(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
B22F 3/00
B22F 7/04
C23C 14/34
C22C 1/04

(45) 공고일자 1999년09월01일
(11) 등록번호 10-0217484
(24) 등록일자 1999년06월04일

(21) 출원번호	10-1996-0704629	(65) 공개번호	특1997-0701113
(22) 출원일자	1996년08월23일	(43) 공개일자	1997년03월17일
번역문제출일자	1996년08월23일		
(86) 국제출원번호	PCT/US 95/16794	(87) 국제공개번호	WO 96/20055
(86) 국제출원일자	1995년12월22일	(87) 국제공개일자	1996년07월04일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 국내특허 : 일본 대한민국 싱가포르		
(30) 우선권주장	8/363,397 1994년12월23일 미국(US)		

(73) 특허권자 손슨 매테이 일렉트로닉스 인코포레이티드 도날드 제이.밀러
미합중국 99216 워싱톤 스포칸 이스트 15128 유클리드 애비뉴
(72) 발명자 던롭 존 알덴
미합중국 99037 워싱톤 베라달 사우스 1710 어얼리 돈 드라이브
유안 준
미합중국 95054 캘리포니아 산타 클라라 비스타 클럽 써클 샤프104 1561
칼도쿠스 자닌 키야부
미합중국 99027 워싱톤 오티스 오오챠즈 이스트 18122 몬테 비스타 코트
에믹 로거 알랜
미합중국 83854 아이다호 포스트 펠스 프레지어 드라이브 6051
(74) 대리인 남상선

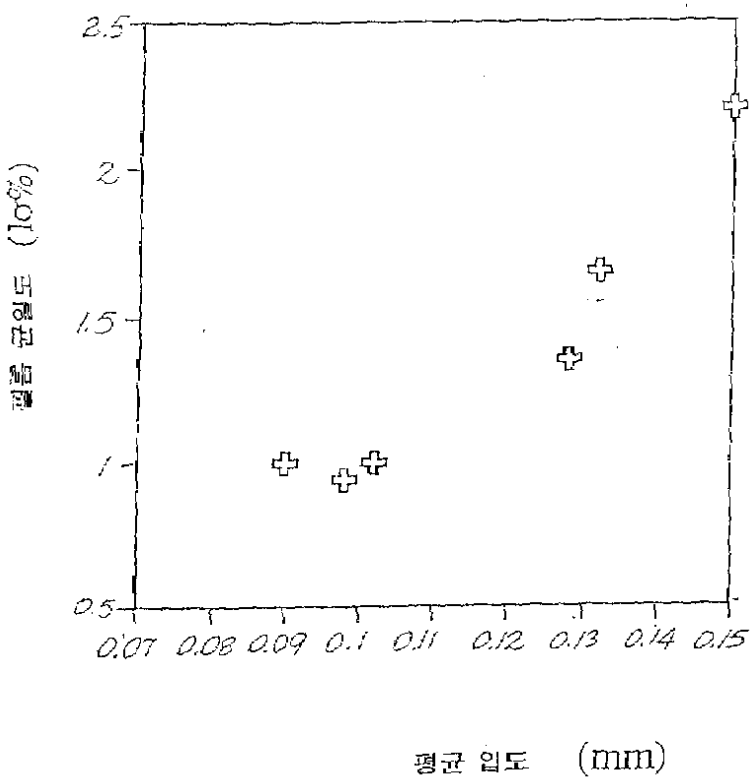
심사관 : 소현영

(54) 초미세 지향성 입자를 갖는 스퍼터링 타겟 및 그 제조방법

요약

스퍼터링 타겟은 초미세 입도와 미세한 제2상 입자를 갖는 알루미늄 및 알루미늄 합금과 같은 금속 몸체를 포함한다. 또한, 초미세 입자를 갖는 스퍼터링 타겟의 제조 방법은 공작물(60)을 형성하기 위해 용융, 원자화, 원자화된 금속을 침착하는 단계 및 그 공작물을 스퍼터링 타겟으로 조립하는 단계를 포함한다. 또한, 상기 방법은 거의 동일한 횡단면을 갖는 연속적인 횡방향의 입출구 채널을 구비한 다이를 통해 공작물을 압출하는 단계와 그 압출된 물품을 스퍼터링 타겟으로 조립하는 단계를 더 포함한다. 상기 압출은 입도를 훨씬 더 작게 하고 제어된 입자 조직을 갖도록 여러번 반복될 수 있다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

초미세 지향성 입자를 갖는 스퍼터링 타겟 및 그 제조방법

[발명의 상세한 설명]

[발명의 배경]

얇은 금속 및 세라믹 층을 스퍼터링으로서 공지된 기술에 의해 기판상에 침착시키는 것은 잘 알려져 있다. 그러한 방법에 의해서, 금속층은 일반적으로 표준 RF 또는 DC 스퍼터링 장치에 있어서 음극인 침착 재료의 타겟으로부터 아르곤 분위기에서 스퍼터링된다.

최근에, 스퍼터링 기술은 1㎛ 이하의 금속 선폭과 간극을 갖는 신속하고 경제적인 금속 침착을 필요로 하는 집적 회로의 제조에 사용되어 왔다. 스퍼터링은 균일성과 화학적 순도를 중요시하는 필름과 코팅을 적용시키기 위한 방법으로서 특히 유용하다. 제조비는 집적회로의 제조에 통상적으로 사용되는 고속의 제조 공정으로 필름의 균일성과 침착률을 향상시킴으로써 낮출 수 있다. 집적회로의 제조에 특히 중요한 재료는 알루미늄, 동, 티타늄, 텅스텐 및 이들의 합금이다. 이들 재료로된 타겟들은 금속 또는 금속간 화합물 필름 또는 코팅을 스퍼터링에 의해 기판상에 제조하는데 사용된다.

본 발명에 사용될 수 있는 예시적인 스퍼터링 공정과 장치들은 베르그만 등의 미합중국 특허 제4,889,772호 및 제4,961,831호와; 샤건 등의 미합중국 특허 제4,961,832호와; 시마무라 등의 미합중국 특허 제4,963,239호와; 노브타니 등의 미합중국 특허 제4,964,962호와; 아리타의 미합중국 특허 제4,964,968호와; 구사카베 등의 미합중국 특허 제4,964,969호 및; 하타의 미합중국 특허 제4,971,674호에 기술되어 본원에 참조되었으며, 또한 스퍼터링 타겟들은 후카스와와 등의 미합중국 특허 제4,963,240호 및 제4,966,676호와 아츄트 등의 미합중국 특허 제4,966,676호에 기술되어 있다. 상기 스퍼터링 공정 및 장치뿐만 아니라 스퍼터링 타겟에 대한 설명도 본 발명에 참조되었다.

본 발명은 양질의 집적회로를 경제적으로 제조하기 위한 고침착률과 필름 균일성에 대한 중요성을 인식하고 스퍼터링 타겟의 성질과 최종적으로 침착된 층의 성질 사이의 관련성을 고려하여 수행하였다.

스퍼터링 효율과 관련된 타겟 구조에는 세개의 변수가 있다고 생각된다. 그중 하나의 요인은 입자의 크기인데, 그 이유는 고체 금속이 하나의 연속적인 결정구조라기보다는 통상적으로, 분리되고 구별된 연속적인 결정격자로 구성되기 때문이다. 금속의 조성비와 제조방법에 따라, 상기 입자들은 밀리미터로부터 미크론 범위로 그 크기가 변화될 수 있다. 또한, 침착률을 높게 하고 침착층을 균일하게 하기 위해서는 타겟 입자의 크기도 중요하다. 미세한 입도를 갖는 타겟도 커다란 입도를 갖는 타겟보다 침착률을 높게 할 수 있는데, 그 이유는 입계에서의 불연속성이 스퍼터링중 더욱 용이하게 침해될 수 있기 때문이다. 공통의 관련성은 제1도에 도시한 바와같이, 타겟의 입도와 침착된 층의 균일성 사이에서 발견할 수 있다.

둘째로, 중요한 인자는 입자의 결정학상의 방위이다. 각각의 입자는 타겟의 스퍼터링 표면과 같은 기준면

에 대해 몇몇의 특정 방향으로 지향된 결정격자를 갖는 연속적인 결정질이다. 각각의 입자가 서로 무관하므로, 각각의 격자는 상기 표면에 대한 자신만의 방위를 가진다. 입자의 방위가 불규칙적이지는 않지만 결정면이 기준면에 대해 몇몇 방식으로 정렬되려고 하는 경향이 있을때, 그 재료는 조직(texture)을 갖는다고 말할 수 있다. 이들 조직은 결정학상의 면들에 대한 방위로 정의되어 있는 표준 지수를 사용하여 표시될 수 있다. 예를들어, 알루미늄 또는 동과 같은 입방정계 결정구조를 갖는 금속으로 제조된 타겟은 100, 110 또는 다른 조직을 가질 수 있다. 이와 유사하게, 티타늄과 같은 육방정계 결정구조를 갖는 금속으로 제조된 타겟은 2조직을 가진다. 정확한 조직은 타겟의 가공 및 열처리 이력과 금속 형태에 의존하게 된다. 스퍼터링 침착률과 필름 균일성에 대한 스퍼터링 타겟의 결정학적 방위의 효과는 미합중국 진공학회지의 1987년 7월/8월호의 제이. Vac. 사이어언스 테크놀로지 에이5(4)에, 씨. 이. 위커삼 2세에 의해 발표된 자전관 스퍼터링에 있어서의 결정학상의 타겟 효과라는 명칭의 논문에 기술되어 있다. 이 논문에서, 저자는 실리콘 웨이퍼에 있어서 필름 균일성의 개선은 타겟을 제조하기 위한 공정을 제어함으로써 성취할 수 있다고 지적했다.

합금 타겟에 적용할 수 있는 세번째 변수는 타겟내에, 모금속 이외에 제2상의 구성원소를 함유하는 영역의 크기이다. 합금원소 부분이 모재내부에서 용해되더라도, 일부의 편석물이 기지 전반에 걸쳐서 분포될 수 있다. 어떤 편석물들은 스퍼터링중에 미립자와 결합되어서, 집적회로의 제조중 수율 손실의 원인이 된다. 편석의 크기를 최소화하는 것도 합금 타겟의 스퍼터링 성능에 영향을 끼칠 수 있다.

그러나, 거기에는 입자크기를 얼마나 미세화할 것인가와, 조직을 얼마나 강하게 할것인가, 및 편석의 크기를 얼마나 작게 할 것인가에 대한 제약이 있다. 예를들면, 알루미늄의 경우에는 타겟이 최적의 상태보다 적은 결정학상의 방위를 갖는 100㎛ 내지 1㎜의 입도를 갖는 것이 보통이다. 입자의 크기는 티타늄 2붕화물과 같은 입자 정련제를 사용함으로써 감소시킬 수 있으나, 이들 재료는 스퍼터된 침착물을 오염시키므로 스퍼터링 타겟내에 존재해서는 안된다. 스퍼터된 침착물의 바람직한 구성원소일 수 있는 이들 합금 원소는 최적 타겟 입도를 제조하기에 충분한 입자 정련 효과를 갖지 못한다.

스퍼터링 타겟의 성능을 개선하기 위해서, 제작자는 최종 주물의 입도를 감소시키기 위한 특별한 주조 기술을 사용해야 한다. 또한, 재결정화 이후의 변형은 스퍼터링 내부에 형성될 금속의 크기를 감소시키는데 사용되어 왔다.

입자의 방위 제어에 대해서도 제안되어 왔다. 우세한 110 조직을 생성하기 위한 저속 고온 단조 기술은 폴리퀀의 미합중국 특허 제5,087,297호에 기술되어 있다.

종래의 주조, 성형, 어닐링, 및 단조 기술에 의해서는 다음의 표 1에 나타낸 바와같은 한정된 입도를 갖는 스퍼터링 타겟만을 제조할 수 있었다.

[표 1]

종래의 금속 가공 기술에 의한 통상적인 최소 입도

타겟 금속	종래의 최소 입도	종래의 최소 편석 크기
알루미늄, 알루미늄 합금	~100㎛	~10㎛
티타늄	~10㎛	N/A
동	~30㎛	N/A

상당히 작은 입도를 갖는 금속은 액체 강력 압축법(liquid dynamic compaction; LDC)으로써 공지된 기술에 의해서 제조되어 왔으나, 타겟의 제조에는 사용되지 못했다. 스프레이 성형 방법과 관련된 통상적인 다공도는 상기 방법에 다공성이 바람직하지 않으므로 스퍼터링 타겟 제조에는 적합하지 않은 것으로 제안되어 있다. 상기 LDC 방법은 입도를 미세하게 하고 다공도 수치를 낮게 하는데 채용될 수 있으나, 후술하는 바와같이 단일 단계의 LDC 공정이 타겟 제조에 사용된 공정보다 낮은 비용으로 수행할 수 있더라도 본 발명의 이전에는 타겟의 제조를 위한 LDC 공정에 이용할 수는 없었다. LDC는 액체 금속 방울을 빠르게 이동시키는 스프레이를 생성하기 위한 액체 금속을 원자화시키는 가스를 포함한다. 상기 액체 방울들은 기판과의 충돌시 급냉된다. 파열과 빠른 냉각은 초미세한 수지상의 조직을 갖는 미세한 입자를 생성하기 위한 작은 결정들의 핵을 이루게 된다. 상기 원자화된 금속이 기판상에 분무될때, 다른 종래의 분말 생성 방법에 의해 생성된 것보다 약 1 내지 2배 정도 작은 입도를 갖는 고밀도(99% 이상의 밀도) 금속 생성물이 형성될 수 있다. 편석물의 크기를 1㎛ 이하로 유지하는 것도 가능하다. 예를들어, 알루미늄 합금에서는 10㎛ 이하의 입도와 1㎛ 이하의 편석물 크기를 얻을 수 있다. LDC는 스텝 커버리지(step coverage) 및 바이어 필(via fill)에 유용한 임의 방위를 갖는 스퍼터링 타겟(낮은 산소 함량을 갖는 고밀도 타겟)을 제조할 수 있는 유일한 공지의 방법이다.

입자의 초미세화는 동일 채널 각도 압출법(ECAE)으로 공지된 기술에 의해서 성취되었으나, 스퍼터링 타겟의 제조는 불가능했다. 본 발명의 이전에는 ECAE 공정이 가장 발달된 기술이었으나, 상업적인 목적으로는 사용되지 못했다. 숙련자들 조차도 그들의 경험과 무관하게 상기 공정을 비상업적인 것이라고 치부했었다. 상기 ECAE 공정은 거의 동일한 횡단면을 갖는, 두개의 횡방향으로 연장하는 채널을 포함하는

압출 다이를 사용한다. 또한, 서로 수직하여 상기 횡방향 채널의 횡단면이 L형상을 형성하고 있는 채널을 사용하는 것이 일반적이나 반드시 그런 것은 아니다.

상기 기술에 있어서, 보통 평판 형태의 윤활성 금속 공작물이 상기 채널중 하나의 내부에 놓인다. 상기 공작물의 횡단면은 채널의 횡단면과 거의 동일하여 공작물이 상기 채널의 내부에 꼭 끼워맞춰진다. 그후, 펀치는 제2의 횡방향 인접 채널을 통해 다이를 배출시키도록 상기 공작물을 압박한다. 공작물이 인접 채널에 의해 형성된 모서리를 통해 압박될때, 공작물은 경질의 재료로서 이동하게 되며, 공작물의 박층으로서의 변형은 채널의 횡방향면에 있는 간단한 전단기에 의해 성취된다. 이러한 전단 및 그 이후의 열처리는 입도의 미세화를 위해 현재까지 이용할 수 있는 다른 방법에 의해 얻은 입도보다 약 2 내지 3배 정도 작게 입도를 감속시키는데 적합하다.

상기 두 기술에 의해 형성된 금속의 구조에 대한 출원들이 있었지만, LDC 또는 ECAE는 스퍼터링 타겟의 형성에는 어느 것도 사용되지 못했다. 본 발명에 따라서, 이들 기술들은 적절한 재료에 적용되어 개선된 입도, 조직 및 편석 크기를 갖는 스퍼터링 타겟을 형성하게 된다. 그러한 개선된 스퍼터링 타겟의 사용에 의해서 스퍼터링 침착률과 스퍼터된 필름의 질을 개선할 수 있다.

[발명의 개요]

본 발명은 알루미늄, 동 및 티타늄과 같은 금속과; 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄, 및 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 각각의 금속 또는 이들의 합금으로 이루어진 금속 몸체로서, 상기 금속 몸체가 알루미늄 몸체인 경우에는 주요 구성 성분의 입자들은 약 20㎛ 이하, 동 몸체인 경우에는 약 30㎛ 이하, 티타늄 몸체인 경우에는 10㎛ 이하인 스퍼터링 타겟을 제공한다. 알루미늄 합금의 경우에 편석 영역은 약 2㎛ 이하, 양호하게는 약 1㎛ 이하일 수 있다.

또한, 본 발명은 알루미늄, 동, 백금, 금, 니오븀, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 탄탈, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄으로 구성된 그룹으로부터 선택된 금속 및 이들의 합금을 용융하는 단계와; 용융된 금속을 원자화시키는 단계와; 상기 원자화된 금속으로부터 예비형체를 생성하는 단계 및; 그 예비 형체를 조립하는 단계를 포함하는 스퍼터링 타겟의 제조 방법도 제공한다.

본 발명의 양호한 실시예에서, 타겟은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄, 및 이들의 합금으로부터 선택된 금속을 10중량%까지 함유하는 알루미늄을 포함하며; 크롬, 니오븀, 티타늄, 텅스텐, 탄탈, 몰리브덴 및 이들의 합금으로부터 선택된 금속을 10중량%까지 함유하는 동을 포함하며; 또한, 텅스텐, 알루미늄, 및 이들의 합금으로부터 선택된 금속을 50%까지 함유하는 티타늄을 포함한다.

또한, 스퍼터링 타겟을 제조하기 위한 본 발명의 방법은 거의 동일한 횡단면을 갖는 횡방향의 채널과 인접한 입출구를 구비한 다이를 통해 금속 공작물을 압출시킴으로써 공작물이 입구 채널로 진입하여 출구 채널로 배출되는 단계와, 압출된 물품을 스퍼터링 타겟으로 조립하는 단계도 포함한다. 상기 압출 단계는 특히 미세한 입도로 제조하고 특별한 소정의 조직으로 제조하기 위해서 조립 이전에 한번 이상 반복될 수도 있다.

[도면의 간단한 설명]

제1도는 입도와 스퍼터된 필름(즉, 증착막) 사이의 공통 관계 및 균일성을 도시하는 도면.

제2도는 액체 강력 압축법(LDC)을 사용하여 금속 공작물을 형성하는 장치를 개략적으로 도시하는 도면.

제3도 및 제4도는 LDC 공정에 의해 제조된 Al+0.5wt.% Zr 및 연속 주조법에 의해 제조된 Al+0.5wt.% Cu의 조직 사진.

제5도는 분무된 LDC 재료에 있어서 방위 분포를 나타내는 도면.

제6도 내지 제8도는 동일 채널 각도 압출법(ECAE)을 사용하여 금속 공작물을 각각 상이한 단계로 압출시키기 위한 장치를 개략적으로 도시하는 도면.

제9도 및 제10도는 표준 변형 및 재결정과 ECAE 공정에 의해 각각 제조된 Al+0.5wt.% Cu의 조직 사진으로서, 제9도는 표준 현미경 사진이고, 제10도는 ECA 현미경 사진.

제11도는 상기 공정에 의해 형성된 알루미늄 공작물에 대한 X선 회절 시험의 결과를 도시하는 도면.

[상세한 설명]

본 기술 분야에 일반적으로 사용될 수 있는 금속 스퍼터링 타겟은 상기 표 1에 나타낸 바와같은 입도의 상하한과 조직 및 결정학상의 우선 방위를 가진다. 그러한 타겟은 승온에서의 재결정화 열처리 이후에 금속을 주조 및 가공함으로써 얻어질 수 있다. 이와는 달리, 고융점 타겟 재료도 미세 분말을 승온에서 압축 및 열처리함으로써 형성될 수 있다. 상기 다수의 기술에 의해 제조된 금속은 적합한 스퍼터링 타겟으로 제작될 타겟 블랭크 즉, 공작물의 형태로 생성된다. 고순도의 알루미늄, 동 및 티타늄과; 알루미늄-실리콘-동 합금과 같은 상기 성분들의 합금과; 예를들어, 티타늄-텅스텐 합금과 같은 상이한 동 또는 티타늄 합금을 포함하는, 상이한 금속 조성비를 갖는 다수의 금속들이 사용될 수 있다.

다음에 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.

제1도는 잉고트의 압연 및 재결정화 단계를 포함하는 종래의 공정에 의해 제조된 6개의 알루미늄 타겟과 0.5Wt.% 동 타겟의 평균 입도대 필름의 균일성을 나타내는 챠트로서, 타겟들이 종래 제품의 입도 범위와 상호 관련되어 있을 때의 균일도를 나타낸다.

제2도는 0.5Wt.% 동을 갖는 알루미늄 합금과 같은 금속이 적합한 가열 소자를 갖는 도가니(22)내에서 용융되어 스퍼터링 타겟의 제조시에 사용될 금속을 제조하는 본 발명의 실시예를 도시한다. 용융 금속(20)과 도가니(22)는 액체 강력 압축 장치의 일부를 포함한다. 원자화 제트류(24,26)는 도가니(22)의 바닥에 있는 개구 근처에 제공되어 상기 제트류가 도가니 개구를 통과할때 금속을 원자화하기 위한 고압 가스를 제공한다. 상기 개구를 통한 금속의 흐름은 스톱퍼(28)를 통해 제어된다. 상기 용융 금속은 하방향의 스프레이(30)로 원자화되어 기판(34)상의 두께 방향으로 증가될때 공작물(32)을 형성한다.

질량 흐름율(원자화 가스와 용융 금속의 질량 흐름율 사이의 비율), 용융 금속의 과열, 원자화 가스의 압력, 및 노즐대 기판의 간극은 분말보다도 더 단단하게 밀집시키기 위해서 모두 균형이 맞춰져야 한다. 상기 질량 흐름율은 압력을 증가시키고 입도를 더 작게 하는 경향이 있다. 그러나, 너무 높은 압력은 기공의 형성을 초래하게 된다. 미흡한 과열은 노즐대 기판 간극을 작게 할 것을 초래하며, 이또한 기공 형성의 문제점을 초래한다. 다른 한편으로, 너무 높은 과열은 신속한 방열을 어렵게 하며, 입도를 크게 할 것이다. 알루미늄 타겟에 적용할 조건에 대한 예시적인 예들이 다음 표에 제시되어 있다.

[표 2]

알루미늄 타겟에 대한 통상적인 스프레이 변수	
과열	100℃ 내지 400℃
원자화 압력	80 내지 800psig
노즐 대 기판의 간극	20 내지 40cm
가스 대 금속 질량 흐름율의 비율	0.2 내지 0.6

제3도 및 제4도의 조직 사진에 의해 액체 강력 압축법 및 연속 주조법에 의해 얻어진 입도들이 명확히 대비되어 있다. 상기 도면으로부터 볼 수 있듯이, LDC는 미세한 편석물들을 생성하고 합금 원소들의 양호한 분산을 제공할 수 있어서, 연속 주조법에 기인하는 합금 원소들의 과도한 편석을 방지한다.

하나의 예로서, 전술한 원자화 공정은 약 10배율로 보이게 되는 수지상 구조가 없는 약 10㎛ 크기의 임의 방위를 갖는 알루미늄-동 합금 입자를 함유한 알루미늄-동 공작물을 제조하는데 사용될 수 있다. 이와는 대조적으로, 종래 주조 방법에 의해서는 분명한 수지상 구조를 갖는 밀리미터 범위의 입자를 생성한다. 게다가, 종래의 주조 방법에 의한 알루미늄의 축선이 냉각중에 가열된 흐름과 정렬되는 경향이 있으므로, 종래 알루미늄은 확실하게 100 조직을 갖는 경향이 있다. 임의의 입자 방위가 어떤 목적에 있어서는 최적 스퍼터링 타겟을 생성하지 않더라도, 임의 방향의 입자(즉, 무조직)를 갖는 공작물은 스퍼터링 타겟용 소정의 조직을 생성시키도록 입자를 지향시키는 후성형 단계를 위한 바람직한 출발 재료로 여겨진다. 또한, 임의 방위는 어떤 스퍼터링 조건에 있어서는 최적일 수 있다. 이러한 방식으로 제조된 공작물의 몇몇 편석물의 크기는 1㎛ 이상이다. 종래의 주조 방법의 경우에 있어서는 제2상 재료인 대형 편석물이 생성된다.

동을 함유하는 알루미늄이 LDC 기술에 의해 스퍼터링 타겟으로 제조될 하나의 재료라 할지라도, 그 이외에 다른 다수의 재료들도 사용될 수 있다. 알루미늄, 동, 티타늄, 지르코늄, 탄탈륨, 텅스텐, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄, 및 이들의 합금들이 전자 산업용 스퍼터링 타겟에 적합한 재료일 수 있고 이들 금속 및 이들 각 합금으로 된 공작물들은 전술한 알루미늄-동 공작물과 유사한 방법으로 제조될 수 있다. 상기 LDC는 종래의 주조 방법에 있어서 냉각중 기지상으로부터 편석물의 생성을 방지하기 위한, 텅스텐, 탄탈륨, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴 및, 하프늄을 함유하는 예를 들어, 알루미늄-티타늄과 같은 보통의 합금 조합물과 그 이외의 다른 원소 조합물을 함유하는 스퍼터링 타겟의 제조 또는, 너무 크지만 허용가능한 편석범위를 갖는 스퍼터링 타겟의 제조에 특히 유용하다. 상기 LDC 공정은 매우 미세한 편석물을 갖는 상기 금속들의 합금 제조를 가능하게 함으로써, 고농도의 합금 원소를 함유하는 타겟을 제조할 수 있게 한다. 통상적으로 기지 금속의 90wt.% 이상의 원소를 함유하는 합금이라도, 상기 스퍼터링 타겟 기술에 의해서도 저농도의 기지 금속이 생성될 수 있다.

타겟을 더 용이하게 제조하기 위해서, 제2도의 기판(34)은 재료의 위치를 제어하도록 원자화된 금속이 침착될 때인 예비 형성중에 이동될 수 있으므로, 예비 형체의 형상은 바람직하지 않은 증대를 피할 수 있어 [유사한 목 형상(net shape)으로의 성형으로 공지된]다듬질된 스퍼터링 타겟에 가까워진다. 상기 예비 형체는 다수의 형상 즉, 예를들어 기계가공 등에 의해서 일반적인 형태인 환형 링 형상의 스퍼터링 타겟으로 제작될 수 있다.

LDC 예비형체의 애즈-침착된 조직(as-deposited texture)은 제5도의 방위 분포도에 의해 분명하듯이, 임의의 방위를 가진다. 그러한 임의의 방위는 바이어스를 충전시켜 양호한 스텝 커버리지를 제공하는 스퍼터링 타겟의 성능에 잇점을 제공할 수 있다.

그러나, 소정의 필름과 스퍼터링 침착 시스템의 요건에 따라서, 그 이후의 가공처리 단계가 필요할 수도 있다. 그 하나의 예로서 미합중국 특허 제5,097,297호에 기술된 바와같이 예비형체를 고온 단조하여 방위를 갖는 입자를 형성하는 것이다. 다른 예로서 후술하는 바와같이, LDC에 의해 형성된 예비형체에 ECAE 기술을 사용하여 입자의 크기를 추가로 감소시키고 소정의 방위를 갖게 하는 것이다.

제6도 내지 제8도에 도시한 것은 ECAE 방법에 의해 타겟용 재료를 제조하는 본 발명의 실행방법을 도시한 것이다. 동일 도면 부호가 동일 부분을 지칭하고 있는 상기 도면으로부터 분명하듯이, 본 발명의 방법은 램(50)과 ECAE 다이(70)를 사용하여 수행된다. 상기 다이는 입구 채널(72)과 그 입구 채널(72)에 횡방향으로 접촉하는 출구 채널(74)을 포함한다. 제1도와 관련하여 도시한 LDC 공정에 의해 제조된 것과 같은

공작물(60)이 다이를 통해 압출된다. 제6도 내지 제8도는 상이한 제조 단계를 도시하는 도면으로서, 공작물, 다이 및, 장전 이전의 램과; 램 부속물과 함께 다이 내부로 미끄러져 내리는 공작물(이 시점에서 가해지는 힘은 없음)을 도시하는 도면이며; 또한 출구 채널을 부분적으로 빠져나간 다이 내부의 부분 압출된 공작물의 절단도이다.

제6도 내지 제8도에 도시한 실시예에 있어서, LDC에 의해서 형성된 예비형체는 예를들어, 한 측면이 17인치이고 두께가 1인치인 정방형 공작물(60)이다. 강제 압출다이의 채널(72,74)은 평판으로서 동일한 횡단면을 가지며, 본 실시예에서는 입구 채널(72)의 내측으로 엣지 방향으로 삽입될때 상기 평판이 꼭 끼여 맞춰지도록 17×1인치의 횡단면을 가진다. 상기 출구 채널(74)은 입구 채널(72)과 접촉하여 그로부터 연장하고 제1채널과 동일한 횡단면을 가진다. 본 실시예에서, 상기 채널들은 거의 수직이나 채널은 90° 이상의 각도를 가질수 있다. 상기 채널은 입구 채널로의 진입시 공작물의 커다란 면이 수직이고 출구로부터의 퇴출시 공작물의 커다란 면이 수평이 되도록 서로 지향되어 있다. 각 채널은 두 개의 횡방향 채널이 L형 종단면을 갖는 단일의 접촉 통로를 형성하도록 채널 교점에서 종결된다.

상기 공작물(60)은 램(50)이 공작물을 입구 채널(72)내측으로 누르도록 어떤 공지의 녹아붙음-방지 윤활류(anti-seize lubrication)에 의해 윤활되는 것이 유리하다. 공작물이 입구 채널의 단부에 도달할때, 상기 램은 공작물을 연속적으로 눌러서 공작물이 상기 두 채널의 교차 평면을 따라서 전단되게 한다. 상기 램이 공작물을 연속해서 내리누를때, 상기 공작물은 출구 채널(74)을 통해 다이를 빠져나가 교점을 통과할때 채널 교차 평면을 따라 연속적으로 전단되도록 압박된다. 그후 램은 후퇴되고 상기 공작물은 출구 채널로부터 당겨진다. 전술한 설명에 있어서 입구 및 출구 채널은 서로 90° 이라고 했지만, 상기 채널들은 다른 각도로 될 수도 있다.

본 발명의 기술은 종래의 압연 또는 단조 형태의 성형보다 많은 장점이 있다. 그중 하나의 장점은 각각의 통로에 커다란 유효 변형이 있다는 점이다. ECAE 다이를 통과하는 두개의 통로는 90%의 동일한 면적 감소 효과를 가진다. 이러한 커다란 변형은 종래의 정렬 압출 방법에서 가능했던 것보다 몇몇 통로에 대해서 입도를 감소시키며, 또한 표면을 제외한 압출된 공작물 전체에 걸쳐서 변형을 균일하게 한다. 이러한 결과는 종래의 방법을 사용해서는 얻기 힘든 것이었다.

ECAE 압출을 수행하는데 필요한 펀치 압력은 종래의 압출 기술에 요구되는 것보다 훨씬 작으며, 통상적으로 90° 각도에 대한 흐름 응력대 펀치 압력의 비율은 1이다. 또한, 압출된 공작물이 압출 이전의 예비형체와 동일한 크기와 형상을 가지므로, 압연 또는 단조 성형에 의한 광범위한 면적 감소중에 발생하는 것과같은 재료의 소모가 작거나 거의 없다.

알루미늄과 0.5Wt.% 동 합금으로된 공작물의 경우에, 동일한 채널에서의 압출과 그 이후의 3시간 동안 400℃까지의 열처리에 의해서는 입자들을 1000배율의 광학 현미경으로는 인식할 수 없었다. 그러나, X-선 회절에 의해서는 입도가 약 1㎛ 이었다. 종래의 변형 공정 이후의 유사한 열처리에 의해서는 입도가 100㎛ 이상이었다.

스퍼터링 타겟의 제조에 있어서의 최대 관심사는 ECAE 공정을 사용하여 제어가능한 조직을 얻는 것이다. 그러한 조직은 동일한 공작물에 대해 이후에 반복되는 ECAE 공정의 온도, 비율 및 횟수를 변화시킴으로써 제어될 수 있다. 만일, 상이한 엣지가 ECAE 다이 내부에 최초로 삽입되도록 공작물이 회전된다면, 전단면은 그 공작물에 대해 상이하게 지향된다. 따라서, 예정된 일련의 압출을 수행하기 위해서, 압출 채널 내부에 일부 또는 전부 삽입 이전에 공작물을 회전 또는 공중회전(flipping)시킴으로써, 특정 스퍼터링 타겟에 적합한 특정 조직을 갖는 최종 압출 제품이 얻어진다. 따라서, 일련의 재압출로 일련의 공작물 방위를 변경시킴으로써, 특정 타겟의 적용에 특히 적합한 상이한 조직을 얻을 수 있다.

제9도 및 제10도의 현미경 사진은 상기 ECAE 공정에 의해 얻을 수 있는 상이한 금속 조직을 나타낸다. 표준 압연 및 결정화 재료의 조직(제9도)은 동일 조성에 대해서 반듯이 ECAE 제품(제10도)처럼 미세하거나 질서 정연하지 않다.

어떤 조직들은 상이한 목적에 바람직한 것으로 공지되어 있다. 예를 들어, 침착된 필름 두께의 균일성과 관련하여, 평탄한 스퍼터링 표면을 갖는 알루미늄 합금 타겟을 제조할 때에는 타겟 스퍼터링 표면과 마주보거나 평행한 {220} 면을 갖는 입자들보다 타겟 스퍼터링 표면에 거의 평행한 {200} 을 갖는 많은 입자들을 갖는 것이 바람직하다는 것이 발견되었다. 이와는 대조적으로, 원추형 스퍼터링 표면을 갖는 알루미늄 타겟은 타겟 스퍼터링 표면과 마주보거나 평행한 {220} 면을 갖는 입자들보다 타겟 스퍼터링 표면에 거의 평행한 {200} 을 갖는 몇몇 입자들이 존재할때 양호하다는 것이 발견되었다. 다른 바람직한 침착된 필름의 특성(스텝 커버리지, 바이어 필등)은 상이한 방위 또는 상당히 임의적인 방위를 필요로 할 것이다.

재료 조직의 결정은 통상적으로 x-선 회절 측정법에 의해 수행된다. 이들 측정법은 12개의 상이한 ECAE 압출 세트를 갖는 제11도에 도시되어 있으며, 스퍼터링 타겟은 공지의 기술에 의해 제조된다. 제11도에 도시된 것은 공작물 표면에 대한 상이한 입자 방위에 대응하는 반사된 X-선의 상대 세기이다. 상기 도면으로부터 알 수 있는 바와같이, 다양한 입자 방위가 있을 수 있다.

특별히 관심있는 것은 제11도의 샘플 2B 및 2C이다. 샘플 2B는 {200} 보다 {220} 의 세기가 훨씬 크다는 것을 나타낸다. {220} 의 세기가 {200} 의 세기보다 훨씬 클때, 상기 샘플은 타겟 표면에 수직한 220 조직을 우선적으로 나타낸다. 이와는 대조적으로, 샘플 2C는 {220} 의 세기보다 {200} 의 세기가 훨씬 크다는 것을 나타낸다. {200} 의 세기가 {220} 의 세기보다 훨씬 클때, 상기 샘플은 타겟 표면에 수직한 200 조직을 우선적으로 나타낸다. 강력한 220 조직은 스퍼터된 필름의 양호한 균일성을 제공하는 고질의 원추형 알루미늄 스퍼터링 타겟과 관련이 있는 반면에, 강력한 200 조직은 스퍼터된 필름의 양호한 균일성을 제공하는 고질의 평탄한 알루미늄 스퍼터링 타겟과 관련이 있다.

상기 LDC 및 ECAE 기술은, 비록 알루미늄 및 알루미늄 합금들이 전자 사업용 스퍼터링 타겟으로 특히 유용하다할지라도 이들 금속에 한정되는 것이 아님이 강조되어야 한다. 어떤 금속으로 된 대부분의 타겟들

은 전술한 LDC 원자화 및 ECAE 압출의 조합 방법에 의해 제조될 수 있지만, 적합한 초미세 입자 타겟은 LDC 또는 ECAE중 어느 한 방법에 의해서 제조될 수 있다. 반드시 상기 두 방법을 조합하여 사용할 필요는 없다.

또한, 본 발명은 초미세 타겟의 제조시 나노스케일 규모의 기술에도 적용할 수 있게 한다. 예를들어, 바람직한 타겟 재료는 미세한 입자를 갖는 고체 스퍼터링 타겟을 형성하도록 미립자들을 압축하여 가열한 이후에 더 미세한 즉, 미크론 단위의 직경을 갖는 입자를 형성하도록 증발 및 응축될 수 있다.

본 발명의 정신으로부터 이탈함이 없는 다수의 변형 및 변경예들이 본 발명에 형성될 수 있음은 전술한 설명으로부터 분명해진다. 따라서, 본 발명의 범주는 첨부된 청구범위와 그와 동등한 것에 의해서만 한정되어 있다고 이해해야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 백금, 금, 니오븀, 하프늄 및 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속과 합금될 수 있는 알루미늄 몸체로서, 그 몸체 내부에 있는 알루미늄 입자의 크기가 20㎛ 이하인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 몸체는 알루미늄을 함유하며, 그 알루미늄 몸체내에 존재하는 거의 모든 편석 영역은 1㎛ 이하인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟.

청구항 3

동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 탄탈륨, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.%까지 함유하도록 합금될 수 있는 알루미늄 몸체로서, 그 몸체 내부에 있는 알루미늄 입자의 크기가 2㎛ 이하인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 알루미늄 몸체내에 존재하는 거의 모든 편석 영역은 1㎛ 이하인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟.

청구항 5

금속을 용융시키는 단계와, 금속 방울들을 생성하도록 상기 용융 금속을 원자화하는 단계와, 공작물을 형성하도록 상기 금속 방울들을 기판상에 수집하는 단계 및, 상기 공작물을 스퍼터링 타겟으로 조립하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.%까지 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조 방법.

청구항 7

압출물을 제조하도록 동일한 횡단면의 연속적인 횡방향 입출구 채널을 갖는 다이를 통해 금속 공작물을 압출시킴으로써, 공작물을 입구 채널로 진입시켜 출구 채널로 퇴출시키는 단계 및, 상기 압출물을 스퍼터링 타겟에 조립하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및, 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.%까지 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 9

동일한 횡단면의 연속적인 횡방향 입출구 채널을 갖는 다이를 통해 금속 공작물을 압출시킴으로써, 공작물을 입구 채널로 진입시켜 출구 채널로 퇴출시키는 (a)단계와, 소정의 조작을 갖는 최종 압출물품을 제조하도록 상기 입구 채널로의 진입 이전에 상기 공작물이 회전한 후 한번 이상 상기 (a)단계를 반복하는 (b)단계 및, 상기 최종 압출물을 스퍼터링 타겟에 조립하는 (c)단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및, 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.%까지 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 11

동일한 횡단면의 연속적인 횡방향 입출구 채널을 갖는 다이를 통해 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 포함하는 금속 공작물을 압출시킴으로써, 공작물을 입구 채널로 진입시켜 출구 채널로 퇴출시키는 (a)단계와, 200 또는 200의 우선 조직을 갖는 최종 압출 물품을 제조하도록 한번 이상 상기 (a)단계를 반복하는 (b)단계 및, 상기 최종 압출물을 스퍼터링 타겟에 조립하는 (c)단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및, 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.% 까지 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 13

금속을 용융시키는 단계와, 금속 방울들을 생성하도록 상기 용융 금속을 원자화하는 단계와, 공작물을 형성하도록 상기 금속 방울들을 기판상에 수집하는 단계와, 압출물을 제조하도록 동일한 횡단면의 연속적인 횡방향 입출구 채널을 갖는 다이를 통해 금속 공작물을 압출시킴으로써, 공작물을 입구 채널로 진입시켜 출구 채널로 퇴출시키는 단계 및, 상기 공작물을 스퍼터링 타겟으로 조립하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.% 까지 금속을 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 15

금속을 용융시키는 (a)단계와, 용융 금속을 원자화하는 (b)단계와, 공작물을 상기 원자화된 금속으로 제조하는 (c)단계와, 압출된 물품을 제조하도록 동일한 횡단면의 연속적인 횡방향 입출구 채널을 갖는 다이를 통해 상기 공작물을 압출시킴으로써, 공작물을 입구 채널로 진입시켜 출구 채널로 퇴출시키는 (d)단계와, 소정의 조직을 갖는 최종 압출 물품을 제조하도록 한번 이상 상기 (d)단계를 반복하는 (e)단계 및, 상기 최종 압출 물품을 스퍼터링 타겟에 조립하는 (f)단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및, 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.% 까지 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 17

알루미늄 또는 알루미늄 합금을 포함하는 금속을 용융시키는 (a)단계와, 용융 금속을 원자화하는 (b)단계와, 공작물을 상기 원자화된 금속으로 제조하는 (c)단계와, 동일한 횡단면의 연속적인 횡방향 입출구 채널을 갖는 다이를 통해 상기 공작물을 압출시킴으로써, 공작물을 입구 채널로 진입시켜 출구 채널로 퇴출시키는 (d)단계와, 200 우선 조직을 갖는 최종 압출 물품을 제조하도록 한 번 이상 상기 (d)단계를 반복하는 (e)단계 및, 상기 최종 압출 물품을 스퍼터링 타겟에 조립하는 (f)단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.% 까지 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 19

알루미늄 또는 알루미늄 합금을 포함하는 금속을 용융시키는 (a)단계와, 용융 금속을 원자화하는 (b)단계와, 공작물을 상기 원자화된 금속으로 제조하는 (c)단계와, 동일한 횡단면의 연속적인 횡방향 입출구 채널을 갖는 다이를 통해 상기 공작물을 압출시킴으로써, 공작물을 입구 채널로 진입시켜 출구 채널로 퇴출시키는 (d)단계와, 110 우선 조직을 갖는 최종 압출 물품을 제조하도록 한번 이상 상기 (d)단계를 반복하는 (e)단계 및, 상기 최종 압출 물품을 스퍼터링 타겟에 조립하는 (f)단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 금속은 동, 실리콘, 지르코늄, 티타늄, 텅스텐, 백금, 금, 니오븀, 레늄, 스칸듐, 코발트, 몰리브덴, 하프늄 및 이들의 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 금속을 10wt.% 까지 함유하는 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 21

제8항에 있어서, 상기 금속 공작물은 스퍼터링 타겟내의 거의 모든 알루미늄 입자의 크기가 20㎛ 이하가

되도록 압출 및 조립되는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 22

제8항에 있어서, 상기 금속 공작물은 스퍼터링 타겟내의 거의 모든 편석 영역의 크기가 2㎛ 이하가 되도록 압출 및 조립되는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 23

제10항에 있어서, 상기 금속 공작물은 스퍼터링 타겟내의 거의 모든 알루미늄 입자의 크기가 20㎛ 이하가 되도록 압출 및 조립되는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 24

제10항에 있어서, 상기 금속 공작물은 스퍼터링 타겟내의 거의 모든 알루미늄 입자의 크기가 2㎛ 이하가 되도록 압출 및 조립되는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 25

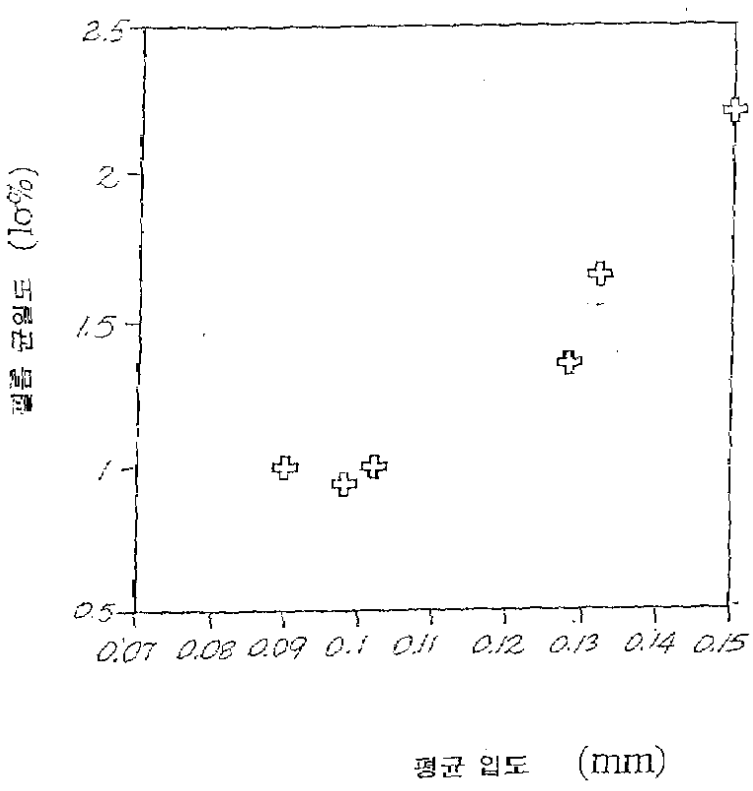
제12항에 있어서, 상기 금속 공작물은 스퍼터링 타겟내의 거의 모든 알루미늄 입자의 크기가 20㎛ 이하가 되도록 압출 및 조립되는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

청구항 26

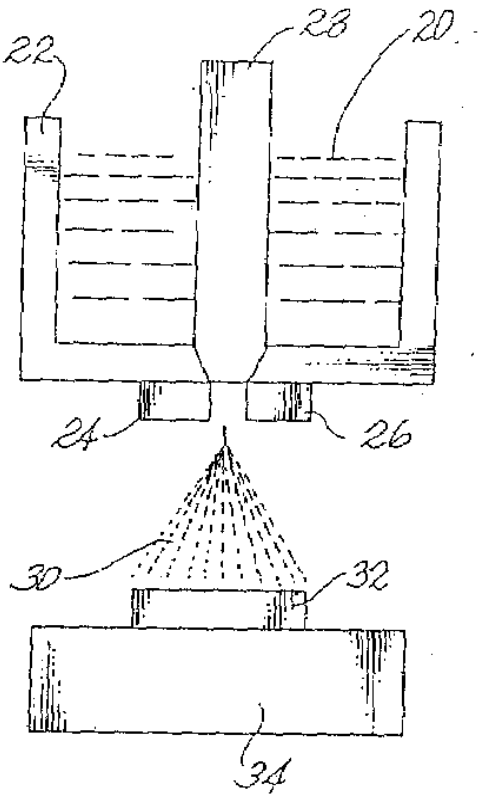
제12항에 있어서, 상기 금속 공작물은 스퍼터링 타겟내의 거의 모든 편석 영역의 크기가 2㎛이하가 되도록 압출 및 조립되는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟의 제조방법.

도면

도면1



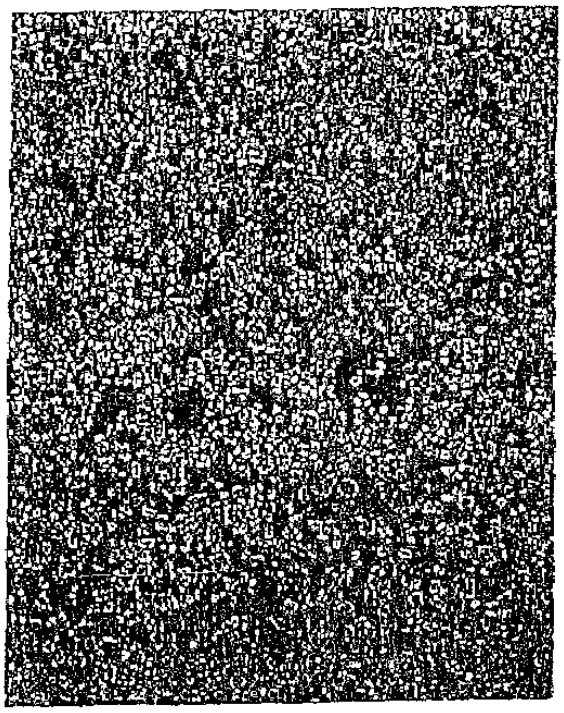
도면2



도면3

액체 강력 압축법

100x

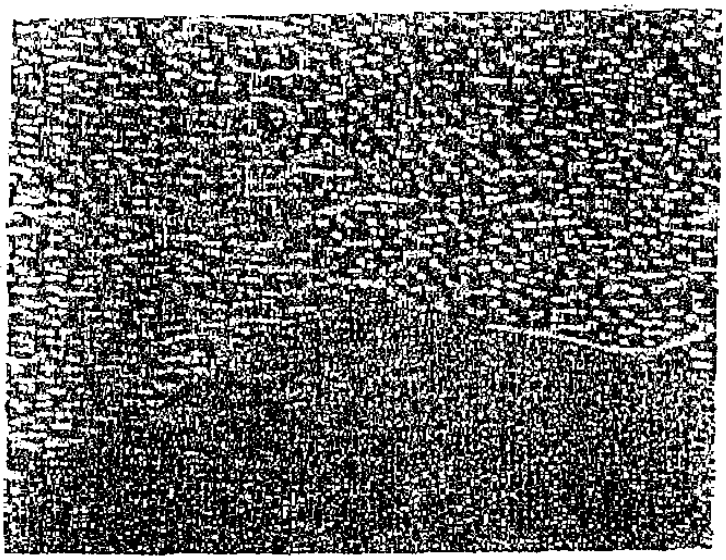


Al + 0.5% Zr

도면4

연속 주조 알루미늄

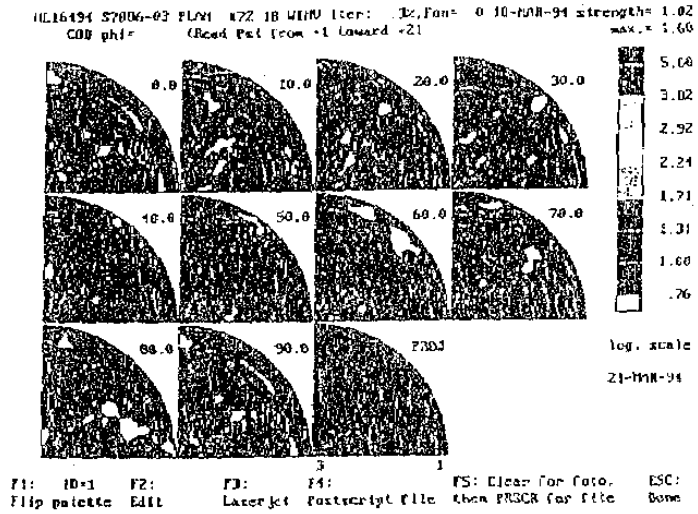
100x

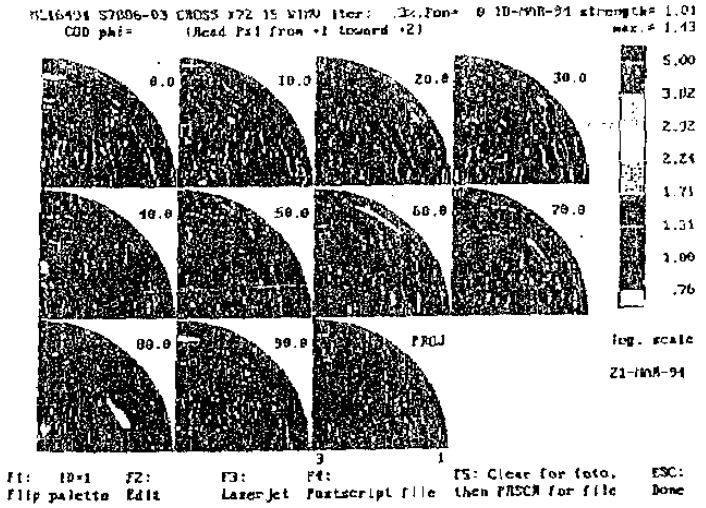


Al + 0.5%Cu

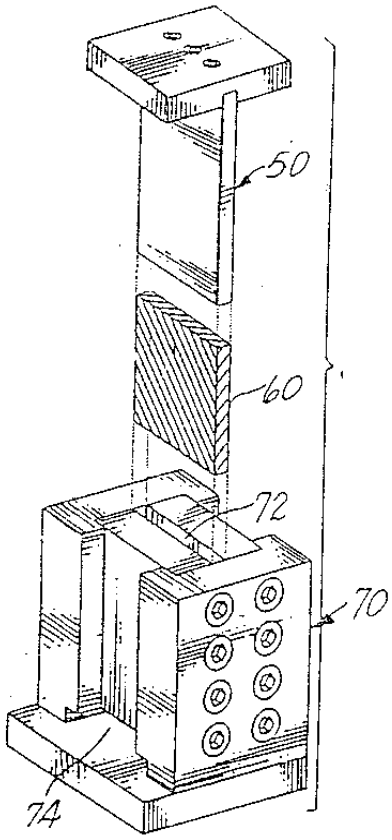
도면5

스프레이된 LDC 재료에서의
방위 분포도

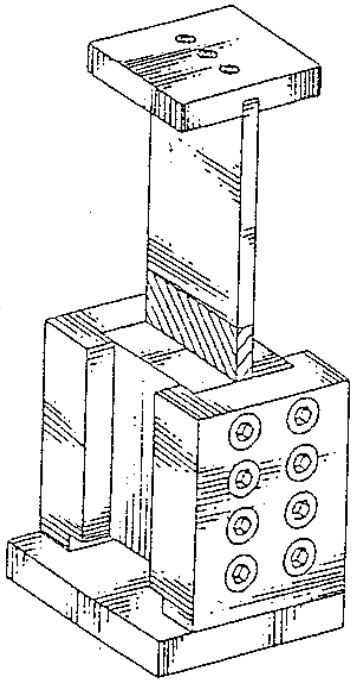




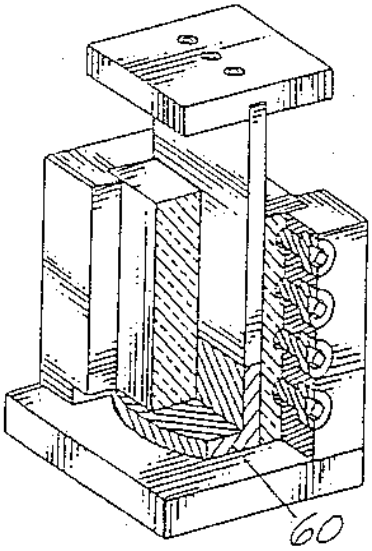
도면6



도면7



도면8



도면9

표준 변형 및 재결정화

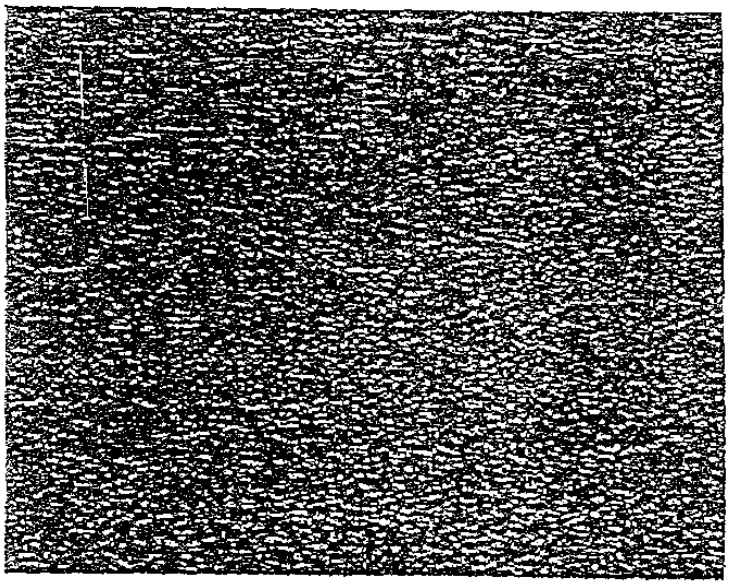
100x



Al + 0.5%Cu

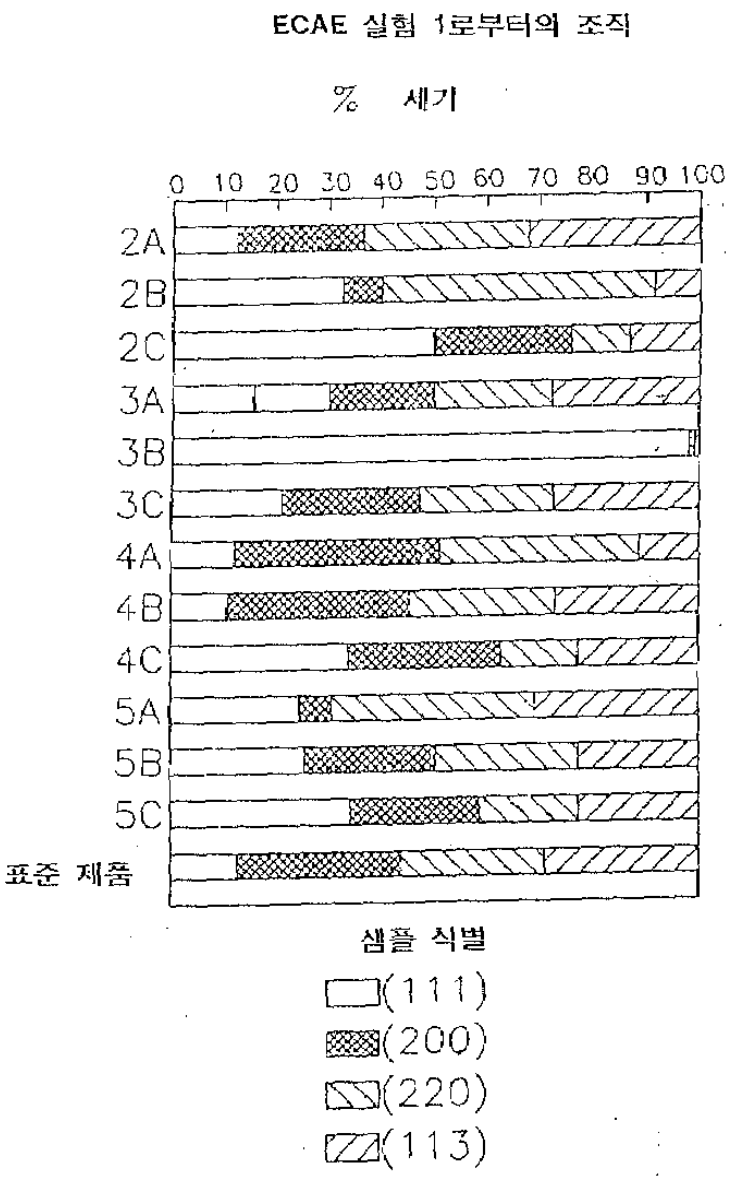
도면10

동일 채널각 압출 100x



Al + 0.5%Cu

도면11


ECAE 실험 1로부터의 조직
% 세기
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
2A
2B
2C
3A
3B
3C
4A
4B
4C
5A
5B
5C
표준 제품
샘플 식별
(111)
(200)
(220)
(113)