



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0080465
(43) 공개일자 2020년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 21/00 (2006.01) B05D 1/02 (2006.01)
B05D 7/14 (2006.01) B21B 1/22 (2006.01)
B22D 21/04 (2006.01) C22F 1/04 (2006.01)
C23C 14/00 (2018.01) C23C 14/06 (2006.01)
C23C 14/16 (2006.01) C23C 14/56 (2006.01)
C23C 14/58 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C22C 21/00 (2013.01)
B05D 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0169446

(22) 출원일자 2018년12월26일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
기아자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자
김예림
경기도 안양시 동안구 귀인로 294, 제306동 101호
유창열
경기도 수원시 장안구 장안로 395, 105동 2404호
윤형섭
경기도 용인시 수지구 상현로 101, 103동 2004호

(74) 대리인
한양특허법인

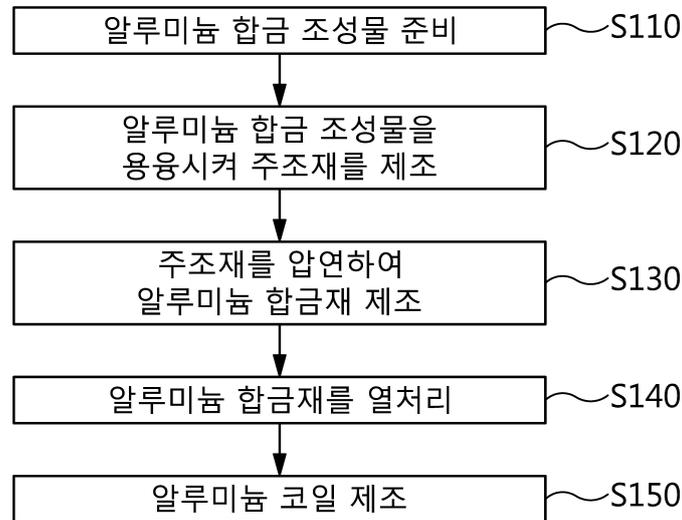
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 알루미늄 합금을 이용한 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법 및 차량 내장부품

(57) 요약

본 발명은 본 발명은 리얼 알루미늄 판재(10)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 규소(Si), 철(Fe), 구리(Cu) 및 망간(Mn)의 함량을 최적화한 알루미늄 합금을 제조 후 열처리하여 두께가 0.8mm 이하의 박육화가 가능하며, 성형성 및 강도가 향상된 리얼 알루미늄 판재(10)를 이용한 자동차 내장부품에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B05D 7/14 (2013.01)
B21B 1/22 (2013.01)
B22D 21/04 (2013.01)
C22F 1/04 (2013.01)
C23C 14/0015 (2013.01)
C23C 14/0635 (2013.01)
C23C 14/16 (2013.01)
C23C 14/562 (2013.01)
C23C 14/58 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

잔부 알루미늄(Al)을 베이스로 하여 규소(Si), 철(Fe), 구리(Cu), 망간(Mn)이 중량 퍼센트로 포함한 알루미늄 합금 조성물을 용융시키고, 일정한 초기 두께의 주조재로 제조되는 단계;

상기 주조재가 압연으로 상기 초기 두께가 얇아져 알루미늄 합금재로 신장되는 단계; 및

상기 알루미늄 합금재에 열처리가 수행되는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 조성물은 0.5 중량% 이하의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량%의 철(Fe), 0.5 중량% 이하의 구리(Cu), 2.0 내지 6.0 중량%의 망간(Mn) 및 잔부 알루미늄(Al)을 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 압연은 상기 주조재를 0.4 내지 0.8mm 두께로 만들어 주는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 제조방법

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 열처리는 300 내지 350℃ 온도로 20 내지 30분 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 제조방법.

청구항 5

알루미늄 코일이 인출되면서 압연기에 의한 패턴을 갖는 패턴화 코일(1-1), 진공 코팅기에 의한 1차 코팅이 이루어진 색상화 코일(1-2), 분사 코팅기에 의한 2 차 코팅이 이루어진 표면화 코일(1-3)을 거쳐 리얼 알루미늄 판재(10)로 제조되는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 알루미늄 코일은 잔부 알루미늄(Al)을 베이스로 하여 규소(Si), 철(Fe), 구리(Cu), 망간(Mn)이 중량 퍼센트로 포함한 알루미늄 합금인 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 알루미늄 합금은 0.5 중량% 이하의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량%의 철(Fe), 0.5 중량% 이하의 구리(Cu), 2.0 내지 6.0 중량%의 망간(Mn)을 포함하는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 알루미늄 합금은 용융을 통해 일정한 초기 두께의 주조재로 제조된 후 압연으로 상기 초기 두께를 얇게 한 다음 열처리하여 알루미늄 합금재로 제조되고, 상기 알루미늄 합금재가 상기 알루미늄 코일로 제조되는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 열처리는 300 내지 350℃ 온도로 20 내지 30분 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 패턴은 상기 알루미늄 코일을 5 내지 10 Hz 속도로 2500 내지 4000kg/cm²의 압력으로 압연하여 형성하는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 11

제5항에 있어서, 상기 1차 코팅은 상기 패턴의 표면을 색상 코팅하여 주는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 색상은 PVD(Physical Vapor Deposition) 챔버 내에 불활성화 기체 분위기 하에서 70 내지 120℃ 온도, 3.0×10⁻³ 내지 1.2×10⁻² Torr 압력 조건으로 알루미늄 합금 판재 표면 위에 Ti 및 TiC을 포함하는 PVD(Physical Vapor Deposition) 코팅층으로 구현되는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 13

제5항에 있어서, 상기 2차 코팅은 상기 패턴에 색상이 입혀진 표면을 보호 코팅하여 주는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 보호 코팅은 무기계 바인더와 세라믹 분말을 포함하여 이루어진 나노 세라믹 도료를 습식코팅하여 주는 NCC(Nano Ceramic Coating)인 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 15

제5항에 있어서, 상기 리얼 알루미늄 판재(10)는 상기 표면화 코일(1-3)의 프레스 제단으로 제조되는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 16

제5항에 있어서, 상기 리얼 알루미늄 판재(10)는 도어 트림 가니쉬(100-1)로 제조되는 것을 특징으로 하는 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법.

청구항 17

잔부 알루미늄(Al)을 베이스로 하여 0.5 중량% 이하의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량%의 철(Fe), 0.5 중량% 이하의 구리(Cu), 2.0 내지 5.0 중량%의 망간(Mn)을 포함하는 알루미늄 합금재로 제조된 알루미늄 코일이 압연기와 진공 코팅기, 분사 코팅기, 프레스를 순차적으로 거쳐 패턴/색상/질감의 리얼 알루미늄 판재(10)로 제조되고, 상기 리얼 알루미늄 판재(10)가 차량 내장부품으로 제조되는 것을 특징으로 하는 차량 내장부품.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 차량 내장부품은 도어 트림 가니쉬(100-1)인 것을 특징으로 하는 차량 내장부품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 리얼 알루미늄 제조에 관한 것으로, 보다 상세하게는 롤 투 롤(Roll to Roll) 공정 적용이 가능한 성형성과 기계적 물성을 갖는 알루미늄 합금으로 제조된 리얼 알루미늄을 적용한 차량 내장부품에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 알루미늄 판재는 성형성 및 기계적 물성에 더해 표면질감과 같은 미관 및 고급화를 가능하게 함으로

써 자동차에서도 외관 보호에 더해 미관 향상에 의한 고급화를 위해 내장부품으로 적용된다.

- [0003] 일례로 상기 내장부품은 도어트림 리얼 알루미늄 가니쉬(Door Trim Real Aluminum Garnish)이 있으며, 상기 도어트림 리얼 알루미늄 가니쉬에 적용된 리얼 알루미늄은 금속표면에 패턴 및 색상을 구현하도록 알루미늄 판재를 성형 및 가공하여 제조된다.
- [0004] 하지만 상기 리얼 알루미늄은 성형성과 기계적 물성을 모두 갖춘 알루미늄 판재가 적용되어야 함으로써 수요에 비해 공급 부족으로 범용화를 어렵게 하고 있다. 특히 상기 리얼 알루미늄에 적합한 알루미늄 판재는 보다 수준 높은 박육화와 성형성 확보가 가능하여야 함으로써 이러한 물성을 갖춘 알루미늄 판재의 공급 물량 부족을 더욱 심화하고 있다.
- [0005] 이에 상기 리얼 알루미늄에 적합한 알루미늄 판재 개발을 위해 Al-Mn계 합금이 시도되고 있으나, 이와 같은 합금의 경우도 수율이 25% 정도 수준에 머물러 리얼 알루미늄을 위한 박육화와 성형성 확보가 어렵다는 한계를 갖고 있다.
- [0006] 더구나 상기 리얼 알루미늄은 충분한 요구 조건을 갖춘 알루미늄 판재를 사용하더라도 그 제조 공정에 알루미늄 코일을 원하는 크기의 알루미늄 판재로 재단한 후 패턴 및 색상 구현 장치로 옮겨져야 함으로써 수율이 매우 낮고 고가의 공정 비율이 필요할 수밖에 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본특허공보 제2012-121608호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 상기와 같은 점을 개선하기 위해 고안한 것으로, 알루미늄 합금의 물성이 리얼 알루미늄 제조에 적합한 박육화와 성형성 및 강도를 갖추으로써 수요에 맞는 안정적인 물량 공급이 가능하고, 특히 알루미늄 합금의 알루미늄 코일을 리얼 알루미늄으로 제조한 후 판재 크기로 재단함으로써 공정 일괄화로 높은 수율과 함께 비용절감도 이루어지는 알루미늄 합금을 이용한 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법 및 차량 내장부품을 제공하고자 함을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 알루미늄 합금은 0.5 중량% 이하의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량%의 철(Fe), 0.5 중량% 이하의 구리(Cu), 2.0 내지 6.0 중량%의 망간(Mn) 및 잔부가 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물을 포함하는 알루미늄 합금 조성을 준비하는 단계, 상기 알루미늄 합금 조성을 용융시켜 주조체를 제조하는 단계, 상기 주조체를 압연하여 일정 두께의 알루미늄 합금 판재를 제조하는 단계 및 상기 알루미늄 합금 판재를 열처리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 알루미늄 합금 판재를 열처리하는 단계는, 상기 알루미늄 합금 판재를 300 내지 350℃ 온도에서 20 내지 30분간 열처리할 수 있다.
- [0011] 상기 알루미늄 합금 판재를 제조하는 단계는, 상기 알루미늄 합금 판재를 0.4 내지 0.8mm 두께로 압연하여 형성할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법은 알루미늄 코일이 인출되면서 압연기에 의한 패턴을 갖는 패턴화 코일, 진공 코팅기에 의한 1차 코팅이 이루어진 색상화 코일, 분사 코팅기에 의한 2 차 코팅이 이루어진 표면화 코일을 거쳐 리얼 알루미늄 판재로 제조되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 바람직하게 상기 알루미늄 코일은 잔부 알루미늄(Al)을 베이스로 하여 규소(Si), 철(Fe), 구리(Cu), 망간(Mn)이 중량 퍼센트로 포함한 알루미늄 합금이다. 상기 알루미늄 합금은 용융을 통해 일정한 초기 두께의 주조체로 제조된 후 압연으로 상기 초기 두께를 얇게 한 다음 열처리하여 알루미늄 합금재로 제조되고, 상기 알루미늄 합금

재가 상기 알루미늄 코일로 제조된다.

- [0014] 상기 알루미늄 합금은 0.5 중량% 이하의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량%의 철(Fe), 0.5 중량% 이내의 구리(Cu), 2.0 내지 6.0 중량%의 망간(Mn) 및 잔부가 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물을 포함하는 조성으로 이루어지며, 이와 같은 조성으로 구성된 알루미늄 합금 판재는 300 내지 350℃ 온도에서 20 내지 30분간 열처리한 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0015] 상기 패턴은 상기 알루미늄 코일을 5 내지 10 Hz 속도로 2500 내지 4000kg/cm²의 압력으로 압연하여 형성한다.
- [0016] 바람직하게 상기 1차 코팅은 상기 패턴의 표면을 색상 코팅하여 준다. 상기 색상은 PVD 챔버 내에 불활성화 기체 분위기 하에서 70 내지 120℃ 온도, 3.0×10⁻³ 내지 1.2×10⁻² Torr 압력 조건으로 알루미늄 합금 판재 표면 위에 Ti 및 TiC을 포함하는 PVD 코팅층으로 구현된다.
- [0017] 바람직하게 상기 2차 코팅은 상기 패턴에 색상이 입혀진 표면을 보호 코팅하여 준다. 상기 보호 코팅은 무기계 바인더와 세라믹 분말을 포함하여 이루어진 나노 세라믹 도료를 습식코팅하여 주는 NCC이다.
- [0018] 상기 습식코팅은 그라비아 코팅(gravure coating), 마이크로 그라비아 코팅(microgravure coating), 캐필러리 코팅(capillary coating) 및 바코팅(bar coating)의 어느 하나로 수행된다.
- [0019] 바람직하게 상기 리얼 알루미늄 판재는 상기 표면화 코일의 프레스 제단으로 제조되고, 도어 트림을 구성하는 도어 트림 가니쉬로 제조된다.
- [0020] 그리고 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 차량 내장부품은 잔부 알루미늄(Al)을 베이스로 하여 0.5 중량% 이하의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량%의 철(Fe), 0.5 중량% 이하의 구리(Cu), 2.0 내지 5.0 중량%의 망간(Mn)을 포함하는 알루미늄 합금재로 제조된 알루미늄 코일이 압연기와 진공 코팅기, 분사 코팅기, 프레스를 순차적으로 거쳐 패턴/색상/질감의 리얼 알루미늄 판재로 제조되고, 상기 리얼 알루미늄 판재가 도어 트림의 구성부품으로 제조되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 바람직하게 상기 구성부품은 도어 트림 가니쉬이다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 리얼 알루미늄 제조 방법은 박육화와 성형성 및 강도를 갖춘 알루미늄 합금의 알루미늄 코일을 이용하여 리얼 알루미늄이 제조된 다음 판재 크기로 재단됨으로써 높은 수율과 함께 비용절감이 가능한 롤 투 롤 공정 일괄화를 가능하게 하고, 특히 리얼 알루미늄에 적합한 알루미늄 판재의 물성을 규소(Si), 철(Fe), 구리(Cu) 및 망간(Mn)의 함량 최적화 및 열처리를 통해 구현함으로써 기술적 어려움의 한계도 극복할 수 있다.
- [0023] 그리고 본 발명의 자동차 내장부품용 성형성이 향상된 알루미늄 합금 판재의 제조방법에 따라 제조된 알루미늄 합금 판재는 기존 알루미늄 소재(A8150) 대비 패턴의 단차로 깊이감과 표면조도가 30배 이상 향상되는 효과가 있다.
- [0024] 또한 본 발명의 알루미늄 합금 판재의 성형 방법은 기존 아노다이징(anodizing) 공법대비 내광성과 내스크래치성이 금속 질감 구현에 적합하며, 또한 프레스 성형시 엷지부에 균열이 발생하지 않으므로 기존 성형 공정 대비 향상된 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 리얼 알루미늄 제조에 적합한 박육화/성형성/강도를 갖추도록 조성된 알루미늄 합금의 제조방법 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 알루미늄 합금에 대한 열처리 전과 열처리 후에 알루미늄 합금의 성형한계도(forming limit diagram, FLD) 테스트 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 알루미늄 합금에서 망간(Mn)의 함량에 따른 성형성을 관찰한 사진이다.
- 도 4는 기존 알루미늄 합금 판재(A8150)와 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄 합금에 대한 압연 및 경면 처리한 후 표면을 관찰한 사진이다.
- 도 5는 기존 알루미늄 합금 판재(A8150)와 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄 합금에 대한 압연 및 경면 처

리한 후 광학현미경으로 표면을 관찰한 모습이다.

도 6는 기존 알루미늄 합금 판재의 미세조직을 확대하여 관찰한 사진이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 알루미늄 합금의 미세조직을 확대하여 관찰한 사진이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄 합금에 대한 에너지분광검출기(energy dispersive spectroscopy, EDS) 결과사진이다.

도 10은 본 발명의 알루미늄 합금의 알루미늄 코일을 이용한 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법의 순서도이다.

도 11은 본 발명의 알루미늄 코일이 롤 투 롤 공정으로 리얼 알루미늄 판재로 제조되는 공정 프로세스의 예이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 알루미늄 코일이 압연으로 패턴을 형성한 패턴화 코일의 표면을 광학현미경으로 관찰한 모습과 표면조도를 측정된 결과이다.

도 13은 기존의 알루미늄 판재를 기존 아노다이징 공법으로 코팅 성형하였을 때 엷지부를 관찰한 모습이다.

도 14는 본 발명에 제시된 알루미늄 코일의 성형 방법으로 성형하였을 때 엷지부를 관찰한 모습이다.

도 15는 기존 아노다이징 방법을 통해 아노다이징층이 형성된 기존의 알루미늄 판재와 본 발명에 제시된 알루미늄 코일의 성형방법으로 PVD 코팅층과 보호코팅층이 형성된 리얼 알루미늄 판재의 내스크래치성을 확인한 결과이다.

도 16은 본 발명의 알루미늄 합금의 알루미늄 코일이 롤 투 롤 공정으로 리얼 알루미늄 판재로 제조된 후 성형이 이루어진 차량 내장부품의 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예 및 비교예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명한다. 다만, 이는 본 발명의 예시 중 일부로 제시된 것에 불과하며, 이에 반드시 한정되지 않는다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 알루미늄 합금 제조방법의 순서도를 나타낸 것으로, 이는 도 10 내지 도 15를 통해 기술될 리얼 알루미늄 제조에 적합한 박육화/성형성/강도를 갖추도록 조성된 알루미늄 합금의 제조방법으로 특징된다.
- [0028] 도시된 바와 같이, 상기 알루미늄 합금 제조방법은 알루미늄 합금 조성물 준비 단계(S110), 알루미늄 합금 조성물을 용융시켜 일정한 초기 두께의 주조재 제조 단계(S120), 주조재를 압연하여 초기 두께가 얇아진 알루미늄 합금재 제조 단계(S130), 및 알루미늄 합금재 열처리 단계(S140), 알루미늄 합금재를 감아 알루미늄 코일로 만들어주는 단계(S150)의 순서로 제조된다.
- [0029] 알루미늄 합금 조성물 준비 단계(S110)는, 박육화 및 성형성을 향상하기 위해 조성물의 함량을 최적화한 알루미늄 합금 조성물을 준비하는 단계로서, 이 알루미늄 합금 조성물은 0.5 중량% 이내의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량% 이내의 철(Fe), 0.5 중량% 이내의 구리(Cu), 2.0 내지 6.0 중량% 이내의 망간(Mn) 및 잔부가 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 알루미늄 합금 조성물에서 규소(Si)는 0.5 중량% 이하로 첨가되면 강도를 개선할 수 있으며, 또한 약산 분위기에서는 내식성을 증가시킬 수 있다. 또한 규소(Si)를 포함한 금속간화합물은 경도 향상에도 효과적이다. 그러나 0.5 중량%를 초과하여 규소의 함량이 높아지면 알루미늄 합금 판재의 색상 구현에 제약이 있으므로, 알루미늄 합금 조성물에서 규소(Si)의 함량은 0.5 중량%로 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0031] 상기 알루미늄 합금 조성물에서 철(Fe)은 알루미늄에 대한 평형고용한도가 낮고, 전기전도율 저하를 억제하면서 합금의 강도 및 표면경도 증가에 효과적이다. 또한 Al-Fe계 합금의 탄성율은 철(Fe) 1 중량% 당 약 2.5%씩 증가하기 때문에 알루미늄 합금 판재의 신율 향상에 효과적이다. 그러나 2.0 중량% 범위를 초과하여 철을 첨가하면 금속간 화합물이 생성되어 알루미늄 합금의 가공성에서 내식성이 저하되는 문제가 발생하므로 상기 제시된 범위 내로 철을 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0032] 상기 알루미늄 합금 조성물에서 구리(Cu)는 알루미늄 합금의 고용강화 및 불순물의 관리 용이함을 위해 0.5 중량% 이하의 구리가 첨가되는 것이 바람직하다.

[0033] 상기 알루미늄 합금 조성물에서 망간(Mn)은 알루미늄 합금 판재의 우수한 내식성 확보를 위해 첨가되며, 만약 2 중량% 내지 6 중량%의 망간이 첨가되면 고용강화 또는 표면에 다각형의 Al₆Mn 금속간화합물이 형성되어 분산강화에 의한 알루미늄 합금 판재의 표면 경도를 향상시키는 효과가 있으므로 상기 제시된 범위 내로 망간을 첨가하는 것이 바람직하다.

[0034] 알루미늄 합금 조성물을 용융시켜 주조재 제조 단계(S120)는 알루미늄 합금 재를 제조하기 위해 앞서 설명한 바와 같은 함량으로 이루어진 알루미늄 합금 조성물을 일정온도에서 용융시켜 주조재를 제조한다.

[0035] 그 다음, 알루미늄 합금재 제조 단계(S130)는 상기 주조재를 일정 두께로 압연하여 알루미늄 합금재를 제조하는 단계로, 주조재를 0.4 내지 0.8mm 두께로 압연하여 알루미늄 합금재를 제조한다. 상기 알루미늄 합금 재의 두께는 반드시 이에 한정되지 않고 적절한 두께로 압연할 수 있음을 물론이다.

[0036] 상기 알루미늄 합금재를 열처리하는 단계(S140)는, 알루미늄 합금재의 신율(elongation)을 향상시키기 위해 일정온도로 열처리 하는 단계로서, 제조된 알루미늄 합금재를 300 내지 350℃ 온도에서 20 내지 30분간 열처리할 수 있으며, 보다 바람직하게는 330℃ 온도에서 20분간 열처리할 수 있다.

[0037] 하기 표 1은 기존 알루미늄 합금의 조성 함량 및 본 발명의 알루미늄 합금의 조성 함량을 나타낸 것이다. 표 1에서 비교예는 기존 8000계 알루미늄 합금으로 A8014(비교예 1) 및 A8150(비교예 2)의 알루미늄 합금 조성을 나타낸다.

표 1

[0038]

구분	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al
비교예 1(A8014)	0.3	1.2~1.6	0.2	0.2~0.6	0.10	0.10	0.10	잔량
비교예 2(A8150)	0.20	1.2~1.7	0.05	-	-	-	-	잔량
실시예	~5.0	1.7~2.0	~5.0	2.0~5.0	-	-	-	잔량

[0039] 본 발명에 따른 알루미늄 합금 조성물에서 열처리 전 망간(Mn)의 함량에 따른 조성으로 이루어진 알루미늄 합금을 표준 측정 방법인 ASTM D638의 기준에 따라 50mm/분의 속도로 항복강도(yield strength), 최대인장강도(Ultimate Tensile Strength), 신율(elongation) 및 최대 신율(F-max)와 같은 기계적 물성을 측정하였고, 데이터의 재현성 검증을 위해 5번의 시험으로 도출되는 결과를 살펴보았으며, 그 결과는 아래 표 2와 표 3과 같다.

표 2

[0040]

소재	구분	방향	항복강도 (MPa)	최대인장강도 (MPa)	신율 (%)	F-max El.(%)	n-value	
Mn 2.0중량%	1	0°	56.81	102.22	22.21	43.12	0.186	
	2	0°	57.00	102.51	21.34	40.08	0.191	
	3	0°	57.19	102.27	22.40	43.02	0.191	
	4	0°	56.81	102.17	2.68	39.44	0.190	
	5	0°	-	-	-	-	-	
	평균			56.95	102.29	22.16	41.42	0.190
	1	90°	49.18	93.11	25.40	35.88	0.197	
	2	90°	48.51	93.33	24.28	29.48	0.194	
	3	90°	47.44	93.28	24.93	31.28	0.197	
	4	90°	47.37	93.26	25.20	37.30	0.195	
	5	90°	48.42	93.18	24.86	29.70	0.196	
	평균			48.18	93.23	24.93	32.73	0.196

표 3

소재	구분	방향	항복강도 (MPa)	최대인장강도 (MPa)	신율 (%)	F-max El.(%)	n-value	
Mn 6.0중량%	1	0°	42.61	84.57	26.11	47.89	0.212	
	2	0°	42.95	86.25	28.76	47.70	0.220	
	3	0°	42.79	86.21	28.97	49.48	0.214	
	4	0°	42.7	86.16	26.16	47.54	0.211	
	5	0°	42.66	86.18	27.81	46.61	0.212	
	평균			42.74	85.87	27.56	47.84	0.214
	1	90°	42.67	84.06	27.67	46.24	0.211	
	2	90°	42.40	84.00	26.00	47.45	0.207	
	3	90°	42.64	82.59	28.70	48.26	0.202	
	4	90°	42.66	82.53	29.67	48.24	0.205	
	5	90°	42.47	83.95	26.59	45.92	0.211	
	평균			42.57	83.43	27.73	47.22	0.207

[0042] 망간(Mn)의 함량을 6 중량%으로 조절한 알루미늄 합금을 열처리한 후, 기계적 물성으로 최대인장강도(Ultimate Tensile Strength) 및 신율(elongation)을 측정하였고, 그 결과는 아래 표 4에 나타내었다. 그리고 n-value는 cold working에 대한 금속의 반응(a metal's response) 측정값으로 통상 strain hardening exponent로 칭한다.

표 4

구분	최대인장강도(MPa)	신율 (%)
1	93.22	40.896
2	93.82	49.49
3	95.15	46.433
4	79.93	45.229
5	93	47.274
평균	91	45.9

[0044] 상기 표 4에 도시된 바와 같이, 열처리한 후 알루미늄 합금의 최대인장강도와 신율이 열처리하기 전보다 향상됨을 확인할 수 있었다.

[0045] 또한, 도 2와 같이 망간(Mn)의 함량을 6 중량%으로 조절한 알루미늄 합금의 열처리 전과 후의 성형성을 성형한 계도(forming limit diagram, FLD) 테스트로 확인한 결과, 열처리 전과 후에서 유사한 성형성을 나타내는 것을 확인할 수 있었고, 이와 같은 결과는 열처리를 통해 알루미늄 합금의 성형성이 유지되면서 항복강도와 신율과 같은 기계적 물성은 향상됨을 알 수 있었다.

[0046] 또한, 도 3은 알루미늄 합금 판재에서 망간(Mn)의 함량에 따른 성형성을 관찰한 사진이다.

[0047] 도 3의 (a)는 망간(Mn)이 0.5 중량%일 경우, 도 3의 (b)는 망간(Mn)이 1.5 중량%일 경우, 도 3의 (c)는 망간(Mn)이 2.5 중량%일 경우, 도 3의 (d)는 망간(Mn)이 6.5 중량%으로 조성된 알루미늄 합금의 일정 형태로 프레스 성형한 결과이다.

[0048] 이로부터 도 3의 (c)와 같이 망간(Mn)이 2.5 중량%일 경우만 제외하고, 나머지 도 3의 (a), (b), (d)에서는 파손부부나 주름이 발생하는 문제가 발생함을 확인할 수 있었다.

[0049] 도 4 내지 도 7은 기존의 알루미늄 합금 판재와 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄 합금에 대한 압연 및 경면 처리한 후 표면을 관찰한 결과를 나타낸 것이다.

[0050] 도 4 및 도 5은 비교도로서, 기존 알루미늄 합금 판재(A8150)와 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄 합금에 대한 압연 및 경면 처리한 후 표면을 관찰한 사진이다. 이 경우 도 4 및 도 5에서 (a)는 기존 알루미늄 합금 판재(A8150)이고, (b)는 본 발명의 알루미늄 합금에의 모습이다.

[0051] 도 4(a) 및 도 5(a)에 도시된 바와 같이 그 결과 기존 A8150에서는 평균 표면조도(Ra)가 0.07 μ m으로 나타났고,

표면경도의 저하에 따라 압연 및 경면 처리 이후 압연롤의 자국이 발생됨을 확인할 수 있다. 반면 도 4(b) 및 도 5(b)에 도시된 바와 같이 그 결과 본 발명의 알루미늄 합금재는 이와 달리 평균 표면조도(Ra)가 0.02 μm 으로 철(Fe)의 첨가에 의해 표면경도가 향상되어 동일한 압연 및 경면 처리 이후에도 표면 품질이 양호함을 확인할 수 있었다.

- [0052] 도 6 및 도 7은 비교도로서, A8014(a), A3055(b), A8150(c)를 기존 알루미늄 합금 판재로 하여 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄 합금재에서 표면의 미세조직을 관찰한 사진이다.
- [0053] 도 6에 도시된 바와 같이 기존 A8014, A3055 및 A8150 알루미늄 합금 판재 대비 도 7(a),(b)에 도시된 본 발명의 알루미늄 합금재의 결정립의 크기가 매우 작음을 확인할 수 있었다. 이 경우 도 7(a)는 평면을 도 7(b)는 측면을 각각 나타낸다.
- [0054] 도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄 합금재에 대한 에너지분광검출 결과이다.
- [0055] 도시된 바와 같이 본 발명의 알루미늄 합금재는 Al-Fe-Mn 금속간화합물이 다각형 형상으로 수 μm 정도의 미세한 크기로 균일하게 분포되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0056] 여기서 상기 에너지분광검출 결과는 에너지 분광검출기(energy dispersive spectroscopy, EDS)로 획득된다. 상기 에너지 분광검출기는 전자현미경의 전자총으로부터 발생하는 전자빔이 시료 표면에 주사되어 전자와 시편의 원자 사이의 상호작용에 의하여 각종 신호가 발생하는데 이때 발생한 여러 가지 신호 중에 화학성분을 분석하는 x-ray 신호를 에너지 혹은 파장 검출기(detector)로 검출하여 시료 중 함유된 화학적 성분을 분석하는 방식이다.
- [0057] 표 5에 나타낸 바와 같이 본 발명의 알루미늄 합금재는 표면경도 향상이 이루어지는 미세하고 균일한 분포의 결정립 효과로 압연 및 경면 처리시 표면품질 개선 예를 증명한다.

표 5

구분	Weight %	Atomic %
Al	50.92	67.07
Si	0.46	0.58
Mn	2.44	1.58
Fe	45.32	28.84
O	0.87	1.93
Total	100.00	100.00

- [0058] 특히 표 5는 도8과 같이 표면경도 향상이 이루어지는 수 μm 크기이면서 균일하게 분포한 다각형 형상 결정립을 통해 기존 8천계 소재의 표면경도 저하문제를 해소해 줌으로써 압연 및 경면 처리 이후에 기존 8천계 소재의 롤 자국 발생현상이 모두 해소된 본 발명의 Fe 첨가된 Al-Fe-Mn 금속간화합물의 성분을 구체적으로 예시한다.
- [0060] 한편 도 10 내지 도 16은 앞서 설명한 바와 같은 본 발명의 알루미늄 합금재가 도 1의 S150 단계에서 알루미늄 코일로 만들어지고, 롤 투 롤 공정에 알루미늄 코일을 직접 이용해 우수한 내부 조직을 갖는 리얼 알루미늄으로 제조된 다음 리얼 알루미늄 판재로 만들어져 도어트림 가니쉬 같은 차량 내장부품으로 성형되는 일련의 연속적인 공정을 예시한다.
- [0061] 도 10을 참조하면, 알루미늄 합금을 이용한 롤 투 롤 공정 리얼 알루미늄 제조방법은 S210의 준비 공정, S220의 패턴 공정, S230의 색상코팅 공정, S240의 표면코팅 공정, S250의 재단 공정, S260의 제품 공정으로 수행된다.
- [0062] 구체적으로 상기 준비 공정(S210), 상기 패턴 공정(S220), 상기 색상코팅 공정(S230), 상기 표면코팅 공정(S240), 상기 재단 공정(S250), 상기 제품 공정(S260)을 도 11을 참조하여 설명하면 하기와 같이,
- [0063] 일례로 상기 준비 공정(S210)은 S211와 같이 알루미늄 코일 세팅, S212와 같이 압연기 세팅, S213과 같이 진공 코팅기 세팅, S214와 같이 분사 코팅기 세팅, S15와 같이 프레스 세팅으로 수행된다. 그러므로 상기 준비 공정(S210)은 리얼 알루미늄 제조의 원료인 알루미늄 코일(1)을 준비하고, 롤 투 롤 공정을 수행하는 압연기(3), 진공 코팅기(5), 분사 코팅기(7) 및 프레스(9)에 대한 운전 준비를 의미한다. 특히 상기 준비 공정(S210)은 도시되지 않았으나 제품 공정(S260)에 사용되는 블랭킹/피어싱/사출을 위한 장치들도 세팅될 수 있다.
- [0064] 이 경우 상기 알루미늄 코일(1)은 0.5 중량% 이내의 규소(Si), 1.7 내지 2.0 중량% 이내의 철(Fe), 0.5 중량%

이내의 구리(Cu), 2.0 내지 5.0 중량% 이내의 망간(Mn) 및 잔부가 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물을 포함하고 열처리하여 제조된 연속 공급 가능한 코일 형태로서, 도 1의 알루미늄 합금 제조방법으로 제조된 알루미늄 합금 재이다.

- [0065] 일례로 상기 패턴 공정(S220)은 S221과 같이 알루미늄 코일(1)이 연결된 압연기(3)를 운전하고, S222와 같이 입체 패턴 롤러(3-1)를 가동하여 압연기(3)를 지나가는 동안 알루미늄 코일(1)에 롤러의 입체패턴 문양(또는 형상)이 형성되도록 한다. 특히 상기 입체 패턴 롤러(3-1)은 5 내지 10 Hz 속도로 2500 내지 4000kg/cm²의 압력으로 압연하여 입체 패턴을 형성한다.
- [0066] 또한, 상기 입체패턴 문양(또는 형상)은 필요 시 입체 패턴 롤러(3-1)의 종류를 변경함으로써 다양한 종류를 적용할 수 있다.
- [0067] 그 결과 상기 패턴 공정(S220)은 S223과 같이 압연기(3)를 통과하는 알루미늄 코일(1)이 입체 패턴을 갖는 패턴화 코일(1-1)로 제조하여 준다.
- [0068] 도 12는 0.6mm 두께의 알루미늄 코일(1)을 압연속도 8Hz 및 압력 3500kg/cm²으로 압연하여 형성된 입체 패턴을 갖는 상기 패턴화 코일(1-1)을 예시한다.
- [0069] 일례로 상기 색상코팅 공정(S230)은 S231과 같이 압연기(3)에서 나온 패턴화 코일(1-1)이 연결된 진공 코팅기(5)를 운전하고, S232와 같이 진공 챔버(5-1)를 가동하여 진공 챔버(5-1)에서 패턴화 코일(1-1)이 한 쌍의 롤러에 의해 감기고 풀리는 과정(Uncoil/Recoil Process)동안 패턴화 코일(1-1)의 표면에 PVD 코팅층을 형성하여 색상을 구현한다.
- [0070] 이 경우 상기 진공 챔버(5-1)는 패턴화 코일(1-1)의 표면에 PVD(Physical Vapor Deposition) 코팅층을 형성하여 색상을 구현하는 PVD 챔버이고, 상기 PVD 챔버 내에 불활성화 기체 분위기 하에서 70 내지 120℃ 온도, 3.0 × 10⁻³ 내지 1.2 × 10⁻² Torr 압력 조건으로 패턴화 코일(1-1)의 표면 위에 Ti 및 TiC을 포함하는 PVD 코팅층을 형성하여 색상을 구현한다.
- [0071] 그 결과 상기 색상코팅 공정(S230)은 1차 코팅 공정으로 S233과 같이 패턴화 코일(1-1)을 색상화 코일(1-2)로 제조하여 준다. 이 경우 상기 알루미늄 코일(1)은 압연기(3)의 입체 패턴 롤러(3-1)를 통과하면서 패턴화 코일(1-1)로 제조되는 공정이 계속된다.
- [0072] 도 13은 종래 금속의 질감의 개선을 위해 색상을 구현하는 아노다이징(anodizing)이라는 전기화학적 피막 형성 방법을 실시한 예로서, 이 아노다이징 방법을 적용한 알루미늄 합금을 이후 공정에서 원하는 모양으로 성형하였을 경우에는 패턴의 엣지부에서 아노다이징층이 균열이 발생하는 현상을 보여준다.
- [0073] 반면 도 14는 본원 발명에서처럼 PVD에 의하여 색상을 구현한 PVD 코팅층으로서, 이는 유연한 금속 코팅층으로 프레스로 성형한 다음에도 PVD 코팅층에는 균열이 발생되지 않음을 보여준다.
- [0074] 일례로 상기 표면코팅 공정(S240)은 S241과 같이 진공 코팅기(7)에서 나온 색상화 코일(1-2)이 연결된 분사 코팅기(7)를 운전하고, S242와 같이 습식분사 인젝터(7-1)를 가동하여 롤러에 의해 풀리는 과정(Uncoil Process) 동안 색상화 코일(1-2)의 표면에 NCC(Nano Ceramic Coating) 코팅층을 형성 한다.
- [0075] 이 경우 상기 분사 코팅기(7)는 NCC 방법으로 PVD 코팅층으로 색상을 구현한 색상화 코일(1-2)의 표면에 무기계 바인더와 세라믹 분말을 포함하여 이루어진 나노 세라믹 도료를 습식코팅 방법으로 코팅하여 보호 코팅층으로 형성하여 준다. 이러한 상기 습식코팅 방법으로는 그라비아 코팅(gravure coating), 마이크로 그라비아 코팅(microgravure coating), 캐필러리 코팅(capillary coating) 및 바코팅(bar coating) 중에서 선택되는 어느 하나의 방법을 사용할 수 있으며, 이에 반드시 한정된 것은 아니다.
- [0076] 그 결과 상기 표면코팅 공정(S240)은 2차 코팅 공정으로 S243과 같이 색상화 코일(1-2)을 표면화 코일(1-3)로 제조하여 준다. 이 경우 상기 알루미늄 코일(1)은 압연기(3)의 입체 패턴 롤러(3-1)를 통과하면서 패턴화 코일(1-1)로 제조되고, 진공 코팅기(5)의 진공 챔버(5-1)를 통과하면서 색상화 코일(1-2)로 제조되는 공정이 계속된다.
- [0077] 일례로 상기 재단 공정(S250)은 S251과 같이 분사 코팅기(7)에서 나온 표면화 코일(1-3)이 지나가는 프레스(9)를 운전하고, S252와 같이 편치(9-1)를 가동하여 표면화 코일(1-3)을 설정된 판재 사이즈에 맞춰 절단 한다.
- [0078] 그 결과 상기 재단 공정(S250)은 S253과 같이 표면화 코일(1-3)을 리얼 알루미늄 판재(10)로 제조하여 준다. 이

경우 상기 알루미늄 코일(1)은 압연기(3)의 입체 패턴 롤러(3-1)를 통과하면서 패턴화 코일(1-1)로 제조되고, 진공 코팅기(5)의 진공 챔버(5-1)를 통과하면서 색상화 코일(1-2)로 제조되며, 분사 코팅기(7)의 습식분사 인젝터(7-1)를 통과하면서 표면화 코일(1-3)로 제조되는 공정이 계속된다.

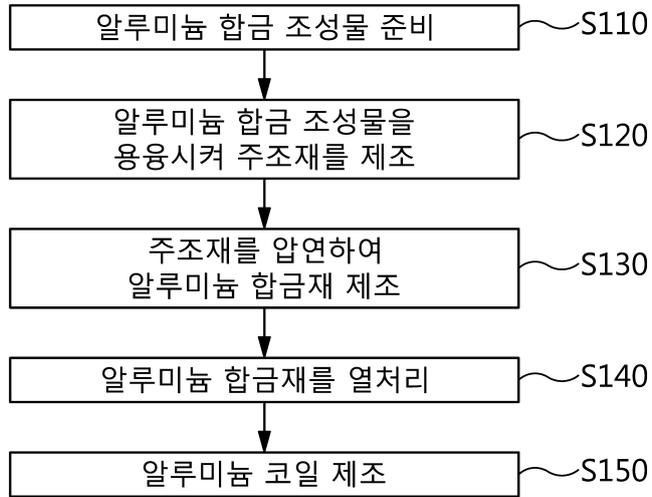
- [0079] 도 15는 리얼 알루미늄 판재(10)에 대한 내스크래치성 실험의 결과이다.
- [0080] 도 15(a)는 기존 알루미늄 판재의 아노다이징층이 선명한 스크래치 자국을 형성함을 나타내고, 반면 도 15(b)는 리얼 알루미늄 판재(10)의 PVD 코팅층과 보호 코팅층이 약간의 자국을 형성함을 나타낸다.
- [0081] 이 경우 상기 내스크래치성 실험은 뾰족한 선단부위를 갖는 내스크래치성 금힘자로 판재 표면을 긁어주는 방식으로 이루어지며, 이는 통상적인 내스크래치성 실험 방식이다.
- [0082] 일례로 상기 제품 공정(S260)은 리얼 알루미늄 판재(10)에 대해 S261의 블랭킹, S262의 피어싱, S263의 사출을 적용하고, 이로부터 S264와 같이 리얼 알루미늄 판재(10)가 차량 내장부품으로 제조된다.
- [0083] 도 16은 도어를 구성하는 도어 트림(100-1)에 적용되는 도어 트림 가니쉬(100)가 리얼 알루미늄 판재(10)로 제조된 예를 나타낸다.
- [0084] 진술된 바와 같이, 본 발명에 의한 알루미늄 합금재의 알루미늄 코일(1)은 압연 이후에도 판재의 표면 경도가 개선되어 고품질, 고성형성을 가지는 리얼 알루미늄 판재를 제조할 수 있다. 또한 본 발명에 제시된 리얼 알루미늄 판재의 제조 방법은 알루미늄 코일(1)의 형태를 이용하여 패턴제작, 색상 구현 및 표면 공정까지 연속공정으로 롤투롤(Roll-to-Roll)방법으로 기존의 스크린 인쇄나 아노다이징 등과 같은 표면처리 공법보다 간단하고 신속하게 성형할 수 있을 뿐만 아니라 광택도 및 내스크래치성 등과 같은 물성도 우수한 효과가 있다.
- [0085] 이와 같은 특성을 갖는 본 발명에서 제시된 리얼 알루미늄 판재(10)는 자동차 내장부품용 판재, 외장용 판재, 포장재 등의 판재 등 다양한 분야에 널리 적용하여 사용할 수 있다.

부호의 설명

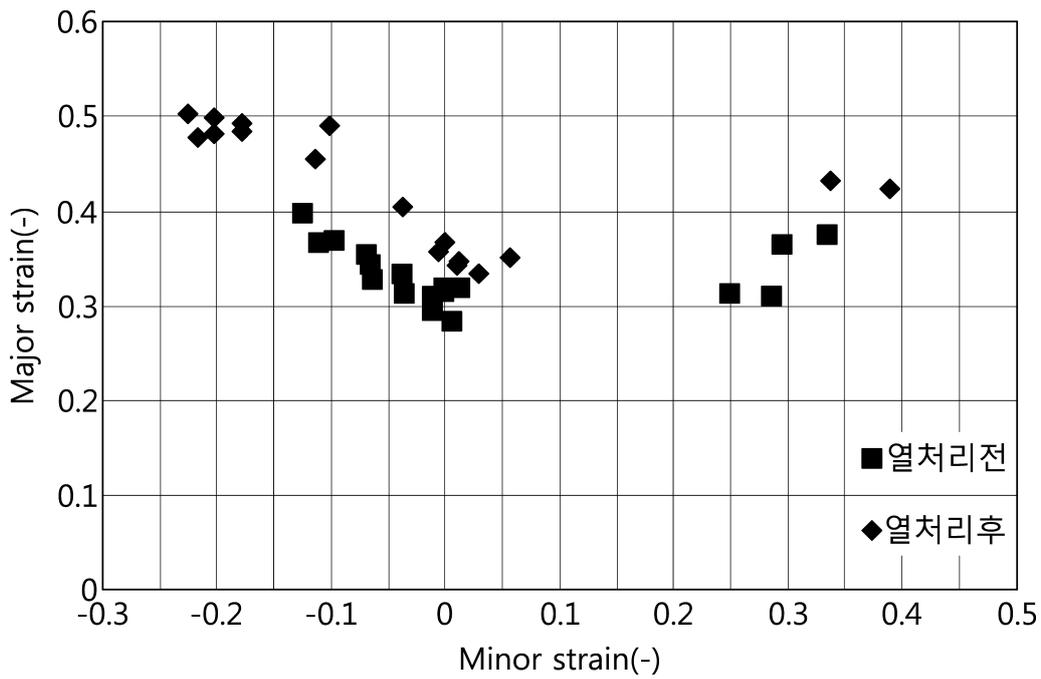
- [0086] 1 : 알루미늄 코일
- 1-1 : 패턴화 코일 1-2 : 색상화 코일
- 1-3 : 표면화 코일
- 3 : 압연기 3-1 : 입체패턴 롤러
- 5 : 진공 코팅기 5-1 : 진공챔버
- 7 : 분사 코팅기 7-1 : 분사 인젝터
- 9 : 프레스 9-1 : 편치
- 10 : 리얼 알루미늄 판재
- 100 : 도어 트림 가니쉬 100-1 : 도어 트림

도면

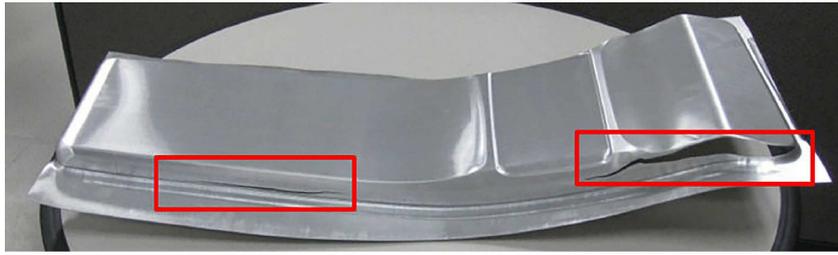
도면1



도면2



도면3



(a)



(b)



(c)



(d)

도면4



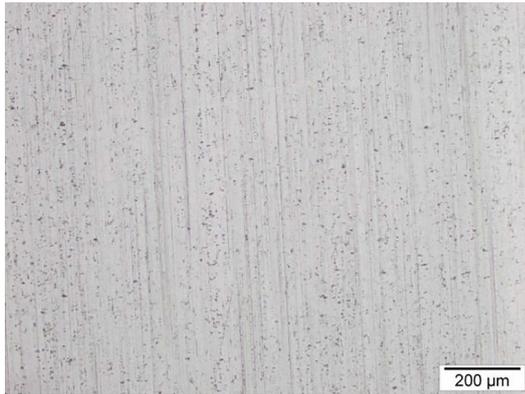
종래기술(PRIOR ART)

(a)



(b)

도면5



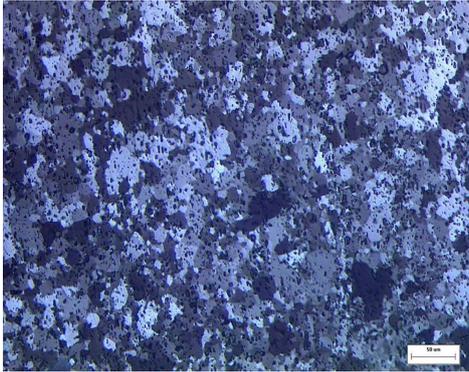
종래기술(PRIOR ART)

(a)

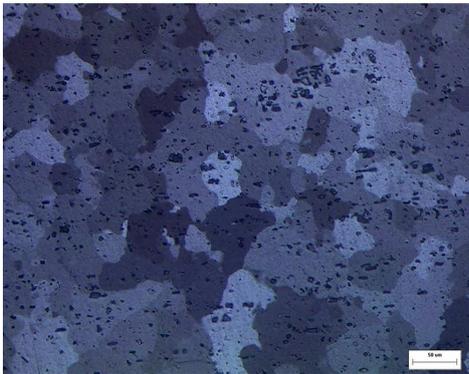


(b)

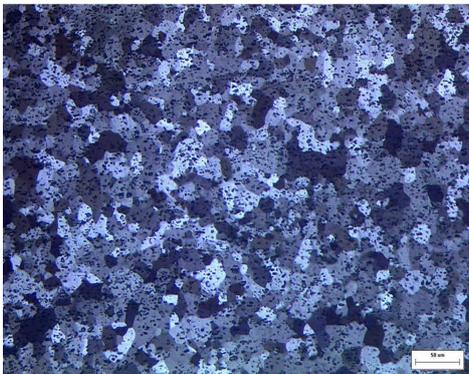
도면6



종래기술(PRIOR ART)
(a)

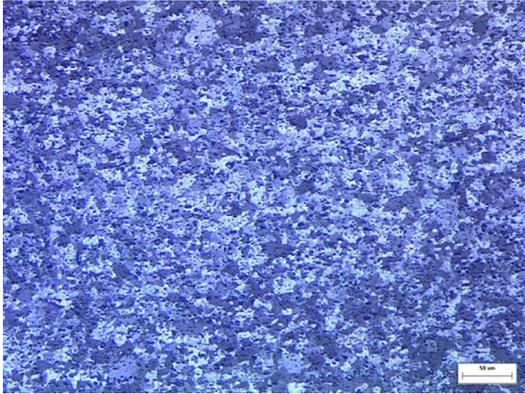


종래기술(PRIOR ART)
(b)



종래기술(PRIOR ART)
(c)

도면7

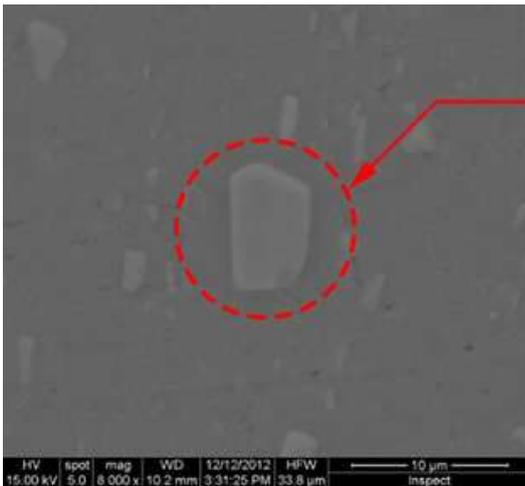


(a)



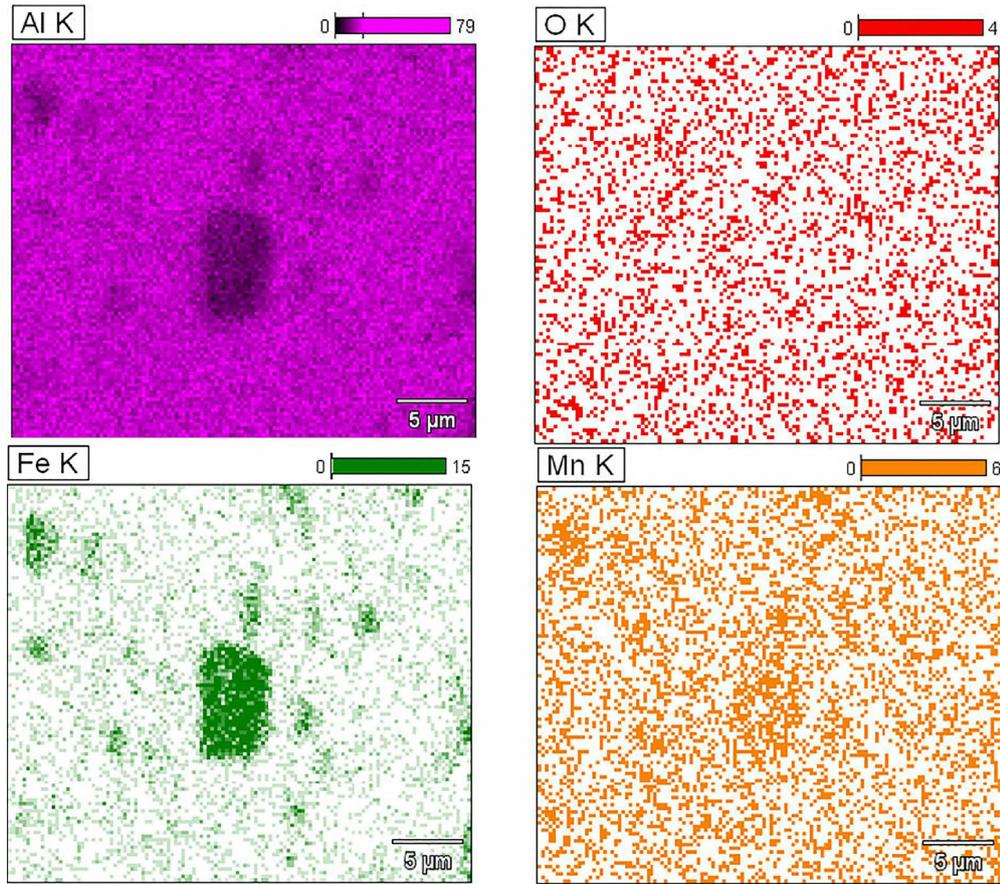
(b)

도면8

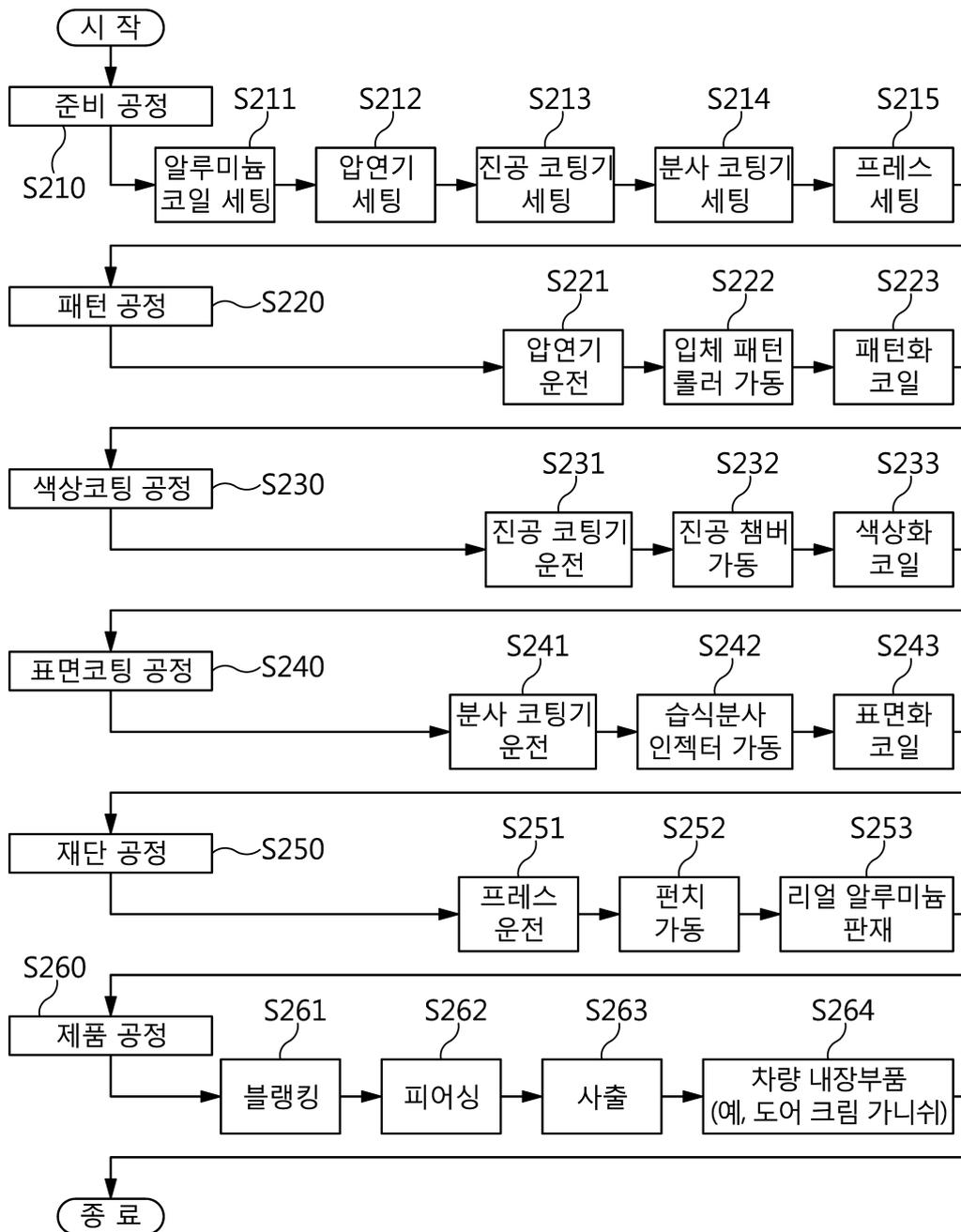


다각형 형상 결정립

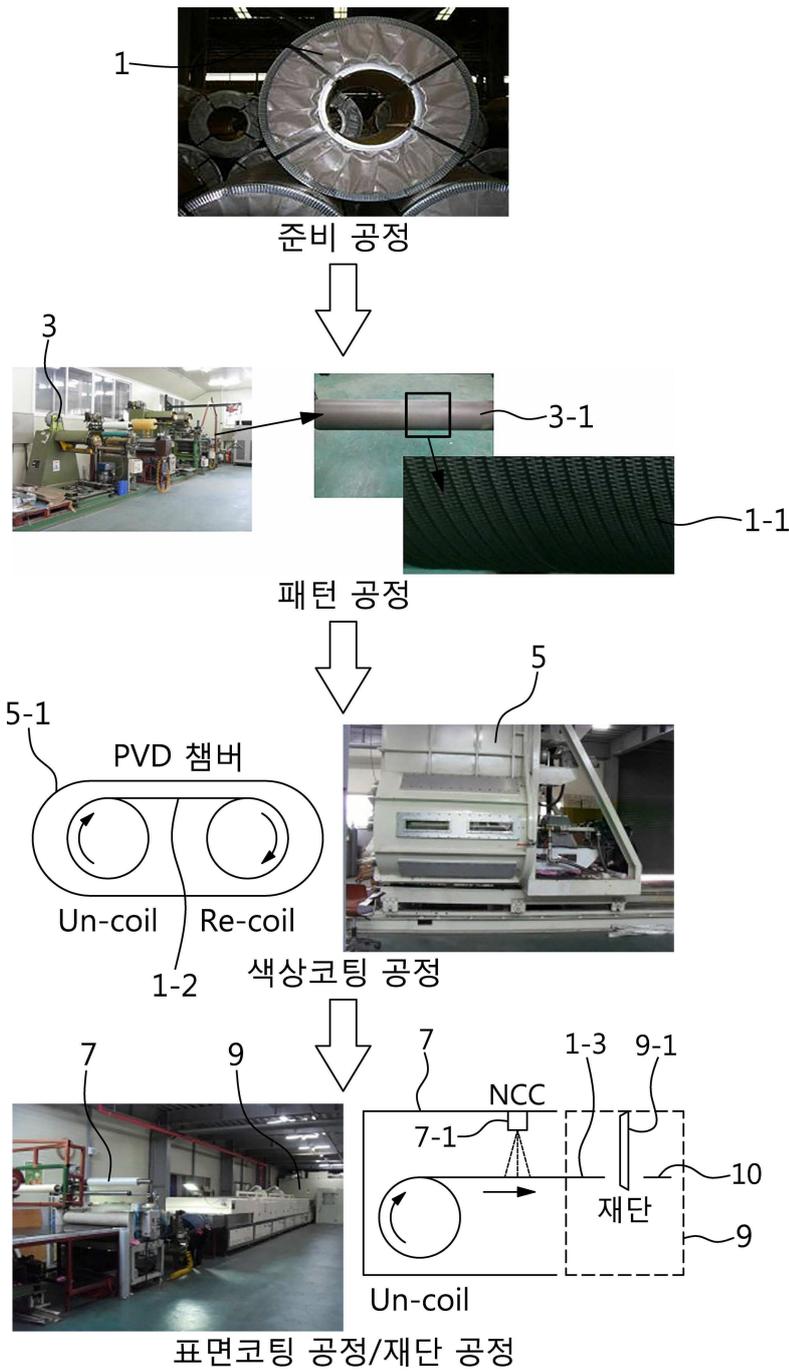
도면9



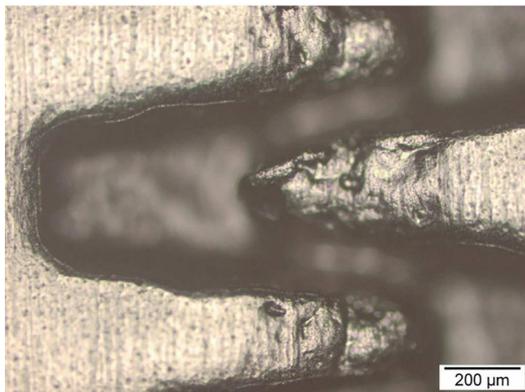
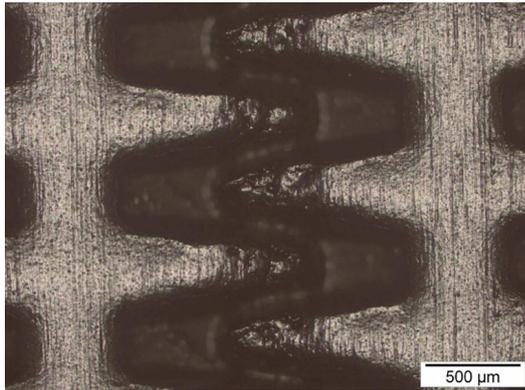
도면10



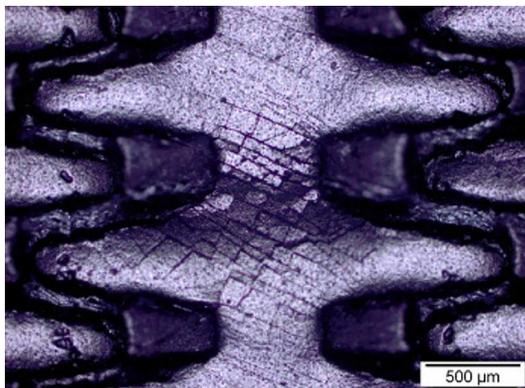
도면11



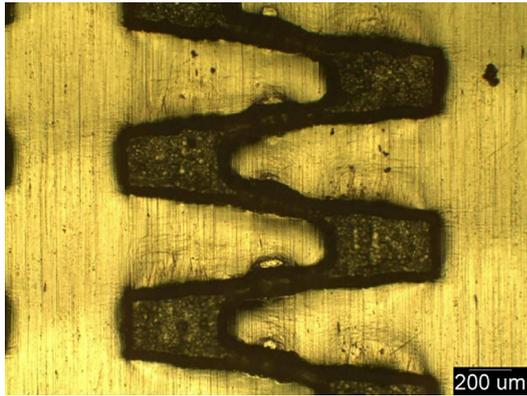
도면12



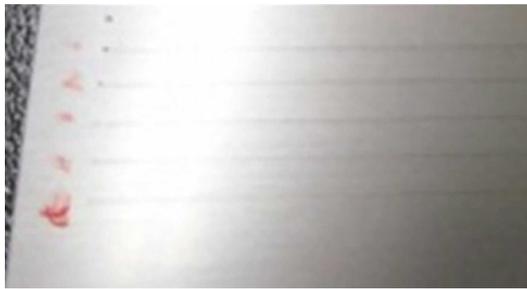
도면13



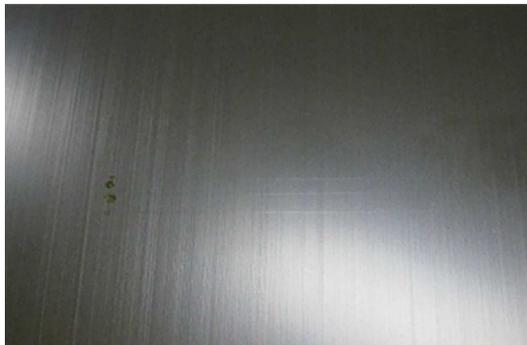
도면14



도면15



(a)



(b)

도면16

