



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년10월20일
(11) 등록번호 10-0988752
(24) 등록일자 2010년10월13일

(51) Int. Cl.

F02F 1/10 (2006.01) B22D 19/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7003233

(22) 출원일자(국제출원일자) 2006년07월06일

심사청구일자 2008년02월05일

(85) 번역문제출일자 2008년02월05일

(65) 공개번호 10-2008-0043306

(43) 공개일자 2008년05월16일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/313912

(87) 국제공개번호 WO 2007/007813

국제공개일자 2007년01월18일

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00200998 2005년07월08일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP57126537 A*

JP2003326353 A

US20030084567 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자

도요타 지도사 (주)

일본국 아이치肯 도요타시 도요타쵸 1반지

데이피 고교 가부시키가이사

일본 아마가타肯 사가에시 센트럴 인더스트리얼
파크 1

데이고쿠 피스톤링구 가부시키가이사

일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 1초메 8반 1
고

(72) 발명자

다카미 도시히로

일본 아이치肯 도요타시 도요타쵸 1 도요다 지도
샤가부시끼가이사 나이

호리 고우헤이

일본 아이치肯 도요타시 도요타쵸 1 도요다 지도
샤가부시끼가이사 나이

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 14 항

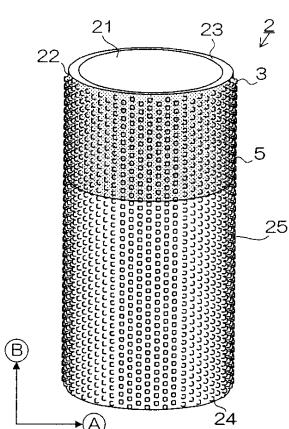
심사관 : 백재홍

(54) 실린더 라이너 및 엔진

(57) 요 약

실린더 블록에 사용되는 인서트 주조용 실린더 라이너가 제공된다. 실린더 라이너는 다수의 돌기를 갖는 외주면을 포함한다. 각 돌기는 잘록한 형상을 갖는다. 금속 재료의 막이 외주면과 돌기의 표면에 형성된다. 그 결과, 실린더 라이너는 실린더 블록의 주조 재료와의 충분한 결합 강도를 보장하고, 실린더 블록과의 충분한 열 전도성을 보장한다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

츠카하라 다케시

일본 아이치케 도요타시 도요타쵸 1 도요다 지도샤
가부시끼가이샤 나이

미야모토 노리타카

일본 아이치케 도요타시 도요타쵸 1 도요다 지도샤
가부시끼가이샤 나이

히라노 마사키

일본 아이치케 도요타시 도요타쵸 1 도요다 지도샤
가부시끼가이샤 나이

오타 유키노리

일본 아이치케 도요타시 도요타쵸 1 도요다 지도샤
가부시끼가이샤 나이

야마다 사토시

일본 아이치케 도요타시 도요타쵸 1 도요다 지도샤
가부시끼가이샤 나이

시바타 고우헤이

일본 아이치케 도요타시 미유키혼마치 7-303-3

가토우 이사오

일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1쵸메 8-1 데이
고쿠 피스톤링구가부시키가이샤 나이

나루세 요시오

일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1쵸메 8-1 데이
고쿠 피스톤링구가부시키가이샤 나이

사이토 기이치로

일본 야마가타케 사가에시 센트럴 인더스트리얼 파
크 1 데이피고교 가부시키가이샤 나이

호리고메 마사미

일본 야마가타케 사가에시 센트럴 인더스트리얼 파
크 1 데이피고교 가부시키가이샤 나이

사토 다카시

일본 야마가타케 사가에시 센트럴 인더스트리얼 파
크 1 데이피고교 가부시키가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

실린더 블록의 인서트 주조에 의해 실린더 블록과 결합되는 실린더 라이너에 있어서,
외주면이 각각 잘록한 형상을 갖는 다수의 돌기를 갖고, 금속 재료의 막이 상기 외주면과 돌기의 표면에 형성되고,
상기 막은 실린더 라이너의 열 전도성보다 더 높은 열 전도성을 갖는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 2

실린더 블록의 인서트 주조에 의해 실린더 블록과 결합되는 실린더 라이너에 있어서,
외주면이 각각 잘록한 형상을 갖는 다수의 돌기를 갖고, 금속 재료의 막이 상기 외주면과 돌기의 표면에 형성되고,
상기 막은 실린더 블록의 열 전도성보다 더 높은 열 전도성을 갖는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 막은 용사층으로 형성되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 막은 솟 코팅층으로 형성되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 막은 도금층으로 형성되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 막은 실린더 라이너에 실린더 블록을 인서트 주조하는 데 사용되는 실린더 블록의 재료의 용융점 이하의
융점을 갖는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 막의 두께는 0.5 mm 이하인 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 막은 실린더 라이너의 축선방향에 대해 실린더 라이너의 한 단부로부터 다른 단부까지 형성되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 돌기의 개수는 실린더 라이너의 외주면의 1 cm^2 당 5 ~ 60 개인 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

각 돌기의 높이는 0.5 ~ 1.5 mm 인 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 돌기는 3 차원 레이저 측정 장치에 의해 얻어진 실린더 라이너의 외주면의 등고선도에서, 전체 등고선도의 면적에 대한 0.4 mm 높이를 나타내는 등고선에 의해 둘러싸인 각 영역의 총 면적의 비가 10 ~ 50 % 가 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 18

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 돌기는 3 차원 레이저 측정 장치에 의해 얻어진 실린더 라이너의 외주면의 등고선도에서, 전체 등고선도의 면적에 대한 0.2 mm 높이를 나타내는 등고선에 의해 둘러싸인 각 영역의 총 면적의 비가 20 ~ 55 % 가 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 19

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 돌기는 3 차원 레이저 측정 장치에 의해 얻어진 실린더 라이너의 외주면의 등고선도에서, 0.4 mm 높이를 나타내는 등고선에 의해 둘러싸인 각 영역의 면적은 0.2 ~ 3.0 mm^2 이 되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 실린더 라이너.

청구항 20

삭제

청구항 21

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 실린더 라이너를 포함하는 것을 특징으로 하는 엔진.

청구항 22

삭제

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 실린더 블록에 사용되는 인서트 주조용 실린더 라이너 및 이 실린더 라이너를 갖는 엔진에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실린더 라이너를 갖는 엔진용 실린더 블록이 실제로 사용되고 있다. 실린더 라이너는 일반적으로 알루미늄 합금제의 실린더 블록에 적용된다. 인서트 주조용 실린더 라이너로서, 일본 특허 공개 공보 No. 2003-120414에 기재된 것이 알려져 있다.

[0003] 최근의 저연비에 대한 요구를 충족하기 위해, 엔진의 실린더 보어 사이의 거리를 축소하여 엔진을 경량화하는 형상이 제안되었다.

[0004] 하지만, 실린더 보어 사이의 거리를 축소하는 것은 이하의 문제를 초래한다.

[0005] (1) 실린더 보어 사이의 구역은 주위 구역 (실린더 보어 사이의 구역으로부터 떨어져 있는 구역) 보다 더 얇다 - 따라서, 인서트 주조를 통해 실린더 블록을 제조할 때, 주위 구역보다 실린더 보어 사이의 구역에서 응고 속도가 더 높다. 실린더 보어 사이의 구역의 응고 속도는 이러한 구역의 두께가 감소되는 것에 따라 증가한다.

[0006] 따라서, 실린더 보어 사이의 거리가 얇은 경우에는, 주조 재료의 응고 속도는 더 증가한다. 이는 실린더 보어 사이의 주조 재료의 응고 속도와 주위 주조 재료의 응고 속도 사이의 차이를 증가시킨다. 따라서, 실린더 보어 사이에 위치된 주조 재료를 주위 구역을 향해 당기는 힘이 증가된다. 이는 실린더 보어 사이에 균열 (열간 분열)을 생성할 가능성이 높다.

[0007] (2) 실린더 보어 사이의 거리가 얇은 엔진에서, 열은 실린더 보어 사이의 구역에 제한된다. 따라서, 실린더 벽 온도가 증가함에 따라, 엔진 오일의 소비가 촉진된다.

[0008] 따라서, 실린더 보어 사이의 거리의 축소를 통한 연료 소비율을 개선하는데, 이하의 조건 (A) 및 (B) 이 충족될 필요가 있다.

[0009] (A) 응고 속도의 차이에 의한 실린더 보어 사이의 구역으로부터 주위 구역을 향한 주조 재료의 이동을 억제하기 위해, 실린더 블록이 제조될 때 실린더 라이너와 주조 재료 사이에 충분한 결합 강도가 보장될 필요가 있다.

[0010] (B) 엔진 오일의 소비를 억제하기 위해, 실린더 블록과 실린더 라이너 사이에 충분한 열 전도성이 보장될 필요가 있다.

[0011] 일본 특허 공개 공보 No. 2003-120414에 기재된 실린더 라이너에 따르면, 실린더 블록의 주조 재료와 금속 결합을 이루는 막이 실린더 상에 형성된다. 이 구조는 실린더 블록과 실린더 라이너 사이의 결합 강도를 증가시킨다. 하지만, 이러한 실린더 라이너를 사용하여 실린더 블록이 제조된 경우에, 실린더 블록과 실린더 라이너 사이에 비교적 큰 틈이 형성되고, 감소된 열 전도성을 초래하는 것이 발견되었다. 이는 실린더 블록의 제조시의 실린더 라이너와 주조 재료 사이의 불충분한 결합 강도에 의해 야기되는 것으로 생각되고 있다.

발명의 상세한 설명

[0012] 따라서, 본 발명의 목적은 실린더 블록의 주조 재료와 충분한 결합 강도 및 실린더 블록과의 충분한 열 전도성을 보장하는 실린더 라이너를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 이러한 실린더 라이너를 갖는 엔진을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 실린더 블록에 사용되는 인서트 주조용 실린더 라이너가 제공된다. 이 실린더 라이너는 다수의 돌기를 갖는 외주면을 포함한다. 각 돌기는 잘록한 형상을 갖는다. 금속 재료의 막이 외주면과 돌기의 표면에 형성된다.

[0014] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 실린더 블록과 인서트 주조용 실린더 라이너를 포함하는 엔진이 제공된다. 이 실린더 라이너는 실린더 블록에 결합된다. 실린더 라이너는 다수의 돌기를 갖는 외주면을 포함한다. 각 돌기는 잘록한 형상을 갖는다. 금속 재료의 막이 외주면과 돌기의 표면에 형성된다.

[0015] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 실린더 블록에 사용되는 인서트 주조용 실린더 라이너가 제공된다. 이 실린

더 라이너는 다수의 돌기를 갖는 외주면을 포함한다. 각 돌기는 잘록한 형상을 갖는다. 막이 외주면과 돌기의 표면에 형성되고, 이 막은 실린더 블록에 대한 실린더 라이너의 부착력을 증가시킨다.

[0016] 본 발명의 다른 양태와 이점은 본 발명의 원리의 실시예에 의해 도시된 첨부된 도면과 관련된 이하의 설명으로부터 명백해 질 것이다.

[0017] 본 발명의 목적과 이점에 관하여, 본 발명은 첨부된 도면과 관련하여 이하의 현재의 바람직한 실시형태의 설명을 참조하여 가장 잘 이해될 수 있다.

실시예

[0041] (제 1 실시형태)

[0042] 본 발명의 제 1 실시형태가 도 1 ~ 18 을 참조하여 이제 설명될 것이다.

[0043] 본 실시형태는 본 발명이 알루미늄 합금제 엔진의 실린더 라이너에 적용되는 경우에 관한 것이다.

[0044] <엔진의 구성>

[0045] 도 1 은 본 발명에 따른 실린더 라이너 (2) 를 갖는 전체 엔진 (1) 의 구성을 나타낸다.

[0046] 엔진 (1) 은 실린더 블록 (11) 및 실린더 헤드 (12) 를 포함한다.

[0047] 실린더 블록 (11) 은 다수의 실린더 (13) 를 포함한다.

[0048] 각 실린더 (13) 는 하나의 실린더 라이너 (2) 를 포함한다.

[0049] 실린더 블록 (11) 내에서 각 실린더 라이너 (2) 의 내주면 (라이너 내주면 (21)) 은 대응하는 실린더 (13) 의 내벽 (실린더 내벽 (14)) 을 형성한다. 각 라이너 내주면 (21) 은 실린더 보어 (15) 를 규정한다.

[0050] 주조 재료의 인서트 주조를 통하여, 각 실린더 라이너 (2) 의 외주면 (라이너 외주면 (22)) 은 실린더 블록 (11) 과 접촉하게 된다.

[0051] 실린더 블록 (11) 의 재료로서의 알루미늄 합금으로는, 예컨대 일본 공업 규격 (JIS) ADC10 (미국 규격, ASTM A380.0 과 관련) 에 명기된 합금 또는 JIS ADC12 (미국 규격, ASTM A383.0 과 관련) 에 명기된 합금이 사용될 수 있다. 본 실시형태에서, ADC12 의 알루미늄 합금이 실린더 블록 (11) 을 형성하는데 사용되었다.

[0052] <실린더 라이너의 구성>

[0053] 도 2 는 본 발명에 따른 실린더 라이너 (2) 를 나타내는 사시도이다.

[0054] 실린더 라이너 (2) 는 주철로 만들어진다.

[0055] 주철의 조성은, 예컨대 도 3 에 나타낸 것과 같이 설정된다. 기본적으로, 표의 "기본 성분" 에 나타낸 성분은 주철의 조성으로서 선택될 수 있다. 필요에 따라, 표의 "보조 성분" 에 나타낸 성분이 추가될 수 있다.

[0056] 각각 잘록한 형상을 갖는 돌기 (3) 가 실린더 라이너 (2) 의 라이너 외주면 (22) 에 형성되어 있다.

[0057] 돌기 (3) 는 실린더 라이너 (2) 의 상부 단부 (라이너 상부 단부 (23)) 로부터 실린더 라이너 (2) 의 하부 단부 (라이너 하부 단부 (24)) 까지 전체 라이너 외주면 (22) 에 형성되어 있다. 라이너 상부 단부 (23) 는 엔진 (1) 의 연소실에 위치되는 실린더 라이너 (2) 의 단부이다. 라이너 하부 단부 (24) 는 엔진 (1) 의 연소실의 반대편에 위치되는 실린더 라이너 (2) 의 단부이다.

[0058] 실린더 라이너 (2) 에서, 막 (5) 이 라이너 외주면 (22) 과 돌기 (3) 의 표면에 형성된다.

[0059] 라이너 외주면 (22) 상에, 막 (5) 은 라이너 상부 단부 (23) 로부터 축선방향으로 중간부 (라이너 중간부 (25)) 까지의 구역에 형성되어 있다. 또한, 막 (5) 은 전체 원주 방향을 따라 형성된다.

[0060] 막 (5) 은 Al-Si 용사층 (51) 으로 형성된다. 용사층은 용사 (플라즈마 용사, 아크 용사 또는 HVOF 용사) 에 의해 형성되는 막을 나타낸다.

[0061] 막 (5) 의 재료로서, 이하의 조건 (A) 및 (B) 중 적어도 하나를 충족하는 재료가 사용될 수 있다.

[0062] (A) 용접이 주조 재료의 용융 금속의 온도 (기준 용융 금속 온도 (TC)) 보다 낮거나 또는 동일한 재료, 또는 이러한 재료를 함유하는 재료. 더 구체적으로는, 기준 용융 금속 온도 (TC) 가 이하와 같이 설명될 수 있다.

즉, 기준 용융 금속 온도 (TC) 는 주조 재료가 실린더 라이너 (2) 의 인서트 주조의 실행을 위한 주형에 공급될 때 실린더 블록 (11) 의 주조 재료의 용융 금속의 온도를 나타낸다.

[0063] (B) 실린더 블록 (11) 의 주조 재료에 약금학적으로 결합될 수 있는 재료, 또는 이러한 재료를 함유하는 재료.

[0064] <돌기의 구성>

도 4 는 돌기 (3) 를 나타내는 모델도이다. 이후에, 실린더 라이너 (2) 의 반경방향 (화살표 (A) 의 방향) 은 돌기 (3) 의 축선방향으로 나타낸다. 또한, 실린더 라이너 (2) 의 축선방향 (화살표 (B) 의 방향) 은 돌기 (3) 의 반경방향으로 나타낸다. 도 4 는 돌기 (3) 의 반경방향에서 본 돌기 (3) 의 형상을 나타낸다.

[0066] 돌기 (3) 는 실린더 라이너 (2) 와 일체로 형성된다. 돌기 (3) 는 기단부 (31) 에서 라이너 외주면 (22) 과 결합된다.

[0067] 돌기 (3) 의 말단부 (32) 에서, 돌기 (3) 의 말단부 표면에 대응하는 정상 표면 (32A) 이 형성된다. 정상 표면 (32A) 은 실질적으로 편평하다.

[0068] 돌기 (3) 의 축선방향에서, 잘록한 부분 (33) 이 기단부 (31) 와 말단부 (32) 사이에 형성된다.

[0069] 잘록한 부분 (33) 은 축선방향을 따른 그 단면적 (축선방향 단면적 (SR)) 이 기단부 (31) 및 말단부 (32) 에서의 축선방향 단면적 (SR) 보다 더 작게 형성된다.

[0070] 돌기 (3) 는 축선방향 단면적 (SR) 이 잘록한 부분 (33) 으로부터 기단부 (31) 및 말단부 (32) 까지 점진적으로 증가하도록 형성된다.

[0071] 도 5 는 실린더 라이너 (2) 의 잘록한 공간 (34) 이 표시된 돌기 (3) 를 나타내는 모델도이다.

[0072] 각 실린더 라이너 (2) 에서, 각 돌기 (3) 의 잘록한 부분 (33) 은 잘록한 공간 (34) (사선 구역) 을 형성한다.

[0073] 잘록한 공간 (34) 은 돌기 (3) 의 축선방향을 따르는 최대 말단부 (32B) 를 포함하는 곡면 (도 5 에서, 라인 D - D 가 이 곡면에 대응), 및 잘록한 부분 (33) 의 표면 (잘록한 표면 (33A)) 에 의해 둘러싸인 공간이다. 최대 말단부 (32B) 는 돌기 (3) 의 반경방향 길이가 말단부 (32) 에서 가장 긴 부분을 나타낸다.

[0074] 실린더 라이너 (2) 를 갖는 엔진 (1) 에서는, 실린더 블록 (11) 과 실린더 라이너 (2) 는 실린더 블록 (11) 의 일부분이 잘록한 공간 (34) 에 위치된 상태에서 서로 결합된다 (실린더 블록 (11) 은 돌기 (3) 와 맞물려 있다). 따라서, 실린더 블록 (11) 및 실린더 라이너 (2) 의 충분한 결합 강도 (라이너 결합 강도) 가 보장된다. 또한, 증가된 라이너 결합 강도가 실린더 보어 (15) 의 변형을 억제하기 때문에, 마찰이 감소된다. 따라서, 연료 소비율이 개선된다.

[0075] 한편, 실린더 라이너 (2) 의 인서트 주조를 통하여 실린더 블록 (11) 을 제조할 때, 실린더 블록 (11) 의 주조 재료와 실린더 라이너 (2) 사이의 결합 강도는 앵커 효과 (anchor effect) 에 의해 보장된다. 이는 응고 속도의 차이에 의하여 주조 재료가 실린더 보어 (15) 사이 구역으로부터 주위 구역까지 이동하는 것을 억제한다.

[0076] <막의 형성>

[0077] 도 6 의 [A] ~ 7 을 참조하여, 실린더 라이너 (2) 상의 막 (5) 의 형성이 설명될 것이다. 이후에, 막 (5) 의 두께는 막 두께 (TP) 로 나타낸다.

[0078] [1] 막의 위치

[0079] 도 6 의 [A] 및 6 [B] 를 참조하여, 막 (5) 의 위치가 설명될 것이다. 도 6 의 [A] 는 축선 방향을 따르는 실린더 (2) 의 단면도이다. 도 6 의 [B] 는 엔진의 정상 운전 상태에서의 실린더 내의 축선 방향을 따른 온도의 변화 (실린더 벽 온도 (TW)) 의 하나의 예를 나타낸다. 이후에, 막 (5) 이 제거된 실린더 라이너 (2) 는 기준 실린더 라이너로서 나타낸다. 기준 실린더 라이너를 갖는 엔진이 기준 엔진으로 나타내어질 것이다.

[0080] 본 실시형태에서, 막 (5) 의 위치는 기준 엔진의 실린더 벽 온도 (TW) 에 기초하여 결정된다.

[0081] 기준 엔진의 실린더 벽 온도 (TW) 의 변화가 설명될 것이다. 도 6 의 [B] 에서, 실선은 기준 엔진의 실린더 벽 온도 (TW) 를 나타내고, 파선은 본 실시형태의 엔진 (1) 의 실린더 벽 온도를 나타낸다. 이후에, 실린더 벽 온도 (TW) 의 최고 온도는 최대 실린더 벽 온도 (TWH) 로 나타내고, 실린더 벽 온도 (TW) 의 최저 온도는 최소 실린더 벽 온도 (TWL) 로 나타낸다.

- [0082] 기준 엔진에서, 실린더 벽 온도 (TW) 는 이하의 방식으로 변한다.
- [0083] (a) 라이너 하부 단부 (24)로부터 라이너 중간부 (25) 까지의 구역에서, 실린더 벽 온도 (TW) 는 연소 가스의 영향이 적기 때문에 라이너 하부 단부 (24)로부터 라이너 중간부 (25) 까지는 점진적으로 증가한다. 라이너 하부 단부 (24)의 부근에서, 실린더 벽 온도 (TW) 는 최소 실린더 벽 온도 (TWL) 이다. 본 실시형태에서, 실린더 벽 온도 (TW) 가 이러한 방식으로 변하는 실린더 라이너 (2) 의 부분은 저온 라이너부 (27)로 나타낸다.
- [0084] (b) 라이너 중간부 (25)로부터 라이너 상부 단부 (23) 까지의 구역에서, 실린더 벽 온도 (TW) 는 연소 가스의 영향이 크기 때문에 급격히 상승한다. 라이너 상부 단부 (23)의 부근에서, 실린더 벽 온도 (TW) 는 최대 실린더 벽 온도 (TWH1) 이다. 본 실시형태에서, 실린더 벽 온도 (TW) 가 이러한 방식으로 변하는 실린더 라이너 (2) 의 부분은 고온 라이너부 (26)로 나타낸다.
- [0085] 기준 엔진에서, 고온 라이너부 (26)의 실린더 벽 온도 (TW) 가 과도하게 증가될 때 엔진 오일의 소비가 촉진되기 때문에, 피스톤 링의 인장력은 비교적 크게 되어야 한다. 즉, 연료 소비율은 피스톤 링의 인장력을 증가시키는 것에 의해 피할수 없이 악화된다.
- [0086] 따라서, 본 실시형태에 따른 실린더 라이너 (2)에서, 막 (5)이 고온 라이너부 (26)에 형성되고, 이에 의해 실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이의 부착력이 증가된다. 이는 고온 라이너부 (26)에서의 실린더 벽 온도 (TW) 를 감소시킨다.
- [0087] 본 실시형태에 따른 엔진 (1)에서, 실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이에 충분한 부착력이 발생되며, 즉 각 고온 라이너부 (26) 주위에는 틈이 거의 생기지 않는다. 이는 실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이에 높은 열 전도성을 보장한다. 따라서, 고온 라이너부 (26)에서의 실린더 벽 온도 (TW) 는 낮아지게 된다. 이는 최대 실린더 벽 온도 (TWH) 가 최대 실린더 벽 온도 (TWH1) 보다 더 낮은 최대 실린더 벽 온도 (TWH2) 가 되는 것을 초래한다.
- [0088] 실린더 벽 온도 (TW) 의 감소에 의해 엔진 오일의 소비가 억제되기 때문에, 기준 엔진과 비교해서 더 작은 인장력을 갖는 피스톤 링이 사용될 수 있다. 이는 연료 소비율을 개선한다.
- [0089] 저온 라이너부 (27)와 고온 라이너부 (26) 사이의 경계 (벽 온도 경계 (28)) 가 기준 엔진의 실린더 벽 온도 (TW) 에 기초하여 얻어질 수 있다. 한편, 대부분의 경우 고온 라이너부 (26)의 길이 (실린더 상부 단부 (23)로부터 벽 온도 경계 (28) 까지의 길이) 는 실린더 라이너 (2)의 전체 길이 (라이너 상부 단부 (23)로부터 라이너 하부 단부 (24) 까지의 길이) 의 $1/3 \sim 1/4$ 인 것이 알려져왔다. 따라서, 막 (5)의 위치를 정할 때, 벽 온도 경계 (28) 를 정확하게 정하지 않고도 전체 라이너 길이에서 라이너 상부 단부 (23)로부터 $1/3 \sim 1/4$ 의 범위가 고온 라이너부 (26)로서 다루어질 수 있다.
- [0090] [2] 막의 두께
- [0091] 실린더 라이너 (2)에서, 막 (5)은 그 두께 (TP) 가 0.5 mm 이하가 되도록 형성된다. 막의 두께 (TP) 가 0.5 mm 보다 더 크게 된다면, 돌기 (3)의 앵커 효과는 감소될 것이고, 이는 실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도 (고온 라이너부 (26)에서의 라이너 결합 강도) 가 현저하게 감소되는 것을 초래한다.
- [0092] 본 실시형태에서, 막 (5)은 고온 라이너부 (26)의 다수의 위치에서의 막 두께 (TP) 의 평균값이 0.5 mm 이하가 되도록 형성된다. 하지만, 막 (5)은 막 두께 (TP) 가 전체 고온 라이너부 (26)에서 0.5 mm 이하가 되도록 형성될 수 있다.
- [0093] 엔진 (1)에서, 막 두께 (TP) 가 감소됨에 따라, 실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 증가된다. 따라서, 막 (5)을 형성할 때, 막 두께 (TP) 는 전체 고온 라이너부 (26)에서 가능한 한 0 mm 에 가깝게 되는 것이 바람직하다.
- [0094] 하지만, 현재에는, 전체 고온 라이너부 (26)에 걸쳐 균일한 두께를 갖는 두께총을 형성하는 것이 어렵기 때문에, 막 (5)을 형성할 때, 목표 막 두께 (TP) 가 과도하게 작은 값으로 설정되었다면 고온 라이너부 (26) 상의 어떤 구역은 막 (5)이 없을 것이다. 따라서, 본 실시형태에서, 막 (5)을 형성할 때, 목표 막 두께 (TP) 는 이하의 조건 (A) 및 (B)에 따라 결정된다.
- [0095] (A) 막 (5)은 전체 고온 라이너부 (26) 상에 형성될 수 있다.

- [0096] (B) 조건 (A) 을 충족하는 범위 내에서 최소값이다.
- [0097] 따라서, 막 (5) 은 전체 고온 라이너부 (26) 상에 형성된다. 또한, 막 (5) 의 막 두께 (TP) 는 작은 값을 갖기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 증가된다.
- [0098] [3] 돌기 주변의 막의 형성
- [0099] 도 7 은 도 6 의 [A] 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZC) 을 나타내는 확대도이다.
- [0100] 실린더 라이너 (2) 에서, 막 (5) 은 라이너 외주면 (22) 과 돌기 (3) 의 표면에 형성된다. 또한, 막 (5) 은 잘록한 공간 (34) 이 채워지지 않도록 형성된다. 즉, 막 (5) 은 실린더 라이너 (2) 의 인서트 주조를 실행 할 때, 주조 재료가 잘록한 공간 (34) 을 채우도록 형성된다. 잘록한 공간 (34) 이 막 (5) 에 의해 채워진다면, 주조 재료는 잘록한 공간 (34) 을 채우지 않을 것이다. 따라서, 돌기 (3) 의 앵커 효과는 얻어지지 않을 것이다.
- [0101] <실린더 블록 및 실린더 라이너의 결합 상태>
- [0102] 도 8 및 9 를 참조하여, 실린더 블록 (11) 및 실린더 라이너 (2) 의 결합 상태를 설명한다. 도 8 및 9 는 실린더 (13) 의 축선을 따라 취해진 실린더 블록 (11) 을 나타내는 단면도이다.
- [0103] [1] 고온 라이너부의 결합 상태
- [0104] 도 8 은 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 상태를 나타낸다 (도 1 의 부분 (ZA) 의 단면).
- [0105] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 은 실린더 블록 (11) 이 돌기 (3) 와 맞물린 상태로 고온 라이너부 (26) 에 결합된다. 또한, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 는 그 사이에 막 (5) 을 두고 서로에게 결합되어 있다.
- [0106] 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 의 결합 상태에 관하여, 막 (5) 이 용사에 의해 형성되기 때문에, 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 은 충분한 부착력 및 결합 강도로 서로에게 기계적으로 결합되어 있다. 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 의 부착력은 기준 엔진에서의 실린더 블록과 기준 실린더 라이너의 부착력보다 더 높다.
- [0107] 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 의 결합 상태에 관하여, 막 (5) 은 기준 용융 금속 온도 (TC) 이하의 융점을 갖고 실린더 블록 (11) 의 주조 재료와의 높은 젖음성 (wettability) 을 갖는 Al - Si 합금으로 형성되어 있다. 따라서, 실린더 블록 (11) 및 막 (5) 은 충분한 부착력 및 결합 강도로 서로에게 기계적으로 결합되어 있다. 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 의 부착력은 기준 엔진의 실린더 블록과 기준 실린더 라이너의 부착력보다 더 높다.
- [0108] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 가 이러한 상태로 서로에게 결합되어 있기 때문에, 이하의 이점이 얻어진다.
- [0109] (A) 막 (5) 이 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 부착력을 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 증가된다.
- [0110] (B) 막 (5) 이 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도를 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 박리작용은 억제된다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창하더라도, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 부착력은 유지된다. 이는 열 전도성의 감소를 억제한다.
- [0111] (C) 돌기 (3) 가 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도를 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 박리작용은 억제된다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창하더라도, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 부착력은 유지된다. 이는 열 전도성의 감소를 억제한다.
- [0112] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 사이의 부착력과 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 사이의 부착력이 낮아짐에 따라 이러한 구성요소들 사이의 틈의 크기는 증가된다. 따라서, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 감소된다. 실린더 블록 (11) 과 높은 막 (5) 사이의 결합 강도와 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 사이의 결합 강도가 감소됨에 따라, 이러한 구성요소들 사이에 박리작용이 발생할 가능성성이 더 크다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창될 때, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 부착력은 감소된다.
- [0113] 본 실시형태에 따른 실린더 라이너 (2) 에서, 막 (5) 의 융점은 기준 용융 금속 온도 (TC) 이하이다. 따라

서, 실린더 블록 (11) 을 제조할 때, 막 (5) 이 용융되고 주조 재료에 야금학적으로 결합된다고 여겨졌다. 하지만, 본 발명자에 의해 실행된 시험의 결과에 따르면, 상기 설명된 것과 같은 실린더 블록 (11) 은 막 (5) 에 기계적으로 결합되어 있는 것이 확인되었다. 또한, 야금학적으로 결합된 부분도 발견되었다. 하지만, 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 은 주로 기계적 방식으로 결합되었다.

[0114] 시험을 통하여, 발명자는 또한 이하의 사실을 발견하였다. 즉, 주조 재료와 막 (5) 이 야금학적으로 결합되지 않더라도 (또는 단지 부분적으로만 야금 방식으로 결합되더라도), 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 부착력 및 결합 강도는 막 (5) 이 기준 용융 금속 온도 (TC) 이하의 융점을 갖는 한 증가되었다. 비록 그 메카니즘은 정확하게 밝혀지지 않았지만, 주조 재료의 열이 막 (5) 에 의해 윤활히 제거되지 않기 때문에 주조 재료의 응고 속도가 감소되는 것으로 생각된다.

[0115] [2] 저온 라이너부의 결합 상태

[0116] 도 9 는 실린더 블록 (11) 과 저온 라이너부 (27) 사이의 결합 상태를 나타낸다 (도 1 의 부분 (ZB) 의 단면).

[0117] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 은 실린더 블록 (11) 이 돌기 (3) 와 맞물린 상태로 고온 라이너부 (26) 에 결합되어 있다. 따라서, 실린더 블록 (11) 과 저온 라이너부 (27) 사이의 충분한 열 결합 강도가 돌기 (3) 의 앵커 효과에 의해 보장된다. 또한, 실린더 보어 (15) 가 팽창할 때 실린더 블록 (11) 과 저온 라이너부 (27) 가 서로에서 박리되는 것이 방지된다.

[0118] <돌기의 형성>

[0119] 표 1 을 참조하여, 실린더 라이너 (2) 상의 돌기 (3) 의 형성이 설명될 것이다.

[0120] 돌기 (3) 의 형성 상태를 나타내는 파라미터 (형성 상태 파라미터) 로서, 제 1 면적비 (SA), 제 2 면적비 (SB), 표준 단면적 (SD), 표준 돌기 개수 (NP), 및 표준 돌기 길이 (HP) 가 규정된다.

[0121] 상기 형성 상태 파라미터를 위한 기본값인 측정 높이 (H), 제1 기준 평면 (PA), 및 제 2 기준 평면 (PB) 이 이제 설명될 것이다.

[0122] (a) 측정 높이 (H) 는 돌기 (3) 의 축선방향을 따르는 라이너 외주면 (22) 으로부터의 거리 (돌기 (3) 의 높이) 를 나타낸다. 라이너 외주면 (22) 에서, 측정 높이 (H) 는 0 mm 이다. 돌기 (3) 의 정상 표면 (32A) 에서, 측정 높이 (H) 는 최대값을 갖는다.

[0123] (b) 제 1 기준 평면 (PA) 은 0.4 mm 의 측정 높이의 위치에서 돌기 (3) 의 반경방향을 따라 놓인 평면을 나타낸다.

[0124] (c) 제 2 기준 평면 (PB) 은 0.2 mm 의 측정 높이의 위치에서 돌기 (3) 의 반경방향을 따라 놓인 평면을 나타낸다.

[0125] 형성 상태 파라미터가 이제 설명될 것이다.

[0126] [A] 제 1 면적비 (SA) 는 라이너 외주면 (22) 상의 제 1 기준 평면 (PA) 내의 돌기 (3) 의 면적 (반경방향 단면적 (SR)) 의 비를 나타낸다.

[0127] [B] 제 2 면적비 (SB) 는 라이너 외주면 (22) 상의 제 2 기준 평면 (PB) 내의 돌기 (3) 의 면적 (반경방향 단면적 (SR)) 의 비를 나타낸다.

[0128] [C] 표준 단면적 (SD) 은 라이너 외주면 (22) 상의 제 1 기준 평면 (PA) 내의 한 돌기 (3) 의 면적 (반경방향 단면적 (SR)) 을 나타낸다.

[0129] [D] 표준 돌기 개수 (NP) 는 라이너 외주면 (22) 상의 단위 면적 (1 cm^2) 내에 형성된 돌기 (3) 의 개수를 나타낸다.

[0130] [E] 표준 돌기 길이 (HP) 는 다수의 위치에서의 돌기 (3) 의 측정 높이 (H) 의 값의 평균값을 나타낸다.

표 1

	파라미터의 종류	선택된 범위	단위
[A]	제1 면적비 (SA)	10 ~ 50	[%]
[B]	제2 면적비 (SB)	20 ~ 55	[%]

[C]	표준 단면적 (SD)	0.2 ~ 3.0	[mm ²]
[D]	표준 돌기 개수 (NP)	5 ~ 60	[개수/cm ²]
[E]	표준 돌기 길이 (HP)	0.5 ~ 1.0	[mm]

[0132] 본 실시형태에서, 형성 상태 파라미터 [A] ~ [E] 가 표 1에 선택된 범위 내에 설정되고, 이에 의해 돌기 (3)의 라이너 결합 강도 및 돌기 (3) 사이의 주조 재료의 충전율이 증가된다. 주조 재료의 충전율이 증가되기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 실린더 라이너 (2) 사이에는 틈이 생기기 어렵다. 실린더 블록 (11) 과 실린더 라이너 (2) 는 서로 밀착한 채로 결합된다.

[0133] 본 실시형태에서, 상기 나타낸 파라미터 [A] ~ [E] 의 설정 외에, 실린더 라이너 (2) 는 돌기 (3) 가 각각 독립적으로 제 1 기준 평면 (PA) 상에 형성되도록 형성된다. 이는 부착력을 더 증가시킨다.

[0134] <실린더 라이너의 제조 방법>

[0135] 도 10 및 11 을 참조하여, 실린더 라이너 (2) 의 제조 방법이 설명될 것이다.

[0136] 본 실시형태에서, 실린더 라이너 (2) 는 원심 주조에 의해 제조된다. 상기 나타낸 형성 상태 파라미터를 표 1 의 선택된 범위에 넣기 위해, 원심 주조의 파라미터 (이하의 파라미터 [A] ~ [F]) 가 표 2 의 선택된 범위 내에 설정된다.

[0137] [A] 혼탁액 (61) 내의 내화 재료 (61A) 의 조성비.

[0138] [B] 혼탁액 (61) 내의 결합제 (binder) (61B) 의 조성비.

[0139] [C] 혼탁액 (61) 내의 물 (61C) 의 조성비.

[0140] [D] 내화 재료 (61A) 의 평균 입자 크기.

[0141] [E] 혼탁액 (61) 에 첨가되는 계면활성제 (62) 의 조성비.

[0142] [F] 주형 와시 (63) (주형 와시 층 (64)) 의 두께.

표 2

	파라미터의 종류	선택된 범위	단위
[A]	내화 재료의 조성비	8 ~ 30	[질량%]
[B]	결합제의 조성비	2 ~ 10	[질량%]
[C]	물의 조성비	60 ~ 90	[질량%]
[D]	내화 재료의 평균 입자 크기	0.02 ~ 0.1	[mm]
[E]	계면활성제의 조성비	$0.005 < x \leq 0.1$	[질량%]
[F]	주형 와시 층의 두께	0.5 ~ 1.0	[mm]

[0144] 실린더 라이너 (2) 의 제조는 도 10 에 나타낸 과정을 따라 실행된다.

[0145] [단계 A] 내화 재료 (61A), 결합제 (61B), 및 물 (61C) 을 혼합하여 혼탁액 (61) 을 준비한다. 이 단계에서, 내화 재료 (61A), 결합제 (61B), 및 물 (61C) 의 조성비, 그리고 내화 재료 (61A) 의 평균 입자 크기는 표 2 의 선택된 범위 내에서 설정된다.

[0146] [단계 B] 미리 정해진 양의 계면활성제 (62) 가 주형 와시 (63) 를 얻기 위해 혼탁액 (61) 에 첨가된다. 이 단계에서, 혼탁액 (61) 에 참가되는 계면활성제 (62) 의 비는 표 2 에 나타낸 선택된 범위 내에서 설정된다.

[0147] [단계 C] 회전하는 주형 (65) 을 미리 정해진 온도로 가열한 이후, 주형 와시 (63) 가 주형 (65) 의 내주면 (주형 내주면 (65A)) 에 용사되어 도포된다. 이 때, 주형 와시 (63) 는 실질적으로 균일한 두께의 주형 와시 (63) 의 층 (주형 와시 층 (64)) 이 전체 주형 내주면 (65A) 상에 형성되도록 도포된다. 이 단계에서, 주형 와시 층 (64) 의 두께는 표 2 에 나타낸 선택된 범위 내에서 설정된다.

[0148] 주형 (65) 의 주형 와시 층 (64) 에서, 잘록한 형상을 갖는 구멍이 [단계 C] 이후에 형성된다.

[0149] 도 11 을 참조하여, 잘록한 형상을 갖는 구멍의 형성이 설명될 것이다.

- [0150] [1] 다수의 기포 (64A) 를 갖는 주형 와시 층 (64) 이 주형 (65) 의 주형 내주면 (65A) 상에 형성된다.
- [0151] [2] 계면활성제 (62) 는 기포 (64A) 에 작용하여 주형 와시 층 (64) 의 내주면에 오목부 (64B) 를 형성한다.
- [0152] [3] 오목부 (64B) 의 바닥은 주형 내주면 (65A) 에 닿고, 이에 의해 잘록한 형상을 갖는 구멍 (64C) 이 주형 와시 층 (64) 에 형성된다.
- [0153] [단계 D] 주형 와시 층 (64) 이 건조된 이후, 주철의 용융 금속 (66) 을 회전되고 있는 주형 (65) 안에 붓는다. 이때, 용융 금속 (66) 이 주형 와시 층 (64) 내의 잘록한 형상을 갖는 구멍 (64C) 으로 흘러들어 간다. 따라서, 잘록한 형상을 갖는 돌기 (3) 가 주조 실린더 라이너 (2) 상에 형성된다.
- [0154] [단계 E] 용융 금속 (66) 이 경화되고 실린더 라이너 (2) 가 형성된 이후, 실린더 라이너 (2) 는 주형 와시 층 (64) 과 함께 주형 (65) 으로부터 빼낸다.
- [0155] [단계 F] 블라스팅 장치 (67) 를 사용하여, 주형 와시 층 (64) (주형 와시 (63)) 이 실린더 라이너 (2) 의 외주면에서 제거된다.
- [0156] <형성 상태 파라미터의 측정 방법>
- [0157] 도 12 를 참조하여, 3 차원 레이저를 사용한 형성 상태 파라미터의 측정 방법이 이제 설명될 것이다. 표준 돌기 높이 (HP) 는 다른 방법으로 측정된다.
- [0158] 각 형성 상태 파라미터는 이하의 방법으로 측정될 수 있다.
- [0159] [1] 돌기의 파라미터 측정을 위한 시편 (71) 이 실린더 라이너 (2) 로부터 만들어진다.
- [0160] [2] 비접촉 3 차원 레이저 측정 장치 (81) 에서, 시편 (71) 은 돌기 (3) 의 축선방향이 레이저 광 (82) 의 조사 방향에 실질적으로 평행하도록 시험대 (83) 위에 놓인다 (도 12 [A]).
- [0161] [3] 레이저 광 (82) 은 3 차원 레이저 측정 장치 (81) 로부터 시편 (71) 에 조사된다 (도 12 [B]).
- [0162] [4] 3 차원 레이저 측정 장치 (81) 의 측정 결과는 화상 처리 장치 (84) 에 전달된다.
- [0163] [5] 화상 처리 장치 (84) 에 의해 실행되는 화상 처리를 통해, 돌기 (3) 의 등고선도 (85) (도 13) 가 표시된다. 형성 상태 파라미터는 등고선도 (85) 를 기초하여 산출된다.
- [0164] <돌기의 등고선>
- [0165] 도 13 및 14 를 참조하여, 등고선도 (85) 가 설명될 것이다. 도 13 은 등고선도 (85) 의 하나의 예이다. 도 14 는 측정 높이 (H) 와 등고선 (HL) 사이의 관계를 나타낸다. 도 13 의 등고선도 (85) 는 도 14 에 나타낸 것과 상이한 돌기 (3) 를 나타낸다.
- [0166] 등고선도 (85) 에서, 등고선 (HL) 은 측정 높이 (H) 의 미리 정해진 모든 값을 나타낸다.
- [0167] 예컨대, 등고선 (HL) 이 등고선도 (85) 에서 0 mm 의 측정 높이로부터 1.0 mm 의 측정 높이까지 0.2 mm 의 간격으로 나타나 있는 경우에, 0 mm 의 측정 높이의 등고선 (HL0), 0.2 mm 의 측정 높이의 등고선 (HL2), 0.4 mm 의 측정 높이의 등고선 (HL4), 0.6 mm 의 측정 높이의 등고선 (HL6), 0.8 mm 의 측정 높이의 등고선 (HL8), 그리고 1.0 mm 의 측정 높이의 등고선 (HL10) 이 나타나 있다.
- [0168] 도 14 에서, 등고선 (HL4) 은 제 1 기준 평면 (PA) 에 대응한다. 또한, 등고선 (HL2) 은 제 2 기준 평면 (PB) 에 대응한다. 도 14 는 등고선 (HL) 이 0.2 mm 간격으로 나타나 있는 도를 나타내고 있지만, 등고선 (HL) 사이의 거리는 실제 등고선도 (85) 에서 필요하다면 변할 수 있다.
- [0169] 도 15 및 16 을 참조하여, 등고선도 (85) 의 제 1 영역 (RA) 및 제 2 영역 (RB) 이 설명될 것이다. 도 15 는 측정 높이 0.4 mm 의 등고선 (HL4) 이외의 등고선을 점선으로 나타낸 등고선도 (85) (제 1 등고선도 (85A)) 이다. 도 16 은 측정 높이 0.2 mm 의 등고선 (HL2) 이외의 등고선을 점선으로 나타낸 등고선도 (85) (제 2 등고선도 (85B)) 이다. 도 15 및 16 에서, 실선은 나타낸 등고선 (HL), 파선은 다른 등고선 (HL) 을 각각 나타낸다.
- [0170] 본 실시형태에서, 등고선도 (85) 에서 등고선 (HL4) 으로 둘러싸인 영역은 제 1 영역 (RA) 으로 규정된다. 즉, 제 1 등고선도 (85A) 의 사선 구역은 제 1 영역 (RA) 에 대응한다. 등고선도 (85) 에서 등고선 (HL2) 으로 둘러싸인 영역은 제 2 영역 (RB) 으로 규정된다. 즉, 제 2 등고선도 (85B) 의 사선 구역은 제 2 영역

(RB)에 대응한다.

[0171] <형성 상태 파라미터의 산출 방법>

[0172] 형성 상태 파라미터는 등고선도 (85)를 기초하여 이하의 방법으로 산출된다.

[0173] [A] 제 1 면적비 (SA)

[0174] 제 1 면적비 (SA)는 등고선도 (85)의 면적 내의 제 1 영역 (RA)의 비로서 산출된다. 즉, 제 1 면적비 (SA)는 이하의 식을 사용하여 산출된다.

$$[0175] SA = SRA/ST \times 100 [\%]$$

[0176] 상기 식에서, ST는 전체 등고선도 (85)의 면적을 나타낸다. SRA는 제 1 영역 (RA)의 면적을 더하여 얻어지는 전체 면적을 나타낸다. 예컨대, 도 15의 제 1 등고선도 (85A)가 모델로 사용될 때, 사각형 영역의 면적은 면적 (ST)에 대응한다. 사선 영역의 면적은 면적 (SRA)에 대응한다. 제 1 면적비 (SA)를 산출할 때, 등고선도 (85)는 단지 라이너 외주면 (22)을 포함하는 것으로 가정한다.

[0177] [B] 제 2 면적비 (SB)

[0178] 제 2 면적비 (SB)는 등고선도 (85)의 면적 내의 제 2 영역 (RB)의 비로서 산출된다. 즉, 제 2 면적비 (SB)는 이하의 식을 사용하여 산출된다.

$$[0179] SB = SRB/ST \times 100 [\%]$$

[0180] 상기 식에서, ST는 전체 등고선도 (85)의 면적을 나타낸다. SRB는 제 2 영역 (RB)의 면적을 더하여 얻어지는 전체 면적을 나타낸다. 예컨대, 도 16의 제 1 등고선도 (85B)가 모델로 사용될 때, 사각형 영역의 면적은 면적 (ST)에 대응한다. 사선 영역의 면적은 면적 (SRB)에 대응한다. 제 2 면적비 (SB)를 산출할 때, 등고선도 (85)는 단지 라이너 외주면 (22)을 포함하는 것으로 가정한다.

[0181] [C] 표준 단면적 (SD)

[0182] 표준 단면적 (SD)은 등고선도 (85)내의 각 제 1 영역 (RA)의 면적으로서 산출될 수 있다. 예컨대, 도 15의 제 1 등고선도 (85A)가 모델로 사용될 때, 사선 영역의 면적은 표준 단면적 (SD)에 대응한다.

[0183] [D] 표준 돌기 개수 (NP)

[0184] 표준 돌기 개수 (NP)는 등고선도 (85)의 단위 면적 (1 cm^2) 당 돌기 (3)의 개수로서 산출될 수 있다. 예컨대, 도 15의 제 1 등고선도 (85A) 또는 도 16의 제 2 등고선도 (85B)가 모델로서 사용될 때, 각 도면의 돌기의 개수 (하나)는 표준 돌기 개수 (NP)에 대응한다. 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 단위 면적 (1 cm^2) 당 5 ~ 60 개의 돌기 (3)가 형성된다. 따라서, 실제 표준 돌기 개수 (NP)는 제 1 등고선도 (85A) 및 제 2 등고선도 (85B)의 기준 돌기 개수와 상이하다.

[0185] [E] 표준 돌기 길이 (HP)

[0186] 표준 돌기 길이 (HP)는 돌기 (3) 중 하나의 높이일 수 있고 또는 다수의 위치에서의 돌기 (3) 중 하나의 높이의 평균값으로서 산출될 수 있다. 돌기 (3)의 높이는 다이얼 깊이 게이지 (dial depth gauge)와 같은 측정 장치에 의해 측정될 수 있다.

[0187] 돌기 (3)가 제 1 기준 평면 (PA)에 독립적으로 제공되었는지 아닌지는 등고선도 (85)의 제 1 영역 (RA)을 기초하여 확인될 수 있다. 즉, 제 1 영역 (RA)이 다른 제 1 영역 (RA)과 간접하지 않을 때, 돌기 (3)가 제 1 기준 평면 (PA)에 독립적으로 제공된 것으로 확인된다.

[0188] (실시예)

[0189] 이후에, 본 발명은 실시예와 비교예 사이의 비교를 기초하여 설명될 것이다.

[0190] 각 실시예와 비교예에서, 실린더 라이너는 상기 설명된 실시형태의 제조 방법 (원심 주조)에 의해 제조되었다. 실린더 라이너를 제조할 때, 주철의 재료 특성은 FC230에 대응하도록 설정되고, 마무리된 실린더 라이너의 두께는 2.3 mm 로 설정된다.

[0191] 표 3은 실시예의 실린더 라이너의 특징을 나타낸다. 표 4는 비교예의 실린더 라이너의 특징을 나타낸다.

표 3

실린더 라이너의 특징	
실시예 1	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 제 1 면적비를 하한값 (10%) 으로 설정
실시예 2	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 제 2 면적비를 상한값 (55%) 으로 설정
실시예 3	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 막 두께를 0.005 mm 로 설정
실시예 4	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 막 두께를 상한값 (0.5 mm) 으로 설정

표 4

실린더 라이너의 특징	
비교예 1	(1) 막이 형성되지 않음 (2) 제 1 면적비를 하한값 (10%) 으로 설정
비교예 2	(1) 막이 형성되지 않음 (2) 제 2 면적비를 상한값 (55%) 으로 설정
비교예 3	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 잘록한 형상을 갖는 돌기가 형성되지 않음
비교예 4	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 제 1 면적비를 하한값 (10%) 보다 더 낮은 값으로 설정
비교예 5	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 제 2 면적비를 상한값 (55%) 보다 더 높은 값으로 설정
비교예 6	(1) Al - Si 합금의 용사층에 의해 막을 형성 (2) 막 두께를 상한값 (0.5 mm) 보다 더 큰 값으로 설정

[0194] 각 실시예와 비교예의 특유의 실린더 라이너의 제조 조건이 이하에 나타나 있다. 이하의 특유의 조건 이외의 제조 조건은 모든 실시예와 비교예에 대해 공통이다.

[0195] 실시예 1 및 비교예 1에서, 원심 주조와 관련된 파라미터 (표 2 의 [A] ~ [F]) 는 표 2 에 나타낸 선택된 범위 내에서 설정되며, 이에 의해 제 1 면적비 (SA) 는 하한값 (10%) 이 된다.

[0196] 실시예 2 및 비교예 2에서, 원심 주조와 관련된 파라미터 (표 2 의 [A] ~ [F]) 는 표 2 에 나타낸 선택된 범위 내에서 설정되며, 이에 의해 제 2 면적비 (SB) 는 상한값 (55%) 이 된다.

[0197] 실시예 3 및 4, 그리고 비교예 6에서, 원심 주조와 관련된 파라미터 (표 2 의 [A] ~ [F]) 는 표 2 에 나타낸 선택된 범위와 동일하게 설정된다.

[0198] 비교예 3에서, 주조 표면은 주조 후에 제거되어 매끄러운 외주면을 얻게된다.

[0199] 비교예 4에서, 원심 주조와 관련된 적어도 하나의 파라미터 (표 2 의 [A] ~ [F]) 는 표 2 에 나타낸 선택된 범위 외로 설정되며, 이에 의해 제 1 면적비 (SA) 는 하한값 (10%) 보다 더 낮게 된다.

[0200] 비교예 5에서, 원심 주조와 관련된 적어도 하나의 파라미터 (표 2 의 [A] ~ [F]) 는 표 2 에 나타낸 선택된 범위 외로 설정되며, 이에 의해 제 2 면적비 (SB) 는 상한값 (55%) 보다 더 높게 된다.

[0201] 막 형성을 위한 조건이 이하에 나타나 있다.

[0202] 막 두께 (TP) 는 실시예 1 및 2, 그리고 비교예 3, 4 및 5에서 동일하게 설정된다.

[0203] 실시예 4에서, 막 두께 (TP) 는 상한값 (0.5 mm) 로 설정된다.

[0204] 비교예 1 및 2에서, 막은 형성되지 않는다.

[0205] 비교예 6에서, 막 두께 (TP) 는 상한값 (0.5 mm) 보다 더 큰 값으로 설정된다.

[0206] <형성 상태 파라미터의 측정 방법>

- [0207] 각 실시예와 비교예의 형성 상태 파라미터의 측정 방법이 이제 설명될 것이다.
- [0208] 각 실시예와 비교예에서, 돌기 (3)의 형성 상태에 관한 파라미터는 상기 설명된 실시형태의 형성 상태 파라미터를 산출하는 방법에 따라 측정된다.
- [0209] <막 두께의 측정 방법>
- [0210] 각 실시예와 비교예의 막 두께 (TP)의 측정 방법이 이제 설명될 것이다.
- [0211] 각 실시예와 비교예에서, 막 두께 (TP)는 현미경으로 측정된다. 구체적으로는, 막 두께 (TP)는 이하의 과정 [1] 및 [2]에 따라 측정된다.
- [0212] [1] 막 두께의 측정용 시편이 막 (5)이 형성된 실린더 라이너 (2)로부터 만들어진다.
- [0213] [2] 두께는 현미경을 사용하여 시편의 막 (5)의 여러 위치에서 측정되고, 측정된 값의 평균값이 막 두께 (TP)의 측정된 값으로 산출된다.
- [0214] <결합 강도의 측정 방법>
- [0215] 도 17을 참조하여, 각 실시예와 비교예의 라이너 결합 강도의 평가 방법이 설명될 것이다.
- [0216] 각 실시예와 비교예에서, 라이너 결합 강도의 평가 방법으로 인장 시험이 채택되었다. 구체적으로는, 라이너 결합 강도의 평가는 이하의 과정 [1] ~ [5]에 따라 실행되었다.
- [0217] [1] 각각 실린더 라이너 (2)를 갖는 단일 실린더형 실린더 블록 (72)이 다이 캐스팅 (die casting)을 통해 제조되었다(도 17의 [A]).
- [0218] [2] 강도 평가용 시편 (74)이 단일 실린더형 실린더 블록 (72)으로부터 만들어졌다. 강도 평가 시편 (74)은 각 실린더 라이너 (2)의 일부(라이너 편 (74A)) 및 실린더 (73)의 알루미늄부(알루미늄 편 (74B))로 형성되었다. 막 (5)은 각 라이너 편 (74A) 및 이에 대응하는 알루미늄 편 (74B) 사이에 형성되었다.
- [0219] [3] 인장 시험 장치의 암 (86)이 강도 평가 시편 (74)(라이너 편 (74A) 및 알루미늄 편 (74B))에 결합되어 있다(도 17[B]).
- [0220] [4] 암 (86) 중 하나가 클램프 (87)에 의해 유지된 후에, 라이너 편 (74A) 및 알루미늄 편 (74B)이 실린더의 반경방향(도 17의 [C]의 화살표 (C)의 방향을 따라)으로 박리되도록 다른 암 (86)에 의해 인장 하중이 강도 평가 시편 (74)에 가해졌다.
- [0221] [5] 인장 시험을 통해, 라이너 편 (74A)과 알루미늄 편 (74B)이 박리될 때의 강도(단위 면적당 하중)가 라이너 결합 강도로서 얻어졌다.

표 5

	파라미터의 종류	설정
[A]	알루미늄 재료	ADC12
[B]	주조 압력	55 [MPa]
[C]	주조 속도	1.7 [m/s]
[D]	주조 온도	670 °C
[E]	실린더 두께	4.0 [mm]

- [0223] [E]는 실린더 라이너를 제외한 두께를 나타낸다
- [0224] 각 실시예와 비교예에서, 평가를 위한 단일 실린더형 실린더 블록 (72)은 표 5에 나타낸 조건 하에서 제조된다.
- [0225] <열 전도성의 평가 방법>
- [0226] 도 18을 참조하여, 각 실시예와 비교예의 실린더 열 전도성(실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성)의 평가를 위한 방법이 설명될 것이다.
- [0227] 각 실시예와 비교예에서, 레이저 플래시법이 실린더 열 전도성의 평가 방법으로 채택되었다. 구체적으로는, 열 전도성의 평가는 이하의 과정 [1] ~ [4]에 따라 실행되었다.

- [0228] [1] 각각 실린더 라이너 (2) 를 갖는 단일 실린더형 실린더 블록 (72) 이 다이 캐스팅 (die casting) 을 통해 제조되었다 (도 18 의 [A]).
- [0229] [2] 열 전도성 평가용 환상 시편 (75) 이 단일 실린더형 실린더 블록 (72) 으로부터 만들어졌다 (도 18 의 [B]). 열 전도성 평가 시편 (75) 은 각 실린더 라이너 (2) 의 일부 (라이너 편 (75A)) 및 실린더 (73) 의 알루미늄부 (알루미늄 편 (75B)) 로 형성되었다. 막 (5) 은 각 라이너 편 (75A) 및 이에 대응하는 알루미늄 편 (75B) 사이에 형성되었다.
- [0230] [3] 레이저 플래시 장치 (88) 에 열 전도성 평가 시편 (75) 을 세팅한 후, 레이저 광 (80) 이 레이저 발진기 (89) 로부터 시편 (75) 의 외주면까지 조사된다 (도 18 의 [C]).
- [0231] [4] 레이저 플래시 장치 (88) 에 의해 측정된 시험 결과에 기초하여, 열 전도성 평가 시편 (75) 의 열 전도성이 산출되었다.

표 6

	파라미터의 종류	세팅
[A]	라이너 편 두께	1.35 [mm]
[B]	알루미늄 편 두께	1.65 [mm]
[C]	시편의 외경	10 [mm]

- [0233] 각 실시예와 비교예에서, 평가를 위한 단일 실린더형 실린더 블록 (72) 은 표 5 에 나타낸 조건하에서 제조된다. 열 전도성 평가 시편 (75) 은 표 6 에 나타낸 조건하에서 제조된다. 구체적으로는, 실린더 (73) 의 일부가 단일 실린더형 실린더 블록 (72) 으로부터 잘려진다. 잘려진 부분의 외주면 및 내주면은 라이너 편 (75A) 및 알루미늄 편 (75B) 이 표 6 에 나타낸 값을 갖도록 기계가공된다.

- [0234] <측정 결과>

- [0235] 표 7 은 실시예와 비교예의 파라미터의 측정 결과를 나타낸다. 표의 값은 각각 몇몇 측정 결과의 대표값이다.

표 7

	제 1 면적 비 [%]	제 2 면적 비 [%]	기준 돌기 개수 [개 수/cm ²]	기준 돌기 길이 [mm]	막 재료	막 두께 [mm]	결합 강도 [MPa]	열 전도성 [W/mK]
실시예1	10	20	20	0.6	Al - Si 합금	0.08	35	50
실시예2	50	55	60	1.0	Al - Si 합금	0.08	55	50
실시예3	20	35	35	0.7	Al - Si 합금	0.005	50	60
실시예4	20	35	35	0.7	Al - Si 합금	0.5	45	55
비교예1	10	20	20	0.6	막 없음	-	17	25
비교예2	50	55	60	1.0	막 없음	-	52	25
비교예3	0	0	0	0	Al - Si 합금	0.08	22	60
비교예4	2	10	3	0.3	Al - Si 합금	0.08	15	40
비교예5	25	72	30	0.8	Al - Si 합금	0.08	40	35
비교예6	20	35	35	0.7	Al - Si 합금	0.6	10	30

- [0237] 측정 결과를 기초하여 확인되는 이점이 이제 설명될 것이다.

- [0238] 실시예 1 ~ 4 를 비교예 3 과 대조함으로써, 이하의 사실이 발견되었다. 실린더 라이너 (2) 상의 돌기 (3)

의 형성은 라이너 결합 강도를 증가시킨다.

[0239] 실시예 1 을 비교예 1 과 대조함으로써, 이하의 사실이 발견되었다. 즉, 고온 라이너부 (26) 상의 막 (5)의 형성은 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성을 증가시킨다. 또한, 라이너 결합 강도가 증가된다.

[0240] 실시예 2 를 비교예 2 와 대조함으로써, 이하의 사실이 발견되었다. 즉, 고온 라이너부 (26) 상의 막 (5)의 형성은 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성을 증가시킨다. 또한 라이너 결합 강도가 증가된다.

[0241] 실시예 4 를 비교예 6 과 대조함으로써, 이하의 사실이 발견되었다. 즉, 상한값 (0.5 mm) 이하의 두께 (TP)를 갖는 막 (5)의 형성은 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성을 증가시킨다. 또한, 라이너 결합 강도가 증가된다.

[0242] 실시예 1 을 비교예 4 와 대조함으로써, 이하의 사실이 발견되었다. 즉, 제 1 면적비 (SA) 가 하한값 (10%) 이상이 되도록 돌기 (3) 를 형성하는 것은 라이너 결합 강도를 증가시킨다. 또한, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 증가된다.

[0243] 실시예 2 를 비교예 5 와 대조함으로써, 이하의 사실이 발견되었다. 즉, 제 2 면적비 (SB) 가 상한값 (55%) 이하가 되도록 돌기 (3) 를 형성하는 것은 라이너 결합 강도를 증가시킨다. 또한, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 증가된다.

[0244] 실시예 3 을 실시예 4 와 대조함으로써, 이하의 사실이 발견되었다. 즉, 막 두께 (TP) 를 감소시키면서 막 (5) 을 형성하는 것은 라이너 결합 강도를 증가시킨다. 또한, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성을 증가시킨다.

[0245] <실시형태의 이점>

[0246] 본 실시형태에 따른 실린더 라이너는 이하의 이점을 제공한다.

[0247] (1) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2) 에 따르면, 인서트 주조를 통해 실린더 블록 (11) 을 제조할 때, 실린더 블록 (11) 의 주조 재료 및 돌기 (3) 는 서로 맞물리고 이에 의해 이러한 구성요소의 충분한 결합 강도가 보장된다. 이는 응고 속도의 차이에 의한 실린더 보어로부터 주위 구역으로의 주조 재료의 이동을 억제한다.

[0248] 막 (5) 은 돌기 (3) 와 함께 형성되기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 부착력을 증가된다. 이는 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 충분한 열 전도성을 보장한다.

[0249] 또한, 돌기 (3) 가 실린더 블록 (11) 과 실린더 라이너 (2) 사이의 결합 강도를 증가시키기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 실린더 라이너 (2) 의 박리작용이 억제된다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창되더라도, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 충분한 열 전도성이 보장된다.

[0250] 이러한 방법으로, 본 실시형태의 실린더 라이너 (2) 의 사용은 실린더 라이너 (2) 와 실린더 블록 (11) 의 주조 재료 사이의 충분한 결합 강도와, 실린더 라이너 (2) 와 실린더 블록 (11) 사이의 충분한 열 전도성을 보장한다.

[0251] 시험 결과에 따라, 본 발명자는 기준 실린더 라이너를 갖는 실린더 블록에서, 실린더 블록과 각 실린더 라이너 사이에 비교적 큰 틈이 존재하는 것을 발견해 왔다. 즉, 잘못한 형상의 돌기가 실린더 라이너 상에 단순히 형성된다면, 실린더 블록과 실린더 라이너 사이의 충분한 부착력을 보장되지 않을 것이다. 이는 틈에 의한 열 전도성의 저하를 피할 수 없을 것이다.

[0252] (2) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2) 에 따르면, 상기 설명된 열 전도성의 개선은 고온 라이너부 (26) 의 실린더 벽 온도 (TW) 를 저하시킨다. 따라서, 엔진 오일의 소비가 억제된다. 이는 연료 소비율을 개선한다.

[0253] (3) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2) 에 따르면, 상기 설명된 결합 강도의 개선은 엔진 내의 실린더 보어 (15) 의 변형을 억제하고, 이에 의해 마찰이 감소된다. 이는 연료 소비율을 개선한다.

[0254] (4) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2) 에서, 막 (5) 은 고온 라이너부 (26) 의 막 두께 (TP) 가 0.5 mm 이하가 되도록 형성된다. 이는 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도를 증가시킨다. 막 두께 (TP) 가 0.5 mm 보다 더 크면, 돌기 (3) 의 앵커 효과는 감소되고, 그 결과 라이너 결합 강도의 현저한 감소를 초래한다.

- [0255] (5) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 돌기 (3)는 표준 돌기 개수 (NP) 가 5 ~ 60 개의 범위가 되도록 형성된다. 이는 또한 라이너 결합 강도를 증가시킨다. 또한, 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율이 증가된다.
- [0256] 표준 돌기 개수 (NP) 가 선택된 범위를 벗어나게 되면, 이하의 문제가 발생된다. 표준 돌기 개수 (NP) 가 5 개 보다 더 적으면, 돌기 (3)의 개수는 불충분할 것이다. 이는 라이너 결합 강도를 감소시킬 것이다. 표준 돌기 개수 (NP) 가 60 개 보다 더 많으면, 돌기 (3) 사이의 좁은 공간은 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율을 감소시킬 것이다.
- [0257] (6) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 돌기 (3)는 표준 돌기 길이 (HP) 가 0.5 mm ~ 1.0 mm 의 범위가 되도록 형성된다. 이는 라이너 결합 강도 및 실린더 라이너 (2)의 외경의 정밀도를 증가시킨다.
- [0258] 표준 돌기 길이 (HP) 가 선택된 범위를 벗어나게 되면, 이하의 문제가 발생된다. 표준 돌기 길이 (HP) 가 0.5 mm 보다 더 작으면, 돌기 (3)의 높이는 불충분할 것이다. 이는 라이너 결합 강도를 감소시킬 것이다. 표준 돌기 길이 (HP) 가 1.0 mm 보다 더 크다면, 돌기 (3)는 쉽게 파손될 것이다. 이는 또한 라이너 결합 강도를 감소시킬 것이다. 또한, 돌기 (3)의 높이가 균일하지 않기 때문에, 외경의 정밀도는 감소된다.
- [0259] (7) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 돌기 (3)는 제 1 면적비 (SA) 가 10 % ~ 50 % 의 범위가 되도록 형성된다. 이는 충분한 라이너 결합 강도를 보장한다. 또한, 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율은 증가된다.
- [0260] 제 1 면적비 (SA) 가 선택된 범위를 벗어나게 되면, 이하의 문제가 발생된다. 제 1 면적비 (SA) 가 10 % 보다 더 작으면, 라이너 결합 강도는 제 1 면적비 (SA) 가 10 % 이상일 때의 경우와 비교하여 현저하게 감소된다. 제 1 면적비 (SA) 가 50 % 보다 더 크면, 제 2 면적비 (SB) 가 상한값 (55%) 을 초과하게 된다. 따라서, 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율은 현저하게 감소된다.
- [0261] (8) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 돌기 (3)는 제 2 면적비 (SB) 가 20 % ~ 55 % 의 범위가 되도록 형성된다. 이는 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율을 증가시킨다. 또한, 충분한 라이너 결합 강도가 보장된다.
- [0262] 제 2 면적비 (SB) 가 선택된 범위를 벗어나게 되면, 이하의 문제가 발생된다. 제 2 면적비 (SB) 가 20 % 보다 더 작으면, 제 1 면적비 (SA) 는 하한값 (10%) 이하로 떨어진다. 따라서, 라이너 결합 강도는 현저하게 감소될 것이다. 제 2 면적비 (SB) 가 55 % 보다 더 크면, 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율은 제 2 면적비 (SB) 가 55 % 이하인 경우와 비교하여 현저하게 감소된다.
- [0263] (9) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 돌기 (3)는 표준 단면적 (SD) 이 0.2 mm^2 ~ 3.0 mm^2 의 범위가 되도록 형성된다. 따라서, 실린더 라이너 (2)의 제조 공정시에, 돌기 (3) 가 손상되는 것이 방지된다. 또한, 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율은 증가된다.
- [0264] 표준 단면적 (SD) 이 선택된 범위를 벗어나게 되면, 이하의 문제가 발생된다. 표준 단면적 (SD) 이 0.2 mm^2 보다 더 작으면, 돌기 (3)의 강도는 불충분하게 되고, 실린더 라이너 (2)의 제조시에 돌기 (3)는 쉽게 손상될 것이다. 표준 단면적 (SD) 이 3.0 mm^2 보다 더 크면, 돌기 (3) 사이의 좁은 공간은 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율을 감소시킬 것이다.
- [0265] (10) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 돌기 (3) (제 1 구역 (RA)) 가 제 1 기준 평면 (PA) 상에 서로로부터 독립적이게 되도록 형성된다. 이는 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율을 증가시킨다. 돌기 (3) (제 1 구역 (RA)) 가 제 1 기준 평면 (PA) 에서 서로로부터 독립적이지 않다면, 돌기 (3) 사이의 좁은 공간은 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율을 감소시킬 것이다.
- [0266] (11) 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 막 (5) 은 각 돌기 (3) 상에 형성되고 이에 의해 잘록한 공간 (34) 은 막 (5) 으로 채워지지 않는다. 따라서, 실린더 라이너 (2)의 인서트 주조를 실행할 때, 충분한 양의 주조 재료가 잘록한 공간 (34) 으로 흘러들어간다. 이는 라이너 결합 강도가 저하되는 것을 방지한다.
- [0267] (12) 엔진에서, 실린더 벽 온도 (TW) 의 증가는 실린더 보어가 열팽창 하는 것을 초래한다. 한편, 실린더 벽 온도 (TW) 가 축선방향을 따라 변하기 때문에, 실린더 보어의 변형량도 축선방향을 따라 변한다. 이러한 실린더의 변형량의 변화는 피스톤의 마찰을 증가시키고, 이는 연료 소비율을 악화시킨다.
- [0268] 본 실시형태의 실린더 라이너 (2)에서, 막 (5) 이 고온 라이너부 (26) 의 라이너 외주면 (22) 상에 형성되는

반면, 막 (5) 은 저온 라이너부 (27) 의 라이너 외주면 (22) 상에는 형성되지 않는다.

[0269] 따라서, 엔진 (1) 의 고온 라이너부 (26) 의 실린더 벽 온도 (TW) (도 6 의 [B] 의 파선) 는 기준 엔진의 고온 라이너부 (26) 의 실린더 벽 온도 (TW) (도 6 의 [B] 의 실선) 이하로 떨어진다. 한편, 엔진 (1) 의 저온 라이너부 (27) 의 실린더 벽 온도 (TW) (도 6 의 [B] 의 파선) 는 기준 엔진의 저온 라이너부 (27) 의 실린더 벽 온도 (TW) (도 6 의 [B] 의 실선) 와 실질적으로는 같다.

[0270] 따라서, 엔진 (1) 의 최소 실린더 벽 온도 (TWL) 와 최대 실린더 벽 온도 (TWH) 사이의 차이 (실린더 벽 온도 차이 (ΔTW)) 는 감소된다. 따라서, 축선방향을 따른 각 실린더 보어 (15) 의 변형의 변화는 감소된다 (변형량은 동일하다). 따라서, 각 실린더 보어 (15) 의 변형량은 동일하게 된다. 이는 피스톤의 마찰을 감소시키고 따라서 연료 소비율을 개선한다.

[0271] (13) 엔진 (1) 에서, 실린더 보어 (15) 간의 거리는 연료 소비율을 개선하기 위해 감소된다. 따라서, 실린더 블록 (11) 을 제조할 때, 실린더 라이너 (2) 와 주조 재료 사이의 충분한 결합 강도, 그리고 실린더 블록 (11) 과 실린더 라이너 (2) 사이의 충분한 열 전도성이 보장되어야 할 필요가 있다.

[0272] 본 실시형태의 실린더 라이너 (2) 는 실린더 라이너 (2) 와 주조 재료의 충분한 결합 강도, 그리고 실린더 라이너 (2) 와 실린더 블록 (11) 사이의 충분한 열 전도성을 보장한다. 이는 실린더 보어 (15) 간의 거리가 감소되는 것을 허락한다. 따라서, 엔진 (1) 의 실린더 보어 (15) 간의 거리가 종래 엔진에서의 그 거리보다 더 짧기 때문에, 연료 소비율이 개선된다.

[0273] (14) 본 실시형태에서, 막 (5) 은 Al - Si 합금의 용사층으로 형성된다. 이는 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 사이의 팽창 정도의 차이를 감소시킨다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창하면, 실린더 블록 (11) 과 실린더 라이너 (2) 사이의 부착력이 보장된다.

[0274] (15) 실린더 블록 (11) 의 주조 재료와의 높은 젖음성을 갖는 Al - Si 합금이 사용되기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 사이의 부착력 및 결합 강도는 더 증가된다.

<실시형태의 변경>

[0275] 상기 나타낸 제 1 실시형태는 이하에 나타낸 것과 같이 변경될 수 있다.

[0276] 비록 Al - Si 합금이 제 1 실시형태에서 알루미늄 합금으로서 사용되었지만, 다른 알루미늄 합금 (Al - Si - Cu 합금 및 Al - Cu 합금) 이 사용될 수 있다.

[0277] 제 1 실시형태에서, 막 (5) 은 용사층 (51) 으로 형성된다. 하지만, 그 구성은 이하에 나타낸 것과 같이 변경될 수 있다. 즉, 막 (5) 은 구리 또는 구리 합금의 용사층으로 형성될 수 있다. 이러한 경우, 제 1 실시형태의 이점과 유사한 이점이 얻어진다.

(제 2 실시형태)

[0278] 본 발명의 제 2 실시형태가 도 19 및 20 을 참조하여 이제 설명될 것이다.

[0279] 제 2 실시형태는 이하의 방법으로 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 막의 형성을 변경함으로써 구성된다. 제 2 실시형태에 따른 실린더 라이너는 이하에 설명된 구성을 제외하고는 제 1 실시형태의 실린더 라이너와 동일하다.

<막의 형성>

[0280] 도 19 는 도 6 의 [A] 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZC) 을 나타내는 확대도이다.

[0281] 실린더 라이너 (2) 에서, 막 (5) 이 고온 라이너부 (26) 의 라이너 외주면 (22) 상에 형성된다. 막 (5) 은 알루미늄 속 (shot) 코팅층 (코팅층 (52)) 으로 형성된다. 속 코팅층은 속 코팅에 의해 형성된 막을 나타낸다.

[0282] 이하의 조건 (A) 및 (B) 중 적어도 하나를 충족하는 다른 재료가 막 (5) 의 재료로서 사용될 수 있다.

[0283] (A) 용점이 기준 용융 금속 온도 (TC) 이하인 재료, 또는 이러한 재료를 함유하는 재료.

[0284] (B) 실린더 블록 (11) 의 주조 재료에 약간학적으로 결합될 수 있거나, 또는 이러한 재료를 함유하는 재료.

<실린더 블록과 고온 라이너부의 결합 상태>

- [0289] 도 20 은 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이 (도 1 의 부분 (ZA) 의 단면) 의 결합 상태를 나타낸다.
- [0290] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 은 실린더 블록 (11) 이 돌기 (3) 와 맞물린 상태로 고온 라이너부 (26) 에 결합되어 있다. 또한, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 는 그 사이에 막 (5) 을 두고 서로에게 결합되어 있다.
- [0291] 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 의 결합 상태에 관하여, 막 (5) 이 솟 코팅에 의해 형성되기 때문에, 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 은 충분한 부착력과 결합 강도로 서로에게 기계적 및 야금학적으로 결합되어 있다. 즉, 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 은 기계적으로 결합된 부분과 야금학적으로 결합된 부분이 혼합되어 있는 상태로 서로에게 결합되어 있다. 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 의 부착력은 기준 엔진의 실린더 블록과 기준 실린더 라이너의 부착력보다 더 높다.
- [0292] 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 의 결합 상태에 관하여, 막 (5) 은 기준 용융 금속 온도 (TC) 이하의 용점을 갖고 실린더 블록 (11) 의 주조 재료와의 높은 젖음성을 갖는 알루미늄 합금으로 형성된다. 따라서, 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 은 충분한 부착력과 결합 강도로 서로에게 기계적으로 결합되어 있다. 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 의 부착력은 기준 엔진의 실린더 블록과 기준 실린더 라이너의 부착력보다 더 높다.
- [0293] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 가 이러한 상태로 서로에게 결합되어 있기 때문에, 이하의 이점이 얻어진다. 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 사이의 기계적 결합으로서, 제 1 실시형태의 설명과 동일한 설명이 적용될 수 있다.
- [0294] (A) 막 (5) 이 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 부착력을 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 증가된다.
- [0295] (B) 막 (5) 이 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도를 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 박리작용이 억제된다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창되더라고, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 부착력은 유지된다. 이는 열 전도성의 감소를 억제한다.
- [0296] (C) 돌기 (3) 가 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도를 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 박리작용이 억제된다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창되더라도, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 부착력은 유지된다. 이는 열 전도성의 감소를 억제한다.
- [0297] <실시형태의 이점>
- [0298] 제 1 실시형태의 이점 (1) ~ (15) 과 유사한 이점에 더하여, 제 2 실시형태의 실린더 라이너는 이하의 이점을 제공한다.
- [0299] (16) 솟 코팅에서, 막 (5) 은 코팅 재료를 녹이지 않고 형성된다. 따라서, 막 (5) 의 표면이 산화되는 것이 방지되고, 막 (5) 은 산화물을 함유할 가능성성이 낮다.
- [0300] 본 실시형태의 실린더 라이너 (2) 에서, 막 (5) 은 솟 코팅에 의해 형성된다. 따라서, 막 (5) 의 열 전도성이 산화물에 의해 악화되는 것이 방지된다. 주조 재료와의 젖음성이 막 표면의 산화의 억제를 통해 개선되며, 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 사이의 부착력이 더 개선된다.
- [0301] <실시형태의 변경>
- [0302] 상기 나타낸 제 2 실시형태는 이하에 나타낸 것과 같이 변경될 수 있다.
- [0303] 제 2 실시형태에서, 알루미늄이 코팅층 (52) 의 재료로서 사용되었다. 하지만, 예컨대 이하의 재료가 사용될 수 있다.
- [0304] [a] Zinc (아연)
- [0305] [b] Tin (주석)
- [0306] [c] 알루미늄, 아연, 주석 중 적어도 두 가지를 함유하는 합금.
- [0307] (제 3 실시형태)
- [0308] 본 발명의 제 3 실시형태가 도 21 및 22 를 참조하여 이제 설명될 것이다.

- [0309] 제 3 실시형태는 이하의 방법으로 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 막의 형성을 변경함으로써 구성된다. 제 3 실시형태에 따른 실린더 라이너는 이하에 설명되는 구성을 제외하고 제 1 실시형태의 실린더 라이너와 동일하다.
- [0310] <막의 형성>
- [0311] 도 21 은 도 6 의 [A] 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZC) 을 나타내는 확대도이다.
- [0312] 실린더 라이너 (2) 에서, 막 (5) 이 고온 라이너부 (26) 의 라이너 외주면 (22) 상에 형성된다. 막 (5) 은 구리 합금 도금층 (53) 으로 형성된다. 도금층은 도금에 의해 형성된 막을 나타낸다.
- [0313] 이하의 조건 (A) 및 (B) 중 적어도 하나를 충족하는 다른 재료가 막 (5) 의 재료로서 사용될 수 있다.
- [0314] (A) 용점이 기준 용융 금속 온도 (TC) 이하인 재료, 또는 이러한 재료를 함유하는 재료.
- [0315] (B) 실린더 블록 (11) 의 주조 재료에 야금학적으로 결합될 수 있는 재료, 또는 이러한 재료를 함유하는 재료.
- [0316] <실린더 블록과 고온 라이너부의 결합 상태>
- [0317] 도 22 는 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이 (도 1 의 부분 (ZA) 의 단면) 의 결합 상태를 나타낸다.
- [0318] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 은 실린더 블록 (11) 의 일부가 각 잘록한 공간 (34) 에 위치되는 상태로 고온 라이너부 (26) 에 결합된다. 또한, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 는 그 사이에 막 (5) 을 두고 서로에게 결합되어 있다.
- [0319] 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 의 결합 상태에 관하여, 막 (5) 이 도금에 의해 형성되기 때문에, 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 은 충분한 부착력과 결합 강도로 서로에게 기계적으로 결합되어 있다. 고온 라이너부 (26) 와 막 (5) 의 부착력은 기준 엔진의 실린더 블록과 기준 실린더 라이너의 부착력보다 더 높다.
- [0320] 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 의 결합 상태에 관하여, 막 (5) 은 기준 용융 금속 온도 (TC) 보다 더 높은 용점을 갖는 구리 합금으로 형성된다. 하지만, 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 은 충분한 부착력과 결합 강도로 서로에게 야금학적으로 결합되어 있다. 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 의 부착력은 기준 엔진의 실린더 블록과 기준 실린더 라이너의 부착력보다 더 높다.
- [0321] 엔진 (1) 에서, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 가 이러한 상태로 서로에게 결합되어 있기 때문에, 이하의 이점이 얻어진다.
- [0322] (A) 막 (5) 이 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 부착력을 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 증가된다.
- [0323] (B) 막 (5) 이 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도를 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 박리작용이 억제된다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창되더라도, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 부착력은 유지된다. 이는 열 전도성의 감소를 억제한다.
- [0324] (C) 막 (5) 이 실린더 블록 (11) 의 열 전도성보다 더 큰 열 전도성을 갖는 구리 합금으로 형성되기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성이 증가된다.
- [0325] (D) 돌기 (3) 가 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 사이의 결합 강도를 보장하기 때문에, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 박리작용은 억제된다. 따라서, 실린더 보어 (15) 가 팽창되더라도, 실린더 블록 (11) 과 고온 라이너부 (26) 의 부착력은 유지된다. 이는 열 전도성의 감소를 억제한다.
- [0326] 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 을 서로에게 야금학적으로 결합하기 위해, 막 (5) 은 기본적으로 기준 용융 금속 온도 (TC) 이하의 용점을 갖는 금속으로 형성될 필요가 있다. 하지만, 본 발명자에 의해 실행된 시험의 결과에 따르면, 막 (5) 이 기준 용융 금속 온도 (TC) 보다 더 높은 용점을 갖는 금속으로 형성되더라도, 실린더 블록 (11) 과 막 (5) 이 서로에게 야금학적으로 결합되는 경우도 있다.
- [0327] <실시형태의 이점>
- [0328] 제 1 실시형태의 이점 (1) ~ (13) 과 유사한 이점에 더하여, 제 3 실시형태의 실린더 라이너는 이하의 이점을 제공한다.

- [0329] (17) 본 실시형태에서, 막 (5)은 구리 합금으로 형성된다. 따라서, 실린더 블록 (11)과 막 (5)은 서로에게 야금학적으로 결합된다. 실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이의 부착력 및 결합 강도는 더 증가된다.
- [0330] (18) 구리 합금이 높은 열 전도성을 갖기 때문에, 실린더 블록 (11)과 고온 라이너부 (26) 사이의 열 전도성은 현저하게 증가된다.
- [0331] <실시형태의 변경>
- [0332] 상기 나타낸 제 3 실시형태는 이하에 나타낸 것과 같이 변경될 수 있다.
- [0333] 제 3 실시형태에서, 도금층 (53)은 구리로 형성될 수 있다.
- [0334] (다른 실시형태)
- [0335] 상기 실시형태는 이하와 같이 변경될 수 있다.
- [0336] 상기 나타낸 실시형태에서, 제 1 면적비 (SA)와 제 2 면적비 (SB)의 선택된 범위는 표 1에 나타낸 선택된 범위로 설정된다. 하지만, 선택된 범위는 이하에 나타낸 것과 같이 변경될 수 있다.
- [0337] 제 1 면적비 (SA) : 10 % ~ 30 %
- [0338] 제 2 면적비 (SB) : 20 % ~ 45 %
- [0339] 이러한 설정은 라이너 결합 강도 및 돌기 (3) 사이의 공간으로의 주조 재료의 충전율을 증가시킨다.
- [0340] 상기 실시형태에서, 표준 돌기 길이 (HP)의 선택된 범위는 0.5 mm ~ 1.0 mm 범위로 설정된다. 하지만, 선택된 범위는 이하와 같이 변경될 수 있다. 즉, 표준 돌기 길이 (HP)의 선택된 범위는 0.5 mm ~ 1.5 mm로 설정될 수 있다.
- [0341] 상기 실시형태에서, 막 (5)은 고온 라이너부 (26)의 라이너 외주면 (22) 상에 형성되는 반면, 저온 라이너부 (27)의 라이너 외주면 (22) 상에는 형성되지 않는다. 이러한 구성은 이하와 같이 변경될 수 있다. 즉, 막 (5)은 저온 라이너부 (27) 및 고온 라이너부 (26)의 라이너 외주면 (22) 상 모두에 형성될 수 있다. 이러한 구성은 어떤 위치에서 실린더 벽 온도 (TW)가 과도하게 증가되는 것을 확실하게 방지한다.
- [0342] 막 (5)을 형성하는 방법은 상기 실시형태에 나타낸 방법 (용사, 속 코팅 및 도금)에 제한되지 않는다. 필요에 따라 어떠한 다른 방법도 적용될 수 있다.
- [0343] 상기 실시형태에 따른 실린더 라이너 (2)의 구성은 이하에 나타낸 것과 같이 변경될 수 있다. 즉, 고온 라이너부 (26)의 두께는 저온 라이너부 (27)의 두께보다 더 작게 설정될 수 있고, 이에 의해 고온 라이너부 (26)의 열 전도성은 저온 라이너부 (27)의 열 전도성보다 더 크게 된다. 이러한 경우, 실린더 벽 온도 차이 (ΔTW)가 감소되기 때문에, 실린더 보어 (15)의 변형량은 축선방향을 따라 동일하게 된다. 이는 연료 소비율을 개선한다. 두께의 설정은, 예컨대 이하의 항목 (A) 및 (B) 일 수 있다.
- [0344] (A) 각각의 고온 라이너부 (26) 및 저온 라이너부 (27)에서, 두께는 일정하게 되고, 고온 라이너부 (26)의 두께는 저온 라이너부 (27)의 두께보다 더 작게 설정된다.
- [0345] (B) 실린더 라이너 (2)의 두께는 라이너 하부 단부 (24)로부터 라이너 상부 단부 (23)까지 점진적으로 줄어든다.
- [0346] 상기 실시형태에 따른 막 (5)의 형성의 구성은 이하에 나타낸 것과 같이 변경될 수 있다. 즉, 막 (5)은 이하의 조건 (A) 및 (B) 중 적어도 하나가 충족되는 한 어떠한 재료로도 형성될 수 있다.
- [0347] (A) 막 (5)의 열 전도성은 실린더 라이너 (2)의 열 전도성 이상이다.
- [0348] (B) 막 (5)의 열 전도성은 실린더 블록 (11)의 열 전도성 이상이다.
- [0349] 상기 실시형태에서, 막 (5)은 그 형성 파라미터가 표 1의 선택된 범위 내인 돌기 (3)를 갖는 실린더 라이너 (2) 상에 형성된다. 하지만, 막 (5)은 돌기 (3)가 실린더 라이너 상에 형성되는 한 어떠한 실린더 라이너 상에도 형성될 수 있다.
- [0350] 상기 실시형태에서, 본 실시형태의 실린더 라이너는 알루미늄 합금제 엔진에 적용된다. 하지만, 본 발명의 실린더 라이너는, 예컨대 마그네슘 합금제 엔진에도 적용될 수 있다. 간단히 말하면, 본 발명의 실린더 라

이너는 실린더 라이너를 갖는 어떠한 엔진에도 적용될 수 있다. 그러한 경우에도, 발명이 상기 실시형태와 유사한 방법으로 실현된다면 상기 실시형태의 이점과 유사한 이점이 얻어진다.

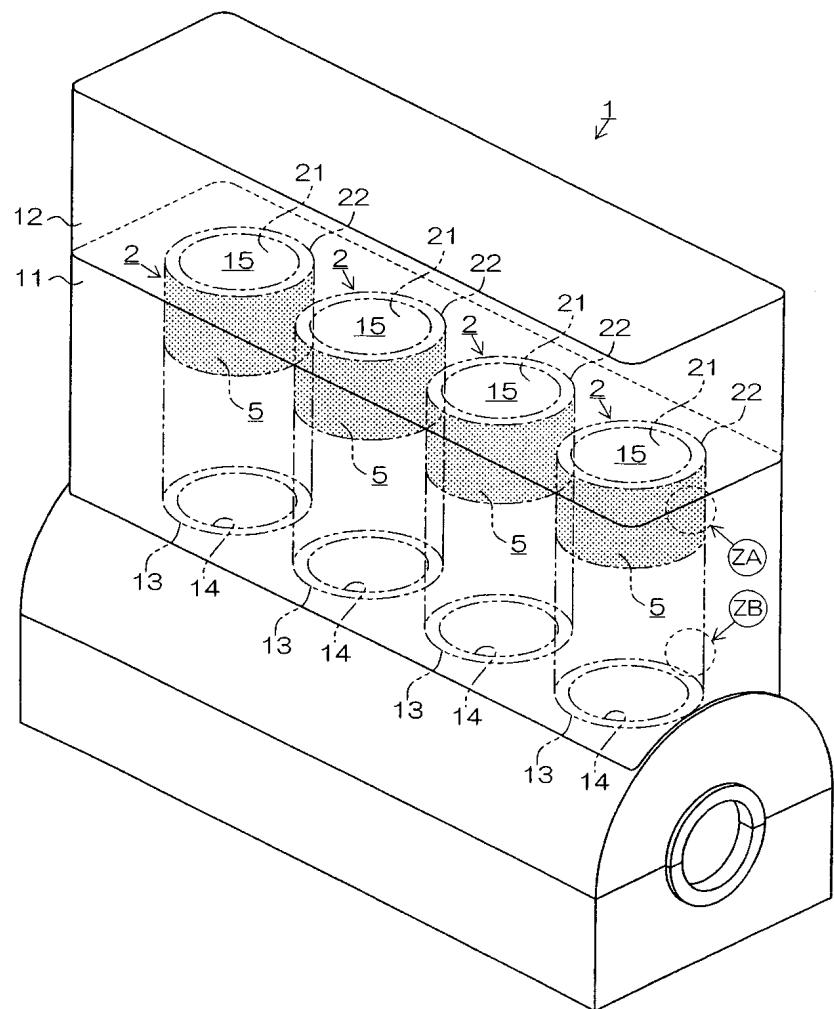
도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1 은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너를 갖는 엔진을 나타내는 개략도이다.
- [0019] 도 2 는 제 1 실시형태의 실린더 라이너를 나타내는 사시도이다.
- [0020] 도 3 은 제 1 실시형태의 실린더 라이너의 재료인 주철의 조성비의 예를 나타내는 표이다.
- [0021] 도 4 는 제 1 실시형태의 실린더 라이너에 형성되는 잘록한 형상을 갖는 돌기를 나타내는 모델도이다.
- [0022] 도 5 는 제 1 실시형태의 실린더 라이너에 형성되는 잘록한 형상을 갖는 돌기를 나타내는 모델도이다.
- [0023] 도 6 의 [A] 는 축선 방향을 따라 취해진 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 단면도이다.
- [0024] 도 6 의 [B] 는 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 축선 방향의 위치와 실린더 벽의 온도 사이의 관계의 예를 나타내는 그래프이다.
- [0025] 도 7 은 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 확대 단면도를 나타내는 도이며, 도 6 의 [A] 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZC) 을 나타낸다.
- [0026] 도 8 은 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 확대 단면도를 나타내는 도이며, 도 1 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZA) 을 나타낸다.
- [0027] 도 9 는 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 확대 단면도를 나타내는 도이며, 도 1 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZB) 을 나타낸다.
- [0028] 도 10 은 원심 주조를 통한 실린더 라이너의 제조 단계를 나타내는 공정도이다.
- [0029] 도 11 은 원심 주조를 통한 실린더 라이너의 제조에서 주형 와시 층 (mold wash layer) 내의 잘록한 형상을 갖는 오목부를 형성하는 단계를 나타내는 공정도이다.
- [0030] 도 12 는, 3 차원 레이저를 사용하여, 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 파라미터를 측정하는 과정의 하나의 예를 나타내는 도이다.
- [0031] 도 13 은, 3 차원 레이저를 사용한 측정을 통해 얻어진 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 등고선을 나타내는 도이다.
- [0032] 도 14 는 제 1 실시형태의 실린더 라이너의 측정된 높이와 등고선 사이의 관계를 나타내는 도이다.
- [0033] 도 15 는, 3 차원 레이저를 사용한 측정을 통해 얻어진 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 등고선을 나타내는 도이다.
- [0034] 도 16 은 3 차원 레이저를 사용한 측정을 통해 얻어진 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 등고선을 나타내는 도이다.
- [0035] 도 17 은 실린더 블록 내의 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너의 결합 강도를 구하기 위한 인장 시험의 과정의 하나의 예를 나타내는 도이다.
- [0036] 도 18 은 제 1 실시형태에 따른 실린더 라이너를 갖는 실린더 블록의 열 전도성을 구하기 위한 레이저 플래시 (laser flash) 법의 과정의 하나의 예를 나타내는 도이다.
- [0037] 도 19 는 본 발명의 제 2 실시형태의 확대 단면도를 나타내는 도이며, 도 6 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZC) 을 나타낸다.
- [0038] 도 20 은 제 2 실시형태에 따른 실린더 라이너의 확대 단면도를 나타내는 도이며, 도 1 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZA) 을 나타낸다.
- [0039] 도 21 은 본 발명의 제 3 실시형태의 확대 단면도를 나타내는 도이며, 도 6 의 원으로 둘러싸인 부분 (ZC) 을 나타낸다.
- [0040] 도 22 는 제 3 실시형태에 따른 실린더 라이너의 확대 단면도를 나타내는 도이며, 도 1 의 원으로 둘러싸인 부

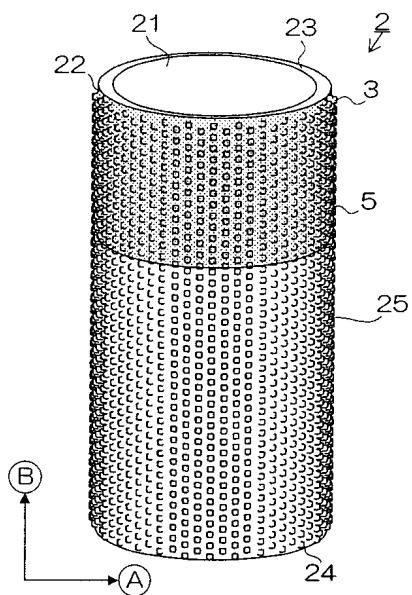
분 (ZA) 을 나타낸다.

도면

도면1



도면2



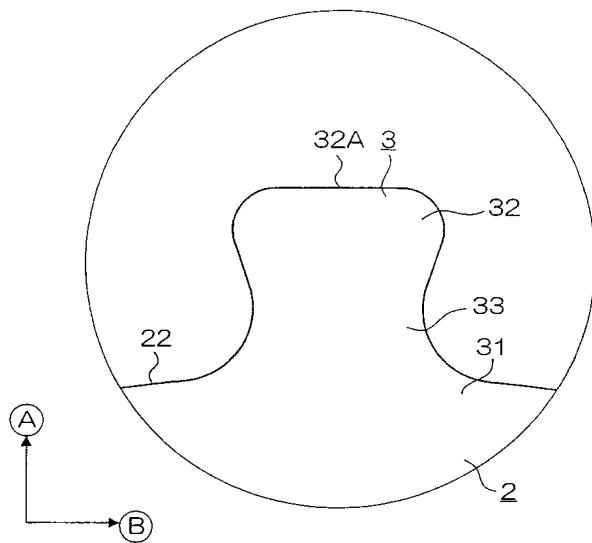
도면3

기본 성분	
T.C	2.9 ~ 3.7 질량 %
Si	1.6 ~ 2.8 질량 %
Mn	0.5 ~ 1.0 질량 %
P	0.05 ~ 0.4 질량 %

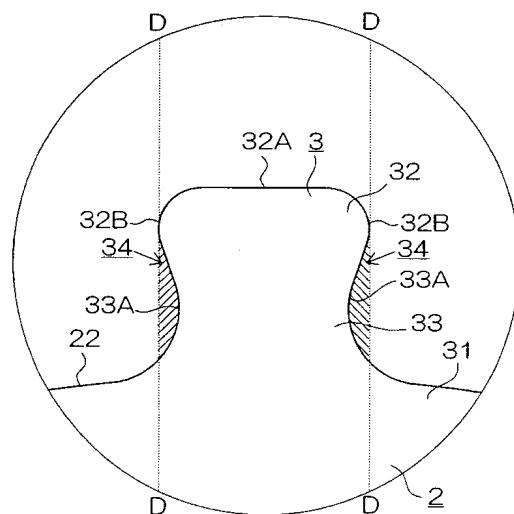
보조 성분	
Cr	0.06 ~ 0.4 질량 %
B	0.03 ~ 0.08 질량 %
Cu	0.3 ~ 0.5 질량 %

※ TC 는 전체 탄소량을 나타냄

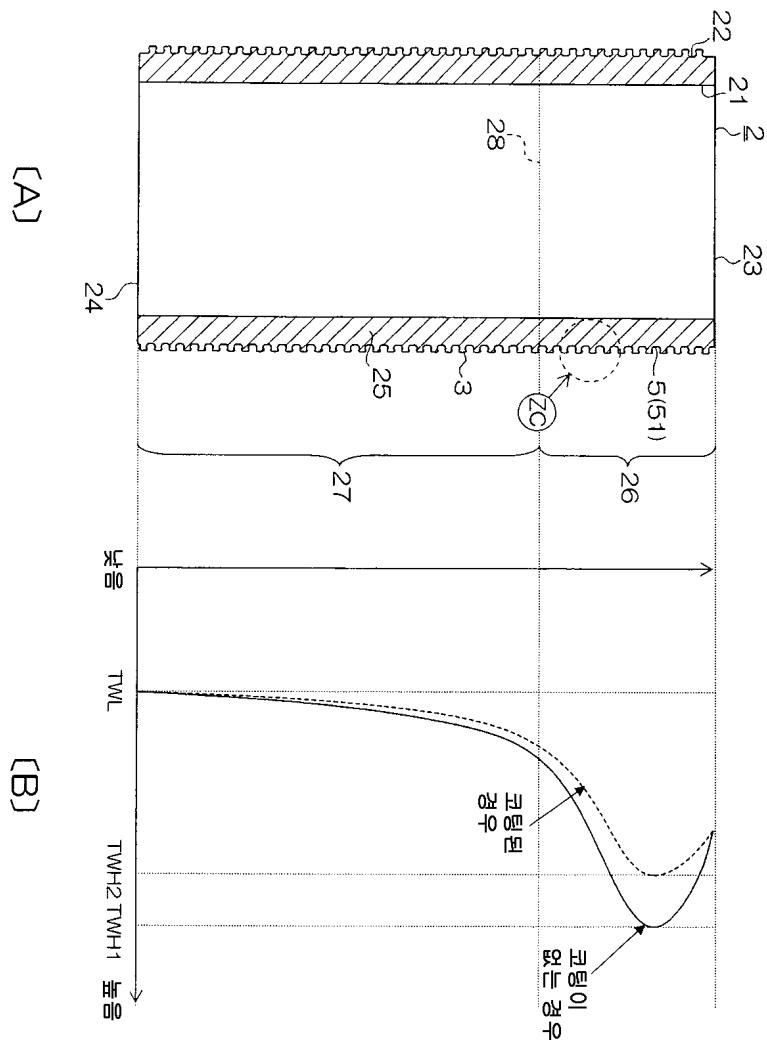
도면4



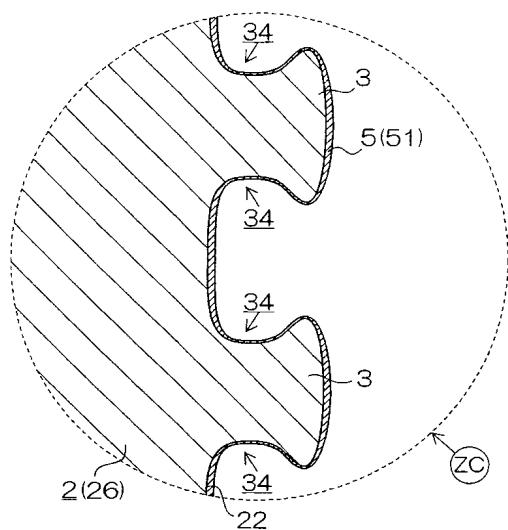
도면5



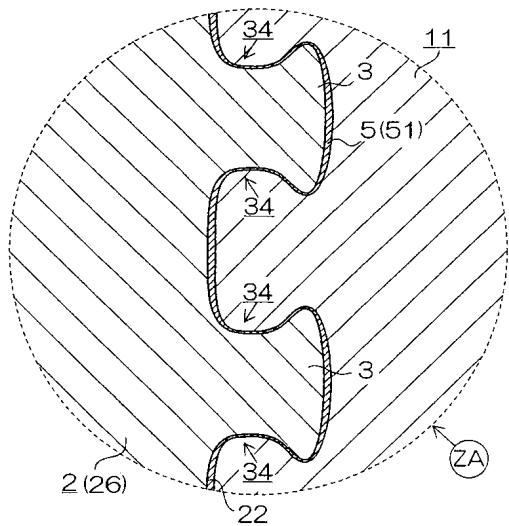
도면6



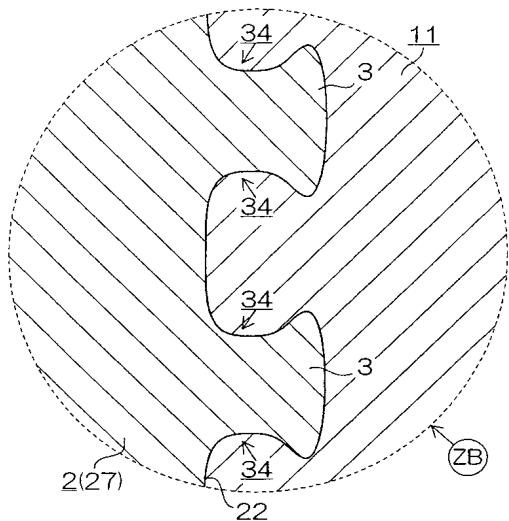
도면7



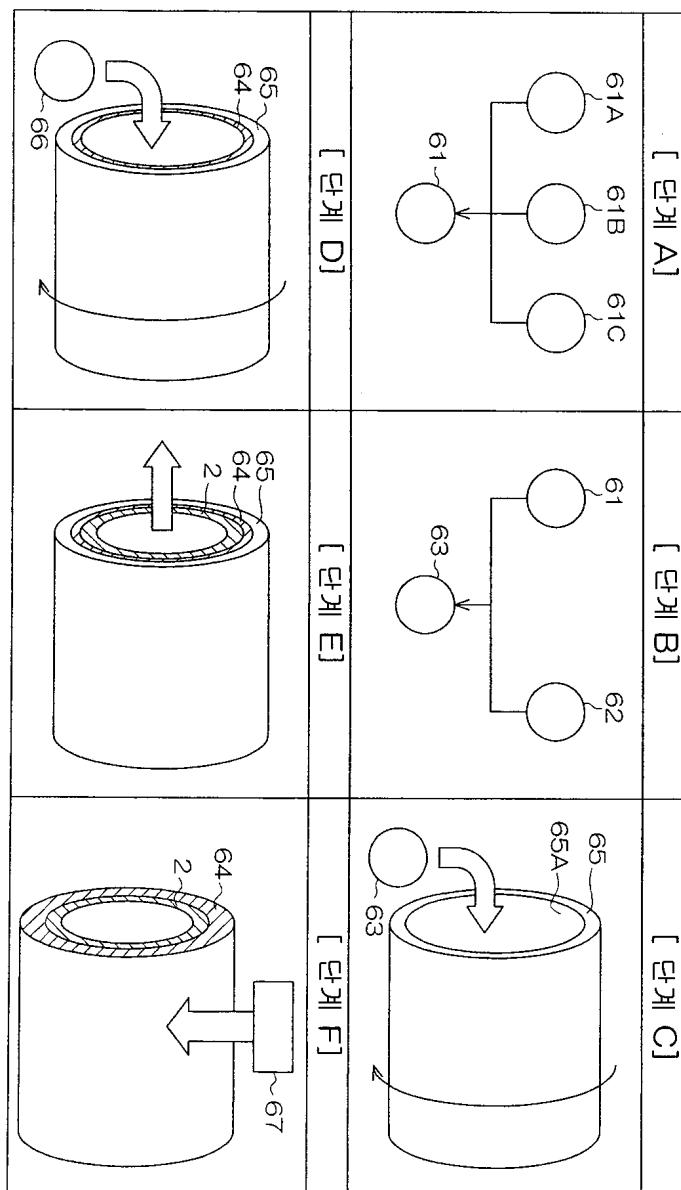
도면8



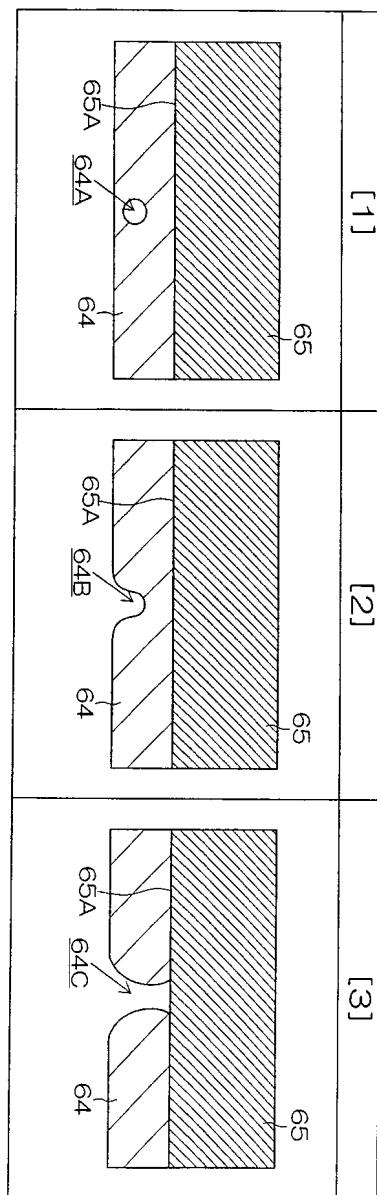
도면9



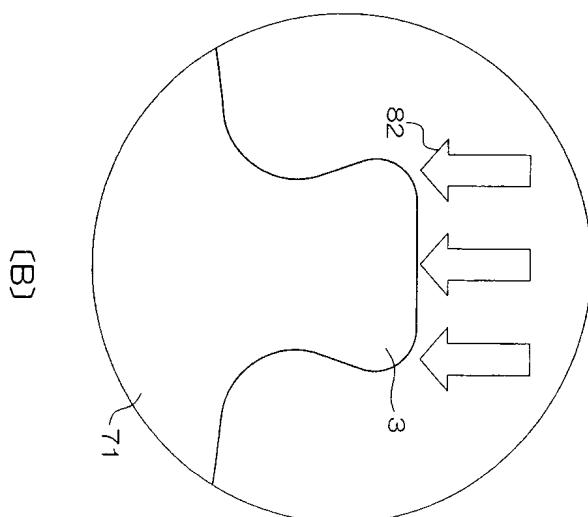
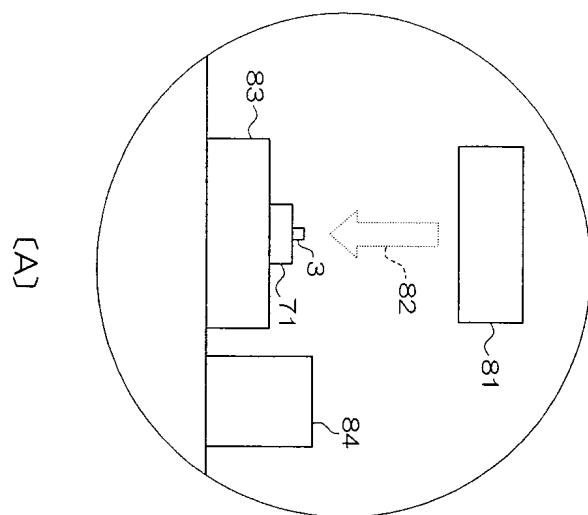
도면10



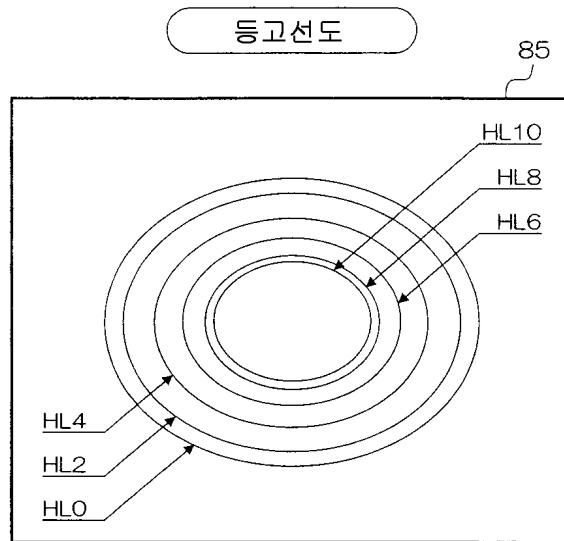
도면11



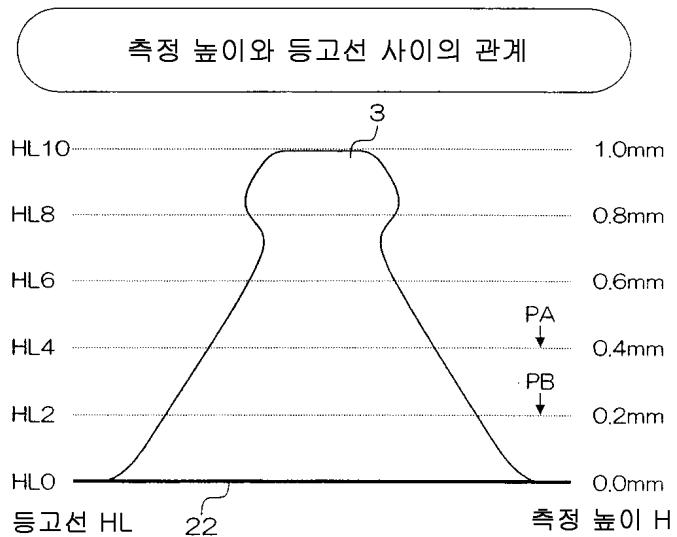
도면12



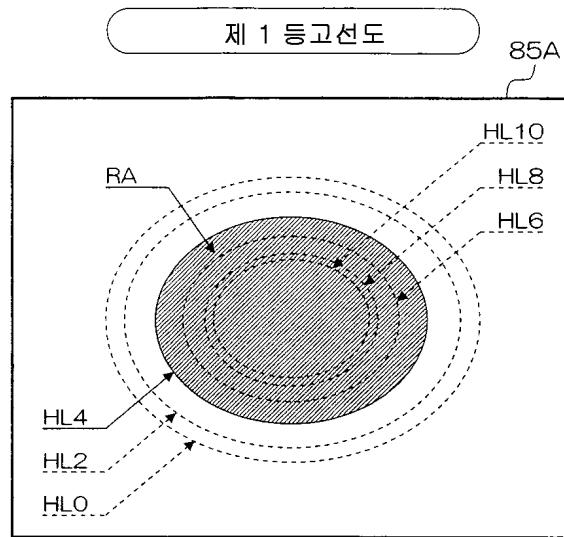
도면13



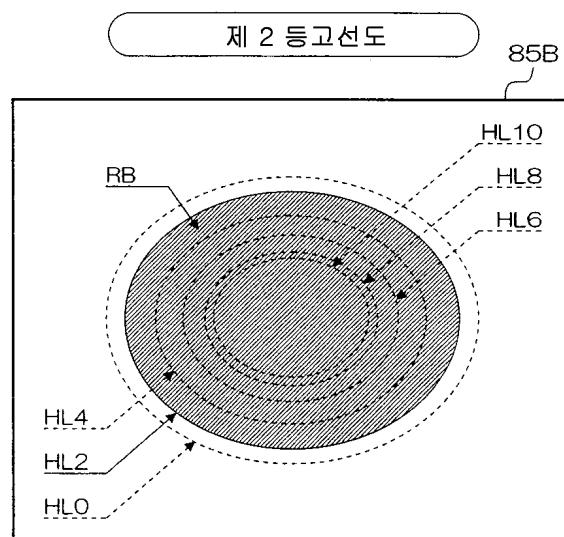
도면14



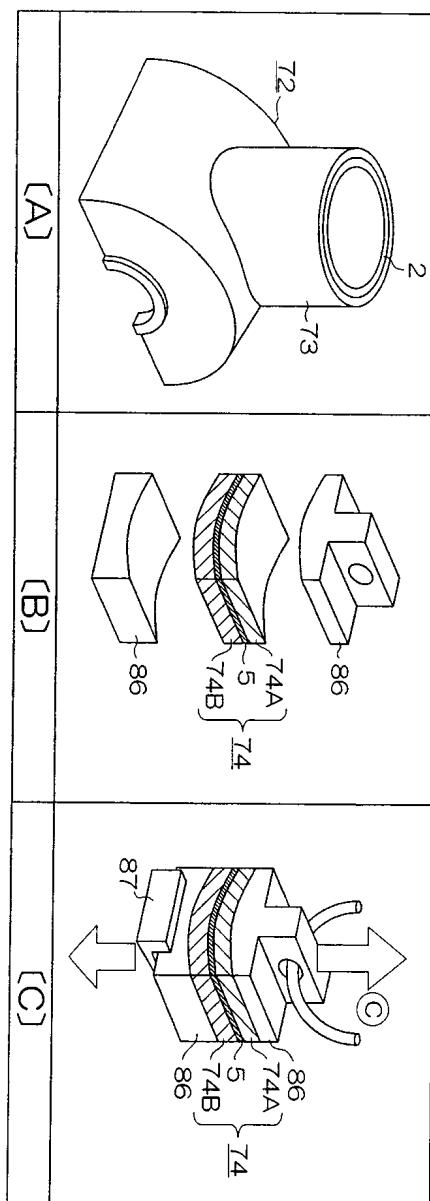
도면15



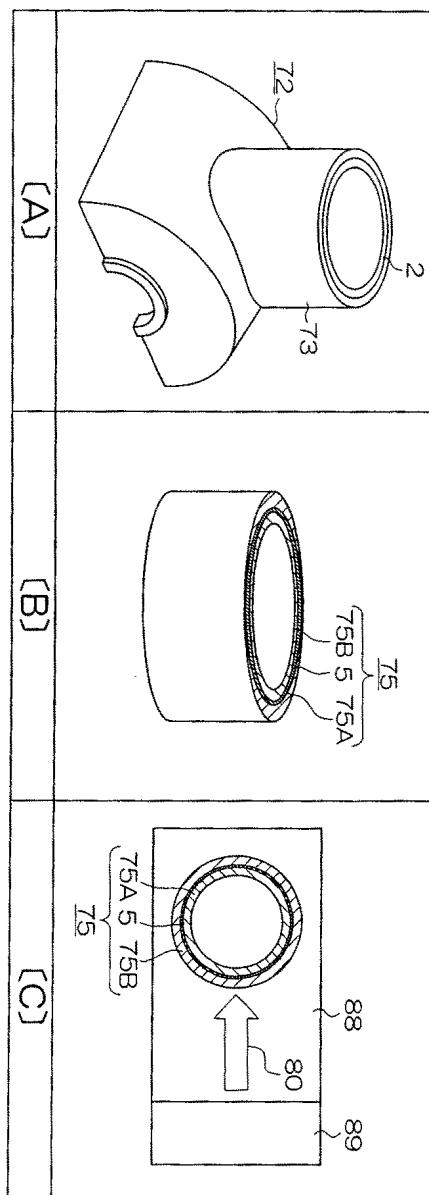
도면16



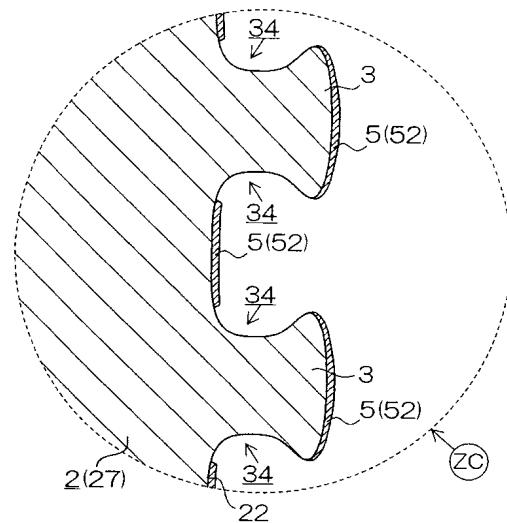
도면17



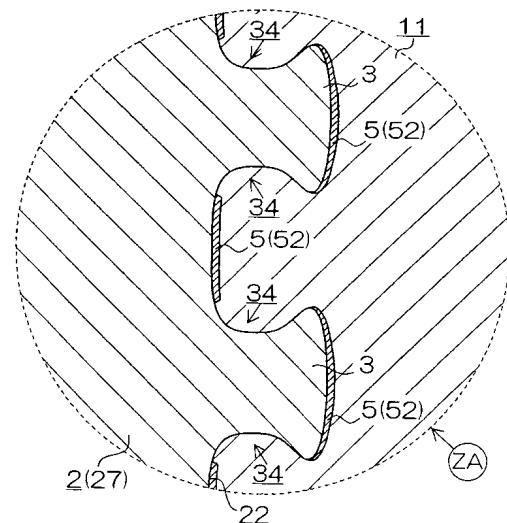
도면18



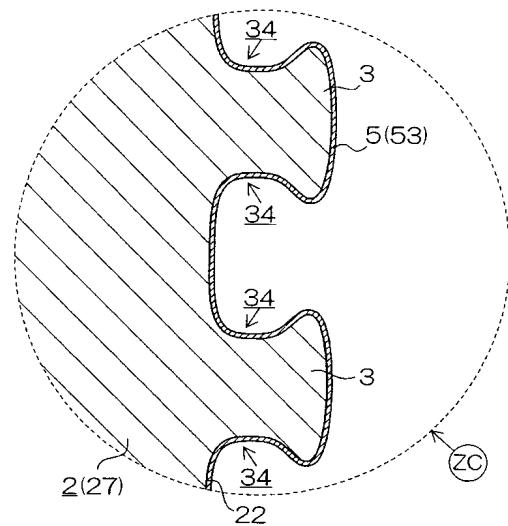
도면19



도면20



도면21



도면22

