



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

C22C 1/04 (2006.01)

C22F 1/04 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0125889

(43) 공개일자 2006년12월06일

(21) 출원번호 10-2006-7017913

(22) 출원일자 2006년09월04일

심사청구일자 없음

변역문 제출일자 2006년09월04일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/004558

(87) 국제공개번호 WO 2005/080619

국제출원일자 2005년02월11일

국제공개일자 2005년09월01일

(30) 우선권주장 10/782,027 2004년02월19일 미국(US)

(71) 출원인 알코아 인코포레이티드
미합중국 펜실바니아주 15212-5858 피츠버그시 이사벨라 스트리트 201 알코아 코포레이트 센터

(72) 발명자 우날 알리
미합중국 펜실바니아 15632 엑스포트 매노데일 드라이브 2208
와트마르 가빈 페드릭
미합중국 캘리포니아 94549 라파에테 폴린레인 20
토메스 데이비드 알렌 주니어
미합중국 네바다 89436 스파크스 샌디에고 코트 4941
티몬스 데이비드 웨인
미합중국 네바다 89523 리노 리버 프론트 드라이브 266

(74) 대리인 김정욱
박종혁
정삼영

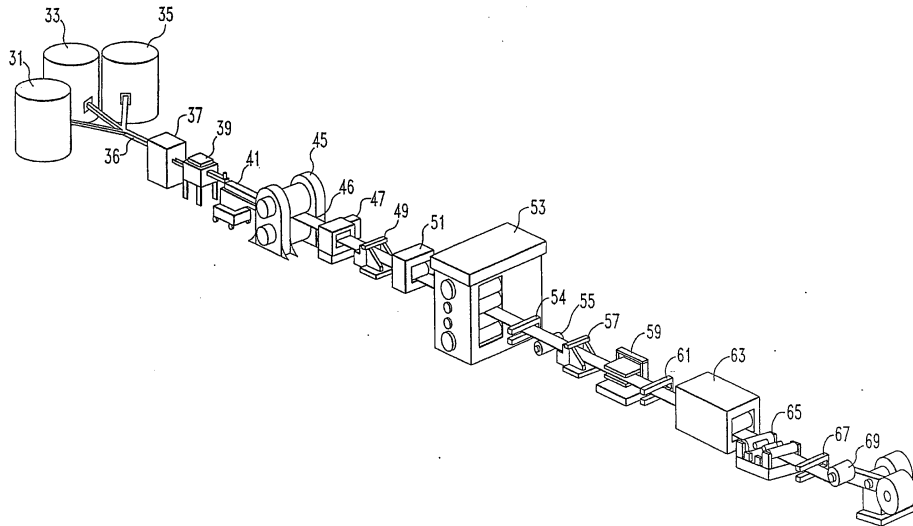
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 인라인 프로세스로 열처리 및 어닐링 처리한 알루미늄 합금판재를 제조하기 위한 방법

(57) 요약

연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법이 제공된다. 연속 주조 알루미늄 합금 스트립은 옵션에 따라 담금질되고, 열간 압연 또는 온간 압연되고, 인라인으로 어닐링 또는 용체화 처리되고, 옵션에 따라 담금질되고, 그리고 바람직하게 코일로 감겨지며, 필요에 따라 원하는 두께를 얻기 위해 열간 압연, 온간 압연 또는 냉간 압연 단계가 추가된다. 본원 발명의 프로세스는 매우 짧은 공정 시간내에 원하는 특성을 갖는 T 조질 처리 또는 O 조질 처리된 알루미늄 합금 판재를 제조하는 사용될 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1.

연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법으로서,

- (i) 연속 주조 알루미늄 합금 스트립을 공급 원료로 제공하는 단계,
- (ii) 공급 원료를 열간 압연 또는 온간 압연하는 단계, 및

(iii) 알루미늄 합금 판재를 생산하기 위하여, 원하는 조질 처리 및 합금에 의존하여 인라인으로 공급 원료를 어닐링 또는 용체화 처리하는 단계를 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 (ii) 단계에서 압연하기 전에 공급 원료를 담금질하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 알루미늄 합금 판재를 인장 평탄화하는 단계 및 코일로 감는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 연속 주조 알루미늄 합금 스트립은 약 0.06 내지 0.25 인치의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 5.

제 4 항에 있어서, 연속 주조 알루미늄 합금 스트립은 약 0.08 내지 0.14 인치의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 (ii) 단계에서의 열간 압연 또는 온간 압연은 약 400 내지 1020°F의 온도에서 실행되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 (ii) 단계에서 압연되어 빠져나올 때 상기 공급 원료의 온도는 약 300 내지 850°F인 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 8.

제 2 항에 있어서, 담금질은 수냉으로 실행되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 9.

제 2 항에 있어서, 담금질한 후 공급 원료의 온도는 약 400 내지 900°F인 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 (ii) 단계에서의 열간 압연 또는 온간 압연후 공급 원료의 두께는 약 0.02 내지 0.15 인치인 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 11.

제 1 항에 있어서, 상기 (iii) 단계에서 공급 원료는 약 700 내지 950°F의 온도에서 인라인으로 어닐링되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서, 상기 어닐링은 약 0.1 내지 3초 동안 실행되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 13.

제 11 항에 있어서, 상기 (iii) 단계 후에 공급 원료를 약 110 내지 720°F의 온도로 담금질하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 14.

제 13 항에 있어서, 담금질은 수냉과 공냉의 조합으로 실행되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 15.

제 11 항에 있어서, 알루미늄 판재는 약 0.02 내지 0.15 인치의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 16.

제 1 항에 있어서, 상기 (iii) 단계에서 공급 원료는 약 800 내지 1060°F의 온도에서 인라인으로 용체화 처리되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 상기 용체화 처리는 약 0.1 내지 3초 동안 실행되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 18.

제 16 항에 있어서, 상기 (iii) 단계 후에 공급 원료를 약 110 내지 250°F의 온도로 담금질하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 19.

제 18 항에 있어서, 담금질은 공냉으로 실행되는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 20.

제 16 항에 있어서, 알루미늄 합금 판재는 약 0.02 내지 0.15 인치의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 21.

제 1 항에 있어서, 상기 알루미늄 합금은 1XXX, 2XXX, 3XXX, 5XXX, 6XXX 및 7XXX 계열 합금을 포함하는 그룹에서 선택된 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 22.

제 21 항에 있어서, 담금질하기 전에 트리밍 영역을 통하여 주조 스트립을 이동시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 23.

제 1 항에 있어서, 상기 (ii) 단계에서의 압연 이외에 추가적으로, 상기 (iii) 단계에서의 어닐링 또는 용체화 처리하기 전에 한번 이상 열간 압연 또는 냉간 압연하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 24.

제 23 항에 있어서, 상기 열간 압연 또는 냉간 압연 단계 사이에 한번 이상의 추가적인 담금질 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 25.

제 23 항에 있어서, 상기 열간 압연 또는 냉간 압연 단계 사이에 한번 이상의 가열 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

청구항 26.

제 23 항에 있어서, 알루미늄 합금 판재는 약 0.007 내지 0.075 인치의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 연속적인 인라인 프로세스에서 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 연속적인 인라인 프로세스로 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위한 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게, 최소한의 단계 및 가능한 가장 짧은 공정 시간으로, 원하는 특성을 갖는 T 조질 처리 또는 O 조질 처리 알루미늄 합금 판재를 제조하기 위하여 연속적인 프로세스가 사용된다.

배경기술

자동차 패널, 보강재, 음료 용기, 항공 분야와 같은 상업적인 분야에 이용하기 위한 알루미늄 합금 판재를 제조하는 종래의 방법은 개별적인 단계로 구성된 다수의 절차를 포함하는 배치(batch) 프로세스를 채용하고 있다. 일반적으로, 커다란 잉곳은 약 30 인치의 두께로 주조되어 주위 온도로 냉각되고, 나중에 사용하기 위해 보관된다. 후속 공정을 위해 잉곳이 필요할 때, 잉곳은 표면 결함을 제거하기 위하여 스칼핑 된다. 일단 표면 결함이 제거되면, 합금의 성분이 금속 조직 전체에 적절하게 분포되는 것을 보장하기 위하여 잉곳은 약 1040°F의 온도에서 20 내지 30 시간 동안 예열된다. 그 다음에 열간 압연을 위해 낮은 온도로 냉각된다. 냉간 압연을 위해 필요한 두께까지 잉곳의 두께를 감소시키기 위하여 다수의 압연 패스가 적용된다. 일반적으로 중간 어닐링 또는 자체 어닐링이 실행된다. 그 다음에 원하는 두께로 냉간 압연되어 코일(압연한 제품을 감은 것)로 감겨진다. 비열처리형 제품을 위해, 코일은 O 조질 처리를 하기 위하여 배치 단계로 어닐링된다. 열처리형 제품을 생산하기 위하여, 코일로 감겨진 판재는 일반적으로 연속적인 열처리 라인에서 별도의 열처리 작업을 하게 된다. 이것은 코일을 풀어내고, 고온에서 용체화 처리하고, 담금질하고 다시 감는 과정을 포함한다. 시작에서 완성까지 상기 프로세스는 판매하기 위한 제품을 만드는데 몇 주일이 소요되고, 최종 제품 및 공정에서 처리중인 대량의 재고가 발생하며, 부가적으로 프로세스의 각각의 단계에서 스크랩 손실이 존재한다.

이 프로세스에서의 과도한 공정 시간 때문에, 최종 제품에서의 원하는 특성을 유지하면서 몇몇 단계를 제거함으로써 공정 시간을 단축하려는 다양한 시도가 이루어졌다.

예를 들면, 미국특허 제5,655,593호는 두꺼운 잉곳 대신에 얇은 스트립으로 주조되어 신속하게 압연되고 연속적으로 30초 내에 350°F 미만의 온도로 냉각하여 알루미늄 합금 판재를 제조하는 방법을 개시하고 있다. 미국특허 제5,772,802호는 알루미늄 합금 주조 스트립이 담금질 되고, 압연되고, 600 내지 1200°F 사이의 온도에서 120초 미만의 시간 동안 어닐링되고, 담금질한 다음에 압연하고 시효처리하는 방법을 개시하고 있다.

미국특허 제5,356,495호는 주조 스트립이 열간 압연되고, 고온 상태에서 코일로 감겨지고 열간 압연 온도에서 2 내지 120분 동안 유지되며, 코일에서 풀어낸 다음에 급냉되고, 300°F 미만의 온도에서 냉간 압연한 후에 판재를 다시 감는 과정을 포함하는 프로세스를 개시하고 있다.

상기 특허문헌에 따른 방법들은 본원 발명의 순차적인 단계에 대하여 전혀 기재되거나 또는 암시되어 있지 않다. 재고를 전혀 갖지 않거나 또는 적고, 스크랩 손실도 작으며 짧은 시간에 원하는 특성을 갖는 열처리(T 조질 처리) 및 어닐링 처리(O 조질 처리)된 판재를 제조하기 위한 연속적인 인라인 제조 방법을 제공할 필요성이 상존하고 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 (i) 연속 주조 알루미늄 합금 스트립을 공급 원료로 제공하는 단계, (ii) 옵션에 따라, 바람직한 열간 압연 온도로 공급 원료를 담금질하는 단계, (iii) 담금질한 공급 원료를 필요한 두께로 열간 압연 또는 온간 압연하는 단계, (iv) 원하는 조질 처리 및 합금에 의존하여 인라인으로 공급 원료를 어닐링 또는 용체화 처리하는 단계, 및 (v) 옵션에 따라, 공급 원료를 담금질하는 단계를 포함하는 연속적인 인라인 프로세스로 알루미늄 합금 판재를 제조 방법을 제공함으로써 앞서 설명한 필요성을 해결한다. 바람직하게, 추가적인 단계로서 인장 평탄화하는 단계 및 코일로 감는 단계를 포함한다.

본원 발명의 방법은 많은 단계의 제거 및 공정 시간의 감소를 허용하며, 여전히 원하는 특성을 구비한 알루미늄 합금 판재를 제조할 수 있다. 열처리 제품 및 O 조질 처리 제품은 용융 금속을 완성된 코일로 변환하는데 약 30초 소용되는 동일한 제조 라인에서 만들어진다. 따라서, 본 발명의 목적은 종래의 방법으로 제조된 것의 특성과 유사하거나 또는 초과하는 특성을 갖는 알루미늄 합금 판재를 제조하는 연속적인 인라인 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 스크랩 및 공정 시간을 최소화하기 위하여 더욱 신속하게 알루미늄 합금 판재를 제조하는 연속적인 인라인 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 더욱 효율적이고 경제적인 프로세스로 알루미늄 합금 판재를 제조하는 연속적인 인라인 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 상세한 목적 및 다른 목적은 첨부 도면, 상세한 설명 및 청구범위로부터 더욱 명확하게 될 것이다.

실시예

이하, 도면을 참조하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

본 발명은 (i) 연속 주조된 얇은 알루미늄 합금 스트립을 공급 원료로 제공하는 단계, (ii) 옵션에 따라, 바람직한 열간 압연 온도 또는 온간 압연 온도로 공급 원료를 담금질하는 단계, (iii) 담금질한 공급 원료를 필요한 두께로 열간 압연 또는 온간 압연하는 단계, (iv) 원하는 조질 처리 및 합금에 의존하여 인라인으로 공급 원료를 어닐링 또는 용체화 처리하는 단계, 및 (v) 옵션에 따라, 공급 원료를 담금질하며 그 후에 인장 평탄화 및 코일로 감는 단계를 포함하는 연속적인 인라인 프로세스로 알루미늄 합금 판재를 제조 방법을 제공한다. 본 발명은 원하는 치수와 특성을 갖는 알루미늄 합금 판재를 제조한다. 바람직한 실시예에서, 알루미늄 합금 판재는 나중에 사용하기 위해 코일로 감겨진다. 본 발명의 단계적인 절차는 도 1의 흐름도에 도시되어 있으며, 도면에서 연속 주조된 알루미늄 합금 스트립 공급 원료(1)는 옵션에 따라 전단 및 트리밍 영역(2)을 통과하고, 옵션에 따라 온도 조절을 위해 담금질(4) 되고, 열간 압연(6)되고, 그리고 옵션에 따라 트리밍(8) 된다. 그 후에 공급 원료는 O 조질 처리 제품(22)을 생산하기 위하여 어닐링처리(16)한 다음에 적절한 담금질(18)이 수행되고 옵션

에 따라 코일(20)로 감겨지거나, 또는 T 조질 처리 제품(24)을 생산하기 위하여 용체화 처리(10)한 다음에 적절한 담금질(12)이 수행되고 옵션에 따라 코일(14)로 감겨진다. 도 1에서 알 수 있는 바와 같이, 가열 단계와 후속 담금질 단계의 온도는 원하는 조질 처리에 따라 변한다.

본 명세서에 사용되는 "어닐링"의 용어는 금속의 재결정을 일으키는 열처리 프로세스를 의미하며, 균일한 성형성을 갖게 하여 이어링 제어에 도움이 된다. 알루미늄 합금을 어닐링하는데 사용되는 일반적인 온도는 약 600 내지 900°F의 범위이다.

또한 본 명세서에 사용되는 "용체화 처리"의 용어는 합금 원소의 제2상 입자가 고용체로 용해되도록 고온에 금속을 유지하는 야금학적 프로세스를 의미한다. 용체화 처리에 사용되는 온도는 일반적으로 어닐링 처리에 사용되는 온도보다 높으며, 약 1060°F까지의 온도 범위이다. 그 다음에 석출을 제어함으로써 최종 제품을 경화시키는 목적을 위해 고용체 상태는 담금질에 의해 유지된다.

본 명세서에 사용된 "공급 원료"의 용어는 스트립 형태의 알루미늄 합금을 의미한다. 본 발명을 실시하는데 사용된 공급 원료는 당업자에게 공지된 다양한 연속 주조 기술에 의해서 준비될 수 있다. 이러한 스트립을 제조하기 위한 바람직한 방법은 Wyatt-mair 및 Harrington에게 허여된 미국특허 제5,496,423호에 기재되어 있다. 바람직한 다른 방법은 본원 발명의 출원인에게 양도된 미국특허출원 번호 10/078,638(미국특허 제6,672,368호) 및 10/377/376에 기재되어 있다. 연속 주조 알루미늄 합금 스트립의 두께는 바람직하게 약 0.06 내지 0.25 인치의 범위이며, 더욱 바람직하게는 약 0.18 내지 0.14 인치의 범위이다. 일반적으로, 주조 스트립은 원하는 연속적인 처리과정 및 관재의 최종 용도에 의존하여 약 90 인치까지의 폭을 갖는다.

이제 도 2를 참조하면, 도면에는 본 발명의 방법의 바람직한 실시예를 실행하는데 사용된 바람직한 장치가 개략적으로 도시되어 있다. 주조할 용융 금속은 용해 유지 장치(31, 33, 35)에 유지되고, 트로프(36)를 통과하며, 또한 탈가스(37) 및 필터링(39) 되어 준비된다. 텀디시(41)는 용융 금속을 연속 주조장치(45)로 공급한다. 주조장치(45)에서 나온 공급 원료(46)는 가장자리 트리밍 및 두께방향 절단을 위해 전단(47) 및 트리밍(49) 영역을 통해 이동되고, 그 후에 압연 온도의 조절을 위해 담금질(51) 영역을 통과한다. 전단 영역은 프로세스가 중단 상태일 때 작동되고, 프로세스 진행중일 때 전단기는 개방되어 있다.

선택적인 담금질(51) 후에, 공급 원료(46)는 압연기(53)를 통과하고 필요한 최종 두께로 압연기를 빠져나온다. 공급 원료(46)는 두께 게이지(54), 형상 측정기(55)를 통과하고 선택적으로 트리밍 되며, 그 다음에 가열장치(59)에서 어닐링 또는 용체화 처리된다.

가열장치(59)에서 어닐링/용체화 처리된 다음에, 공급 원료(46)는 프로파일 게이지(61)를 통과하고, 담금질 영역(61)에서 선택적으로 담금질된다. 추가적인 단계로서 공급 원료(46)는 영역(65)에서 관재를 평탄하게 하는 인장 평탄화 장치를 통과하는 단계, 그리고 영역(67)에서 표면 검사를 하는 단계를 포함한다. 이렇게 만들어진 알루미늄 합금 관재는 그 다음에 코일로 감는 영역(69)에서 감겨진다. 주조장치에서 코일로 감는 장치까지 공정의 전체적인 길이는 약 250 피트이다. 그러므로, 용융 금속에서 코일까지 공정의 전체 시간은 약 30초이다.

본 발명의 실시할 때에 다양한 형태의 담금질 장치가 사용될 수 있다. 일반적으로, 담금질 영역은 공급 원료의 온도를 신속하게 낮추기 위하여 액체 또는 가스의 냉각 유체가 고온의 공급 원료에 분사되는 영역이다. 적합한 냉각 유체에는 물, 공기, 이산화탄소 등과 같은 액화 가스를 포함된다. 고용체로부터 합금 원소의 석출을 방지하기 위하여 고온의 공급 원료의 온도를 신속하게 낮추도록 담금질이 신속하게 실행되는 것이 바람직하다.

일반적으로, 담금질(51) 영역에서의 담금질은 약 1000°F의 온도로 연속 주조장치를 빠져나올 때의 공급 원료의 온도를 원하는 열간 압연 온도 또는 온간 압연 온도로 감소시킨다. 일반적으로, 공급 원료는 원하는 조질 처리 및 합금에 의존하여 약 400 내지 900°F 범위의 온도로 담금질(51) 영역을 빠져나온다. 이러한 목적을 위해 물 분사 또는 공기 담금질이 사용될 수 있다.

열간 압연 또는 온간 압연(53)은 일반적으로 약 400 내지 1020°F, 보다 바람직하게는 700 내지 1000°F 범위의 온도에서 실행된다. 본 발명의 열간 압연 단계에 의한 두께 감소의 정도는 필요한 마무리 두께에 도달하도록 의도되었다. 일반적으로 이것은 약 55%의 감소를 포함하고, 이와 같은 감소를 달성하기 위하여 주조되는 스트립의 두께가 조절된다. 압연하는 동안 관재가 물에 의해서 냉각되기 때문에 압연 영역의 출구에서의 관재의 온도는 약 300 내지 850°F, 더 바람직하게는 550 내지 800°F 이다.

바람직하게, 압연 영역(5)에서 나올 때 원료 재료의 두께는 약 0.02 내지 0.15 인치, 더 바람직하게는 약 0.03 내지 0.08 인치이다.

가열장치(59)에서 실행되는 가열은 완성된 제품에서의 원하는 조질 처리 및 합금에 의해 결정된다. 한 실시예에서, T 조질 처리를 위해 공급 원료는 약 950°F 이상, 바람직하게는 약 980 내지 1000°F의 온도에서 인라인 용체화 처리된다. 가열은 약 0.1 내지 3 초, 더 바람직하게는 약 0.4 내지 6초 동안 실행된다.

다른 바람직한 실시예에서, O 조질 처리를 원할 때 공급 원료는 단지 어닐링 처리하는 것만 필요하며, 어닐링은 합금에 의존하여 일반적으로 약 700 내지 950°F, 더 바람직하게는 약 800 내지 900°F의 낮은 온도에서 달성될 수 있다. 가열은 약 0.1 내지 3 초, 더 바람직하게는 약 0.4 내지 6초 동안 실행된다.

마찬가지로, 담금질(63) 영역에서의 담금질은 완성된 제품에서의 원하는 조질 처리 및 합금에 의존한다. 예를 들면, 용체화 처리된 공급 원료는 바람직하게 공기 및 물에 의해 약 100 내지 250°F, 바람직하게는 약 160 내지 180°F로 냉각되어 코일로 감겨진다. 바람직하게, 담금질(63) 영역에서의 담금질은 수냉 또는 공냉, 또는 판재의 온도를 Leidenfrost 온도(여러 알루미늄 합금에 대해 약 550°F) 바로 위의 온도까지 먼저 물을 사용하여 냉각하고 이어서 공기로 냉각하는 조합 방식으로 냉각된다. 이 방법은 수냉에 의한 신속한 냉각의 장점과 제품에 높은 수준의 표면을 제공하는 공기 분사에 의한 낮은 응력의 냉각을 조합하여 변형을 최소화한다. 열처리된 제품을 위해 200°F 이하의 출구 온도가 바람직하다.

어닐링 처리된 제품은 바람직하게 공냉 및 수냉에 의해 약 100 내지 720°F로 냉각되고, 일부 제품을 위해 바람직하게 약 680 내지 700°F로 냉각되며, 냉각되는 동안 금속간 화합물의 석출이 일어나는 다른 제품을 위해 약 200°F 정도의 더욱 낮은 온도로 냉각되어 코일로 감겨진다.

비록 본 발명의 프로세스는 단일 단계에서 열간 압연 또는 온간 압연하여 필요한 최종 두께에 도달하는 한 실시예로 설명되었지만, 다른 실시예가 시도될 있으며, 예를 들면 약 0.007 내지 0.075 인치의 두께를 갖는 더욱 얇은 두께에 도달하도록 열간 압연 및 냉각 압연의 임의의 조합이 사용될 수 있다. 얇은 두께를 위한 압연기 배열은 한번의 열간 압연 단계, 그 후에 필요에 따라 열간 압연 및/또는 냉간 압연 단계를 포함할 수 있다. 이러한 배열에서, 어닐링 및 용체화 처리 영역은 최종적인 두께가 달성된 후에 배치될 수 있고, 그 다음에 담금질 영역이 배치된다. 필요한 경우, 중간 어닐링 및 용질을 고용체에 유지하기 위해 압연 단계 사이에 추가적인 어닐링 단계와 담금질 단계가 인라인으로 배치될 수 있다. 이와 같은 배열에는 결정립 크기 제어를 위한 스트립 온도의 조절을 위해서 열간 압연 전에 사전 담금질 단계가 포함되도록 할 필요가 있다. 사전 담금질 단계는 고온 취성을 일으키는 합금을 위한 전제 조건이다.

도 3은 추가적인 가열 및 압연 단계가 수행되는 많은 변경 실시예 중의 하나에 대한 장치를 개략적으로 도시하고 있다. 금속은 노(80)에서 가열되고 용융 금속은 용해 유지 장치(81, 82)에 유지된다. 용융 금속은 트로프(84)를 통과하고 탈가스(86) 및 필터링(88)에 의해 준비된다. 턴디시(90)는 용융 금속을 벨트 구조장치로 예시된 연속 구조장치(92)로 공급한다(구조장치가 예시된 벨트 구조장치로 한정되는 것은 아니다). 구조장치(92)에서 나온 공급 원료(94)는 가장자리 트리밍 및 두께방향 절단을 위해 선택적인 진단(96) 및 트리밍(98) 영역을 통해 이동되고, 그 후에 압연 온도의 조절을 위해 담금질(100) 영역을 통과한다.

담금질(100) 후에, 공급 원료(94)는 열간 압연기(102)를 통과하여, 여기로부터 공급 원료는 중간의 두께로 빠져나온다. 다음에 공급 원료(94)는 원하는 최종 두께에 도달하도록 추가적인 열간 압연(104) 및 냉간 압연(106, 108) 된다.

그 다음에 공급 원료(94)는 선택적으로 트리밍(110) 되고, 가열장치(112)에서 어닐링 또는 용체화 처리된다. 가열장치(112)에서 어닐링/용체화 처리후에, 공급 원료(94)는 선택적으로 형상 게이지(113)를 통과하고, 담금질(114) 영역에서 선택적으로 담금질 된다. 이렇게 만들어진 판재는 x-ray(116, 118) 및 표면 검사(120)되고 선택적으로 코일로 감겨진다.

열처리형 합금으로 적합한 알루미늄 합금은 2XXX, 6XXX, 및 7XXX 계열 합금을 포함하지만 이것으로 제한되는 것은 아니다. 적합한 비열처리형 합금은 1XXX, 3XXX 및 5XXX 계열 합금을 포함하지만 이것으로 제한되는 것은 아니다. 또한 본 발명은 주조, 압연 및 인라인 프로세스에 대한 광범위한 적용이 가능하므로 새로운 합금 및 특수한 합금에도 적용될 수 있다.

이하의 실시예는 본 발명을 설명하기 위한 것이며 결코 본 발명을 제한하는 것으로서 구성된 것은 아니다.

예 1 : 열처리형 합금의 인라인 제조

열처리 가능한 알루미늄 합금은 본 발명의 방법에 의해서 인라인 제조되었다. 주조 합금의 조성은 자동차 패널용으로 사용되는 6022 합금의 범위에서 선택되었다. 용융 합금의 분석 결과는 다음과 같다.

원소 중량 퍼센트

Si 0.8

Fe 0.1

Cu 0.1

Mn 0.1

Mg 0.7

이 합금은 분당 250 피트의 주조속도로 0.085 인치의 두께로 주조되고, 0.035 인치의 두께로 한 단계에서 열간 압연에 의해 인라인 제조되고, 용체화 처리를 위해 1초 동안 980°F의 온도로 가열된 후 물분사에 의해 160°F 까지 담금질한 후 코일로 감겨졌다. 그 다음에 평가를 위해 코일의 가장 바깥쪽 부분에서 샘플을 채취하였다. 한 세트의 샘플을 T4 조질 상태에 도달하도록 실온에서 4 내지 10일 동안 안정화시켰다. 두번째 세트의 샘플은 안정화시키기 전에 180°F에서 8시간 동안 예비시효 처리하였다. 이 조질 처리는 T43 처리라고 한다. 샘플의 특성은 헤밍, 단일축 인장, 균일 양축 스트레칭(유압 벌지) 및 자동차 도장 건조 사이클에서의 시효처리를 포함한 다수의 시험에 의해서 평가되었다. 얻어진 결과는 통상적인 잉곳 방식에 의해 만들어진 판재에서 얻어진 결과와 비교되었다. 유압 벌지 시험에 의해 변형된 샘플은 또한 도장 특성 및 표면 품질을 체크하기 위하여 자동차 도장 사이클의 조건으로 처리되었다. 모든 관점에서, 본 발명의 방법에 의해 인라인 제조된 판재는 잉곳 방식에 의한 것과 대등하거나 또는 우수하였다.

[표 1]

pre-roll quench	TFX F	in line quench, F	ATC S number	TYS ksi	UTS ksi	Elongation, %		r value	r bar
						uniform	total		
T43 (longitudinal)									
off	980	114	805656	18.6	36.6	25.5	30.4	1.079	
off	1000	114	805658	19.3	37.2	23.6	26.7	1.144	
Sheet from conventional		ingot - T43	typical	17.8	34.5	21.5	24.5	0.826	
T43 (45°)									
off	980	114	805656	18.5	36.4	24.2	28.0	0.760	
off	1000	114	805658	19.6	37.6	25.4	29.7	0.725	
Sheet from conventional		ingot - T43	typical	17.0	33.4	24.5	26.9	0.602	
T43 (transverse)									
off	980	114	805656	18.4	36.2	22.1	24.5	0.988	0.897
off	1000	114	805658	19.0	36.7	23.6	26.3	0.889	0.896
Sheet from conventional		ingot - T43	typical	16.6	32.5	22.8	26.4	0.642	0.668
Customer requirements (min)				14.0		19.0	21.0		0.500

표 1의 설명 : 본 발명에 의해 인라인 제조된 6022-T43 판재의 인장 특성. 측정은 ASTM 시험편에 대하여 9일간 자연시효 한 후 이루어졌다. 주조 번호 - 031009. T43 조질 처리는 제조후에 별도의 노에서 샘플을 180°F에서 8시간 유지하여 얻었다. 제조하여 노에 샘플을 넣을 때까지의 시간은 10 분 미만이었다.

T43 조질 판재에 대한 인장 시험의 결과는 잉곳으로부터 제조된 판재와 비교하여 표 1에 도시되어 있다. 모든 관점에서 본 발명에 의해 만들어진 판재의 특성은 소비자의 요구조건을 초과하였으며 동일한 조질 처리한 통상적인 판재에 대한 결과에 필적하였다. r 값에 의해 측정된 특성의 등방성에 대하여, 예를 들면 잉곳에 대한 0.668과 비교하여 본 방법의 판재는 0.897이 얻어졌다. 이러한 시험에서, 잉곳에 대한 0.23과 비교하여 전체적으로 더 높은 0.27의 변형 경화 지수가 또한 확인되었다. 본 발명의 판재가 더욱더 등방성의 특징을 가지며 성형 작업 동안에 알아짐에 대하여 우수한 저항성을 갖는 것을 암시하기 때문에 상술한 두 가지의 결과는 중요하다. 유사한 결과가 또한 T4 조질 판재 샘플에 적용되었다.

플랫 헤밍 시험은 실온에서 28일 시효처리 후에 실행되었다. 이 시험에서, 소비자의 사양에서 요구되는 7%와 비교하여 11%의 예비 스트레칭이 적용되었다. 이와 같이 더욱 극심한 조건하에서도, 모든 샘플은 표2에 나타낸 바와 같이 2 또는 1의 수용가능한 등급을 얻었다. 유사한 시험에서, 잉곳으로부터 만들어진 판재는 길이방향에서 평균 2-3 hem, 두께방향에서 2 hem를 나타낸다. 이러한 결과는 인라인 제조된 판재가 우수한 헤밍 능력을 갖는 것을 암시한다. 몇몇 샘플은 제조 후에 염욕에서 오프 라인 용체화 처리되었다. 시험 결과, 이 샘플도 마찬가지로 표2에 나타낸 바와 같이 우수한 헤밍 특성을 나타내었다.

[표 2]

pre-roll quench	in-line anneal, F	in line quench, F	gauge inches	ATC S number	hem rating		comments
					L	T	
C710 - T43 temper							
off	950	160	0.035	804908	2	2	fabricated in line
off	950	160	0.035	804909	2	2	fabricated in line
on	off	104	0.035	804912	1	2	off-line heat treat: 1040 F/1 min.
on	920	140	0.035	804914	2	2	off-line heat treat: 1010 F/1 min.
Conventional ingot sheet - T43 temper					"2-3"	2	

표 2의 설명 : 0.035 인치 두께(주조 번호 - 030820)의 6022 합금을 28일간 자연 시효후의 플랫 헤밍 특성(11% 예비 스트레칭). T43 조질 처리는 제조후에 별도의 노에서 샘플을 180°F에서 8시간 유지하여 얻었다. 제조하여 노에 샘플을 넣을 때까지의 시간은 10 분 미만이었다. 헤밍에 대한 필요 요건 : 7% 예비 스트레칭에서 2 미만.

유압 벌지에 의한 균일 양측 스트레칭에서, 인라인으로 제조된 판재의 특성은 도 4a 및 4b의 응력 변형 곡선에 도시된 바와 같이 잉곳으로부터 제조된 판재와 필적하였다. 이러한 결과는 T4 및 T43 조질 처리한 경우에 모두 적용되었다. 일반적으로 연속 주조한 재료는 중심에 조대한 금속간 화합물 입자의 편석으로 인하여 균일 양측 스트레칭 시험에서 우수한 특성을 나타내지 않는 것으로 알려져 있기 때문에 상기 시험에서의 특성은 특히 중요하다.

도장 건조 사이클에 대한 특성은 338°F의 오븐에서 20분간 샘플을 유지하여 평가되었다(닛산 사이클). 표3에 나타낸 바와 같이 샘플의 인장 항복 강도는 이 처리에 의해서 13 ksi까지 증가하였다. 모든 경우에, 27.5 ksi의 요구되는 최소값은 T43 조질 처리에서 쉽게 달성되었다. 이 조질 처리에서의 전체적인 특성은 DC 잉곳으로부터 제조된 판재의 평균 특성에 필적하였다. 이런 관점에서 T4 조질 샘플은 다소 불만족스러웠다.

[표 3]

pre-roll quench	TFX F	in line quench, F	Temper	Date		Natural Age Days	Sample ID	TYS ksi	UTS ksi	Elong %	ΔYS ksi
				SBT	Test						
off	950	160	T4	20-Aug	27-Aug	7	804866-T	16.9	33.8	23.2	8.9
			T4+PB in line			7	804866-T	25.8	37.7	20.8	
off	950	160	T4	20-Aug	27-Aug	7	804867-T	16.8	34.0	23.0	9.2
			T4+PB in line			7	804867-T	26.0	37.8	20.2	
off	950	160	T43	20-Aug	27-Aug	7	804908-T	16.8	33.8	22.0	10.8
			T43+PB in line			7	804908-T	27.6	39.0	19.5	
off	950	160	T43	20-Aug	27-Aug	7	804909-T	16.6	33.8	25.0	13.0
			T43+PB in line			7	804909-T	29.6	40.5	19.5	
on	off	104	T43	21-Aug	27-Aug	6	804912-T	18.4	35.2	24.2	10.5
			T43+PB 1040/1min			6	804912-T	28.9	40.5	23.8	
on	920	140	T43	22-Aug	27-Aug	5	804914-T	18.6	35.2	25.0	11.5
			T43+PB 1010/1min			5	804914-T	30.1	41.1	22.5	
						7		17.1	33.3	26.3	13.4
DC ingot typical T43 T43+PB						7	JIS tests	30.5	40.9	26.4	

표 3의 설명 : 압연 두께 0.035 인치로 리노에서 생산된 C710 합금의 도장 건조 반응. 닛산/도요다 도장 건조 사이클 : 2% 스트레칭, 338°F 에서 20분. 요구되는 인장 항복 강도 : 최소 27.5 ksi. T43 조질 처리(담금질 및 시효)를 위해 샘플은 180°F 에서 8시간 유지되었다. 샘플 804912 및 804914는 표시된 조건으로 염욕에서 용체화 처리하고 수냉하였다.

변형된 유압 벌지 시편의 표면 품질을 검사하였으며 오렌지 필, 블리스터 등과 같은 바람직하지 않은 결함이 전혀 발견되지 않았다. 선택된 벌지 샘플은 모의 자동차 도장 사이클로 처리되었다. 도 5는 페인트 브러시 라인, 블리스터 또는 선형적인 결함을 갖지 않는 우수한 도장 표면 품질을 도시하고 있다.

도 6에 도시된 바와 같이 마무리 두께의 판재에 대한 결정립 크기를 검사하였으며, 길이방향으로 27 μm 및 두께 방향으로 36 μm의 평균적인 결정립 크기를 갖는 것으로 확인되었다. 이것은 잉곳으로부터 제조된 판재에 대한 50 - 55 μm의 결정립보다 실질적으로 미세하다. 미세한 결정립 크기는 일반적으로 유익한 것으로 인정되기 때문에, 본 방법에 의해 제조된 판재의 양호한 또는 우수한 특성은 이러한 인자에 의한 것으로 생각된다. 압연하기 전에 약 700°F 로 스트립을 급냉함으로써 본 방법에서 훨씬 더 미세한 결정립 크기를 얻을 수 있다는 것을 알아내었다. 이러한 효과는 두개의 샘플을 도시한 도 6a 및 6b에 도시되어 있다. 냉각한 샘플(6b)의 결정립 크기는 길이방향에서 20 μm 및 두께방향에서 27 μm 이고, 이 결정립 크기는 사전 급냉하지 않은 판재(6a)에서 관찰된 것보다 각각 7 μm 및 9 μm 미세하다.

주조 스트립의 샘플은 담금질하였으며 박판 스트립 주조의 이점을 더욱더 이해하기 위하여 금속 조직을 검사하였다. 도 7a 에 도시된 바와 같이 이 샘플은 Alcoa 스트립 주조 공정의 3개 층으로 이루어진 조직의 특성을 나타내었다. 도 7b에 도시된 바와 같이 스트립의 표면은 결함(용출, 블리스터 또는 다른 표면 결함)이 없는 미세한 조직을 갖고 있다. Hazelett 벨트 주조기 또는 롤 주조기에 의해 연속적으로 주조된 재료와 달리, 본 방법의 스트립은 중심에 조대한 금속간 화합물의 편석을 나타내지 않았다. 오히려, 도 7c에 도시된 바와 같이 응고되는 마지막으로 액상은 단면의 약 25%를 점유하는 중심 구역에서 결정립 사이에 미세한 제2상 입자를 형성되었다. 이와 같이 본 방법에서 현저한 중심 편석이 나타나지 않는 것이, 특히 균일 양축 스트레칭 시험에서 관찰된 바와 같은 양호한 기계적인 특성을 제공하였다. 관찰된 대부분의 제2상 입자는 도 7d에 도시된 바와 같이 평균 크기 1 μm 미만의 AlFeSi상이다. 도 7b에 도시된 바와 같이, 샘플의 중심 구역에서 약간의 Mg₂Si 입자가 관찰되었지만, 외부 "표면층"에서는 발견되지 않았다. 이것은 주조기에서의 급냉 응고가 조직의 외부 구역에서 용질을 고용체로 유지할 수 있었다는 것을 암시한다. 스트립의 전체적으로 미세한 미세조직(표4 참조)과 결합된 이러한 인자는 DC 잉곳으로부터 만든 판재에 필요한 1060°F 보다 낮은 950°F 내지 980°F의 용체화 처리 온도에서 모든 용질의 완전한 용해를 가능하게 한다.

[표 4]

스트립에서의 위치	기공		화합물	
	av. diam. μm	area %	av. diam. μm	area %
중심, 두께방향	0.37	0.37	0.50	0.143
중심, 길이방향	0.38	0.34	0.31	0.077
평균	0.38	0.36	0.41	0.11
표면층, 두께방향	0.35	0.21	0.32	0.23
표면층, 길이방향	0.33	0.25	0.28	0.19
평균	0.34	0.23	0.30	0.21

표 4의 설명 : C710 합금의 주조 상태 샘플에서 발견된 기공 및 화합물 입자의 특성. 화합물은 주로 AlFeSi상 이었다. 또한 소량의 Mg₂Si가 중심 구역에서 발견되었다. 각각의 결과는 20개의 상이한 조직사진에서 구한 데이터의 평균이다.

예 2 : 비열처리형 합금의 인라인 제조

본 발명의 방법에 의해 비열처리형 알루미늄 합금이 제조되었다. 주조 합금의 조성은 강화된 자동차 패널용으로 사용되는 5754 합금의 범위에서 선택되었다. 용융 합금의 분석 결과는 다음과 같다.

원소 중량 퍼센트

Si 0.2

Fe 0.2

Cu 0.1

Mn 0.2

Mg 3.5

이 합금은 분당 250 피트의 주조속도로 0.085 인치의 스트립 두께로 주조되었다. 이 스트립은 우선 압연기 앞에 놓인 물 분사장치에 의해서 약 700°F 로 냉각되었으며, 그 후에 스트립은 즉시 0.040 인치의 두께로 한 단계에서 열간 압연에 의해 인라인 제조되었으며, 다음에 재결정 어닐링을 위해 1초간 900°F의 온도로 가열된 후 물분사에 의해서 190°F로 담금질하고 감겨졌다. 샘플의 특성은 한계 돔 높이(LDH : Limiting Dome Height) 및 단일축 인장 시험에 의해 평가되었다.

인장 시험 결과는 표5에 도시되어 있다. 샘플의 길이방향의 인장 항복강도 및 연신율은 각각 5754 합금에 요구되는 최소값인 12 ksi 및 17%보다 상당히 높은 15.2 ksi 및 25.7% 였다. 최대 인장 강도는 29 내지 39 ksi로 특정된 범위의 중간인 35.1 ksi 였다. 한계 돔 높이 시험에서는, 요구되는 최소값인 0.92 인치를 충족하는 0.952 인치였다. 이와 같은 시험 결과는 DC 잉곳으로부터 제작된 판재에 대하여 보고된 특성을 능가하는 것이다. 본 발명의 판재는 더 높은 연신율, 더 높은 최대 인장 강도 및 더 높은 변형 경화 지수(n)를 나타내었다. 더 높은 이방성 값(r)이 예상되었지만, 이 샘플의 시험에서는 입증되지 않았다. r 값은 DC 판재에 대한 0.92와 비교하여 0.864 였다.

마무리 두께의 판재에 대한 결정립 크기를 조사하였으며 11 내지 14 μm (ASTM 9.5)의 평균 결정립 크기를 갖는 것으로 확인되었다. 이것은 일반적으로 잉곳으로부터 만들어진 판재에 대한 결정립 크기 16 μm 보다 실질적으로 미세하다. 일반적으로 미세한 결정립 크기가 유익한 것으로 인정되기 때문에, 본 발명에 의해 만들어진 판재의 양호한/우수한 특성의 일부는 이러한 인자에 의한 것으로 생각된다.

주조 스트립의 샘플은 담금질하였으며 금속 조직을 검사하였다. 조성의 차이에도 불구하고, 주조 샘플은 도 8에 도시된 바와 같이 6022 합금에 대한 앞에서 설명한 것과 동일한 3개 층으로 이루어진 조직을 나타내었다. 이것은 본 발명에서 설명되는 스트립의 인라인 공정을 가능하게 하는 3개 층으로 이루어진 미세한 미세조직이 Alcoa 스트립 주조 공정의 특징이라는 것을 확인시켜 주는 것이다.

또한 제조 경로의 변경이 조사되었다. 한 시험에서, 표5에 나타난 바와 같이 두께 0.049 인치의 판재가 인라인 어닐링하지 않고 인라인으로 제조되었다. 그 다음에 이 샘플은 오프 라인에서 975°F의 염욕에서 15초간 순간 어닐링된 후 수냉되었다. 이 샘플은 인라인 어닐링하여 제조된 판재에 대해 앞서 설명한 것과 필적하는 비슷한 특성과 높은 r 값을 나타내었다. 이것은 인라인 제조가 이 합금의 전체적인 특성을 O 조질 처리로 개발할 수 있다는 것을 확인시켜주는 것이다. 다른 시험에서, 스트립은 0.049 인치의 두께로 인라인 열간 압연되어 인라인 어닐링하지 않고 160°F로 담금질하였다. 다음에 스트립은 표5에 나타난 바와 같이 0.035 인치 두께로 냉간 압연되고 950°F에서 15초간 순간 어닐링되었다. 마찬가지로, 이 판재도 양호한 기계적인 특성을 나타내었다. 이러한 결과는 본 발명에 의해 광범위한 두께의 O 조질 처리 제품의 판재를 만들기 위하여 열간 압연과 냉간 압연이 최종적인 인라인 어닐링과 조합될 수 있다는 것을 암시한다.

[표 5]

Sample	Reo cast #	alloy	test gauge, inch	hot roll gauge, inch	pre-roll quench	flow path		L 45 T	TYS ksi	UTS ksi	elongation, %		r value	r bar	n value
						Anneal, F	quench, F				uniform	total			
805314	030902B	Al-3.5% Mg	0.033	0.049	on	off	on	L	16.5	36.2	17.9	22.5	0.781	0.947	0.309
								45	16.8	35.3	24.1	28.8	1.120		0.311
								T	16.1	35.6	21.3	22.2	0.766		0.306
805035	030902B	Al-3.5% Mg	0.049	0.049	on	off	on	L	15.6	35.9	19.2	20.8	0.835	1.05	0.314
								45	15.4	35.5	21.7	22.5	1.200		0.303
								T	15.8	35.8	22.4	26.9	0.963		0.317
805747	31021	Al-3.5% Mg	0.040	0.040	on	900	190	L	15.2	35.1	23.2	25.7	0.778	0.864	0.323
								45	14.6	34.8	23.1	25.3	0.938		0.326
								T	14.6	34.7	23.2	24.5	0.802		0.322
Alloy 5754 for comparison															
DC ingot	5754	5754	0.036					L	14.6	29.7	20.4	22.2	0.978	0.92	0.301
								45	14.4	28.9	21.2	22.0	0.809		0.303
								T	14.6	28.9	19.7	22.4	1.082		0.305

표 5의 설명 : 본 발명에 의한 프로세스로 제조된 Al-3.5%Mg 합금(AX)에 대한 단일축 인장 시험 결과이다. 5754 합금에 대한 AA 필요 조건 : TYS = 최소 12 ksi (길이방향(L)), UTS = 29 내지 39 ksi(L), 연신율 = 최소 17%, LDH = 최소 0.92 인치. 샘플 805314 및 805035는 각각 950°F 및 975°F의 염욕에서 15초간 오프라인 어닐링한 다음에 수냉되었다.

예 3 : Mg 함량이 높은 비열처리형 합금의 인라인 제조

본 발명의 방법에 의해 Al-10%Mg 합금이 제조되었다. 용융 합금의 조성은 다음과 같다.

원소 중량 퍼센트

Si 0.2

Fe 0.2

Cu 0.2

Mn 0.3

Mg 9.5

이 합금은 분당 230 피트의 주조속도로 0.083 인치의 스트립 두께로 주조되었다. 이 스트립은 우선 압연기 앞에 놓인 물 분사장치에 의해서 약 650°F로 냉각되었다. 그 다음에 스트립은 즉시 0.035 인치의 마무리 두께로 한 단계에서 인라인 열간 압연되었으며 재결정을 위해 1초간 860°F에서 어닐링된 후 물분사에 의해서 190°F로 급냉되었다. 그 다음에 이 판재는 코일로 감겨졌다. O 조질 처리된 판재의 특성은 코일의 마지막 랩에서 분리된 ASTM 4d 샘플에 대한 단일축 인장 시험에 의해 평가되었다. 길이방향에서, 샘플은 각각 32.4 ksi 및 58.7 ksi의 인장 항복 강도와 최대 인장 강도를 나타내었다. 유사한 합금에 대해 보고된 것보다 약 30% 더 높은, 이와 같은 매우 높은 수준의 강도와 더불어 26.6%의 균일 연신율 및 32.5%의 전체 연신율을 나타내었다. 이 샘플은 10 μm 이하의 매우 미세한 결정립 구조를 나타내었다.

예 4 : 재활용가능한 자동차 판재 합금의 인라인 제조

본 발명의 방법에 의해 Al-1.4%Mg 합금이 제조되었다. 용융 합금의 조성은 다음과 같다.

원소 중량 퍼센트

Si 0.2

Fe 0.2

Cu 0.2

Mn 0.2

Mg 1.4

이 합금은 분당 240 피트의 주조속도로 0.086 인치의 스트립 두께로 주조되었다. 이 스트립은 한 단계에서 두께 0.04 인치로 압연되고, 950°F에서 순간 어닐링된 다음에 수냉되어 코일로 감겨졌다. 담금질(63) 후의 상이한 설정에 의해서 O 조질 처리 및 T 조질 처리를 획득하기 위하여, 압연된 판재의 담금질은 두 가지 상이한 방식으로 실행되었다. T 조질 처리를 위해, 스트립은 마무리 두께로 온간 압연하기 전에 담금질(53)에 의해 약 700°F로 사전 담금질하고 170°F로 사후 담금질되었다(표6의 샘플 번호:804995). 두번째 경우에, O 조질 처리를 하기 위하여 판재는 약 700°F로 사후 담금질 되고 온간 상태에서 코일로 감겨졌다. O 조질 처리 코일은 온간 압연(샘플:804997) 및 열간 압연(샘플:804999) 되었다.

판재의 특성은 ASTM 4d 샘플에 대한 단일축 인장 시험 및 유압 벌지 테스트에 의해서 평가되었다. T 조질 처리한 것에서, 표6에서 알 수 있는 바와 같이 판재의 인장 항복 강도, 최대 인장 강도 및 연신율은 O 조질 처리한 5754 합금에 대한 요건을 훨씬 능가하였으며 종래의 잉곳 방식으로 만들어진 판재의 기계적 특성만큼 양호한 기계적 특성을 나타내었다. 마찬가지로, 유압 벌지 테스트에서는 도 8에 도시된 바와 같이, T 조질 처리(AX-07)한 것의 특성은 5754 합금의 특성에 근접하였다. 이것은 본 발명의 방법에 의해 만들어진 T 조질 처리(AX-07)한 것은 자동차의 보강재 및 내부 보디 부분의 5754 합금 판재를 대체하여 사용될 수 있다는 것을 암시한다. 이와 같은 대체는 Mg 함량을 낮춤으로써 구분할 필요없이 자동차의 외장 부분에 사용되는 6xxx 합금으로 이러한 부품을 제조하는 이점을 갖는다.

또한, 본 발명의 방법에 의해서 O 조질 처리하여 만들어진 샘플에 대해서도 시험하였다. 이 조질 처리한 것에서, 항복 강도는 약 8.8 ksi이고 인장 강도는 약 23 ksi로 강도 수준이 낮았다. 유압 벌지 테스트에서의 특성은 도 8에서 알 수 있는 바와 같이 종래의 5754 합금과 대등하게 향상되었다. 따라서, 이 조질 처리는 낮은 프레스 하중하에서 더욱 용이하게 형성될 수 있는 재료를 제공한다.

이상과 같이 본 발명의 특정 실시예가 예시적인 목적을 위해 설명되었지만, 청구범위에 정의된 발명에서 벗어나는 일없이 본 발명의 세부적인 사항에 대한 다양한 변경이 이루어질 수 있다는 것은 당업자에게 자명한 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 하나의 실시 형태에서의 본 발명의 방법의 단계를 도시한 흐름도;

도 2 는 본 발명의 방법을 실행하는데 사용된 장치에 대한 하나의 실시 형태의 개략도;

도 3 은 마무리 두께로 압연하기 위하여 4개의 압연기가 구비되어 있는 본 발명의 방법을 실행하는데 사용된 장치의 추가적인 실시 형태를 도시한 도면;

도 4a 는 DC 잉곳으로부터 오프라인 열처리하여 제조된 것과 비교하여 인라인으로 제조된 6022-T43 판재(두께 0.035 인치)의 균일 양축 스트레칭 특성을 나타내는 그래프;

도 4b 는 DC 잉곳으로부터 오프라인 열처리하여 제조된 것과 비교하여 인라인으로 제조된 6022-T4 판재의 균일 양축 스트레칭 특성을 나타내는 그래프;

도 5 는 샘플 804908(T43 조질 처리 6022 합금)의 코팅한 후의 사진;

도 6a 는 예비 담금질하지 않고 두께 0.035 인치로 인라인 압연된 6022 합금의 결정립 크기를 보여주는 사진;

도 6b 는 두께 0.035 인치로 인라인 압연된 6022 합금의 결정립 크기를 보여주는 사진;

도 7a 는 주조 상태의 6022 합금의 두께방향 단면의 조직을 보여주는 사진;

도 7b 는 주조 상태의 6022 합금의 두께방향 단면에서 표면 및 표면층 조직을 보여주는 사진;

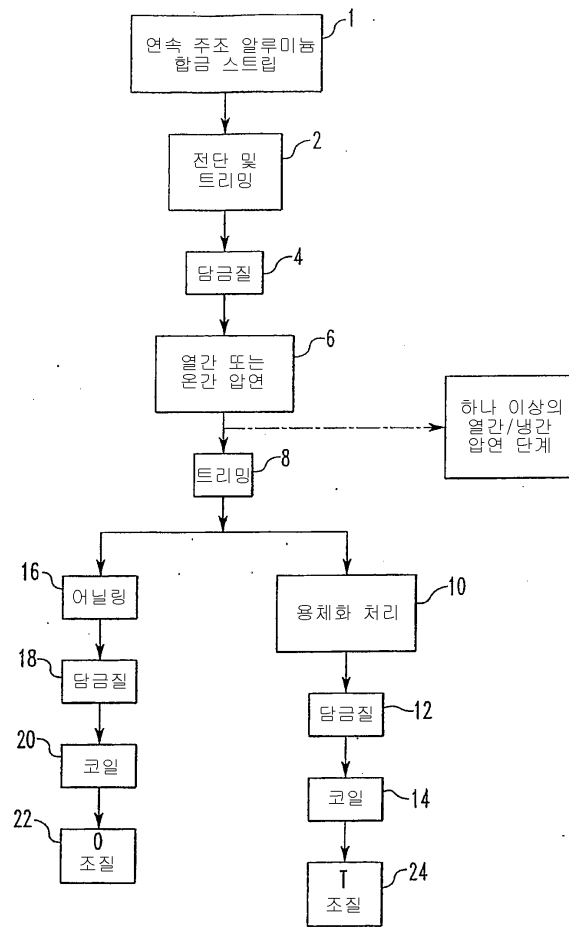
도 7c 는 주조 상태의 6022 합금의 두께방향 단면에서 중심 구역을 보여주는 사진;

도 7d 는 주조 상태의 6022 합금의 두께방향 단면의 중심 구역에서의 기공 및 화합물(주로 AlFeSi 입자)을 보여주는 사진;

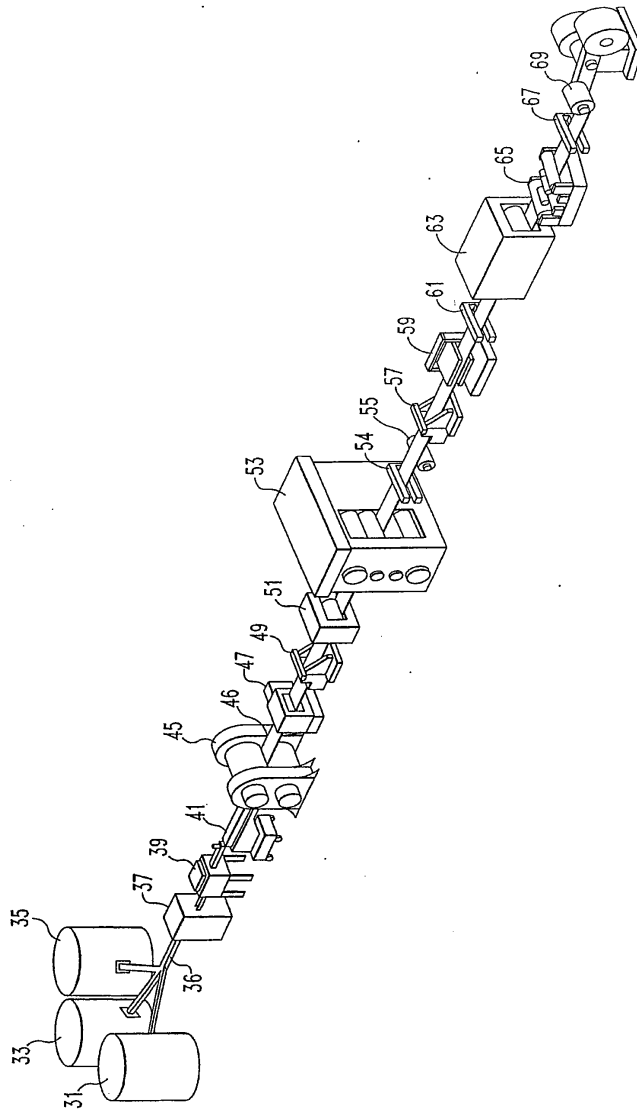
도 8 은 Al+ 3.5%Mg 합금의 두께 방향에서의 주조 상태 미세조직을 보여주는 사진.

도면

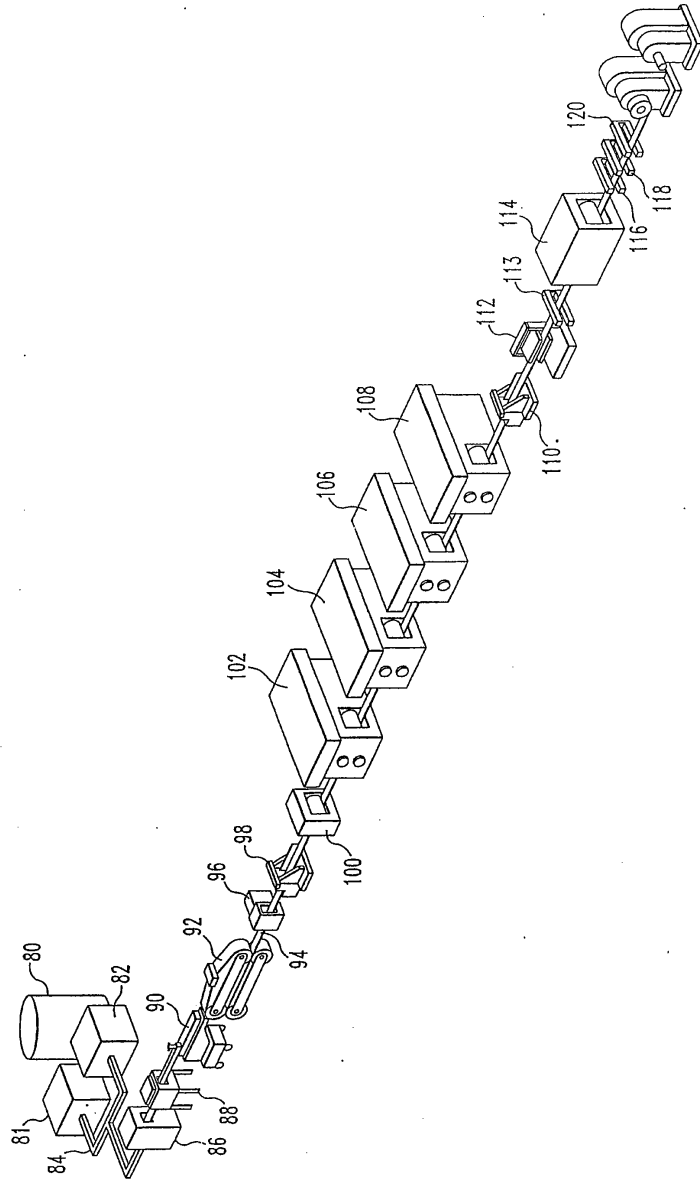
도면1



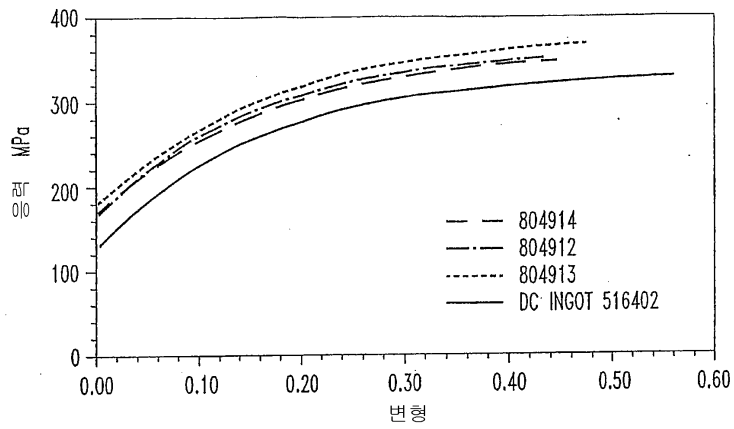
도면2



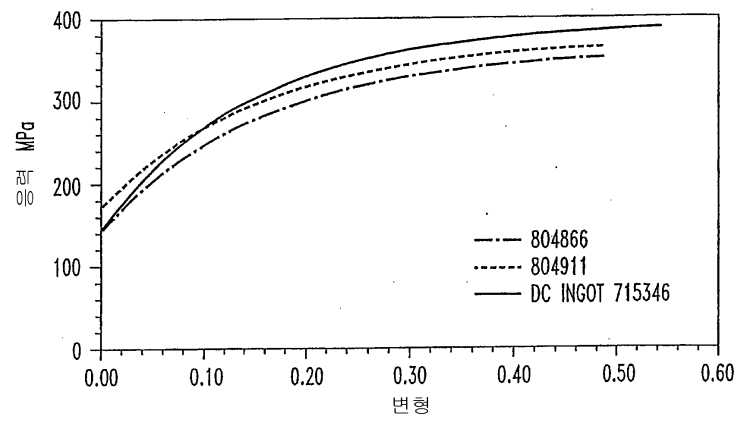
도면3



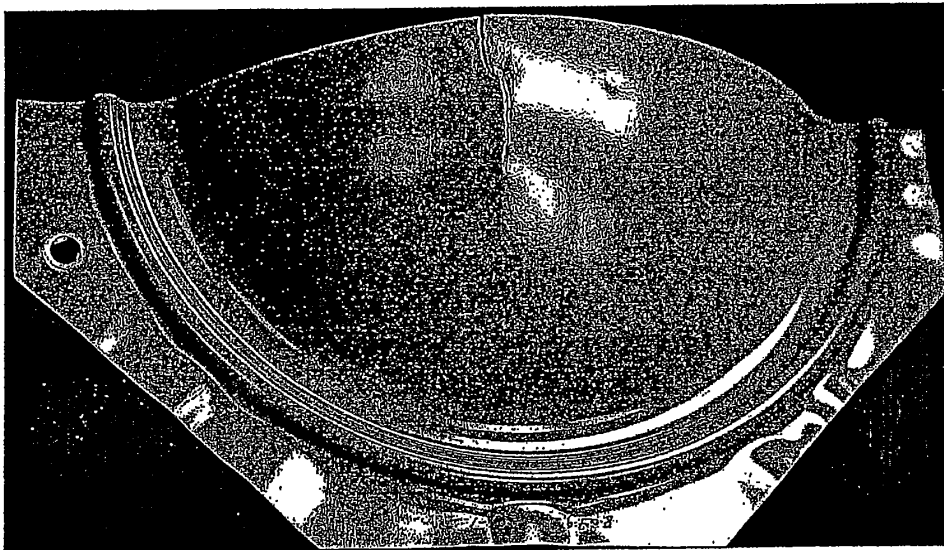
도면4a



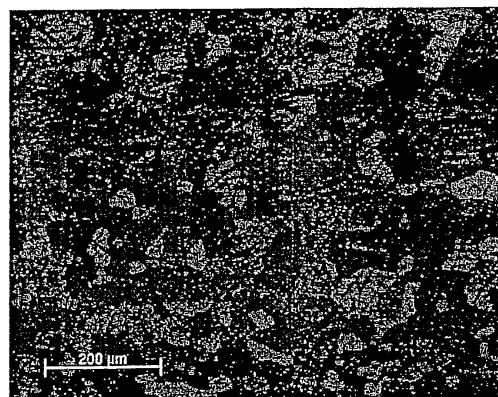
도면4b



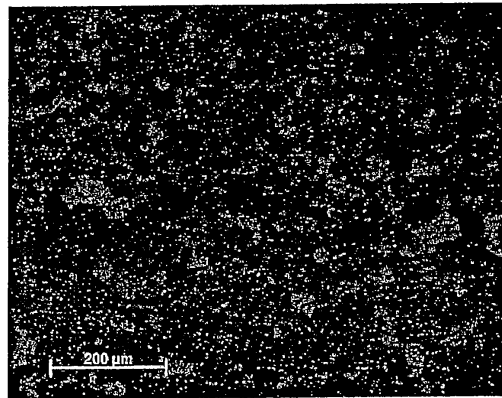
도면5



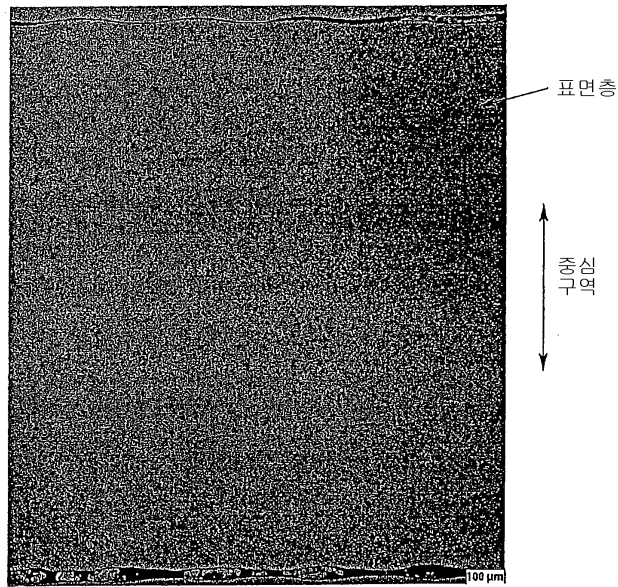
도면6a



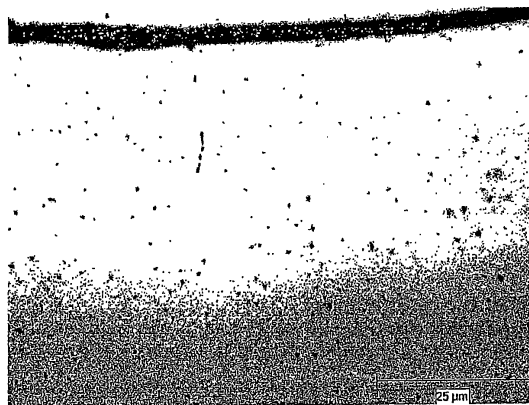
도면6b



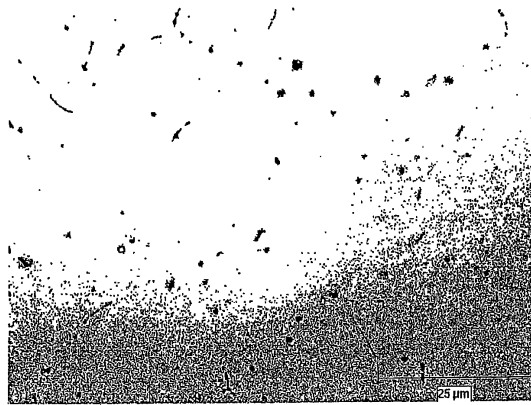
도면7a



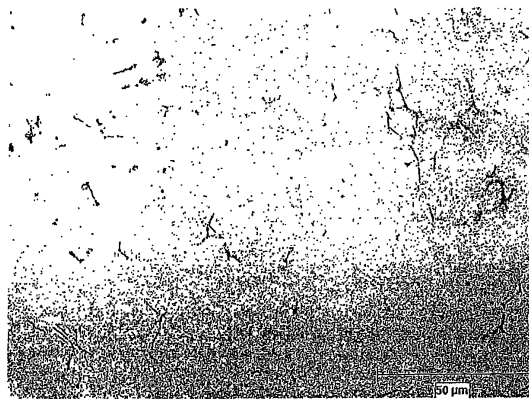
도면7b



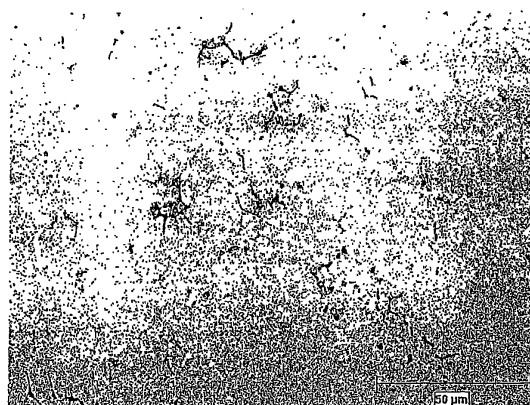
도면7c



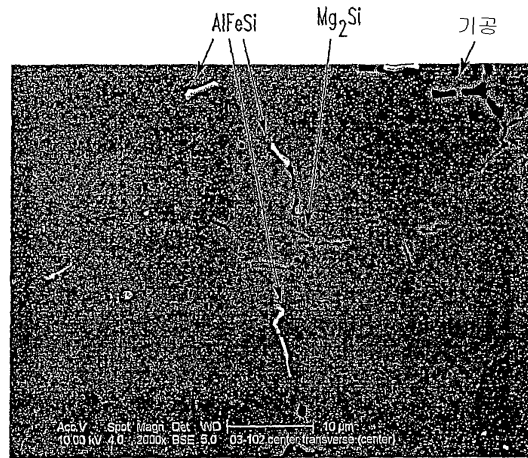
도면7d



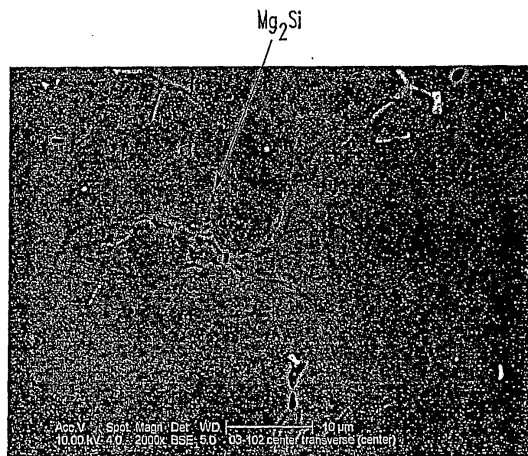
도면7e



도면7f



도면7g



도면8

