



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월27일  
(11) 등록번호 10-0854667  
(24) 등록일자 2008년08월21일

(51) Int. Cl.  
C22C 1/10 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2003-7012576  
(22) 출원일자 2003년09월26일  
심사청구일자 2007년03월19일  
번역문제출일자 2003년09월26일  
(65) 공개번호 10-2004-0015075  
(43) 공개일자 2004년02월18일  
(86) 국제출원번호 PCT/SE2002/000502  
국제출원일자 2002년03월18일  
(87) 국제공개번호 WO 2002/088406  
국제공개일자 2002년11월07일  
(30) 우선권주장  
0101089-1 2001년03월27일 스웨덴(SE)  
(56) 선행기술조사문헌  
us5743012  
DE19750599  
US6025065  
W09532314

(73) 특허권자  
콘센트라 마린 앤드 파워 아베  
스웨덴 몰른리크 435 23 박스 138  
(72) 발명자  
아람 메흐디  
스웨덴 에스이-433 44 파틸레 비스타레베겐 19  
사무엘손 페르  
스웨덴 에스-433 50 파틸레 픽스쿠라베겐 20  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김성기

전체 청구항 수 : 총 6 항

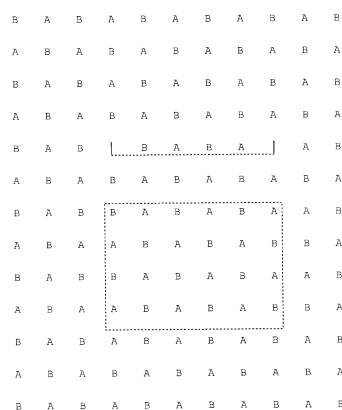
심사관 : 박기학

(54) 피스톤 링용의 내마모성 금속간 화합물 재료

(57) 요약

본 발명은 피스톤 링 기재로 이루어지는 피스톤 링을 개시하고 있다. 상기 피스톤 링 기재는 내마모성의 조성물의 전체 용적을 기준으로 할 때 적어도 하나 이상의 금속간 합금을 50 용적% 이상 포함한다. 또한, 본 발명은 내마모성의 복합 조성물로 이루어지는 피스톤 링과, 내마모성 조성물로 이루어지는 피스톤 링의 코팅에 관한 것으로, 상기 내마모성의 복합 조성물은 세라믹 화합물을 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

공 카린

스웨덴 에스-415 19 괴테보르크 라임트토르젯 78

리 창하이

스웨덴 에스-425 41 히싱스 케라 스키멜베겐 43

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

피스톤 링 기재를 포함하는 피스톤 링으로서,

상기 피스톤 링 기재는 내마모성 조성물의 전체 용적을 기준으로 할 때 50 용적% 이상의 금속간 합금을 포함하며, 이 금속간 합금은 NiAl과 Ni<sub>3</sub>Al 중 어느 하나 또는 양자인 것인 피스톤 링.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 피스톤 링 기재는 피스톤 링 기재의 전체 용적을 기준으로 할 때 70 용적% 이상의 금속간 합금을 포함하는 것인 피스톤 링.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 피스톤 링 기재는 1종 이상의 금속간 합금에 의해 형성되는 것인 피스톤 링.

### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 피스톤 링 기재는 코팅을 포함하는 것인 피스톤 링.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 피스톤 링 기재의 상기 코팅은 1종 이상의 금속간 합금을 포함하는 것인 피스톤 링.

### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 금속간 합금은 NiAl과 Ni<sub>3</sub>Al의 혼합물인 것인 피스톤 링.

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

### 청구항 11

삭제

### 청구항 12

삭제

### 청구항 13

삭제

### 청구항 14

삭제

### 청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

**명세서**

**기술분야**

<1> 본 발명은 피스톤 링 기재로 구성되는 피스톤 링에 관한 것이다. 본 발명은 내마모성 복합 조성물로 이루어지는 피스톤 링과, 내마모성 조성물로 이루어지는 피스톤 링의 코팅에 관한 것으로, 상기 내마모성 복합 조성물은

세라믹 화합물을 포함한다.

## 배경 기술

- <2> 특히 강도, 내식성, 내마모성 및 재료의 탄성과 관련하여, 고온 용례, 예컨대 선박의 디젤 엔진용으로 사용되는 피스톤 링에 의해 매우 특정한 요구가 만족될 수 있다. 디젤 엔진에 사용될 때, 피스톤 링은 한편으로 관련 피스톤 홈(groove)에 대하여 맞닿고, 다른 한편으로 엔진의 실린더 보어에 맞닿게 배치되어 있다.
- <3> 결과적으로, 링은 특히 실린더 보어를 향한 계면에서 내마모성이 있어야 하는데, 이 계면에서는 엔진의 작동 시에 큰 마찰이 발생된다. 따라서, 피스톤 링은 고유의 인장력 또는 탄성을 또한 가져야 하며, 이로써 피스톤 링은 실린더 보어에 맞닿게 외향으로 지속적으로 압박된다. 또한, 엔진의 폭발 행정 시에, 피스톤 링은 상당한 힘에 의해 실린더 보어에 맞닿게 반경 방향 외측으로 압박되며, 그 결과 응력이 증가한다. 엔진에서의 높은 작동 온도로 인하여, 특히 공정 중에 피스톤 링과 실린더 라이너 사이의 접촉으로부터 발생된 열의 영향에 의하여, 많은 재료는 항복 강도가 어느 정도 낮아지게 되어, 연화를 보인다.
- <4> 작동 시에, 특히 피스톤 링과 실린더 라이너 재료 사이의 일부 접촉 영역은 고온과, 상당한 온도 차이와, 상당한 부식 환경에 노출된다.
- <5> 이들 응력 유도 원인의 영향을 극복하기 위하여, 피스톤 링은 상당한 내마모성, 연성 및 열 안정성을 나타내야 한다. 본 명세서에서, 연성은 균열 발생이 시작되기 전의 재료의 최대 가능한 변형으로 이해된다.
- <6> 오늘날, 피스톤 링은 일반적으로 주철 블랭크로 제조되는데, 이 블랭크는 강도 및 탄성과 관련하여 재료에 강요되는 요건을 만족시키지만, 실린더 보어에 면하는 표면에 내마모성이 없다. 주철은 고온에서 요구되는 열 안정성이 없다. 따라서, 주철 피스톤 링 블랭크에는 마모에 가장 많이 노출되는 표면에 내마모성의 마모층이 마련된다.
- <7> 일반적으로 크롬-화합물 재료에 의해 형성되는 마모층은, 예컨대 EP 0 668 375에 개시된 바와 같은 전기 분해 공정에서 피스톤 링 블랭크에 일반적으로 도포된다. 상기 특허 명세서의 교시에 따르면, 피스톤 링 블랭크에는 전기 분해 공정에서 경질의 크롬층이 제공된다. 그러나, 블랭크의 재료와 마모층의 재료 사이의 충분히 강한 결합을 달성하는 데에는 곤란함이 발생되는데, 이는 마모층의 재료가 블랭크의 재료로부터 박리되어 버리는 위험 때문에 문제를 야기한다. 이 문제가 발생하는 경우에, 블랭크 재료 표면의 비교적 연질의 재료는 실린더 보어에 접촉하는 영역에서 마모에 노출되고, 그 결과 피스톤 링의 수명이 상당히 짧아지게 된다.
- <8> 다른 문제는 표면 사이의 결합이 상당히 강한 경우에도 코팅이 점차로 마모되어 버린다는 것이다. 피스톤 링 상에서의 마모는, 마모층이 손상되지 않은 한에는 느리게 진행되지만, 일단 마모층이 없어지게 되면 매우 빠르게 진행된다. 그 결과, 피스톤 링을 교환해야 하는 때를 결정하는 것이 어려울 수도 있다.
- <9> 다른 문제는 고온에서 피스톤 링의 내산화성을 증가시키는 것이다. W09532314에는 고온의 연속적인 열 응력에 노출되는 가스 터빈 블레이드와 같은 부품에 대하여 적합한 것으로 고려되는 니켈-알루미늄계 금속간 화합물 기초 합금(intermetallic basis alloy)이 제공된다. 이 합금은 내열성, 내산화성 및 내열충격성을 개선시키도록 요청된다. 그러나, 이 화합물의 경도 특성 및 내마모성은 마모 및 열 응력에 노출되는 다른 부품 및 요소에 사용하기에 충분하지 않은 것으로 고려된다.

## 발명의 상세한 설명

- <10> 본 발명의 목적은, 내마모성, 탄성, 내식성, 강도, 열 안정성 및 연성과 관련하여 필요한 요건을 만족시키며, 고온 용례에 대한 매개체, 특히 피스톤 링용으로 사용되는 재료를 제공하는 것이다.
- <11> 다른 목적은 종래 기술에서 보이는 전술한 단점이 없는 피스톤 링을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 특징 및 장점은 본 발명의 이하의 설명으로부터 명백하게 될 것이다.
- <12> 본 발명의 제1 양태에 따르면, 본 발명은 피스톤 링 기재로 구성되는 피스톤 링을 제공하며, 상기 피스톤 링 기재는 내마모성 조성물의 전체 용적을 기준으로 할 때 적어도 50 용적%의 금속간 합금을 포함한다.
- <13> 금속간 합금을 포함하는 본 발명의 피스톤 링은, 보다 종래의 타입인 주철의 피스톤 링 기재로 구성되는 피스톤 링에 비하여 예상외의 양호한 특성을 나타내었다.
- <14> 바람직하게는, 피스톤 링 기재는 피스톤 링 기재의 전체 용적을 기준으로 할 때 적어도 70 용적%, 보다 바람직

하계는 90 내지 100 용적%의 금속간 합금을 포함한다.

- <15> 하나 이상의 금속간 합금에 의해 실질적으로 형성되는 피스톤 링은 그 피스톤 링이 노출되는 극한의 환경에 대하여 매우 양호한 특성을 나타내는 것으로 판명되었다. 선박의 디젤 엔진용으로 사용되는 대형 피스톤 링의 경우에, 본 발명의 조성물을 포함하는 피스톤 링의 특성으로 인하여, 마모를 견디어 내기 위한 추가의 코팅에 대한 필요성이 감소할 정도로 품질이 상당히 개선된다. 이로 인하여, 동일한 품질을 달성하기 위하여 필요했었던, 코팅과 관련하여 비용을 상승시키는 통상의 후처리 단계 중에서 많은 것이 필요 없게 된다.
- <16> 바람직한 경우에는, 본 발명에 따른 피스톤 링을 더욱 개선하기 위하여 피스톤 링 기재 상에 코팅이 마련될 수 있다. 적합하게는, 다른 코팅이 가능한 경우라도, 상기의 코팅은 본 발명에 따른 금속간 합금을 포함한다.
- <17> 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 피스톤 링 기재는 금속간 합금 NiAl 및 Ni<sub>3</sub>Al 중 하나 이상을 포함한다. 상기 금속간 합금의 혼합물도 또한 가능하다.
- <18> 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따르면, 피스톤 링 기재는 금속간 합금 FeAl 및 Fe<sub>3</sub>Al 중 하나 이상을 포함한다. 상기 금속간 합금의 혼합물도 또한 가능하다.
- <19> 본 발명의 제2 양태에 따르면, 본 발명은 고온 용례에 대한 매개체(medium), 특히 피스톤 링용으로 사용되는 내마모성 조성물을 제공하며, 이 조성물은 복합 세라믹 화합물(경질상; hard phase)을 포함한다. 상기 복합 조성물은 하나 이상의 금속간 합금을 또한 포함한다.
- <20> 본 발명의 내마모성 조성물의 한 가지 장점은 대략 600 °C의 온도에 이르기까지 항복 강도의 약화를 견디어 내는 능력이다. 피스톤 링이 작업 조건하에서 400 내지 500 °C 또는 그 이상의 범위의 온도를 국부적으로 견디어야 하는 것은 특이한 것이 아니다. 이러한 조성물 내의 금속 재료(매트릭스)가 어떠한 이유로, 예컨대 고온에 의해 야기된 약화로 인하여 그러한 조성물 내에서의 경질상의 이동을 극복할 수 없다면, 경질상은 제 위치에 머무르지 않는 경향이 있다. 경질상은 그들의 위치를 떠나서, 연마제처럼 작용하여, 보다 큰 마모를 초래한다(3체 마모; three body wearing).
- <21> 따라서, 복합 재료 내에서 세라믹 화합물을 지지하는 데에 금속간 합금을 사용하는 것이 유리하다. 금속간 합금의 중요한 목적은 라이너 재료와의 접촉 중에 경질상을 제 위치에 유지하여, 전술한 온도 범위에서도 앞서 설명한 연마 효과를 방지하는 것이다.
- <22> 삭제
- <23> 본 발명의 바람직한 실시예에서, 상기 복합 조성물은 상기 군으로부터의 니켈-알루미늄아이드계 금속간 화합물에 의해 형성되는 매트릭스를 포함한다.
- <24> 따라서, 복합 재료 내에 세라믹 화합물을 지지하는 데에 금속간 합금, 예컨대 니켈-알루미늄아이드 매트릭스를 사용하는 것이 유리하다. 금속간 화합물인 니켈-알루미늄아이드 매트릭스의 중요한 목적은 경질상을 제 위치에 유지하는 것이다.
- <25> 본 발명에 따른 내마모성의 조성물은, 적어도 알루미늄 산화물, 크롬 탄화물, 크롬 산화물 및 실리콘 탄화물, 예컨대 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 SiC로 이루어진 군에서 선택된 세라믹 화합물로 이루어지는 것이 바람직한 경질상을 또한 포함한다.
- <26> 경질상은 복합 재료의 열 피로 변형에 저항하는 능력과 내마모성을 향상시킨다. 동시에, 본 발명의 조성물의 열팽창 계수가 감소된다. 이 경우에, 매트릭스와 경질상의 양립성이 중요한 인자이다. 이와 관련하여 다른 경질상도 우수하게 기능하지만, 매트릭스 재료와의 보다 강한 계면 결합에 기인하여 Al계 금속간 합금과 함께 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 바람직하다.
- <27> 본 발명의 다른 목적은, 본 발명의 내마모성 조성물로 이루어지며 대형 선박의 디젤 엔진용으로 사용되는 피스톤 링을 제공하는 것이다.
- <28> 본 발명에 따르면, 특히 디젤 엔진용으로 사용되는 피스톤 링이 또한 제공되며, 상기 피스톤 링은 본 발명의 내마모성 조성물로 이루어지는 코팅을 포함한다. 특히 기재 상의 코팅으로서 내마모성의 조성물을 사용함으로써, 특히 재료 비용이 전체 제품 비용의 많은 부분을 차지하는 경우에 있어서 보다 비용 효율적인 제품이 얻어진다.

<29> 본 발명의 특징의 실시예를 참고로 하여 본 발명을 상세하게 설명하였지만, 당업자는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 상기 실시예에 대한 다양한 수정 및 변형이 있을 수 있다는 것을 알 것이다. 따라서, 플라즈마 용사, HVOF 용사 또는 기타 관련된 종래 기술의 방법과 같은 다양한 방법을 사용하여, 피스톤, 피스톤 링 및 실린더 라이너와 같은 기재, 또는 이들의 적어도 일부에 본 발명의 조성물을 도포할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

## 실시예

<34> 이제, 첨부 도면을 참고로 하여 본 발명의 현재의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하기로 한다.

<35> 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 고온 용례에 대한 매개체, 특히 피스톤 링용으로 사용되는 내마모성 복합 조성물이 제공되며, 이 내마모성 복합 조성물은 금속간 조성물과 세라믹 화합물과의 세라믹 혼합물을 포함한다. 내마모성 복합 조성물은 구체적으로 NiAl 및 Ni<sub>3</sub>Al로 이루어지는 군에서 선택된 하나 이상의 니켈-알루미늄이드계 금속간 화합물을 포함한다. 니켈-알루미늄이드(s)계 금속간 화합물은 매트릭스를 형성하고, 이 매트릭스에 경질상이 부가된다.

<36> 본 명세서에 사용되고 있는 용어 "금속간 화합물(intermetallic compounds)"은 금속 합금과 세라믹 사이의 재료의 특성과 관련하여 중간 위치를 점하는 것으로 고려될 수 있는 부류의 재료이다. 이들 화합물은 일반적으로 임계 규칙 온도(T<sub>c</sub>)로서 지칭되는 임계 온도 이하에서 장범위(long-range)의 규칙적인 결정 구조를 형성하는 금속 재료의 특유한 부류로서 또한 고려된다.

<37> 적합한 조성물의 치환형 고용체가 규칙적으로 되도록 하기 위한 필수적인 조건은, 규칙화(ordering)할 때에 자유 에너지를 낮추기 위하여 상이한 원자, 즉 상이한 원소가 동일 원자보다 서로를 강하게 끌어당겨야 한다는 것이다. 달리 말하면, 금속간 화합물의 규칙화의 정도는 결합의 성질과 밀접하게 관련이 있다. 이들 규칙화된 금속간 화합물은 일반적으로 간단한 화학량론 비율로 비교적 좁은 조성 범위로 존재한다.

<38> 니켈 알루미늄이드의 규칙적인 결정 구조로 인하여 높은 인장 연성(tensile ductility)을 달성할 수 있게 된다. 다결정 Ni<sub>3</sub>Al의 연성은 붕소 첨가에 의한 마이크로 합금화에 의해 더욱 증가되는데, 이러한 붕소의 추가는 입자 경계를 분리시키고 입자간 취성 분율을 억제한다.

<39> 결정 구조에 의존하는 전술한 효과는 2차원의 단순한 입방 격자에서의 결정격자 전위(轉位)로서 도 1에 개략적으로 도시되어 있다. 금속간 화합물은 고온에서도 일반적으로 유지되는 매우 높은 항복 응력을 나타낸다. 규칙 합금(ordered alloy)에서의 변형은 초격자의 활주 또는 쌍을 이룬 전위(paired dislocations)에 의해 제어되며, AB 조성을 갖는 2차원의 규칙적인 격자에 대하여 슈퍼 전위(super dislocation)로서 도 1에 더 도시되어 있다. 제1의 전위, 즉 선행 전위는 역위상(anti phase) 영역의 층을 발생시키고, 이 층은 단순히 잘못된 결합의 층으로서 생각될 수 있으며, 제2의 전위, 즉 후행 전위는 규칙성을 회복시킨다. 슈퍼 전위의 비교적 낮은 이동성은 보다 높은 항복 강도를 제공하는데, 즉 항복 강도는 온도가 증가함에 따라 감소하지 않고 증가한다.

<40> 내마모성 조성물은 NiAl과 Ni<sub>3</sub>Al로 이루어지는 군에서 선택된 니켈-알루미늄이드계 금속간 화합물에 의해 형성된 매트릭스를 포함한다. 이 조성물은 크롬 탄화물, 크롬 산화물 및 알루미늄 산화물, 예컨대 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, SiC 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 이루어지는 군에서 선택된 세라믹 화합물을 또한 포함한다.

<41> 본 발명의 실시예의 예를 이하에 제공한다.

<42> 예 1

<43> 이하의 성분의 혼합물을 표 1에 표시된 중량부로 형성함으로써 조성물을 준비하였다.

표 1

번호	명칭	원소	Ni	Al	Cr	Zr	Nb
1	NiAl-Nb	중량%	65-66	27-28	2-3	0.5-1	4-4.5

<45> 예 1의 표 1에서 설정한 바와 같이 성분의 혼합물을 형성함으로써 분말을 준비하였다. 또한, 초기 혼합물의 5-

10 용적%를  $Al_2O_3$ 의 5-10 용적%로 대체하였다. 종래 기술의 기법에 따라 결과적인 조성물을 가열하여 기재 상에 도포하여, 기재 상에 내마모성 조성물을 형성하였다. 결과적인 조성물은 양호한 내마모성, 연성 및 열 안정성을 가졌다.

<46> 도 2는 본 발명의 실시시에 따른 조성물 대 다르캐스트(Darcast)로 알려진 피스톤 링용의 공지의 주철에 대한 시험에 있어서 압력 노출에 대한 마모 속도를 보여주는 도면이다.

<47> 본 발명의 특성을 더욱 예시하기 위하여, 본 발명에 따른 내마모성 조성물의 바람직한 실시예의 SEM 사진인 도 3을 참고한다. 이 사진은 보다 어두운 경질상의 "섬(islands)"을 포함하는 매트릭스를 나타낸다. 이 경우에, 경질상은 크롬 탄화물이다. 매트릭스와 경질상 사이의 확산에 의하여, 사진에서 명백하게 볼 수 있는 혼합 영역이 형성된다. 경질상과 매트릭스 사이에 형성되는 혼합 영역은 강한 결합을 제공하며, 바람직하게는 혼합 영역은 경질상 둘레에서 대칭으로 형성되어 있다.

<48> 본 발명에 따른 내마모성 조성물의 추가의 실시예가 다음의 예 2에 설명되어 있다.

<49> 예 2

## 표 2

번호	명칭	원소	Ni	Al	Fe	Mn	Ti	Zr	B
2	$Ni_3Al-Fe$	중량%	77-78	9-10	11-12	0.5	0.5	0.01	0.1

<51> 예 2의 표 2에 설정된 바와 같이 성분의 초기 혼합물을 형성함으로써 분말을 준비하였다. 또한, 초기 혼합물의 5-10 용적%를  $Al_2O_3$ 의 5-10 용적%로 대체하였다. 예컨대, 종래 기술의 기법에 따라 결과적인 조성물을 열처리하고 기재에 도포하여, 기재 상에 내마모성 조성물을 형성하였다. 결과적인 조성물은 양호한 내마모성, 연성 및 열 안정성을 가졌다.

<52> 예 3

<53> 본 발명에 따른 내마모성 조성물의 제3의 예를 이하의 표 3에 제공한다.

## 표 3

번호	명칭	원소	Ni	Al	Cr	C	Mn	Ti	Zr	B
3	$Ni_3Al-Cr$	중량%	81-83	8-9	7-8	0.1	0.4-0.5	1	0.6	0.1

<55> 예 3의 표 3에 설정된 바와 같이 성분의 혼합물을 형성함으로써 내마모성 조성물을 준비하였다. 이 예에서는, 이전에 제공된 예와 달리 경질상으로서 크롬 산화물이 사용되고 있다. 대신에 이전의 예에 따라 표 3의 혼합물에 경질상  $Al_2O_3$ 를 첨가함으로써, 표 3에 따른 혼합물에 비하여 증가된 열 안정성을 얻는다. 전술한 예들에 있어서 경질상 화합물에 대한 바람직한 대체물로서  $Al_2O_3$ 가 제공되지만, 다른 경질상 화합물에 의해서도 마찬가지로 우수한 결과를 얻었다.

<56> 예 4

<57> 본 발명에 따른 내마모성 조성물의 제4의 예를 이하의 표 4에 제공한다.

## 표 4

번호	명칭	원소	Fe	Al	Cr	C	Mo	Ti	Zr	B
4	$Fe_3Al-Cr$	중량%	잔부	13-17	2-6	0.1	0.1-0.5	1	0.6	0.1

<59> 표 1 내지 표 4에 제공된 임의의 조성물과 크롬 탄화물, 크롬 산화물, 실리콘 탄화물 및 알루미늄 산화물, 예컨대  $Cr_2O_3$ ,  $Cr_3C_2$ , SiC 및  $Al_2O_3$ 의 조합으로 이루어지는 군에서 선택된 임의의 경질상을 사용하는 것도 물론 가능하다. 본 발명의 제1 양태에 따르면, 경질상을 첨가하지 않고 예컨대 표 1 내지 표 4에 따른 선택적 조성물을



주조함으로써 피스톤 링이 또한 제공될 수 있다.

<60> 이제, 본 발명의 제1 양태에 따라 피스톤 링 기재를 주조하는 것을 설명한다. 주조를 위한 원재료를 불활성 가스의 존재 하에서 용융시킨다. 약 100 kg의,  $\text{Ni}_3\text{Al}$ 을 포함하는 재료 조성물을 가공하기 위한 용융 공정의 예가 이하의 표 5에 제공되어 있다.

**표 5**

단계	시간	효과	작용
1	0	60 kW 300 Hz	열처리 시작
2	20분 이상	80 kW 400 Hz	반응 시작
3	65분 이상	145 kW	모든 Ni가 용융됨
4	85분 이상	100 Kw	1530 °C
5	85분 이상	100 Kw	Ca-조성물에 의한 덮음
6	90분 이상	100 Kw	화합물 첨가
7	95분 이상	100 Kw	1533 °C

<62> 그 후, 조성물이 주형으로 이송된다. 주형은  $\text{CO}_2$ 에 의해 적절하게 경화되는 샌드 타입인 것이 바람직하다. 성형 단계 후에, 피스톤 링 기재는 본 발명에 따른 피스톤 링을 제공하도록 공지의 기재로서 처리될 수 있다.

<63> 도 4는 본 발명에 따른 피스톤 링의 일실시예이다. 피스톤 링은 바람직하게는 상기 내마모성 조성물의 코팅을 포함한다. 본 발명의 제2의 바람직한 실시예에서, 피스톤 링은 본 발명의 내마모성 조성물로 이루어진다.

<64> 이해할 수 있듯이, 본 발명은 본 명세서에 설명된 실시예 및 예로 한정되지 않는다. 예컨대, 어떤 측면에서 내마모성 조성물의 성질을 개선시키기 위하여 추가의 물질을 내마모성 조성물에 첨가할 수 있다. 또한, 표 1 내지 3에 표시된 것을 제외한 기타 혼합물 및 조합물도 본 발명의 범위 내에 있을 수 있다. 특정의 조건에 대해서는, 전체 조성물의 50 용적% 이하, 바람직하게는 1 내지 30 용적%, 가장 바람직하게는 5 내지 10 용적%가 크롬 산화물, 실리콘 탄화물,  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  및  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 와 같은 경질상일 수 있다.

<65> 삭제

### 도면의 간단한 설명

<30> 도 1은 2차원의 단순한 입방 격자에서의 초격자 전위(superlattice dislocation)를 개략적으로 도시하는 도면이고,

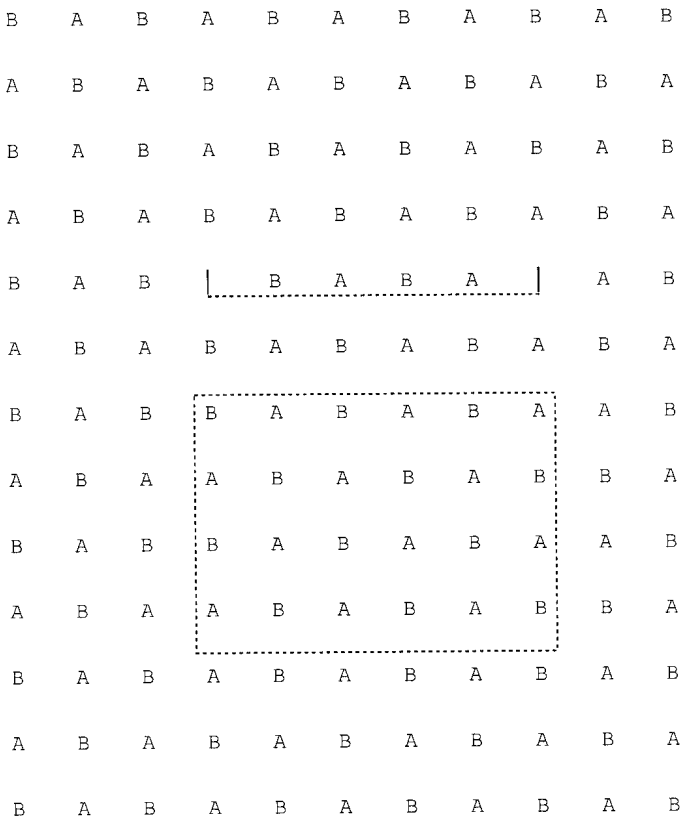
<31> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 조성물 대 다르캐스트(Darcast)로 지칭되는 피스톤 링용의 공지의 주철에 대한 시험에 있어서 압력 노출에 대한 마모 속도를 보여주는 표이고,

<32> 도 3은 본 발명에 따른 조성물의 SEM 사진이고,

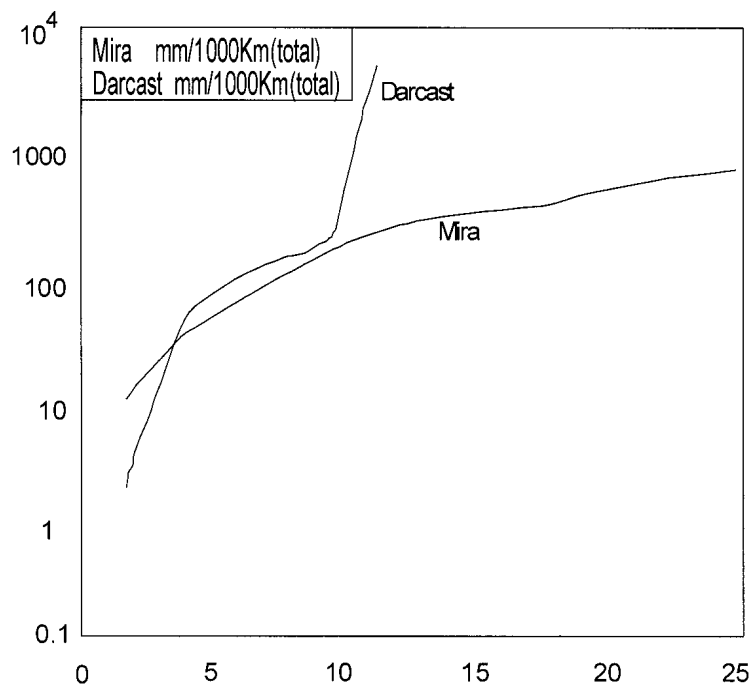
<33> 도 4는 본 발명에 따른 피스톤 링의 일실시예이다.

도면

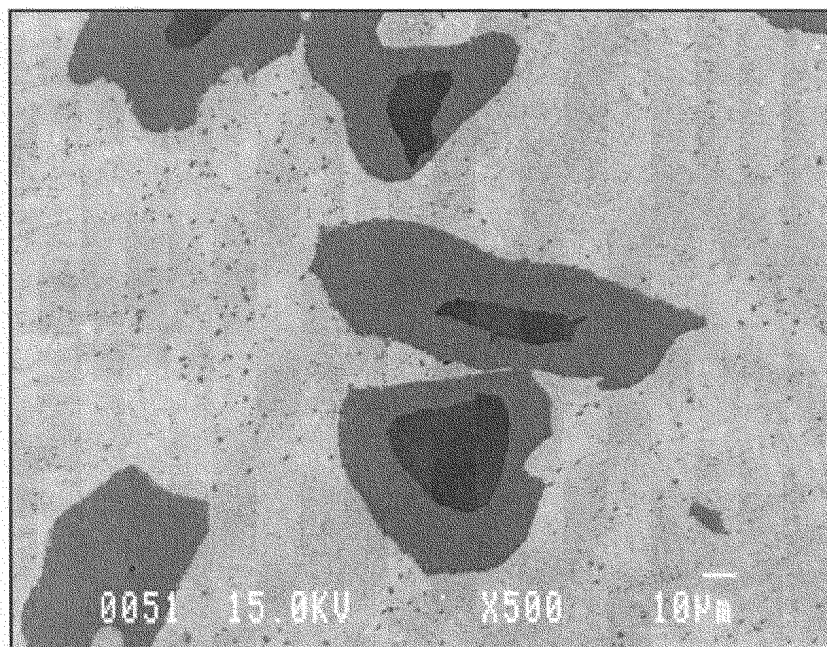
도면1



도면2



도면3



도면4

