



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년02월26일  
 (11) 등록번호 10-1368057  
 (24) 등록일자 2014년02월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C23C 14/34* (2006.01) *C22C 27/02* (2006.01)  
*C22F 1/08* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7023065(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2005년05월06일  
 심사청구일자 2012년10월02일
- (85) 번역문제출일자 2012년09월03일
- (65) 공개번호 10-2012-0107019
- (43) 공개일자 2012년09월27일
- (62) 원출원 특허 10-2006-7025570  
 원출원일자(국제) 2005년05월06일  
 심사청구일자 2009년12월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2005/015839
- (87) 국제공개번호 WO 2005/108639  
 국제공개일자 2005년11월17일
- (30) 우선권주장  
 60/568,592 2004년05월06일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020010071476 A\*  
 KR1020010080585 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
**캐보트 코포레이션**  
 미합중국 매사추세츠 02210-2019 보스턴, 스위트  
 1300, 투 씨포트 라인
- (72) 발명자  
**마테라 존 피.**  
 미국 43123 오하이오주 그로브 시티 포타지 패스  
 코트 6469  
**포드 로버트 비.**  
 미국 43160 오하이오주 워싱턴 코트 하우스 올드  
 루트 35 1180  
**위커삼 찰스 이. 제이알.**  
 미국 43123 오하이오주 콜럼버스 아덴 로드 571
- (74) 대리인  
**안국찬, 주성민**

전체 청구항 수 : 총 20 항

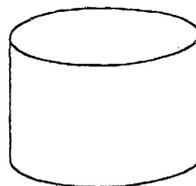
심사관 : 배근태

(54) 발명의 명칭 **스퍼터 타깃 및 회전 축 단조에 의해 이를 성형하는 방법**

**(57) 요약**

회전 축 단조를 사용하여 스퍼터 타깃을 성형하는 방법이 개시된다. 다른 열기계적 가공 단계가 단조 단계의 이전 및/또는 이후에 사용될 수 있다. 특유의 그레인 크기 및/또는 결정 구조를 갖는 스퍼터 타깃이 또한 개시된다.

**대표도** - 도1a



개시 빌렛

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

타깃의 중심 둘레에서 연속적인 반경-원주(radial-circumferential) 패턴인 그레인 크기 패턴을 갖는 스퍼터 타깃.

**청구항 2**

타깃의 중심 둘레에서 연속적인 반경-원주 패턴인 결정 구조 패턴을 갖는 스퍼터 타깃.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 스퍼터 타깃은 타깃의 중심 둘레에서 연속적인 반경-원주 패턴인 그레인 크기 패턴을 더 포함하는 스퍼터 타깃.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

금속 플레이트이며,

한 조직의 양이 금속 플레이트 두께 전체에 걸쳐 증가하거나 또는 금속 플레이트 두께 전체에 걸쳐 감소하도록, 금속 플레이트 두께 전체에 걸쳐 선형 방식으로 또는 선형에 대해 25% 오차 내의 방식으로 제어된 조직 변화도를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 금속 플레이트는 BCC 금속 플레이트인 금속 플레이트.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 BCC 금속 플레이트는 (111) 조직의 체적분율에 대하여 1%/mm 이상의 조직 변화도를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 10**

제8항에 있어서, 상기 BCC 금속 플레이트는 (111) 조직의 체적분율에 대하여 3%/mm 이상의 조직 변화도를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 11**

제8항에 있어서, 상기 BCC 금속 플레이트는 (111) 조직의 체적분율에 대하여 5%/mm 이상의 조직 변화도를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 12**

제8항에 있어서, 상기 금속 플레이트는 탄탈륨 금속 플레이트인 금속 플레이트.

**청구항 13**

제8항에 있어서, 상기 금속 플레이트는 니오븀 금속인 금속 플레이트.

**청구항 14**

금속 플레이트이며,

금속 플레이트의 일부는 제1 주 조직을 가지고 금속 플레이트의 다른 부분은 상기 제1 주 조직과 다른 제2 주 조직을 가지도록, 금속 플레이트 두께 전체에 걸쳐 전이적인(transitional) 주 조직을 갖는 금속 플레이트.

**청구항 15**

금속 플레이트이며,

금속 플레이트 두께 전체에 걸쳐, 제1 결정학적 배향에 대하여 양의 조직 변화도를 갖고, 제2 결정학적 배향에 대하여 음의 조직 변화도를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 양의 조직 변화도는 (111)조직의 경우인 금속 플레이트.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 상기 음의 조직 변화도는 타깃의 두께 전체에 걸친 (110)조직 변화도의 경우인 금속 플레이트.

**청구항 18**

제15항에 있어서, 상기 양의 조직 변화도는 (110)조직의 경우인 금속 플레이트.

**청구항 19**

제15항에 있어서, 상기 음의 조직 변화도는 타깃의 두께 전체에 걸친 (111)조직 변화도의 경우인 금속 플레이트.

**청구항 20**

제15항에 있어서, 제3 결정학적 배향은 타깃의 두께 전체에 걸쳐 체적분율로 3%/mm 이하인 조직 변화도를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 21**

제15항에 있어서, 금속 플레이트의 두께 전체에 걸쳐 75미크론 초과로는 변하지 않는 평균 그레인 크기를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 22**

제15항에 있어서, 금속 플레이트의 두께 전체에 걸쳐 50미크론 초과로는 변하지 않는 평균 그레인 크기를 갖는 금속 플레이트.

**청구항 23**

제15항에 있어서, 금속 플레이트의 두께 전체에 걸쳐 25미크론 초과로는 변하지 않는 평균 그레인 크기를 갖는 금속 플레이트.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 출원은 그 전체 내용이 본 발명에 참조로 포함된, 2004년 5월 6일자로 출원된 미국 가특허 출원 제 60/568,592호에 대하여 35 U.S.C. § 119(e) 하의 이점을 주장한다.

[0002] 본 발명은 스퍼터 타깃 및 스퍼터링을 위해 사용되는 구성 부품에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은

본 발명의 방법으로부터 형성된 스퍼터 타깃뿐만 아니라 그 스퍼터 타깃을 성형하는 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0003] 금속으로부터 스퍼터 타깃을 제조하는 다양한 방법이 존재하며, 그러한 방법은 일반적으로 빌렛(billet)의 형태인 잉곳(ingot)-유도 제품이나 분말 야금 제품을 준비하고, 그 빌렛을 대부분의 경우에 편평하거나 원형인 원하는 형태의 스퍼터 타깃으로 후속 가공하는 것을 일반적으로 포함한다. 빌렛을 원하는 형태로 가공하기 위해서 일반적으로 사용되는 수단으로는, 압연, 해머 밀링(hammer milling), 압출(extruding), 업셋 단조(upset forging) 등의 각종 단조 방법이 있다. 일반적으로, 그러한 방법은 그 재료를 가공하는데 상당량의 시간을 소요하기 때문에 노동 집약적이며, 이는 그러한 단조 또는 밀링 작업이 매우 노동 집약적이고 포함되는 필요한 변형에 기인하여 상당한 양의 시간을 소요하기 때문이다. 또한, 그러한 유형의 단조 또는 밀링 단계를 이용하는 것에 의해서, 성형되는 스퍼터 타깃은 원하는 근접 공차 및 양호한 표면 마무리를 얻기 위해서 상당량의 기계가공을 일반적으로 필요로 한다. 또한, 편평한 타깃의 원형 형상은 일반적으로 정확하지 않고, 타깃 둘레의 직경에서의 변동에 대하여 10 내지 15%와 같은 큰 변동을 갖는다.
- [0004] 그리하여, 그러한 단점을 극복하고, 타깃을 성형하는데 필요한 시간을 줄이기 위한 수단뿐만 아니라 스퍼터 타깃을 성형하기 위한 저비용의 방법을 제공할 필요성이 업계에 존재한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 본 발명의 특징은 덜 노동 집약적인 작업에 의해 저비용으로 스퍼터 타깃을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0006] 본 발명의 다른 특징은 성형 공정 동안에 시간을 덜 필요로 하는 스퍼터 타깃을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 추가의 특징은 그레인 크기 및/또는 결정 배향에 대하여 더욱 일관적인 스퍼터 타깃을 제공하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 추가의 특징은 타깃 둘레의 직경에서 변동이 작은 스퍼터 타깃을 제공하는 것이다.
- [0009] 또한, 본 발명의 다른 특징은 성형 후, 필요한 기계가공이 적은 스퍼터 타깃을 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 다른 특징은 전이적인 주(primary) 조직 또는 제어된 조직 변화도를 갖는 스퍼터 타깃을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명의 추가적인 특징 및 이점은 후술하는 설명에서 그 일부를 기술하며, 그 일부는 이러한 설명으로부터 명확해지거나 본 발명의 실시예에 의해 습득할 수도 있을 것이다. 본 발명의 목적 및 다른 이점은 상세한 설명 및 첨부한 청구의 범위에서 특별히 언급한 요소 및 조합에 의해 실현되고 달성될 것이다.
- [0012] 이러한 이점 및 다른 이점을 달성하기 위해서, 그리고 본 발명의 목적에 따라서, 본 명세서에서 실시되고 넓게 기술하는 바와 같이, 본 발명은 스퍼터 타깃을 성형하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 잉곳 유도 예비성형체를 스퍼터 타깃의 형상 및 크기로 회전 축 단조하는 것을 포함한다. 회전 축 단조는 바람직하게는 폐쇄된 다이(die) 내에서 달성된다.
- [0013] 또한, 본 발명은 스퍼터 타깃의 중심 둘레에서 연속적인 반경-원주방향 패턴인 그레인 크기 패턴을 갖는 스퍼터 타깃에 관한 것이다.
- [0014] 또한, 본 발명은 타깃의 중심 둘레에서 연속적인 반경-원주방향 패턴인 결정 구조 패턴을 갖는 스퍼터 타깃에 관한 것이다.
- [0015] 또한, 본 발명은 스퍼터 타깃 둘레에서 5% 이하의 직경 내 변동을 갖는 스퍼터 타깃에 관한 것이다.
- [0016] 또한, 본 발명은 전이적인 주 조직 또는 제어된 조직 변화도를 갖는 스퍼터 타깃에 관한 것이다.
- [0017] 진술한 일반적인 설명 및 후술하는 상세한 설명은 단지 예시적이고 설명을 위한 것이며 청구하는 바와 같은 본 발명의 추가적인 설명을 제공하고자 한다는 것을 이해하여야 한다.

[0018] 본 명세서에 포함되어 이의 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 발명의 여러 실시예를 예시하며, 본 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0019] 도1a 내지 도1c는 회전 축 단조에 의한, 스퍼터 타깃으로의 빌렛의 일반적인 가공의 측면 분해도이다.
- 도2a 내지 도2c는 저부 다이를 사용한, 개시 빌렛(starting billet)의 회전 축 단조의 측면 분해도이다.
- 도3은 본 발명의 일 실시예를 사용하여 스퍼터 타깃을 성형하는 순차적인 공정의 측면 흐름도이다.
- 도4는 회전 축 단조된 탄탈륨 스퍼터 타깃 재료의 그레인 구조 및 배향을 도시하는 EBSD 단면도이다.
- 도5는 회전 축 단조된 탄탈륨 스퍼터 타깃 재료로부터의 EBSD 유도된 극(pole) 형상이다.
- 도6 내지 도8은 각각 샘플의 두께에 걸친  $\%(111)$ ,  $\%(110)$  및  $\%(100)$ 에 대한 조직 변화도를 도시하는 그래프이다.
- 도9는 샘플의 두께에 걸쳐 평균 그레인 크기를 도시하는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 본 발명은 스퍼터 타깃 및 그 스퍼터 타깃을 성형하는 방법의 일부로서 바람직하게는 회전 축 단조 기술을 사용하여 스퍼터 타깃을 제조하는 방법에 관한 것이다.
- [0021] 더욱 상세하게는, 공정에서, 스퍼터 타깃은 잉곳 유도 예비성형체 또는 가공품의 회전 축 단조에 의해서 원하는 스퍼터 타깃의 형상과 크기로 성형될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 목적을 위하여, 잉곳 유도 예비성형체 가공품은 원하는 스퍼터 타깃의 형상으로 그 크기가 감소(예컨대, 변형)될 수 있는 임의의 잉곳 유도 재료일 수 있다. 그리하여, 잉곳 유도 예비성형체는 일반적으로 원하는 스퍼터 타깃보다 높은 높이 및 이 스퍼터 타깃보다 작은 직경을 갖는 재료이다. 잉곳 유도 예비성형체는, 최종 스퍼터 타깃 치수의 원하는 형상으로 형상화되거나 변형되거나 가공될 수 있는 한, 일반적으로 임의의 원하는 높이 및/또는 직경 또는 다른 치수 형상을 가질 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 목적을 위하여, 잉곳 유도 예비성형체는 실린더 형상이며, 예컨대 빌렛, 봉, 실린더 또는 다른 유사한 형상일 수 있다. 잉곳 유도 예비성형체는 직사각형과 같은 다른 기하학적 형상을 가질 수 있다. 하지만, 그러한 유형의 예비성형체 형상으로부터 개시하는 경우 일반적으로 직사각형 형상을 취하게 되어 이를 당업자에게 알려진 단조 기술에 의해서 실린더 형상으로 성형한다. 일 예로서, 약 3인치 내지 약 14인치의 직경을 갖는 빌렛이 사용될 수 있다. 일반적으로, 빌렛의 높이는 빌렛 또는 다른 예비성형체 또는 다른 가공품 직경의 약 2배 이하인 것이 바람직하며, 약 1.8배 이하인 것이 더욱 바람직하다. 큰 높이/직경 비율이 사용될 수 있다.
- [0023] 예컨대, 빌렛 또는 다른 가공품은 마이클럭(Michaluk) 등에게 허여되고 그 전체 내용이 본 발명에 참고로 포함된 미국 특허 제6,348,113호에 기술된 방법 및 기술에 의해 성형될 수 있다.
- [0024] 잉곳 유도 예비성형체에 대하여, 예비성형체는 임의의 순도, 임의의 그레인 크기 및/또는 임의의 조직을 가질 수 있다. 바람직하게는, 잉곳 유도 예비성형체는 존재하는 주 금속에 대하여 95% 초과 순도를 갖고, 더욱 바람직하게는 존재하는 주 금속의 순도에 대하여 99%, 99.5%, 99.9%, 99.95%, 99.99%, 99.995%, 99.999% 또는 이를 초과하는 순도를 갖는다. 금속에 대하여, 스퍼터링될 수 있는 한, 임의의 금속이 사용될 수 있다. BCC-타입 또는 FCC-타입의 금속 또는 그의 합금이 사용될 수 있다. 예로는, 내화 금속, 백금 금속 및 다른 유형의 금속을 포함하지만 이들로 한정되는 것은 아니다. 구체적인 예로는, 탄탈륨, 니오븀, 티타늄, 코발트, 구리, 알루미늄, 금, 은, 니켈, 백금, 하프늄, 지르코늄, 팔라듐, 바나듐, 이리듐, 몰리브덴, 텅스텐, 철 및 이들의 합금 등을 포함하지만 이들로 한정되는 것은 아니다.
- [0025] 전술한 바와 같이, 잉곳 유도 예비성형체는 임의의 평균 그레인 크기를 가질 수 있다. 평균 그레인 크기의 예는 1,000 마이크로 이하, 더욱 바람직하게는 500 마이크로 이하를 포함한다. 다른 범위로는 250 마이크로 이하, 150 마이크로 이하, 100 마이크로 이하, 75 마이크로 이하, 50 마이크로 이하, 25 마이크로 이하, 10 마이크로 이하, 및 약 1 마이크로 내지 약 1,000 마이크로 임의의 다른 수치적 범위를 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 조직에 대하여, 임의의 결정 배향이 본 발명에 사용될 수 있다. 그 예는 주 조직 및 혼합 조직을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 조직은 입방정계 금속의 경우 (111) 조직(또는 결정 배향), (100) 조직, (110) 조직 또는 이들 조직의 혼합일 수 있다. 유사하게, 조직은 티타늄과 같은 육방정계 금속의 경우 (0002) 조직,

(1012) 조직, (1010) 조직, 또는 이들 조직의 혼합일 수 있다. 그 조직은 잉곳 유도 예비성형체에 걸쳐 및/또는 그 표면 상에 존재할 수 있다. 조직이 균일한 것이 바람직하지만, 그것이 필수적인 것은 아니다. 또한, 바람직하게는, 입방체 금속 조직은 입의 조직 밴딩(textural banding) 없이 존재할 수 있지만, 그것이 필수적인 것은 아니다. 예컨대, 잉곳 유도 예비성형체는 (100) 조직 밴딩이 실질적으로 없을 수 있다.

[0026] 본 발명에서, 잉곳 유도 예비성형체에 회전 축 단조를 수행한다. 이러한 회전 축 단조는 궤도 단조(obital forging)로도 알려질 수 있다. 바람직하게는, 회전 축 단조는 폐쇄 다이와 관련하여 행해진다. 입의의 회전 축 단조기가 사용될 수 있다. 예로서 미시간주 어번 힐스 소재의 VSI Automation(VSI OFP-100), 독일 도르트문트 소재의 Wagner Banning(AGW-125 또는 AGW-400), 스위스 Schmid Corporation(모델 T630 또는 T200)으로부터 상업적으로 입수할 수 있는 회전 축 단조기를 포함하지만, 이들로 한정되는 것은 아니다. 또한, 회전 축 단조기는 모두 본 발명에 그 전체 내용이 참고로 포함된 미국 특허 제4,313,332호, 제4,795,333호, 및 제5,531,088호에 또한 기술된다. 또한, 회전 축 단조의 다양한 태양은 참고문헌["Past Developments and Future Trends in the Rotary or Orbital Forging Process, Shivpuri, R, J. Master. Shaping Technol. 6, (1) 1988, pp. 55-71; "The Push Toward Orbital Forging", Honegger, H.R., Am. March. 126, (11) Nov.1982, pp. 142-144; "Orbital Forging of Heavy Metal EFP Liners", Faccini, E.C., Conference Proceedings; "High Strain Rate Behavior of Refractory Metals and Alloys, TMS, Warrendale, Pa, 111(1992); "Metallurgical Aspectis of Rotary Metal Forming", Standring, P.M.; Moon, J.R., "Rotary Metalworking Process", 1979, pp. 157-170, IES(Conferences) Ltd and Unversity of Nottingham, Nov. 1979; "Recent development and applications of three-dimentional finite element modeling in bulk forming processes", J.Mater. Process. Technol., Vol. 113 No. 1-3 2001/Jun pp.40-45; "Load-Deformation Relationships during Upsetting by Rotary forging", R.E. Little and R.Beyer, "Rotary Metalworking Processes", 1979, pp.157-170, IFS(Conferences) Ltd and University of Nottingham, Nov.1979; "Deformation Characteristics of Cylindrical Billet in Upsetting by a Rotary Forging Machine", K.Kubo and Y.Hirai, "Rotary Metalworking Processes", 1979, pp.157-170, IES(Conferences) Ltd and University of Nottingham, Nov. 1979; "Orbital Forging", J.R. Maicki, Metallurgia and Metal Forming, June, 1977, pp.165-269]에 또한 기술되며, 이들 모든 참고문헌은 본 발명에 그 전체 내용이 참조로 포함된다.

[0027] 회전 축 단조의 구동에 대하여, 회전 축 단조에 의해서 인가된 압력이나 힘의 양은 약 50톤 내지 약 700톤(이상)일 수 있으며, 바람직하게는 약 200톤 내지 630톤일 수 있다. 일반적으로, 잉곳 유도 예비성형체는 궤도 단조 단계 동안에 약 30rpm 내지 약 120rpm(이상), 더욱 바람직하게는 약 50rpm 내지 약 80rpm의 속도로 회전한다. 단조 작업 동안에 잉곳 유도 예비성형체와 실제 접촉하는 플래튼인 상부 플래튼을 갖는 회전 축 단조기는 궤도 단조 동안에 바람직하게는 약 30rpm 내지 약 300rpm, 더욱 바람직하게는 약 100rpm 내지 약 240rpm의 속도로 회전한다. 일반적으로, 단조 단계 동안에, 잉곳 유도 예비성형체의 온도는 약 -196℃ 내지 약 1000℃이며, 더욱 바람직하게는 약 20℃ 내지 약 350℃의 온도를 갖는다.

[0028] 빌렛에 대한 다이의 접촉 면적 및 단조될 재료의 항복 강도는 스퍼터 타깃을 성형하는데 필요한 회전 단조기의 크기를 결정하는 인자이다. 궤도 단조에서 접촉 면적은 하기의 식을 이용하여 산출될 수 있다:  $A = \pi R^2 (0.48h / (2R \tan(\alpha)))^{0.63}$ , 여기서 A는 접촉 면적, R는 빌렛의 반경, h는 공급/회전의 깊이, α는 상부 다이와 빌렛 면과의 경사각이다. 반경 R의 스퍼터 타깃을 성형하기 위해 회전 단조 프레스에 필요한 힘(F)은 하기의 식에 의해 주어진다:  $F = AYC$ , 여기서, Y는 금속 빌렛 재료의 유동 응력이며, C는 구속 인자이다. 재료의 항복 강도를 곱한 구속 인자는, 다이 내의 마찰력을 고려한 회전 단조 공정에서의 유효 항복 강도로서 나타낼 수 있다.

[0029] 회전 축 단조 단계 동안에, 잉곳 유도 예비성형체는 약 1분 이하, 더욱 바람직하게는 30초 이하와 같은 약 수 초 내에 스퍼터 타깃의 원하는 형상 및 크기로 줄어들 수 있으며, 이로써 말할 필요도 없이 타깃의 성형 시간이 크게 줄어든다.

[0030] 회전 축 단조 단계에서, 바람직하게는, 원하는 스퍼터 타깃의 형상과 크기를 갖는 폐쇄 다이가 사용된다. 본질적으로, 그러한 다이 또는 주형은 잉곳 유도 예비성형체가 스퍼터 타깃의 정확한 원하는 형상 및 크기로 변형되게 하여, 스퍼터 타깃의 직경 변동에 대하여 마무리된 제품에서의 매우 낮은 변동을 갖게 한다. 일반적으로, 본 발명을 사용함으로써, 타깃 둘레의 직경에서의 변동은 5% 이하이다.

[0031] 또한, 회전 단조에 의해, 스퍼터 타깃의 형상이 스퍼터 타깃의 침식 패턴에 순응하도록 그 스퍼터 타깃을 성형

할 수 있다. 이는 재료를 절약하여, 스퍼터 타깃의 재료비를 감소시킨다.

- [0032] 폐쇄 다이는 공구 강(tool steel)과 같은 임의의 재료 또는 유사 재료로 제조할 수 있다. 몰리브덴 이황화물과 같은 윤활제 또는 유사하거나 다른 유형의 단조 윤활제가 단조 동안의 마찰력을 감소시키는데 사용될 수 있다.
- [0033] 본 발명에서, 회전 축 단조되는 잉곳 유도 예비성형체는 어닐링되거나 또는 어닐링되지 않을 수 있다. 바람직하게, 잉곳 유도 예비성형체는 어닐링된다. 더욱 바람직하게는, 탄탈륨의 경우, 잉곳 유도 예비성형체는 약 900℃ 내지 약 1200℃의 온도에서 약 60분 내지 약 240분 동안, 바람직하게는 진공 또는 비활성 분위기에서 어닐링된다. 잉곳 또는 금속 물체는 또한 코팅될 수 있다. 다른 온도 및/또는 시간이 사용될 수 있다. 임의의 횡수의 어닐링이 사용될 수 있다.
- [0034] 본 발명에서 단조되는 잉곳 유도 예비성형체의 크기는 통상적으로 스퍼터 타깃의 원하는 최종 크기에 기초한다. 즉, 스퍼터 타깃의 크기를 아는 경우, 그 스퍼터 타깃에서의 금속의 체적을 용이하게 결정하고, 그 후 개시 잉곳 유도 예비성형체의 적절한 직경 및 높이를 용이하게 결정할 수 있어서, 개시 잉곳 유도 예비성형체는 본질적으로 마무리된 스퍼터 타깃과 동일한 체적을 갖는다. 바람직하게는, 잉곳 유도 예비성형체의 높이는 잉곳 유도 예비성형체의 직경보다 약 3배 이하로 크다. 더욱 바람직하게는, 그 높이는 잉곳 유도 예비성형체 직경의 1.8배에 근접하거나, 1.8배이다. 일반적으로, 그 높이는 3배를 초과하지 않으며, 3배를 넘는 것이 가능하지만 이는 바람직하지 않다.
- [0035] 스퍼터 타깃의 최종 형상 또는 크기는 약 0.125 내지 약 1인치의 높이와, 6인치 내지 16인치와 같은 통상적인 크기와 같은 임의의 크기일 수 있다.
- [0036] 선택으로서, 회전 축 단조 단계 이전에, 잉곳 유도 예비성형체에는 제1 열기계적 가공 또는 변형 단계가 이루어질 수 있다. 본 발명에서, 잉곳 유도 예비성형체는 회전 단조, 해머 단조, 엽셋 단조, 압연, 크로스 압연, 압출 등과 같은 임의의 가공 수단(바람직하게는, 궤도 단조 이외)의 형태일 수 있는 사전 열기계적 가공이 이루어지는 것이 바람직하다. 본질적으로는, 잉곳 유도 예비성형체가 회전 축 단조를 위한 실린더 형상으로 복귀될 수 있는 한 재료를 열기계적으로 가공하기 위한 임의의 수단이 사용될 수 있다. 따라서, 일 실시예에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 위하여 실린더 형상으로 후속하여 복귀되는 한 잉곳 유도 예비성형체는 임의의 기하학적 형상으로 압연될 수 있다. 잉곳 유도 예비성형체의 사전 열기계적 가공 또는 변형은 바람직하게는 예비성형체의 그레인 크기 및/또는 향상된 조직을 제공한다. 또한, 특정 회전 축 단조기에 의해 처리되기 위해 필요한 크기 및/또는 형상을 갖는 예비성형체를 얻기 위하여 사전 열기계적 가공이 행해질 수 있다. 예컨대, 최초 개시 직경의 적어도 5% 만큼, 더욱 바람직하게는 적어도 50% 만큼, 더욱 더 바람직하게는 적어도 100%만큼의 직경을 감소시키기 위해, 약 3인치 내지 약 14인치 범위의 직경을 갖는 빌렛에 단조와 같은 제1 열기계적 가공이 수행될 수 있다. 그러한 변형 및 크기 감소는, 원하는 경우 100%를 초과까지일 수 있다. 예비성형체의 가공은 냉간 가공이나 열간 가공 또는 그 조합이 될 수 있다. 빌렛은 최종 직경을 복원하기 위해서 다시 가공될 수 있다.
- [0037] 본 발명을 목적을 위하여, 회전 축 단조 단계 이전에 일 회 초과의 열기계적 가공이 있을 수 있다. 회전 축 단조 이전의 임의의 횡수의 가공 단계가 예비성형체의 임의의 원하는 변형 비율 또는 다른 열기계적 가공을 달성하기 위해서 행해질 수 있다.
- [0038] 본 발명의 다른 실시예에서, 회전 축 단조는 여러 단계로 수행될 수 있다. 예컨대, 회전 축 단조 장치가 전체 프리폼(free form)을 단조하는데 충분한 톤수를 갖지 않는 경우에, 궤도 단조가 복수의 단계로 행해질 수 있도록 반경 방향 변위가 하부 다이에 제공될 수 있다. 예컨대, 플레이트의 내측 부분은 기계의 톤수 한계까지는 궤도 단조에 의해서 행해질 수 있으며, 이 내측 부분은 부품의 최종 반경 미만의 반경을 갖는다. 따라서, 13인치 직경의 플레이트를 성형하기를 원하는 경우, 플레이트의 처음 8인치는 중앙에 정렬된 상부 및 하부 다이에 의해 성형될 수 있다. 그 후, 예비성형체의 외측 부분은 이전에 단조되지 않은 예비성형체 부분으로 상부 플레튼을 이동시킴으로써 동일한 방식으로 단조될 수 있다. 대안으로 또는 조합으로, 예비성형체가 그 상에 놓여진 하부 플레튼은 이전에 단조되지 않은 영역을 단조하기 위해 상부 플레튼과 정렬되도록 이동될 수 있다. 그리하여, 이러한 방법에 의해, 이전에는 하나의 궤도 단조 단계로 단조될 수 없었던 전체의 큰 예비성형체가 바람직하게는 연속적으로 일어나는 2 이상 단계의 궤도 단조에 의해서 단조될 수 있다. 그리하여, 스퍼터 타깃의 형태로와 같이 재료의 원하는 형상 및 최종 두께를 달성하기 위해서 전체 예비성형체를 균일하게 단조하도록, 다이 또는 상부 플레튼이 단순히 이동되거나 하부 플레튼이 이동된다. 예컨대, 13인치 직경의 플레이트를 성형하기 위해서, 상부 및 하부 다이가 중앙에 정렬된 상태에서 플레이트의 처음 8인치를 단조할 수 있다. 이때, 내측 8인치 직경이 거의 최종 두께로 성형된 상태에서, 빌렛 또는 예비성형체의 외측 부분은 성형되지 않는다.

그 후, 제1 프레싱의 반경만큼 이동될 수 있고, 본 예에서는 이송율은 4인치이다. 그 후, 제2 궤도 단조 프레싱이 수행되어 외측 직경 부분을 성형한다. 이러한 프레싱은 그 외측 부분을 최종 13인치 직경으로 성형한다. 이러한 2단계 방법은 궤도 단조에 필요한 최대 힘을 감소시킨다. 이러한 다단계 공정은, 사용되고 있는 궤도 단조 프레싱으로부터 이용가능한 힘만을 사용하여, 더 큰 직경의 플레이트를 성형하기 위해 임의의 횡수로 반복될 수 있다. 이러한 다단계 방법에 의해서 여러 장점이 제공된다. 대안적으로, 하나 이상의 단계로, 외측 직경 부분에서 시작하여 반경방향 내향으로 프레싱하고 내향으로 이동시킬 수 있고, 또는 내측 직경 부분에서 시작하여 반경방향으로 먼저 프레싱하고 외향으로 이동시킬 수 있다.

- [0039] 회전 축 단조 단계 이후에, 임의의 수의 다른 통상적인 단계가 스퍼터 타깃에 수행될 수 있다. 예컨대, 스퍼터 타깃은 전술한 선택적인 어닐링 단계에서와 같은 유사한 어닐링 변수를 사용하여 임의의 횡수로 어닐링될 수 있다.
- [0040] 또한, 스퍼터 타깃에는 압연 단계, 평탄화 단계와 같은 열기계적 가공 단계, 또는 드로잉(drawing), 하이드로포밍(hydroforming), 초소성(superplastic) 성형, 스피닝(spinning) 또는 플로우 성형과 같은 다른 열기계적 가공, 또는 열기계적 가공들의 임의의 조합이 선택적으로 추가로 이루어질 수 있다.
- [0041] 또한, 스퍼터 타깃은 원하는 사양을 얻기 위해서 선택적으로 기계가공, 그라인딩(grinding), 래핑(lapping), 밀링(milling) 또는 폴리싱(polishing)될 수 있다.
- [0042] 일단 원하는 스퍼터 타깃이 얻어지면, 스퍼터 타깃은 타깃 어셈블리를 완성하기 위해서 배면(backing) 층 또는 플레이트에 부착될 수 있다. 스퍼터 타깃의 배면 플레이트에 대한 부착은 확산 접합, 마찰 브레이징(friction brazing), 마찰 용접, 폭발 접착, 납땜 등과 같은 임의의 부착 방법에 의해 행해질 수 있다. 선택적으로, 적어도 하나의 중간 층이 스퍼터 타깃과 배면 층 사이에 배치될 수 있으며, 이 중간 층은 타깃 어셈블리를 함께 부착하기 이전에 타깃이나 배면 플레이트, 또는 이 둘 모두에 부착될 수 있다. 배면 플레이트는 구리, 알루미늄, 티타늄 또는 그 합금과 같은 임의의 통상적인 재료일 수 있다.
- [0043] 전술한 바와 같이, 스퍼터 타깃의 적어도 일 면은 원하는 특성 또는 공차로 기계가공될 수 있다.
- [0044] 본 발명에서 얻어진 스퍼터 타깃과 관련하여, 일 실시예에서, 그 스퍼터 타깃은 타깃의 중심 둘레에서 연속적인 반경-원주(radial-circumferential) 패턴인 그레인 크기 패턴을 갖는 것이 바람직하다. 그리하여, 그레인 크기 패턴은 타깃의 중심 둘레에서는 원형이지만 타깃의 외경을 향해서는 방사상으로 퍼진다는 사실에 있어서 특유하다. 본질적으로, 그레인 크기 패턴은 반경 방향 패턴과 원주 방향 패턴의 혼합이다. 본 발명의 일 실시예에서, 그레인 크기 패턴의 그러한 특유의 혼합을 갖는 스퍼터 타깃은, 원형 패턴이 스퍼터링 장비의 자석의 원형 패턴과 더욱 잘 매칭하기 때문에, 균일한 스퍼터링에 대하여 특유의 특성을 제공한다. 그리하여, 스퍼터 타깃은 기관 상에 더욱 균일한 박막을 제공할 뿐만 아니라, 스퍼터 타깃이 균일하게 스퍼터링되거나 침식되어, 스퍼터 타깃의 더욱 효율적이고 완전한 이용을 제공한다. 유사하게, 동일한 실시예 또는 다른 실시예에서, 스퍼터 타깃은 연속적인 반경-원주 패턴인 결정 구조 패턴을 가질 수 있다. 전술한 바와 같이, 결정 구조는 임의의 조직을 가질 수 있다. 또한, 이와 같이 조직에서의 바람직한 연속적인 반경-원주 패턴은 바람직한 실시예에서 원하는 기관 상의 균일한 박막의 형성뿐만 아니라 균일한 침식을 이어지는 보다 균일한 타깃을 제공한다.
- [0045] 본 발명의 목적을 위하여, 본 발명의 방법으로부터 형성된 스퍼터 타깃은 개시 잉곳 유도 예비성형체와 동일하거나 상이한 조직 및/또는 그레인 크기를 가질 수 있다. 그리하여, 예비성형체에 대하여 전술한 특정 그레인 크기, 조직 및 순도와 관련하여, 이들 변수는 최종 스퍼터 타깃에서 동일하게 나타날 수 있다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에서, 스퍼터 타깃은 원하는 금속학적 구조를 갖는다. 예컨대, 타깃의 결정학적 조직은 타깃의 두께에 걸쳐 전이적인 주 조직일 수 있다. 예컨대, 타깃의 일 단부(예컨대, 타깃의 상측 부분)는 (110)의 주 조직을 가질 수 있고, 타깃의 다른 단부(예컨대, 타깃의 하측 부분)는 (111)의 주 조직을 가질 수 있다. 타깃의 두께에 걸친 주 조직이 이와 같은 변화는 스퍼터링 목적을 위해서 매우 유익할 수 있다. 본 실시예의 유익한 기여를 기술하는 다른 방식은, 타깃이 타깃의 두께에 걸쳐 조직 변화도를 가지며 타깃의 특정 위치에 더 강한 조직이 존재한다는 것이다. 전이적인 주 조직 또는 조직 변화도는 타깃이 침식될 때 스퍼터 속도에서의 변동을 보상하기 위하여 스퍼터링에서 매우 유익하다. 본 발명의 공정은 다른 금속 가공 공정에서는 관찰되지 않았던 특유의 조직을 생성한다. 본 발명의 적어도 일 실시예에서, 본 발명은 타깃 또는 금속 물체의 두께에 걸쳐 선형에 가까운 조직 변화도를 생성하며, 이는 스퍼터링 타깃에서의 스퍼터 침식 트랙의 형성에 의해 발생하는 스퍼터 속도에서의 자연적인 변동을 보상하기 위해서 사용될 수 있다. 타깃이 스퍼터링될 때, 그 타깃의 표면적이 증가하기 때문에, 타깃에서의 스퍼터링 속도는 일정한 전력에서는 스퍼터링 시간에 따라 감소하는 경향

이 있다. 이러한 증가된 스퍼터 영역은 단위 면적당 인가된 전력의 감소 효과를 야기하며, 이는 유효한 스퍼터 속도에서의 감소를 야기한다. 그러한 효과는 스퍼터링 타깃이 침식할 때 그것에 인가되는 전력을 점차적으로 증가시킴으로써 통상적으로 보상된다. 본 발명에서, 제어된 조직 변화도 또는 전이적인 주 조직을 스퍼터링 타깃에 도입함으로써, 스퍼터링 타깃은 (111)과 같은 고 스퍼터링 속도 조직으로부터 (110)과 같은 더 높은 스퍼터링 속도 배향으로 변화되어, 낮은 유효 전력 밀도를 보상한다. 이러한 조직 변화도의 예는 도6 내지 도8을 포함한 예에서 추가로 도시된다.

[0047]

본 발명의 목적을 위하여, 전이적인 주 조직은 주 조직의 임의의 변화일 수 있다. 예컨대, 타깃의 전체 두께를 참조하여, 상부 또는 하부와 같은 스퍼터 타깃의 일 부분, 더욱 상세하게는, 예컨대 타깃의 상부 절반 또는 하부 절반이 (111), (100), (110) 또는 이들 조직의 2 이상의 혼합과 같은 주 조직(예컨대, 전체 조직의 50% 초과, 또는 모든 조직 중에서 가장 높은 %로 존재하는 조직)일 수 있다. 타깃 또는 금속 물체의 다른 부분은 다른 주 조직이다. 그리하여, 일 예로서, 타깃의 일 부분은 주 (111)조직을 갖고, 타깃의 다른 부분은 주 (100)조직을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 타깃의 일 부분은 주 (111)조직을 갖고, 타깃의 다른 부분은 주 (110)조직을 가질 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 타깃의 일 부분은 주 (100)조직을 갖고, 타깃의 다른 부분은 주 (110)조직을 가질 수 있다. 본 발명의 추가의 실시예에서, 타깃의 일 부분은 주 (100)조직을 갖고, 타깃의 다른 부분은 주 (111)조직을 가질 수 있다. 본질적으로, 변화하는 주 조직의 임의의 조합이 달성될 수 있다. 각각의 주 조직을 포함하는 "부분" 또는 "일부"는 타깃 또는 금속 물체의 전체 상부/저부 두께의 10% 내지 90%일 수 있고, 더욱 바람직하게는 전체 두께의 25% 내지 75% 또는 35% 내지 60%일 수 있다. 예컨대, 14mm 두께의 타깃에서, 상부에서 시작하여, 두께의 처음 5-6mm는 두께의 약 40%인 주 (111)일 수 있고, 나머지 두께는 주 (110)일 수 있다. 또한, 본 발명의 다른 실시예에서, 조직은 주 조직으로부터 혼합 조직으로 변화할 수 있다. 예컨대, 타깃의 일 부분은 주 (111)조직을 갖고, 다른 부분은 혼합된 (111):(100)조직 또는 혼합된 (110):(100) 등을 조직을 가질 수 있다. 바람직하게는, 스퍼터링에 초기 노출된 조직은, 이후에 스퍼터링되는 높은 스퍼터링 속도를 갖는 타깃의 부분보다 낮은 스퍼터링 속도 조직을 갖는 조직이다. 추가의 예로서, 타깃 또는 금속 물체의 조직 변화도는 -1%/mm 내지 -10%/mm 이상 범위의 (111) 면 또는 (111) 조직을 가질 수 있다. 적합한 조직 변화도의 다른 예는 -2.5%/mm 내지 -5.0%/mm의 (111) 면 또는 (111) 조직을 포함할 수 있다. 이러한 음의 조직 변화도는, 마이너스 표시가 타깃의 상부 두께에서 (111) 조직이 더욱 우세하거나 우선적이며, 조직을 타깃의 밀리미터 단위의 깊이로 걸쳐 측정할 때 (111) 조직의 우세함이 선형 또는 선형에 가까운 유형의 형태로 감소한다는 것을 의미한다. 그리하여, -2.0%/mm는 타깃 두께의 밀리미터당 평균 약 2%로 (111) 조직이 감소할 것이고, 그리하여 타깃이 14밀리미터 두께인 경우, (111) 조직은 표면의 상부로부터 동일 타깃의 표면의 바로 저부까지 약 24% 감소한다. 유사하게, (110) 조직에 대해서도 동일한 상부면으로부터 시작하는 조직 변화도가 1%/mm 내지 10%/mm인 조직 변화도가 동일한 타깃 내에서 존재할 수 있으며, 그 조직은 초기에는 타깃의 상부면에서 적지만, 타깃의 저부에 도달할 때까지 타깃에 걸쳐 선형 또는 선형에 가까운 형태로 점차적으로 증가한다는 것을 의미한다. (110)에 대한 다른 조직 변화도는 타깃 또는 금속 물체의 두께에 걸쳐 약 1%/mm 내지 약 7%/mm, 약 1%/mm 내지 약 5%/mm, 또는 약 1%/mm 내지 약 4%/mm를 포함할 수 있다. 유사한 변화도가 (100) 조직에 대하여 존재할 수 있다. FCC 금속과 같은 다른 결정학적 배향에서, 각종 조직에서 배향의 유사한 변화가 이루어질 수 있다. 본 발명은 선형 또는 선형에 가까운 형태일 수 있는 조직 변화도를 갖는 타깃 또는 금속 물체에 존재하는 적어도 하나의 조직에 관한 것이며, 여기서 "선형에 가까운"은 조직이 선형 관계의 10% 이내 또는 25% 이내와 같은 오차 내에서 일정한 방식으로 타깃의 두께에 걸쳐 점차적으로 증가하거나 감소한다는 것을 의미한다.

[0048]

(111)에 대하여 전술한 각종 조직 변화도는 (100) 또는 (110)에 동일하게 적용할 수 있다. 유사하게, 전술한 (111)에 대하여 제공된 조직 변화도는 (110) 또는 (100)에 동일하게 적용할 수 있다. (111) 및 (100)에 대하여 전술한 예에 의해서 주어진 조직 변화도에 적용할 수 있는 일 실시예에서, (100) 조직 변화도는 0%/mm 내지 약 5%/mm일 수 있고, 다른 범위는 타깃의 두께에 걸쳐 약 0.5%/mm 내지 약 3%/mm, 또는 약 0.5%/mm 내지 약 2%/mm를 포함한다. 조직 변화도가 낮다는 것은 그 조직이 두께에 걸쳐 실질적으로 동일하게 유지되고 있다는 것을 의미한다. 본 발명의 일 실시예에서, (100) 조직 변화도는 3%/mm와 같이 낮고, 이는 (100) 조직이 일반적으로 타깃의 두께에 걸쳐 거의 동일하다는 것을 반영한다. 또한, 이러한 낮은 조직 변화도는 타깃에서 원하는 조직 변화도의 유형에 따라 (111) 또는 (110)에 동일하게 적용할 수 있다. 본 발명의 바람직한 일 실시예에서, (111) 조직에서의 조직 변화도는 음의 조직 변화도이고, (110) 조직 변화도는 양의 조직 변화도이며, (100)조직 변화도는 3%/mm 이하와 같이 0 근방의 조직 변화도이다. 본 발명의 다른 실시예에서, 타깃 또는 금속 물체는 1 이상의 조직에 대하여 적어도 하나의 양의 조직 변화도, 및/또는 1 이상의 조직에 대하여 적어도 하나의 음의 조직 변화도, 및/또는 1 이상의 조직에 대하여 0 또는 0 근방의 조직 변화도를 가질 수 있다. 전이적인 주 조

직 또는 조직 변화도의 임의의 각종 조합은, 타깃의 두께에 걸쳐 +/- 50미크론, 더욱 바람직하게는 +/- 25미크론 이상으로는 변하지 않는 타깃의 두께에 걸친 평균 그레인 크기와 같이 매우 낮은, 두께에 걸친 그레인 크기 변동과 함께 존재할 수 있다. 다시 말해서, 2mm 깊이에서 측정된 평균 그레인 크기가 약 25 미크론이면, 타깃의 깊이에 걸친 평균 그레인 크기 75미크론을 초과하지 않고, 바람직하게는 50미크론을 초과하지 않을 것이다. 타깃의 두께에 걸친 그러한 일정한 평균 그레인 크기 범위는 균일한 속도 및 막 두께 형성 관점에서 또한 유익하다. 작은 그레인 크기 변동의 일 예가 도9에 도시된다.

[0049] 또한, 일 실시예에서, 스퍼터 타깃은 바람직하게는 5% 이하(예컨대, 4%, 3%, 2%, 또는 1% 이하)의 직경 변동을 갖는다. 변동에서의 이러한 제어는 스퍼터 타깃의 완전한 침식 및 균일한 스퍼터링에 있어서 매우 바람직하다.

[0050] 도면에 있어서, 도1은 본 발명의 공정의 일 예를 설명하며, 도1a에 도시된 스퍼터 타깃은 개시 빌렛은 회전 축 단조된다. 도1b 및 도1c에 도시된 바와 같이, 스퍼터 타깃의 원하는 직경을 형성하기 위해서 금속 재료의 유동을 야기하는 축력(axial force)으로서 상부 다이가 개시 빌렛에 인가된다. 도2a는 상이한 유형의 디자인을 갖는 상부 타이 형상으로 되는 본 실시예에서의 개시 빌렛을 도시한다. 축력은 금속의 재료 유동을 야기하기 위해서 개시 빌렛에 인가된다. 개시 빌렛 또는 가공품은 도2c에 도시된 마무리된 타깃의 최종 형상을 제어하기 위해서 하부 다이에 적어도 부분적으로 위치된다. 도3은 직경을 감소시키기 위해서 개시 빌렛을 제1 단조 단계에서 처리한 후, 직경을 증가시키기 위해서 제2 단조 단계에서 처리하는 일 실시예의 흐름도를 도시한다. 그 후, 가공품 또는 예비성형체에 회전 축 단조 단계를 수행하여 그 직경을 18.5 인치까지 증가시킨다. 그 후, 본질적으로 원하는 스퍼터 타깃의 형상인 그러한 가공품을 진공 어닐링하고 배면 플레이트에 부착할 수 있고, 최종 기계가공을 포함하는 최종 처리 단계를 수행한다. 도4는 1050°C에서 어닐링한 후의 웨도 단조된 탄탈륨 플레이트 단면도의 전자 후방 산란 회절(EBSD) 맵을 도시한다. 도면에서, (111) 면이 타깃면에 평행한 그레인은 청색(도면에서 가장 어둡게 착색된 영역)이고, (110) 면이 타깃면에 평행한 그레인은 녹색(도면에서 가장 밝게 착색된 영역)이며, (100) 면이 타깃면에 평행한 그레인은 녹색(본질적으로 {111} 극점도에서는 2개의 스팟으로만 존재함)이다. 타깃에 걸친 조직 변화도는 용이하게 보여진다. 도5는 그러한 재료의 EBSD 극점도를 제공한다.

[0051] 본 발명은 본 발명을 예시하도록 의도된 다음의 예에 의해서 더 명확해질 것이다.

[0052] 예

[0053] 표 1은 스퍼터링 타깃의 제조에 사용하기 위한 고순도 탄탈륨을 회전 단조하는데 사용되는 실험 조건을 요약한다. 실험 조건은 약 11인치 직경의 탄탈륨 플레이트를 제조하는데 사용된 것이다. 상용 스퍼터링 타깃의 경우, 13 내지 18인치 직경의 탄탈륨 블랭크가 유용하다. 큰 직경의 플레이트에 필요한 힘의 산출은 표 1의 하부에 제공된다. 표 1에서, 샘플 1A, 1B, 2A 및 2B는 웨도 단조 이전에, 진공에서 1050°C의 온도로 2시간 동안 어닐링하였다. 샘플 1A 및 1B는 어닐링 이전에 11인치 잉곳으로부터 길이 5.9인치의 3.54인치 빌렛으로 압출하였다. 샘플 3A 및 3B는 1A에서와 같이 압출하였지만, 어닐링을 행하지 않았다. 샘플 2A 및 2B는 11인치 잉곳으로부터 5.9인치 길이의 3.54인치 빌렛으로 회전 축 단조하고, 회전 축 단조 후 전술한 바와 같이 어닐링하였다. 샘플 4A 및 4B는 회전 축 단조하였지만 어닐링은 행하지 않았다.

표 1

궤도 단조 실험 조건								
회전단조 :	AWG-160		탄탈륨 함량 강도 (kpsi)	30				
다이 각도 (deg)	10		빌렛직경 (in)	3.6				
회전 속도 (rpm)	240		빌렛높이 (in)	6				
			단조후 플레이트 반경 (in)	5.43				
샘플 번호	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
공급/회전(in/rev)	0.108	0.108	0.054	0.163	0.163	0.054	0.108	0.244
인가된 힘(톤)	144	144	155	155	159	164	184	187
빌렛 온도 (C)	297	335	305	305	339	290	300	320
상부 다이 온도 (C)	-	150	150	150	140	120	130	130
하부 다이 온도 (C)	-	90	100	89	100	100	113	120
산출된 접촉 면적 (in <sup>2</sup> )	3.2	3.2	1.6	4.9	4.9	1.6	3.2	7.3
유효항복강도 (kpsi)	89	89	191	63	65	202	114	51
13인치 직경 접촉 면적(in <sup>2</sup> )	4.2	4.2	2.1	6.3	6.3	2.1	4.2	9.4
13인치 직경 힘(톤)	185	185	199	199	205	211	237	241
13인치 직경 접촉면적 (in <sup>2</sup> )	6.6	6.6	3.3	9.9	9.9	3.3	6.6	14.9
13인치 직경 힘 (톤)	292	292	314	314	323	333	373	379

[0054]

[0055]

회전 폐쇄 단조에 의해 제조한 탄탈륨 스퍼터링 타깃의 하나를 금속학적 구조를 위해 분석하였다. 표 1의 샘플 2B로 지시한 이러한 재료는, 36 $\mu$ m의 평균 그레인 크기를 갖고, 0.5인치 두께 플레이트의 상부로부터 저부까지 10 $\mu$ m 내에서 균일하였다. 그러한 플레이트의 결정학적 조직은 평균적으로 약 45%의 (111)과, 20%의 (110) 및 35%의 (111)였다. 플레이트 저부 근방의 (111) 결정학적 조직은 약 80%이었고, 플레이트의 상부면 근방에서 약 20%까지 감소하였다. 이러한 조직 변화도는, 스퍼터링 타깃의 연속적인 침식과 함께 발생하는 스퍼터링 속도에서의 통상적인 감소를 보상하기 위해서, 조직 변화도를 이용한 스퍼터링 타깃의 설계에 이용하도록 사용될 수 있다. 타깃 내의 높은 스퍼터링 속도 조직을 타깃의 배면을 향하여 배치함으로써, 스퍼터링 속도에서의 통상적인 감소를 줄일 수 있다.

[0056]

도6은 궤도 단조된 탄탈륨 플레이트에서 발견되는 결정학적 조직 변화도를 제공한다. 데이터 세트에서, (111)면의 조직 변화도는 약 -3.8%/mm 내지 -4.9%/mm의 범위이다. 그래프 좌측의 높은 %(111)은 탄탈륨 빌렛과 다이 가 서로 상대적으로 이동하지 않는 하부 다이에 근접한 탄탈륨 샘플 측에서 발생한다. 그래프 우측의 낮은 %(111)는 회전 다이와 접촉하고 있으며 높은 전단(shear)을 겪고 있는 샘플면에 대응한다.

[0057]

도7은 %(110) 결정학적 조직의 유사한 일련의 곡선을 제공한다. 이 경우, %(110) 조직은, 탄탈륨 플레이트의 고정적인 하부 다이 접촉면으로부터 상부 회전 다이 접촉면으로 이동하는 것에 대응하는 좌측으로부터 우측으로 갈수록 점차적으로 증가한다. 이 경우의 조직 변화도는, 고정 다이 접촉면으로부터 회전 다이 접촉면으로 이동할 때, 1%/mm 내지 4.1%/mm의 범위에 있다.

[0058]

도8은 궤도 단조된 탄탈륨 플레이트의 두께에 걸친 %(100) 조직 성분의 조직 변동을 제공한다. %(100) 조직 변화도는 3%/mm 내지 0.7%/mm였다. (100) 성분에서의 변화도는 (111) 및 (100) 성분에서의 변화도보다 작아지는 경향이 있다.

[0059] 궤도 단조된 탄탈륨 플레이트에서의 두께에 걸친 그레인 크기 변동이 도9에 제공된다. 그레인 크기는 궤도 단조된 탄탈륨에서 두께에 걸쳐 미소한 변화도만을 나타낸다. 평균 그레인 크기는 25 내지 50 $\mu\text{m}$ 이고, 탄탈륨 빌렛에 대하여 고정적인 하부 다이 근방의 재료에서 그레인 크기가 다소 크다.

[0060] 표 2는 본 명세서에서 기술하는 4 개의 탄탈륨 샘플에 대한 측정된 조직 변화도와 그레인 크기의 요약을 제공한다.

표 2

시도	% $\langle 111 \rangle$		% $\langle 100 \rangle$		% $\langle 110 \rangle$		평균 GS ( $\mu\text{m}$ )
	경사 (%/mm)	인터셉트 (%)	경사 (%/mm)	인터셉트 (%)	경사 (%/mm)	인터셉트 (%)	
1	-3.8	85	2.1	17	1.7	-2	27
2	-4	75	3	18	1	6	28.9
3	-4.8	72	0.7	33	4.1	-4	48.6
4	-4.9	72	2.2	23	2.6	5	38.1

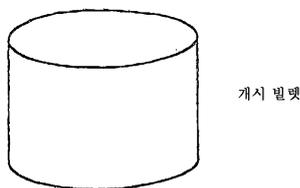
[0061]

[0062] 출원인은 본 개시에서 인용한 참조 문헌의 전체 내용을 특별히 포함한다. 또한, 양, 농도, 또는 다른 값이나 변수는, 범위 또는 상위의 바람직한 값 및 하위의 바람직한 값의 리스트로서 주어지며, 범위를 별도로 개시하는 것과 관계없이, 상위 범위 한계나 바람직한 값 및 하위 범위 한계나 바람직한 값의 임의의 쌍으로부터 형성되는 모든 범위를 구체적으로 개시하는 것으로 이해될 것이다. 수치 값의 범위가 여기에서 언급되며, 달리 기술하지 않는 한, 그 범위는 그것의 종료점과, 그 범위 내의 모든 정수 및 분수를 포함하도록 의도된다. 본 발명의 범주는 범위를 한정할 때 언급되는 특정 값에 한정되도록 의도되지 않는다.

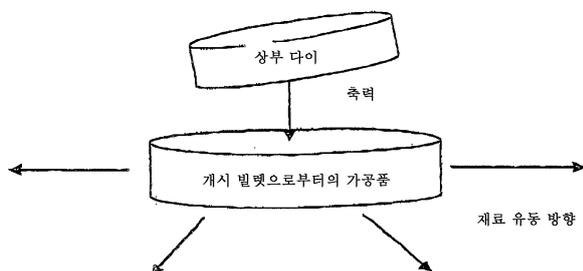
[0063] 본 발명의 다른 실시예는 여기에 개시한 명세서 및 본 발명의 실시를 고찰할 때 당업자에게 자명해질 것이다. 본 명세서 및 실시예는 후술하는 청구의 범위 및 그 등가물에 의해서 나타내어지는 본 발명의 진정한 범주 및 정신에 단지 예시적인 것으로만 고려되도록 의도된다.

도면

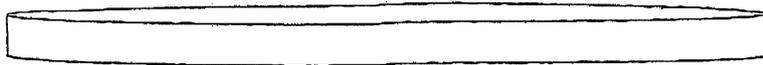
도면1a



도면1b

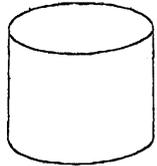


도면1c



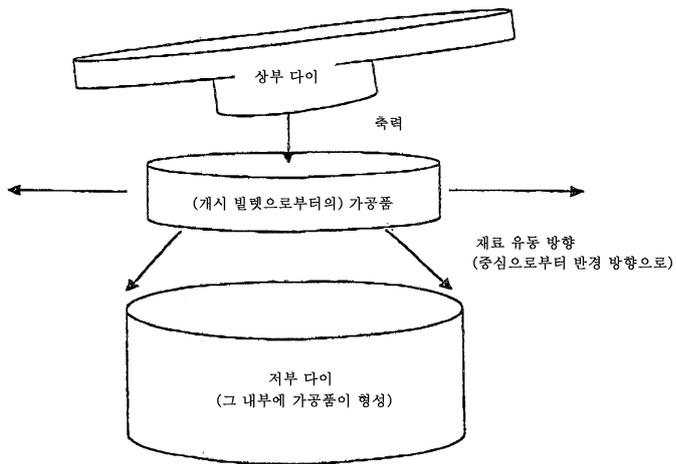
최종 기계 가공/접합을 위해 준비된 마무리된 타깃 블랭크

도면2a



개시 필렛

도면2b



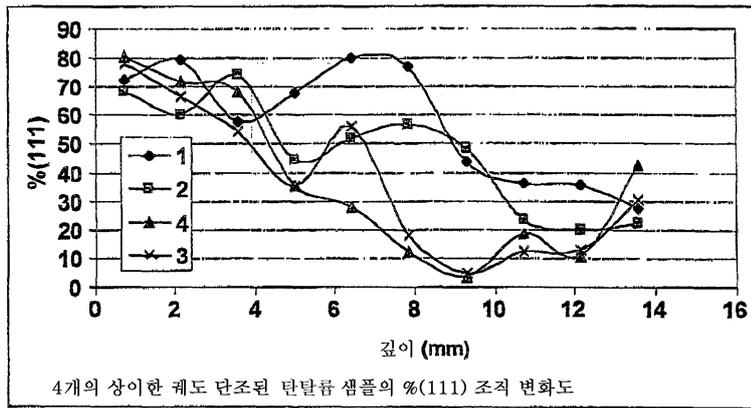
도면2c



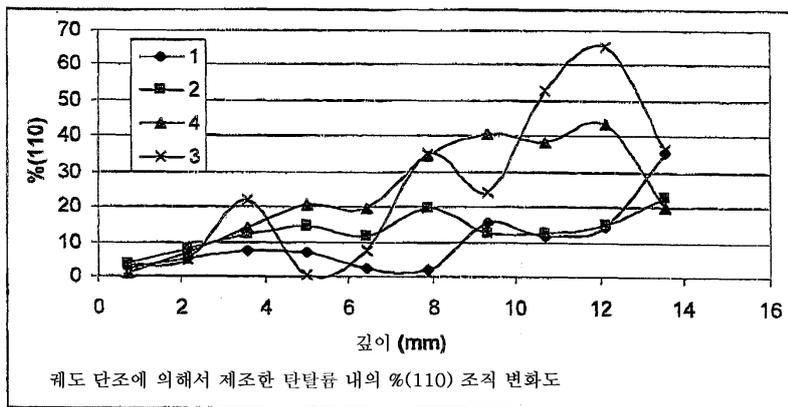
최종 기계 가공을 위해 준비된 마무리된 형상



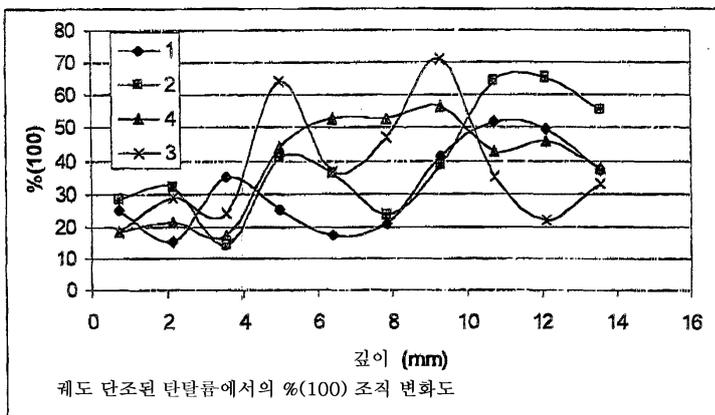
도면6



도면7



도면8



도면9

