 편심축을 직선화하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2>

편심축은 다양하게 사용되고 있다. 가장 일반적인 사용은 내연기관에 사용하는 것이다. 피스톤식 내연기관에서는 사용된 연소 사이클에 의존하여, 일련의 연소를 위해 에어 또는 연료 및 에어의 혼합물을 압축시키는 피스톤을 왕복동시키므로써 다수의 실린더 내부에서 파워가 발생된다. 피스톤은 왕복동 축방향 통로를 따르며, 연소 표면에 대향하는 축부에서 커넥팅로드에 연결된다. 상기 커넥팅로드는 편심축인 크랭크축에 연결된다. 크랭크축은 피스톤의 축방향 왕복동 운동을 회전운동으로 변환하는데 사용된다. 이러한 회전운동을 통해 작용하는 실린더에서 연소에 의해 발생된 압력은 엔진의 파워 출력을 생성한다. 또 다른 편심축인 캠축은 전형적으로 실린더에서 흡입 및 배출 벨브의 타이밍을 제어하기 위해 내연기관에 사용된다.

<3>

편심축은 높은 비틀림 부하와 수백만회의 부하 사이클에 견딜 것이 요구된다. 이러한 이유로 인해, 고부하 집중 영역에서 금속의 결정 구조를 변화시켜 강도를 증가시키도록 편심축을 냉간 가공 또는 열처리하거나 유도경화하므로써, 편심축은 스틸처럼 통상적으로 강하면서도 연성인 물질로 제조되며, 강도의 부가를 위해 자주 경화된다. 편심축의 직선화는 그 작동에 있어 매우 중요한데, 그 이유는 부분적으로는 엔진 구조물내에 삽입되어야만 하고 또한 강도 결핍은 심각한 진동을 유발하기 때문이다. 또한, 직선화는 회전을 위해 편심축에 양호한 평형을 제공하며, 비틀림 진동을 감소시킨다.

<4>

이러한 내연기관을 위해 허용가능한 경화 처리과정은 주-저어널 세그먼트 및 크랭크핀의 옛지에서 필렛을 롤링시키므로써 크랭크축의 를 경화 또는 냉간 가공이다. 그러나, 고출력 엔진에 있어서, 특히 디젤 엔진에 있어서, 를 경화는 충분한 크랭크축 강도를 생성하지 않는다.

<5>

유도경화는 스틸 편심축의 표면 경화를 위해 널리 사용되고 있는 처리과정이다. 예를 들어, 크랭크축은 자장의 변화와 이어서 즉각적인 담금질에 의해 스틸의 변형 범위내의 온도로 또는 이 보다 높은 온도로 가열된다. 크랭크축의 코어는 처리에 의해 영향을 받지 않으며, 그 물리적 특성은 초기에 형성된 물질의 특성이지만, 케이스의 경도는 담금질에 의해 물질의 잔류 압축응력에 의해 상당히 증가된 것으로 간주된다.

<6>

편심축은 부분적으로는 가공 및 유도경화로 인한 잔류응력으로 인해 때때로 과도한 런아웃(run-out) 또는 축방향 오정렬을 전개한다. 이 경우, 상기 런아웃은 편심축 사양에 일치하지 않는 부분을 형성하여, 잠재적으로 매우 고가인 부품의 스크랩을 유발시킨다. 이것은 고체적 생산 처리과정에서 특히 중요한데, 그 이유는 거절된 물질은 스크랩 비율과 마찬가지로 사이클 시간 및 재동작 비용을 증가시키기 때문이다.

<7>

유도경화된 편심축을 직선화하는 전통적인 방법은 단일 평면에서의 부하를 편심축에 부여하기 위해 프레스 스트레이트너를 사용하여 이들을 직선화하는 것이다. 그러나, 편심축의 최종적인 편향은 경화된 케이스의 일부를 압축을 벗어나 인장되게 하므로써, 축의 강도를 국부적으로 낮춘다. 따라서, 엔진 크랭크축 및 캠축의 경도와 타협하지 않고, 특히 유도경화된 크랭크축 및 캠축 등과 같은 편심축의 직선화가 요망되고 있다.

발명의 상세한 설명

<8>

본 발명은 크랭크핀 등과 같은 하나이상의 특징부를 평형축 등과 같은 인접의 특징부에 재위치시키므로써 그 주-회전축선 주위로 편심축을 직선화하기 위하여, 설정된 위치에서 특정의 회전 상 각도(phase angle)중 내부 필렛이나 외부 필렛에 부하가 인가되는 딥 필렛 롤링 처리과정을 사용하여 엔진 크랭크축이나 캠축 등과 같은 편

심축을 직선화하는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 방법은 유도경화된 축을 직선화하기 위해 사용될 때 특히 중요한 장점을 갖게 된다.

<9> 본 발명의 양호한 실시예는 본 발명에 따른 크랭크축을 직선화하는 방법에 의해 실행된다. 상기 방법은 이미 유도경화된 크랭크축의 저어널이나 핀을 롤러와 결합하므로써 실행되며, 저어도 한세트의 롤러는 크랭크핀 또는 주-저어널과 인접한 평형추 사이에 배치된 필렛에서 축선에 대해 각도를 이루어 배치되므로써, 롤러를 통해 크랭크축의 주-저어널 또는 크랭크핀에 압축성 롤링력을 인가한다. 롤러를 통해 인가된 압축성 롤링력의 크기는 축의 회전 상 각도에 따라 변화되며, 즉 롤링력의 크기는 크랭크축 회전의 설정 지점중에서 양호하게 증가되며, 기타 다른 회전 부분중에서 축 로딩은 공정 레벨로 있으므로, 설정의 회전 지점에 대응한 크랭크핀 또는 주-저어널의 외주 세그먼트의 소성변형을 유발시킨다. 상기 롤러는 크랭크핀 또는 주-저어널의 세그먼트처럼 축방향으로 미세하게 연장되는 축방향 힘 성분을 제공하며, 신장된 세그먼트와 직경방향으로 대향하는 세그먼트를 포함한 기타 다른 세그먼트는 훨씬 작은 힘에 노출되어 거의 영향을 받지 않거나 약간만 영향을 받게 된다. 고부하 세그먼트와 기타 다른 세그먼트의 영향 사이에서의 평형은 크랭크핀이나 저어널과 인접한 평형추 사이의 각도를 미세하게 변화시키므로써 크랭크축을 직선화시킨다.

<10> 본 발명의 또 다른 실시예에서, 압축성 롤링력은 캠축의 저어널의 각각의 축부에 인가되며, 저어널과 주축 사이에서 필렛의 롤러는 축방향 힘 성분을 다시 제공한다. 롤러를 통해 인가된 압축성 롤링력의 크기는 축의 회전 상 각도에 따라 변화된다. 즉, 롤링력의 크기는 런아웃이 가장 커지는 캠축의 방사방향 평면에 대응하는 캠축 회전의 설정 지점중에서 양호하게 증가되며, 축은 다른 시기에 언로딩되거나 또는 미세하게 로딩되어 방사방향 평면에 대응하는 저어널의 세그먼트를 미세하게 압축하는 캠축 저어널의 소성변형을 야기시키며, 압축된 세그먼트와는 직경방향으로 대향하는 세그먼트를 포함하여 기타 다른 세그먼트는 거의 영향을 받지 않거나 약간만 영향을 받게 된다. 압축선 세그먼트와 기타 다른 세그먼트의 소성변형 사이의 비평형은 최대 런아웃의 방사방향 평면에서 저어널의 축방향 표면 사이의 각도를 변화시키고 이러한 평면에서 캠축을 직선화시킨다.

실시예

<28> 하기에는 선택적으로 프로그램된 딥 폴링 장치를 사용하여 크랭크축이나 캠축 등과 같은 내연기관용의 경화된 편심축을 직선화하는 방법이 개시되어 있다. 본 발명은 경화된, 양호하기로는 유도경화된 편심축을 잔류 압축응력 및 피로 강도를 손상시키지 않으면서 직선화하는 방법을 제공한다. 유도경화된 축은 축의 물질이 마르텐사이트 구조를 갖는 스틸 영역을 갖는다. 마르텐사이트는 담금질된 스틸의 주요 성분인 단단한 구성요소이다.

<29> 도1에는 전형적인 크랭크축이 도시되어 있다. 이러한 크랭크축은 V8 내연기관, 양호하기로는 디젤 엔진에 사용되지만; 본 발명은 장점은 도시된 바와 유사한 크랭크축에만 사용되는 것이 아니라 그 어떤 엔진이나 장치에 사용되는 크랭크축이나 캠축 등과 같은 편심축에 사용될 때 실현될 수 있다. 크랭크축(100)은 엔진의 전방측에 배치된 종래의 전방 밀봉부(도시않음)와 결합되기 위해, 전형적으로 한쪽 단부에 원통형 전방 밀봉면(105)을 포함한다. 한편, 후방 밀봉면(109)은 엔진의 후방측에 배치된 종래의 후방 크랭크축 밀봉부(도시않음)의 결합을 제공한다. 단부의 중간에 있어서, 크랭크축(100)은 크랭크축(100)을 지지하기 위해 크랭크케이스(도시않음)에서 종래의 방식에 따라 주-베어링(도시않음)과 결합되는 5개의 주-저어널(103)과, 종래의 커넥팅로드(도시않음)가 연결되어 파워를 피스톤으로부터 크랭크축(100)으로 입력하는 4개의 크랭크스로우(crankthrow) 또는 크랭크핀(101)을 갖는다. 주-저어널(103)과 크랭크핀(101) 사이에 벽을 형성하는 평형추(119)는 크랭크핀 사이에 배치되어, 주-저어널(103)로부터 크랭크핀(101)을 분리시킨다. 크랭크축(100)은 크랭크축(100)을 통하는 가상의 중심선(113)을 각각 형성하는 후방 저어널(109) 및 전방 저어널(105)의 중심을 각각 확인하고, 딥 롤링장치(300)와의 결합 지점을 제공한다(도3A에 도시). 최적의 조건에서, 크랭크축 중심선(113)은 전방 타겟(107) 및 후방 타겟(111) 사이로 연장되는 회전축선과 일치하는 직선이다.

<30> 도2에는 하나의 크랭크핀(101) 주위에서 두개의 인접한 평형추(119) 사이의 교차부가 상세히 도시되어 있다. 연속한 외주 흄 또는 필렛(201)은 크랭크핀(101)의 양측에 형성되며, 흄(201)은 평형추(119)내로 융합된 부드러운 반경을 갖는다. 각각의 크랭크핀(101)의 양측에는 이와 유사한 흄이 형성된다. 도3A에 도시된 바와 같이, 유사한 연속한 외주 흄(203)은 인접한 평형추(119)와 각각의 주-저어널(103) 사이에 배치된다. 각각의 흄(201, 203)은 작동시 크랭크축(100)에서 응력 집중지역에 배치되며, 엔진 작동중 이를 통과하는 응력을 완화시킨다. 이러한 흄들은 상기 영역의 표면에서 유도경화작동으로 인해 잔류 압축응력을 제공하도록 제조되어, 작동시 발생되는 옵셋 인장 응력을 도와준다.

<31> 일부 경우에 있어서, 경화를 받는 크랭크축은 그 중심선의 직선화와 연관된 문제점을 전개시킨다. 본 발명은 크랭크축(100)이 유도경화 처리과정을 받은 후 각각의 흄(201, 203)에 제공된 잔류 압축응력과의 타협없이, 크

랭크축(100)의 중심선(113)을 직선화시키는 방법을 제공한다. 예를 들어 딥 필렛 롤링 등과 같은 크랭크축을 위한 전통적인 경화 동작은 물질내의 금속 결정을 확장 및 경화시킨다. 유도경화가 사용되는 경우, 금속 구조는 마르텐사이트이며, 부하에 노출되었을 때 상이하게 작용한다.

<32> 타겟(107, 111) 사이에서 크랭크축(10)을 축선 주위로 지지 및 회전시키는 딥 롤링장치(300)는 각각의 크랭크핀 홈(201)에서 작동되는 롤러(303)를 갖는 적절한 크랭크핀 구조물(305)을 가지며, 크랭크축(10)이 중심선(113)의 주위로 회전할 때 롤러(303) 사이에서의 접촉손실없이 그 궤도에서 각각의 크랭크핀(101)을 따를 수 있으며, 상기 홈(201)은 도3A에 도시된 바와 같이 유도경화된 축을 직선화하는데 사용된다. 이와 마찬가지로, 롤러(308)를 갖는 적절한 지지 구조물(307)이 제공되어, 크랭크핀(309)의 본체와 롤러(308) 사이에서의 접촉손실없이 크랭크핀(309)의 본체상에서 작동된다.

<33> 프로그래밍 이외에, 크랭크축을 직선화하는데 사용되는 딥 롤링장치(300)는 물질이 냉간 가공에 의해 크랭크축을 경화하기 위해 크랭크축에서 필렛의 딥 롤링을 위해 본 기술분야에 공지되어 있는 전형적인 장치로서, 본 발명에 참조인용된 미국특허 제5.493.761호에 개시된 전자식 딥 필렛 롤링 장치이다. 본 발명에 사용된 딥 롤링장치(300)는 롤러(303)를 통해 압축력(301)을 크랭크축의 홈(201)에 부여할 수 있다. 그러나, 홈(201)에 대한 압축력의 인가는 딥 롤링장치(300)에서 회전할 때 크랭크축(100)의 설정의 회전각으로만 작동하도록 배치된다. 롤러(308)는 압축력(301)의 방사방향(크랭크핀에 대해) 성분을 저항 및 분할하도록, 롤러 사이에서 크랭크핀의 중앙부를 올라탄다. 압축력(301)의 이러한 저항 및 분할은 홈(201)의 강한 결합에 의해 가능하게 된다.

<34> 압축력(301)은 장치(300)에 의해, 이 경우 크랭크핀(101)에 의해 클램핑된 부분에서 크랭크축(100)을 변형시키는 힘이다. 장치(300)에서 크랭크축(100)의 회전 방향은 양호하게 제어되며 공지된다. 압축력(301)은 롤러(303)는 도3B 및 도3C에 도시된 바와 같이 크랭크핀(101)이 공지의 장착 회전위치인 상사점(TDC)에 대해 옵셋된 설정의 회전 위치에 회전가능하게 인접한 위치에 접근하거나 이러한 위치에 있을 동안 작용하며, 크랭크핀(101)의 대응의 하사점(BDC) 위치에 회전가능하게 대향하는 위치에 있거나 이러한 위치에서 위로 또는 아래로 경사져 있다. 각각의 압축력(301)의 인가를 통해, 롤러(303) 사이에서 크랭크핀(101)을 포함하는 크랭크축(100)의 고형 물질의 흐름을 통해 직선화되거나 또는 롤러(303)를 통해 인가된 압축력(301)의 축방향 부분의 작용에 의해 각각의 홈의 내부에서 소성변형된다. 압축력(301)은 압축시 크랭크축(100)의 물질을 유지하므로써, 그 강도를 감소시키지 않는다.

<35> 본 발명에 사용된 딥 롤러 장치(300)는 도4A에 도시된 바와 같이 주-저어널(103)을 클램핑할 수 있다. 적절한 저어널 구조물(401)은 저어널 홈(203)과 접촉하는 롤러(303)를 가지며, 롤러(308)를 갖는 지지 구조물(307)은 저어널(103)의 저어널 본체 표면(403)과 접촉한다. 압축력(301)의 인가는 딥 롤링장치(300)에서 회전할 때 크랭크축(100)의 설정의 회전각에 대해서만 작동하도록 배치된다.

<36> 압축력(301)은 장치(300)에 의해, 이 경우 저어널(103)에 의해 클램핑된 부분에서 크랭크축(100)을 직선화시키는 힘이다. 압축력(301)은 최대 포지티브 런아웃의 평면에 대응하는 크랭크축(100)의 회전위치에서 또는 이러한 위치에서 위로 또는 아래로 경사져서 설정의 외주 세그먼트중에서 홈(201)에 작용하며, 롤러(308)는 도4B 및 도4C에 도시된 바와 같이 압축력(301)의 방사방향 성분을 분할 및 저항하기 위해 직경방향으로 대향하는 외주 세그먼트를 횡단하여 이를 따라 이격된다. 압축력(301)은 설정의 외주 세그먼트의 중앙 위치에 인가되는 충격력이다. 각각의 압축력(301)의 인가를 통해, 롤러(303) 사이에 저어널을 포함하는 크랭크축(100)의 부분은 고형 물질의 흐름을 통해 직선화되거나 또는 롤러(303)에 인가된 압축력(301)의 축방향 성분의 작용에 의해 각각의 홈(201)의 내부에서 소성변형된다. 이러한 압축력은 크랭크축(100)의 물질을 인장되게 하지 않으며, 이에 따라 그 강도를 감소시키지 않는다.

<37> 크랭크핀(101) 또는 저어널(103)을 통한 크랭크축(100)의 직선화에 있어서, 압축력(301)은 균일하게 인가되는 것이 아니라 특정의 회전위치에서만 상하로 경사져서 인가되기 때문에, 물질의 흐름 또는 소형변형이 주로 크랭크핀(101) 또는 저어널(103)의 하나의 외주 세그먼트에서 발생되며, 직경방향으로 대향하는 세그먼트에서는 물질 흐름이나 소성변형이 거의 발생되지 않는다. 이에 의해 압축력(301)이 인가되는 크랭크축의 회전 방사방향 평면에서 크랭크핀(101)이나 저어널(103)과 인접한 구조물, 이 경우 평형추(119) 사이에서의 각도를 미세하게 변화시킨다.

<38> 예를 들어 크랭크축(100)을 위해 도시된 크랭크핀(101)의 직선화 방법은 도5에 플로우챠트로 도시되어 있다. 도5에 도시된 방법은 크랭크핀(101)의 직선화를 위해 적용되지만, 저어널(103)의 직선화에도 적용할 수 있으며, 예를 들어 로브 또는 캠축상의 저어널 특징부의 직선화 등과 같이 그 어떤 편심축의 특징부의 직선화에도 적용할 수 있다.

- <39> 크랭크축(100)은 도5의 단계(901)에서 딥 룰링장치(300)에서의 회전을 위해 타겟(107, 111)에 의해 장착되며, 크랭크축(101)은 단계(903)에서 딥 룰링장치(300)에서 회전한다. 적절한 센서는 단계(905)에서의 편향 뿐만 아니라, 핀(101)의 TDC 및 BDC 사이에 설정된 평면 등과 같은 공지의 크랭크축 기준 위치에 대해 각위치를 기록하기 위해, 크랭크축(100)의 회전중 크랭크핀(101)의 회전 위치 및 정렬을 검출한다. 전방 타겟(107)과 후방 타겟(113)을 연결하는 라인에 의해 설정된 바와 같이, 만일 크랭크축의 회전축선과 크랭크핀(100) 사이의 거리에서 편향이 검출되었다면, 단계(907)에서 결정이 이루어져서 크랭크축(100)의 이상적인 중심선(113)에 가깝게 회전 중심선을 이동시키는 조정이 이루어진다. 각각의 롤러(303)는 크랭크핀(101)의 양측에서 각각의 홈(201)과 접촉되고, 롤러(308)는 단계(909)에서 크랭크핀(101)의 본체부(309)와 결합된다. 딥 룰링장치(300)는 단일의 크랭크핀(101) 또는 단일의 주-저어널 또는 다수의 이들과 동시에 결합할 수 있다. 또한, 롤러(308)는 롤러(303)에 의해 발생된 압축력(301)에 대한 능동적인 저항을 제공하기 위해, 고정된 축을 갖지만; 선택적으로 구조물(307)에 의해 능동적으로 로딩될 수도 있다. 일단 롤러(303)가 그 각각의 홈(201)에서 결합되고 롤러(308)가 본체 표면에서 결합되었다면, 압축력(301)은 상술한 바와 같이 각각의 롤러(303 및/또는 308)를 통해 부여된다. 이러한 압축력(301)은 단계(911)에서 크랭크축(100)의 직선화에 대한 조정을 실행한다.
- <40> 크랭크축(100)의 크랭크핀(101)의 경우, 최대 렌아웃의 평면은 각각의 크랭크핀을 위한 TDC와 일치하는 것으로 밝혀졌다. 저어널(103) 및 기타 다른 편심축인 경우, 최대 렌아웃의 평면은 다른 직경방향 평면이다. 도6은 최대 렌아웃의 평면이 크랭크축(100)의 회전 위치의 초기 장착에 대한 각도(605)에 대응할 때 압축력(301)의 인가를 도시하고 있다. 압축력(301)의 각각의 인가는 크랭크축(100)의 완전 회전을 위해 한번만 발생한다.
- <41> 도6에서, 크랭크축(100)의 각각의 회전은 딥 룰링장치(300)에 의해 결합된 특정 크랭크핀(100)에 대해 도시되어 있다. 압축력(301)의 인가 주기는 각도(605) 앞에서는 상향경사지고, 각도(605)에서는 최대값에 도달하고, 각도(605) 이후에서는 제로가 될 롤러(303, 308)의 결합을 유지하기에 충분한 낮은 공칭값으로 하향경사진다. 압축력(301)의 각각의 인가후, 센서에 연결된 컴퓨터는 크랭크축(100)이 허용가능한 직선 상태에 있는지의 여부를 결정한다. 만일 크랭크축(100)의 직선성이 허용될 수 없다면, 첫번째 인가때 보다 적거나 큰 또는 동일한 부가의 압축력(301)의 인가가 필요하게 된다. 이러한 처리과정은 크랭크축(10)이 결합된 크랭크핀(101)을 위한 원하는 직선성을 가질 때까지 반복된다. 압축력(301)의 크기는 보정될 편향량에 의존하며, 약 6 내지 17kN 사이에 속하는 것이 바람직하다. 그후, 딥 룰링장치(300)는 크랭크핀(101)과 분리되고, 상술한 바와 같이 인접한 크랭크핀(101)과 결합된다. 직선화 처리과정은 인접한 크랭크핀(101)에서 반복된다. 선택적으로 모든 크랭크핀은 결합될 수도 있고, 크랭크축이 회전할 때 연속적으로 직선화될 수도 있다. 주-저어널에는 유사한 처리과정이 적용된다. 각각의 크랭크핀(101) 및/또는 주-저어널이 직선화 처리과정에 적용된 후, 크랭크축(100)은 허용가능할 정도로 직선화가 된다.
- <42> 크랭크축의 허용불가능한 형태는 여러가지 많은 형태로 나타날 수 있다. 도7A 및 도7B에 도시된 바와 같이, 크랭크축은 굴곡된 중심선(417) 또는 S형 중심선(415)을 가질 수 있다. 이들은 지금까지 크랭크축에서 관찰되어 왔던 왜곡의 상이한 집단의 두가지 실시예로서, 그 중심선은 원하는 직선형 중심선(113)으로부터 3차원적으로 이탈되어 있다. 본 발명은 크랭크축(100)의 중심선(113)의 편향을 관리하기에 적합한데, 그 이유는 각각의 크랭크핀(101) 또는 주-저어널(103)의 나머지와는 독립적으로 정렬할 수 있기 때문이다. 크랭크축 제조분야에서 공통의 설비를 사용하여 직선화 동작을 신속하게 실행할 수 있는 능력과, 마르텐사이트 결정 구조를 갖는 편심축을 그 강도와 타협하지 않고 직선화시킬 수 있는 능력은 부가적인 장점이다. 이러한 실시예는 내연기관에 사용하기 위해 설계된 크랭크축에 이루어진 동작을 포함한다. 그러나, 이러한 방법은 기타 다른 용도나 장치를 위해 설계된 편심축이나 캠축 또는 크랭크축에 동일하게 작용한다.
- <43> 도8 내지 도10의 실시예
- <44> 이러한 실시예에서 본 발명의 방법은 캠축을 직선화하기 위해 적용된다. 도8에는 전형적인 캠축(501)이 도시되어 있다. 이러한 캠축(501)은 V8 내연기관, 양호하기로는 디젤 엔진에 사용하도록 형성되었지만; 본 발명의 장점은 도시된 바와 유사한 캠축뿐만 아니라 그 어떤 엔진이나 장치에 사용되는 캠축에서도 실현될 수 있다. 캠축(501)은 엔진의 전방측에 배치된 종래의 전방 밀봉부(도시않음)와 결합하기 위해, 전형적으로 한쪽 단부에 원통형 전방 밀봉면(503)을 포함한다. 한편, 후방 밀봉면(505)은 종래의 후방 캠축 밀봉부(도시않음)와 엔진의 후방측에 배치된 후방 구동기어(507)의 결합을 제공한다. 그 단부의 중간에서, 캠축(501)은 하나이상의 주-저어널(509)과, 종래의 캠 종동자(도시않음) 또는 밸브 리프터(도시않음)에 의해 결합되는 실린더를 위해 흡입밸브 및 배출밸브를 작동시키도록 다수의 로브(511)를 가지며; 상기 주-저어널은 캠축을 지지하기 위해 엔진(도시 않음)에서 종래의 방식으로 베어링(도시않음)과 결합된다. 도시된 바와 같이 V8 엔진을 위한 캠축(501)에서 16개의 로브(511)는 저어널(509)에 의해 4세트로 분리된다. 캠축(501)은 전방 타겟(513) 및 후방 타겟(515)을 부

가로 가지며; 이러한 타겟들은 전방 저어널(503) 및 후방 저어널(505)의 중심을 확인하고, 캠축(501)을 통과하는 가상의 중심선(517)을 형성하고, 딥 롤링장치와의 결합 지점을 제공한다. 최적의 상태로서, 캠축 중심선(517)은 전방 타겟(513)과 후방 타겟(515) 사이에서 연장되는 회전축선과 일치하는 직선이다.

<45> 도8에는 저어널(509) 주위에서 로브(511)의 두개의 인접한 세트 사이의 교차부가 상세히 도시되어 있다. 연속한 외주 홈 또는 필렛(601)은 주축(603)내로 융합되는 완만한 반경을 형성하는 저어널(509)의 양측에 형성될 수 있다. 각각의 저어널(509)의 양측에도 유사한 필렛이 형성된다. 각각의 필렛(601)의 영역은 작동중 캠축(501)에서의 응력 집중영역이다. 이러한 필렛은 상기 영역에서 스텔의 잔류 압축응력을 제공하도록 제조된다. 필렛에서의 압축 응력은 작동중 발생되는 옵셋 인장응력을 도와준다.

<46> 일부 경우에 있어서, 경화 처리과정을 받는 캠축은 그 중심선의 직선성에 대해 문제점을 유발시킨다. 본 발명은 캠축(501)이 경화 처리과정을 받은 후, 각각의 필렛(601)에 제공된 잔류 압축응력과의 타협없이, 캠축(501)의 중심선(517)을 직선화시키는 방법을 제공한다. 도10A에 도시된 바와 같이, 딥 롤링장치(300)는 타겟(513, 515) 사이에서 회전축선(517) 주위로 캠축(501)을 지지 및 회전시키는데 사용된다. 롤러(703)와 필렛(601)과의 접촉을 손상하지 않고 각각의 저어널(509)을 따르기 위해, 각각의 필렛(601)에서 작동되는 롤러(703)를 갖는 적절한 저어널 구조물(701)이 제공된다. 이와 마찬가지로, 저어널(509)의 본체와 롤러(707) 사이의 접촉을 손상하지 않고 저어널(509)의 본체에서 작동되도록, 롤러(707)를 갖는 적절한 지지 구조물(705)이 제공된다.

<47> 압축력(709)에 의해, 캠축(501)은 최대 런아웃의 평면에 대응하는 캠축(501)의 회전 위치에서 또는 이로부터 상향경사지거나 하향경사진 위치에서 설정의 외주 세그먼트중 홈(601)에서 롤러(709)를 작동시키므로써 장치(300)에 의해 클램핑된 부분, 이 경우 도10B에 도시된 저어널(509)에서 직선화가 이루어지며; 롤러(707)는 도10C에 도시된 바와 같이 압축력(709)의 방사방향 성분에 저항 및 분할하도록 정렬된다. 각각의 압축력(709)의 인가를 통해, 롤러(703, 707) 사이에 저어널(509)을 포함하는 캠축(501)은 각각의 압축력(709)의 축방향 성분의 작용에 의해 각각의 필렛(601) 주위로 고형 물질의 흐름에 의해 또는 소성변형에 의해 직선화된다. 이러한 압축력은 캠축(501)의 물질을 인장하지 않으므로, 그 강도를 약화시키지 않는다.

<48> 저어널(509)을 통해 캠축(501)을 직선화함에 있어서, 압축력은 균일하게 인가되는 것이 아니라 특정의 회전 위치에만 인가되거나 상향경사지거나 하향경사지기 때문에, 물질의 흐름이나 소성변형은 주로 저어널(509)의 하나의 외주 세그먼트에 발생되며, 직경방향으로 대향하는 세그먼트에서는 물질의 흐름이나 소성변형이 거의 발생되지 않는다. 이것은 압축력(709)이 인가되는 캠축 회전의 방사방향 평면, 즉 최대 런아웃의 평면에서 인접한 축구조물과 저어널(509) 사이의 각도를 미세하게 변화시키게 된다.

<49> 각각의 압축력(301, 709)은 방사방향 힘 평형 방향으로 크기가 동일하다. 각각의 압축력(301, 709)의 인가는 원하는 계획에 따라 발생되는데; 상기 계획은 딥 롤링장치(300)에 장착된 캠축(501) 또는 크랭크축(100)의 회전 각의 함수이거나, 딥 롤링장치(300)에 장착된 캠축(501) 또는 크랭크축(100)의 회전속도에 대한 타이밍의 함수이다. 작동중 장치(300)에 장착된 캠축(501) 또는 크랭크축(100)의 회전 속도나 각 위치를 검출하기 위해 각센서, 시각센서, 회전위치 센서, 응력 센서, 위치 센서, 타이밍 센서 등이 사용된다.

<50> 본 발명은 양호한 실시예를 참조로 서술되었기에 이에 한정되지 않으며, 본 기술분야의 숙련자라면 첨부된 청구범위로부터의 일탈없이 본 발명에 다양한 변형과 수정이 가능할 수 있음을 인식해야 한다.

도면의 간단한 설명

<11> 도1은 본 발명에 따라 직선화된 크랭크축을 도시한 도면.

<12> 도2는 크랭크핀과 평형추 사이에 형성된 필렛이나 홈을 도시한, 도1의 크랭크축의 영역(2)을 확대도시한 도면.

<13> 도3A는 본 발명을 실행하는데 사용된 필렛 롤링 장치의 롤러에서 결합된, 도1의 크랭크축의 일부를 개략적으로 도시한 도면.

<14> 도3B는 본 발명의 원리에 따라 롤링력의 선택적 인가를 도시하는, 도3A의 크랭크축 부분을 개략적으로 도시한 도면.

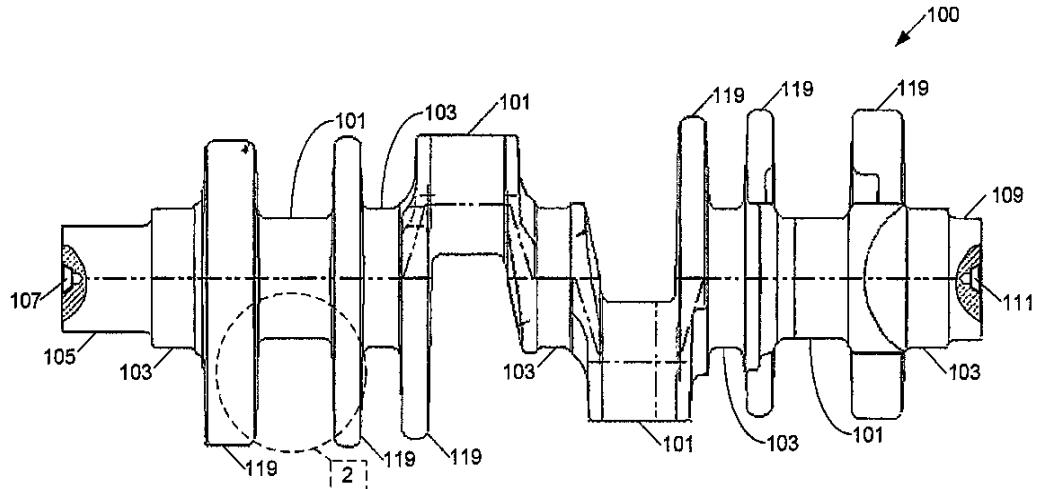
<15> 도3C는 본 발명의 실행에 따라 롤링력의 선택적 인가를 도시하는, 도3A의 크랭크축 부분의 단면을 개략적으로 도시한 도면.

<16> 도4A는 본 발명을 실행하는데 사용되는 필렛 롤링 장치의 롤러에 결합된 도1의 크랭크축의 일부를 개략적으로 도시한 도면.

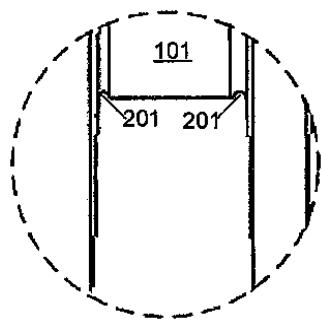
- <17> 도4B는 본 발명의 실행에 따라 롤링력의 선택적 인가를 도시하는, 도4A의 크랭크축의 일부를 개략적으로 도시한 도면.
- <18> 도4C는 본 발명의 실행에 따라 롤링력의 선택적 인가를 도시하는, 도4A의 크랭크축의 단면을 개략적으로 도시한 도면.
- <19> 도5는 본 발명에 따른 방법을 도시하는 플로우챠트.
- <20> 도6은 본 발명의 실행에 따라 크랭크축 각회전을 위한 압축력의 크기를 도시한 그래프.
- <21> 도7A는 본 발명을 실행하기 전에, 중심선의 정렬이 휘어진 상태를 도시한 도면.
- <22> 도7B는 본 발명을 실행하기 전에, 중심선의 정렬이 S 형태인 상태를 도시한 도면.
- <23> 도8은 본 발명에 따라 직선화된 캠축을 도시한 도면.
- <24> 도9는 저어널과 주축 사이에 형성된 필렛을 도시하는, 도8의 캠축의 영역(6)을 확대한 도면.
- <25> 도10A는 본 발명의 실행에 사용되는 필렛 롤링 장치의 롤러에 결합된 도8의 캠축의 일부를 개략적으로 도시한 도면.
- <26> 도10B는 본 발명의 원리에 따라 롤링력의 선택적 인가를 도시하는, 도10A의 캠축 부분을 개략적으로 도시한 도면.
- <27> 도10C는 본 발명의 실행에 따라 롤링력의 선택적 인가를 도시하는, 도10A의 캠축 부분의 단면을 개략적으로 도시한 도면.

도면

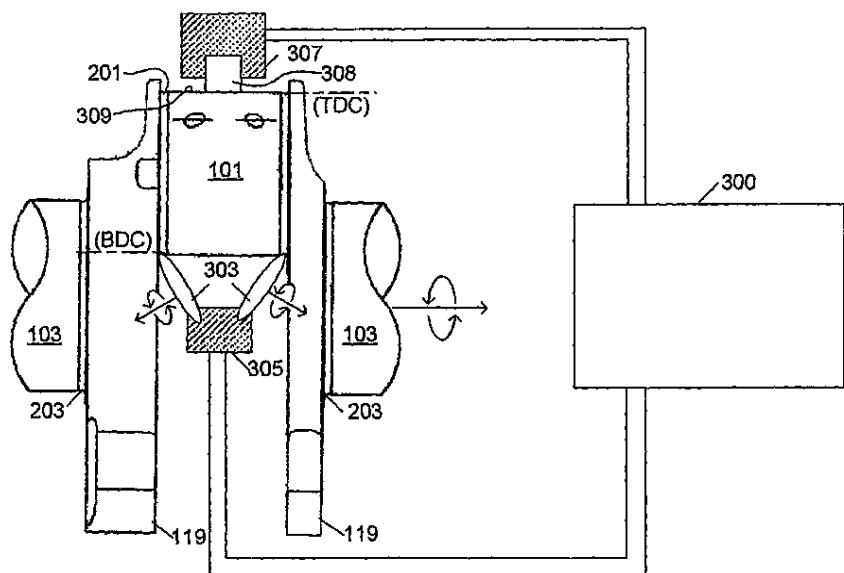
도면1



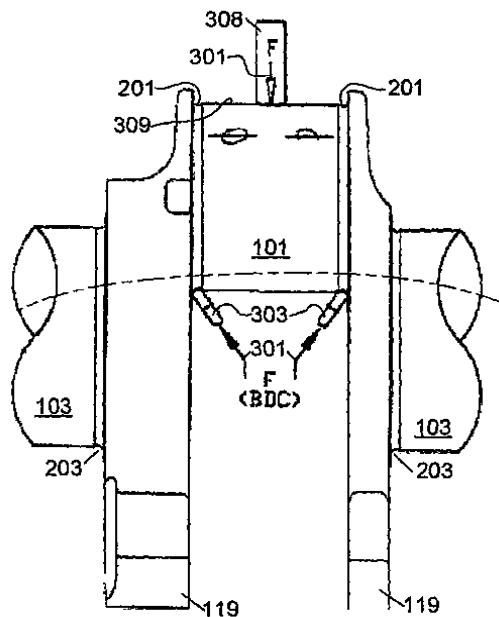
도면2



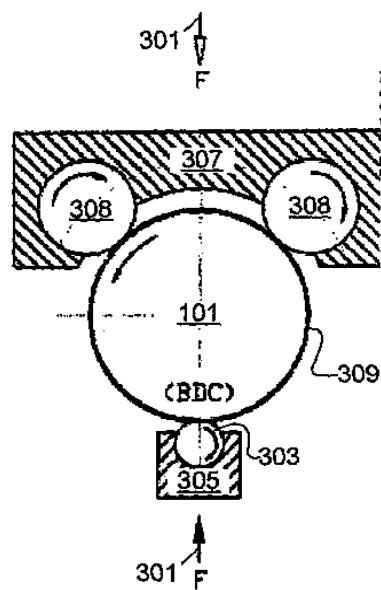
도면3A



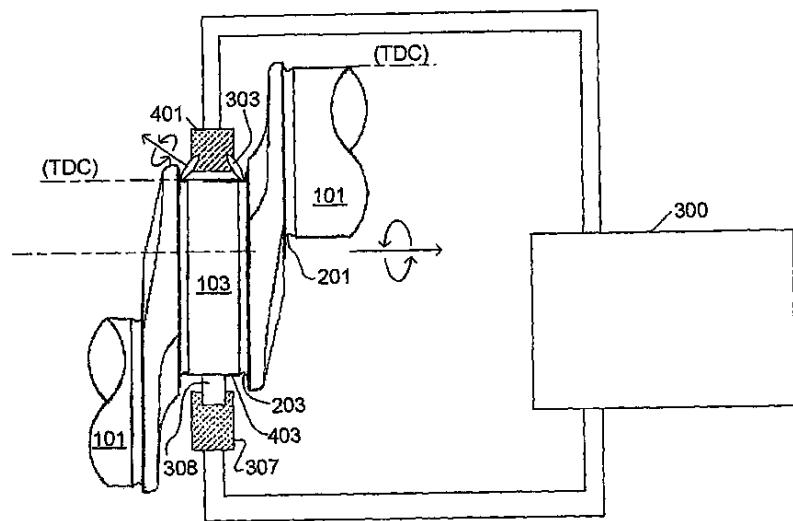
도면3B



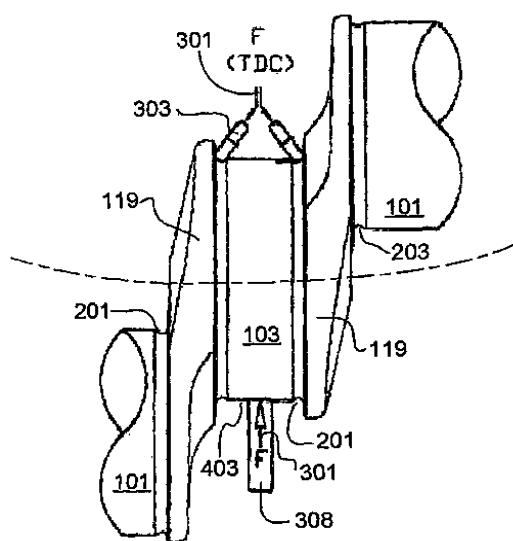
도면3C



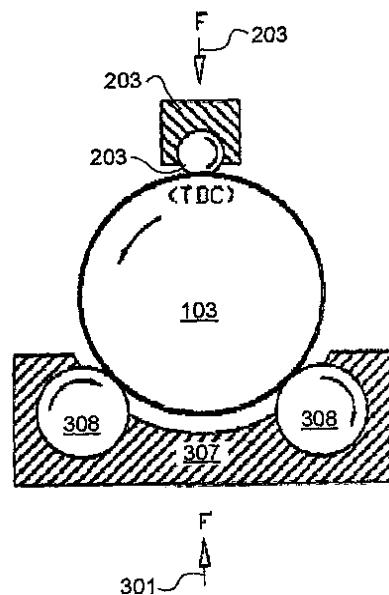
도면4A



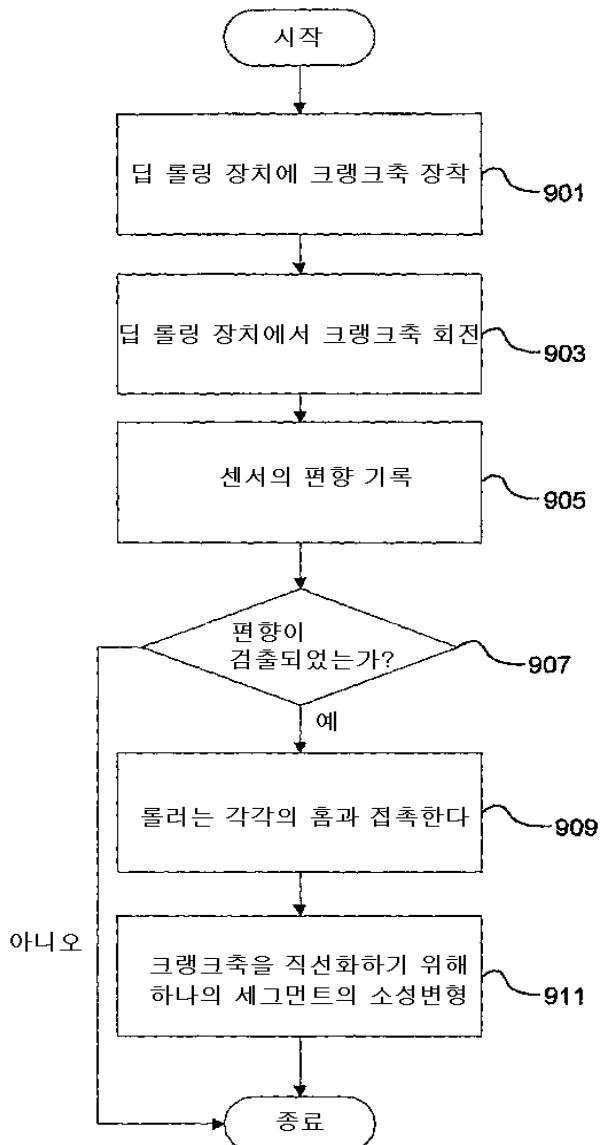
도면4B



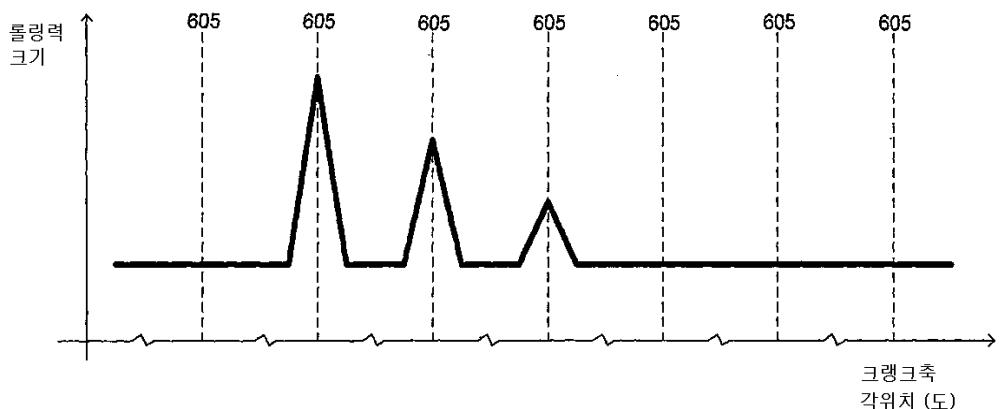
도면4C



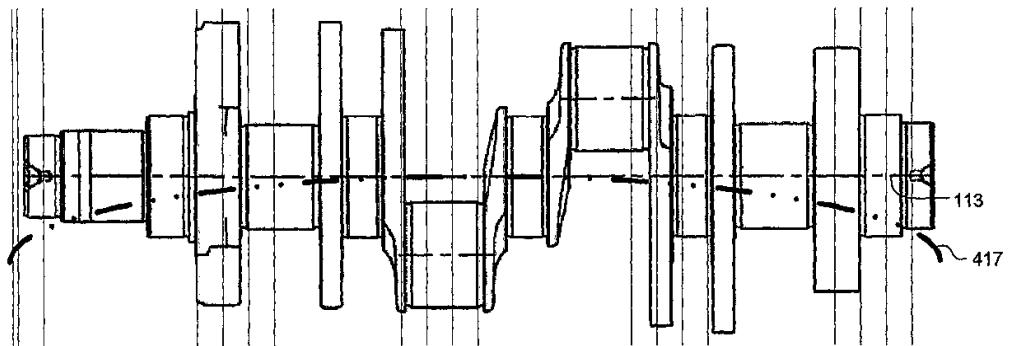
도면5



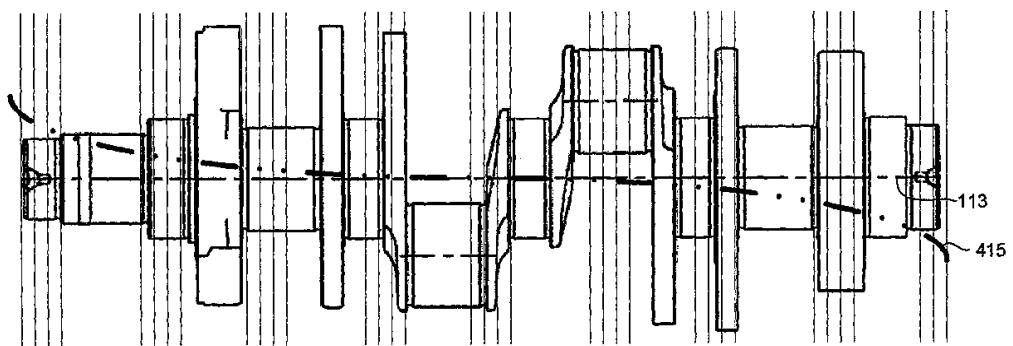
도면6



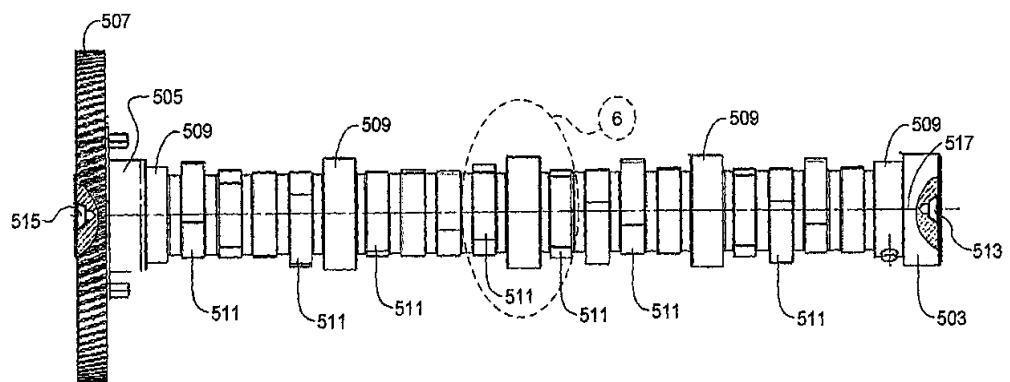
도면7A



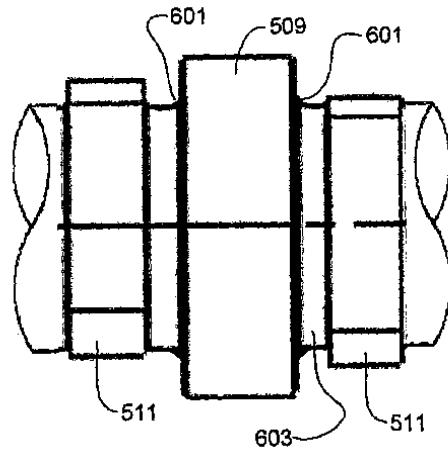
도면7B



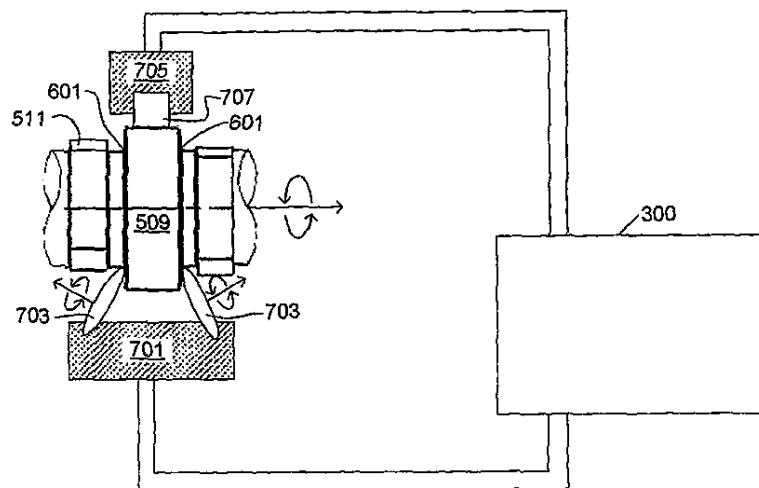
도면8



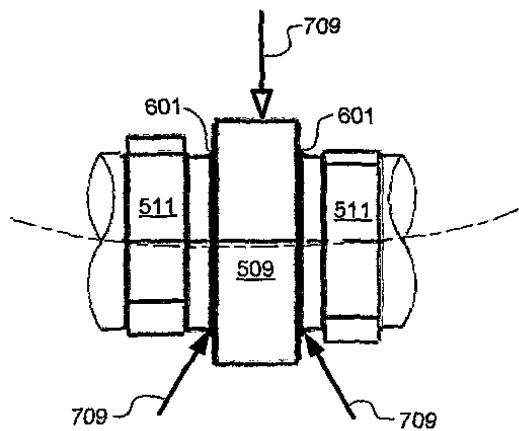
도면9



도면10A



도면10B



도면10C

