



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0129769  
(43) 공개일자 2014년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22C 21/02 (2006.01) B23K 10/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0048492  
(22) 출원일자 2013년04월30일  
심사청구일자 2013년04월30일

(71) 출원인  
동양피스톤 주식회사  
경기도 안산시 단원구 해봉로255번길 16 (신길동)  
(72) 발명자  
양준규  
서울 강남구 언주로30길 57, E동 2606호 (도곡동, 타워팰리스)  
류관호  
경기 안산시 상록구 감골로 83, 611동 303호 (사동, 신우아파트)  
(74) 대리인  
장한특허법인

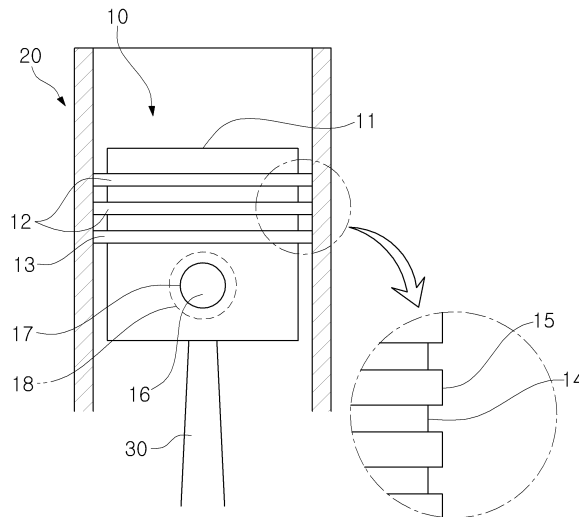
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **알루미늄 피스톤의 국부강화용 알루미늄합금 조성물 및, 이 조성물을 이용한 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤**

**(57) 요약**

본 발명에 따르면, 알루미늄 피스톤(10)의 내마모성 및 내구성이 요구되는 국부적인 위치에 육성용접되어 국부강화층을 형성하는데 이용되는 알루미늄합금 조성물에 있어서, 알루미늄(Al)을 주성분으로 하되, 5 내지 8중량%의 규소(Si) 함량 또는, 10 내지 13중량%의 규소(Si) 함량 또는, 15 내지 19중량%의 규소(Si) 함량 중 어느 하나의 규소(Si) 함량을 갖는 알루미늄합금에, 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가된 알루미늄 피스톤의 국부강화용 알루미늄합금 조성물을 개시한다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자  
**이정근**  
경기 수원시 권선구 곡반정로19번길 69, 205호 (곡  
반정동)

**김춘관**  
인천광역시 부평구 굴포로 158 서해아파트 507동  
1304호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
과제고유번호 10033248  
부처명 지식경제부  
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원  
연구사업명 부품소재기술개발사업  
연구과제명 Tier4 대응 Non-Road 50kw급 디젤엔진 개발  
기여율 1/1  
주관기관 국제종합기계(주), 동양물산기업(주), LS엠트론(주)  
연구기간 2009.05.01 ~ 2013.04.30

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

알루미늄 피스톤(10)의 내마모성 및 내구성이 요구되는 국부적인 위치에 육성용접되어 국부강화층을 형성하는데 이용되는 알루미늄합금 조성물에 있어서,

알루미늄(Al)을 주성분으로 하되, 5 내지 8중량%의 규소(Si) 함량 또는, 10 내지 13중량%의 규소(Si) 함량 또는, 15 내지 19중량%의 규소(Si) 함량 중 어느 하나의 규소(Si) 함량을 갖는 알루미늄합금에, 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가된 알루미늄합금 조성물.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 알루미늄합금 조성물은, 상기 육성용접에 이용되는 금속분말, 용접바 또는, 용접와이어 중 어느 하나의 용가재(Filler Metal)의 형상으로 제조되는 것을 특징으로 하는 알루미늄합금 조성물.

**청구항 3**

내마모성 및 내구성이 요구되는 국부적인 위치에 육성용접된 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤에 있어서,

상기 국부강화층은, 알루미늄(Al)을 주성분으로 하되, 5 내지 8중량%의 규소(Si) 함량 또는, 10 내지 13중량%의 규소(Si) 함량 또는, 15 내지 19중량%의 규소(Si) 함량 중 어느 하나의 규소(Si) 함량을 갖는 알루미늄합금에, 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가된 알루미늄합금 조성물이 육성용접되어 형성된 것을 특징으로 하는 알루미늄 피스톤.

**청구항 4**

제 3항에 있어서,

상기 국부적인 위치는, 알루미늄 피스톤(10)의 연소실(11), 링그루브(14) 랜드(15) 또는 핀보스(18) 중 어느 하나 이상의 위치이며,

상기 국부강화층은, 상기 연소실(11), 링그루브(14), 랜드(15) 또는, 핀보스(18)가 형성되는 위치의 표면에 코팅피막 형태로 육성용접된 것을 특징으로 하는 알루미늄 피스톤.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 알루미늄 피스톤의 국부강화가 요구되는 위치의 표면에 육성용접되어 국부강화층을 형성하는데 이용되는 알루미늄합금 조성물 및 이 조성물을 이용하여 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 개발되는 엔진은 연비 및 환경규제를 달성하기 위해 적은 연료로도 높은 효율을 갖기 위한 다운사이징 엔진 개발이 요구되고 있다. 엔진의 중량 저감을 위해서는 엔진 부품들의 경량화와 동시에 그에 상응하는 내구성을 가져야 하며 특히, 엔진 핵심부품인 피스톤의 경량화 설계와 동시에 재질적으로 고내마모성이 구현되어야 한다.

[0003] 따라서, 엔진의 고온과 높은 연소압력에서 피스톤이 경량화되고 우수한 마모 특성을 가지기 위해서는 국부강화

를 해야 하며 그에 따른 고내마모성의 접합용 재질 개발이 요구되고 있다.

- [0004] 이에 종래에는 가공된 링그루브를 아노다이징(Anodizing) 방식으로 후처리하여 링그루브의 마모 특성을 향상시키거나, 금속 구리분말을 플라즈마 아크용접 방식으로 링그루브에 용합 가공하여 링그루브의 내마모성을 향상시키거나, 아크용접방식을 이용하여 구리분말계 와이어를 링그루브에 용착시켜 링그루브를 강화하고 양쪽에 접합재를 두고 회전시켜 예열효과와 랜드의 변형을 방지하려는 시도가 있었다.
- [0005] 그러나, 아노다이징 처리, 플라즈마아크용접에 의한 구리 분말 용융처리 방식으로는 내마모성 향상에 한계가 있었으며, 특히 링그루브의 아노다이징 처리 기술로는 고출력 엔진에서 링그루브의 마모가 발생하여 블로우바이 현상이 발생할 가능성이 있었다. 또한, 이를 개선하기 위해서는 링그루브의 조도가 적절하게 조절하는 것이 중요하나 기존의 아노다이징 처리 기술로는 링그루브의 조도를 맞추기가 제한되었다.
- [0006] 더불어, 기존의 구리 금속분말 또는 구리분말계 와이어에 의한 링그루브 강화는 용융과정에서 기인하는 가스결함과 강화된 조직에서의 편석으로 고온균열(Hot Cracking)이 발생할 수 있는 문제점이 있었다.
- [0007] 따라서, 링그루브의 마모성 향상과 동시에 기존의 금속분말이 가지는 제조상의 문제점을 해결하기 위해서는 내마모성이 뛰어난 분말 합금 또는 와이어로서의 이중 접합용 재질 개발이 시급한 실정이다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제1996-0031048(1996.09.17), 플라즈마 아크 육성경화에 의한 알루미늄합금 피스톤 링 그루브의 성형 방법

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 본 발명의 목적은 알루미늄 피스톤의 국부강화가 요구되는 위치의 표면에 육성용접되어 국부강화층을 형성하는데 이용되는 알루미늄합금 조성물을 제조함에 있어서, 기존의 알루미늄합금에 카본나노튜브 또는 그래핀을 적정량 첨가함으로써 재료의 내마모성 및 내구성을 현저하게 개선한 알루미늄합금 조성물 및 이 조성물을 이용하여 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤을 제공하는 것에 있다.

#### 과제의 해결 수단

- [0010] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 알루미늄 피스톤의 국부강화용 알루미늄합금 조성물은, 알루미늄 피스톤(10)의 내마모성 및 내구성이 요구되는 국부적인 위치에 육성용접되어 국부강화층을 형성하는데 이용되는 알루미늄합금 조성물에 있어서, 알루미늄(Al)을 주성분으로 하되, 5 내지 8중량%의 규소(Si) 함량 또는, 10 내지 13중량%의 규소(Si) 함량 또는, 15 내지 19중량%의 규소(Si) 함량 중 어느 하나의 규소(Si) 함량을 갖는 알루미늄합금에, 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가된다.
- [0011] 여기서, 상기 알루미늄합금 조성물은, 상기 육성용접에 이용되는 금속분말, 용접바 또는, 용접와이어 중 어느 하나의 용가재(Filler Metal)의 형상으로 제조될 수 있다.
- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 알루미늄 피스톤은, 내마모성 및 내구성이 요구되는 국부적인 위치에 육성용접된 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤에 있어서, 상기 국부강화층은, 알루미늄(Al)을 주성분으로 하되, 5 내지 8중량%의 규소(Si) 함량 또는, 10 내지 13중량%의 규소(Si) 함량 또는, 15 내지 19중량%의 규소(Si) 함량 중 어느 하나의 규소(Si) 함량을 갖는 알루미늄합금에, 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가된 알루미늄합금 조성물이 육성용접되어 형성된다.
- [0013] 한편, 상기 국부적인 위치는, 알루미늄 피스톤의 연소실(11), 링그루브(14), 랜드(15) 또는 핀보스(18) 중 어느

하나 이상의 위치이며, 상기 국부강화층은, 상기 연소실(11), 링그루브(14), 랜드(15) 또는, 핀보스(18)가 형성되는 위치의 표면에 코팅피막 형태로 육성용접될 수 있다.

**발명의 효과**

[0014] 본 발명에 따른 알루미늄 피스톤의 국부강화용 알루미늄합금 조성물 및, 이 조성물을 이용한 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤에 의하면, 알루미늄 피스톤의 내마모성 및 내구성이 요구되는 연소실, 링그루브, 랜드 또는 핀보스 등의 국부적 위치의 표면에 적정량의 카본나노튜브 또는 그래핀이 첨가된 알루미늄합금 조성물을 육성용접시켜 코팅피막 형태로 국부강화층을 형성함으로써 국부적인 내마모성을 극대화할 수 있다. 더욱이, 재질적으로 고내마모성을 가짐에 따라 알루미늄 피스톤을 경량화 설계할 수 있는 여건을 제공할 수 있다.

[0015] 또한, 모재와 유사한 알루미늄합금 성분에 카본나노튜브 또는 그래핀을 1 내지 5중량% 첨가한 알루미늄합금 조성물로 용접와이어를 제조하고, 이 용접와이어로 상기 국부적 위치에 육성용접하여 국부강화층을 형성하게 되면 종래와 같은 고온균열(Hot Cracking) 현상을 개선할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1은 통상의 알루미늄 피스톤의 구성을 나타낸 측면도,
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 알루미늄합금 조성물이 알루미늄 피스톤의 국부적 위치에 육성용접되어 형성된 국부강화층을 촬영한 사진,
- 도 3은 본 발명에 따른 각 실시예의 알루미늄합금 조성물 및 종래기술에 따른 비교예의 알루미늄합금에 대한 다양한 요소별로 물성치를 측정된 데이터가 표시된 테이블표,
- 도 4는 본 발명의 바람직한 일 태양에 따른 알루미늄 피스톤의 국부강화용 알루미늄합금 조성물과 종래의 알루미늄의 내마모성을 측정된 데이터를 나타낸 그래프,
- 도 5는 종래기술에 따른 비교예의 조성비에 카본나노튜브의 중량%를 변화시키면서 인장강도(UTS) 및 마모량을 측정된 데이터가 도시된 테이블표,
- 도 6은 도 5에 도시된 측정데이터의 변화추이를 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 일 태양을 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0018] 따라서, 본 명세서에 기재된 일 태양과 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 일 태양에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0019] 본 발명의 바람직한 일 태양에 따른 알루미늄 피스톤(10)의 국부강화용 알루미늄합금 조성물 및, 이 조성물을 이용한 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤(10)은, 상기 알루미늄 피스톤(10)의 국부강화가 요구되는 위치의 표면에 육성용접되어 국부강화층을 형성하는데 이용되는 알루미늄합금 조성물을 제조함에 있어서, 기존의 알루미늄합금에 카본나노튜브(CNT) 또는 그래핀(Graphene)을 적정량 첨가함으로써 재료의 내마모성 및 내구성을 현저하게 개선한 알루미늄합금 조성물 및 이 조성물을 이용하여 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤에 관한 것으로, 상기 알루미늄합금 조성물은 알루미늄(Al)을 주성분으로 하되, 5 내지 8중량%의 규소(Si) 함량 또는, 10 내지 13중량%의 규소(Si) 함량 또는, 15 내지 19중량%의 규소(Si) 함량 중 어느 하나의 규소(Si) 함량을 갖는 알루미늄합금에, 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가되어, 알루미늄 피스톤(10)의 내마모성 및 내구성이 요구되는 국부적인 위치에 육성용접되어 국부강화층을 형성하는데 이용된다.

[0020] 따라서, 상기 알루미늄합금 조성물은 상기 알루미늄 피스톤(10)의 국부강화가 요구되는 위치에 육성용접될 수

있도록 금속분말, 용접바 또는 용접와이어 중 어느 하나의 용가재(Filler Metal)의 형상으로 제조될 수 있다.

- [0021] 여기서, 상기 카본나노튜브 및 그래핀은 마이크로 또는 나노 크기의 미립자로 이루어지며, 개개의 미립자는 구형(Sphere), 판형(Disk) 또는, 원통형(Cylinder) 중 어느 하나의 형상으로 이루어질 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 카본나노튜브 및 그래핀은 알루미늄합금에 첨가되어 용융되면서 알루미늄과 미세한 금속간 화합물을 형성하여 매우 단단한 국부강화층(합금층)을 형성하며, 다른 금속에 비하여 알루미늄 피스톤(10)의 표면에 형성된 국부강화층 내에서 그 분포가 균일한 특성이 있다.
- [0023] 더불어, 상기 카본나노튜브 및 그래핀은, 알루미늄합금에 첨가됨에 있어서 알루미늄합금에 1 내지 5중량%의 함량으로 첨가되는 것이 바람직한데, 과도한 카본나노튜브 및 그래핀의 첨가는 형성된 국부강화층을 취약하게 하므로 5중량%를 넘지 않도록 한다.
- [0024] 그리고, 상기 알루미늄합금에 규소를 일정함량 포함함에 있어서, 5중량% 이하의 Si합금은 통상적으로 내마모 및 고강도 소재로 적합하지 않으며, 20중량% 이상의 Si합금은 규소 자체의 내마모성 향상이 크기 때문에 카본나노튜브 또는 그래핀의 첨가에 따른 마모 및 강도 향상 등의 효과가 상대적으로 적게 나타나게 된다. 따라서, 상기 알루미늄합금은 5중량% 내지 20중량%의 규소(Si) 함량을 갖는 것이 바람직하다.
- [0025] 한편, 도 1에는 통상의 알루미늄 피스톤(10)의 구성이 도시되어 있다. 여기서, 도 1의 확대도에는 링그루브(14) 및 랜드(15)의 구성을 표시하기 위해 알루미늄 피스톤(10)의 둘레에 끼워지는 압축링(12) 및 오일링(13)이 생략되어 도시되었다.
- [0026] 도 1을 참고하면 알루미늄 피스톤(10)은 위치적으로 실린더(20) 내부에 배치되고, 커넥팅로드(30)와 연결되어 연소된 압력에 의한 상하운동을 하며, 연결된 커넥팅로드(30)에 의해 크랭크축으로 전달되어 동력을 만들어 내도록 구비된다.
- [0027] 여기서, 알루미늄 피스톤(10)에는 연소실(11) 상부의 연소가스나 오일의 유출을 방지하기 위해 둘레를 따라 압축링(12) 및 오일링(13)이 끼워져 장착되며, 상기 알루미늄 피스톤(10)의 둘레에는 도 1의 확대도와 같이 상기 압축링(12) 및 오일링(13)이 삽입되어 고정될 수 있도록 홈형태의 링그루브(14)가 형성된다. 또한, 각 링(12,13)이 삽입되기 위한 각 링그루브(14)가 인접되어 형성됨에 따라 각 링그루브(14) 사이에는 랜드(15)가 존재한다.
- [0028] 이러한 알루미늄 피스톤(10)은 연소된 압력에 의해 상하운동하면서 최상부의 연소실(11)이 가압되고, 내부 기밀을 위해 압축링(12) 및 오일링(13)이 실린더(20)의 내측벽과 밀착된 상태로 상하이동하기 때문에 각 링그루브(14) 및 랜드(15)에는 압축링(12) 및 오일링(13)에 의한 가압력 및 마찰력이 작용된다. 또한, 커넥팅로드(30)가 피스톤핀(16)을 기준으로 회동하며 상하이동함에 따라 피스톤핀(16)이 삽입되는 핀홀(17)의 주변둘레 즉, 핀보스(18)에는 피스톤핀(16)에 의한 가압력 및 마찰력이 작용된다.
- [0029] 상기와 같은 가압력 및 마찰력의 작용에 의해 상기 알루미늄 피스톤(10)의 연소실(11), 링그루브(14), 랜드(15) 및 핀보스(18)는 알루미늄 피스톤(10)의 다른 부분들보다 상대적으로 높은 수준의 내마모성 및 내구성이 요구된다.
- [0030] 따라서, 본 발명의 바람직한 일 태양에 따른 알루미늄합금 조성물이 육성용접되어 국부강화층이 형성되어야 하는 국부적인 위치는 상기 연소실(11), 링그루브(14), 랜드(15) 및 핀보스(18)가 될 수 있는 것이다.
- [0031] 또한, 이와 같은 국부적인 위치에 국한되어 내마모성 및 내구성을 증대시키기 위한 국부강화층이 형성되므로, 알루미늄 피스톤(10)의 전체범위에 국부강화층이 형성된 구성과 비교하여 중량 및 외형을 감소시키면서 동시에 요구되는 내마모성 및 내구성을 달성할 수 있는 것이다.
- [0032] 한편, 본 발명의 바람직한 일 태양에 따른 알루미늄 피스톤(10)은, 연소실(11), 링그루브(14), 랜드(15) 및 핀보스(18)와 같이 내마모성 및 내구성이 요구되는 국부적인 위치에 육성용접된 국부강화층이 형성된 피스톤으로서, 상기 국부강화층은 알루미늄(Al)을 주성분으로 하되, 5 내지 8중량%의 규소(Si) 함량 또는, 10 내지 13중량%의 규소(Si) 함량 또는, 15 내지 19중량%의 규소(Si) 함량 중 어느 하나의 규소(Si) 함량을 갖는 알루미늄합금에, 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가된 알루미늄합금 조성물이 육성용접되어 알루미늄 피스톤(10)의 표면에 코팅피막 형태로 형성된 것을 기술적 특징으로 한다.
- [0033] 여기서, 상술한 알루미늄합금 조성물로 이루어진 용가재를 이용하여 상기 알루미늄 피스톤(10)의 국부적 위치에 육성용접하여 국부강화층을 형성함에 있어서, TIG(Tungsten Inert Gas Welding) 방식, 레이저 방식, 전자빔 방

식, 플라즈마 방식, Hot Spraying 방식과 같은 고밀도 에너지를 활용한 육성용접법을 이용하여, 알루미늄 피스톤(10) 상의 용접부위 즉, 상기 국부적 위치의 표면에 상기 알루미늄합금 조성물로 이루어진 금속분말, 용접바 또는 용접와이어 등의 용가재를 공급하면서 용융시키면 모재(피스톤(10)) 용융금속과 알루미늄합금 조성물의 용융금속이 융합되어 알루미늄 피스톤(10)의 표면에 코팅피막 형태로 국부강화층을 형성할 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 1 내지 5중량%의 카본나노튜브(CNT) 또는 1 내지 5중량%의 그래핀(Graphene)이 첨가된 알루미늄합금으로 육성용접에 이용할 경우 냉각속도가 상대적으로 빨라(100 내지 1000K/s) 이종재료(강화재료)의 균일 분산을 유도할 수 있으며, 균일한 기계적 성질을 제공할 수 있다.

[0035] **[실시예]**

[0036] 이하 본 발명에 따르는 실시예 및 본 발명에 따르지 않는 비교예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하나, 본 발명의 범위가 하기 제시된 실시예에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0037] **1실시예**

[0038] 알루미늄을 주성분으로 하며, 규소 12중량%, 구리 1중량% 및 니켈(Ni) 1중량%를 갖는 알루미늄합금에 카본나노튜브 3중량%가 첨가된 알루미늄합금 조성물(AC8A(Al-12Si-1Cu-1Ni) + 3% 카본나노튜브)을 제조하였다. 이러한 조성비를 갖는 알루미늄합금 조성물에 대해 다양한 요소별로 물성시험을 수행한 결과, 항복강도(Mpa)는 617, 인장강도(Mpa)는 622, 연신율(%)는 0.5, 경도(HB)는 195이였으며, 마모량(um)은 9.8이였다.

[0039] **2실시예**

[0040] 알루미늄을 주성분으로 하며, 규소 12중량% 및 철(Fe) 0.6중량%를 갖는 알루미늄합금에 카본나노튜브 3중량%가 첨가된 알루미늄합금 조성물(A14047(Al-12Si-0.6Fe) + 3% 카본나노튜브)을 제조하였다. 이러한 조성비를 갖는 알루미늄합금 조성물의 항복강도(Mpa)는 633, 인장강도(Mpa)는 654, 연신율(%)는 1, 경도(HB)는 88이였으며, 마모량(um)은 10.5이였다.

[0041] **3실시예**

[0042] 알루미늄을 주성분으로 하며, 규소 7중량% 및 마그네슘(Mg) 0.3중량%를 갖는 알루미늄합금에 카본나노튜브 3중량%가 첨가된 알루미늄합금 조성물(A1356(Al-7Si-0.3Mg) + 3% 카본나노튜브)을 제조하였다. 이러한 조성비를 갖는 알루미늄합금 조성물의 항복강도(Mpa)는 599, 인장강도(Mpa)는 615, 연신율(%)는 0.6, 경도(HB)는 161이였으며, 마모량(um)은 11이였다.

[0043] **4실시예**

[0044] 알루미늄을 주성분으로 하며, 규소 17중량% 및 망간(Mn) 0.1중량%를 갖는 알루미늄합금에 카본나노튜브 3중량%가 첨가된 알루미늄합금 조성물(A1390(Al-17Si-0.1Mn) + 3% 카본나노튜브)을 제조하였다. 이러한 조성비를 갖는 알루미늄합금 조성물의 항복강도(Mpa)는 586, 인장강도(Mpa)는 599, 연신율(%)는 0.1, 경도(HB)는 212이였으며, 마모량(um)은 5.2이였다.

[0045] **비교예**

[0046] 알루미늄을 주성분으로 하며, 규소 12중량%, 구리 1중량% 및 니켈 1중량%를 갖는 알루미늄합금(AC8A(Al-12Si-1Cu-1Ni)T5)을 제조하였다. 이러한 조성비를 갖는 알루미늄합금의 항복강도(Mpa)는 262, 인장강도(Mpa)는 289, 연신율(%)는 1, 경도(HB)는 110이였으며, 마모량(um)은 48.5이였다. 여기서, Hard Anodizing 방식을 적용할 경우 경도(HB)는 HV 330이였으며, 마모량(um)은 30.3이였다.

[0047] 여기서, 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 알루미늄합금 조성물이 알루미늄 피스톤의 국부적 위치에 육

성용접되어 형성된 국부강화층을 촬영한 사진이다. 또한, 도 3에는 상기 실시된 각 실시예 및 비교예의 알루미늄 합금 조성물 및 알루미늄에 대한 조성물에 대해 다양한 요소별로 물성치를 측정된 데이터가 표시된 테이블표가 도시되어 있으며, 도 4에는 본 발명의 바람직한 일 태양에 따른 알루미늄 피스톤의 국부강화층용 알루미늄합금 조성물과 종래의 알루미늄의 내마모성을 측정된 데이터를 나타낸 그래프가 도시되어 있다.

[0048] 본 발명의 실시예에 따른 조성비로 알루미늄합금 조성물을 제조한 결과, 도 2에 도시된 바와 같이 알루미늄 피스톤(10) 조직의 규소 사이즈에 비해 국부강화층 조직의 규소 사이즈가 1/5로 조직미세화가 발생되었다.

[0049] 또한, 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이 카본나노튜브 또는 그래핀이 첨가된 용접용접 부위 즉 국부강화층의 국부 내마모성이 향상되었다. 구체적으로는 비교예의 조성비에 따른 알루미늄 피스톤에 비해 강도 약 2배, 내마모성 5배가 향상되었으며, 카본나노튜브 또는 그래핀이 첨가된 모재와 유사한 성분 합금의 금속분말 또는 용접와이어로 용접용접한 경우 고온균열(Hot Cracking) 현상이 개선되었다.

[0050] 더불어, 도 5에는 비교예의 조성비에 카본나노튜브의 중량%를 변화시키면서 인장강도(UTS) 및 마모량을 측정된 데이터가 도시된 테이블표가 도시되어 있으며, 도 6에는 도 5의 측정데이터의 변화추이를 그래프로 도시되어 있다.

[0051] 도 5 및 도 6을 참고하면, 카본나노튜브 3중량% 이상 첨가한 알루미늄합금 조성물에서 내마모성이 향상되며, 인장강도는 카본나노튜브 1중량% 이상 첨가한 알루미늄합금 조성물에서 증가함을 확인할 수 있었다.

[0052] 본 발명의 바람직한 일 태양에 따른 알루미늄합금 조성물 및, 이 조성물을 이용한 국부강화층이 형성된 알루미늄 피스톤에 의하면, 알루미늄 피스톤(10)의 내마모성 및 내구성이 요구되는 연소실(11), 링그루브(14), 랜드(15) 또는 핀보스(18) 등의 국부적 위치의 표면에 적정량의 카본나노튜브 또는 그래핀이 첨가된 알루미늄합금 조성물을 용접용접시켜 코팅피막 형태로 국부강화층을 형성함으로써 국부적인 내마모성을 극대화할 수 있다. 더욱이, 재질적으로 고내마모성을 가짐에 따라 알루미늄 피스톤(10)을 경량화 설계할 수 있는 여건을 제공할 수 있다.

[0053] 또한, 모재와 유사한 알루미늄합금 성분에 카본나노튜브 또는 그래핀을 1 내지 5중량% 첨가한 알루미늄합금 조성물로 용접와이어를 제조하고, 이 용접와이어로 상기 국부적 위치에 용접용접하여 국부강화층을 형성하게 되면 종래와 같은 고온균열(Hot Cracking) 현상을 개선할 수 있다.

[0054] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 일 태양과 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

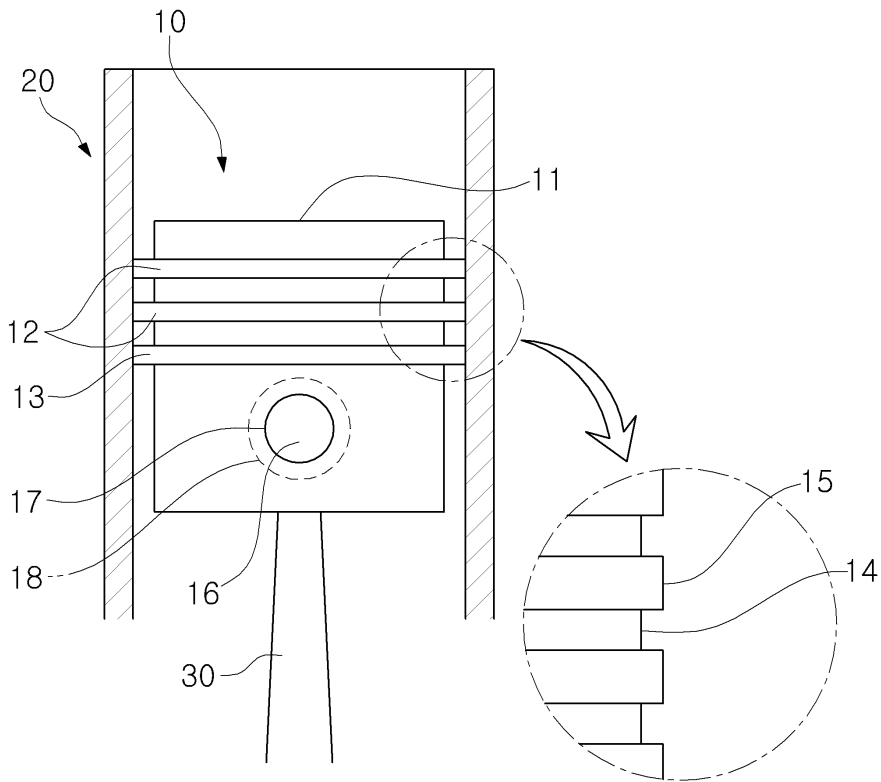
### 부호의 설명

- |                      |          |
|----------------------|----------|
| [0055] 10...알루미늄 피스톤 | 11...연소실 |
| 12...압축링             | 13...오일링 |
| 14...링그루브            | 15...랜드  |
| 16...피스톤핀            | 17...핀홀  |
| 18...핀보스             | 20...실린더 |
| 30...커넥팅로드           |          |



도면

도면1



도면2

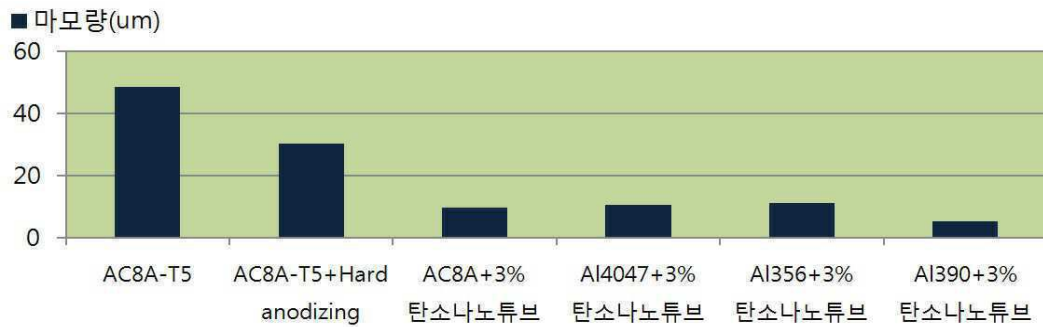


도면3

구분	재질	항복강도 (Mpa)	인장강도 (Mpa)	연신율 (%)	경도(HB)	마모량 (um)
비교예	AC8A(Al-12Si-1Cu-1Ni) T5	262	289	1	110	48.5
					*HV 330	*30.3
1실시예	AC8A(Al-12Si-1Cu-1Ni) +3% 탄소나노튜브	617	622	0.5	195	9.8
2실시예	Al4047(Al-12Si-0.6Fe) +3% 탄소나노튜브	633	654	1	88	10.5
3실시예	Al356(Al-7Si-0.3Mg) +3% 탄소나노튜브	599	615	0.6	161	11
4실시예	Al390(Al-17Si-0.1Mn) +3% 탄소나노튜브	586	599	0.1	212	5.2

\* Hard anodizing 적용(AC8A)

도면4



도면5

구분	탄소나노튜브 함량%	UTS	마모량
AC8A	0	289	48
	1	323	33
	2	481	22
	3	622	15
	4	680	14
	5	720	14
	6	733	15
	7	730	15

도면6

