



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월29일  
(11) 등록번호 10-1195055  
(24) 등록일자 2012년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F02F 1/16 (2006.01) F02F 3/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2007-7007578  
(22) 출원일자(국제) 2005년09월14일  
심사청구일자 2010년08월23일  
(85) 번역문제출일자 2007년04월02일  
(65) 공개번호 10-2007-0057912  
(43) 공개일자 2007년06월07일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/032696  
(87) 국제공개번호 WO 2006/031866  
국제공개일자 2006년03월23일

(30) 우선권주장  
11/225,523 2005년09월13일 미국(US)  
60/609,906 2004년09월14일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌  
JP평성07531461 A  
JP평성03265760 A  
JP평성02119664 A  
JP62258155 A

전체 청구항 수 : 총 10 항

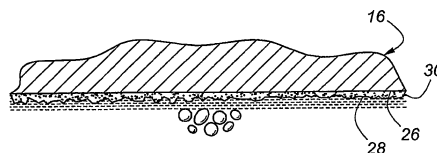
심사관 : 류태영

(54) 발명의 명칭 안티-캐비테이션 디젤 실린더 라이너

(57) 요약

디젤 엔진용 습식 실린더 라이너(16)로서, 캐비테이션-유발성 침식 작용에 저항하는 표면 구조(28)를 구비하고 있다. 표면 구조(28)는 엔진의 냉매 유동 통로(20) 내의 실린더 라이너(16)의 외면 둘레에 도포되는 인산망간으로 된 코팅(30)으로 형성될 수 있다. 인산망간은, "꽃양배추" 모양이 형성되는 일 없이 자연 상태에서 각진 형상이고 분명하게 평면을 가지고 있는 2-8  $\mu\text{m}$ 의 평균 입도의 결정 조직과 결정을 에워싸는 식별가능한 채널 조직망이 형성되도록 도포된다. 이 결정 조직은 실린더 라이너(16)의 외면(26) 주위에 정체성 유체 층을 생성시키도록 액체 냉매 내에서의 자연적 점착과 표면장력 작용을 수반하도록 작용한다. 정체성 유체 층은 자체 치유성 장갑판과 같이 작용한다. 실린더 라이너(16)의 급속한 굴곡이 캐비테이션 기포를 발생시키면, 이 기포는 정체성 유체 층에 의해 외면(26)으로부터 일정 거리 이격된 거리에 유지된다. 기포가 내파하면, 그 운동 에너지는 실린더 라이너(16)의 외면(26)에 직접 작용하는 대신에 정체성 유체 층 내에서 발산된다. 인산망간 코팅(30)은 물 분자 즉 엔진 냉매를 포착하여 정체성 유체 층의 형성을 촉진시키는 래버린스로서 작용한다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

액체 냉각식 내연 엔진용 실린더 라이너에 있어서,

왕복 운동하는 피스톤을 수용하는 원통형인 보어를 가지고, 내부에서 연소 공정의 열 에너지가 기계 에너지로 변환되게 되는 챔버의 일부분을 형성하는 튜브형 보디;

상단부;

하단부;

상기 튜브형 보디를 수용하고 있고, 상기 상단부와 하단부 사이에서 뿔어 있는 외면으로서, 적어도 일부가 상기 라이너로부터의 열 에너지를 액체 냉매로 전달하도록 액체 냉매와 직접 접촉하도록 되어 있는 외면;을 포함하고 있고,

상기 외면의 적어도 일부가 2-8  $\mu\text{m}$ 의 평균 치수를 가진 각진 입자들로 이루어진 표면 구조를 포함하고 있고, 상기 입자들은 각각 평면을 가지고 있으며 채널 조직망으로 둘러싸여 있어서 상기 외면에 얇은 정체성 액체 층이 형성될 수 있는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 튜브형 보디는 제1의 재료로 이루어져 있고, 상기 표면 구조는 상기 제1의 재료와 다른 제2의 재료로 이루어진 코팅을 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 코팅은 인산망간을 포함하는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 코팅은 기본적으로  $\text{Mn}_3\text{H}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  로 이루어지는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 입자들의 인접 입자들 사이의 최대 거리는 8  $\mu\text{m}$  미만인 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

### 청구항 6

내연 엔진용 액체 냉각식 실린더 블록에 있어서,

냉매 유동 통로를 포함하는 크랭크 케이스;

상기 크랭크 케이스 내에 배치되고, 상단부와 하단부 사이에 뿔어 있는 보어를 형성하는 튜브형 보디를 가지고 있는 실린더 라이너;를 포함하고 있고,

상기 실린더 라이너의 상기 보디가 상기 라이너로부터의 열 에너지를 상기 냉매 유동 통로 내를 흐르는 액체 냉매로 전달하기 위해 상기 냉매 유동 통로에 적어도 부분적으로 노출되는 외면을 포함하고 있고,

상기 냉매 유동 통로에 노출되는 상기 외면의 적어도 일부가 2-8  $\mu\text{m}$ 의 평균 치수를 가진 결정질 입자들로 이루어진 표면 구조를 포함하고 있고, 상기 입자들은 각각 평면을 가지고 있으며 채널 조직망으로 둘러싸여 있어서 상기 외면에 얇은 정체성 액체 층이 형성될 수 있는 것을 특징으로 하는 액체 냉각식 실린더 블록.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 튜브형 보디는 제1의 재료로 이루어져 있고, 상기 표면 구조는 상기 제1의 재료와 다른 제2의 재료로 이루어진 코팅을 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 액체 냉각식 실린더 블록.

## 청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 코팅은 인산망간을 포함하는 것을 특징으로 하는 액체 냉각식 실린더 블록.

## 청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 코팅은 기본적으로  $Mn_3H_2(PO_4)_4 \cdot 4H_2O$  로 이루어지는 것을 특징으로 하는 액체 냉각식 실린더 블록.

## 청구항 10

제 6 항에 있어서, 상기 입자들의 인접 입자들 사이의 최대 거리는  $8 \mu m$  미만인 것을 특징으로 하는 액체 냉각식 실린더 블록.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 왕복 운동하는 피스톤과 함께 연소 챔버를 형성하는 디젤 엔진의 실린더 라이너에 관한 것이며, 보다 상세하게는 캐비테이션-유발성 침식의 폐해적인 작용을 극복하기 위해 설계된 표면 처리를 가진 디젤 실린더 라이너에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 대부분의 대형 디젤 엔진은 냉매가 실린더 외부에서 순환하게 해주어 열을 효과적으로 발산시키는 습식 슬리브형 실린더 라이너를 가지고 있다. 이러한 습식 슬리브형 라이너는 캐비테이션 침식으로 알려진 기계 손상에 노출되기 쉽다.

[0003] 캐비테이션은 실린더 라이너의 외벽을 따라 형성되는 국부성 저압 구역에서 생긴다. 캐비테이션은 디젤 엔진 점화에서 경험하게 되는 높은 실린더압에 기인하는 실린더 벽의 굴곡현상에 의해 생긴다. 연소시에, 실린더 벽은 급속하게 팽창되었다가 원래의 기하형상으로 복원된다. 실린더 벽의 팽창은 요구되는 출력이 증가할수록 증가되는 실린더압으로 인해 더 현저해진다. 미세한 수준에서의, 내향의 실린더 벽 이동은 실린더 벽에 인접한 냉매에 저압 구역이 생기게 한다. 그 저압 구역이 냉매의 증기압점 아래로 떨어지면, 증기 기포가 형성된다. 이 저압 구역이 고압 구역으로 복원되면, 증기 기포는 붕괴되어 실린더 벽에 피트(pit)를 발생시키는 내파(implosion)를 일으킨다. 이러한 피트 발생을 억제하지 않은 채 방치하게 되면, 실린더 라이너의 무결성을 손상시킬 수 있다.

[0004] 캐비테이션 및 그 결과로서 생기는 피팅 발생 현상을 방지하거나 감소시키려는 한가지 종래의 시도로서 첨가제를 함유한 특수 냉매를 조성하는 것이 있었다. 대체로, 이러한 첨가제는 2가지 카테고리: 붕산염 또는 아질산염 기재의 것과 유기 화학 화합물(카르복시시클릭산/지방산)로부터 조성된 것에 해당한다. 전자의 붕산염 또는 아질산염 기재의 그룹은 냉매의 표면 장력을 감소시키는 원리에 기초하여 작용하고, 기포 내에서 도달되는 최고 압력을 낮추어 소프트한 내파를 제공한다. 유기 화학 화합물로부터 조성된 냉매 용액은 표면 장력을 마찬가지로 감소시키고, 더불어 냉매의 화학적 보충에 의해 계속해서 재생되는 화합물 희생층으로 라이너의 외면을 코팅한다.

[0005] 그와 같은 특수하게 조성된 냉매는 캐비테이션-유발성 침식을 제어함에 있어 적당하게 효과적이긴 하지만 고가이고 언제나 쉽게 입수가 가능한 것은 아니다. 예컨대, 정비공이 상시로 이러한 특수 첨가제를 함유한 냉매를 가지고 있지 않을 경우에는, 임의의 냉매 및/또는 물이 편의상 사용되기 쉽다.

[0006] 따라서, 고가의 특수하게 조성된 냉매의 입수가능성에 의존하지 않는 캐비테이션-유발성 침식을 제어하는 개량된 방법에 대한 요구가 존재한다.

[0007] 캐비테이션-유발성 침식으로부터 습식 실린더 라이너를 보호하는 또다른 시도로서 내파되는 기포로부터의 공격을 보다 잘 견딜 수 있도록 라이너의 외면을 도금하거나 또는 다른 방식으로 강화하는 원리에 기초하여 작용하는 것이 있다. 예컨대, 니켈 및 니켈-크롬 전기 도금이 과거에 사용되어져 왔다. 라이너가 캐비테이션 침식을 견딜 수 있게 해주는 다른 표면 처리 및 재킷 커버 기법들도 제안되어져 왔다. 이러한 종래기술들은 라이너 제조 작업에 상당한 비용 및 복잡성을 가중시킨다. 많은 경우에 있어서, 이러한 종래기술들은 라이너의 중량을

상당히 증가시키거나 다른 부수적인 부작용들을 유발한다. 따라서, 디젤 엔진 정비의 비용을 대단히 증가시키지 않는, 캐비테이션-유발성 침식에 대처할 수 있는 대안적인 해법에 대한 요구가 있다.

### 발명의 상세한 설명

- [0008] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 액체 냉각식 내연 엔진용 실린더 라이너는 왕복 운동하는 피스톤을 수용하는 전체적으로 원통형인 보어를 가지고, 내부에서 연소 공정의 열 에너지가 기계 에너지로 변환되는 챔버의 일부분을 형성하는 튜브형 보어를 포함하고 있다. 실린더 라이너는 상단부 및 하단부를 포함하고 있다. 튜브형 보어를 외면이 대략 수용하고 있고, 외면은 상단부와 하단부 사이에서 뺀어 있다. 외면의 적어도 일부는 라이너로부터의 열 에너지를 액체 냉매로 전달하도록 액체 냉매와 직접 접촉하도록 되어 있다. 외면의 적어도 일부는 기본적으로 2-8  $\mu\text{m}$ 의 평균 치수를 가진 각진 입자들로 이루어진 표면 구조(surface texture)를 포함하고 있고, 상기 입자들 각각은 평면을 가지고 있고 채널 조직망으로 둘러싸여 있다. 이 표면 구조는 실린더 라이너의 외면에 효과적으로 점착되는 얇은, 정체성 액체 층을 생성하는 데 효과적이다. 이 얇은, 정체성 냉매 층은 붕괴되는 기포로부터의 내파 에너지를 흡수하여 급속하게 치유하는 무결성의, 재생가능한 보호물로서 기능한다.
- [0009] 본 발명의 제2 양태에 따르면, 내연 엔진용 액체 냉각식 실린더 블록은 냉매 유동 통로를 구비한 크랭크 케이스를 포함하고 있다. 이 실린더 라이너는 크랭크 케이스 내에 배치되고 상단부와 하단부 사이에 뺀어 있는 전체적으로 원통형인 보어를 형성하고 있는 튜브형 보어를 가지고 있다. 실린더 라이너의 튜브형 보드는 라이너로부터의 열 에너지를 냉매 유동 통로 내를 흐르는 액체 냉매로 전달하기 위해 냉매 유동 통로에 적어도 부분적으로 노출된 외면을 포함하고 있다. 냉매 유동 통로 내에 위치하게 되는 외면의 적어도 일부는 기본적으로 2-8  $\mu\text{m}$ 의 평균 치수를 가진 각진 입자들로 이루어진 표면 구조를 포함하고 있다. 상기 입자들은 각각 평면을 가지고 있고 라이너의 외면에 점착되는 얇은 정체성 액체 층을 생성할 수 있는, 채널 조직망으로 둘러싸여 있다.
- [0010] 점착력 및 표면 장력은 냉매, 특히 자연상태에서 극성을 띄고, 모세관 작용으로서 결합되고 처리되는 냉매의 특성들에 영향을 미친다. 따라서, 정체성 층이 생성된 후에는, 캐비테이션에서 초래되는 기포는 실린더 라이너의 외면으로부터 떨어져서 유지될 것이다. 게다가, 내파(內破)하는 공동으로부터의 충격 체트는 보다 긴 이동 경로를 가지게 될 것이고, 정체성 유체 층에 의해 형성된 질긴 막을 극복해야만 할 것이다. 따라서, 정체성 층은 내파하는 기포에 의해 유입되는 높은 운동 에너지를 급속하게 발산시키는 보호물을 형성하게 되는 것이다.
- [0011] 본 발명의 이 신규한 표면 구조는 광범위한 다양한 액체 냉매 즉 통상적인 냉매 및 특수하게 조성된 냉매에 모두에 대해 캐비테이션-유발성 침식에 대한 보호를 제공한다. 이 신규한 표면 구조는 일반적인 재료와 공정으로 용이하게 생성될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 이러한 특징들과 이점들은 첨부 도면을 참조하여 후술하는 실시예를 읽음으로써 보다 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

### 실시예

- [0019] 여러 도면에 걸쳐 동일하거나 상당하는 부분이 동일한 도면부호로 표시되어 있는 첨부 도면을 참조하면, 내연 엔진용 액체 냉각식 실린더 블록이 도 1에서 도면 부호 10으로 나타내어져 있다. 실린더 블록(10)은 주로 철 또는 알루미늄으로 주조된 크랭크 케이스(12)로 이루어져 있다. 크랭크 케이스(12)는 헤드 개스킷(도시 생략)을 수용하도록 되어 있는 헤드 면(14)을 포함하고 있다. 전체적으로 도면 부호 16으로 표시되는 실린더 라이너가 크랭크 케이스(12) 내에 끼워맞춤되어, 완전히 조립되었을 때는, 왕복 운동하는 피스톤(도시 생략)이 전체적으로 원통형인 보어(18) 내에서 미끄럼 운동할 수 있고, 내부에서 연소 공정의 열 에너지가 기계 에너지로 변환되는 챔버의 일부분을 형성한다. 실린더 라이너(16)와 크랭크 케이스(12) 사이의 내부 공간에는, 실린더 라이너(16)로부터 열 에너지를 제거하기 위해 액체 냉매가 관류 순환하게 되는 냉매 유동 통로(20)가 형성되어 있다. 실린더 라이너(16)는 헤드 면(14)에 해당하는 상단부(22)와 크랭크 케이스(12) 내에서 회전가능하게 지지되는 크랭크 샤프트(도시 생략)를 향해 개방되어 있는 하단부(24)를 가진 튜브형 보드로 형성되어 있다. 실린더 라이너(16)는 상단부와 하단부가 크랭크 케이스(12)에 고정되는 외면(26)을 포함하고 있다. 이 고정점들 사이에서, 외면(26)은 냉매 유동 통로(20) 내에서 순환하는 유동하는 액체 냉매를 통한 대류 열전달을 위해 냉매 유동 통로(20)에 접해 있다.
- [0020] 통상적인 엔진 작동시 및 특히 고부하 상태에서는, 실린더 라이너의 지지를 받지 않는 섹션, 즉 냉매 유동 통로(20)에 접해 있는 튜브형 보드 부분은 보어(18) 내부에서의 압력 파동에 의해 생기는 굴곡현상을 겪게 된다. 도 2에 과장된 형태로 도시되어 있는 이 굴곡현상은 외면(26)에 인접한 액체 냉매가 저압 구역과 고압 구역을

주기적으로 순환하게 만든다. 저압 정도가 액체 냉매의 증기압점 아래로 떨어지게 되면, 증기 기포가 형성되고, 그런 다음에 튜브형 보다가 팽창할 때 급속하게 붕괴된다. 이 현상은 극단적으로 높은 진동수에서 발생하고 급속 기관의 피트 발생을 초래하는 매우 높은 온도를 유발한다. 캐비테이션-유발성 피트 발생은 결국에는 라이너 두께를 관통하여 구멍을 낼 수 있다.

[0021] 실린더 라이너(26)의 외면(26)을 보호하기 위해, 외면(26) 전체에 걸쳐 또는 적어도 외면(26) 중의 캐비테이션-유발성 침식이 가장 일어나기 쉬운 섹션에 표면 구조(28)가 형성된다. 대개는, 보어(18) 내에서의 압력 파동으로 인해 외면(26) 중의 중심 부분이 가장 큰 변위를 경험하게 되기 때문에, 외면(26) 중의 중심 부분이 가장 캐비테이션-유발성 침식이 일어나기 쉽다. 도 3에서는, 전체 외면(26)이 표면 구조(28)에 의해 덮여 있는 것으로 도시되어 있다.

[0022] 크게 확대한 도 4에서 가장 잘 보이는 바와 같이, 표면 구조(28)는 기본적으로 2-8  $\mu\text{m}$ 의 평균 폭 및 수직 높이를 가진 각진 입자로 이루어져 있다. 이 결정형 입자는, 밀도 높게 묽음 구성한 집합체 어레이의 1000배 확대한 주사 전자 현미경 화상으로 보았을 때, 각각이 평면을 가지고 있고, 채널 조직망으로 둘러싸여진 형태로 외형을 제공하고 있으며, 각각의 입자 알갱이는 여러개의 평면을 가지고 있고, 평균 입도는 2-8  $\mu\text{m}$  사이이다. 입자들의 산포도는 임의적이지만, 밀도 높게 묽음 구성하면 인접하는 입자 알갱이들 사이는 8  $\mu\text{m}$  미만의 평균 최대 거리를 만들게 된다. 즉, 인접하여 밀집된 결정질 입자들 사이의 계곡형 부분에 의해 형성되는 채널 조직망은 8  $\mu\text{m}$  미만의 평균 최대 폭을 가진다.

[0023] 표면 구조(28)는 외면(26)에 접촉되는 매우 얇은 정체성 액체 층을 인위적으로 생성시키는 데 효과적이다. 일반적으로, 이 정체성 냉각 액체 층은 냉매의 화합물 조성과 점도에 따라 어느 곳에서는 2-20  $\mu\text{m}$ 의 두께로 측정된다. 이 크기( $10^{-6}$ ) 정도에서는, 점착력은 특히 액체 물질이 물과 같이 자연상태에서 극성인 경우에 액체 물질을 표면에 강하게 결속시킨다. 또한 이 크기에서는, 표면 장력 효과가 매우 현저해진다. 따라서, 점착 및 표면 장력 작용은 표면 구조(28)에 의해 증폭되고, 모세관 작용으로서 작용하도록 결합된다. 따라서, 캐비테이션 기포는 라이너(16)의 외면(26)에서 떨어진 이 정체성 액체 층에 의해 유지된다. 게다가, 내파(內破)하는 공동으로부터의 충격 제트는 보다 긴 이동 경로를 가지게 될 것이고, 정체성 유체 층에 의해 형성된 질긴 막을 극복해야만 할 것이다. 이 차폐 작용은 내파하는 기포에 의해 유입되는 높은 운동 에너지를 급속하게 발산시킨다. 내파하는 기포가 이 정체성 액체 층을 뚫게 되면, 새로운 캐비테이션 기포가 생성되는 데 필요한 사이클 시간 내에 이 정체성 액체 층이 급속하게 회생되어 재구성된다. 밀도 높은 간격으로 결합되는 2-8  $\mu\text{m}$  크기의 평균 입자 크기(폭 및 높이)의 이 특정 범위는 액체 냉매 내에서의 점착 및 표면 장력 작용이 모세관 작용으로서 결합되고 작용하여 외면(26) 주위에 정체성 유체 층을 구성하게 해준다.

[0024] 표면 구조(28)는 임의의 상용 기술에 의해 실린더 라이너(16)의 외면(26) 상에 형성될 수 있다. 예컨대, 기계적인 연마, 스탬핑, 압연 또는 연마 가공뿐만 아니라 화학적 또는 레이저 에칭 기술이 표면 구조(28)를 형성하는 데 사용될 수 있다. 하지만, 표면 구조(28)는 실린더 라이너(16)의 재료와 다른 재료로 이루어진 코팅(30)에 의해 형성되는 것이 바람직하다. 따라서, 실린더 라이너(16)는 강재 즉 주철(또는 다른 강재) 재료로부터 제작될 수 있는 한편, 코팅(30)은 다른 재료가 될 수 있다. 이 코팅 재료는 물 분자(또는 엔진 냉매)를 포착하여 정체성 유체 층의 형성을 촉진시키는 레버린스(labyrinth)로서 작용하도록 적합하게 처리되어 있는 인산 망간을 포함할 수 있다. 예컨대, 인산 망간 기재의 코팅 재료로서는 일반적으로  $\text{Mn}_3\text{H}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 로서 기재되는 휴를라이트(Hureaulite)를 포함할 수 있다. 휴를라이트는 통상의 인산염 이온 기에서의 4개의 산소 중 하나를 수산화기 즉 OH 기로 치환하는 화학식을 가진 어느정도 회귀한 미네랄이다.

[0025] 인산 망간 코팅 기술에 의해 표면 구조(28)를 형성함에 있어서는, 실린더 라이너(16)는 금속 피니싱 산업의 특정 갈래 분야에서 알려진 표준 시행법을 사용하여 그것의 외면(26)을 준비 처리하게 된다. 하지만, 그와같은 표준 시행법에 대한 다음과 같은 수정이 도입될 수도 있다. 라이너(16)는 먼저 12-15%의 부피 농도와 38°C의 최대 온도에서의 황산으로 이루어지는 산 세척 단계를 거칠 수 있다. 산 세척은 단지 선호되는 과정일 뿐이므로, 다른 산이 사용될 수도 있다. 또한, 그레인 리파이너(grain refiner) 단계가 0.3-0.8 oz/gal 범위의 농도로 사용된다. 인산망간 욕은 최대 0.3%의 철 함량으로 6.5 만크의 전체 산/유리산 비를 가지고 있어야 한다. 선반 보관 시간 중에 실린더 라이너(16)를 보호하기 위해, 10-25%의 부피 농도로 수용성인 것이 바람직한 고온(예컨대 50-70°C) 오일 시일 단계가 사용된다.

[0026] 1000배 확대의 주사 전자 현미경으로 분석하면(도 4), 최종의 코팅(30)은 "꽃양배추" 모양이 형성되는 일 없이 자연 상태에서 각진 형상이고 분명하게 평면을 가지고 있는 2-8  $\mu\text{m}$  결정(입자) 크기를 가지고 결정 즉 입자를 에워싸는 식별가능한 채널 조직망으로 이루어지는 균일한 조직을 나타내어야 한다. 여기 설명하는 타입의 인산



망간 코팅은 오랫동안 산업계에서 사용되어져 왔던 것이기 때문에, 재현성이 있다는 점에서 매우 활용성이 높다는 것이 입증되었다. 게다가, 인산망간 코팅 처리는 아주 엄가이고 금속 피니싱 처리 관점 내에서 환경친화적 처리이다.

[0027] 도 6은 캐비테이션-유발성 침식의 공격을 더 잘 견디도록 외면(26')이 향상된 실린더 라이너(16')를 생산하기 위한 변경된 기법을 도시하고 있다. 이 실시예에 의하면, 외면(26')의 제한된 국부적 재용융/냉각이 레이저 빔(32')에 의해 성취된다. 여기서는, 산업용 레이저(34')가 무반사성 외면(26')에 충돌하여, 금속 기재인 까닭에 급속하게 냉각하는 히트 싱크로서 그리고 냉각 주물 구조로서의 행태를 보이는 제어성이 높은 용융/냉각물을 생성시킨다. 냉각되는 표면은 기재의 변태 경화를 초래하고, 스커핑 및 피로 변형에 대한 저항성이 높다. 그와 같은 재용융/냉각된 금속 표면은 바로 캐비테이션 조건 하에서 일반적인 실린더 라이너를 침식(부식)시키는 기초 메카니즘인 높은 헤르츠 응력 하에서 우수한 성능을 발휘한다. 냉각 층의 반경방향 두께는 일반적으로 20-200  $\mu\text{m}$  사이이고, 라이너(16')의 외면(26')의 캐비테이션이 생기기 쉬운 영역에 알맞게 생성된다. 외면(26')의 전체를 모두 처리하는 대신에 부분적 처리 구역(36')을 생성하도록 레이저(34')를 조절하는 것이 가능하다.

[0028] 바람직하게는, 레이저(34')는 CO<sub>2</sub> 레이저 또는 ND:YAG 레이저 또는 다이오드 타입 레이저 이루어진다. 작업 중에, 실린더 라이너(16')는 라이너(16')를 적어도 회전시키고, 바람직하게는 라이너(16')를 병진운동시키기도 하는 수단을 가진 적합한 인덱스 지그(도시 안됨)에 고정된다. 레이저(34')는 외면(26')에 조사되고, 히트 싱크로서 작용하는 기재로 인해 급속하게 고화되는 용융 풀(melt pool)을 생성시킨다. 이것으로부터 냉각 조치가 발생된다. 한편, 지그에 의해 이루어지는 회전 및 일시적 운동들의 조합으로 연속적이거나 패턴화된 영역(36')으로서 캐비테이션이 생기기 쉬운 구역을 에워싸는 재용융 구역대를 생성시킨다.

[0029] 명백하게, 상술의 교시를 기초로 본 발명의 수 많은 수정 및 변경이 가능하다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구범위의 범위 내에서 이해되어져야만 하고, 본 발명은 상기 특징적으로 설명된 것과 다른 방식으로 설명될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 크랭크 케이스 및 그 내부에 배치되는 습식 실린더 라이너를 포함하고 있는 내연 엔진용 액체 냉각식 실린더 블록의 간략 단면도;

[0014] 도 2는 벽의 굴곡현상에 기인하여 실린더 라이너의 외면 상에 캐비테이션 기포가 형성되는 것을 보여주는 과장하여 보여주는, 도 1에 있어서의 도면부호 2의 원으로 표시한 영역의 확대도;

[0015] 도 3은 본 발명에 의한 실린더 라이너의 사시도;

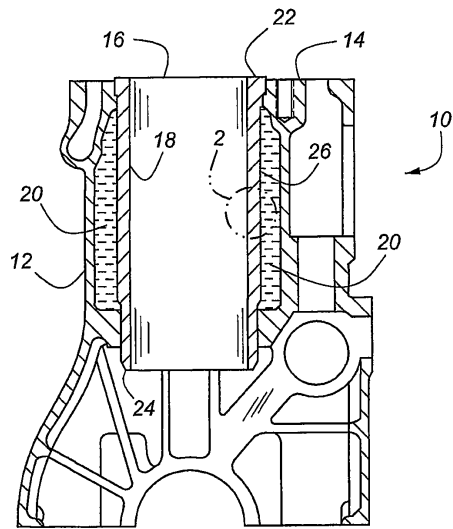
[0016] 도 4는 대략 1000배로 확대한 본 발명의 신규한 표면 구조 외형의 현미경 사진;

[0017] 도 5는 캐비테이션 기포가 정체성 액체 층에 의해 외면으로부터 이격된 거리를 두고 유지되어 있는 상태에서의, 본 발명에 의한 실린더 라이너와 표면 구조의 일부분을 확대하여 부분적으로 도시한 단면도; 그리고

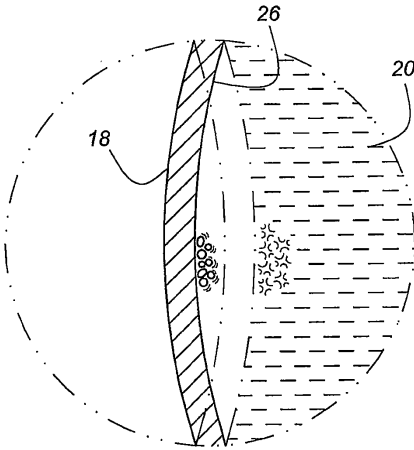
[0018] 도 6은 레이저 빔 처리되는 실린더 라이너의 외면의 일부분을 보여주는, 본 발명의 변경된 실시예의 사시도.

도면

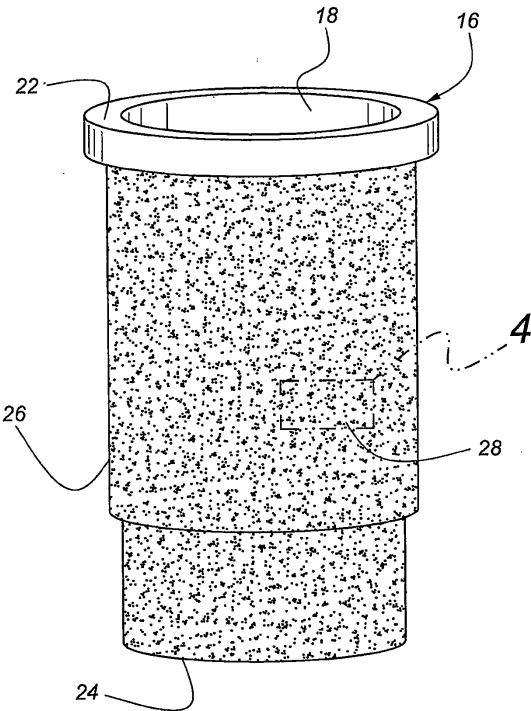
도면1



도면2

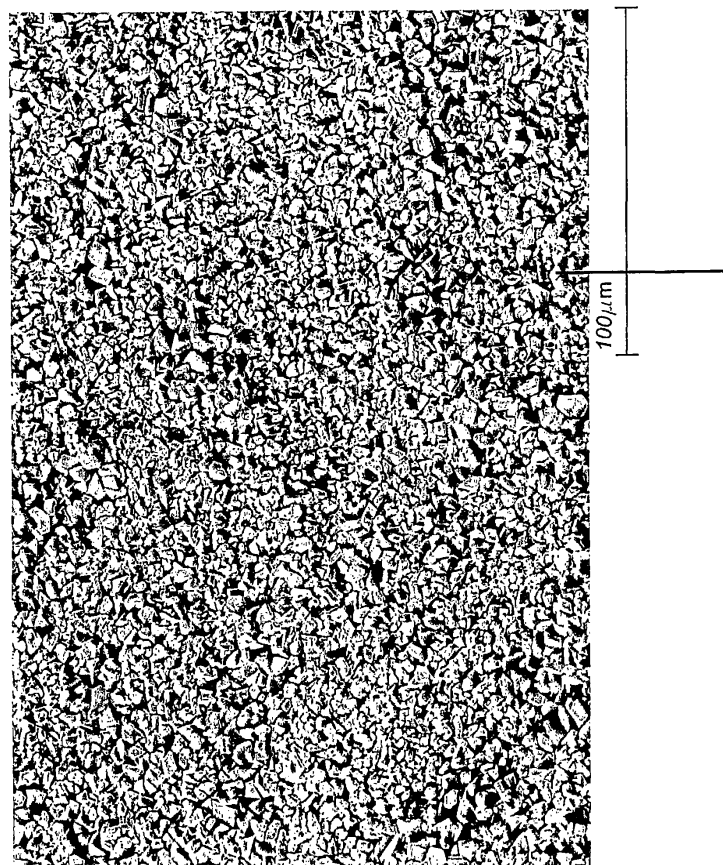


도면3

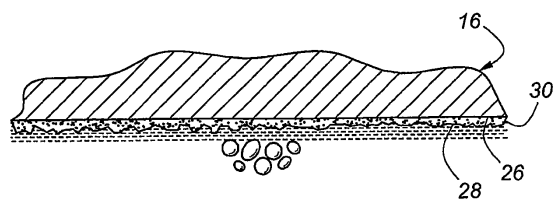




도면4



도면5



도면6

