



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0047598
(43) 공개일자 2020년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22F 1/053 (2006.01) B22D 11/00 (2006.01)
B22D 7/00 (2006.01) C22C 21/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22F 1/053 (2013.01)
B22D 11/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7008466
(22) 출원일자(국제) 2018년08월28일
심사청구일자 2020년03월24일
(85) 번역문제출일자 2020년03월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/048305
(87) 국제공개번호 WO 2019/046275
국제공개일자 2019년03월07일
(30) 우선권주장
62/551,497 2017년08월29일 미국(US)

(71) 출원인
노벨리스 인크.
미국 30326 조지아주 슈트 2000 애틀란타 레녹스
로드 3560
(72) 발명자
레이브라즈 다비드
스위스 3960 시에르 아브뉴 드 프랑스 32
웍스태프 사무엘 로버트
미국 30066 조지아주 마리에타 스톡턴 드라이브
2418
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 윤정호

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 안정된 T4 템퍼의 7XXX 시리즈 알루미늄 합금 제품 및 이를 제조하는 방법

(57) 요약

본 개시는 일반적으로 안정된 T4 템퍼로 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품을 제공한다. 본 개시는 또한 예를 들어 주조, 압연, 용체화, 담금질, 재가열, 및 서냉의 조합을 포함하는 공정을 사용하여 이러한 제품을 제조하는 방법을 제공한다. 본 개시는 또한 예를 들어 차량, 운송, 전자 기기, 및 산업 응용에서 이러한 제품의 다양한 최종 용도를 제공한다.

(52) CPC특허분류

B22D 7/005 (2013.01)

C22C 21/10 (2013.01)

(72) 발명자

클레르크 스티브

스위스 3960 시에르 몽-노블르 10

탈라 라자세크하르

미국 30188 조지아주 우드스톡 파펠리온 트레이스
512

카마트 라지브 지.

미국 30062 조지아주 마리에타 킨랜드 로드 3357

명세서

청구범위

청구항 1

압연된 알루미늄 합금 제품을 제조하는 방법으로서,

7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 제공하는 단계로서, 상기 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은 용융 7xxx 시리즈 알루미늄 합금으로서 제공되는, 상기 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 제공하는 단계;

알루미늄 합금 주조 제품을 제공하기 위해 상기 용융 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 주조하는 단계;

균질화된 알루미늄 합금 주조 제품을 제공하기 위해 상기 알루미늄 합금 주조 제품을 균질화하는 단계;

압연된 알루미늄 합금 제품을 형성하기 위해 상기 균질화된 알루미늄 합금 주조 제품을 압연하는 단계; 및

상기 압연된 알루미늄 합금 제품을 용체화하고 사전-시효하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은 AA7011, AA7019, AA7020, AA7021, AA7039, AA7072, AA7075, AA7085, AA7108, AA7108A, AA7015, AA7017, AA7018, AA7019A, AA7024, AA7025, AA7028, AA7030, AA7031, AA7033, AA7035, AA7035A, AA7046, AA7046A, AA7003, AA7004, AA7005, AA7009, AA7010, AA7011, AA7012, AA7014, AA7016, AA7116, AA7122, AA7023, AA7026, AA7029, AA7129, AA7229, AA7032, AA7033, AA7034, AA7036, AA7136, AA7037, AA7040, AA7140, AA7041, AA7049, AA7049A, AA7149, AA7204, AA7249, AA7349, AA7449, AA7050, AA7050A, AA7150, AA7250, AA7055, AA7155, AA7255, AA7056, AA7060, AA7064, AA7065, AA7068, AA7168, AA7175, AA7475, AA7076, AA7178, AA7278, AA7278A, AA7081, AA7181, AA7185, AA7090, AA7093, AA7095, 및 AA7099로 이루어진 군으로부터 선택되는, 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은:

4.0 내지 15.0 중량%의 Zn;

0.1 내지 3.5 중량%의 Cu;

1.0 내지 4.0 중량%의 Mg;

0.05 내지 0.50 중량%의 Fe;

0.05 내지 0.30 중량%의 Si;

최대 0.50 중량%의 Zr;

최대 0.25 중량%의 Mn;

최대 0.20 중량%의 Cr;

최대 0.15 중량%의 Ti; 및

최대 0.15 중량%의 불순물을 포함하고,

잔부는 Al인, 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은:

5.6 내지 9.3 중량%의 Zn;

0.2 내지 2.6 중량%의 Cu;

1.4 내지 2.8 중량%의 Mg;

0.10 내지 0.35 중량%의 Fe;

0.05 내지 0.20 중량%의 Si;

최대 0.25 중량%의 Zr;

최대 0.05 중량%의 Mn;

최대 0.05 중량%의 Cr;

최대 0.05 중량%의 Ti; 및

최대 0.15 중량%의 불순물을 포함하고,

잔부는 Al인, 방법.

청구항 5

제3항에 있어서, Mo, Nb, Be, B, Co, Sn, Sr, V, In, Hf, Ag, Sc, Ni, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 및 Lu로 이루어진 군으로부터 선택되는 최대 0.10 중량%의 하나 이상의 원소를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압연된 알루미늄 합금 제품은 알루미늄 합금 시트 또는 알루미늄 합금 웨이트인, 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 압연된 알루미늄 합금 제품은 15 mm 이하의 두께를 갖는, 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 주조하는 단계는 직접 냉경(DC) 주조 또는 연속 주조를 포함하는, 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압연하는 단계는 열간 압연, 냉간 압연, 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는, 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 용체화하는 단계 후에 그리고 상기 사전-시효하는 단계 전에 상기 압연된 알루미늄 합금 제품을 담금질하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계는 상기 압연된 알루미늄 합금 제품을 범위가 60℃ 내지 130℃인 사전-시효 온도로 가열하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계는 최대 약 24시간의 기간 동안 수행되는, 방법.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계 후에, 상기 압연된 알루미늄 합금 제품을 범위가 12시간 내지 48시간인 기간에 걸쳐 대략 실온으로 냉각시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계 후에, 상기 압연된 알루미늄 합금 제품을 권취하는 단계, 및 이어서, 상기 압연된 알루미늄 합금 제품을 실온으로 냉각시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 권취하는 단계는 상기 사전-시효 온도보다 낮은 5℃ 이하의 온도에서 수행되는, 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 냉각시키는 단계는 범위가 12시간 내지 48시간인 기간에 걸쳐 수행되는, 방법.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계 후에 상기 압연된 알루미늄 합금 제품을 권취하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압연된 알루미늄 합금 제품은 사전-시효 직후에 적어도 240 MPa의 항복 강도(R_p)를 갖고, 상기 항복 강도(R_p)는 ISO 6892-1에 따라 측정되는, 방법.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압연된 알루미늄 합금 제품은 상기 사전-시효하는 단계 직후의 생산후 기간 동안 25 MPa 이하의 항복 강도(R_p)의 증가를 보이고, 상기 생산후 기간은 범위가 7일 내지 180 일인, 방법.

청구항 20

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항의 방법에 의해 제조되는 압연된 알루미늄 합금 제품인, 알루미늄 합금 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

우선권 주장

[0002]

본 출원은 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는, 2017년 8월 29일자로 출원된 미국 가출원 제62/551,497호의 이익을 청구하고 그의 우선권을 주장한다.

[0003]

기술분야

[0004]

본 개시는 일반적으로 안정된 T4 템퍼로 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품을 제공한다. 본 개시는 또한 예를 들어 주조, 압연, 용체화(solutionizing), 담금질(quenching), 재가열, 및 서냉(slow cooling)의 조합을 포함하는 공정을 사용하여 이러한 제품을 제조하는 방법을 제공한다. 본 개시는 또한 예를 들어 차량, 운송, 전자 기기, 및 산업 응용에서 이러한 제품의 다양한 최종 용도를 제공한다.

배경 기술

[0005]

7xxx 시리즈의 알루미늄 합금은 다수의 상황에서, 특히 고강도 및 경량이 특히 바람직한 경우에 사용된다. 이러한 이유로, 이러한 합금은 항공우주 산업에서 그리고 휴대 전화와 같은 다양한 전자 제품을 위한 용기(encasement)로서 흔히 사용된다. 이들 이점에도 불구하고, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 성형하는 공정은 소정 제조 상품에 이러한 합금을 사용하는 비용을 증가시킬 수 있는 소정 문제를 일으킬 수 있다.

[0006]

예를 들어, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품은 흔히 F 템퍼로 사용자에게 공급되며, 이는 그것이 예를 들어 압연 공정 후에 용체화가 수행되지 않는 제조된 형태로 공급됨을 의미한다. 따라서, 사용자는 제품 자체를 용체화하여 그를 열간 성형 공정에 의해 제조 제품으로 성형하여야 한다. 일부 다른 경우에, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품은 T6 템퍼로 사용자에게 공급되며, 여기에서 알루미늄 합금 제품은 용체화 후에 인공 시효(artificial

aging)를 거친다. 사용자는 일반적으로 실온에서 이러한 제품을 성형할 수 있지만, 그들의 성형성(formability)은 매우 낮다.

[0007] 알루미늄 합금 제품의 생산과 연관되는 공정을 사용하여 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품을 T4 템퍼로 제조할 수 있으며, 여기에서 제품은 용체화를 거치고, 자연적으로 시효되도록 허용된다. 이러한 제품은 아마도 T6 템퍼로 공급되는 제품과 비교하여 실온에서 바람직한 성형성을 보일 것이다. 그러나, 이러한 공정은 일반적으로 수 일 내에 경화되고 바람직한 성형성 특성을 보이지 않는 불안정한 T4 템퍼로 제품을 산출한다. 알루미늄 합금 제품이 이러한 빠듯한 시간대 내에 용이하게 공급되고 사용될 수 없기 때문에, 알루미늄 합금 제조업체는 전형적으로 이러한 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품을 시장에 공급하지 않았다.

발명의 내용

[0008] 본 발명의 보호되는 실시형태들은 본 발명의 내용 부분이 아니라 청구범위에 의해 정의된다. 본 발명의 내용 부분은 본 발명의 다양한 양태에 대한 고수준의 개요이며, 하기의 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용 부분에서 더 설명되는 개념들의 일부를 소개한다. 본 발명의 내용은 청구되는 기술요지의 핵심 또는 필수 특징을 특정하기 위해 또는 청구되는 기술요지의 범위를 결정하기 위해 분리하여 이용되도록 의도된 것이 아니다. 기술요지는 명세서 전체, 일부나 모든 도면, 및 각 청구범위의 적절한 부분을 참조해서 이해되어야 한다.

[0009] 본 개시는 경화되기 시작하여 그에 의해 성형성을 잃기 전에 상당한 기간, 예를 들어 최대 6개월 동안 안정된 T4 템퍼의 신규한 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품을 제공한다. 이들 제품이 이러한 T4 템퍼의 성형성 이점을 이러한 장기간 동안 유지할 수 있기 때문에, 그들은 제조 생산 사이클 내에 쉽게 통합될 수 있다. 이는 T4 템퍼의 이전에 알려진 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품의 경우, 이들 제품이 일반적으로 그들의 생산 후 단지 며칠 내에 경화되고 성형성을 잃어버리기 시작하기 때문에 불가능하였다. 알루미늄 합금 제품이 구매자의 공장에 도착할 때까지, 재료는 그것이 이전에 보유하였던 유익한 성형성 특성을 잃어버렸을 수 있을 것이다. 따라서, 안정된 T4 템퍼의 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품의 발견은 선행 기술의 상당한 발전을 제공하며, 이러한 재료가 더욱 용이하게 그리고 훨씬 더 낮은 비용으로 제조 제품 내에 통합되도록 허용한다.

[0010] 제1 양태에서, 본 개시는 압연된 알루미늄 합금 제품을 제조하는 방법으로서, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 제공하는 단계로서, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은 용융 7xxx 시리즈 알루미늄 합금인, 상기 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 제공하는 단계; 용융 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 주조하여 알루미늄 합금 주조 제품을 제공하는 단계; 알루미늄 합금 주조 제품을 균질화하여 균질화된 알루미늄 합금 주조 제품을 제공하는 단계; 균질화된 알루미늄 합금 주조 제품을 압연하여 압연된 알루미늄 합금 제품을 형성하는 단계; 및 압연된 알루미늄 합금 제품을 용체화한 다음에 사전-시효(pre-aging)하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다. 일부 실시형태에서, 알루미늄 합금 제품은 스트립, 셰이트(shate), 시트, 플레이트, 빌릿(billet), 또는 다른 알루미늄 합금 제품이다. 일부 이러한 실시형태에서, 압연된 알루미늄 합금 제품은 사전-시효 직후의 생산후 기간(post-production period) 동안 25 MPa 이하의 항복 강도(Rp)의 증가를 보이며, 여기에서 생산후 기간은 범위가 15일 내지 180일이다.

[0011] 제2 양태에서, 본 개시는 알루미늄 합금 제품을 제공하며, 여기에서 알루미늄 합금 제품은 제1 양태의 방법의 임의의 실시형태를 비롯하여, 제1 양태의 방법에 따라 제조되는 압연된 알루미늄 합금 제품이다.

[0012] 제3 양태에서, 본 개시는 제2 양태의 알루미늄 합금 제품, 및 이의 임의의 실시형태를 포함하는 제조 물품을 제공한다.

[0013] 추가적인 양태 및 실시형태들은 본원에 포함된 상세한 설명, 청구 범위, 비제한적인 실시예, 및 도면에 제시된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 사전-시효(PX)를 이용하여 그리고 사전-시효(PX) 없이 제조된 알루미늄 합금 샘플에 대해 초기 생산 후 일수의 함수로서 항복 강도(Rp)의 변화를 도시한다.

도 2는 다양한 조건 하에서 사전-시효를 이용하여 그리고 사전-시효(PX) 없이 제조된 알루미늄 합금 샘플에 대해 초기 생산 후 일수의 함수로서 항복 강도(Rp)의 변화를 도시한다.

도 3a 내지 도 3c는 사전-시효 시간, 사전-시효 온도, 및 페인트 베이킹 사이클(paint bake cycle)이 사용되었는지 여부의 함수로서 알루미늄 합금 샘플에 대한 항복 강도(Rp)의 변화를 도시한다.

도 4a 내지 도 4c는 사전-시효 시간, 사전-시효 온도, 및 페인트 베이킹 사이클이 사용되었는지 여부의 함수로

서 알루미늄 합금 샘플에 대한 신장 강도(elongation strength)의 변화를 도시한다.

도 5a 내지 도 5c는 사전-시효 시간, 사전-시효 온도, 및 페인트 베이크 사이클이 사용되었는지 여부의 함수로서 알루미늄 합금 샘플에 대한 균일 신장률(uniform elongation)의 변화를 도시한다.

도 6a 내지 도 6c는 사전-시효 시간, 사전-시효 온도, 및 페인트 베이크 사이클이 사용되었는지 여부의 함수로서 알루미늄 합금 샘플에 대한 총 신장률의 변화를 도시한다.

도 7a 내지 도 7d는 사전-시효 시간, 사전-시효 온도, 및 페인트 베이크 사이클이 사용되었는지 여부의 함수로서 알루미늄 합금 샘플에 대한 임계 파단 변형률(critical fracture strain)의 변화를 도시한다.

도 8a 내지 도 8d는 사전-시효 시간, 사전-시효 온도, 및 페인트 베이크 사이클이 사용되었는지 여부의 함수로서 알루미늄 합금 샘플에 대한 n -값의 변화를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 개시는 용체화 및 사전-시효 후에 안정된 T4 템퍼에 있는 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품, 및 이를 제조하는 방법을 제공한다. 이들 제품은 사전-시효 후에 상당한 기간 동안 실온에서 용이하게 성형될 수 있다.

[0016] 정의 및 설명

[0017] 본원에서 사용된 "발명", "그 발명", "이러한 발명", 및 "본 발명"이란 용어는 본 특허 출원의 기술요지와 하기의 청구 범위의 모든 것을 광범위하게 나타낸다. 이 용어들을 포함하는 문구는 본원에 기술된 기술 요지를 제한하지 않고 이하의 특허청구범위의 의미 또는 범위를 제한하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 본 설명에서는, AA 번호로 식별되고 "시리즈"나 "7xxx"와 같은 그 밖의 다른 관련된 호칭으로 식별되는 합금이 언급된다. 알루미늄 및 그 합금을 명명하고 식별하는 데 가장 일반적으로 사용되는 번호 지정 체계에 대한 이해를 위해서는, 모두 알루미늄 협회에서 발행된 "International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminum and Wrought Aluminum Alloys" 또는 "Registration Record of Aluminum Association Alloy Designations and Chemical Compositions Limits for Aluminum Alloys in the Form of Castings and Ingot"을 참조한다.

[0019] 본원에서 사용될 때, "일(a)", "하나(an)", 및 "그(the)"의 의미는 문맥상 명백하게 달리 지시하지 않는 한 단수 및 복수의 지시 대상을 포함한다.

[0020] 본원에서 사용될 때, "플레이트"는 일반적으로 약 15 mm보다 큰 두께를 갖는다. 예를 들어, 플레이트는 약 15 mm 초과, 약 20 mm 초과, 약 25 mm 초과, 약 30 mm 초과, 약 35 mm 초과, 약 40 mm 초과, 약 45 mm 초과, 약 50 mm 초과, 또는 약 100 mm 초과,의 두께를 갖는 알루미늄 제품을 지칭할 수 있다.

[0021] 본원에서 사용될 때, "셰이트"(시트 플레이트라고 지칭되기도 함)는 일반적으로 약 4 mm 내지 약 15 mm의 두께를 갖는다. 예를 들어, 셰이트는 약 4 mm, 약 5 mm, 약 6 mm, 약 7 mm, 약 8 mm, 약 9 mm, 약 10 mm, 약 11 mm, 약 12 mm, 약 13 mm, 약 14 mm, 또는 약 15 mm의 두께를 가질 수 있다.

[0022] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "시트"는 일반적으로 4 mm 미만의 두께를 갖는다. 예를 들어, 시트는 약 4 mm 미만, 약 3 mm 미만, 약 2 mm 미만, 약 1 mm 미만, 약 0.5 mm 미만, 약 0.3 mm 미만, 또는 약 0.1 mm 미만의 두께를 가질 수 있다.

[0023] 본원에서는 합금 템퍼 또는 상태를 참조할 수 있다. 가장 일반적으로 사용되는 합금 템퍼 설명의 이해를 위해서는, "American National Standards (ANSI) H35 on Alloy and Temper Designation Systems"를 참조한다. F 상태 또는 템퍼는 제조된 그대로의 알루미늄 합금을 나타낸다. O 상태 또는 템퍼는 어닐링 후의 알루미늄 합금을 지칭한다. 본 명세서에서 또한 H 템퍼로 지칭되는 Hxx 상태 또는 템퍼는 열 처리(예컨대, 어닐링)를 하거나 하지 않은 냉간 압연 후의 알루미늄 합금을 지칭한다. 적합한 H 템퍼는 템퍼의 정도가 Hxx 템퍼에 가까울 때 특정 합금 템퍼에 사용되는 Hxxx 템퍼 변형(예컨대, H111)과 함께, HX1, HX2, HX3 HX4, HX5, HX6, HX7, HX8, 또는 HX9 템퍼를 포함한다. T1 상태 또는 템퍼는 열간 가공으로부터 냉각되고 자연적으로(예컨대, 주위 온도에서) 시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T2 상태 또는 템퍼는 열간 가공으로부터 냉각되고, 냉간 가공되고, 자연적으로 시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T3 상태 또는 템퍼는 고용화 열처리되고, 냉간 가공되고, 자연적으로 시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T4 상태 또는 템퍼는 고용화 열처리되고, 자연적으로 시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T5 상태 또는 템퍼는 열간 가공으로부터 냉각되고 인위적으로(예를 들어, 상승 온도에서) 시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T6 상태 또는 템퍼는 고용화 열 처리되고 담금질되며 인위적으로 시효된 알루미늄 합금을

지칭한다. T61 상태 또는 템퍼는 고용화 열 처리되고 담금질되며 일정 기간 동안 자연적으로 시효된 다음에 인위적으로 시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T7 상태 또는 템퍼는 고용화 열처리되고 인위적으로 과시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T8x 상태 또는 템퍼(예를 들어, T8)는 고용화 열처리되고, 냉간 가공되고, 인위적으로 시효된 알루미늄 합금을 지칭한다. T9x 상태 또는 템퍼는 고용화 열처리되고 인위적으로 시효되고, 냉간 가공된 알루미늄 합금을 지칭한다.

[0024] 아래에서 알루미늄 합금들은 합금의 총 중량을 기준으로 한 중량 퍼센트(wt. %)로 나타낸 그들의 원소 조성으로 기재된다. 각 합금의 특정 실시예에서, 잔부는 불순물의 합계에 대해 최대 0.15 wt. %를 갖는 알루미늄이다.

[0025] 본원에서 사용될 때, "실온"의 의미는 약 15℃ 내지 약 30℃, 예를 들어 약 15℃, 약 16℃, 약 17℃, 약 18℃, 약 19℃, 약 20℃, 약 21℃, 약 22℃, 약 23℃, 약 24℃, 약 25℃, 약 26℃, 약 27℃, 약 28℃, 약 29℃, 또는 약 30℃의 온도를 포함할 수 있다.

[0026] 본원에 개시한 모든 범위는 그에 포함되는 어떠한 하위범위 및 모든 하위범위를 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, "1 내지 10"으로 기술되는 범위는 최소값 1과 최대값 10 사이(및 이를 포함)의 임의의 하위 범위 및 모든 하위 범위, 즉 1 이상의 최소값(예를 들어, 1 내지 6.1)으로 시작하여 10 이하의 최대값(예를 들어, 5.5 내지 10)으로 끝나는 모든 하위 범위를 포함하는 것으로 간주해야 한다.

[0027] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "주조 제품", "주조 금속 제품", "주조 알루미늄 제품", "주조 알루미늄 합금 제품" 등과 같은 용어는 직접 냉경 주조(direct chill casting)(직접 냉경 동시-주조(direct chill co-casting)를 포함함) 또는 반-연속 주조, 연속 주조(예를 들어, 트윈 벨트 주조기(twin belt caster), 트윈 롤 주조기(twin roll caster), 블록 주조기(block caster), 또는 임의의 다른 연속 주조기의 사용에 의해서를 포함함), 전자기 주조, 핫 탑 주조(hot top casting), 또는 임의의 다른 주조 방법에 의해 생산되는 제품을 지칭한다.

[0028] 알루미늄 합금 조성물

[0029] 본 명세서에 개시된 방법 및 제품은 일반적으로 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 사용한다. 일반적으로, 이러한 합금은 Zn을 주요 합금 원소로서 포함하는 알루미늄 합금이다. 임의의 적합한 7xxx 시리즈 알루미늄 합금이 본 명세서에 개시된 방법 및 제품에 사용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은 하기의 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다: AA7011, AA7019, AA7020, AA7021, AA7039, AA7072, AA7075, AA7085, AA7108, AA7108A, AA7015, AA7017, AA7018, AA7019A, AA7024, AA7025, AA7028, AA7030, AA7031, AA7033, AA7035, AA7035A, AA7046, AA7046A, AA7003, AA7004, AA7005, AA7009, AA7010, AA7011, AA7012, AA7014, AA7016, AA7116, AA7122, AA7023, AA7026, AA7029, AA7129, AA7229, AA7032, AA7033, AA7034, AA7036, AA7136, AA7037, AA7040, AA7140, AA7041, AA7049, AA7049A, AA7149, AA7204, AA7249, AA7349, AA7449, AA7050, AA7050A, AA7150, AA7250, AA7055, AA7155, AA7255, AA7056, AA7060, AA7064, AA7065, AA7068, AA7168, AA7175, AA7475, AA7076, AA7178, AA7278, AA7278A, AA7081, AA7181, AA7185, AA7090, AA7093, AA7095, 및 AA7099.

[0030] 일부 실시형태에서, 본 명세서에 사용되는 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은 표 1에 제시된 바와 같은 원소 조성을 갖는다.

표 1

원소	중량 퍼센트(wt. %)
Zn	4.0 – 15.0
Cu	0.1 – 3.5
Mg	1.0 – 4.0
Fe	0.05 – 0.50
Si	0.05 – 0.30
Zr	0 – 0.50
Mn	0 – 0.25
Cr	0 – 0.20
Ti	0 – 0.15
불순물	0 – 0.15
Al	잔부

[0031]

[0032]

일부 경우에, 본 명세서에 사용되는 알루미늄 합금은 표 2에 제시된 바와 같은 원소 조성을 갖는다.

표 2

원소	중량 퍼센트(wt. %)
Zn	5.6 – 9.3
Cu	0.2 – 2.6
Mg	1.4 – 2.8
Fe	0.10 – 0.35
Si	0.05 – 0.20
Zr	0 – 0.25
Mn	0 – 0.05
Cr	0 – 0.05
Ti	0 – 0.05
불순물	0 – 0.15
Al	잔부

[0033]

[0034]

일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 4% 내지 15%(예컨대, 5.4% 내지 9.5%, 5.6% 내지 9.3%, 5.8% 내지 9.2%, 또는 4.0% 내지 5.0%)의 양으로 아연(Zn)을 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 4.0%, 약 4.1%, 약 4.2%, 약 4.3%, 약 4.4 %, 약 4.5%, 약 4.6 %, 약 4.7 %, 약 4.8 %, 약 4.9 %, 약 5.0 %, 약 5.1%, 약 5.2 %, 약 5.3%, 약 5.4%, 약 5.5%, 약 5.6%, 약 5.7%, 약 5.8%, 약 5.9%, 약 6.0%, 약 6.1%, 약 6.2 %, 약 6.3%, 약 6.4%, 약 6.5%, 약 6.6%, 약 6.7%, 약 6.8%, 약 6.9%, 약 7.0%, 약 7.1%, 약 7.2%, 약 7.3%, 약 7.4%, 약 7.5%, 약 7.6%, 약 7.7%, 약 7.8%, 약 7.9%, 약 8.0%, 약 8.1%, 약 8.2%, 약 8.3%, 약 8.4%, 약 8.5%, 약 8.6%, 약 8.7%, 약 8.8%, 약 8.9%, 약 9.0%, 약 9.1%, 약 9.2%, 약 9.3%, 약 9.4%, 약 9.5%, 약 9.6%, 약 9.7%, 약 9.8%, 약 9.9%, 약 10.0%, 약 10.1%, 약 10.2%, 약 10.3%, 약 10.4%, 약 10.5%, 약 10.6%, 약 10.7%, 약 10.8%, 약 10.9%, 약 11.0%, 약 11.1%, 약 11.2%, 약 11.3%, 약 11.4%, 약 11.5%, 약 11.6%, 약 11.7%, 약 11.8%, 약 11.9%, 약 12.0%, 약 12.1%, 약 12.2%, 약 12.3%, 약 12.4%, 약 12.5%, 약 12.6%, 약 12.7%, 약 12.8%, 약 12.9%, 약 13.0%, 약 13.1%, 약 13.2 %, 약 13.3%, 약 13.4 %, 약 13.5%, 약 13.6%, 약 13.7%, 약 13.8%, 약 13.9 %, 약 14.0%, 약 14.1%, 약 14.2%, 약 14.3%, 약 14.4%, 약 14.5%, 약 14.6%, 약 14.7%, 약 14.8%, 약 14.9%, 또는 약 15.0%의 Zn을 포함할 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0035]

일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 0.1% 내지 3.5%(예컨대, 0.2% 내지 2.6%, 0.3% 내지

2.5%, 또는 0.15% 내지 0.6%)의 양으로 구리(Cu)를 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.1%, 약 0.11%, 약 0.12%, 약 0.13%, 약 0.14%, 약 0.15%, 약 0.16%, 약 0.17%, 약 0.18%, 약 0.19%, 약 0.20%, 약 0.21%, 약 0.22%, 약 0.23%, 약 0.24%, 약 0.25%, 약 0.26%, 약 0.27%, 약 0.28%, 약 0.29%, 약 0.30%, 약 0.35%, 약 0.40%, 약 0.45%, 약 0.50%, 약 0.55%, 약 0.60%, 약 0.65%, 약 0.70%, 약 0.75%, 약 0.80%, 약 0.85%, 약 0.90%, 약 0.95%, 약 1.0%, 약 1.1%, 약 1.2%, 약 1.3%, 약 1.4%, 약 1.5%, 약 1.6%, 약 1.7%, 약 1.8%, 약 1.9%, 약 2.0%, 약 2.1%, 약 2.2%, 약 2.3%, 약 2.4%, 약 2.5%, 약 2.6%, 약 2.7%, 약 2.8%, 약 2.9%, 약 3.0%, 약 3.1%, 약 3.2%, 약 3.3%, 약 3.4%, 또는 약 3.5%의 Cu를 포함할 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0036] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 1.0% 내지 4.0%(예컨대, 1.0% 내지 3.0%, 1.4% 내지 2.8%, 또는 1.6% 내지 2.6%)의 양으로 마그네슘(Mg)을 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 1.0%, 약 1.1%, 약 1.2%, 약 1.3%, 약 1.4%, 약 1.5%, 약 1.6%, 약 1.7%, 약 1.8%, 약 1.9%, 약 2.0%, 약 2.1%, 약 2.2%, 약 2.3%, 약 2.4%, 약 2.5%, 약 2.6%, 약 2.7%, 약 2.8%, 약 2.9%, 약 3.0%, 약 3.1%, 약 3.2%, 약 3.3%, 약 3.4%, 약 3.5%, 약 3.6%, 약 3.7%, 약 3.8%, 약 3.9%, 또는 약 4.0%의 Mg를 포함할 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0037] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 범위가 약 5% 내지 14%(예컨대, 5.5% 내지 13.5%, 6% 내지 13%, 6.5% 내지 12.5%, 또는 7% 내지 12%)인 Zn, Cu, 및 Mg의 조합 함량을 포함한다. 예를 들어, Zn, Cu, 및 Mg의 조합 함량은 약 5.1%, 약 5.5%, 약 6.0%, 약 6.5%, 약 7.0%, 약 7.5%, 약 8.0%, 약 8.5%, 약 9.0%, 약 9.5%, 약 10.0%, 약 10.5%, 약 11.0%, 약 11.5%, 약 12.0%, 약 12.5%, 약 13.0%, 약 13.5%, 또는 약 14.0%일 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0038] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 0.05% 내지 0.50%(예컨대, 0.10% 내지 0.35% 또는 0.10% 내지 0.25%)의 양으로 철(Fe)을 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.05%, 약 0.06%, 약 0.07%, 약 0.08%, 약 0.09%, 약 0.10%, 약 0.11%, 약 0.12%, 약 0.13%, 약 0.14%, 약 0.15%, 약 0.16%, 약 0.17%, 약 0.18%, 약 0.19%, 약 0.20%, 약 0.21%, 약 0.22%, 약 0.23%, 약 0.24%, 약 0.25%, 약 0.26%, 약 0.27%, 약 0.28%, 약 0.29%, 약 0.30%, 약 0.31%, 약 0.32%, 약 0.33%, 약 0.34%, 약 0.35%, 약 0.36%, 약 0.37%, 약 0.38%, 약 0.39%, 약 0.40%, 약 0.41%, 약 0.42%, 약 0.43%, 약 0.44%, 약 0.45%, 약 0.46%, 약 0.47%, 약 0.48%, 약 0.49%, 또는 약 0.50%의 Fe를 포함할 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0039] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 0.05% 내지 0.30%(예컨대, 0.05% 내지 0.25% 또는 0.07% 내지 0.15%)의 양으로 실리콘(Si)을 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.05%, 약 0.06%, 약 0.07%, 약 0.08%, 약 0.09%, 약 0.10%, 약 0.11%, 약 0.12%, 약 0.13%, 약 0.14%, 약 0.15%, 약 0.16%, 약 0.17%, 약 0.18%, 약 0.19%, 약 0.20%, 약 0.21%, 약 0.22%, 약 0.23%, 약 0.24%, 약 0.25%, 약 0.26%, 약 0.27%, 약 0.28%, 약 0.29%, 또는 약 0.30%의 Si를 포함할 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0040] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 최대 0.50%(예컨대, 0.01% 내지 0.25%, 0.03% 내지 0.20%, 또는 0.05% 내지 0.15%)의 양으로 지르코늄(Zr)을 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.01%, 약 0.02%, 약 0.03%, 약 0.04%, 약 0.05%, 약 0.06%, 약 0.07%, 약 0.08%, 약 0.09%, 약 0.10%, 약 0.11%, 약 0.12%, 약 0.13%, 약 0.14%, 약 0.15%, 약 0.16%, 약 0.17%, 약 0.18%, 약 0.19%, 약 0.20%, 약 0.21%, 약 0.22%, 약 0.23%, 약 0.24%, 약 0.25%, 약 0.26%, 약 0.27%, 약 0.28%, 약 0.29%, 약 0.30%, 약 0.31%, 약 0.32%, 약 0.33%, 약 0.34%, 약 0.35%, 약 0.36%, 약 0.37%, 약 0.38%, 약 0.39%, 약 0.40%, 약 0.41%, 약 0.42%, 약 0.43%, 약 0.44%, 약 0.45%, 약 0.46%, 약 0.47%, 약 0.48%, 약 0.49%, 또는 약 0.50%의 Zr을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 합금은 Zr을 합금의 총 중량을 기준으로 0.05% 미만(예컨대, 약 0.04%, 약 0.03%, 약 0.02%, 또는 약 0.01%)의 양으로 포함할 수 있다. 일부의 경우, Zr이 합금 중에 존재하지 않는다(즉, 0%). 모두 중량%로 표시된다.

[0041] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 최대 0.25%(예컨대, 0.01% 내지 0.10% 또는 0.02% 내지 0.05%)의 양으로 망간(Mn)을 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.01%, 약 0.02%, 약 0.03%, 약 0.04%, 약 0.05%, 약 0.06%, 약 0.07%, 약 0.08%, 약 0.09%, 약 0.10%, 약 0.11%, 약 0.12%, 약 0.13%, 약 0.14%, 약 0.15%, 약 0.16%, 약 0.17%, 약 0.18%, 약 0.19%, 약 0.20%, 약 0.21%, 약 0.22%, 약 0.23%, 약 0.24%, 또는 약 0.25%의 Mn을 포함할 수 있다. 일부 경우에, Mn이 합금 중에 존재하지 않는다(즉, 0%). 모두 중량%로 표시된다.

[0042] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 최대 0.20%(예컨대, 0.01% 내지 0.10%, 0.01% 내지 0.05%, 또는 0.03% 내지 0.05%)의 양으로 크롬(Cr)을 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.01%, 약 0.02%, 약 0.03%, 약 0.04%, 약 0.05%, 약 0.06%, 약 0.07%, 약 0.08%, 약 0.09%, 약 0.10%, 약 0.11%, 약

0.12%, 약 0.13%, 약 0.14%, 약 0.15%, 약 0.16%, 약 0.17%, 약 0.18%, 약 0.19%, 또는 약 0.20%의 Cr을 포함할 수 있다. 일부 경우에, Cr이 합금 중에 존재하지 않는다(즉, 0%). 모두 중량%로 표시된다.

[0043] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 최대 0.15%(예컨대, 0.001% 내지 0.10%, 0.001% 내지 0.05%, 또는 0.003% 내지 0.035%)의 양으로 티타늄(Ti)을 포함한다. 예를 들어, 합금은 약 0.001%, 약 0.002%, 약 0.003%, 약 0.004%, 약 0.005%, 약 0.006%, 약 0.007%, 약 0.008%, 약 0.009%, 약 0.010%, 약 0.011%, 약 0.012%, 약 0.013%, 약 0.014%, 약 0.015%, 약 0.016%, 약 0.017%, 약 0.018%, 약 0.019%, 약 0.020%, 약 0.021%, 약 0.022%, 약 0.023%, 약 0.024%, 약 0.025%, 약 0.026%, 약 0.027%, 약 0.028%, 약 0.029%, 약 0.030%, 약 0.031%, 약 0.032%, 약 0.033%, 약 0.034%, 약 0.035%, 약 0.036%, 약 0.037%, 약 0.038%, 약 0.039%, 약 0.040%, 약 0.041%, 약 0.042%, 약 0.043%, 약 0.044%, 약 0.045%, 약 0.046%, 약 0.047%, 약 0.048%, 약 0.049%, 약 0.050%, 약 0.055%, 약 0.060%, 약 0.065%, 약 0.070%, 약 0.075%, 약 0.080%, 약 0.085%, 약 0.090%, 약 0.095%, 약 0.100%, 약 0.110%, 약 0.120%, 약 0.130%, 약 0.140%, 또는 약 0.150%의 Ti를 포함할 수 있다. 일부 경우에, Ti가 합금 중에 존재하지 않는다(즉, 0%). 모두 중량%로 표시된다.

[0044] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 최대 0.10%(예컨대, 0.01% 내지 0.10%, 0.01% 내지 0.05%, 또는 0.03% 내지 0.05%)의 양으로 Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 및 Lu로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 원소를 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.01%, 약 0.02%, 약 0.03%, 약 0.04%, 약 0.05%, 약 0.06%, 약 0.07%, 약 0.08%, 약 0.09%, 또는 약 0.10%의 Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 및 Lu로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 원소를 포함할 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0045] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 합금의 총 중량을 기준으로 최대 0.10%(예컨대, 0.01% 내지 0.10%, 0.01% 내지 0.05%, 또는 0.03% 내지 0.05%)의 양으로 Mo, Nb, Be, B, Co, Sn, Sr, V, In, Hf, Ag, Sc, 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 원소를 포함한다. 예를 들어, 알루미늄 합금은 약 0.01%, 약 0.02%, 약 0.03%, 약 0.04%, 약 0.05%, 약 0.06%, 약 0.07%, 약 0.08%, 약 0.09%, 또는 약 0.10%의 Mo, Nb, Be, B, Co, Sn, Sr, V, In, Hf, Ag, Sc, 및 Ni로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 원소를 포함할 수 있다. 모두 중량%로 표시된다.

[0046] 일부 경우에, 알루미늄 합금은 0.15% 이하, 0.14% 이하, 0.13% 이하, 0.12% 이하, 0.11% 이하, 0.10% 이하, 0.09% 이하, 0.08% 이하, 0.07% 이하, 0.06% 이하, 0.05% 이하, 0.04% 이하, 0.03% 이하, 0.02% 이하, 또는 0.01% 이하의 양으로 때때로 불순물로 지칭되는 다른 미량 원소(minor element)를 포함한다. 일부 실시형태에서, 이들 불순물은 Ga, Ca, Bi, Na, Pb, 또는 이들의 조합을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 따라서, 일부 실시형태에서, Ga, Ca, Bi, Na, 및 Pb로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 원소가 0.15% 이하, 0.14% 이하, 0.13% 이하, 0.12% 이하, 0.11% 이하, 0.10% 이하, 0.09% 이하, 0.08% 이하, 0.07% 이하, 0.06% 이하, 0.05% 이하, 0.04% 이하, 0.03% 이하, 0.02% 이하, 또는 0.01% 이하의 양으로 알루미늄 합금 내에 존재할 수 있다. 모든 불순물의 합은 0.15%(예를 들어, 0.10%)를 초과하지 않는다. 모두 중량%로 표시됨. 합금의 잔부는 알루미늄이다.

[0047] 알루미늄 합금 제품 및 그의 특성

[0048] 용체화 후 사전-시효 단계의 사용을 통해, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 최대 약 6개월 동안 경화에 저항할 수 있으며, 그 시간 동안, 바람직한 굽힘성 및 성형성을 보인다. 이에 비해, 사전-시효 단계없이 제조된 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품은 그들의 생산 후 수일 내에 자연적으로 시효되기 시작하고 빠르게 경화되며 구부리고 성형하기 더욱 어려워진다. 따라서, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 용체화 후에 안정되고 바람직한 강도 및 굽힘성을 보인다. 소정 실시형태에서, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 그들의 생산 후 최대 약 6개월 동안 약 200℃ 내지 250℃의 범위 내의 온도만큼 낮은 온도에서 용이하게 성형될 수 있다. 다른 실시형태에서, 알루미늄 합금 제품은 그들의 생산 후 최대 6개월 동안 실온에서 냉간-성형가능하다.

[0049] 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 임의의 적합한 형상 또는 물리적 구성을 가질 수 있다. 일부 실시형태에서, 알루미늄 합금 제품은 일련의 롤러를 사용하여 재료의 두께를 감소시킴으로써 형성되는 압연된 알루미늄 합금 제품이다. 이러한 압연은 열간 압연, 냉간 압연, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 수행될 수 있다. 일부 이러한 실시형태에서, 압연된 알루미늄 합금 제품은 알루미늄 합금 시트 또는 알루미늄 합금 웨이트이다. 이러한 웨이트 또는 시트는 15 mm 이하, 14 mm 이하, 13 mm 이하, 12 mm 이하, 11 mm 이하, 10 mm 이하, 9 mm 이하, 8 mm 이하, 7 mm 이하, 6 mm 이하, 5 mm 이하, 4 mm 이하, 3 mm 이하, 2 mm 이하, 1 mm 이하, 0.5 mm 이하, 0.3 mm 이하, 또는 0.1 mm 이하의 두께를 가질 수 있다.

- [0050] 알루미늄 합금 제품이 시트인 실시형태에서, 시트의 소정 강도 및 굽힘성 특성을 측정할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 이러한 알루미늄 합금 시트는 사전-시효 직후에, 적어도 100 MPa, 적어도 120 MPa, 적어도 140 MPa, 적어도 160 MPa, 적어도 180 MPa, 적어도 200 MPa, 적어도 220 MPa, 적어도 240 MPa, 적어도 260 MPa, 적어도 280 MPa, 적어도 300 MPa, 적어도 320 MPa, 적어도 340 MPa, 및 최대 약 360 MPa, 최대 약 380 MPa, 또는 최대 약 400 MPa의, ISO 6892-1 시험에 따라 측정되는 항복 강도(Rp)를 갖는다. 일부 추가의 실시형태에서, 이러한 알루미늄 합금 시트는 "안정된 강도"를 보이며, 이는 예를 들어, 알루미늄 합금 시트의, ISO 6892-1 시험에 따라 측정되는 항복 강도(Rp)가 생산후 기간(즉, 사전-시효 직후의 기간) 동안 25 MPa 이하, 20 MPa 이하, 15 MPa 이하, MPa 이하, 또는 5 MPa 이하만큼 증가함을 의미한다. 생산후 기간은 일반적으로 범위가 약 7일 내지 약 180일, 약 14일 내지 약 180일, 약 21일 내지 약 180일, 약 90일 내지 약 180일, 또는 약 120일 내지 약 180일이다. 일부 실시형태에서, 생산후 기간은 약 7일, 약 14일, 약 21일, 약 30일, 약 40일, 약 50일, 약 60일, 약 70일, 약 80일, 약 90일, 약 100일, 약 110일, 약 120일, 약 130일, 약 140일, 약 150일, 약 160일, 약 170일, 또는 약 180일이다.
- [0051] 알루미늄 합금 제품을 제조하는 방법
- [0052] 소정 양태에서, 개시된 알루미늄 합금 제품은 개시된 방법의 제품이다. 본 명세서에 제시된 본 발명의 범위를 제한하도록 의도함이 없이, 본 명세서에 제시된 알루미늄 합금 제품의 특성은 그의 제조 동안 소정 미세구조의 형성에 의해 부분적으로 결정된다. 소정 실시형태에서, 제조 방법은 알루미늄 합금 제품에서 소정의 결과적인 특성에 영향을 미칠 수 있다.
- [0053] 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 예를 들어 주조, 균질화, 압연, 용체화, 및 담금질에 의해 제조 및 가공될 수 있다. 본 명세서에 기술된 알루미늄 합금 제품은 또한 사전-시효될 수 있다.
- [0054] 주조(Casting)
- [0055] 본 명세서에 개시된 방법은 용융 알루미늄 합금을 주조하여 알루미늄 합금 주조 제품을 제공하는 단계를 포함한다. 이러한 알루미늄 합금 주조 제품은 임의의 주조 공정을 사용하여 제공될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 합금은 직접 냉경(direct chill, DC) 주조 공정을 사용하여 주조되어 주조 잉곳을 제공한다. 일부 다른 실시형태에서, 합금은 트윈-벨트 주조기, 트윈-롤 주조기, 또는 블록 주조기의 사용을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는 연속 주조(continuous casting, CC) 공정을 사용하여 주조된다. 일부 실시형태에서, 주조 공정은 빌릿, 플레이트, 웨이트, 스트립 등의 형태로 주조 제품을 제공하기 위해 CC 공정에 의해 수행된다. 일부 실시형태에서, 용융 합금은 주조 전에 처리될 수 있다. 처리는 탈기(degassing), 인라인 플럭싱(inline fluxing), 및 여과 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0056] 주조 제품은 이어서 더욱 상세히 후술되는 바와 같이 추가의 가공 단계를 거칠 수 있다. 일부 실시형태에서, 가공 단계는 알루미늄 합금 시트를 제조하기 위해 사용될 수 있다. 가공 단계는 당업자에게 알려진 바와 같은 변형 및 기술을 사용하여 잉곳, 빌릿, 플레이트, 스트립 등을 이에 제한됨이 없이 포함하는 임의의 주조 제품에 적합하게 적용될 수 있다.
- [0057] 균질화
- [0058] 균질화 단계는 본 명세서에 기술된 합금 조성물로부터 제조된 주조 알루미늄 합금 제품을 가열하여 적어도 450 °C(예컨대, 적어도 450 °C, 적어도 460 °C, 적어도 470 °C, 적어도 480 °C, 적어도 490 °C, 적어도 500 °C, 적어도 510 °C, 적어도 520 °C, 적어도 530 °C, 적어도 540 °C, 적어도 550 °C, 적어도 560 °C, 적어도 570 °C, 또는 적어도 580 °C)의 피크 금속 온도(peak metal temperature, PMT)를 달성하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 주조 알루미늄 합금 제품은 460 °C 내지 640 °C, 480 °C 내지 620 °C, 500 °C 내지 600 °C, 520 °C 내지 580 °C, 530 °C 내지 575 °C, 535 °C 내지 570 °C, 540 °C 내지 565 °C, 545 °C 내지 560 °C, 530 °C 내지 560 °C, 또는 550 °C 내지 580 °C의 온도로 가열될 수 있다. 전술한 실시형태 중 임의의 것의 일부 실시형태에서, PMT로의 가열 속도는 100 °C/시간 이하, 75 °C/시간 이하, 50 °C/시간 이하, 40 °C/시간 이하, 30 °C/시간 이하, 25 °C/시간 이하, 20 °C/시간 이하, 또는 15 °C/시간 이하이다. 일부 다른 이러한 실시형태에서, PMT로의 가열 속도는 10 °C/분 내지 100 °C/분(예컨대, 10 °C/분 내지 90 °C/분, 10 °C/분 내지 70 °C/분, 10 °C/분 내지 60 °C/분, 20 °C/분 내지 90 °C/분, 30 °C/분 내지 80 °C/분, 40 °C/분 내지 70 °C/분, 또는 50 °C/분 내지 60 °C/분)이다.
- [0059] 대부분의 경우에, 주조 알루미늄 합금 제품은 이어서 일정 기간 동안 침지되도록 허용된다(즉, 지시된 온도에서 유지됨). 일부 실시형태에서, 주조 알루미늄 합금 제품은 최대 24시간(예컨대, 양단 값을 포함한 30분 내지 6시간) 동안 침지되도록 허용된다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 주조 알루미늄 합금 제품은 적어도 450 °C의 온

도에서 약 30분 동안, 약 1시간 동안, 약 2시간 동안, 약 3시간 동안, 약 4시간 동안, 약 5시간 동안, 약 6시간 동안, 약 7시간 동안, 약 8시간 동안, 약 9시간 동안, 약 10시간 동안, 약 11시간 동안, 약 12시간 동안, 약 13시간 동안, 약 14시간 동안, 약 15시간 동안, 약 16시간 동안, 약 17시간 동안, 약 18시간 동안, 약 19시간 동안, 약 20시간 동안, 약 21시간 동안, 약 22시간 동안, 약 23시간 동안, 약 24시간 동안, 또는 이들 사이의 임의의 기간 동안 침지된다.

[0060] 일부 실시형태에서, 균질화 후에, 주조 알루미늄 합금 제품은 공기 중에서 실온으로 냉각되도록 허용된다.

[0061] 열간 압연

[0062] 균질화 단계 후에, 하나 이상의 열간 압연 패스가 수행된다. 소정 경우에, 알루미늄 합금 제품은 범위가 약 250℃ 내지 약 550℃(예컨대, 약 300℃ 내지 약 500℃ 또는 약 350℃ 내지 약 450℃)인 온도에서 배치되어 열간 압연된다.

[0063] 소정 실시형태에서, 알루미늄 합금 제품은 약 4 mm 내지 약 15 mm 게이지(예컨대, 5 mm 내지 12 mm 게이지)로 열간 압연된다. 예를 들어, 알루미늄 합금 제품은 약 15 mm 게이지, 약 14 mm 게이지, 약 13 mm 게이지, 약 12 mm 게이지, 약 11 mm 게이지, 약 10 mm 게이지, 약 9 mm 게이지, 약 8 mm 게이지, 약 7 mm 게이지, 약 6 mm 게이지, 또는 약 5 mm 게이지로 열간 압연될 수 있다.

[0064] 다른 경우에, 알루미늄 합금 제품은 4 mm 이하의 게이지(즉, 시트)로 열간 압연될 수 있다. 일부 이러한 실시형태에서, 알루미늄 합금 제품은 약 1 mm 내지 약 4 mm 게이지로 열간 압연된다. 예를 들어, 알루미늄 합금 제품은 약 4 mm 게이지, 약 3 mm 게이지, 약 2 mm 게이지, 또는 약 1 mm 게이지로 열간 압연될 수 있다.

[0065] 선택적인 냉간 압연

[0066] 열간 압연 후에, 하나 이상의 냉간 압연 패스가 선택적으로 수행된다. 소정 실시형태에서, 열간 압연 단계로부터의 압연 제품(예컨대, 플레이트, 웨이트, 또는 시트)은 박형 게이지(thin gauge) 웨이트 또는 시트로 냉간 압연될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이러한 박형-게이지 웨이트 또는 시트는 최대 12.0 mm의 두께, 예를 들어 범위가 약 1.0 mm 내지 약 12.0 mm, 약 2.0 mm 내지 약 8.0 mm, 약 3.0 mm 내지 약 6.0 mm, 또는 약 4.0 mm 내지 약 5.0 mm인 두께를 갖도록 냉간 압연된다. 일부 실시형태에서, 이러한 박형-게이지 웨이트 또는 시트는 약 12.0 mm, 약 11.9 mm, 약 11.8 mm, 약 11.7 mm, 약 11.6 mm, 약 11.5 mm, 약 11.4 mm, 약 11.3 mm, 약 11.2 mm, 약 11.1 mm, 약 11.0 mm, 약 10.9 mm, 약 10.8 mm, 약 10.7 mm, 약 10.6 mm, 약 10.5 mm, 약 10.4 mm, 약 10.3 mm, 약 10.2 mm, 약 10.1 mm, 약 10.0 mm, 약 9.9 mm, 약 9.8 mm, 약 9.7 mm, 약 9.6 mm, 약 9.5 mm, 약 9.4 mm, 약 9.3 mm, 약 9.2 mm, 약 9.1 mm, 약 9.0 mm, 약 8.9 mm, 약 8.8 mm, 약 8.7 mm, 약 8.6 mm, 약 8.5 mm, 약 8.4 mm, 약 8.3 mm, 약 8.2 mm, 약 8.1 mm, 약 8.0 mm, 약 7.9 mm, 약 7.8 mm, 약 7.7 mm, 약 7.6 mm, 약 7.5 mm, 약 7.4 mm, 약 7.3 mm, 약 7.2 mm, 약 7.1 mm, 약 7.0 mm, 약 6.9 mm, 약 6.8 mm, 약 6.7 mm, 약 6.6 mm, 약 6.5 mm, 약 6.4 mm, 약 6.3 mm, 약 6.2 mm, 약 6.1 mm, 약 6.0 mm, 약 5.9 mm, 약 5.8 mm, 약 5.7 mm, 약 5.6 mm, 약 5.5 mm, 약 5.4 mm, 약 5.3 mm, 약 5.2 mm, 약 5.1 mm, 약 5.0 mm, 약 4.9 mm, 약 4.8 mm, 약 4.7 mm, 약 4.6 mm, 약 4.5 mm, 약 4.4 mm, 약 4.3 mm, 약 4.2 mm, 약 4.1 mm, 약 4.0 mm, 약 3.9 mm, 약 3.8 mm, 약 3.7 mm, 약 3.6 mm, 약 3.5 mm, 약 3.4 mm, 약 3.3 mm, 약 3.2 mm, 약 3.1 mm, 약 3.0 mm, 약 2.9 mm, 약 2.8 mm, 약 2.7 mm, 약 2.6 mm, 약 2.5 mm, 약 2.4 mm, 약 2.3 mm, 약 2.2 mm, 약 2.1 mm, 약 2.0 mm, 약 1.9 mm, 약 1.8 mm, 약 1.7 mm, 약 1.6 mm, 약 1.5 mm, 약 1.4 mm, 약 1.3 mm, 약 1.2 mm, 약 1.1 mm, 약 1.0 mm, 약 0.9 mm, 약 0.8 mm, 약 0.7 mm, 약 0.6 mm, 약 0.5 mm, 약 0.4 mm, 약 0.3 mm, 약 0.2 mm, 또는 약 0.1 mm의 두께를 갖도록 냉간 압연된다.

[0067] 용체화

[0068] 용체화 단계는 시트, 플레이트, 또는 웨이트를 실온으로부터 430℃ 내지 510℃(예컨대, 440℃ 내지 500℃, 450℃ 내지 490℃, 460℃ 내지 480℃)의 온도로 가열하는 단계를 포함할 수 있다. 시트, 플레이트, 또는 웨이트는 이러한 온도에서 일정 기간 동안 침지될 수 있다. 소정 양태에서, 합금은 최대 대략 5분(예컨대, 양단 값을 포함한 5초 내지 5분) 동안 침지되도록 허용된다. 예를 들어, 시트, 플레이트, 또는 웨이트는 430℃ 내지 510℃의 온도에서 약 5초, 약 10초, 약 15초, 약 20초, 약 25초, 약 30초, 약 35초, 약 40초, 약 45초, 약 50초, 약 55초, 약 60초, 약 65초, 약 70초, 약 75초, 약 80초, 약 85초, 약 90초, 약 95초, 약 100초, 약 105초, 약 110초, 약 115초, 약 120초, 약 125초, 약 130초, 약 135초, 약 140초, 약 145초, 약 150초, 약 3분, 약 4분, 또는 약 5분, 또는 이들 사이의 임의의 시간 동안 침지될 수 있다.

[0069] 담금질

[0070] 소정 실시형태에서, 플레이트, 웨이트, 또는 시트는 이어서 선택된 게이지에 기초하는 담금질 단계에서 약 50 °C/s 내지 약 400 °C/s 사이에서 변할 수 있는 담금질 속도로 25°C 내지 65°C의 온도로 냉각될 수 있다. 예를 들어, 담금질 속도는 약 50 °C/s 내지 약 375 °C/s, 약 60 °C/s 내지 약 375 °C/s, 약 70 °C/s 내지 약 350 °C/s, 약 80 °C/s 내지 약 325 °C/s, 약 90 °C/s 내지 약 300 °C/s, 약 100 °C/s 내지 약 275 °C/s, 약 125 °C/s 내지 약 250 °C/s, 약 150 °C/s 내지 약 225 °C/s, 또는 약 175 °C/s 내지 약 200 °C/s일 수 있다.

[0071] 담금질 단계에서, 시트, 플레이트, 또는 웨이트는 액체(예컨대, 물) 및/또는 기체 또는 다른 선택된 담금질 매체로 신속하게 담금질된다. 소정 양태에서, 시트, 플레이트, 또는 웨이트는 물로 신속하게 담금질될 수 있다. 소정 양태에서, 시트, 플레이트, 또는 웨이트는 기체 또는 액체로 담금질된다.

[0072] 사전-시효(재-가열)

[0073] 본 명세서에 개시된 방법은 일반적으로 용체화 및 담금질 단계 후에 사전-시효 단계를 포함한다. 사전-시효 단계는 용체화 단계 후에 합금을 범위가 약 60°C 내지 약 130°C(예컨대, 약 65°C 내지 약 125°C, 약 70°C 내지 약 120°C, 약 75°C 내지 약 115°C, 약 80°C 내지 약 120°C, 또는 약 85°C 내지 약 115°C)인 온도로 가열하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 사전-시효 단계는 용체화 후에 합금을 약 80°C 내지 약 120°C(예컨대, 약 90°C 내지 약 110°C)로 가열하는 단계를 포함할 수 있다. 사전-시효 단계는 최대 대략 24시간의 기간 동안(예컨대, 최대 약 20시간, 최대 약 15시간, 최대 약 12시간, 최대 약 10시간, 최대 약 9시간, 최대 약 8시간, 최대 약 7시간, 최대 약 6시간, 최대 약 5시간, 최대 약 4시간, 최대 약 3시간, 최대 약 2시간, 최대 약 1시간, 또는 최대 약 30분의 기간 동안) 수행될 수 있다. 합금은 이러한 온도에서 일정 기간 동안 침지될 수 있다. 소정 양태에서, 합금은 최대 대략 2시간의 기간 동안(예컨대, 최대 약 1분, 최대 약 2분, 최대 약 3분, 최대 약 4분, 최대 약 5분, 최대 약 6분, 최대 약 7분, 최대 약 8분, 최대 약 9분, 최대 약 10분, 최대 약 20분, 최대 약 30분, 최대 약 40분, 최대 약 45분, 최대 약 60분, 또는 최대 약 90분의 기간 동안) 침지되도록 허용된다. 용체화 후 담금질(post-solutionizing quench)과 사전-시효 사이의 시간은 범위가 약 0분 내지 최대 약 60분인 임의의 길이의 시간일 수 있다. 예를 들어, 용체화후 담금질과 사전-시효 사이의 시간은 범위가 약 5분 내지 최대 약 45분 또는 약 10분 내지 최대 약 35분인 임의의 길이의 시간일 수 있다.

[0074] 사전-시효 단계에서 알루미늄 합금 제품을 가열한 후에, 가열된 제품은 일반적으로 기체 또는 액체로 제품을 담금질하는 것을 사용함이 없이 피크 사전-시효 온도로부터 다시 실온으로 서냉된다. 그러나, 일부 다른 실시형태에서, 실온으로의 냉각은 예를 들어 공기, 냉각 액체 등, 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 강제 냉각에 의해 보조된다. 일부 실시형태에서, 피크 사전-시효 온도로부터 다시 실온으로의 냉각은 약 48시간, 약 36시간, 약 24시간, 약 18시간, 약 12시간 동안, 또는 이들 사이의 임의의 시간 범위에 걸쳐 일어난다. 알루미늄 합금 제품은 임의의 적합한 물리적 구성으로 사전-시효 온도로부터 실온으로 냉각될 수 있다. 일부 실시형태에서, 알루미늄 합금 제품은 사전-시효 온도에서(또는, 사전-시효 온도보다 낮은, 5°C 이하의 온도에서) 권취되고, 약 48시간, 약 36시간, 약 24시간, 약 18시간, 약 12시간 동안, 또는 이들 사이의 임의의 시간 범위에 걸쳐 실온으로 냉각된다.

[0075] 냉각 후에, 알루미늄 합금 제품은 전달 준비가 되어 있는 형태이며, 다양한 냉간 성형 및 온간 성형 공정에 사용하기에 적합하다. 이러한 상태에서, 안정된 T4 템퍼의 알루미늄 합금 제품은 그 후에 성형된 재료가 시효되고 경화되는 최대 약 6개월의 기간 동안 유지된다.

[0076] 제조 물품

[0077] 본 개시는 본 명세서에 개시된 7xxx 시리즈 알루미늄 합금 제품으로 구성되는 제조 물품을 제공한다. 일부 실시형태에서, 제조 물품은 압연된 알루미늄 합금 시트와 같은 압연된 알루미늄 합금 제품을 포함한다. 이러한 제조 물품의 예는 자동차, 트럭, 트레일러, 열차, 철도 차량, 비행기, 전술한 것 중 임의의 것에 대한 차체 패널 또는 부품, 교량, 파이프 라인, 파이프, 배관, 보트, 선박, 저장 컨테이너, 저장 탱크, 가구, 창문, 문, 난간, 기능성 또는 장식용 건축 피스, 파이프 난간, 전기 부품, 도관, 음료 용기, 또는 식품 용기를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

[0078] 일부 다른 실시형태에서, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 자동차, 항공기, 및 철도 응용을 비롯한 차량 및/또는 운송 응용, 또는 임의의 다른 원하는 응용에 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 본원에 개시된 알루미늄 합금 제품은 범퍼, 사이드 빔, 루프 빔, 크로스 빔, 필러 보강재(예를 들어, A-필러, B-필러, 및 C-필러), 내부 패널, 외부 패널, 측면 패널, 내부 후드, 외부 후드, 또는 트렁크 리드 패널과 같은 모터 차체 부품을 제

조하는 데 사용될 수 있다. 본원에 기재된 알루미늄 합금 및 방법은 항공기 또는 철도 차량 응용 분야에서도 예를 들어 외부 및 내부 패널을 제조하기 위해 사용될 수 있다.

- [0079] 일부 다른 실시형태에서, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 전자 기기 응용에 사용될 수 있다. 예를 들어, 본원에 개시된 알루미늄 합금 제품은 휴대폰 및 태블릿 컴퓨터를 포함하는 전자 장치용 하우징을 제조하는 데 사용될 수도 있다. 일부 실시예에서, 합금은 휴대폰(예를 들어, 스마트폰) 및 태블릿 하부 새시의 외부 케이싱용 하우징을 제조하는 데 사용될 수 있다.
- [0080] 일부 다른 실시형태에서, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 산업 응용에 사용될 수 있다. 예를 들어, 본원에 개시된 알루미늄 합금 제품은 일반 유통 시장용 제품을 제조하는 데 사용될 수 있다.
- [0081] 일부 다른 실시형태에서, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 항공우주 동체 부품으로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 날개, 기체(fuselage), 보조익(aileron), 방향타(rudder), 승강타(elevator), 카울링(cowling), 또는 지지대와 같은 구조용 항공우주 동체 부품을 제조하기 위해 사용될 수 있다. 일부 다른 실시형태에서, 본 명세서에 개시된 알루미늄 합금 제품은 시트 트랙, 시트 프레임, 패널, 또는 힌지와 같은 비-구조용 항공우주 동체 부품을 제조하기 위해 사용될 수 있다.
- [0082] 도시된 실시형태를 포함하는 실시형태에 대한 상기 설명은 예시 및 설명의 목적으로만 주어진 것이며 포괄적이거나 또는 개시된 정확한 형태를 제한하지는 않는다. 이에 대한 많은 수정, 변경, 및 사용이 당업자에게는 자명할 것이다.
- [0083] 아래에 사용되는 바와 같이, 일련의 실시형태에 대한 임의의 언급은 그들 예 각각에 대한 언급으로 분리적으로 이해되어야 한다(예컨대, "실시형태 1 내지 4"는 "실시형태 1, 2, 3, 또는 4"로 이해되어야 함).
- [0084] 실시형태 1은 압연된 알루미늄 합금 제품을 제조하는 방법으로서, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 제공하는 단계로서, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은 용융 7xxx 시리즈 알루미늄 합금으로서 제공되는, 상기 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 제공하는 단계; 알루미늄 합금 주조 제품을 제공하기 위해 용융 7xxx 시리즈 알루미늄 합금을 주조하는 단계; 균질화된 알루미늄 합금 주조 제품을 제공하기 위해 알루미늄 합금 주조 제품을 균질화하는 단계; 압연된 알루미늄 합금 제품을 형성하기 위해 균질화된 알루미늄 합금 주조 제품을 압연하는 단계; 및 압연된 알루미늄 합금 제품을 용체화하고 사전-시효하는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0085] 실시형태 2는 실시형태 1의 방법에 있어서, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은 AA7011, AA7019, AA7020, AA7021, AA7039, AA7072, AA7075, AA7085, AA7108, AA7108A, AA7015, AA7017, AA7018, AA7019A, AA7024, AA7025, AA7028, AA7030, AA7031, AA7033, AA7035, AA7035A, AA7046, AA7046A, AA7003, AA7004, AA7005, AA7009, AA7010, AA7011, AA7012, AA7014, AA7016, AA7116, AA7122, AA7023, AA7026, AA7029, AA7129, AA7229, AA7032, AA7033, AA7034, AA7036, AA7136, AA7037, AA7040, AA7140, AA7041, AA7049, AA7049A, AA7149, AA7204, AA7249, AA7349, AA7449, AA7050, AA7050A, AA7150, AA7250, AA7055, AA7155, AA7255, AA7056, AA7060, AA7064, AA7065, AA7068, AA7168, AA7175, AA7475, AA7076, AA7178, AA7278, AA7278A, AA7081, AA7181, AA7185, AA7090, AA7093, AA7095, 및 AA7099로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법이다.
- [0086] 실시형태 3은 실시형태 1 내지 2 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은: 4.0 내지 15.0 중량%의 Zn; 0.1 내지 3.5 중량%의 Cu; 1.0 내지 4.0 중량%의 Mg; 0.05 내지 0.50 중량%의 Fe; 0.05 내지 0.30 중량%의 Si; 최대 0.50 중량%의 Zr; 최대 0.25 중량%의 Mn; 최대 0.20 중량%의 Cr; 최대 0.15 중량%의 Ti; 및 최대 0.15 중량%의 불순물을 포함하며; 이때 잔부는 Al인 방법이다.
- [0087] 실시형태 4는 실시형태 1 내지 3 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 7xxx 시리즈 알루미늄 합금은: 5.6 내지 9.3 중량%의 Zn; 0.2 내지 2.6 중량%의 Cu; 1.4 내지 2.8 중량%의 Mg; 0.10 내지 0.35 중량%의 Fe; 0.05 내지 0.20 중량%의 Si; 최대 0.25 중량%의 Zr; 최대 0.05 중량%의 Mn; 최대 0.05 중량%의 Cr; 최대 0.05 중량%의 Ti; 및 최대 0.15 중량%의 불순물을 포함하며; 이때 잔부는 Al인 방법이다.
- [0088] 실시형태 5는 실시형태 3의 방법에 있어서, Mo, Nb, Be, B, Co, Sn, Sr, V, In, Hf, Ag, Sc, Ni, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 및 Lu로 이루어진 군으로부터 선택되는 최대 0.10 중량%의 하나 이상의 원소를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0089] 실시형태 6은 실시형태 1 내지 5 중 임의의 실시예의 방법에 있어서, 압연된 알루미늄 합금 제품은 알루미늄 합금 시트 또는 알루미늄 합금 셰이트인 방법이다.

- [0090] 실시형태 7은 실시형태 6의 방법에 있어서, 압연된 알루미늄 합금 제품은 15 mm 이하의 두께를 갖는 방법이다.
- [0091] 실시형태 8은 실시형태 1 내지 7 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 주조하는 단계는 직접 냉각(DC) 주조 또는 연속 주조를 포함하는 방법이다.
- [0092] 실시형태 9는 실시형태 1 내지 8 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 압연하는 단계는 열간 압연, 냉간 압연, 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 방법이다.
- [0093] 실시형태 10은 실시형태 1 내지 9 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 용체화하는 단계 후에 그리고 사전-시효하는 단계 전에 압연된 알루미늄 합금 제품을 담금질하는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0094] 실시형태 11은 실시형태 1 내지 10 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계는 압연된 알루미늄 합금 제품을 범위가 60℃ 내지 130℃인 온도로 가열하는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0095] 실시형태 12는 실시형태 1 내지 11 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계는 최대 약 24시간의 기간 동안 수행되는 방법이다.
- [0096] 실시형태 13은 실시형태 1 내지 12 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계 후에, 압연된 알루미늄 합금 제품을 범위가 12시간 내지 48시간인 기간에 걸쳐 대략 실온으로 냉각시키는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0097] 실시형태 14는 실시형태 1 내지 13 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계 후에, 압연된 알루미늄 합금 제품을 권취하는 단계, 및 이어서, 압연된 알루미늄 합금 제품을 실온으로 냉각시키는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0098] 실시형태 15는 실시형태 14의 방법에 있어서, 상기 권취하는 단계는 상기 사전-시효하는 단계의 온도보다 낮은, 5℃ 이하의 온도에서 수행되는 방법이다.
- [0099] 실시형태 16은 실시형태 15의 방법에 있어서, 상기 냉각시키는 단계는 범위가 12시간 내지 48시간인 기간에 걸쳐 수행되는 방법이다.
- [0100] 실시형태 17은 실시형태 1 내지 16 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 상기 사전-시효하는 단계 후에 압연된 알루미늄 합금 제품을 권취하는 단계를 추가로 포함하는 방법이다.
- [0101] 실시형태 18은 실시형태 1 내지 17 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 압연된 알루미늄 합금 제품은 사전-시효 직후에 적어도 240 MPa의 항복 강도(R_p)를 갖고, 항복 강도(R_p)는 ISO 6892-1에 따라 측정되는 방법이다.
- [0102] 실시형태 19는 실시형태 1 내지 18 중 임의의 실시형태의 방법에 있어서, 압연된 알루미늄 합금 제품은 상기 사전-시효하는 단계 직후의 생산후 기간 동안 25 MPa 이하의 그의 항복 강도(R_p)의 증가를 보이고, 생산후 기간은 범위가 7일 내지 180일인 방법이다.
- [0103] 실시형태 20은 알루미늄 합금 제품으로서, 알루미늄 합금 제품은 실시형태 1 내지 19 중 임의의 실시예의 방법에 의해 제조되는 압연된 알루미늄 합금 제품인 알루미늄 합금 제품이다.
- [0104] 하기 실시예는 본 개시 내용의 특정 실시형태를 추가적으로 동시에 어떠한 제한도 없이 설명하기 위한 것이다. 반면에, 본원의 설명을 읽은 후에 본 개시 내용의 사상을 벗어나지 않으면서 당업자에게 시사할 수 있는 다양한 실시형태, 변형, 및 균등물이 있을 수 있음을 명확히 알 수 있을 것이다.
- [0105] 실시예 1 - 강도 시험
- [0106] 1.4 mm 두께의 AA7075 알루미늄 합금 시트의 2개의 샘플을 사전-시효 단계를 제외하고는, 480℃에서의 용체화에 이은 완전 물 담금질을 비롯하여, 동일한 가공 방법에 따라 제조하였다. 하나의 샘플을 100℃에서 1분 미만 동안 사전-시효(PX)를 거치게 한 다음에, 24시간에 걸쳐 실온으로 냉각시켰다. 다른 하나의 샘플은 사전-시효를 거치지 않았다. 도 1은 샘플 각각에 대해 초기 생산 후 일수의 함수로서 항복 강도(R_p)의 변화를 도시하며, 여기에서 항복 강도는 ISO 6892-1 시험에 따라 측정된다. 사전-시효로 제조된 샘플은 약 30일의 기간에 걸쳐 상당히 더 안정된 항복 강도를 나타낸다.
- [0107] 2.0 mm 두께의 클래딩된(cladded) AA7075/AAAA5182 알루미늄 합금 시트의 6개의 샘플을 사전-시효 단계에서만 변화와 함께, 본 명세서에 기재된 바와 같은 방법에 따라 제조하였다. 소정 샘플을 상이한 온도에서 사전-시효를 거치게 하였고, 일부 샘플을 모의 코일 냉각과 조합하여 사전-시효를 거치게 하였다. 도 2는 샘플 각각에 대

해 초기 생산 후 일수의 함수로서 항복 강도(R_p)의 변화를 도시한다.

[0108] 실시예 2

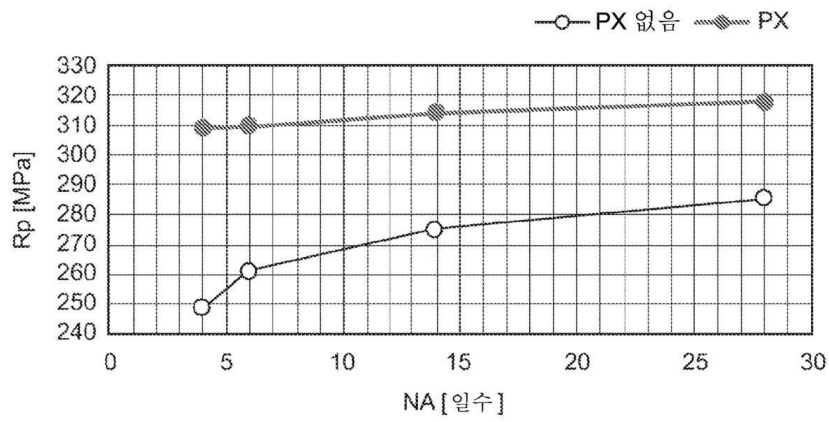
[0109] 1.4 mm 두께의 AA7075 알루미늄 합금 시트의 샘플을 5분의 침지 시간을 갖는 480℃에서의 용체화, 350 ℃/s의 담금질 속도로의 완전 물 담금질, 사전-시효 단계, 및 자연 시효를 비롯하여, 동일한 가공 방법에 따라 제조하였다. 자연 시효 시간과 마찬가지로, 사전-시효 온도 및 시간을 변화시켰다. 사전-시효 시간은 1시간, 4시간, 또는 8시간이었다. 사전-시효 온도는 70℃ 또는 100℃였다. 자연 시효(natural aging, NA)를 1주, 2주, 3주, 또는 4주 동안 수행하였다. 페인트-베이킹 사이클(paint-bake cycle, PB)을 거치는 상태 및 거치지 않는 상태에서 샘플을 시험하였다. 페인트-베이킹 사이클을 거칠 때, 2%의 사전-변형률(pre-strain)이 있는 상태 및 없는 상태에서 샘플을 시험하였고, 도 3a 내지 도 3d는 사전-시효 시간 및 온도의 함수로서 그리고 샘플이 페인트-베이킹 사이클을 거쳤는지 여부의 함수로서 샘플에 대한 항복 강도의 변화를 도시한다. 도 3d는 샘플이 페인트-베이킹(paint-baking)을 거쳤을 때 사전-변형률의 효과를 도시한다. 항복 강도(MPa)를 ISO 6892-1:2016 시험에 따라 측정하였다. 도 4a 내지 도 4c는 사전-시효 시간 및 온도의 함수로서 그리고 샘플이 페인트-베이킹 사이클을 거쳤는지 여부의 함수로서 샘플에 대한 신장 강도의 변화를 도시한다. 도 4d는 샘플이 페인트-베이킹을 거쳤을 때 사전-변형률의 효과를 도시한다. 신장 강도(MPa)를 ISO 6892-1:2016 시험에 따라 측정하였다. 도 5a 내지 도 5c는 사전-시효 시간 및 온도의 함수로서 그리고 샘플이 페인트-베이킹 사이클을 거쳤는지 여부의 함수로서 샘플에 대한 균일 신장률의 변화를 도시한다. 도 5d는 샘플이 페인트-베이킹을 거쳤을 때 사전-변형률의 효과를 도시한다. 균일 신장률(%)을 ISO 6892-1:2016 시험에 따라 측정하였다. 도 6a 내지 도 6c는 사전-시효 시간 및 온도의 함수로서 그리고 샘플이 페인트-베이킹 사이클을 거쳤는지 여부의 함수로서 샘플에 대한 총 신장률의 변화를 도시한다. 도 6d는 샘플이 페인트-베이킹을 거쳤을 때 사전-변형률의 효과를 도시한다. 총 신장률(%)을 ISO 6892-1:2016 시험에 따라 측정하였다. 도 7a 내지 도 7d는 사전-시효 시간 및 온도의 함수로서 그리고 샘플이 페인트-베이킹 사이클을 거쳤는지 여부의 함수로서 샘플에 대한 임계 과단 변형률의 변화를 도시한다. 도 7c 및 도 7d는 샘플이 페인트-베이킹을 거쳤을 때 사전-변형률의 효과를 도시한다. 임계 과단 변형률(%)을 ISO 6892-1:2016 시험에 따라 측정하였다. 도 8a 내지 도 8d는 사전-시효 시간 및 온도의 함수로서 그리고 샘플이 페인트-베이킹 사이클을 거쳤는지 여부의 함수로서 샘플에 대한 변형 경화 지수(strain hardening exponent)(n -값)를 도시한다. 도 8c 및 도 8d는 샘플이 페인트-베이킹을 거쳤을 때 사전-변형률의 효과를 도시한다. 임계 과단 변형률(%)을 ISO 6892-1:2016 시험에 따라 측정하였다.

[0110] 도 3 내지 도 8에 의해 도시된 바와 같이, 70℃에서의 사전-시효는 자연 시효의 길이가 증가함에 따라 항복 강도를 증가시켰다. 100℃에서의 사전-시효에 대해, 자연 시효의 시간의 길이에 상관없이, 4 내지 8시간 동안 사전-시효될 때 항복 강도는 비교적 안정되었다. 샘플이 페인트-베이킹 사이클을 거친 후에 450 MPa보다 큰 항복 강도가 달성가능하였다. 페인트-베이킹 사이클 전에 2%의 사전-변형률을 겪은 샘플은 항복 강도의 약간의 증가를 보였다.

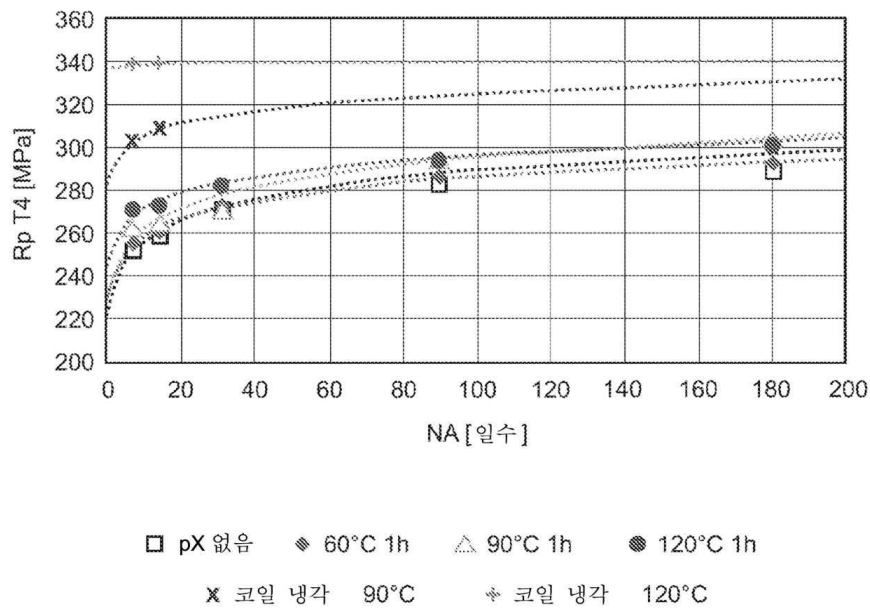
[0111] 위에서 인용된 모든 특허, 특허 출원, 공개, 및 초록은 그 전체가 본원에 참고로 원용되어 포함된다. 본 발명의 다양한 실시형태는 본 발명의 다양한 목적 달성을 위해 설명되었다. 이러한 실시형태는 단지 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것으로 이해해야 한다. 이들의 다수의 변형 및 적용은 다음의 청구 범위에서 정의된 바와 같이 본 발명의 사상 및 범위를 벗어남이 없이 당업자에게 용이하게 명백할 것이다.

도면

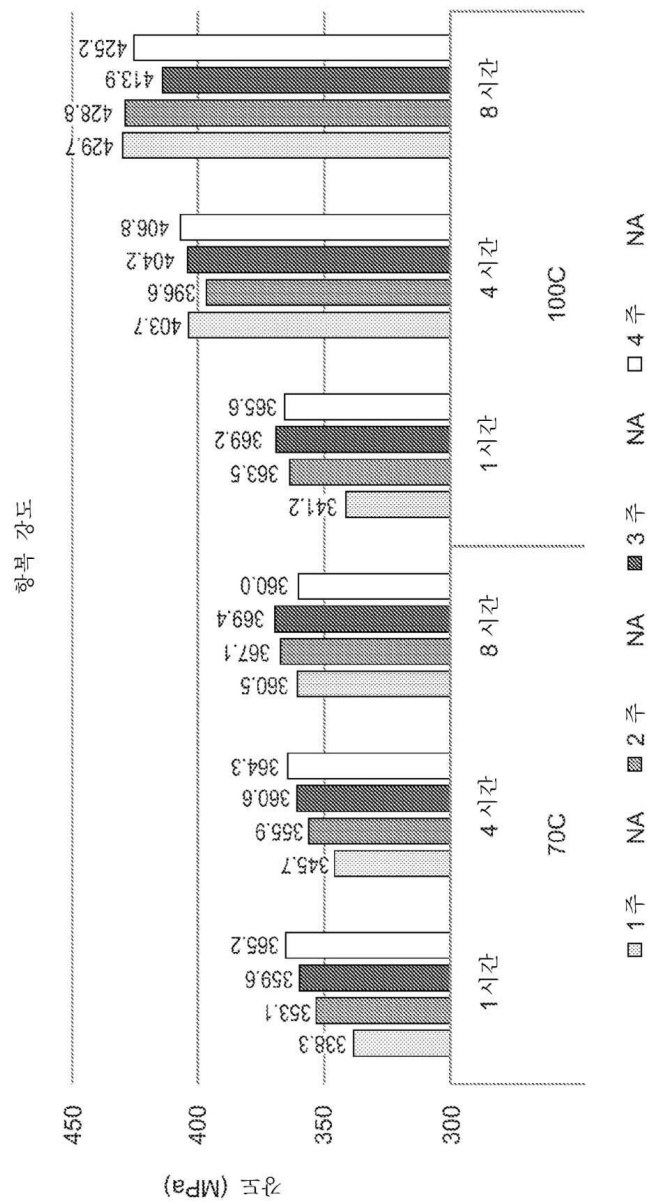
도면1



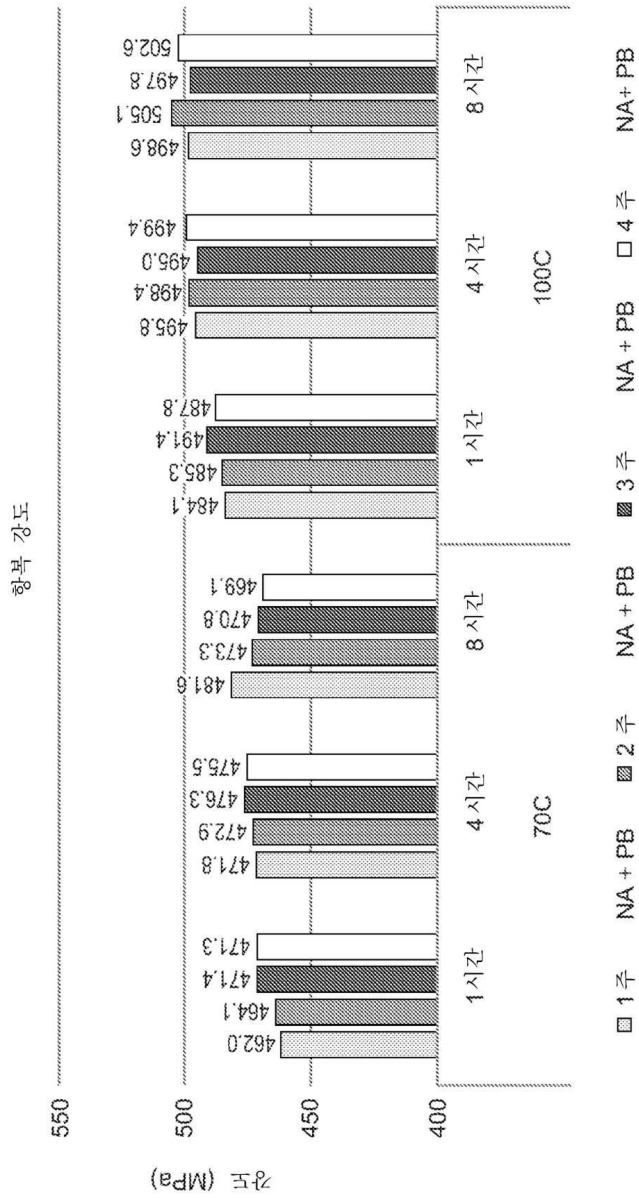
도면2



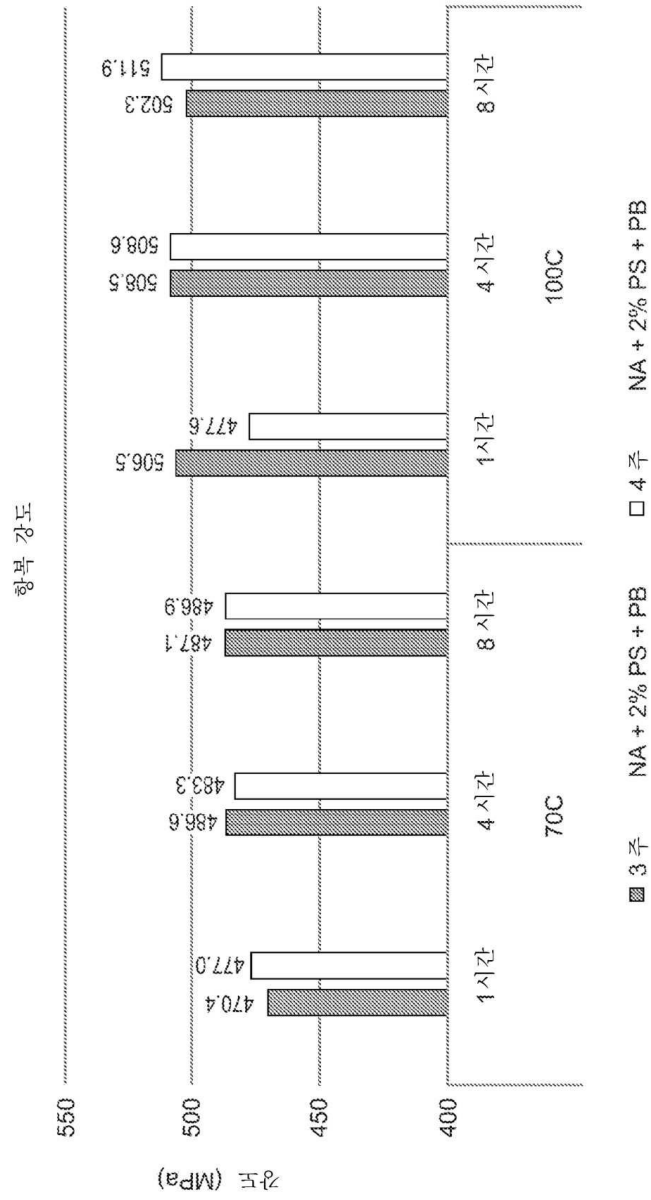
도면3a



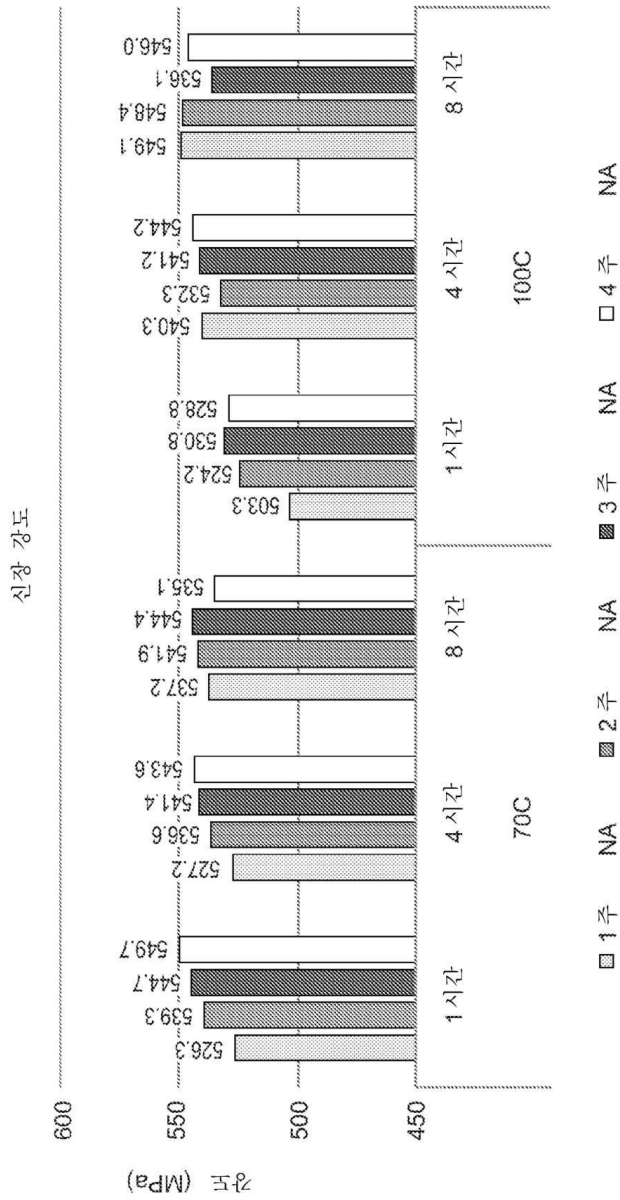
도면3b



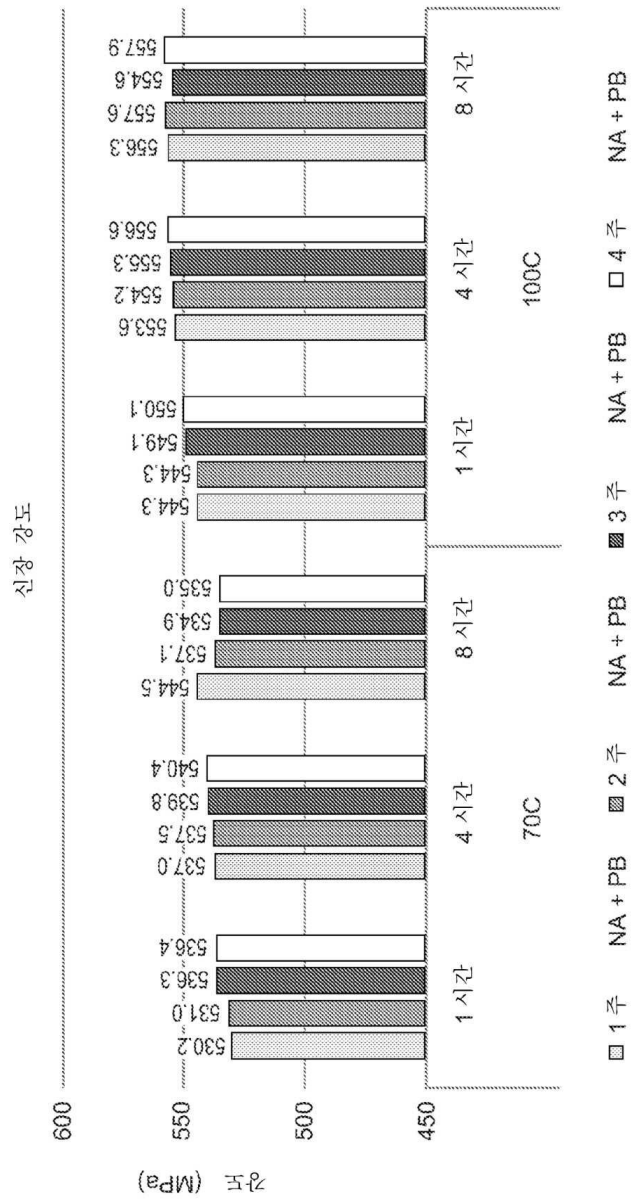
도면3c



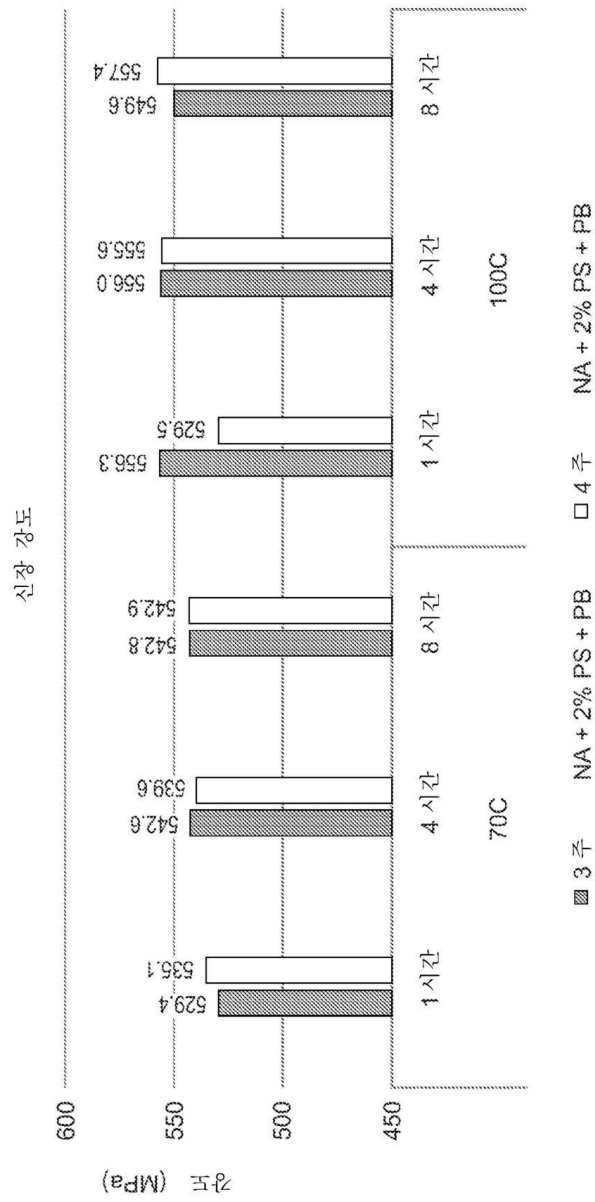
도면4a



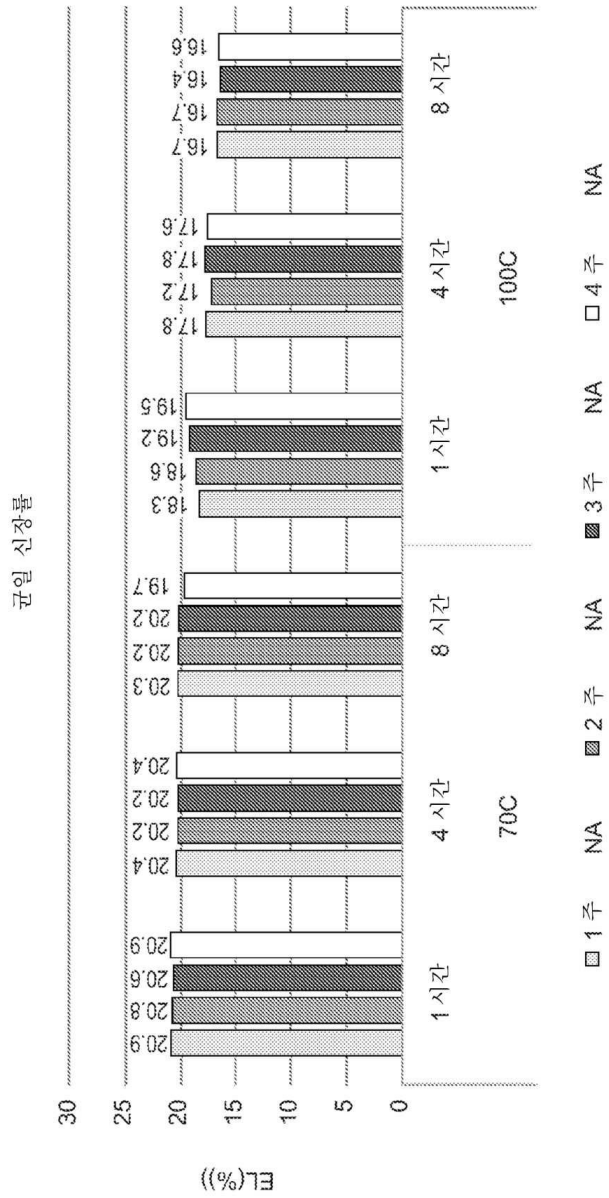
도면4b



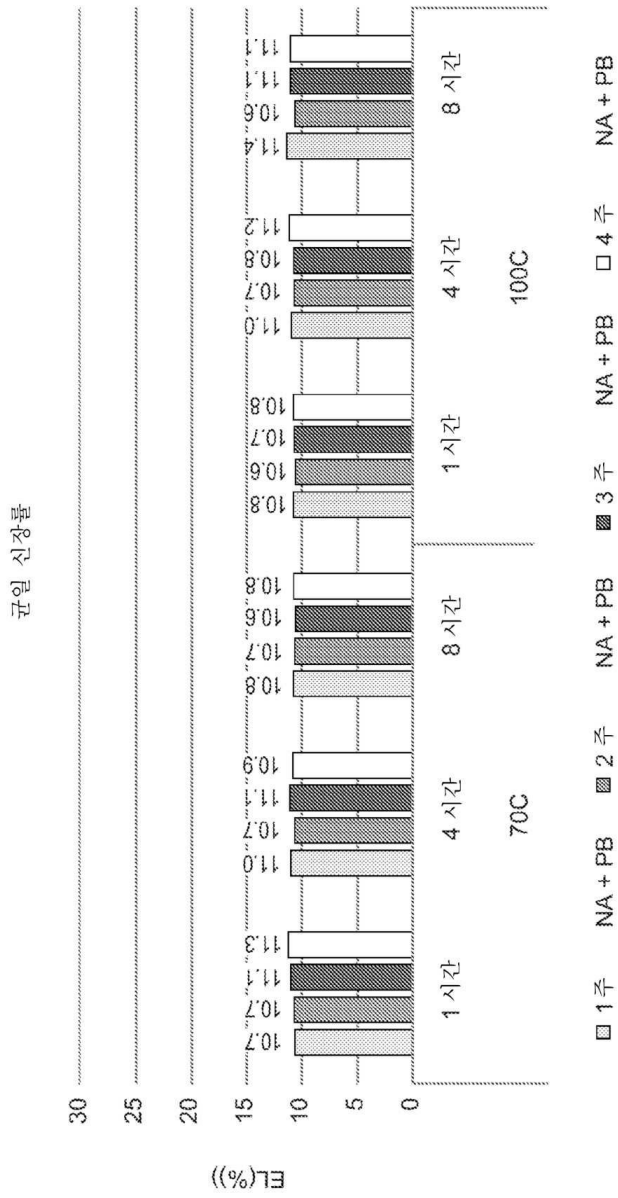
도면4c



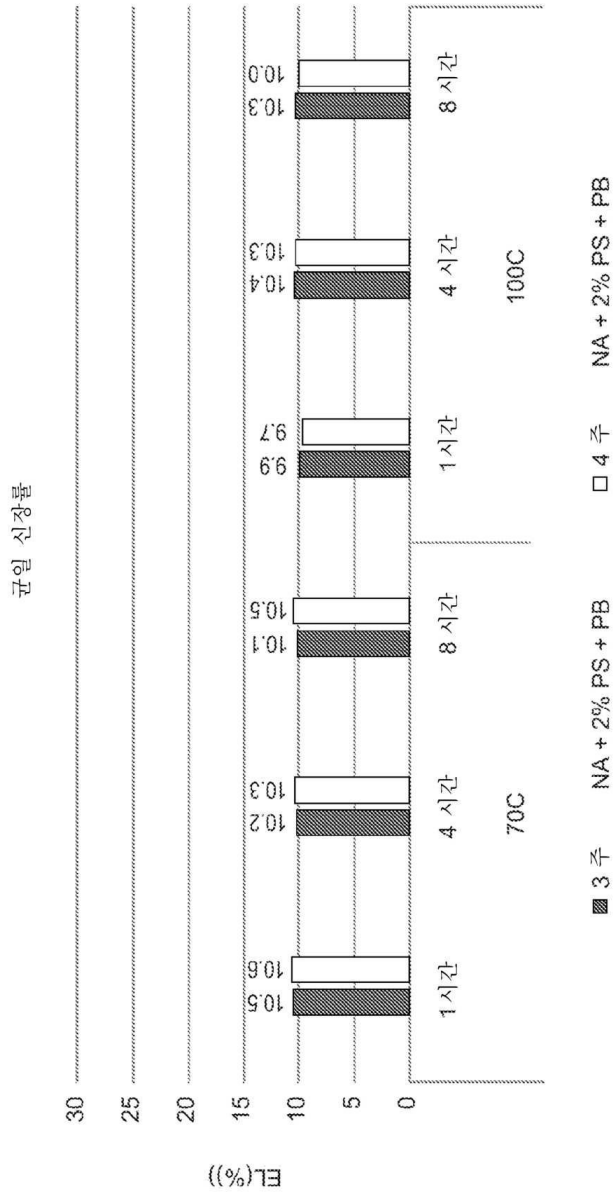
도면5a



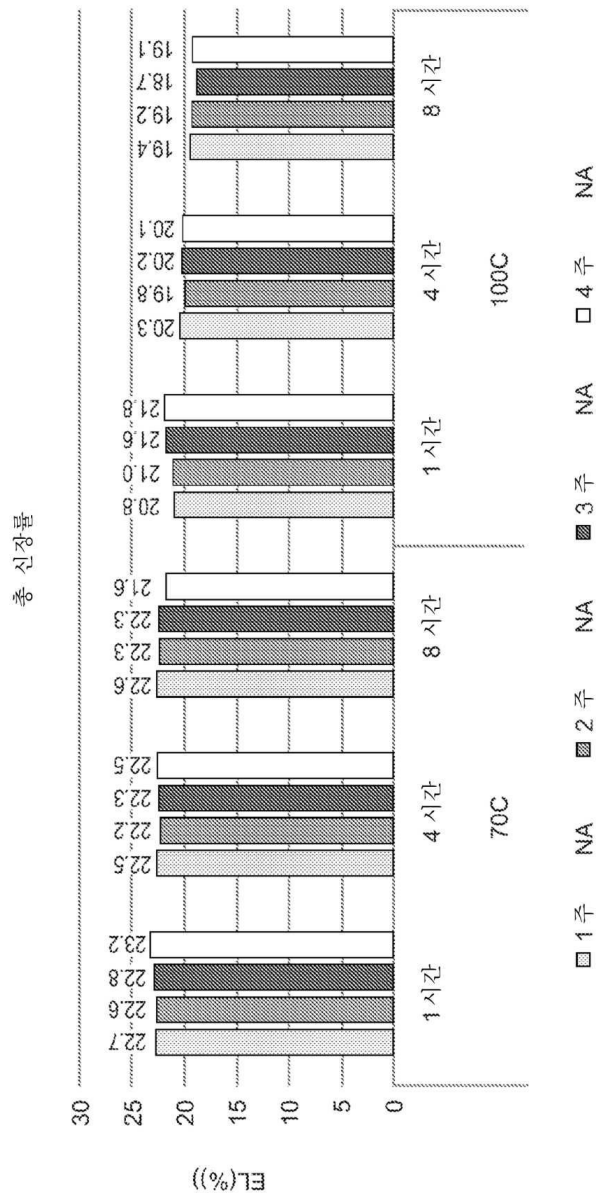
도면5b



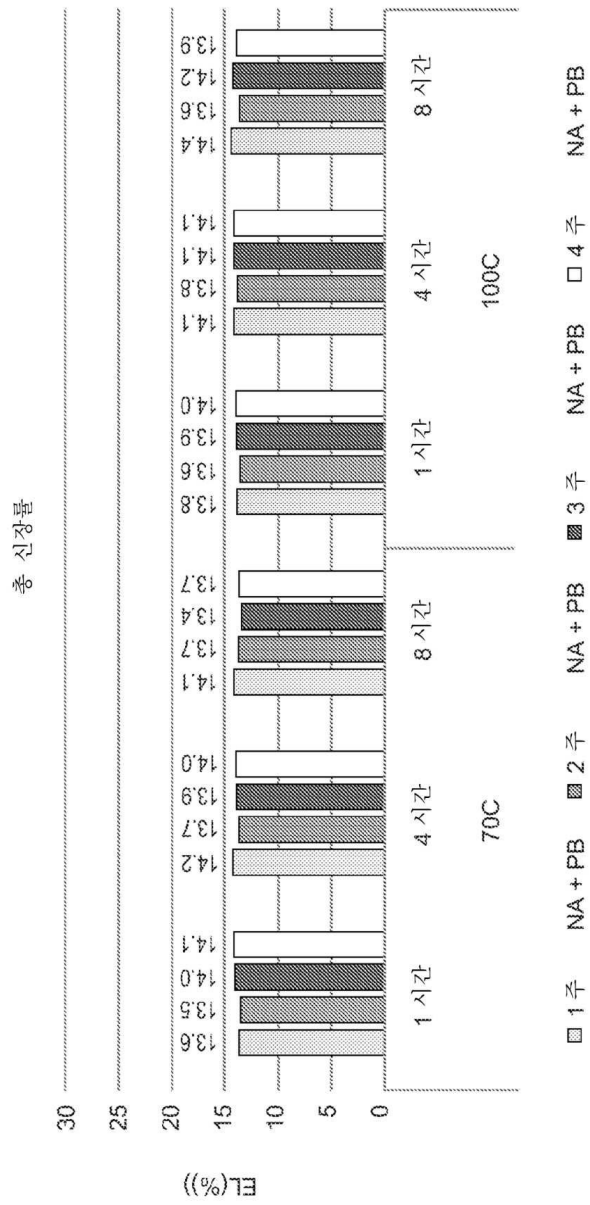
도면5c



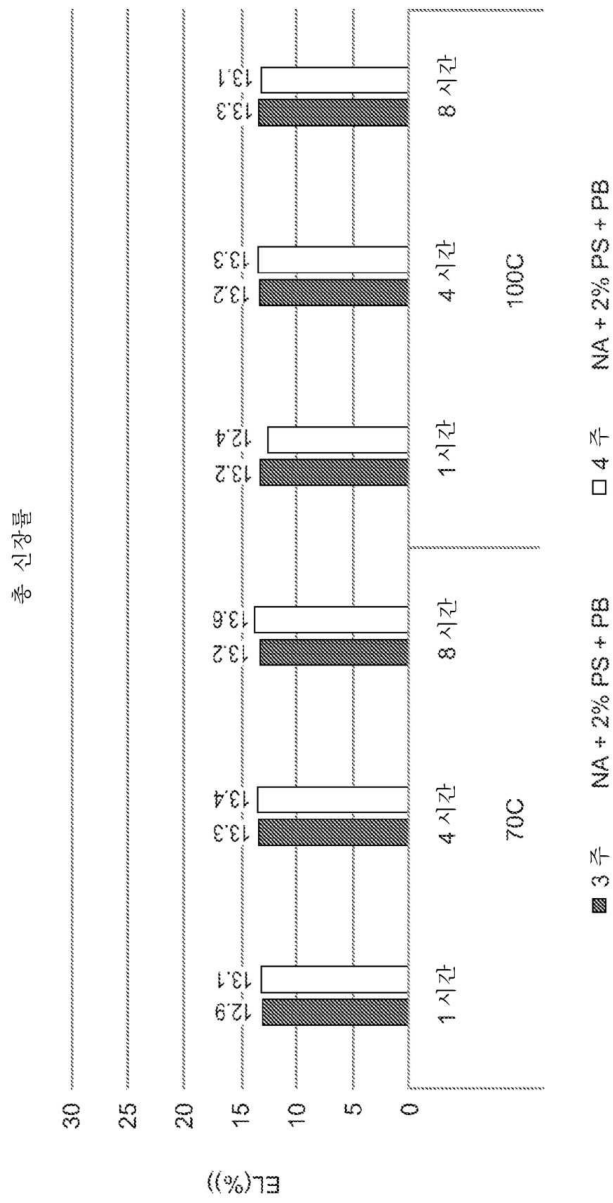
도면6a



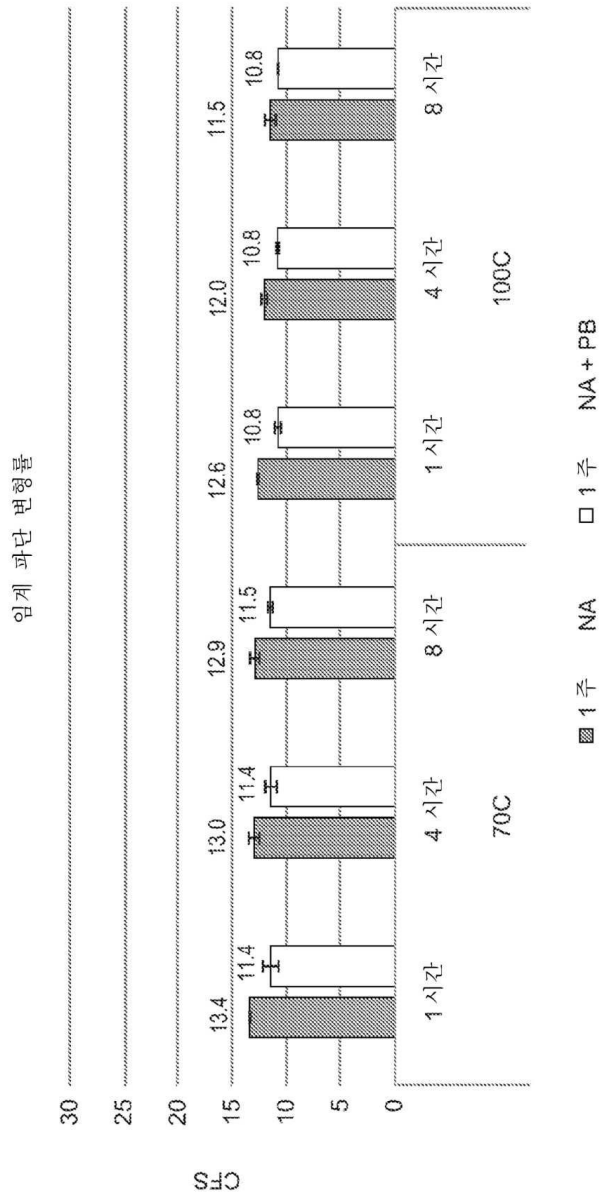
도면6b



도면6c

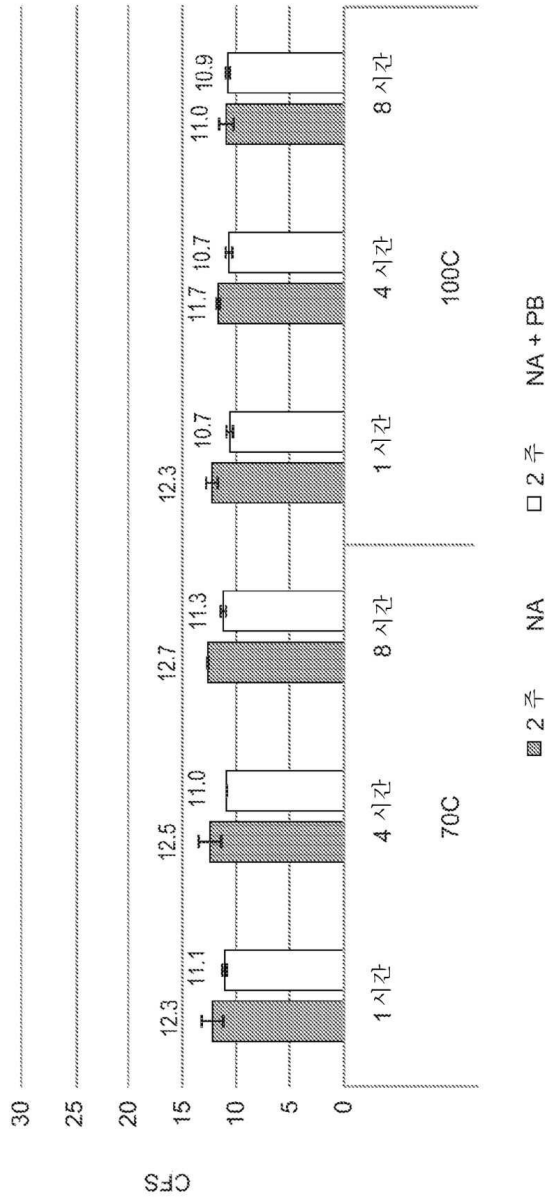


도면7a

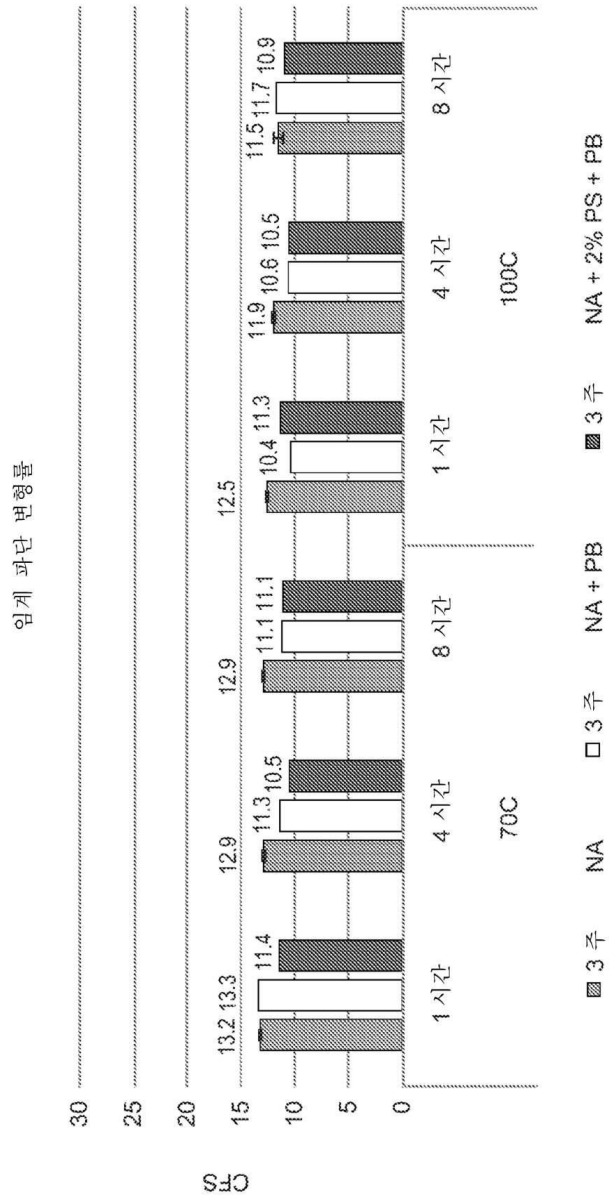


도면7b

임계 파단 변형률

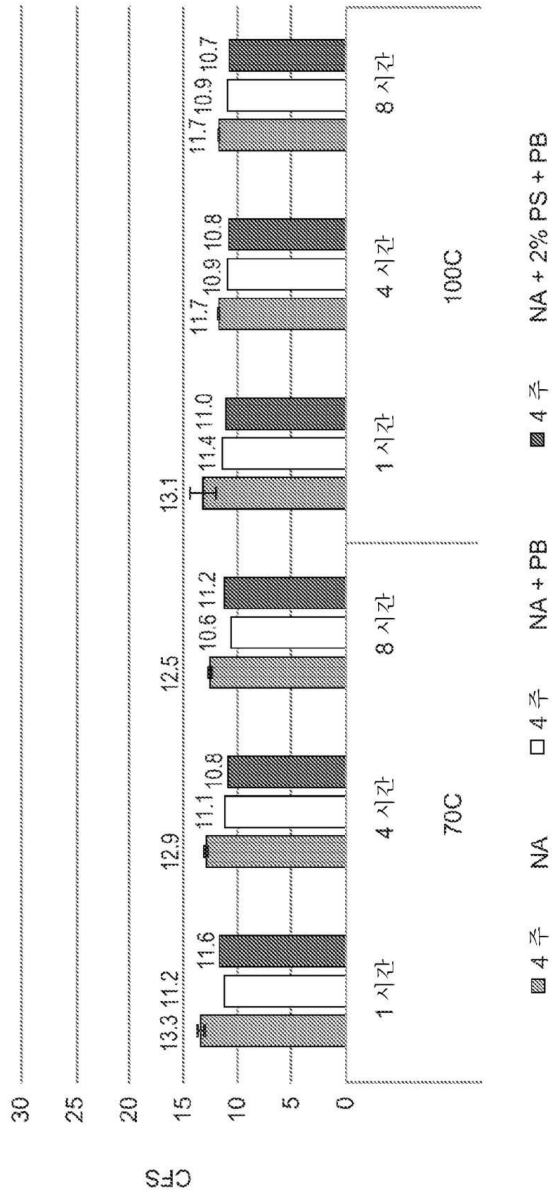


도면7c

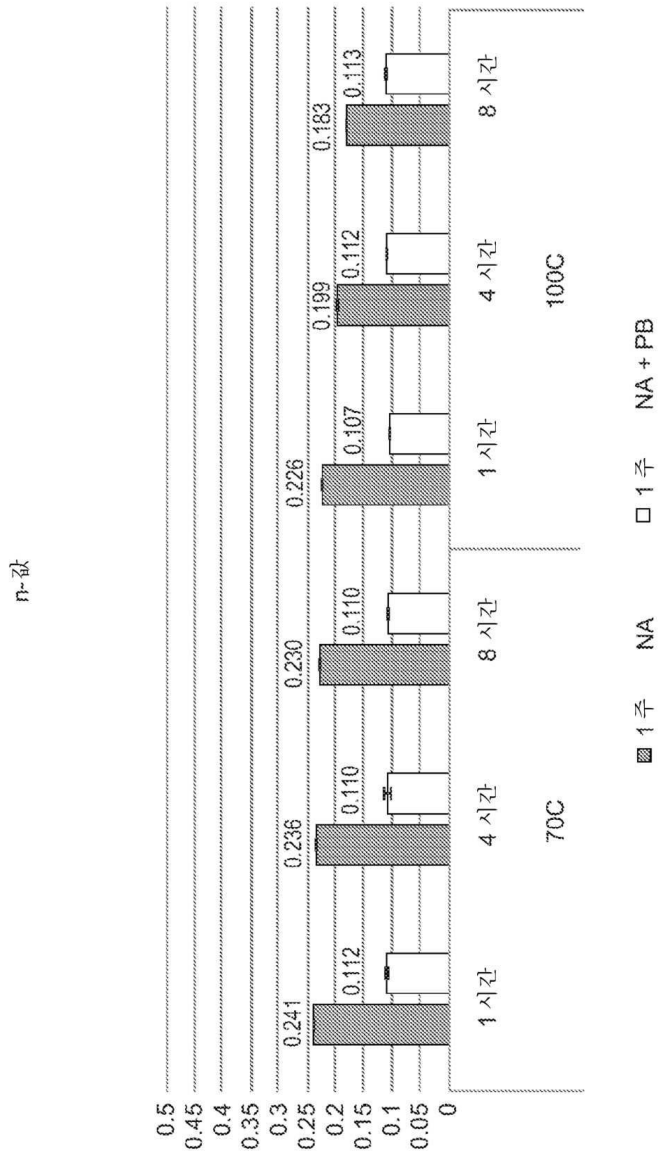


도면7d

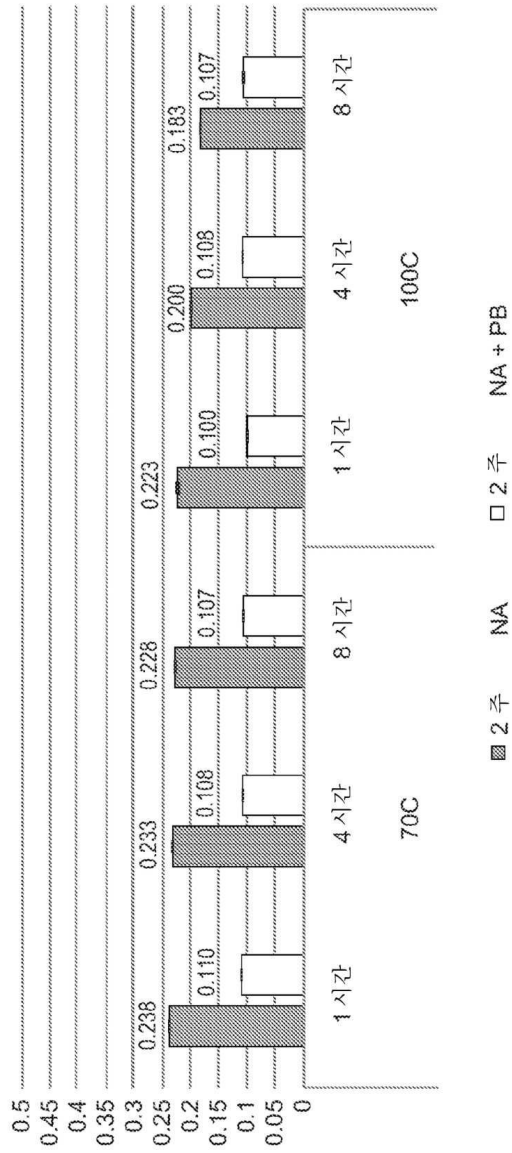
임계 파단 변형률



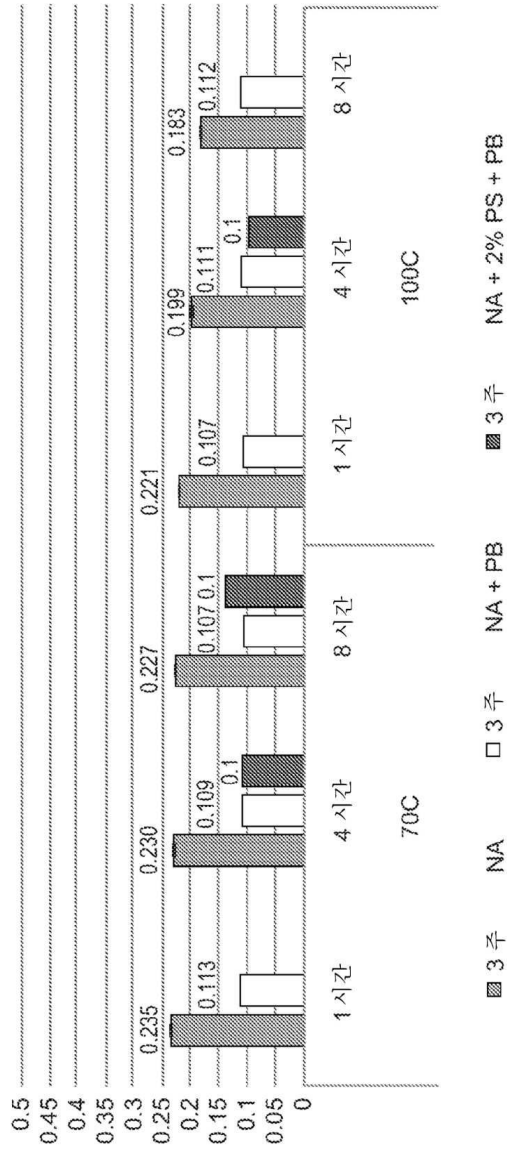
도면8a



도면8b



도면8c



도면8d

n-값

