



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월16일
 (11) 등록번호 10-1889213
 (24) 등록일자 2018년08월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 21/02 (2006.01) *B23K 20/00* (2006.01)
C22C 21/04 (2006.01) *C22C 21/06* (2006.01)
C22C 21/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 21/02 (2013.01)
B23K 20/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0013864
- (22) 출원일자 2017년01월31일
 심사청구일자 2017년01월31일
- (65) 공개번호 10-2017-0101778
- (43) 공개일자 2017년09월06일
- (30) 우선권주장
 1020160024603 2016년02월29일 대한민국(KR)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP11071663 A
 WO2015152133 A1
 JP08311589 A
 JP2001123279 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
- (72) 발명자
김기범
 서울특별시 강남구 압구정로 401 한양아파트 53동 1102호
정연범
 서울특별시 동대문구 한천로46길 17, 3층
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
최훈식

전체 청구항 수 : 총 3 항

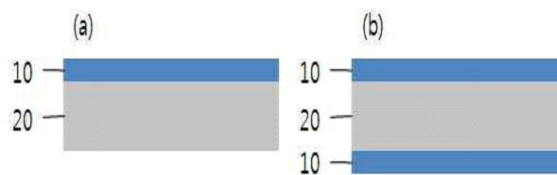
심사관 : 조현정

(54) 발명의 명칭 **청색을 갖는 Al-Si-Mg계 합금**

(57) 요약

본 발명은 중량%로, 2wt% 이상 내지 20wt% 이하의 Si, 5wt% 초과 내지 20wt% 이하의 Mg를 함유하고 잔부 Al과 불가피한 불순물로 이루어지고, 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 갖는 Al-Si-Mg계 합금에 대한 것이다. 상기 Al-Si-Mg계 합금은 전체적으로 균일한 색을 갖고, 우수한 가공성을 갖는다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22C 21/04 (2013.01)

C22C 21/06 (2013.01)

C22C 21/08 (2013.01)

(72) 발명자

박혜진

경기도 남양주시 경춘로 377, 101동 3203호

김영석

서울특별시 중랑구 동일로151길 19-9

김정태

경기도 김포시 김포한강11로 275, 310동 1903호

홍성환

대전광역시 중구 천근로69번길 114, 계룡아파트
1310호

조희라

경기도 고양시 덕양구 무원로 63 무원마을10단지아
파트 1002동 1105호

명세서

청구범위

청구항 1

다음 화학식 $Al_{92}Si_2Mg_6$, $Al_{87}Si_4Mg_9$ 및 $Al_{87}Si_6Mg_7$ 중 어느 하나 이상으로 나타나는 조성과 불가피한 불순물로 이루어지며, 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 갖고,

평균 파장값이 426.31nm 내지 456.65nm이고,

JIS Z-8730에 따라 정의되는 광도인자 (Luminosity factor)가 79.7572 내지 86.57이며,

CIE $L^*a^*b^*$ 색도도로 표현하는 경우, L은 75 내지 83.1451이고, a^* 는 0.3511 내지 1.7999이며, b^* 는 -8.3543 내지 -3.857이고,

하기 식으로 계산되는 색차는 7.184171 내지 14.68123이고,

400nm 내지 500nm 파장범위에서 반사도의 변화율은 10% 내지 30%이며, (

상기 외부에서 내부를 향하는 깊이방향으로 균일한 청색을 갖도록 구비되고,

압축강도가 120MPa 이상 내지 280MPa 이하이고,

연신율이 3% 이상 내지 60% 이하인 Al-Si-Mg계 합금.

$$\text{색차} = (L^2 + a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}$$

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 Al-Si-Mg계 합금은 디스플레이의 외부를 감싸도록 구비되는 프레임으로 적용되는 Al-Si-Mg계 합금.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 Al-Si-Mg계 합금은 다른 금속과 클래드 (clad)되어 구비되는 Al-Si-Mg계 합금.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 청색을 갖는 Al-Si-Mg계 합금에 대한 것으로, 보다 상세하게는 청색을 갖고 동시에 우수한 가공성을 갖는 Al-Si-Mg계 합금에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 알루미늄 또는 알루미늄 합금 (이하, 알루미늄 합금이라 함)은 강재와 비교해서 경량화가 가능하며 게다가 재활용하기 쉬운 곳에서 에너지 절약이나 자원 절약에 대한 요구에 응할 수 있으므로, 건재, 가전, 기계부품 등에 이용되고 있다. 이와 같이 알루미늄 합금은 경량화 및 경제성의 이점에 의하여 다양한 방법으로 이용되며, 알루미늄 합금이 갖는 금속색의 심미감에 의하여 고분자 수지를 대처하는 외장재료도 다양하게 연구되고 있다.

[0003] 반면, 알루미늄 합금은 그 금속의 특성상 본질적인 금속색 (예컨대, 은색, 은회색 등) 이외의 색을 구현하기 어렵다는 문제가 있다. 따라서, 상기 알루미늄 합금에 색을 구현하기 위하여 양극산화공정 등을 이용하여 표면을 처리하거나 또는 표면이 처리되어 색을 갖는 금속을 상기 알루미늄 합금에 클래드 접합하는 등의 연구가 진행되어 왔다.

[0004] 일본특허출원 제2004-56912호에서는 그레이색 (gray)이 발색되는 알루미늄 합금이 개시되어 있으나, 그레이색을 구현하기 위하여 전처리공정 및 양극산화공정을 별도로 수행해야 하고, 또한 상기 그레이색은 표면에만 구비된다는 문제가 있다.

[0005] 대한민국특허출원 제1997-012522호에서는 일면에는 유백색 및 타면에는 흑회색을 갖는 알루미늄 합금이 개시되어 있는데, 상기 알루미늄 합금에 구현되는 유백색과 흑회색은 각각 두 개의 판재형태의 알루미늄 합금에 양극산화피막에 의하여 색을 형성시킨 후 이들을 서로 접합하여 제조한다. 이에 의하여 제조된 알루미늄 합금은 양면의 색이 서로 다르다는 이점이 있으나, 표면에만 한정되어 색이 구현되고 유백색이나 흑회색의 명도만을 제어할 수 있으며, 또한 양극산화피막 형성 및 알루미늄 합금을 서로 접합하는 별도의 공정을 필요로 하여 공정비를 상승시키고 생산효율을 저하시킨다는 문제가 있다.

[0006] 이와 같은 알루미늄 합금에 색을 구현하는 방법은 별도의 공정을 필요로 하므로 공정효율을 저하시키고, 각각 별도의 공정에 의하여 색이 구현되므로 색이 균일하기 어렵다는 문제가 있다. 또한, 구현된 알루미늄 합금의 색은 회색 등으로만 제어될 수 있었고, 알루미늄 합금의 표면에만 국한되어 색이 구현되므로 외부가 마모되는 경우 색이 제거되어 알루미늄 합금 그 자체의 색이 외부에 들어나게 된다.

[0007] 이와 같이 알루미늄 합금이 경량성, 및 가공성의 다양한 물성적인 이점에도 불구하고 알루미늄은 색을 구현하기 어렵다는 단점으로 그 사용범위가 제한되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 별도의 표면 처리 없이 청색을 갖는 신규한 Al-Si-Mg계 합금을 제공하기 위한 것이다.
- [0009] 또한, 본 발명의 다른 목적은 청색을 갖는 외부와 상기 외부와 균일한 청색을 갖는 내면으로 이루어지는 Al-Si-Mg계 합금을 제공하기 위함이다.
- [0010] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 우수한 가공성을 갖고 경량화된 Al-Si-Mg계 합금을 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명은 Al-Si-Mg계 합금에 대한 것으로, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 중량%로, 2wt% 이상 내지 22wt% 이하의 Si, 4wt% 초과 내지 19wt% 이하의 Mg를 함유하고 잔부 Al과 불가피한 불순물로 이루어지며, 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 갖는다. 바람직하기로는, 상기 Si는 2.09wt% 이상 내지 21.1wt% 이하이고, 상기 Mg는 4.49wt% 이상 내지 18.4wt% 이하일 수 있다.
- [0012] 상기 Al-Si-Mg계 합금은 평균 파장값이 420nm 내지 460nm일 수 있다. 또한, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 JIS Z-8730에 따라 정의되는 광도인자 (Luminosity factor)(L, 헌터의 색차식 (Hunter L))이 60 내지 90일 수 있다.
- [0013] 상기 Al-Si-Mg계 합금은 상기 외부에서 내부를 향하는 깊이방향으로 균일한 청색을 갖도록 구비될 수 있다.
- [0014] 상기 Si는 2wt% 이상 내지 7wt% 이하이고, 상기 Mg는 5wt% 이상 내지 9wt% 이하일 수 있다. 바람직하기로는, 상기 Al-Si-Mg계 합금의 두께가 25 μ m 이하인 경우, Si는 2.09wt% 이상 내지 6.27wt% 이하이고, Mg는 5.43wt% 이상 내지 8.17wt% 이하일 수 있다.
- [0015] 상기 Al-Si-Mg계 합금은 압축강도가 120MPa 이상 내지 280MPa 이하일 수 있다. 또한, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 연신율이 3% 이상 내지 60% 이하일 수 있다.
- [0016] 상기 Al-Si-Mg계 합금은 디스플레이의 외부를 감싸도록 구비되는 프레임으로 적용될 수 있다.
- [0017] 상기 Al-Si-Mg계 합금은 다른 금속과 클래드 (clad)되어 구비될 수 있다.
- [0018] CIE L*a*b* 색도도로 표현하는 경우, L은 70 내지 85이고, a*는 -1 내지 3이며, b*는 -12 내지 -1일 수 있다.
- [0019] 또한, 400nm 내지 500nm 파장범위에서 반사도의 변화율이 10% 초과일 수 있고, 바람직하게는 400nm 내지 500nm 파장범위에서 반사도의 변화율은 10% 내지 30%일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 하기 화학식 1로 나타내어지는 조성을 함유하며, 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 갖는 합금일 수 있다.
- [0021] [화학식 1]
- [0022] $Al_{(100-x-y)}Si_xMg_y$
- [0023] 상기 화학식 1에서, $2 \leq x \leq 20$ 이고 $5 < y \leq 20$ 이다.

발명의 효과

- [0024] 이상 살펴본 바와 같은 본 발명에 따르면, 별도의 표면 처리 없이 청색을 갖는 신규한 Al-Si-Mg계 합금을 제공할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명에 따르면 청색을 갖는 외부와 상기 외부와 균일한 청색을 갖는 내면으로 이루어지는 Al-Si-Mg계 합금을 제공할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명에 따르면 우수한 가공성을 갖고 경량화된 Al-Si-Mg계 합금을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 클래드된 구조를 도시한 도면이다.

- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이에 구비된 Al-Si-Mg계 합금을 도기한 도면이다.
- 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금과 순수한 Al강의 측면을 비교한 사진이다.
- 도 3b는 도 3a에 따른 Al-Si-Mg계 합금과 순수한 Al강의 단면을 비교한 사진이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따르는 강종의 과장값을 확인하기 위한 스펙트럼을 측정하는 장치이다.
- 도 5는 도 4의 장치에 의하여 측정된 결과를 수치값으로 표현하기 위한 방법을 도시한 도면이다.
- 도 6은 벤딩특성을 확인한 방법에 대한 사진이다.
- 도 7은 표 2에 도시한 벤딩특성의 결과를 나타낸 사진이다.
- 도 8 및 도 9는 표 2에 나타내 강종에 대한 벤딩특성을 나타낸 사진이다.
- 도 10 내지 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금과 Al강의 색을 비교한 사진이다.
- 도 13은 본 발명의 Al-Si-Mg계 합금의 성분범위에 대한 상태도이다.
- 도 14a는 L*a*b* 표색계를 계산하는 방법을 나타내는 도면이고, 도 14b는 도 14a를 이용하여 표 3에 대한 CIE L*a*b* 좌표계를 도시한 그래프이다.
- 도 15는 표 3에 대한 반사도에 대한 과장을 나타낸 그래프이다.
- 도 16은 표 3에 대한 합금색을 나타낸 도면이다.
- 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 성분범위에 대한 금속 색을 나타낸 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0029] 이하 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 설명하도록 한다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따르는 Al-Si-Mg계 합금은, 질량%로, 2wt% 이상 내지 22wt% 이하의 Si, 4wt% 초과 내지 19wt% 이하의 Mg를 함유하고 잔부 Al과 불가피한 불순물로 이루어지고, 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 갖는다. 바람직하기로는, 상기 Si는 2.09wt% 이상 내지 21.1wt% 이하이고, 상기 Mg는 4.49wt% 이상 내지 18.4wt% 이하일 수 있다. 또한, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 가공성이 우수할 수 있다.
- [0032] 금속은 기계적 물성과 같은 기능적인 특성 위주로 개발이 진행되어 왔고, 상기 금속이 기계적 물성을 유지하면서 표면에 색을 구현하기 위해서는 유기도장, 착색 또는 표면기술 등을 이용하여 왔다. 반면, 이와 같은 유기도장, 착색 또는 표면기술 등은 별도의 공정을 추가해야 하고 또한 이러한 공정 중에 발생하는 유기 폐수 등에 의하여 환경오염 등의 문제를 유발하였다. 또한, 금속에 구현된 색은 단지 금속의 표면에만 한정된 색이므로 사용에 의하여 표면이 마모되어 색이 바래는 등 심미감을 해치게 되어 상기 금속의 사용이 제한되어 왔다. 또한, 상기 색은 개별적인 공정에 의하여 구현되므로 각각의 공정 조건 등에 의하여 색상이 변형되어 일정한 색을 다양으로 제조하기 어렵다는 단점을 갖는다.
- [0033] 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 별도의 공정을 추가하지 않고 각각의 Al, Si 및 Mg의 조성범위만을 제어함으로써 금속의 색을 구현할 수 있으므로 친환경적이고 공정비를 절감할 수 있고, 또한 다량의 금속에 대해서 균일하고 일정한 색을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 표면만이 아닌 상기 합금의 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 가짐으로써 사용에 의하여 마모되더라도 색을 유지할 수 있다.
- [0034] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 경량화된 합금이므로 항공기, 전자부품, 모바일기기, 자동차, 건축자재 등 경량화된 소재를 필요로 하는 다양한 영역에서 적용이 가능하다. 예컨대, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 디스플레이의 외부면을 유지하는 프레임과, 자동차 내부의 인테리어 장식 등에 적용이 가능하며, 금속 특유의 청색을 가짐으로써 고강도의 경량화 소재로 사용될 수 있다. 상기 Al-Si-Mg계 합금은 디스플레이의 외부를 감싸도록 구비되는 프레임으로 적용하는 경우에는, 상기 Al-Si-Mg계 합금을 균일한 두께를 갖는 판상으로 제조

한 후 편칭 등을 이용하여 간단한 가공만으로도 용이하게 사용될 수 있다.

- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 클래드된 구조를 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이에 구비된 Al-Si-Mg계 합금을 도시한 도면이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 Al-Si-Mg계 합금은 다른 금속 (예컨대, 상기 금속은 순수한 금속 및 합금 등을 포함한다)과 클래드 (clad)되어 구비될 수 있고, 상기 Al-Si-Mg계 합금에 클래드되는 금속의 두께 및 상기 클래드되는 금속의 물성에 따라 기계적 강도, 가공성 등을 제어할 수 있다. 예컨대, 도 1의 (a)와 같이 금속 (20)의 외면 일측에 Al-Si-Mg계 합금이 클래드될 수 있고, 도 1의 (b)와 같이 금속 (20)의 외면 양측에 Al-Si-Mg계 합금이 클래드될 수 있다.
- [0037] 도 2와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 그 자체만을 이용하거나 또는 도 1에 도시된 바와 같이 상기 Al-Si-Mg계 합금을 다른 금속 등의 외면에 클래드되도록 구비시킨 형태로 이용할 수 있다. 상기 Al-Si-Mg계 합금 (10)은 디스플레이 (30)의 외부 (예컨대, 모서리)를 감싸도록 구비되는 프레임으로 적용될 수 있다. 상기 Al-Si-Mg계 합금 (10)은 그 자체로 금속성의 청색을 구비하므로 심미감이 향상되고, 또한 외부면의 일부가 마모된 경우에도 마모된 부분과 그 주변부의 색차가 없이 균일한 청색을 유지할 수 있다.
- [0038] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 금속이 갖는 기계적인 물성을 가짐과 동시에 균일한 청색을 구비하므로 통상 고분자 수지 등을 이용한 부분에 상기 고분자 수지를 대체물로 이용될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 잔부 Al과 불가피한 불순물을 함유하면서, 2wt% 이상 내지 22wt% 이하의 Si, 4wt% 초과 내지 19wt% 이하의 Mg를 함유하는 Al-Si-Mg계 합금일 수 있다. 상기 Al-Si-Mg계 합금에서 Si의 함량이 2wt% 미만 내지 22wt% 초과이거나, Mg의 함량이 4wt% 이하 내지 19wt% 초과로 함유되는 경우, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 청색을 갖지 못하거나, 또는 균일한 청색이 아닌 어느 일부만이 부분적으로 색을 가진 상태로 구비될 수 있다. 본 발명에 따른 Si 및 Mg의 조성범위를 가져야만 합금은 외면 및 내면의 구분없이 전체적으로 균일한 청색을 가질 수 있다. 상기 Al-Si-Mg계 합금은 상기 외부에서 내부를 향하는 깊이방향으로 균일한 청색을 갖도록 구비되고, 상기 Si 및 Mg의 조성범위를 조정함으로써 상기 Al-Si-Mg계 합금을 통하여 전체적으로 청색이 그래디언트 (gradient)되도록 제어할 수 있다. 바람직하기로는, 상기 Si는 2.09wt% 이상 내지 21.1wt% 이하이고, 상기 Mg는 4.49wt% 이상 내지 18.4wt% 이하일 수 있다.
- [0040] 상기 Al-Si-Mg계 합금은 평균 파장값이 420nm 내지 460nm일 수 있다. 상기 평균 파장값이 420nm 미만인 경우, 합금이 청색을 갖지 못하고 금속 특유의 색인 은회색으로 구비될 수 있다. 반면, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 평균 파장값이 460nm를 초과하는 경우, 상기 합금의 청색이 균일하게 구현되지 못하고 은회색 중 국부적으로 일부만이 청색을 가질 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예와 같이 외부뿐 아니라 상기 외부와 연결되는 내부까지 균일한 청색을 갖도록 하기 위해서는 상기 합금의 평균 파장값은 420nm 내지 460nm인 것이 바람직하다.
- [0041] 또한, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 JIS Z-8730에 따라 정의되는 광도인자 (Luminosity factor)(L)이 60 내지 90일 수 있다. 상기 광도인자 (L)은 헌터의 색차식 (Hunter L)에 의한 값이고, 상기 광도인자가 340 미만이거나 420 초과인 경우, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 전체적으로 균일한 청색을 갖지 못할 수 있고, 전체적으로 순수한 Al강의 색인 은회색을 갖거나 또는 국부적으로만 청색을 갖는 불균일한 색으로 구현될 수 있다.
- [0042] 통상, 순수 Al강 (pure Al)은 그 자체가 은회색을 갖고 있는 것으로 Al 강 소재 자체로는 색 구현이 불가능하여 상기 순수 Al강에 원하는 색을 표현하기 위해서는 추가적인 후처리인 아노다이징, 도장공정이나 도금공정, 인쇄 증착 등의 방법을 사용해야만 한다. 반면, 소재를 가공하는 공정이 복잡하여 색 구현에 한계가 있고, 구현된 색도 영구적이지 못하기 때문에 추가 공정이 필요하므로 이에 의하여 제품의 원가 상승 등의 원인이 되어 왔다. 또한, 이와 같이 금속 표면에 구현된 색은 외부 환경의 조건에 따라 광택도 손실 및 그에 따른 색상 변화로 색상을 유지하는데 어려움이 있었다. 특히, 도장공정에서는 휘발성 유기 화합물이 대거 함유되어 있는 도료의 사용으로 인한 환경오염 문제도 크게 대두되고 있는 실정이다.
- [0043] 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 Al강의 기계적 강도 등의 물성을 가지면서, 전술한 바와 같은 색을 구현하기 위한 공정을 사용하지 않고 단순히 합금 설계를 통해 푸른색 계열의 고유한 색상을 가질 수 있다. 또한, 본 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 청색을 갖고, 동시에 우수한 연성을 가지므로 가공성 및 성형성이 우수하여 대량 생산 및 여러 응용분야로 적용될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 상기 Al-Si-Mg계 합금은, 두께가 25 μ m 이하인 경우, 질량%로, 2wt% 이상 내지 7wt% 이하의 Si, 5wt% 이상 내지 9wt% 이하의 Mg를 함유하고 잔부 Al 및 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다. 상기 Al-Si-Mg계 합금의 용도를 다양하게 하기 위해서는 높은 가공성 및 성형성을 갖는 것이 바람직한데, 본 발

명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금이 두께가 25 μ m 이하인 경우에는 2wt% 이상 내지 7wt% 이하의 Si, 5wt% 이상 내지 9wt% 이하의 Mg의 범위가 아닌 그 외의 범위인 경우 강한 취성을 갖게 되어 강도는 높아지나 연성이 저하된다는 문제점이 있다. 상기 Al-Si-Mg계 합금은 두께가 증가할수록 외부에서 가해지는 압력에 대하여 더 향상된 연성 특성을 갖는다. 본 발명의 일 실시예에서는 상기 연성에 대한 특성은 두께가 25 μ m 이하인 Al-Si-Mg계 합금을 이용하였다.

[0045] 예컨대, 상기 Si가 2wt% 미만이고 Mg가 5wt% 미만인 경우, Al-Si-Mg계 합금이 공정반응 (eutectic reaction)에서 용융상태에서 바로 고체상태로 전환되므로, 공정 조직의 전형적인 특징 중 하나인 강한취성을 갖게 된다. 또한, 상기 Si가 7wt% 초과이고 Mg가 9wt% 초과인 경우에는 금속간 화합물 상의 형성과 매우 미세한 층상 (lamellar structure) 구조 때문에 강도의 향상과 더불어 연성이 떨어지는 특징을 보이고 있다. 바람직하기로는, 상기 Si는 2.09wt% 이상 내지 21.1wt% 이하이고, 상기 Mg는 4.49wt% 이상 내지 18.4wt% 이하일 수 있다.

[0046] 상기 Al-Si-Mg계 합금은 압축강도가 120MPa 내지 280MPa이고, 연신율이 3% 내지 60%일 수 있다. 상기 압축강도가 120MPa 미만이거나 또는 연신율이 3% 미만인 경우에는 Al-Si-Mg계 합금이 거칠고 잘 부서져 (brittle) 낮은 가공성을 가짐으로 상기 Al-Si-Mg계 합금의 형상을 다양하게 제어하기 어렵다는 문제가 있다. 또한, 상기 Al-Si-Mg계 합금의 압축강도가 280MPa 초과이거나, 연신율이 60% 초과인 경우에는 상기 Al-Si-Mg계 합금의 기계적 강도가 저하될 수 있다.

[0047] 또한, 본 발명은 하기 화학식 1로 나타내어지는 조성을 함유하며, 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 갖는 합금일 수 있다.

[0048] [화학식 1]

[0049] $Al_{(100-x-y)}Si_xMg_y$

[0050] 상기 화학식 1에서, $2 \leq x \leq 20$ 이고 $5 < y \leq 20$ 이다.

[0051] 바람직하기로는, 상기 합금의 두께가 25 μ m 이하인 경우에는 화학식 1에서, $2 \leq x \leq 6$ 이고 $6 \leq y \leq 9$ 이다.

[0052] 상기 Al, Si 및 Mg를 불순물이 거의 없도록 하여 화학식 1과 같이 $Al_{(100-x-y)}Si_xMg_y$ 로 나타낼 수 있다. 이때, 상기 Al, Si 및 Mg는 원자%로 나타낼 수 있고, 상기 화학식 1에서, $2 \leq x \leq 20$ 이고 $5 < y \leq 20$ 일 수 있다. 상기 화학식 1에서 x 및 y가 위의 범위를 벗어난 경우에는, 상기 합금은 외부에서 내부로 균일하게 청색을 구비할 수 없고, 상기 합금의 일부만이 국부적으로 청색을 갖거나, 또는 금속 본래의 색인 은회색일 수 있다.

[0053] 합금은 두께가 증가할수록 벤딩특성에 대한 평가시 외부압력에 대하여 연성의 효과가 증가할 수 있다. 예컨대, 상기 합금의 두께가 25 μ m 이하인 경우에는 화학식 1에서, $2 \leq x \leq 6$ 이고 $6 \leq y \leq 9$ 일 수 있다. 상기 합금의 두께가 25 μ m 이하인 경우와 같이 매우 얇은 두께의 합금의 경우에는 화학식 1에서 $2 \leq x \leq 6$ 이고 $6 \leq y \leq 9$ 일 때, 상기 합금을 청색을 구비하면서 동시에 벤딩특성에 대해서 우수한 연성을 구비할 수 있다.

[0055] 이하 본 발명의 실시예 및 비교예를 기재한다. 그러나, 하기 실시예들은 본 발명의 바람직한 일 실시예일뿐 본 발명의 권리 범위가 하기 실시예들에 의하여 제한되는 것은 아니다.

[0057] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금과 순수한 Al강의 측면을 비교한 사진이고, 도 3b는 도 3a에 따른 Al-Si-Mg계 합금과 순수한 Al강의 단면을 비교한 사진이다.

[0058] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 직경이 5mm인 순수한 Al강 (pure Al)과 $Al_{60}Si_{20}Mg_{20}$ (Al : 60.71wt%, Si : 21.06wt%, Mg : 18.23wt%) 합금을 이용하여 각각의 외부 및 내부 색을 확인하였다. 상기 Al강은 전체적으로 은색인 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 $Al_{60}Si_{20}Mg_{20}$ 합금은 상기 외부에서 내부를 향하는 깊이방향으로 균일한 청색을 갖도록 구비될 수 있다.

[0060] 실시예 및 비교예에 따른 강종의 제조

[0061] Al (순도 99.999%), Si (순도 99.9999%) 및 Mg (순도 99.99%)를 이용하여 표 1에 기재된 바와 같이, 각각의 Al, Si, Mg의 함량을 달리하여 강종 A 내지 강종 V를 제조하였다. 아르곤 (Ar)분위기에서, 먼저 Al을 그래파이트 (graphite) 도가니에 넣고 600 $^{\circ}$ C까지 온도를 올려서 Al을 녹인 후, 이어서 Al이 녹아 있는 그래파이트 도가니에 Mg를 넣고 온도를 650 $^{\circ}$ C로 상승시켜 Mg를 녹인 후, Si를 넣고 온도를 1410 $^{\circ}$ C로 상승시켜 Al을 녹였다. 이와 같이 제조된 Al-Si-Mg 용융물을 구리 콘 몰드 (Cu corn mold)에 넣어 강종 A 내지 강종 V에 따른 Al-Si-

Mg계 합금을 제조하였다. 강종 A 내지 강종 V에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 인덕션 코일 (induction coil)이 감겨 있어 내부를 고온으로 유지할 수 있고 아웃렛이 구비된 주입기에 구비시킨 후 아르곤 (Ar) 분위기 하에서 상기 아웃렛을 통하여 강종 A 내지 강종 V에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 용융물을 회전하는 구리 휠 (Cu wheel)상에 배출시켜 멜트 스피닝 (melt spinning)을 통하여 리본의 형상으로 제조하였다.

[0062]

[0063] 하기, 표 1에 기재된 바와 같은 성분 함량 (wt%)을 갖는 Al-Si-Mg계 합금인 강종 A 내지 강종 V를 이용하여 외관색상, 벤딩 (bending)특성 및 파장값을 확인하였고, 이를 표 2에 나타내었다. 또한, 표 1에서 각각의 강종에 대해서 화학식 1를 이용하여 Al, Si 및 Mg를 원자량으로 표시하여 기재하였다.

표 1

[0064]

강종	화학식 1	Al (wt%)	Si (wt%)	Mg (wt%)
A	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	60.71	21.06	18.23
B	Al ₇₀ Si ₁₅ Mg ₁₅	70.52	15.75	13.63
C	Al ₇₅ Si ₂₀ Mg ₅	74.76	20.75	4.49
D	Al ₇₀ Si ₂₀ Mg ₁₀	70.12	20.85	9.02
E	Al ₆₅ Si ₂₀ Mg ₁₅	65.44	20.96	13.6
F	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	60.71	21.06	18.23
G	Al ₇₅ Si ₅ Mg ₂₀	76.36	5.30	18.34
H	Al ₇₀ Si ₁₀ Mg ₂₀	71.12	10.58	18.3
I	Al ₆₅ Si ₁₅ Mg ₂₀	65.9	15.83	18.27
J	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	60.71	21.06	18.23
K	Al ₇₆ Si ₁₉ Mg ₅	75.79	19.72	4.49
L	Al ₇₂ Si ₁₈ Mg ₁₀	72.18	18.78	9.03
M	Al ₆₈ Si ₁₇ Mg ₁₅	68.54	17.84	13.62
N	Al ₆₄ Si ₁₆ Mg ₂₀	64.86	16.88	18.26
O	Al ₇₆ Si ₅ Mg ₁₉	77.3	5.29	17.41
P	Al ₇₂ Si ₁₀ Mg ₁₈	73	10.55	16.44
Q	Al ₆₈ Si ₁₅ Mg ₁₇	68.74	15.78	15.48
R	Al ₆₄ Si ₂₀ Mg ₁₆	64.5	20.98	14.52
S	Al ₉₂ Si ₂ Mg ₆	92.47	2.09	5.43
T	Al ₈₇ Si ₄ Mg ₉	87.64	4.19	8.17
U	Al ₈₇ Si ₆ Mg ₇	87.39	6.27	6.33
V	Al ₈₀ Si ₁₀ Mg ₁₀	80.42	10.55	9.03

[0066] 강종의 물성확인 방법

[0068] 1. 외관색상 및 파장값, 명도지수 L 확인

[0069] 각각의 강종은 각각에 대하여 복수개의 시료로 제조하여 그 색상을 확인하였다. 색상이 균일하게 청색을 갖는 강종에 대해서만 청색으로 표시하였고, 일부만이 청색을 갖고 일부는 은색을 포함하고 있는 경우에는 불균일로 표시하였다. 또한, 상기 강종의 색상 중 청색의 명도에 따라서 연한 청색은 연청, 중간 청색은 중청 및 진한 청색은 진청으로 구분하였다.

[0070] 파장값은 도 4에 도시된 장치에 의하여 스펙트럼을 측정하였고, 도 5와 같은 결과를 확인하여 이를 수치값으로

표현하였다. 상기 스펙트럼 측정은 옵틱 파이버 (optic fiber)를 이용하여 할로겐 램프를 광원으로 하여 준비하였고, 암실조건에서 하얀색의 표준샘플 (reference sample)을 이용하여 기준을 맞춘 후, 샘플의 색상 변화에 따른 파장값과 CIE L*a*b값을 측정하였다. 여기에 사용된 샘플은 모두 동일한 크기와 동일한 조건 (10cm의 길이의 리본을 슬라이드 글라스 (slide glass)에 부착시킨 후 측정)으로 측정하였다.

[0071] 명도지수 L은 헌터의 색차식 (JIS Z8730 참조)에 따른 값으로 장치 (QEPRO for CM, 200~925nm with Operating software)에 의하여 측정하였고, 모든 샘플은 암실에서 동일한 조건으로 측정하였고, 데이터의 안정성을 확보하기 위해 평균 스캔 (Scan to Average)는 100회로 실시하였다. 각각의 데이터를 총 합산하기 위해 걸린 시간은 10min으로 모두 동일하게 진행하였다. 또한, 상기 파장값과 함께 측정된 합금의 색은 헌터의 색차식 (JIS Z8730 참조)에 의한 명도지수 L와 크로마티니스 지수 a, b의 값에 의해 평가하였다.

[0073] 2. 벤딩 (Bending)특성 확인

[0074] 도 6은 벤딩특성을 확인한 방법에 대한 사진이고, 도 7은 표 2에 도시한 벤딩특성의 결과를 나타낸 사진이다. 도 6을 참조하면, 벤딩특성은 각 강종에 대하여 샘플 (두께 20 μ m 내지 25 μ m, 길이 5cm)를 제작하여 실험하였다. 상기 샘플의 양 말단부를 핀셋으로 고정된 후, 상기 샘플의 중심부를 기준으로 양 말단부를 벤딩시켜 그 특성을 확인하였다. 이때, 양 말단부로 동일한 힘이 가해지도록 하였으며 실험의 편차를 없애기 위하여 각 강종당 총 5개의 샘플을 실험하였다.

[0076] 3. 압축특성 확인

[0077] 샘플은 아르곤 분위기에서 인덕션 코일을 이용하여 탄소 도가니를 유도 가열하여 봉상 3mm로 제작, 봉상 직경의 2:1의 비율로 만능시험기 (Universal Test Machine)를 이용하여 강종에 대한 압축특성을 확인하였다. 각 강종의 압축특성을 확인하기 위하여 게이지 직경 3 mm 및 길이 6 mm 사이즈로 압축시편을 제작한 후, 만능 시험기 (UTM, Universal Test Machine)를 사용하여 압축 시험을 수행하였다. 구체적인 압축시험 조건은 상온에서 연신율계 (extensometer)를 부착하고 변형률 5 x 10⁻³ s⁻¹로 실시하였으며, 실험의 정확성을 위해 동일 조건에서 최소 3회 이상 수행하여 하기 표 5와 같은 압축강도 (항복강도) 결과를 얻었다.

[0079] 강종의 물성확인 결과

[0081] 도 7을 참조하면, 완전취성은 전술한 바와 같이 벤딩특성을 실험시에 샘플이 산산 조각이 된 경우이고, 취성은 완전취성 정도까지는 아니나 샘플이 조각으로 부러진 경우를 의미한다. 약한취성은 샘플이 두 조각으로 깔끔하게 나뉜 경우이고, 연성은 샘플이 완전히 접혀서 부러지지 않은 경우이다. 도 7과 같은 결과를 바탕으로 강종 A 내지 강종 V에 대한 벤딩특성을 표 2에 기재하였다. 벤딩특성에서 완전취성, 취성, 및 약한취성의 경우에는 합금의 가공 시 상대적으로 가공성이 저하됨을 의미하고, 연성은 합금의 가공성이 우수함을 의미한다. 반면, 본 실시예에서의 벤딩특성은 샘플의 두께가 20 μ m 내지 25 μ m인 것을 이용한 것으로, 샘플의 두께가 증가하면 연성에 대해서는 유리한 효과를 가짐으로, 본 실시예보다 두꺼운 샘플을 이용하여 벤딩특성을 실험하는 경우에는, 예컨대 상기 샘플에서 약한취성으로 나온 결과의 조성범위에서도 연성을 가질 수 있다. 즉, 상기 벤딩특성에서의 가공성은 두께에 대한 상대적인 가공성을 의미한다.

표 2

강종	Al-Si-Mg계 합금	외관색상	파장값 평균 (nm)	파장값 범위 (nm)	벤딩특성
A	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	진청	424.79	410~430	완전취성
B	Al ₇₀ Si ₁₅ Mg ₁₅	진청	425.11	410~430	취성
C	Al ₇₅ Si ₂₀ Mg ₅	불균일 (일부청색)	550	500~600 사이의 넓은 범위의 파장값	취성
D	Al ₇₀ Si ₂₀ Mg ₁₀	중청	429.22	420~440	취성
E	Al ₆₅ Si ₂₀ Mg ₁₅	진청	426.37	420~440	취성
F	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	진청	424.79	420~440	완전취성
G	Al ₇₅ Si ₅ Mg ₂₀	진청	433.15	420~450	약한취성
H	Al ₇₀ Si ₁₀ Mg ₂₀	진청	437.51	420~450	취성

I	Al ₆₅ Si ₁₅ Mg ₂₀	진청	442.94	420~450	취성
J	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	진청	424.79	420~450	완전취성
K	Al ₇₆ Si ₁₉ Mg ₅	불균일 (일부청색)	450.77	500~600 사이의 넓은 범위의 과장값	완전취성
L	Al ₇₂ Si ₁₈ Mg ₁₀	중청	452.33	430~460	취성
M	Al ₆₈ Si ₁₇ Mg ₁₅	중청	449.79	430~460	취성
N	Al ₆₄ Si ₁₆ Mg ₂₀	중청	435.2	430~460	취성
O	Al ₇₆ Si ₅ Mg ₁₉	연청	428.87	420~440	약한취성
P	Al ₇₂ Si ₁₀ Mg ₁₈	중청	431.22	420~440	취성
Q	Al ₆₈ Si ₁₅ Mg ₁₇	진청	427.61	420~440	취성
R	Al ₆₄ Si ₂₀ Mg ₁₆	진청	425.1	420~440	취성
S	Al ₉₂ Si ₂ Mg ₆	하늘색	450.12	410~460	연성
T	Al ₈₇ Si ₄ Mg ₉	파란색	456.65	450~460	연성
U	Al ₈₇ Si ₆ Mg ₇	파란색	426.31	420~440	연성
V	Al ₈₀ Si ₁₀ Mg ₁₀	중청	430.98	420~450	약한취성

[0083] 도 8 및 도 9는 표 2에 나타내 강종에 대한 벤딩특성을 나타낸 사진이다.

[0084] 표 2와 도 8을 참조하면, 강종 E, F, G는 벤딩특성 시험시 부서지는 취성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 강종 E, F는 정도의 차이는 있었으나, 두 강종의 샘플 모두 조각조각으로 부서짐을 확인할 수 있었고, 강종 G의 경우에는 샘플의 잔 부서리기가 없이 깔끔하게 두 조각으로 절단됨을 확인할 수 있었다.

[0085] 또한, 도 9를 참조하면 강종 S, T, U는 벤딩특성 시험시 부서지지 않고 접힌 상태로 유지됨을 확인할 수 있었다. 또한, 상기 강종 S, T, U는 다시 접힌 상태에서 다시 펼쳐져 대략 접히기 전 상태와 유사한 상태로 복원할 수 있었다.

[0086] 도 10 내지 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금과 Al강의 색을 비교한 사진이다.

[0087] 표 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따르는 Si 2wt% 내지 22wt%, Mg 4wt% 초과 내지 19wt%, 및 잔부 Al과 불가피한 불순물로 이루어지는 Al-Si-Mg계 합금의 경우에는 모두 청색을 가짐을 확인할 수 있었다. 표 2에 기재된 청색은 각 강종의 외부부터 내부까지 모두 균일하게 청색을 가짐을 의미하고, 불균일의 의미는 강종의 일부 분은 청색을 가지나 상기 청색이 전체적으로 균일하게 나타나지 않음을 의미한다. 또한, 화학식 1인 Al_(100-x-y)Si_xMg_y로 나타낸 합금의 경우에는, 2 ≤ x ≤ 20이고 5 < y ≤ 20인 경우에 전체적으로 균일한 청색을 가짐을 확인할 수 있었다.

구체적으로는, 표 1 및 표 2에 도시된 바와 같이, 중량%로, 2.09wt% 이상 내지 21.1wt% 이하의 Si, 4.49wt% 초과 내지 18.4wt% 이하의 Mg를 함유하고 잔부 Al과 불가피한 불순물로 이루어지는 Al-Si-Mg계 합금은 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 갖고, 평균 과장값이 420nm 내지 460nm이며, JIS Z-8730에 따라 정의되는 광도인자 (Luminosity factor)가 60 내지 90임을 확인할 수 있다. 또한, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 상기 외부에서 내부를 향하는 깊이방향으로 균일한 청색을 갖도록 구비되고 압축강도가 120MPa 이상 내지 280MPa 이하이고, 연신율이 3% 이상 내지 60% 이하이다.

[0088] 또한, 표 2와 함께 도 10을 참조하면, 제1 행에서는 Al강과 강종 L, M, N, F를 나타내었고, 제2 행에서는 강종 S, D, E, I, T를 나타내었으며, 제3 행에서는 H, V, G, U, B를 나타내었다. 제1 행의 Al강을 제외하고는 모두 균일하게 외부 및 내부가 전체적으로 청색을 가짐을 확인할 수 있었다. 또한, Al강을 제외한 제1 행은 하늘색과 같이 보여지는 연청 (흐린청색)을 나타내고, 제2 행은 중청 (청색)을 나타내었으며, 제3 행에서는 보라색과 같이 보여지는 진청 (진한청색)을 나타냄을 확인할 수 있었다. 또한, 동일한 행에서는 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 더 진한 청색을 가짐을 확인할 수 있었다. 도 11를 참조하면, Al강과 강종 P, O, M을 나타내었는데, 도 10과

유사하게 Al강을 제외한 나머지 강은 외부 및 내부가 모두 전체적으로 균일한 청색을 나타냄을 확인할 수 있었다. 표 3에서는 표 2에 기재된 강종 A와 S, T, U에 대한 헌터 (hunter) 및 CIE L*a*b* 색차식을 나타내었다.

표 3

[0089]

강종	화학식 1	Hunter L	Hunter a	Hunter b	CIE L	CIE a	CIE b
A	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	65.2167	-4.7161	-6.6042	71.2351	-1.4006	-11.2333
S	Al ₉₂ Si ₂ Mg ₆	79.7572	4.6564	-10.5796	75	0.3511	-5.8361
T	Al ₈₇ Si ₄ Mg ₉	81.2984	6.2367	-13.0860	76.818	1.7999	-8.3543
U	Al ₈₇ Si ₆ Mg ₇	86.57	5.7013	-8.7631	83.1451	1.0989	-3.857
비교예	Al6061	83.5437	-4.5795	6.4843	86.895	-0.1205	2.1483

[0090]

표 2 및 표 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 청색을 갖는 Al-Si-Mg계 합금은 평균 파장값이 420nm 내지 460nm에 포함되고, 바람직하게는 424nm 내지 456nm임을 확인할 수 있었다. 또한, 헌터의 색차식 (JIS Z8730 참조)으로는 명도지수 L (Hunter L)이 60 내지 90의 범위이고, 바람직하게는 65 내지 87의 범위 내임을 확인할 수 있었다. 또한, CIE L*a*b* 기준 70 내지 85이고, 바람직하게는 71 내지 83 내임을 확인할 수 있었다. 모든 샘플의 측정 환경은 D65광원을 사용하여 진행하였고, 이때의 관측자 각도는 10도를 그 기준으로 한다. 만약 광원과 관측자 각도가 다를 시 상기 합금은 다른 L*a*b* 색상을 나타낼 수 있다. 반면, 기종 강종으로 일반적인 금속색을 갖는 Al6000계인 Al6061 (Al-1.0Mg-0.6Si-0.25Cu-0.25Cr로 이루어진 합금)은 Al, Si 및 Mg를 포함함에도 불구하고 청색을 갖지 못함을 확인할 수 있었다.

[0091]

즉, 본 발명의 일 실시예와 같은 Al, Si 및 Mg 범위를 갖는 Al-Si-Mg계 합금에 한하여 청색을 가짐을 확인할 수 있었다. 도 10을 참조하면, 두께가 20 μ m 내지 25 μ m인 샘플 Al₉₂Si₄Mg₄은 벤딩특성 실험시 연성을 구비함을 확인하였으나, 상기 샘플 Al₉₂Si₄Mg₄이 청색을 갖지 못하고 Al강 (pure Al)과 유사한 은회색 임을 확인할 수 있었다. 샘플 Al₇₅Si₂₀Mg₅는 연성을 갖고, 청색을 갖는 금속임을 확인할 수 있었으나, 샘플의 전체적으로 균일한 청색을 갖지 못하고 부분적으로 청색을 가짐을 확인할 수 있었다.

[0092]

샘플 Al₉₂Si₆Mg₂는 연성을 가지나 청색이 아닌 일반적인 Al강의 색인 은회색을 가짐을 확인할 수 있었다. 본 샘플과 표 2의 강종 S (Al₉₂Si₂Mg₆)을 비교하면, 두 샘플은 모두 Al함량이 92.47wt%로 같고 Si 및 Mg의 함량이 다른 경우이다. 금속의 벤딩특성 (연성)은 상기 금속의 두께가 동일한 경우에는 Si, Mg가 함께 영향을 줄 수 있는데, 샘플 Al₉₂Si₆Mg₂과 강종 S (Al₉₂Si₂Mg₆)는 Si 및 Mg의 총함량이 동일하므로 연성에 대한 영향을 유사하고, 반면 강종 S는 Mg의 함량이 샘플 Al₉₂Si₆Mg₂보다 많아 청색을 가짐을 확인할 수 있었다. 또한, 본 샘플과 표 2의 강종 U (Al₈₇Si₆Mg₇)을 비교하면, 양측 모두 Si는 동일하게 함유한 강종으로 본 샘플은 청색을 갖지 못하는데 반하여 Mg가 6.33wt%로 함유된 강종 U는 청색을 가짐을 확인할 수 있었다.

[0093]

본 발명에서 Al-Si-Mg계 합금의 벤딩특성 및 청색의 외관특성은 각각의 성분범위가 서로 복합적으로 영향을 미쳐 얻을 수 있는 효과이고, Si 및 Mg가 본 발명의 범위 내인 2wt% 이상 내지 22wt% 이하의 Si, 4wt% 초과 내지 19wt% 이하의 Mg로 포함되는 경우에는 전체적으로 균일한 청색을 갖고 Si 및 Mg의 성분범위를 제어함으로써 상기 청색의 명도를 제어할 수 있다.

[0094]

샘플 Al₇₆Si₁₉Mg₅ (Al-Si-Mg는 각각 75.79wt%, 19.72wt%, 4.49wt%)는 도면에 나타난 바와 같이, 청색을 갖지 못하고 일반적인 금속색인 은회색을 가짐을 확인할 수 있었다. 샘플 Al₉₂Si₄Mg₄ 및 샘플 Al₇₆Si₁₉Mg₅는 양측 모두 Si의 함량은 본 발명의 범위에 포함되나 Mg의 함량이 본 발명의 범위 외인 경우로 청색을 갖지 못함을 확인할 수 있었는데, 강종 S (Al₉₂Si₂Mg₆)와 함께 비교하면 Si의 함량이 본 발명의 범위 내인 경우에도 Mg의 함량도 함께 본 발명의 범위 내에 포함되는 경우에만 Al-Si-Mg계 합금 색이 청색임을 확인할 수 있었다.

표 4

[0095]

도 13의 표시	화학식 1	외관색상	벤딩특성
1(원형○)	$Al_{92}Si_2Mg_6$	청색	연성
	$Al_{92}Si_4Mg_4$	은회색	연성
	$Al_{92}Si_6Mg_2$	은회색	연성
2(삼각형▲)	$Al_{87}Si_4Mg_9$	청색	연성
	$Al_{87}Si_6Mg_7$	청색	연성
	$Al_{87}Si_9Mg_4$	은회색	연성

[0096]

표 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 압축특성을 확인한 표이다. 상기 Al-Si-Mg계 합금은 압축강도가 120MPa 이상 내지 280MPa 이하일 수 있고, 연신율은 3% 이상일 수 있다. 바람직하기로는, 상기 Al-Si-Mg계 합금은 압축강도가 123MPa 이상 내지 258MPa 이하일 수 있고, 연신율은 3% 내지 60%일 수 있다.

표 5

[0097]

합금	압축강도(MPa)	연신율(%)
$Al_{60}Si_{20}Mg_{20}$	258.17	3
$Al_{75}Si_5Mg_{20}$	272.58	11%
$Al_{87}Si_4Mg_9$	122.59	과과x

[0098]

도 11은 본 발명의 Al-Si-Mg계 합금의 성분범위에 대한 상태도이다.

[0099]

도 11 및 위의 표 4를 참조하면, 동일한 Al 함량일 경우 Mg의 함량이 청색의 외관에 영향을 미침을 확인할 수 있었다. 또한, Al의 함량이 동일한 경우 Si와 Mg의 총 함량이 동일하면 벤딩특성이 대략 유사함을 확인할 수 있었다. 전술한 바와 같이, 벤딩특성은 가공성, 즉 합금의 연성을 대변하는 물성이다. 합금이 공정반응을 통하여 용융상태에서 바로 고체상태로 가는 경우에는 상기 합금은 연성이 저하될 수 있는데, 상기 Si_xMg_y 가 첨가되는 경우에 Si_xMg_y 에 의하여 합금은 고용될 수 있고 따라서 우수한 연성을 가질 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0100]

본 발명의 일 실시예에 따르는 Al-Si-Mg계 합금은 공정조직 또는 고용화를 이루는 Al-Mg 혹은 Al-Si 합금에 Si 혹은 Mg를 첨가하여 Al-Mg-Si 3원계 합금으로 이루어진 합금일 수 있다. 또한, 상기 Al-Si-Mg계 합금에서 합금 설계를 통하여 푸른색 계열의 유색 금속, 예컨대 청색을 갖는 합금으로 구현될 수 있으며 조성범위를 추가적으로 제어하여 연성을 향상시키고 색상과 기계적 물성을 동시 구현하는 유색금속을 제공할 수 있다.

[0101]

도 14a는 $L^*a^*b^*$ 표색계를 계산하는 방법을 나타내는 도면이고, 도 14b는 도 14a를 이용하여 표 3에 대한 CIE $L^*a^*b^*$ 좌표계를 도시한 그래프이다. 도 15는 표 3에 대한 반사도와 파장을 나타낸 그래프이며, 도 16은 표 3에 대한 합금색을 나타낸 도면이다. 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 성분범위에 대한 금속 색을 나타낸 결과이다.

[0102]

도 14a를 참조하면, CIE $L^*a^*b^*$ 표색계는 JIS(JIS Z 8729)에 의하여 사용되는 값으로, $L^*a^*b^*$ 표색계에서는 명도를 L^* , 색상과 채도를 나타내는 색도를 a^*b^* 로 나타낸다. 구체적으로는, 삼자극 값을 이용하여 CIE $L^*a^*b^*$ 는 하기와 같은 방식에 의하여 구할 수 있다.

[0103]

표색계를 이용하여 가시광선 영역 내에서 재료의 반사도를 측정하고, 측정한 반사도를 D65 (정오의 태양광, 색온도 6500K)를 기준으로 해서 광원의 파장 값을 구한다. 이어서, 재료의 반사도 값과 관측자 각도를 곱해주면 재료의 삼자극 값을 구할 수 있는데, 이와 같이 결정된 삼자극 값을 기준으로 CIE $L^*a^*b^*$ 값으로 치환하여 얻을 수 있다.

[0104]

우선, 사용된 광원의 각 파장에 해당하는 값을 구하는데, 이때 도 14a에 도시된 표와 같은 예시로 구할 수 있다. 이어서, 각 파장에 해당하는 반사도를 구하고, 해당하는 관측자 함수 값을 구한다. 그 후 가시광선 영역 내에서 전술한 값들 사용된 광원의 각 파장에 해당하는 값, 반사도, 관측자 함수 값을 더한다.

[0105]

하기 식을 이용하여 변수 대입을 통하여 CIE Xyz 함수 값으로 변환한다.

- [0106] $x = X / (X + Y + Z)$
- [0107] $y = Y / (X + Y + Z)$
- [0108] $z = Z / (X + Y + Z) = 1 - x - y$
- [0109] 이어서, 하기 식을 이용하여 변수 대입을 통하여 CIE L*a*b* 함수 값으로 변환한다.
- [0110] $L^* = 116f(Y/Y_n) - 16$
- [0111] $a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$
- [0112] $b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$
- [0113] if, $t > (6/29)^3$ 인 경우, $f(t) = t^{1/3}$
- [0114] if, $t \leq (6/29)^3$ 인 경우, $f(t) = (1/3) * (29/6)^2 t + (4/29)$
- [0115] 도 14b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 CIE L*a*b* 색도도로 표현하는 경우, L은 70 내지 85이고, a*는 -1 내지 3이며, b*는 -12 내지 -1일 수 있다. 별법으로, 이를 CIE Yxy 좌표계로 표현하는 경우, Y는 42 내지 62의 값을 갖고, x는 2.7 내지 3.1의 값을 가지며, y는 2.8 내지 3.1의 값을 가짐을 확인할 수 있다.
- [0116] 예컨대, 도 14b에서는 CIE L*a*b*를 이용하여, 비교예인 A16061과 본 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 색상 차이를 나타내었다. b*이 음수를 띄고 더 작은 값을 가질수록 재료는 청색을 띄는데, A16061의 b*값은 양수를 띄는 반면에 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 경우 b*값이 전부 음의 값을 가짐을 확인할 수 있었다.
- [0117] 도 15는 금속의 광학적 특성을 나타낸 도면으로, 금속의 경우 빛의 흡수와 반사에 의하여 색상을 갖게 되는데, 특정 파장에서 흡수를 하고 특정 파장에서 반사를 하는 경우, 상기 반사하는 부분의 색상이 관찰자 눈에 보이게 된다. 이와 반대로 전 파장 영역대에 걸쳐서 반사도가 비슷한 경우에는 일반적인 금속색으로 보임을 확인할 수 있다.
- [0118] 구체적으로, 금속의 광학적 특성 메커니즘은, 눈으로 보이는 색상은 반사도가 높은 부분의 색상이 보일 수 있다. 예컨대, Al-6061의 경우 400nm 내지 500 nm에서의 반사도가 500nm이후의 파장 영역대의 반사도보다 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한, 전 파장 영역대에 걸쳐 반사도의 차이가 5% 이내로써 모든 파장 영역대에 걸쳐 비슷한 반사도를 보이는 것을 볼 수 있다. 따라서, Al-6061의 겉보기 색상은 일반 금속색만으로 이루어져 청색을 띄지 못함을 확인할 수 있다. 반면, 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 경우 다른 파장 영역대보다 400nm 내지 500nm의 청색의 파장에서의 반사도가 높게 나타남을 확인할 수 있었고, 이에 의하여 이들 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 색상은 청색을 띄게 됨을 확인할 수 있었다. 특히 가장 청색을 보이는 Al₆₀Si₂₀Mg₂₀의 경우 400nm 내지 500 nm의 파장영역의 반사도가 다른 부분에 비해 현저히 높기 때문에 가장 청색을 가짐을 확인할 수 있었다.
- [0119] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금과 종래 Si-Mg가 함유된 비교예인 A16000계 합금인 A16061의 스펙트럼과 비교한 경우, 380nm 내지 490nm 영역대의 청색 계열의 반사도와 490nm 이후 스펙트럼에서 큰 차이가 남을 확인할 수 있다. 이는 종래 Si-Mg가 함유된 비교예인 A16061은 파장에 대한 반사도가 거의 변화 없이 일정하게 나타나는데 반하여, 본 발명의 실시예에 따른 강종은 특정 파장에서 반사도가 크게 변함을 확인할 수 있고, 이와 같은 파장에 대한 반사도의 차이에 의하여 본 발명의 실시예의 특유의 외관색상을 가짐을 확인할 수 있다.
- [0120] 즉, 종래 Si-Mg가 함유된 비교예인 A16061은 청색을 나타내는 파장범위인 400nm 내지 500nm 파장범위에서 반사도의 변화율이 10% 이내인 반면, 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 400nm 내지 500nm 파장범위에서 반사도의 변화율이 10% 초과일 수 있으며, 바람직하게는 반사도의 변화율은 10% 내지 30%이다.
- [0121] 도 16을 참조하면, 실제 L*a*b*색 좌표계를 치환하였을 때 나타내는 대표색을 도시하였다. 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 종래 Si-Mg가 함유된 비교예인 A16061과는 다르게 청색을 가짐을 확인할 수 있었다. 또한, 종래 Si-Mg가 함유된 비교예인 A16061에 대한 본 발명의 실시예에 따른 색차가 나타나 있는데, 상기 색차는 색상이 어느 정도의 색이 차이 나는지를 표시하는 지표로, 비교 대상 금속 (예컨대, A16061)에 대하여 얼마나 차이가 나는지를 표시하는 지표일 수 있다. 주로 제지 혹은 페인트 분야에서 주로 사용되는 지표로, 색차는 하

기 식에 의하여 결정되며, 그에 의한 색차 지표는 하기와 같이 구분될 수 있다.

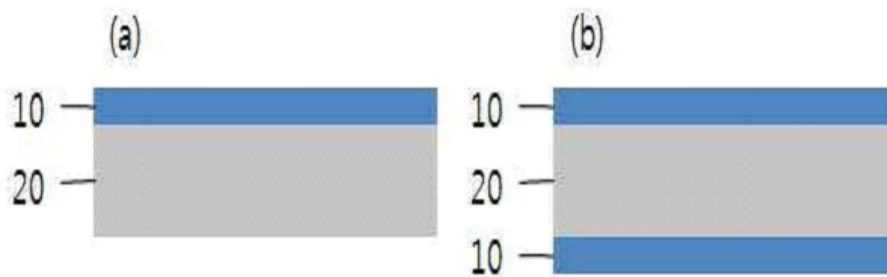
- [0122] 색차 = $(L^2 + a^2 + b^2)^{1/2}$
- [0123] $0 < \text{색차} < 1.5$: 육안으로 식별이 어려운 수준
- [0124] $1.5 \leq \text{색차} < 2.3$: 육안으로 식별여부가 불명확한 수준
- [0125] $2.3 \leq \text{색차}$: 육안으로 식별이 명확한 수준
- [0126] 본 색차와 관련하여 문헌 (Sharma, Gaurav, Digital Color Imaging Handbook, CRC Press, 2003, ISBN 0-8493-0900-X)에는 색차 (ΔE_{ab}^*) ≈ 2.3 인 경우에 육안으로 식별할 수 있음 ($\Delta E_{ab}^* \approx 2.3$ corresponds to a JND (just noticeable difference)이 기재되어 있다.
- [0127] 도 16을 참조하면, 본 발명에 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은 색차가 모두 7 이상으로 종래 Si-Mg가 함유된 비교예인 Al6061과 비교했을 때 독창성을 가짐을 확인할 수 있다.
- [0128] 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금의 성분범위에 대한 금속 색을 나타낸 결과이다.
- [0129] 도 17을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 Al-Si-Mg계 합금은, 중량%로, 2wt% 이상 내지 22wt% 이하의 Si, 4wt% 초과 내지 19wt% 이하의 Mg를 함유하고 잔부 Al과 불가피한 불순물로 이루어지며, 외부와 상기 외부에서 연결되는 내부가 연속적으로 청색을 가짐을 확인할 수 있다.
- [0131] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

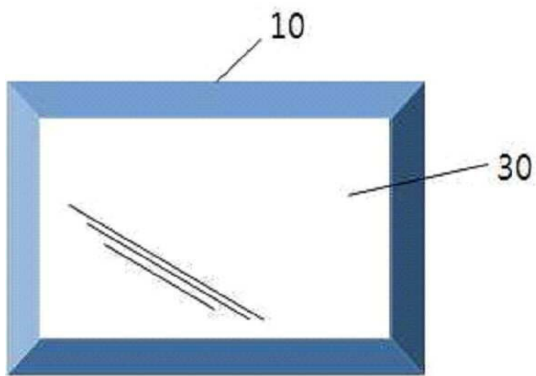
- [0132] 10 : Al-Si-Mg계 합금
- 20 : 금속
- 30 : 디스플레이

도면

도면1



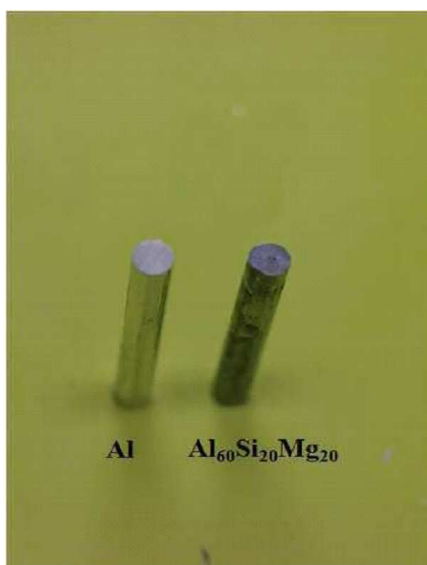
도면2



도면3a



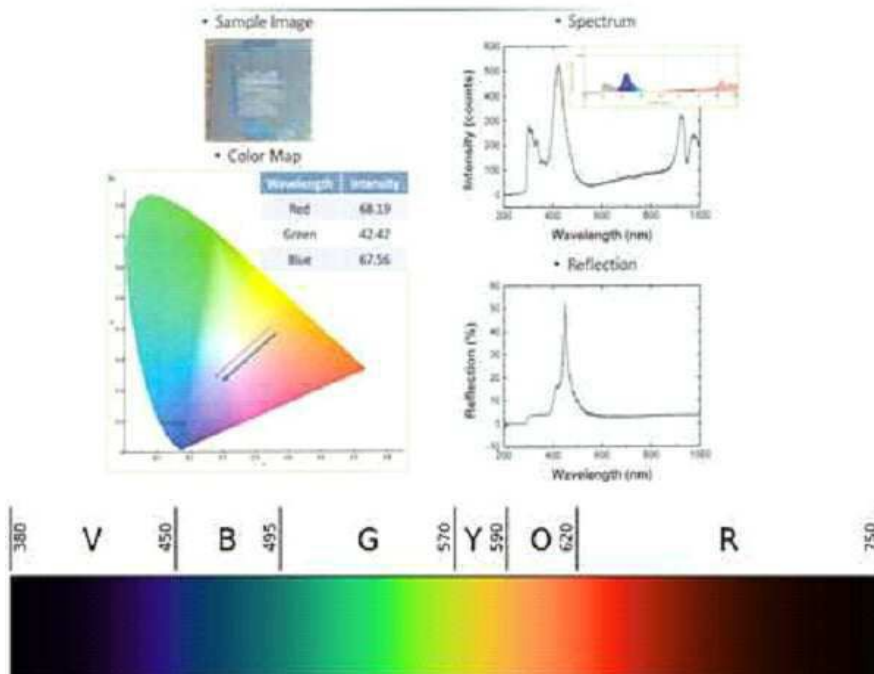
도면3b



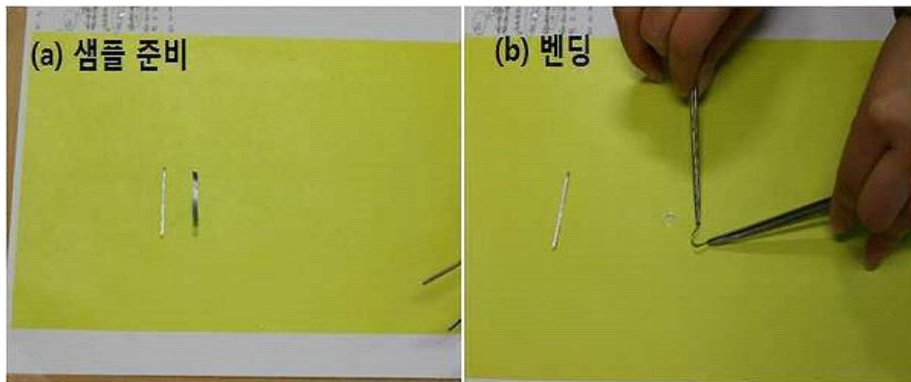
도면4



도면5



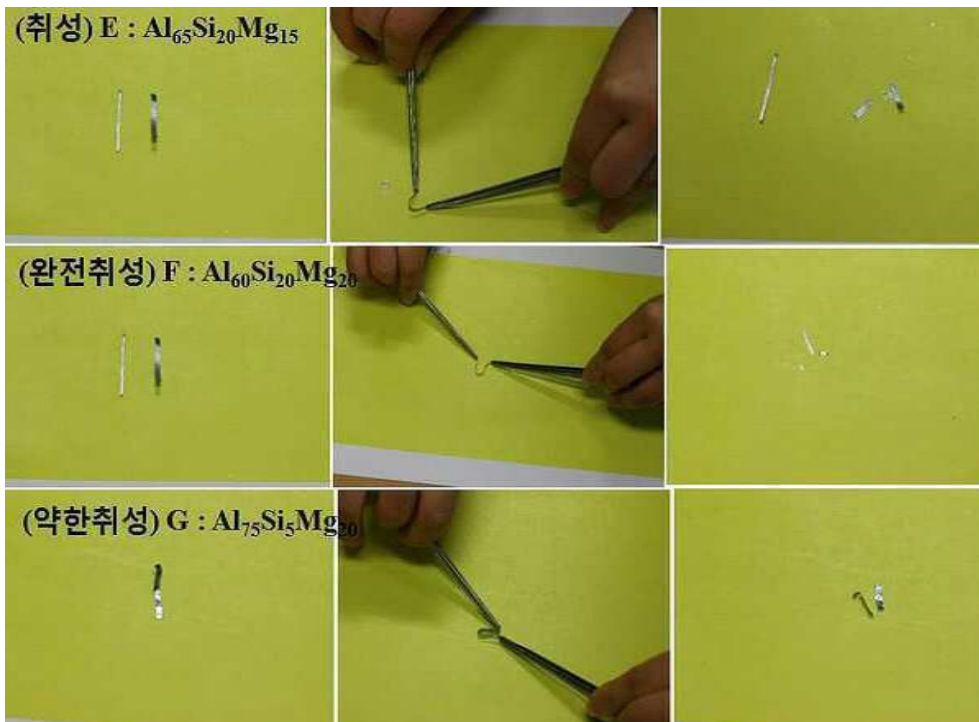
도면6



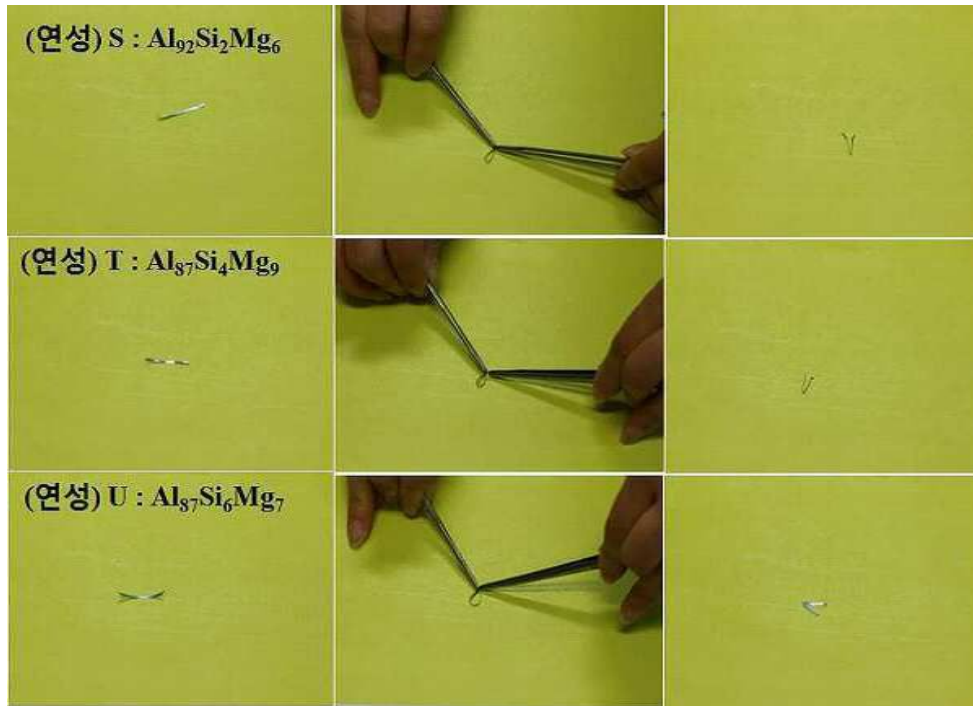
도면7



도면8



도면9



도면10



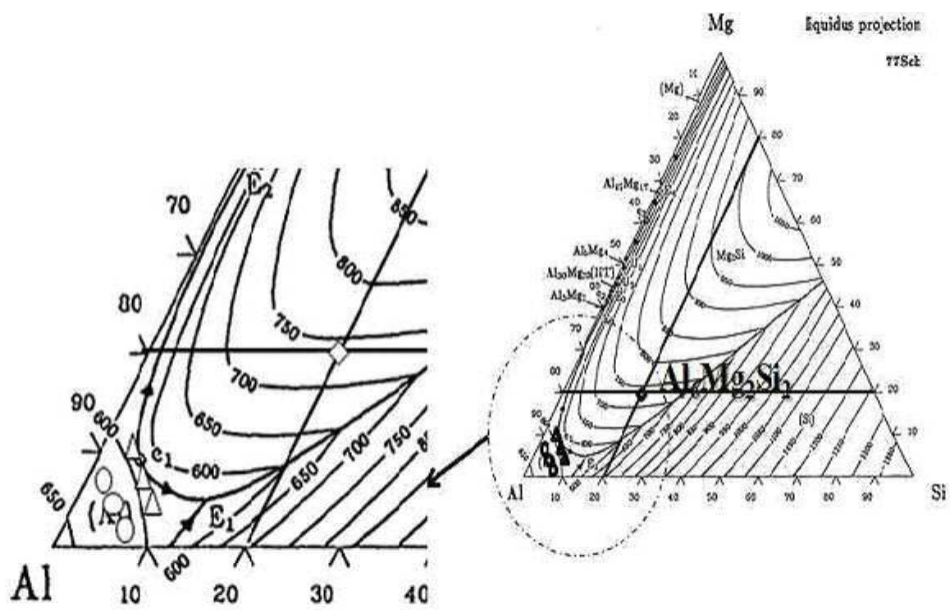
도면11



도면12



도면13



도면14a

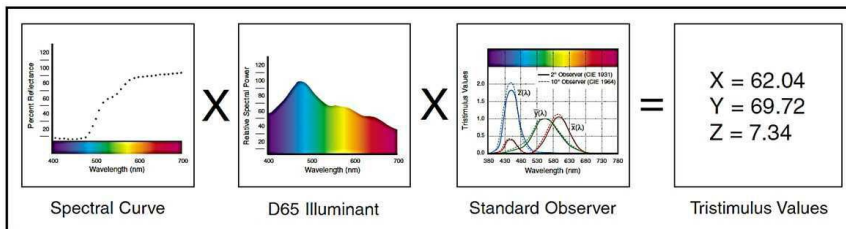
➤ Convert spectrum to L*a*b* value

λ	$E(\lambda)$	$P(\lambda)$	$Y(\lambda)$	$E(\lambda)P(\lambda)Y(\lambda)$
400	90	0.8	0.01	0.72
420	85	0.83	0.02	1.41
440	82	0.84	0.04	2.76
...				
700	99	0.12	0.01	0.12

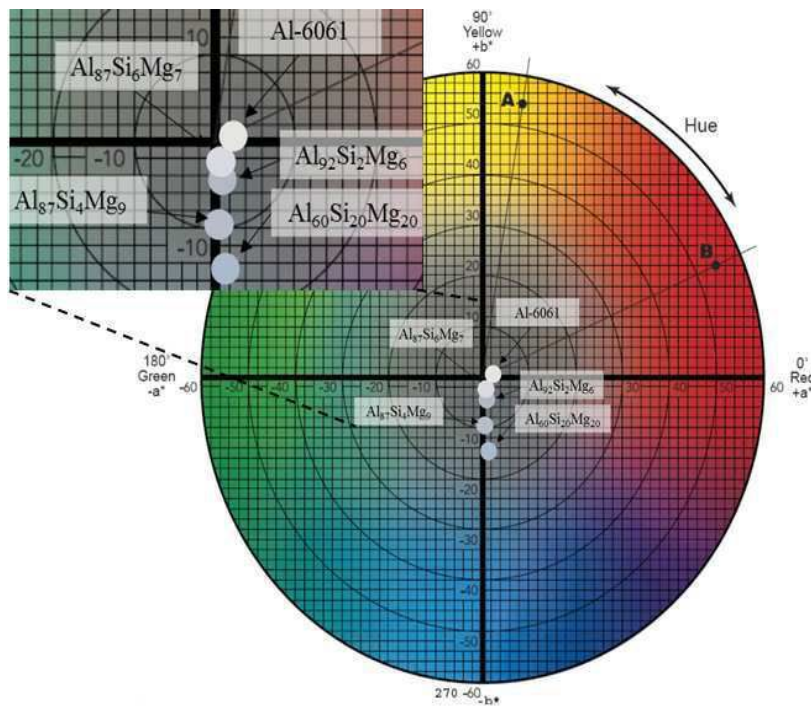
$$\sum 32.45$$

$$Y = \sum E(\lambda)P(\lambda)\bar{y}(\lambda)$$

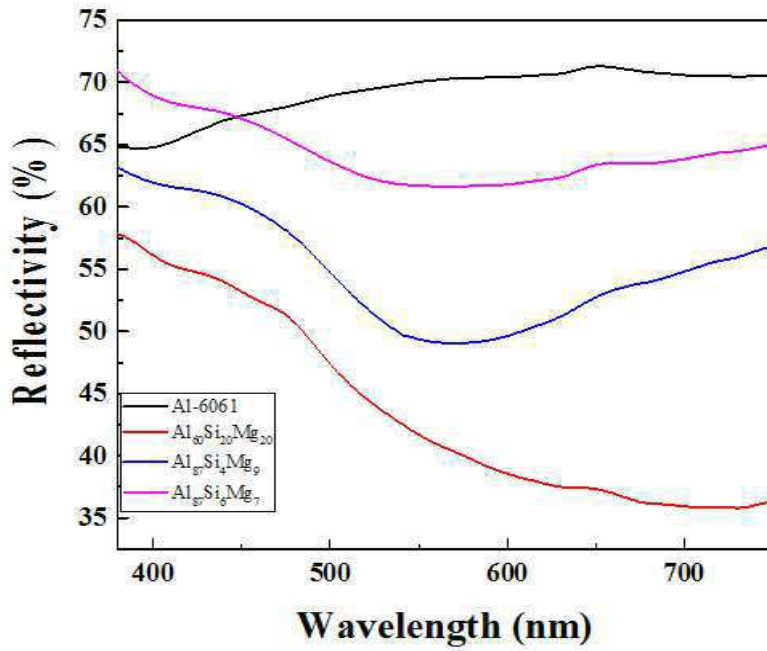
Tristimulus Value Illuminant Reflectance Observer (colour-matching function)



도면14b



도면15



도면16a

조성	Al6061	Al ₆₀ Si ₂₀ Mg ₂₀	Al ₈₇ Si ₆ Mg ₇	Al ₈₇ Si ₄ Mg ₉	Al ₉₂ Si ₂ Mg ₆
색상					
색차	0	20.63827	7.184171	14.68123	14.33402

도면16b

