



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0128362
(43) 공개일자 2023년09월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/46 (2006.01) C21D 1/06 (2006.01)
C21D 8/06 (2006.01) C22C 38/42 (2006.01)
F02F 5/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 38/46 (2013.01)
C21D 1/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7026521
- (22) 출원일자(국제) 2021년12월27일
심사청구일자 2023년08월03일
- (85) 번역문제출일자 2023년08월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/048637
- (87) 국제공개번호 WO 2022/219854
국제공개일자 2022년10월20일
- (30) 우선권주장
JP-P-2021-067235 2021년04월12일 일본(JP)

- (71) 출원인
토쿠센 코교 가부시카이가이사
일본국 효고켄 오노시 스미요시초 미나미야마
1081
- (72) 발명자
오타니 게이
일본 675-1361 효고켄 오노시 스미요시초 미나미
야마 1081토쿠센 코교 가부시카이가이사 나이
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

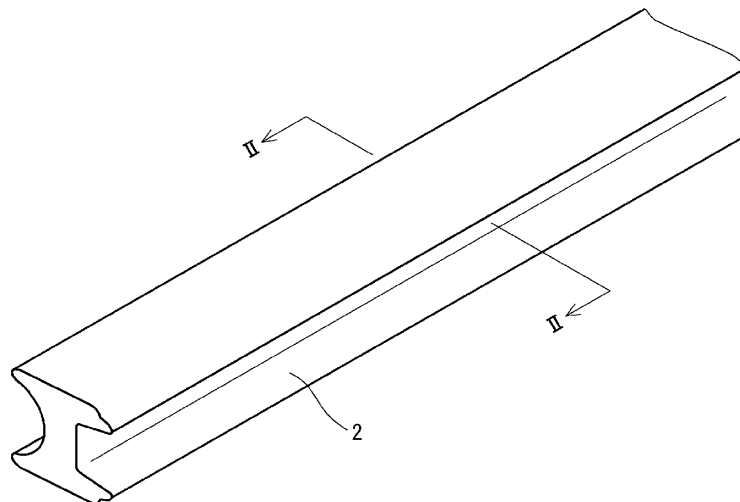
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 오일 링용 선

(57) 요약

오일 링용 선(2)의 재질은, 합금강이다. 이 합금강은, C: 0.50 질량% 이상 0.65 질량% 이하 Si: 1.60 질량% 이상 2.30 질량% 이하 Mn: 0.60 질량% 이상 1.10 질량% 이하 Cr: 0.75 질량% 이상 1.15 질량% 이하 Ni: 0.18 질량% 이상 0.45 질량% 이하 V: 0.05 질량% 이상 0.15 질량% 이하 Cu: 0.15 질량% 이하 및 불가피적 불순물을 포함한다. 이 오일 링용 선(2)에서의 탄화물의 면적률은, 6.0%를 초과하고 10.0% 이하이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C21D 8/065 (2013.01)

C22C 38/42 (2013.01)

F02F 5/00 (2013.01)

C21D 2211/001 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

오일 링용 선으로서,
그 재질이 합금강이고,
상기 합금강은,

C: 0.50 질량% 이상 0.65 질량% 이하
Si: 1.60 질량% 이상 2.30 질량% 이하
Mn: 0.60 질량% 이상 1.10 질량% 이하
Cr: 0.75 질량% 이상 1.15 질량% 이하
Ni: 0.18 질량% 이상 0.45 질량% 이하
V: 0.05 질량% 이상 0.15 질량% 이하
Cu: 0.15 질량% 이하

및

불가피적 불순물
을 포함하고 있고,

탄화물의 면적률이 6.0%를 초과하고 10.0% 이하인 것인 오일 링용 선.

청구항 2

제1항에 있어서, 비커스 경도가 510 이상 650 이하인 것인 오일 링용 선.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

보디와,

한 쌍의 레일

을 갖고 있고,

각각의 레일은, 상기 보디로부터 돌출되어 있고, 또한 선단부를 갖고 있으며,

상기 선단부의 폭이 0.10 mm 이하인 것인 오일 링용 선.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 구(舊) 오스테나이트 결정의 입도 번호가 9.0 이상인 것인 오일 링용 선.

청구항 5

오일 링용 선의 제조 방법에 있어서,

(1) 그 재질이,

C: 0.50 질량% 이상 0.65 질량% 이하

Si: 1.60 질량% 이상 2.30 질량% 이하
 Mn: 0.60 질량% 이상 1.10 질량% 이하
 Cr: 0.75 질량% 이상 1.15 질량% 이하
 Ni: 0.18 질량% 이상 0.45 질량% 이하
 V: 0.05 질량% 이상 0.15 질량% 이하
 Cu: 0.15 질량% 이하

및

불가피적 불순물

을 포함하는 합금강인 원선에, 냉간 신선 및 구상화 소둔(spheroidizing annealing)을 실시하여, 세선을 얻는 공정,

(2) 상기 세선에, 냉간 압연 및 구상화 소둔을 실시하여, 이형(異形) 선을 얻는 공정,

및

(3) 상기 이형 선에 담금질 및 템퍼링을 실시하는 공정

을 구비한, 탄화물의 면적률이 6.0%를 초과하고 10.0% 이하인 오일 링용 선의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 내연 기관의 피스톤에 장착되는 오일 링을 위한 선에 관한 것이다. 상세하게는, 본 발명은 2피스형 조합 오일 링에 적합한 선에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 내연 기관은, 실린더, 피스톤, 압력 링 및 오일 링을 갖고 있다. 압력 링 및 오일 링은, 피스톤에 장착되어 있다. 압력 링 및 오일 링은, 피스톤 링이라고 총칭되고 있다. 피스톤 링의 일례가, 일본 특허 공개 제2008-50649 공보에 개시되어 있다.

[0003] 피스톤의 이동에 의해, 오일 링도 실린더 중에서 이동한다. 오일 링은, 이 이동에 의해, 내주면에 부착되어 있는 오일을 긁어낸다. 이 오일은, 오일 받이부로 되돌아간다.

[0004] 오일 링은, 2피스형 조합 오일 링과, 3피스형 조합 오일 링으로 대별된다. 2피스형 조합 오일 링은, 주(主) 링(「본체」라고 칭해지고 있음)과 코일 익스팬더를 갖고 있다. 주 링은, 한 쌍의 레일을 갖고 있다. 각각의 레일의 외주면이, 실린더의 내주면과 마찰 이동한다.

[0005] 그 재질이 스테인리스강인 주 링이 보급되어 있다. 이 주 링에는, 질화 처리가 실시되어 있다. 이 주 링의 표면은, 경질이다. 질화 처리는, 주 링의 내마모성에 기여한다.

[0006] 그 재질이 탄소강 또는 저합금강인 주 링이 보급되어 있다. 탄소강 및 저합금강은, 가공성이 우수하다. 따라서 이 주 링은, 용이하게 얻어질 수 있다. 이 주 링은, 경질 피막을 갖고 있다. 이 경질 피막은, 도금(또는 코팅)에 의해 형성될 수 있다. 경질 피막은, 주 링의 내마모성에 기여한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허 공개 제2008-50649 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 그 재질이 스테인리스강인 주 링은, 재료의 비용이 높다. 스테인리스강은 가공성이 뒤떨어지기 때문에, 복잡한 형상의 주 링은 용이하게는 얻어지지 않는다.
- [0009] 그 재질이, 일반적인 탄소강 또는 저합금강인 주 링은, 질화 처리에 적합하지 않다. 따라서 이 주 링에는, 전술한 바와 같이, 도금 또는 코팅이 실시된다. 도금에는, 폐액 처리 등의 비용이 든다. 코팅에는 가열 공정이 필요하고, 이 가열은 주 링의 연화(軟化)를 초래한다.
- [0010] 본 발명의 목적은, 저비용이며 또한 내마모성이 우수한 오일 링이 얻어지는 선의 제공에 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명에 따른 오일 링용 선의 재질은, 합금강이다. 이 합금강은,
- [0012] C: 0.50 질량% 이상 0.65 질량% 이하
- [0013] Si: 1.60 질량% 이상 2.30 질량% 이하
- [0014] Mn: 0.60 질량% 이상 1.10 질량% 이하
- [0015] Cr: 0.75 질량% 이상 1.15 질량% 이하
- [0016] Ni: 0.18 질량% 이상 0.45 질량% 이하
- [0017] V: 0.05 질량% 이상 0.15 질량% 이하
- [0018] Cu: 0.15 질량% 이하
- [0019] 및
- [0020] 불가피적 불순물
- [0021] 을 포함한다. 이 오일 링용 선의, 탄화물의 면적률은, 6.0%를 초과하고 10.0% 이하이다.
- [0022] 바람직하게는, 이 오일 링용 선의 비커스 경도는, 510 이상 650 이하이다.
- [0023] 오일 링용 선은, 보디와, 한 쌍의 레일을 가질 수 있다. 각각의 레일은, 보디로부터 돌출된다. 이 레일은, 선단부를 갖는다. 바람직하게는, 선단부의 폭은, 0.10 mm 이하이다.
- [0024] 바람직하게는, 이 오일 링용 선의, 구(舊) 오스테나이트 결정의 입도 번호는, 9.0 이상이다.
- [0025] 다른 관점에 의하면, 본 발명에 따른 오일 링용 선의 제조 방법은,
- [0026] (1) 그 재질이,
- [0027] C: 0.50 질량% 이상 0.65 질량% 이하
- [0028] Si: 1.60 질량% 이상 2.30 질량% 이하
- [0029] Mn: 0.60 질량% 이상 1.10 질량% 이하
- [0030] Cr: 0.75 질량% 이상 1.15 질량% 이하
- [0031] Ni: 0.18 질량% 이상 0.45 질량% 이하
- [0032] V: 0.05 질량% 이상 0.15 질량% 이하
- [0033] Cu: 0.15 질량% 이하
- [0034] 및
- [0035] 불가피적 불순물
- [0036] 을 포함하는 합금강인 원선에, 냉간 신선 및 구상화 소둔(spheroidizing annealing)을 실시하여, 세선을 얻는

공정,

- [0037] (2) 이 세션에, 냉간 압연 및 구상화 소둔을 실시하여, 이형(異形) 선을 얻는 공정,
- [0038] 및
- [0039] (3) 이 이형 선에 담금질 및 템퍼링을 실시하는 공정
- [0040] 을 포함한다. 이 제조 방법에 의해, 탄화물의 면적률이 6.0%를 초과하고 10.0% 이하인 오일 링용 선이 얻어진다.

발명의 효과

- [0041] 본 발명에 따른 오일 링용 선의 재질인 합금강은, 저렴하다. 이 합금강은, 가공성이 우수하다. 또한 이 오일 링용 선은 질화 처리에 적합하기 때문에, 이 선으로부터 얻어진 주 링 등에는, 도금은 불필요하다. 이 선으로부터, 오일 링이 저비용으로 얻어질 수 있다.
- [0042] 이 오일 링용 선은, 탄화물을 포함한다. 이 탄화물은, 주 링 등의 경도에 기여한다. 이 탄화물을 포함하는 주 링 등은, 연화 저항이 우수하다. 이 선으로부터 열처리를 거쳐 얻어진 주 링 등은, 고경도이다. 이 오일 링은, 내마모성이 우수하다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 오일 링용 선의 일부가 도시된 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 II-II선을 따른 확대 단면도이다.
- 도 3은 도 1의 오일 링용 선의 제조 방법의 일례가 도시된 흐름도이다.
- 도 4는 도 1의 오일 링용 선으로부터 얻어진 주 링이 도시된 사시도이다.
- 도 5는 도 4의 V-V선을 따른 확대 단면도이다.
- 도 6은 도 4의 주 링의 질화층의 비커스 경도가 도시된 그래프이다.
- 도 7은 도 4의 주 링을 포함하는 오일 링의 일부가 도시된 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예 1에 따른 오일 링용 선의 금속 조직이 도시된 현미경 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 이하, 적절히 도면이 참조되면서, 바람직한 실시형태에 기초하여 본 발명이 상세히 설명된다.
- [0045] 도 1 및 2에, 오일 링용 선(2)이 도시되어 있다. 이 오일 링용 선(2)의 단면 형상은, 원이 아니다. 환언하면, 이 오일 링용 선(2)은, 이형이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 이 오일 링용 선(2)은, 보디(4)와 한 쌍의 레일(6)을 갖고 있다. 각각의 레일(6)은, 선단부(8)를 갖고 있다.
- [0046] 이 오일 링용 선(2)의 재질은, 합금강이다. 이 합금강은,
- [0047] C: 0.50 질량% 이상 0.65 질량% 이하
- [0048] Si: 1.60 질량% 이상 2.30 질량% 이하
- [0049] Mn: 0.60 질량% 이상 1.10 질량% 이하
- [0050] Cr: 0.75 질량% 이상 1.15 질량% 이하
- [0051] Ni: 0.18 질량% 이상 0.45 질량% 이하
- [0052] V: 0.05 질량% 이상 0.15 질량% 이하
- [0053] 및
- [0054] Cu: 0.15 질량% 이하
- [0055] 를 포함하고 있다. 바람직하게는, 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물이다. 이 합금강에 포함되는 합금 원소의 양은,

비교적 적다. 이 오일 링용 선(2)의 재질은, 저합금강이다. 이 저합금강은, 저렴하다.

- [0056] 도 3은 도 1의 오일 링용 선(2)의 제조 방법의 일례가 도시된 흐름도이다.
- [0057] 이 제조 방법에서는, 먼저, 원선(Basic Wire)이 준비된다(STEP1). 이 원선은, 제강, 정련, 주조, 열간 압연, 소둔 등의 공정을 거쳐 얻어진다. 이 원선의 단면 형상은, 원이다. 이 원의 직경은, 예컨대 6.4 mm이다.
- [0058] 이 선에, 냉간 신선이 실시된다(STEP2). 이 냉간 신선에 의해, 원선이 서서히 세경화(細徑化)하고, 또한 서서히 장척화(長尺化)한다. 냉간 신선(STEP2) 후의 선의 단면 형상은, 원이다. 이 선의 직경은, 예컨대 4.5 mm이다.
- [0059] 이 선에, 패턴팅(patenting)이 실시된다(STEP3). 패턴팅은, 오스테나이트 영역까지 가열된 선을 냉각하여, 미세 펄라이트 조직을 얻는 열처리이다. 패턴팅에 의해, 냉간 신선(STEP2)에 의해 손상된 선의 전연성(展延性)이 회복된다. 냉간 신선(STEP2) 및 패턴팅(STEP3)이, 생략되어도 좋다. 패턴팅(STEP3)을 대신하여, 선에 구상화 소둔이 실시되어도 좋다.
- [0060] 이 선에, 또한 냉간 신선이 실시된다(STEP4). 이 냉간 신선에 의해, 선이 서서히 세경화하고, 또한 서서히 장척화한다. 냉간 신선(STEP4) 후의 선의 단면 형상은, 원이다. 이 선의 직경은, 예컨대 3.0 mm이다. 필요에 따라, 패턴팅(STEP3)과 냉간 신선(STEP4)이, 반복되어도 좋다.
- [0061] 이 선에, 구상화 소둔이 실시되어(STEP5), 세선이 얻어진다. 구상화 소둔에 의해, 이 세선에 구상(球狀) 탄화물이 생성된다. 구상화 소둔에 의해, 냉간 신선(STEP4)에 의해 손상된 세선의 전연성이 회복된다. 충분한 양의 구상 탄화물이 얻어진다는 관점에서, 구상화 소둔(STEP5)에서의 유지 온도는 700℃ 이상이 바람직하고, 730℃ 이상이 보다 바람직하며, 750℃ 이상이 특히 바람직하다. 동일한 관점에서, 구상화 소둔(STEP5)에서의 유지 시간은 4.0시간 이상이 바람직하고, 4.3시간 이상이 보다 바람직하며, 4.5시간 이상이 특히 바람직하다.
- [0062] 이 세선에, 냉간 압연이 실시된다(STEP6). 이 냉간 압연에 의해, 이형 선이 얻어진다. 이형 선의 단면 형상은, 원이 아니다. 예컨대, 이 이형 선에 있어서, 두께는 2.2 mm이고, 폭은 2.2 mm이다.
- [0063] 이 이형 선에, 구상화 소둔이 실시된다(STEP7). 이 구상화 소둔(STEP7)에 의해, 앞선 구상화 소둔(STEP5)에서 생긴 구상 탄화물이 성장한다. 또한, 이 구상화 소둔(STEP7)에 의해, 새로운 구상 탄화물이 생성된다. 구상화 소둔(STEP7)에 의해, 냉간 압연(STEP6)에 의해 손상된 이형 선의 전연성이 회복된다. 구상 탄화물이 충분히 성장한다는 관점, 또는 충분한 양의 구상 탄화물이 얻어진다는 관점에서, 구상화 소둔(STEP7)에서의 유지 온도는 700℃ 이상이 바람직하고, 730℃ 이상이 보다 바람직하며, 750℃ 이상이 특히 바람직하다. 동일한 관점에서, 구상화 소둔(STEP7)에서의 유지 시간은 4.0시간 이상이 바람직하고, 4.3시간 이상이 보다 바람직하며, 4.5시간 이상이 특히 바람직하다.
- [0064] 이 선에, 또한 냉간 압연이 실시된다(STEP8). 이 냉간 압연에 의해, 이형 선의 단면이 변화한다. 예컨대, 냉간 압연(STEP8) 후의 이형 선에 있어서, 두께는 2.0 mm이고, 폭은 2.0 mm이다. 필요에 따라 구상화 소둔(STEP7)과 냉간 압연(STEP8)이, 반복되어도 좋다.
- [0065] 이 이형 선에, 담금질이 실시된다. 담금질에서는 먼저, 이형 선이 가열된다(STEP9). 이 가열에 있어서, 이형 선의 온도는, 오스테나이트 영역에 도달한다. 다음으로 이 이형 선이 급랭된다(STEP10). 바람직하게는, 이형 선은, 오일 중에서 냉각된다. 담금질 후의 이형 선은, 마르텐사이트 조직을 갖는다.
- [0066] 이 이형 선에, 템퍼링이 실시된다. 템퍼링에서는 먼저, 이형 선이 가열된다(STEP11). 다음으로 이 이형 선이 냉각된다(STEP12). 템퍼링에 의해, 도 1에 도시된 오일 링용 선(2)이 얻어진다.
- [0067] 이 오일 링용 선(2)에 코일링이 실시되어, 코일이 얻어진다. 이 코일에, 왜곡 제거 열처리(잔류 응력을 제거하기 위한 열처리)가 실시된다. 또한 이 코일에, 질화 처리가 실시된다. 질화 처리에서는, 코일이 고온(예컨대 500℃)의 환경하에 유지된다. 이 질화 처리에 의해, 도 4 및 5에 도시된 주 링(10)이 얻어진다. 도 5에 도시된 바와 같이, 이 주 링(10)은, 그 표면 근방에, 질화 처리로 얻어진 경질층(12)을 갖고 있다. 이 경질층(12)은, 주 링(10)의 전면에 걸쳐 존재하고 있다. 이 경질층(12)은, 질화물을 포함하고 있다. 질화 처리를 대신하여, 물리 증착, 이온 플레이팅 등의 수단으로, 경질층(12)이 형성되어도 좋다. 도 5에 도시된 바와 같이, 이 주 링(10)은, 한 쌍의 외주면(14)을 갖고 있다.
- [0068] 도 6에, 질화 후의 주 링(10)의, 비커스 경도(하중: 50 gf)와 표면으로부터의 깊이의 관계가 도시되어 있다. 주 링(10)에 필요해지는 비커스 경도는, 700 이상이다. 도 6의 그래프로부터 명백한 바와 같이, 본 발명에 따른 오일 링용 선(2)으로부터 얻어진 주 링(10)에서는, 깊이가 제로인 위치로부터, 깊이가 70 μm인 위치까지에

있어서, 700 이상의 비커스 경도가 달성되어 있다. 본 발명에 따른 오일 링용 선(2)은, 저합금강[경강선(硬鋼線) 등]에 비하면, 질화 처리에 적합하다.

- [0069] 도 7은 도 4의 주 링(10)을 포함하는 오일 링(16)의 일부가 도시된 단면도이다. 이 오일 링(16)은, 주 링(10)과, 코일 익스팬더(18)를 갖고 있다. 이 오일 링(16)은, 2피스형 조합 오일 링이라고 칭해지고 있다. 도 7에서 부호 20은, 실린더의 내주면을 나타낸다. 주 링(10)의 각각의 외주면(14)은, 내주면(20)과 접촉하고 있다.
- [0070] 도 5에 도시된 주 링(10)의 외주면(14)에는, 도 2에 도시된 오일 링용 선(2)의 선단부(8)의 형상이 반영되어 있다. 전술한 바와 같이, 오일 링용 선(2)의 재질은, 저합금강이다. 이 저합금강은, 가공성이 우수하다. 따라서, 냉간 압연(STEP6, STEP8)에 의해, 선단부(8)가 용이하게 형성될 수 있다. 이 오일 링용 선(2)으로부터 얻어진 주 링(10)에서는, 대폭적인 마무리 가공은 불필요하다. 이 오일 링용 선(2)으로부터, 저비용으로 주 링(10)이 얻어질 수 있다.
- [0071] 도 2에 도시된 바와 같이, 선단부(8)의 2개의 코너는, 둥글게 되어 있다. 도 2에서 화살표 W는, 선단부(8)의 폭이다. 폭(W)은, 둥글게 되어 있지 않다고 가정되었을 때의, 2개의 코너 사이의 거리이다. 폭(W)은, 0.10 mm 이하가 바람직하다. 폭(W)이 0.10 mm 이하인 오일 링용 선(2)으로부터, 외주면(14)의 폭이 작은 주 링(10)이 얻어질 수 있다. 이 주 링(10)은, 큰 압력으로, 실린더의 내주면(20)에 접촉한다. 이 주 링(10)을 갖는 오일 링(16)은, 오일을 잘 긁어낸다. 고합금강을 포함하는 원선에서는, 0.10 mm 이하의 폭(W)을 갖는 오일 링용 선(2)으로의 가공은 곤란하다. 본 발명에서는, 원선의 재질(즉 저합금강)이, 폭(W)이 0.10 mm 이하인 오일 링용 선(2)으로의 가공을 가능하게 한다.
- [0072] 이후에 상세히 서술되는 바와 같이, 이 주 링(10)에서는, 합금 원소가, 질화 처리를 가능하게 하고 있다. 따라서, 이 주 링(10)에, 도금은 불필요하다. 이 주 링(10)은, 저비용으로 얻어질 수 있다.
- [0073] 전술한 바와 같이, 이 오일 링용 선(2)의 제조에서는, 냉간 선에 의해 손상된 선의 전연성이, 구상화 소둔에 의해 회복된다. 이 구상화 소둔을 거쳐 얻어진 이형 선은, 다량의 구상 탄화물을 포함하고 있다. 이 이형 선이 담금질(STEP9, STEP10)에 제공되면, 구상 탄화물의 일부의 C 원소는, 매트릭스에 고용(固溶)된다. 그러나, 대부분의 C 원소는, 구상 탄화물로서 잔존한다. 이 오일 링용 선(2)은, 다량의 구상 탄화물을 함유하고 있다. 이 구상 탄화물은, 질화 처리 후의 주 링(10)에도 잔존한다. 이 구상 탄화물은, 고경도이다. 이 구상 탄화물은, 주 링(10)의 고경도에 기여한다. 구상 탄화물을 포함하는 주 링(10)은, 내마모성이 우수하다.
- [0074] 담금질의 가열(STEP9)에 있어서 이형 선에 부여된 열에너지가 과대하면, 구상 탄화물에 포함되는 C 원소의 대부분이, 매트릭스에 고용된다. 이 고용에 의해, 오일 링용 선(2)에 포함되는 구상 탄화물이 감소한다. 환언하면, 오일 링용 선(2)에서의 구상 탄화물의 면적률(Ps)은, 담금질의 가열(STEP9)에 있어서 이형 선에 부여된 열에너지와 부(負)의 상관을 갖는다. 따라서 이 면적률(Ps)은, 담금질 후의 이형 선의 결정립의 직경과 부의 상관을 갖고, 결정립계의 면적과 정(正)의 상관을 갖는다. 이 면적률(Ps)이 과소한 오일 링용 선(2)에서는, 결정립계의 면적이 작기 때문에, 코일링에 의해 결정립계에 응력이 집중된다. 이 결정립계에서는 C 원소의 확산이 조장되어, 새로운 탄화물이 석출된다. 이 탄화물을 포함하는 주 링(10)에서는, 매트릭스에서의 C 원소의 함유율이 작다. 이 주 링(10)의 경도는, 충분하지 않다. 이 주 링(10)은, 내마모성이 뒤떨어진다.
- [0075] 주 링(10)의 내마모성의 관점에서, 오일 링용 선(2)에서의 탄화물의 면적률(Ps)은 6.0% 초과가 바람직하고, 6.5% 이상이 보다 바람직하며, 7.0% 이상이 특히 바람직하다.
- [0076] 탄화물의 양이 과잉이 아닌 이형 선에서는, 충분한 양의 C 원소가 매트릭스에 고용되어 있다. 이 이형 선의 담금질(STEP9, STEP10) 후의 경도는 크다. 경도가 큰 이형 선에 대한 템퍼링에서는, 고온에서의 가열(STEP12)이 채용될 수 있다. 고온 가열을 포함하는 템퍼링을 거쳐 얻어진 오일 링용 선(2)으로부터 형성된 코일에, 왜곡 제거 열처리가 실시되어도, 경도는 대폭으로는 저하되지 않는다. 환언하면, 이 오일 링용 선(2)은, 연화 저항이 우수하다. 이 오일 링용 선(2)으로부터 얻어진 주 링(10)은, 고경도이다. 따라서 이 주 링(10)은, 내마모성이 우수하다.
- [0077] 주 링(10)의 내마모성의 관점에서, 오일 링용 선(2)에서의 탄화물의 면적률(Ps)은 10.0% 이하가 바람직하고, 9.5% 이하가 보다 바람직하며, 9.0% 이하가 특히 바람직하다.
- [0078] 탄화물의 면적률(Ps)의 측정에는, 화상 해석 소프트웨어 「Image J」가 이용된다. 측정에서는, 오일 링용 선(2)의 단면이 주사형 전자 현미경으로 촬영되어, 배율이 3000배인 SEM 사진이 얻어진다. 이 사진의 화상 파일이 상기 화상 해석 소프트웨어로 2차화되어, 탄화물 입자의 영역과 다른 영역이 색별된다. 각각의 탄화물 입자의 면적이 산

출된다. 이 면적과 동일한 면적을 갖는 원이 상정되고, 이 원의 직경이 이 입자의 직경으로 된다. 직경이 0.05 μm 이상인 탄화물의 직경과 개수가, 히스토그램화된다. 직경이 0.05 μm 미만인 탄화물은, 카운트에서 제외된다. 이 히스토그램에 기초하여, 직경이 0.05 μm 이상인 탄화물의 합계 면적이 산출된다. 이 합계 면적의, 사진의 전 면적에 대한 비율이, 면적률(Ps)이다. 환언하면, 면적률(Ps)은, 입상(粒狀) 탄화물(구상 탄화물을 포함함)이 차지하는 면적의 비율이다.

[0079] 과대하지 않은 면적률(Ps)이 달성된다는 관점에서, 담금질의 가열(STEP9)에서의 온도는 950℃ 이상이 바람직하고, 980℃ 이상이 특히 바람직하다. 과소하지 않은 면적률(Ps)이 달성된다는 관점에서, 이 온도는 1050℃ 이하가 바람직하다.

[0080] 담금질에서는, 이형 선이 고온으로 가열(STEP9)된 후, 급랭된다(STEP10). 고온하에서의 이형 선의 금속 조직은, 오스테나이트이다. 이 금속 조직은, 오스테나이트 결정립을 갖는다. 이 이형 선이 급랭된다. 급랭에 의해, 금속 조직이 마르텐사이트로 변태한다. 이 급랭에 의해, 오스테나이트 결정립의 입계로부터, 우선적으로 화합물이 석출된다. 따라서, 급랭 전의 오스테나이트 결정(구 오스테나이트 결정)은, 마르텐사이트의 조직에 영향을 준다. 구 오스테나이트 결정의 형적은, 마르텐사이트에 있어서 관찰될 수 있다.

[0081] 오일 링용 선(2)에서의, 구 오스테나이트 결정의 입도 번호는, 9.0 이상이 바람직하다. 환언하면, 구 오스테나이트 결정은 미세하다. 이 오일 링용 선(2)으로부터 얻어진 주 링(10)은, 내피로성이 우수하다. 이 관점에서, 입도 번호는 9.5 이상이 보다 바람직하고, 10.0 이상이 특히 바람직하다. 입도 번호는, 「JIS G 0551:2020」의 규정에 준거하여 측정된다. 도 2에 도시된 단면의 현미경 관찰로 얻어진, 배율이 100배인 사진이, 결정 입도 표준도와 대비된다. 담금질 시의 가열 오버가 억제됨으로써, 9.0 이상의 입도 번호가 달성될 수 있다.

[0082] 오일 링용 선(2)의 비커스 경도(Hv)는, 510 이상이 바람직하다. 이 오일 링용 선(2)이 열처리 또는 질화 처리에 제공되어도, 충분한 경도가 유지될 수 있다. 이 오일 링용 선(2)으로부터, 내마모성이 우수한 주 링(10)이 얻어질 수 있다. 이 관점에서, 비커스 경도는 530 이상이 보다 바람직하고, 560 이상이 특히 바람직하다. 코일링의 용이의 관점에서, 오일 링용 선(2)의 비커스 경도는, 650 이하가 바람직하다. 비커스 경도는, 「JIS Z 2244」의 규정에 준거하여 측정된다. 10 kgf의 하중이 부하되어, 비커스 경도가 측정된다.

[0083] 질화 처리가 가능한 종래의 고탍금강에서의, 큰 비커스 경도는, 코일링 시의 절손(折損)을 초래한다. 본 발명에 따른 오일 링용 선(2)의 저합금강은, 질화 처리가 가능함에도 불구하고, 가공성이 우수하다. 이 오일 링용 선(2)에서는, 큰 비커스 경도와 가공성이 양립될 수 있다. 이 오일 링용 선(2)으로부터, 내마모성이 우수한 주 링(10)이 저비용으로 얻어질 수 있다.

[0084] 전술한 바와 같이, 질화 처리를 대신하여, 물리 증착(PVD)이 채용되어도 좋다. 물리 증착에 의해, 경질의 피막이 형성된다. 이 피막은, 외주면(14)의 근방에 형성된다. 이 피막은, 실린더의 내주면(20)과의 마찰 이동에 기인하는 주 링(10)의 마모를 억제할 수 있다. 주 링(10)의 표면 중, 잔여의 부분에는, 피막은 형성되지 않는다. 주 링(10)은, 피막을 갖지 않는 개소에서, 피스톤과 접촉한다. 전술한 바와 같이 주 링(10)은, 왜곡 제거 열처리를 거치고 있다. 또한 주 링(10)은, 물리 증착을 거치고 있다. 본 발명에 따른 오일 링용 선(2)은 연화 저항이 우수하기 때문에, 이들 열이력을 거처도, 주 링(10)은 충분한 경도를 갖고 있다. 따라서, 피막을 갖지 않는 개소가 피스톤과 접촉해도, 주 링(10)의 마모가 억제된다. 내연 기관이 장기간에 걸쳐 사용되어도, 주 링(10)의 마모에 기인하는 피스톤의 운동의 이상은 발생하기 어렵다. 이 주 링(10)은, 오일의 소비량의 억제에 기여할 수 있다.

[0085] 이하, 본 발명에 따른 오일 링용 선(2)의 저합금강에 포함되는 원소의 역할이 상세히 서술된다.

[0086] [탄소(C)]

[0087] C는, 매트릭스에 고용된다. 적량의 C는, 오일 링용 선(2)의 경도 및 내피로성에 기여한다. 또한 C는, 탄화물을 생성시킨다. 이 탄화물은, 오일 링용 선(2)의 내마모성에 기여한다. 이들의 관점에서, C의 함유율은 0.50 질량% 이상이 바람직하고, 0.53 질량% 이상이 보다 바람직하며, 0.55 질량% 이상이 특히 바람직하다. 과잉의 C는, 합금강의 냉간 가공성을 손상시킨다. 냉간 가공성의 관점에서, C의 함유율은 0.65 질량% 이하가 바람직하다.

[0088] [규소(Si)]

[0089] Si는, 오일 링용 선(2)의 고온 강도 및 연화 저항에 기여한다. 이들의 관점에서, Si의 함유율은 1.60 질량% 이상이 바람직하고, 1.80 질량% 이상이 보다 바람직하며, 2.00 질량% 이상이 특히 바람직하다. 과잉의 Si는, 합금강의 냉간 가공성, 인성(靱性) 및 담금질성을 손상시킨다. 이들의 관점에서, Si의 함유율은 2.30 질량% 이하가

바람직하다.

[0090] [망간(Mn)]

[0091] Mn은, 저합금강의 용제(溶製) 시에, 탈산제로서 기능한다. 또한 Mn은, 불순물인 S의 악영향을 억제한다. 이들의 관점에서, Mn의 함유율은 0.60 질량% 이상이 바람직하고, 0.80 질량% 이상이 보다 바람직하며, 0.90 질량% 이상이 특히 바람직하다. 합금강의 냉간 가공성의 관점에서, Mn의 함유율은 1.10 질량% 이하가 바람직하다.

[0092] [크롬(Cr)]

[0093] Cr은, 질화 처리에 있어서 질소와 결합한다. Cr은, 오일 링용 선(2)의 질화 처리를 가능하게 한다. 질화 처리에 있어서 얻어진 경질층(12)은, 주 링(10)의 내마모성에 기여한다. Cr은 또한, C와 결합하여 탄화물을 생성시킨다. 이 탄화물은, 주 링(10)의 내마모성에 기여한다. 이들의 관점에서, Cr의 함유율은 0.75 질량% 이상이 바람직하고, 0.85 질량% 이상이 보다 바람직하며, 0.90 질량% 이상이 특히 바람직하다. 과잉의 Cr은, 합금강의 냉간 가공성을 저해한다. 과잉의 Cr은 또한, 코일링 시의 오일 링용 선(2)의 절손을 초래한다. 냉간 가공성 및 절손 억제의 관점에서, Cr의 함유율은 1.15 질량% 이하가 바람직하다.

[0094] [니켈(Ni)]

[0095] Ni는, 매트릭스에 고용되어, 오일 링용 선(2)의 인성에 기여한다. 이 관점에서, Ni의 함유율은 0.18 질량% 이상이 바람직하고, 0.25 질량% 이상이 보다 바람직하며, 0.30 질량% 이상이 특히 바람직하다. 과잉의 Ni는, 담금질 후의 오일 링용 선(2)에 잔류 오스테나이트를 생성시킨다. 이 잔류 오스테나이트는, 주 링(10)의 저경도를 초래한다. 이 잔류 오스테나이트는 또한, 시효(時效)에 의해 주 링(10)의 치수를 변화시킨다. 잔류 오스테나이트의 억제의 관점에서, Ni의 함유율은 0.45 질량% 이하가 바람직하다.

[0096] [바나듐(V)]

[0097] V는, 질화 처리에 있어서 질소와 결합한다. V는, 오일 링용 선(2)의 질화 처리를 가능하게 한다. 질화 처리에 있어서 얻어진 경질층(12)은, 주 링(10)의 내마모성에 기여한다. V는 또한, 금속 조직의 미세화에 기여한다. 이들의 관점에서, V의 함유율은 0.05 질량% 이상이 바람직하고, 0.08 질량% 이상이 보다 바람직하며, 0.10 질량% 이상이 특히 바람직하다. 합금강의 냉간 가공성 및 열간 가공성의 관점에서, V의 함유율은 0.15 질량% 이하가 바람직하다.

[0098] [구리(Cu)]

[0099] Cu는, 냉간 가공 시의 인성에 기여한다. 이 관점에서, Cu의 함유율은 0.05 질량% 이상이 바람직하고, 0.08 질량% 이상이 보다 바람직하며, 0.10 질량% 이상이 특히 바람직하다. 합금강의 열간 가공성의 관점에서, Cu의 함유율은 0.15 질량% 이하가 바람직하다. Cu는, 필수적인 원소가 아니다. 따라서, Cu의 함유율이 실질적으로 제로여도 좋다.

[0100] [철(Fe)]

[0101] Fe는, 저합금강의 주성분이다. Fe는, 매트릭스의 베이스 금속이다. 이 저합금강은, 강인성이 우수하다. Fe의 함유율은 85 질량% 이상이 바람직하고, 90 질량% 이상이 보다 바람직하며, 93 질량% 이상이 특히 바람직하다.

[0102] [불가피적 불순물]

[0103] 저합금강은, 불순물을 포함할 수 있다. 전형적인 불순물은, P이다. P는, 결정립계에 편석(偏析)한다. P는, 합금강의 인성을 저해한다. 인성의 관점에서, P의 함유율은 0.02 질량% 이하가 바람직하다. 다른 전형적인 불순물은, S이다. S는, 다른 원소와 결합하여 개재물을 형성한다. S는, 합금강의 인성을 저해한다. 인성의 관점에서, S의 함유율은 0.02 질량% 이하가 바람직하다.

[0104] 실시예

[0105] 이하, 실시예에 의해 본 발명의 효과가 명백해지지만, 이 실시예의 기재에 기초하여 본 발명이 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

[0106] [실시예 1]

[0107] 도 3에 도시된 방법으로, 실시예 1의 오일 링용 선을 얻었다. 담금질 시의 가열 온도는, 980℃였다. 템퍼링 온도는, 바람직한 경도가 얻어지도록, 적절히 조정하였다. 이 오일 링용 선의 재질은, 저합금강이었다. 이 저합금

강은, 0.59 질량%의 C, 2.05 질량%의 Si, 0.76 질량%의 Mn, 1.00 질량%의 Cr, 0.22 질량%의 Ni, 0.09 질량%의 V, 및 0.01 질량%의 Cu를 포함하고 있었다. 잔부는, Fe 및 불가피적 불순물이었다. 이 오일 링용 선의 금속 조직이, 도 8에 도시되어 있다. 이 오일 링용 선의 면적률(Ps)은, 6.4%였다. 이 오일 링용 선의 비커스 경도(하중: 10 kgf)는, 589였다.

[0108] [실시에 2 및 3 및 비교예 1 및 2]

[0109] 담금질 온도를 하기의 표 1에 나타나는 바와 같이 하여, 실시예 2 및 3 및 비교예 1 및 2의 오일 링용 선을 얻었다.

[0110] [열처리]

[0111] 오일 링용 선으로부터 코일을 형성하고, 이 코일을 450℃의 온도하에 30분간 유지한 후, 서랭(徐冷)하였다. 이 열처리 조건은, 주 링의 제조에 있어서 일반적으로 이루어지고 있는 왜곡 제거 열처리의 조건에 상당한다. 이 열처리 후의 코일의 비커스 경도(하중: 10 kgf)를 측정하였다. 이 결과가, 하기의 표 1에 나타나 있다.

표 1

표 1 평가 결과

	비교예 1	실시에 1	실시에 2	실시에 3	비교예 2
담금질 온도 (°C)	1080	980	950	1050	880
Ps (%)	5.1	6.4	8.9	6.2	11.8
경도 (Hv)	584	589	591	587	586
열처리 후 경도 (Hv)	441	489	477	465	436

[0112]

[0113] 주 링에 필요해지는 비커스 경도는, 450 이상이다. 표 1에 나타나는 바와 같이, 각 실시예에 따른 오일 링용 선에서는, 열처리 후의 비커스 경도가 450을 초과하고 있다. 이 평가 결과로부터, 본 발명의 우수성은 명백하다.

산업상 이용가능성

[0114] 본 발명에 따른 오일 링용 선은, 여러 가지 내연 기관의 피스톤 링의 재료로서 이용될 수 있다.

부호의 설명

[0115] 2: 오일 링용 선 4: 보디

6: 레일 8: 선단부

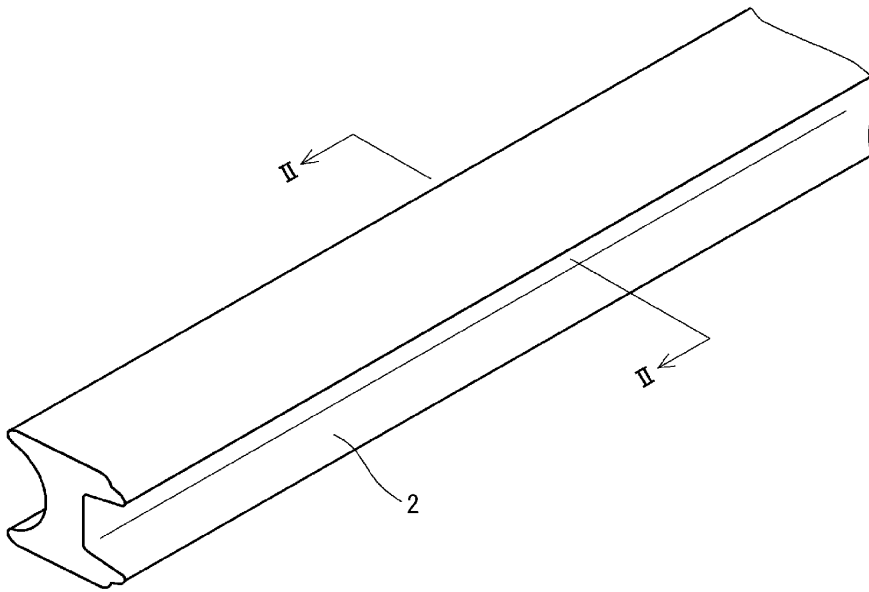
10: 주(主) 링 12: 경질층

14: 외주면 16: 오일 링

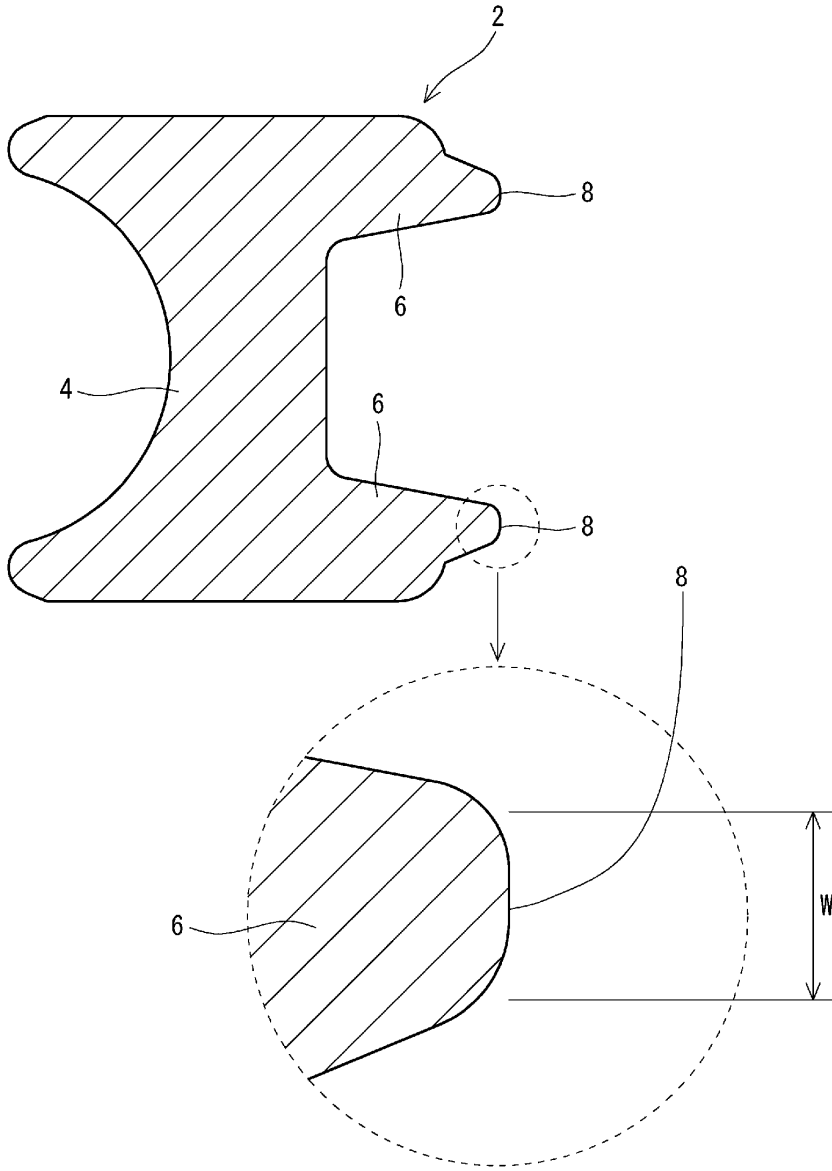
18: 코일 익스팬더 20: 실린더의 내주면

도면

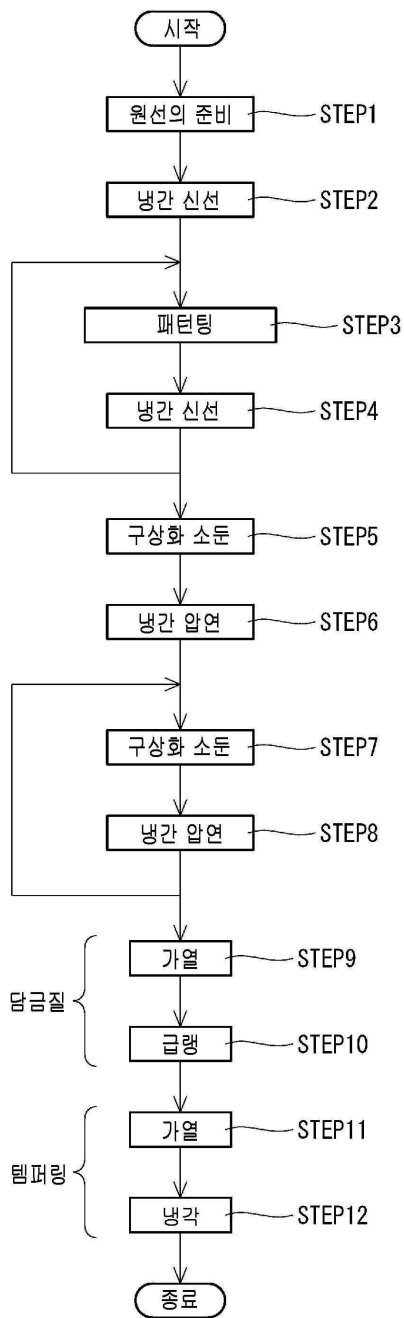
도면1



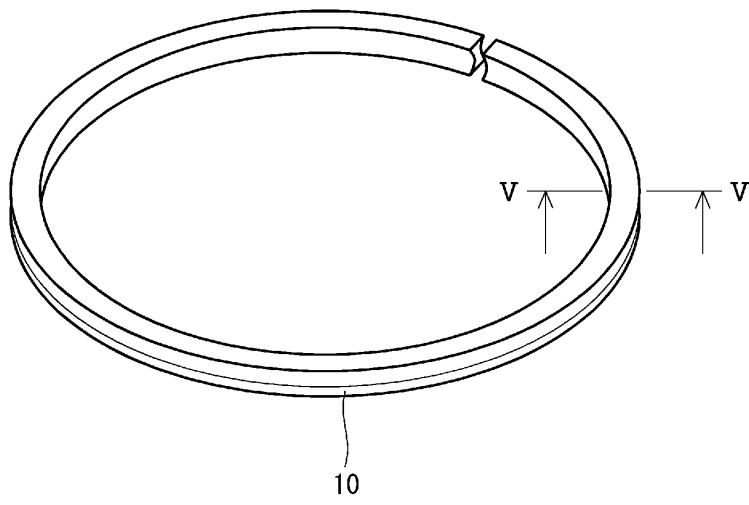
도면2



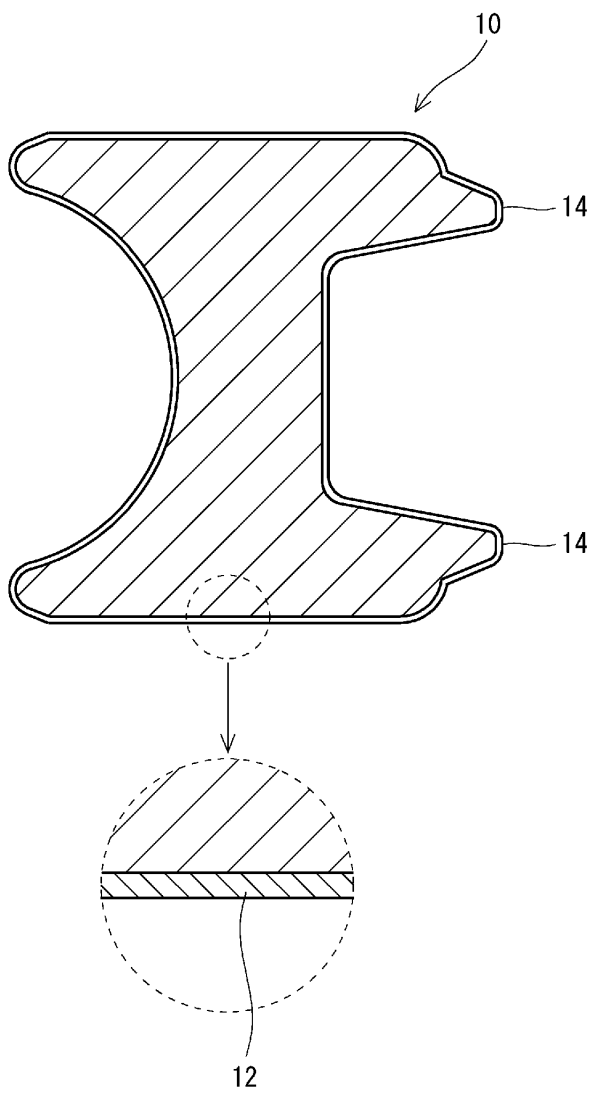
도면3



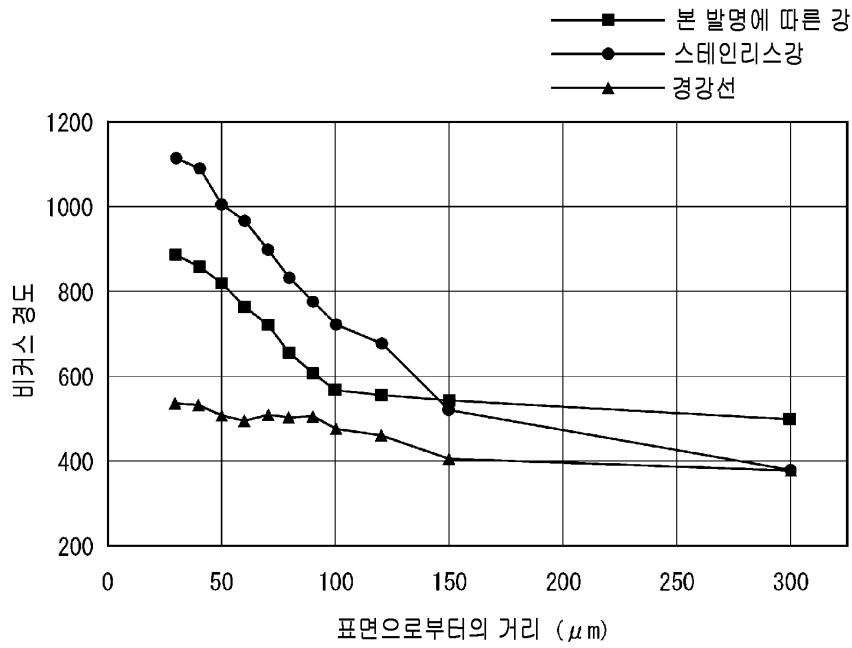
도면4



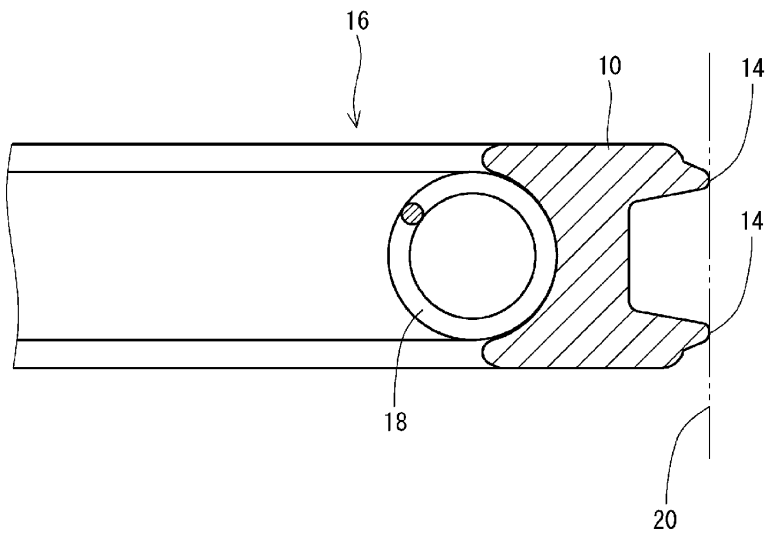
도면5



도면6



도면7



도면8

