



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월11일
 (11) 등록번호 10-1253377
 (24) 등록일자 2013년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21B 1/02 (2006.01) **C23C 14/34** (2006.01)
B21B 1/38 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-7020482
 (22) 출원일자(국제) 2006년02월07일
 심사청구일자 2010년11월30일
 (85) 번역문제출일자 2007년09월07일
 (65) 공개번호 10-2007-0107114
 (43) 공개일자 2007년11월06일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2006/004143
 (87) 국제공개번호 WO 2006/086319
 국제공개일자 2006년08월17일
 (30) 우선권주장
 11/055,535 2005년02월10일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2003517101 A*
 JP2004107758 A*
 KR1020030001543 A*
 JP평성11012726 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
캐보트 코포레이션
 미합중국 매사추세츠 02210-2019 보스턴, 스위트 1300, 투 씨포트 라인
 (72) 발명자
윌커스햄 찰스 이. 제이알.
 미국 43214 오하이오주 콜롬버스 아덴 로드 571
레비트 브라디미르 아이.
 미국 32026 오하이오주 힐라드 우드스뷰 웨이 177
알렉산더 피. 토드
 미국 19312 펜실베이니아주 버윈 파라거트 로드 856
 (74) 대리인
안국찬, 양영준

전체 청구항 수 : 총 57 항

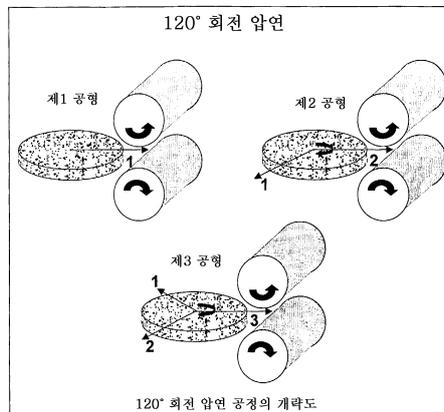
심사관 : 이학왕

(54) 발명의 명칭 **스퍼터링 타겟 및 그 제조 방법**

(57) 요약

본 발명에 따르면, 압연 판을 형성하기 위해 소정 두께가 성취될 때까지 금속판을 회전 압연하는 단계를 포함하는 금속을 가공하는 공정이 기재되어 있다. 스퍼터링 타겟 및 다른 금속 제품이 더 기재되어 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

압연 판을 형성하기 위해 소정 두께가 달성될 때까지 금속 판을 회전 압연하는 단계를 포함하며, 상기 회전 압연 단계는 각각의 압연 패스 후에 100° 내지 170°의 회전으로써 수행되고, 상기 회전 압연 단계는 적어도 3회의 압연 패스를 수반하는 금속 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 회전 압연 단계 이전에, 금속 판을 빌릿을 단조하여 금속 판을 형성함으로써 얻어지는 금속 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 금속 판은 원형인 금속 처리 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 빌릿은 소정 직경까지 금속 잉곳을 압출 또는 스웨이징하여 압출 또는 스웨이징된 잉곳을 형성하고 그리고 선택적으로 압출 또는 스웨이징된 잉곳을 절단함으로써 얻어지는 금속 처리 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 17.78 cm(7 인치) 이상의 개시 직경을 갖고, 상기 빌릿은 7.62 cm(3 인치) 내지 15.24 cm(6 인치)의 직경을 갖는 금속 처리 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 압연 판을 풀림하는 단계를 더 포함하는 금속 처리 방법.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 압출 또는 스웨이징된 잉곳을 풀림하는 단계를 더 포함하는 금속 처리 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서, 각각의 회전 압연 단계는 각각의 압연 패스 후에 120°의 회전으로써 수행되는 금속 처리 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 압연 판을 풀림하는 단계를 더 포함하고, 상기 풀림 단계는 미리 실시되지 않는 금속 처리 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 적어도 3.0의 진변형률 감소가 압연 판에 부여되는 금속 처리 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 적어도 4.0의 진변형률 감소가 압연 판에 부여되는 금속 처리 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 3.0 내지 6.0의 진변형률 감소가 압연 판에 부여되는 금속 처리 방법.

청구항 14

제4항에 있어서, 압출 또는 스웨이징된 잉곳에 부여되는 진변형률이 0.5 내지 2.0인 금속 처리 방법.

청구항 15

제4항에 있어서, 상기 빌릿은 3 이하의 빌릿 직경에 대한 빌릿 길이의 비율을 갖는 금속 처리 방법.

청구항 16

제2항에 있어서, 상기 단조는 축 방향 단조인 금속 처리 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 축 방향 단조는 0.75 내지 2.0의 진변형률을 부여하는 금속 처리 방법.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 회전 압연 단계는 금속 판의 일측 상에 대한 회전 압연 단계와 상기 금속 판의 대향측 상에 대한 회전 압연 단계를 포함하는 금속 처리 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 일측 및 대향측 상에 대한 회전 압연 단계는 압연 패스의 횡수와 동일한 금속 처리 방법.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 압연 패스는 0.02 내지 0.5의 진변형률을 부여하는 금속 처리 방법.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 회전 압연 단계는 1.0 내지 2.0의 진변형률을 부여하는 금속 처리 방법.

청구항 22

제1항에 있어서, 3회 이상의 압연 패스를 포함하는 금속 처리 방법.

청구항 23

제1항에 있어서, 6회 이상의 압연 패스를 포함하는 금속 처리 방법.

청구항 24

금속 판에서의 귀발생을 감소시키거나 제어하는 방법이며, 2회 이상의 압연 패스로 상기 금속 판을 회전 압연하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 25

제4항에 있어서, 상기 잉곳은 25.40 cm(10 인치) 내지 35.56 cm(14 인치)의 개시 직경을 갖는 금속 처리 방법.

청구항 26

제1항에 있어서, 상기 금속 판은 탄탈륨 판인 금속 처리 방법.

청구항 27

제1항에 있어서, 상기 압연 판은 스퍼터링 타겟인 금속 처리 방법.

청구항 28

원형 금속 제품을 제조하는 방법이며, 원통형 형상이 상기 제조 방법 내내 유지되도록 원통형 형상을 갖는 금속 잉곳을 처리하는 단계를 포함하는 원

형 금속 제품 제조 방법.

청구항 29

BCC 금속 제품이며, 상기 금속 제품의 평면 내에서 임의의 방향으로 등방성으로 변형되는 BCC 금속 제품.

청구항 30

제29항에 있어서, 상기 BCC 금속 제품은 디스크인 BCC 금속 제품.

청구항 31

제29항에 있어서, 상기 BCC 금속 제품은 스퍼터 타겟 디스크인 BCC 금속 제품.

청구항 32

제29항에 있어서, 상기 BCC 금속 제품은 탄탈륨 제품인 BCC 금속 제품.

청구항 33

제29항에 있어서, 상기 BCC 금속 제품은 니오븀 제품인 BCC 금속 제품.

청구항 34

축을 갖는 축 방향 대칭 조직을 포함하는 BCC 금속 판.

청구항 35

삭제

청구항 36

제34항에 있어서, 상기 축은 주축 방향 <111> 결정학적 조직인 BCC 금속 판.

청구항 37

제34항에 있어서, 상기 축은 주축 방향 <110> 결정학적 조직인 BCC 금속 판.

청구항 38

제34항에 있어서, 상기 BCC 금속 판은 탄탈륨 판인 BCC 금속 판.

청구항 39

제34항에 있어서, 상기 BCC 금속 판은 니오븀 판인 BCC 금속 판.

청구항 40

제34항에 있어서, 상기 BCC 금속 판은 BCC 금속 스퍼터 타겟인 BCC 금속 판.

청구항 41

제40항에 있어서, 상기 BCC 금속 스퍼터 타겟에 부착되는 지지판을 더 포함하는 BCC 금속 판.

청구항 42

제40항에 있어서, 상기 BCC 금속 판은 탄탈륨 판인 BCC 금속 판.

청구항 43

제40항에 있어서, 상기 BCC 금속 판은 니오븀 판인 BCC 금속 판.

청구항 44

1차 조직을 갖는 금속 제품이며,

상기 금속 제품은 상기 금속 제품 내에 존재하는 상기 1차 조직에 대해 일치되지 않거나 불균일한 0.5% 미만의 백분율 조직 밴딩 영역을 갖는 금속 제품.

청구항 45

제44항에 있어서, 상기 금속 제품은 BCC 금속 제품인 금속 제품.

청구항 46

제44항에 있어서, 상기 금속 제품은 탄탈륨 제품, 니오븀 제품 또는 탄탈륨, 니오븀 또는 이들 모두를 함유한 합금인 금속 제품.

청구항 47

제40항에 있어서, 상기 BCC 금속 판은 다음의 특성들 중 하나 이상의 특성을 갖는 BCC 금속 판.

- a) 적어도 95%의 순도,
- b) 150 μm 이하의 평균 입자 크기

청구항 48

제46항에 있어서, 상기 1차 조직은 1차 (111) 조직인 금속 제품.

청구항 49

제48항에 있어서, 상기 백분율 조직 밴딩 영역은 (100) 조직 밴딩에 대해 있는 금속 제품.

청구항 50

제46항에 있어서, 상기 금속 제품은 균일한 혼합된 (111):(100) 조직을 갖는 금속 제품.

청구항 51

제46항에 있어서, 상기 금속 제품은 스퍼터 타겟 블랭크인 금속 제품.

청구항 52

제46항에 있어서, 상기 금속 제품은 지지판에 결합되는 스퍼터 타겟인 금속 제품.

청구항 53

제46항에 있어서, 상기 금속 제품은 판, 빌릿, 로드 또는 디스크인 금속 제품.

청구항 54

제46항에 있어서, 백분율 밴딩 영역이 0.1 내지 0.5% 미만인 금속 제품.

청구항 55

제46항에 있어서, 백분율 밴딩 영역이 0.1 내지 0.4%인 금속 제품.

청구항 56

제46항에 있어서, 상기 백분율 밴딩 영역은 0.1 내지 0.25%인 금속 제품.

청구항 57

제46항에 있어서, 상기 금속 제품은 탄탈륨 제품인 금속 제품.

청구항 58

제57항에 있어서, 상기 탄탈륨 제품은 스퍼터 타겟 블랭크인 금속 제품.

청구항 59

제57항에 있어서, 상기 탄탈륨 제품은 지지판에 결합되는 스퍼터 타겟인 금속 제품.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 탄탈륨(tantalum) 및 탄탈륨 합금-스퍼터링 타겟(sputtering target)과 같은 스퍼터링 타겟과, 이것을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 스퍼터(sputter) 적용 분야에서, 스퍼터링 타겟 조립체는 전형적으로 스퍼터 타겟 및 지지판을 포함한다. 예컨대, 금속 타겟 또는 금속 타겟 블랭크(예컨대, 탄탈륨, 티타늄, 알루미늄, 구리, 코발트, 텅스텐, 하프늄 등)가 지지판 상으로 결합된다. 지지판(backing plate)은 예컨대 구리, 알루미늄 또는 이들의 합금 등의 지지판 플랜지 조립체일 수 있다. 주어진 스퍼터링 타겟 조립체의 스퍼터링 성능에 영향을 미칠 수 있는 인자들 중에는 입자 크기 그리고 스퍼터링 평면에 대한 입자의 결정 배향이 있다. 소정의 입자 크기 및 결정학적 조직은 기계적 변형 및 풀림의 조합을 사용함으로써 동시에 성취된다.

[0003] 탄탈륨 내에 소정 야금 조직을 형성하는 이전의 방법은 예컨대 단조, 압연, 압출 및 이들의 조직에 의한 기계적 변형을 포함하였다. 탄탈륨 스퍼터링 타겟을 형성하는 이전의 방법은 입자를 재결정시키며 그에 의해 (111) 또는 (100) 결정 평면 중 어느 하나가 스퍼터링 타겟 평면에 평행한 상태의 균일한 미세 입자의 미세 조직을 생성시키기 위해 기계적 변형 단계들 사이의 다수회의 풀림 단계에 의존하였다.

[0004] 예컨대, 마이칼룩 등(Michaluk et al.)의 미국 특허 제6,348,113호는 하나의 실시예에서 탄탈륨 금속이 90°로 교차-압연되고 직사각형 판이 절단에 의해 원형 스퍼터링 타겟 디스크를 제조하는 데 사용되는 다양한 실시예를 기재하고 있다.

[0005] 시겔(Segal)의 미국 공개 특허 출원 제US 2002/0153071A1호는 FCC 금속을 위한 제조 방법에 관한 것이다. 쥘슨(Jepson)의 미국 공개 특허 출원 제2002/0112789호, 호르만 등(Hormann et al.)의 미국 특허 제4,884,746호, 터너(Turner)의 미국 공개 특허 출원 제2002/0125128 A1호, 장(Zhang)의 미국 특허 제6,193,821호 그리고 브루수 등(Broussoux et al.)의 미국 특허 제5,615,465호는 다양한 방법에 의해 직사각형 판을 생성시킴으로써 그리고 그 다음에 판으로부터 원형 디스크를 절단함으로써 수행되는 스퍼터링 타겟 및 다른 용도를 위한 탄탈륨 판의 제조에 관한 것이다. 이 방법은 매우 값비싼 탄탈륨 재료를 매우 낭비할 수 있다.

[0006] 쾨니그스만 등(Koenigsmann et al.)의 미국 공개 특허 출원 제2003/0089429호는 분말 야금 공정에 의한 탄탈륨 스퍼터링 타겟의 제조에 관한 것이다. 샤 등의 미국 공개 특허 출원 제2002/0063056 A1호는 운환된 다이 및 직각 방향으로의 압연을 사용하여 강력한 (100) 조직을 갖는 탄탈륨 스퍼터링 타겟 판의 제조에 관한 것이다. 시겔의 미국 특허 제6,238,494 B1호 그리고 샤(Shah) 등의 미국 특허 제6,348,193 B1호는 강력한 (100) 조직을 갖는 탄탈륨 원형 판의 제조에 관한 것이다. 이러한 공정에서, 원형 탄탈륨 판은 잉곳의 단조 그리고 압연의 조합에 의해 제조된다. 이들은 강력한 (100) 조직 그리고 적절한 입자 크기 및 결정학적 조직 균일성을 갖는 탄탈륨 타겟을 제조하기 위해 단조 중에 다이를 운환하고 최저로 가능한 재결정 온도를 사용할 것이 필요하다고 보고하였다.

[0007] 모든 이들 방법에서, 탄탈륨 변형 단계는 탄탈륨을 재결정시켜 금속 내에서의 소성 변형률을 감소시키며 그에 의해 균열을 회피하기 위해 그리고 금속의 가공 경화를 제거하며 그에 의해 금속이 더 용이하게 가공되게 하기 위해 풀림 단계에 의해 중단된다.

[0008] 추가로, 모든 이들 방법은 단조 및 압연 작업에 의해 그리고 그 다음에 원형 스퍼터링 타겟을 제조하기 위해 직사각형 또는 정사각형 판을 원형으로 절단함으로써 직사각형 또는 정사각형 형상에서의 원통형 잉곳의 변형을 보여준다. 원형 잉곳 형상으로부터 직사각형 형상으로 그리고 다시 원형 형상에서의 이러한 변환은 재료의 측면에서 매우 비효율적이고 낭비가 심하다.

발명의 상세한 설명

[0009] 그러므로, 본 발명의 특징은 열 기계 가공이 적용되고 바람직하게는 가공 공정의 종료 시에 단지 1회 또는 금속

가공 공정의 중간에서의 중간 폴립 그리고 금속 가공 공정의 종료 시의 폴립으로써 2회 폴립되는 스퍼터링 타겟 등의 금속 제품을 제조하는 공정을 제공하는 것이다.

- [0010] 본 발명의 또 다른 특징은 전체 형성 공정 내내 원형 형상을 유지하면서 스퍼터링 타겟 등의 원형 제품을 형성하는 공정을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 추가의 특징은 강력한 (111) 결정학적 조직 등의 매우 강력한 결정학적 조직을 갖는 스퍼터링 타겟 등의 금속 제품을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 추가의 특징 및 장점은 다음의 상세한 설명에서 부분적으로 기재될 것이고, 부분적으로 상세한 설명으로부터 명확해질 것이거나, 본 발명의 실시예에 의해 인식될 수 있다. 본 발명의 목적 및 다른 장점은 상세한 설명 및 첨부된 청구의 범위에서 구체적으로 지적된 요소 및 조합에 의해 구현 및 달성될 것이다.
- [0013] 이들 및 다른 장점을 달성하기 위해 그리고 본 발명의 목적에 따르면, 여기에서 실시되고 넓게 기재되는 바와 같이, 본 발명은 압연 판을 형성하기 위해 금속 판의 소정 두께가 성취될 때까지 적어도 2회의 압연 패스(rolling pass)로써 금속판을 회전 압연(clock rolling)하는 단계를 포함하는 금속을 가공하는 공정에 관한 것이다. 바람직하게는, 금속은 BCC 금속 그리고 더 바람직하게는 탄탈륨, 니오븀 또는 이들의 합금이다.
- [0014] 또한, 본 발명은 원형 금속 제품을 제조하는 방법에 관한 것이고, 원통형 형상이 공정 내내 유지되도록 원통형 형상을 갖는 금속 잉곳을 가공하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 공정은 스퍼터링 타겟의 형성에서 특히 유용하다.
- [0016] 또한, 본 발명은 본 발명의 공정들 중 1개 이상으로부터 형성되는 탄탈륨 금속 또는 니오븀 금속 등의 금속에 관한 것이다.
- [0017] 또한, 본 발명은 약 3.0 이상의 폴립 전의 진변형률(true strain)을 부여함으로써 형성되는 탄탈륨 또는 니오븀 스퍼터링 타겟 등의 스퍼터링 타겟에 관한 것이다.
- [0018] 이전의 대체적 설명 그리고 다음의 상세한 설명의 양쪽 모두는 단지 예시 및 설명 목적이고 청구된 바와 같이 본 발명의 추가의 설명을 제공하고자 한다는 것이 이해되어야 한다.
- [0019] 본원 내에 합체되어 본원의 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 발명의 실시예들 중 일부를 도시하고 있고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

실시예

- [0029] 본 발명은 스퍼터링 타겟 등의 금속 제품을 형성하는 공정에 관한 것이다. 일반적으로, 본 발명은 소정 치수의 압연된 금속을 성취하기 위한 금속의 회전 압연의 사용에 관한 것이다. 아래에서 더 상세하게 제공되는 바와 같이, 금속의 회전 압연은 조직 밴딩 면에서의 극적 감소를 성취하는 독특한 방법을 제공하고, 금속 표면 및 두께의 전체에 걸쳐 작고 균일한 입자 크기를 또한 제공한다. 본 발명의 하나의 실시예는 압연 판을 형성하기 위해 소정 두께가 성취될 때까지 금속 판의 회전 압연하는 단계를 포함하는 금속을 가공 또는 압연하는 공정에 관한 것이다. 회전 압연은 일반적으로 적어도 2회의 압연 패스를 포함하고, 바람직하게는 3회의 압연 패스 내지 30회 또는 40회 이상의 압연 패스 등의 적어도 3회의 압연 패스를 포함한다. 이러한 범위 내의 또는 이러한 범위보다 큰 임의의 횟수의 압연 패스가 소정 두께 그리고 조직의 균일성 및/또는 입자 크기에 따라 사용될 수 있다. 금속에 대해, 바람직하게는 본 발명에서 가공되는 금속은 백브 금속, 난용 금속 또는 BCC 금속이지만, 다른 금속이 또한 사용될 수 있을 것이다. 본 발명으로써 가공될 수 있는 금속의 종류의 특정한 예는 탄탈륨, 니오븀, 구리, 티타늄, 금, 은, 코발트 및 이들의 합금을 포함하지만 이들에 제한되지 않는다.
- [0030] 본 발명의 목적을 위해, 회전 압연은 금속 판 등의 금속 제품이 도2에 도시된 바와 같은 압연 밀에 통과되는 경우이다. 금속의 두께를 감소시키는 것과 같은 금속 변형을 유발시킬 수 있는 임의의 종래의 압연 밀이 사용될 수 있다. 도2에 도시된 바와 같이, 회전 압연은 압연 밀 또는 프레스를 통해 원형 디스크 등의 금속의 단편을 압연하는 단계를 포함하고, 그 후 금속 디스크는 어떤 각도만큼 회전되고, 그 다음에 다시 압연 밀에 통과되고, 그 후 선택적으로 어떤 각도만큼 다시 회전되고, 다시 압연 밀에 통과된다. 각각의 패스 후, 동일 또는 상이한 진변형률이 압연 밀에 의해 부여된 힘의 크기만큼 금속에 부여될 수 있다. 도2는 각각의 패스 후에 디스크의 120° 회전 이동을 포함하는 양호한 회전 압연을 도시하고 있다. 120° 회전 이동 대신에, 일반적으로, 바람직하게는 90° 보다 큰 회전 이동 또는 90° 미만의 회전 이동인 임의의 각도의 회전 이동이 사용될 수 있다. 바꿔 말하면, 각각의 패스 후의 금속 제품의 회전 이동은 각각의 패스 후에 100° 내지 170° 등의 100° 이상일

수 있다. 타겟이 각각의 패스 후에 회전 이동되는 각도는 동일 또는 상이할 수 있다. 예컨대, 도2에 도시된 바와 같이, 금속 디스크는 각각의 패스 후에 120° 만큼 회전 이동된다. 대신에, 금속은 제1 패스 후에 120° 만큼 회전 이동될 수 있고, 그 다음에 제2 패스 후에 100° 만큼 회전 이동될 수 있고, 선택적으로 제3 패스는 120°, 150° 등의 각도 회전 이동을 포함할 수 있다. 언급된 바와 같이, 회전 이동은 일반적으로 단지 횡단 방향 또는 교차-방향 압연 스케줄을 회피하기 위해 90° 보다 크다. 또한, 바람직하게는, 각각의 압연 패스 후, 제품의 회전 이동은 횡단 방향 또는 교차 방향인 10° 내에 있지 않을 것이다. 또한, 회전 압연은 금속 제품을 뒤집는 단계 그리고 그 다음에 제품에 추가의 회전 압연을 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 새로운 세트의 압연 패스를 시작하기 전에 어떤 각도만큼 금속을 회전시키는 것은 선택 사항이다. 바꿔 말하면, 그리고 도2를 참조하면, 120° 회전 압연이 사용되면, 3회의 패스 후, 다음의 압연과 관련하여 1로서 표시된 동일한 개시 지점에서의 압연 대신에, 금속은 압연 방향이 금속 디스크 또는 다른 제품의 전체를 통해 분산되도록 다음의 패스 전에 10° 내지 100° 와 같이 임의의 각도만큼 회전될 수 있다.

- [0031] 적어도 1개의 실시예에서, 어떠한 풀림도 압연 작업 전에 또는 압연 작업 중에 공작물에 제공되지 않는다. 압연 작업은 실온에서 수행될 수 있다. 변형 공정 중, 공작물 온도는 예컨대 탄탈륨에 대해 대략 150°C까지 온도 면에서 증가될 수 있다. 압연 밀로부터 요구되는 힘을 감소시키기 위해 예컨대 40°C 내지 350°C의 온도까지 압연 전에 공작물을 가열하는 것이 가능하다. 소정 두께를 성취하기 위해 다수회의 압연 패스를 사용하는 것이 부품의 균일성을 향상시킨다. 압연 패스 당 진변형률은 전형적으로 약 0.3 내지 약 0.04의 범위 내에 있다.
- [0032] 회전 압연이 적용된 금속은 회전 압연이 적용된 금속 판을 형성하기 위해 빌릿(billet)을 단조하거나 그렇지 않으면 기계 변형시킴으로써 얻어질 수 있다.
- [0033] 하나의 실시예에서, 회전 압연에 의해 부여된 진변형률은 약 1.0 내지 약 2.0 그리고 더 바람직하게는 약 1.2 내지 약 1.9 또는 이들 사이의 임의의 수치일 수 있다. 또한, 각각의 단일 압연 패스에 의해 부여된 진변형률은 약 0.02 내지 약 0.5일 수 있다. 이러한 범위보다 크거나 작은 다른 진변형률 수치가 또한 성취될 수 있다.
- [0034] 언급된 바와 같이, 회전 압연은 금속 판의 일측 상에서의 회전 압연 그리고 그 다음의 금속 판의 대향측 상에서의 회전 압연을 포함할 수 있다. 일측 상에서 그리고 그 다음의 대향측 상에서의 회전 압연의 패스의 횡수는 동일 또는 상이할 수 있거나, 유사할 수 있다.
- [0035] 금속 판을 얻기 위한 빌릿의 단조는 바람직하게는 축 방향 단조이다. 단조는 적어도 1개의 실시예에서 약 0.75 내지 약 2.0의 진변형률을 부여할 수 있다. 진변형률 수치는 또한 이러한 범위보다 크거나 작을 수 있다. 단조가 적용된 빌릿은 약 3 이하의 빌릿 직경에 대한 빌릿 길이의 비율을 가질 수 있다. 바람직하게는, 단조는 약 0.8 내지 약 1.4의 범위 내에 있는 진변형률을 부여한다.
- [0036] 빌릿은 압출 또는 스웨이징된 잉곳을 형성하기 위해 소정 직경까지 금속 잉곳을 압출 또는 스웨이징함으로써 얻어질 수 있다. 잉곳은 상업적으로 입수 가능할 수 있다. 잉곳은 참조로 여기에 함체되어 있는 마이칼록 등의 미국 특허 제6,348,113호의 개시 내용에 따라 준비될 수 있다. 이 방법은 또한 변형 가공을 위해 적절한 형태로 고순도 탄탈륨 금속을 직접적으로 주조하는 단계를 포함할 수 있거나, 전자 빔 용융에 의해 슬래브를 형성할 수 있다. 압출 또는 스웨이징된 잉곳은 선택적으로 위에서 설명된 바와 같이 단조 등의 추가의 가공을 위해 임의의 크기의 빌릿으로 절단될 수 있다. 스웨이징 또는 압출된 잉곳은 그 다음에 요구된 판 체적이 생성될 수 있도록 된 체적을 갖는 빌릿으로 절단된다. 예컨대, 1.27 cm(0.5 인치) 두께 그리고 25.40 cm(10 인치) 직경을 갖는 금속판이 원해지면, 7.92 cm(3.12 인치)보다 약간 큰 길이를 갖는 10.16 cm(4 인치) 직경의 빌릿이 사용될 수 있다. 빌릿 절단은 선반 상에서 물 분사 절단, EDM, 소잉(sawing) 또는 선삭 등의 임의의 종래 기술에 의해 수행될 수 있다. 빌릿을 절단하는 방법은 빌릿 상의 표면 마무리가 표면 결함이 후속의 형성 작업 중에 전파되는 것을 방지할 정도로 충분하면 공정에 특히 중요하지 않다. 금속 잉곳은 임의의 개시 직경을 가질 수 있고, 바람직하게는 약 17.78 cm(7 인치) 내지 약 33.02 cm(13 인치) 이상 등의 약 17.78 cm(7 인치) 이상의 개시 직경을 갖는다. 압출 또는 스웨이징 후, 빌릿 등의 압출 또는 스웨이징된 잉곳은 약 7.62 cm(3 인치) 내지 약 17.78 cm(7 인치) 그리고 바람직하게는 약 7.62 cm(3 인치) 내지 약 15.24 cm(6 인치)의 직경[예컨대, 10.16 cm(4 인치), 12.70 cm(5 인치) 또는 15.24 cm(6 인치) 직경]을 가질 수 있다. 다른 잉곳 개시 직경 범위는 25.40 cm(10 인치) 내지 30.48 cm(12 인치), 20.32 cm(8 인치) 내지 25.40 cm(10 인치) 그리고 15.24 cm(6 인치) 내지 20.32 cm(8 인치)일 수 있다. 개시 잉곳이 압출 또는 스웨이징될 때, 적어도 1개의 실시예에서, 이러한 압출 또는 스웨이징에 의해 부여된 진변형률은 약 0.5 내지 약 2.0(예컨대, 0.77 내지 1.58)이다. 다른 잉곳 및 빌릿 크기가 사용될 수 있다. 디스크의 입자 크기 및 결정 배향 균일성은 27.94 cm(11 인치) 직경의 잉곳을 사용함으로써 향상되는 경향이 있고, 스퍼터링 타겟을 제조하는 양호한 방법이다. 스웨이징 또는 압출 작

업은 개시 잉곳 직경이 7.62 cm(3 인치) 내지 15.24 cm(6 인치) 정도의 직경이면 요구되지 않는다. 이러한 스웨이징 또는 압출은 실온(10℃ 내지 35℃)에서 수행될 수 있다. 40℃ 내지 350℃와 같이 35℃ 이상과 같이 상승된 온도에서 스웨이징 또는 압출 작업을 수행하는 것이 또한 가능하다.

- [0037] 스웨이징 또는 압출 작업 후에 풀림 없이 부품을 가공하는 것이 가능하다. 그러나, 어떠한 풀림도 스웨이징 또는 압출 후에 제공되지 않으면, 입자 구조 및 배향의 균일성은 빌릿이 스웨이징 후에 그리고 단조 및 압연 전에 풀림되는 경우에서와 같이 균일하지 않다.
- [0038] 적절한 체적의 빌릿은 그 다음에 프레스를 사용하여 빌릿 축을 따라 단조된다. 약 5000톤의 가압력이 전형적으로 10.16 cm(4 인치) 내지 15.24 cm(6 인치)의 직경을 갖는 탄탈륨의 빌릿을 가압하는 데 사용된다. 빌릿 가압 작업은 전형적으로 실온에서 수행된다. 그러나, 40℃ 내지 350℃ 등의 상승된 온도에서 탄탈륨 빌릿으로써 빌릿 가압 작업을 수행하는 것이 가능하다. 가압 단조된 빌릿은 풀림될 수 있거나, 풀림이 생략될 수 있다.
- [0039] 가압 단조된 빌릿이 검사된다. 만약 표면 결함이 발견되면, 이들은 연마 또는 기계 가공에 의해 제거되어야 한다. 또한, 마무리된 부품의 개선된 품질은 대개 빌릿이 압연 작업과 관련하여 도움이 되기 위해 경사형 모서리를 갖도록 연마되면 대개 성취된다. 그러나, 결함을 제거하는 연마 단계 그리고 모서리를 경사화하는 단계는 수용 가능한 제품을 제조하는 데 요구되지 않는다. 가압 단조 중의 진변형률은 예컨대 0.94 내지 1.38의 범위 내에 있을 수 있다.
- [0040] 가압 단조된 빌릿은 압연에 의해 단조된 빌릿 높이로부터 최종의 판 두께로 변형될 수 있다. 하나의 양호한 실시예에서, 압연은 120° 만큼 각각의 압연 패스 후에 공작물을 회전시킴으로써 수행된다. 3회의 패스 후, 공작물은 뒤집혀지고, 각각의 압연 패스 후의 공작물의 120° 회전과 관련되는 또 다른 세트의 3회의 압연 패스로써 압연될 수 있다. 제1의 3회의 패스 세트와 제2의 3회의 패스 세트 사이의 각도는 30° 만큼 오프셋된다. 도2는 제1 및 제2 세트의 압연 패스들 사이의 관계를 도시하고 있다. 이러한 공정은 판의 두께가 소정 수치와 동일할 때까지 반복된다. 이러한 압연 공정은 금속 내의 모든 입자를 활성화시키고 조직 밴드를 형성하는 경향을 감소시키기 위해 직각이 아니다. 도8은 120° 회전 압연이 압연된 탄탈륨 판 내에서의 조직 밴딩의 수준 면에서 형성되는 차이를 도시하고 있다. 조직 밴딩의 어떠한 증거도 120° 회전 압연을 사용하여 제조된 판 내에서 발견되지 않지만, 직각 압연 공정으로써 제조된 판은 초음파 주사 기술에 의해 검출된 바와 같이 매우 높은 정도의 조직 밴딩을 갖는다.
- [0041] 선택적으로, 여기에서 설명된 공정들 중 임의의 공정 내의 임의의 단계 전 및/또는 임의의 단계 후, 1개 이상의 풀림 단계가 일어날 수 있다. 하나의 실시예에서, 압연 판은 (회전 압연 후에) 풀림될 수 있고, 바람직하게는 어떠한 조기 풀림도 전체 공정 내내 미리 일어나지 않는다. 바꿔 말하면, 잉곳, 빌릿 또는 판으로의 단조된 빌릿의 어떠한 풀림도 없다.
- [0042] 선택 사항으로서, 잉곳을 압출 또는 스웨이징한 후, 압출 또는 스웨이징된 잉곳이 또한 풀림될 수 있다. 디스크의 입자 크기 및 결정 배향 균일성은 스웨이징 또는 압출 후에 그리고 압연 후에 재료를 풀림함으로써 향상되는 경향이 있다. 그러나, 수용 가능한 입자 크기 및 결정학적 조직 균일성이 또한 단지 압연 후에 풀림함으로써 성취될 수 있다.
- [0043] 풀림이 스웨이징 후에 사용되면, 풀림은 스웨이징된 잉곳을 빌릿으로 절단하기 전에 또는 절단한 후에 일어날 수 있다. 선택은 긴 스웨이징된 잉곳 또는 더 작게 절단된 빌릿을 수용할 수 있는 풀림 퍼니스의 용량에 의존할 것이다.
- [0044] 탄탈륨의 풀림에 대해, 바람직하게는 이러한 풀림은 탄탈륨 금속의 완전한 재결정을 성취할 정도로 충분한 온도 및 시간에 대해 진공 풀림에서 수행된다. 위에서 지적된 바와 같이, 탄탈륨 잉곳 그리고 그 후에 형성된 임의의 형태의 잉곳은 여기에서 언급된 임의의 단계 전 및/또는 임의의 단계 후에 1회 이상 풀림될 수 있다. 풀림은 적어도 부분적 재결정 및/또는 입자 크기 면에서의 변화를 유발시키는 온도 등의 임의의 종래의 풀림 온도에서 수행될 수 있다.
- [0045] 풀림은 임의의 적절한 온도에서 일어날 수 있다. 예컨대, 풀림은 약 975℃ 내지 약 1125℃의 온도에서 진공 내에서 수행될 수 있다. 다른 온도가 사용될 수 있다. 10 내지 50℃/분(예컨대, 30℃/분)의 가열 속도가 사용될 수 있다. 디스크의 입자 크기 및 결정 배향 균일성은 단조 후에 빌릿을 풀림함으로써 향상되는 경향이 있고, 이것은 스퍼터링 타겟을 제조하는 양호한 방법이다. 그러나, 일부의 경우에, 이러한 추가의 풀림은 제품 요건을 충족시키는 데 요구되지 않는다. 이들 경우에, 중간 풀림은 생략될 수 있다.
- [0046] 조합된 단조 및 압연 단계로부터의 금속은 약 2 내지 약 3.5의 범위 내에 있는 이들 단계에 의해 부여된 진변형

를 가질 수 있다. 그러나, 이러한 범위보다 크거나 작은 다른 진변형률 수치가 또한 성취될 수 있다.

- [0047] 본 발명의 공정에서 그리고 적어도 1개의 실시예에서, 적어도 3.0, 적어도 4.0 또는 예컨대 약 3.0 내지 약 6.0의 진변형률 감소가 전체 공정 중에 압연 판에 부여된다.
- [0048] 본 발명의 또 다른 실시예에서, 본 발명은 원통형 형상이 전체 공정 내내 유지되도록 원통형 형상을 갖는 금속 잉곳을 가공하는 단계를 포함하는 원형 금속 제품을 제조하는 공정에 관한 것이다. 바꿔 말하면, 개시 재료의 원형 형상은 금속의 연마, 열 기계 가공 등인지와 무관하게 압출 또는 스웨이징, 단조, 압연 그리고 금속의 임의의 다른 가공을 포함한 모든 가공 내내 그 원형 형상을 유지한다.
- [0049] 본 발명에서, 하나의 실시예에서, 회전 압연과 조합하여 스웨이징, 압출, 회전 단조 그리고 윤활 없는 업셋 단조의 공정을 사용함으로써, 매우 강력한 (111) 결정학적 조직을 갖는 원형 금속 타겟 디스크가 제조될 수 있다. 강력한 (111) 결정학적 조직 대신에, 매우 강력한 (100) 또는 다른 결정학적 조직이 얻어질 수 있다.
- [0050] 본 발명의 하나의 모드에서, 풀림은 금속 변형을 중단시키지 않으므로, 결국 더 높은 진변형률이 풀림 전에 금속에 입력된다. 예컨대, 4.43 이상의 진변형률을 갖는 탄탈륨이 풀림 없이 성취되었다. 금속은 바람직하게는 모든 기계적 변형이 완료된 후에 단지 풀림되고, 타겟 형성 공정 중에 1회 또는 2회 단지 풀림된다. 풀림은 금속이 진공, 아르곤 분위기에 의해 또는 금속 내로의 산소 및 질소 확산을 방지하는 보호 층으로 금속을 코팅함으로써 중 어느 하나의 방법에 의해 산소 및 질소로부터 보호될 것을 일반적으로 요구하는 값비싼 공정이다. 이것은 탄탈륨 및 니오븀에 대해 특히 적용된다. 탄탈륨 내의 산소 및 질소는 탄탈륨의 기계적 성질에 악영향을 미치며 그에 의해 탄탈륨의 연성을 저하시키는 것으로 알려져 있다. 결국, 제조 공정에서 풀림 단계를 제거 시킴으로써, 금속의 품질은 개선되고(예컨대, 적은 산소 및 질소 오염), 스퍼터링 타겟을 제조하는 비용은 감소된다.
- [0051] 본 발명에서, 원통형 잉곳은 원형 형상이 공정 내내 유지되도록 가공된다. 공정의 재료 수율은 원형 형상을 유지함으로써 적어도 2개의 인자에 의해 개선된다.
- [0052] 본 발명에서, 탄탈륨 금속 또는 다른 bcc 금속은 95% 이상 등의 임의의 순도를 가질 수 있다. 바람직하게는, 금속의 순도는 99% 이상, 99.95% 이상, 99.99% 이상 그리고 99.995% 이상이다. 이러한 순도는 가스를 배제할 수 있다. 바람직하게는, 탄탈륨 금속 또는 다른 bcc 금속은 적어도 99.999%의 순도를 갖고, 순도 면에서 약 99.995% 내지 약 99.999% 이상의 범위 내에 있을 수 있다. 다른 범위는 약 99.998% 내지 약 99.999%, 약 99.999% 내지 약 99.9992% 그리고 약 99.999% 내지 약 99.9995%를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명은 탄탈륨 계열 합금 등의 bcc 금속 또는 탄탈륨 금속을 포함하는 금속 합금, 또는 합금의 성분들 중 하나로서 bcc 금속 또는 탄탈륨을 함유하는 다른 합금에 관한 것이다. 설명은 때때로 양호한 금속 즉 탄탈륨을 포함하지만, 본원의 전체를 통한 전체 설명은 다른 벨브 금속 또는 bcc 금속에 동등하게 적용된다는 것이 이해되어야 한다.
- [0053] 탄탈륨 금속 내에 존재할 수 있는 불순물(예컨대, 금속 불순물)은 0.005% 이하일 수 있고, 전형적으로 니오븀, 몰리브덴 및 텅스텐 등의 탄탈륨 내에서의 무한 용해도의 다른 bcc 난용 금속을 포함한다. 예컨대, (Ta의 경우) Mo, W 및 Nb 등의 금속 불순물은 (개별적으로 또는 조합되어) 총 100 ppm 미만, 50 ppm 미만, 20 ppm 미만, 10 ppm 미만 또는 심지어 5 ppm 미만일 수 있다. 산소 함량은 100 ppm 미만, 50 ppm 미만, 20 ppm 미만 또는 10 ppm 미만일 수 있다. 모든 다른 원소 불순물(방사성 원소를 포함함)은 금속 또는 비금속인지와 무관하게 200 ppm의 조합된 양 미만, 50 ppm 미만, 25 ppm 미만, 또는 10 ppm 미만 또는 그보다 훨씬 더 낮을 수 있고, 선택적으로 50 ppm 이하의 O₂, 25 ppm 이하의 N₂, 25 ppm 이하의 탄소 또는 이들의 조합을 갖는다.
- [0054] 탄탈륨 금속 그리고 탄탈륨 금속을 함유한 이들의 합금은 바람직하게는 스퍼터링 등의 특정한 최종 용도에 대해 유리한 결정학적 조직을 갖는다. 선택 사항으로서, 본 발명의 전체를 통해 설명된 각각의 실시예에서, 결정학적 조직은 금속의 표면 상에서 및/또는 금속의 두께의 전체를 통해 균일할 수 있다. 바람직하게는, 탄탈륨 금속 또는 그 합금이 표면을 갖는 스퍼터링 타겟으로 형성되고 그 다음에 스퍼터링될 때, 본 발명에서의 탄탈륨 금속의 결정학적 조직은 용이하게 스퍼터링되고 스퍼터링 타겟 내의 임의의 영역이 스퍼터링에 저항하더라도 매우 적은 스퍼터링 타겟을 가져온다. 나아가, 본 발명의 탄탈륨 금속의 결정학적 조직으로써, 스퍼터링 타겟의 스퍼터링은 매우 균일한 스퍼터링 침식을 가져오며, 그에 의해 또한 균일한 스퍼터링된 필름을 가져온다. 용이하게 스퍼터링되는 스퍼터링 타겟을 가져올 수 있는 조직이 탄탈륨 금속 내에 균일하게 분포되는 결정학적 조직의 혼합물일 수 있다.
- [0055] 탄탈륨 금속은 미세 조직을 갖는 것이 양호하다. 하나의 실시예에서, 조직은 탄탈륨의 임의의 5% 증분 두께 내에서의 (100) 피크 세기가 무작위로 약 15개 미만하도록 및/또는 약 -4.0 초과(즉, -4.0, -3.0, -2.0, -1.5,

-1.0 등을 의미함)의 동일한 증분 내에서의 (111):(100) 중심 피크 세기의 자연 로그(Ln) 비율을 갖도록 또는 그보다 높은 (100) 중심 세기 및 비율의 양쪽 모두를 갖도록 되어 있다. 중심 피크 세기는 무작위로 약 0개 내지 무작위로 약 10개이고, 더 바람직하게는 무작위로 약 0개 내지 무작위로 약 5개이다. 다른 (100) 중심 세기 범위는 무작위로 약 1개 내지 무작위로 약 10개 그리고 무작위로 약 1개 내지 무작위로 약 5개를 포함하지만 이들에 제한되지 않는다. 나아가, (111):(100) 중심 피크 세기의 로그 비율은 약 -4.0 내지 약 15 그리고 더 바람직하게는 약 -1.5 내지 약 7.0이다. 로그 비율의 다른 적절한 범위는 약 -4.0 내지 약 10 그리고 약 -3.0 내지 약 5.0을 포함하지만 이들에 제한되지 않는다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 탄탈륨 금속은 (100) 증분 세기 그리고 증분 중심 세기의 (111):(100) 비율에 대해 입자 크기 및 양호한 조직을 포함한다. 조직을 특성화하는 데 사용될 수 있는 방법 및 장비는 아담스 등의 재료 과학 포럼[Vol. 157-162 (1994), pp. 31-42]; 아담스 등의 금속 회보 A(Vol. 24A, 1993년 4월 4호, pp. 819-831); 라이트 등의 국제 학술 출판업자 대회[137 차오네이 다지에, 베이징, 1996 ("재료의 조직: 재료의 조직에 대한 제11차 국제 회의의 회보")]; 라이트의 컴퓨터-이용 현미경 학회(Vol. 5, 3호 (1993)에 기재되어 있으며, 이들 모두는 여기에 참조로 온전히 합체되어 있다. 하나의 실시예에서, 탄탈륨 금속은 a) 약 50 μm 이하의 평균 입자 크기, b) (100) 극점도가 무작위로 약 15개 미만의 중심 피크 세기를 갖는 조직 또는 c) 약 -4.0 초과의 (111):(100) 중심 피크 세기의 로그 비율, 또는 이들의 조합을 갖는다.

[0056] 본 발명의 목적을 위해, 조직은 또한 (111):(100) 혼합된 조직 등의 혼합된 조직일 수 있고, 이러한 혼합된 조직은 바람직하게는 판 또는 타겟의 표면 및/또는 두께의 전체를 통해 균일하다. 또 다른 실시예에서, 탄탈륨은 바람직하게는 스퍼터링 타겟의 두께의 전체를 통해 1차 또는 혼합된 (111) 조직 그리고 최소 (100) 조직을 갖고, 바람직하게는 (100) 조직 밴드가 충분히 없다.

[0057] 나아가, 잉곳, 판, 또는 마무리된 판 또는 타겟의 조직에 대해, 조직은 슬래브 등의 재료의 표면 상의 및/또는 재료의 두께의 전체를 통한 1차 (100) 또는 1차 (111) 조직 또는 혼합된 (111):(100) 조직 등의 임의의 조직일 수 있다. 바람직하게는, 슬래브 등의 재료는 조직이 1차 (111) 또는 혼합된 (111):(100) 조직일 때에 (100) 조직 밴딩 등의 임의의 조직 밴딩을 갖지 않는다.

[0058] 탄탈륨 금속의 입자 크기는 또한 스퍼터링 침식의 균일성 그리고 스퍼터링의 용이성에 영향을 미칠 수 있다. 본 발명의 탄탈륨 금속은 임의의 입자 크기를 가질 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 탄탈륨 금속은 약 1,000 μm 이하, 750 μm 이하, 500 μm 이하, 250 μm 이하, 150 μm 이하, 100 μm 이하, 75 μm 이하, 50 μm 이하, 35 μm 이하, 25 μm 이하, 20 μm 이하, 15 μm 이하 또는 10 μm 이하의 평균 입자 크기를 포함한다. 본 발명의 탄탈륨 금속에서 적절한 다른 입자 크기는 약 5 내지 약 125 μm 의 평균 입자 크기를 갖는 입자 크기이다. 바람직하게는, 본 발명의 탄탈륨 금속은 약 10 내지 100 μm 의 평균 입자 크기를 포함한다. 본 발명의 탄탈륨 금속은 약 5 내지 약 75 μm , 25 내지 75 μm , 또는 약 25 내지 약 50 μm 의 평균 입자 크기를 포함할 수 있다. 또한, 하나의 실시예에서, 입자 크기의 95%가 100 μm 이하이다. 이것은 샘플에 대해 500개의 입자 크기를 측정함으로써 결정될 수 있다. 바람직하게는, 입자 크기의 95%가 75 μm 이하이다. 또한, 입자의 95%가 평균 입자 크기의 3배 미만일 수 있다.

[0059] 본 발명의 하나의 실시예에서, 본 발명의 공정으로부터 기인하는 제품은 바람직하게는 존재하는 모든 입자의 적어도 95%가 100 μm 이하, 75 μm 이하, 50 μm 이하, 35 μm 이하 또는 25 μm 이하인 판 또는 스퍼터 타겟을 가져온다. 더 바람직하게는, 본 발명의 공정으로부터 기인하는 제품은 존재하는 모든 입자의 적어도 99%가 100 μm 이하, 75 μm 이하 또는 50 μm 이하 그리고 더 바람직하게는 35 μm 이하 그리고 더욱 더 바람직하게는 25 μm 이하인 판 또는 스퍼터 타겟을 가져온다. 바람직하게는, 존재하는 모든 입자의 적어도 99.5%가 이러한 소정 입자 조직을 갖고, 더 바람직하게는 존재하는 모든 입자의 적어도 99.9%가 이러한 입자 조직을 갖는다. 즉, 이러한 입자 조직은 100 μm 이하, 75 μm 이하 또는 50 μm 이하 그리고 더 바람직하게는 35 μm 이하 그리고 더욱 더 바람직하게는 25 μm 이하이다. 이러한 높은 백분율의 작은 입자 크기의 결정은 바람직하게는 입자 조직을 보여주는 현미경 사진에서 무작위로 선택되는 500개의 입자를 측정하는 단계를 기초로 한다.

[0060] 적어도 하나의 실시예에서, 판(또한 스퍼터 타겟)은 제품이 판 또는 타겟의 표면 상에 마블라이징(marbleizing)이 실질적으로 없는 경우에 제조될 수 있다. 실질적으로 마블라이징이 없다는 것은 바람직하게는 판 또는 타겟의 표면의 표면적의 25% 이하가 마블라이징을 갖지 않고 더 바람직하게는 판 또는 타겟의 표면의 표면적의 20% 이하, 15% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 3% 이하 또는 1% 이하가 마블라이징을 갖지 않는다는 것을 의미한다. 전형적으로, 마블라이징은 1차 조직과 상이한 조직을 포함하는 패치 또는 큰 밴딩 영역이다. 예컨대, 1차 (111) 조직이 존재할 때, 패치 또는 큰 밴딩 영역의 형태로 된 마블라이징은 판 또는 타겟의 표면 상에 있는 (100) 조직 영역일 수 있고, 또한 판 또는 타겟의 두께의 전체를 통해 연장될 수 있다. 하나의 실시예에서, 이

러한 패치 또는 큰 밴딩 영역은 일반적으로 판 또는 타겟의 전체 표면적의 0.25% 이상의 표면적을 갖는 패치인 것으로 생각될 수 있고, 판 또는 타겟의 표면 상의 단일의 패치에 대해 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4% 또는 5% 이상 등의 표면적 면에서 훨씬 더 클 수 있다. 확실하게 판 또는 타겟의 표면 상에 마블라이징을 한정하는 1개 초과 패치가 있을 수 있다. 본 발명은 마블라이징을 나타내는 개별 패치의 크기를 감소시키는 역할 및/또는 마블라이징이 일어나는 전체 패치의 개수를 감소시키는 역할을 한다. 이와 같이, 본 발명은 마블라이징에 의해 영향을 받는 표면적을 최소화하고, 일어나는 마블라이징 패치의 개수를 감소시킨다. 판 또는 타겟의 표면 상의 마블라이징을 감소시킴으로써, 판 또는 타겟은 판 또는 타겟의 추가의 가공 및/또는 추가의 풀림이 적용될 것이 필요하지 않다. 또한, 판 또는 타겟의 상부 표면은 마블라이징 효과를 제거하기 위해 제거될 것이 필요하지 않다.

[0061] 미국 특허 출원 제60/545,617호(본 명세서에 전체로 참조됨)에서 위에서 언급된 비파괴 밴딩 시험을 사용하여, 본원은 본 발명의 다양한 실시예에서 정량적으로 매우 적은 밴딩을 확인할 수 있다. 이와 같이, 적어도 1개의 실시예에서, 본 발명은 또한 금속 내에 매우 적은 양의 조직 영역을 갖는 금속 판 등의 금속 제품에 관한 것이다. 이러한 백분율의 조직 밴딩 영역은 미국 특허 출원 제60/545,617호에 기재된 자동 초음파 검출 방법에 의해 또는 다른 수단에 의해 결정될 수 있다. 더 상세하게, 검출 방법에 의해 성취된 측정 데이터를 기초로 하여, 금속 제품의 일부 또는 전체 영역 내에서의 밴딩의 백분율이 용이하게 결정될 수 있다. 본 발명의 일부로서, 본 발명은 (검출을 위해 스캐닝된 전체 영역을 기초로 하여) 1% 미만의 총 백분율 밴딩 영역을 갖는 금속 제품에 관한 것이다. 밴딩 영역의 백분율은 단지 금속 제품의 두께 내에서의 백분율 밴딩 영역에 대해 있을 수 있다. 이와 같이, 적어도 1개의 실시예에서, 백분율 밴딩 영역은 표면이 식각되기 전에 또는 표면이 식각된 후에 관찰 가능한 표면 조직 밴딩을 배제한다. 백분율 밴딩 영역을 결정하는 하나의 방법은 초음파 검출 방법의 경우에 조직 밴딩에 대응하는 문턱 레벨을 충족시키는 픽셀의 개수를 기초로 할 수 있다. 바꿔 말하면, 초음파 검출 방법은 밴딩을 갖는 알려진 물체로써 교정될 수 있으므로, 밴딩을 명확하게 지시하거나 밴딩과 상호 관련되는 문턱 수치가 얻어질 수 있다. 이러한 교정이 성취된 후, 시험될 금속 제품에는 그 다음에 초음파 검출이 적용될 수 있고, 문턱 수치 예컨대 신호 세기를 충족시키는 픽셀의 개수는 밴딩 영역에 대응하는 것으로 생각될 것이다. 특정한 금속 제품 또는 그 일부가 측정될 때, 소정의 문턱치를 충족시키는 픽셀의 개수는 그 다음에 조직 밴딩 영역의 검출인 것으로 생각될 것이고, 이러한 밴딩 영역을 갖는 픽셀의 개수는 그 다음에 백분율 밴딩 영역을 결정하기 위해 픽셀의 전체 개수에 비교될 수 있다. 초음파 검출 방법에 의해 사용되는 분해능의 크기는 임의의 분해능일 수 있고, 확실히, 분해능이 높을수록, 백분율 밴딩 영역이 더 정확하게 결정될 수 있다. 예컨대, 분해능은 5 mm 이하 그리고 더 바람직하게는 1 mm 이하일 수 있다. 양호하게 동작하는 분해능은 픽셀 분해능에 대해 약 0.5 mm 내지 1.5 mm이다. 조직 밴딩 영역 백분율은 모두 1% 미만, 예컨대 0.10 이하 내지 0.95% 그리고 바람직하게는 약 0.10 내지 0.50% 또는 0.50% 미만, 0.10 내지 0.45%, 0.10 내지 0.25% 또는 0.1 내지 0.4%이다. 본 발명은 이제까지 본 발명의 발명자에 의해 관찰된 최저 조직 밴딩을 가능케 한다. 캐보트 코퍼레이션(Cabot Corporation)에 의한 이전의 방법들 중 일부가 0.6 또는 0.7% 이상의 정도의 낮은 조직 밴딩을 갖는 금속을 제조하였지만, 본 발명은 통상적으로 0.6% 미만의 조직 밴딩을 갖는 금속을 예상외로 얻었다.

[0062] 본 발명의 적어도 하나의 실시예에서, 본 발명은 금속 판 또는 타겟 등의 금속 제품에 대해 축 방향 조직을 얻는다. 바람직하게는, 축 방향 조직은 대칭 축 방향 조직이다. 예컨대, 금속 제품의 축 방향 조직은 <111>을 주축으로서 가질 수 있거나, <100>을 주축으로서 가질 수 있다. 당업자라면 <111>의 주축을 갖거나 <100>의 주축을 갖는 결정학적 조직을 특성화하기 위해 용어 "우세한" 조직 또는 "강력한" 조직을 사용할 것이다. 예컨대, 본원의 도3에 도시된 바와 같이, 스퍼터링 타겟에서 일어나는 탄탈륨 판에 대한 축 방향 결정학적 조직의 예가 도시되어 있다. 도3은 <111>의 강력한 축 방향 1차 결정학적 조직을 도시하고 있다. 미국 특허 제 6,348,113 B1호는 "조직" 및 관련된 용어의 설명을 제공하고 있다. <110> 및 <100> 극점은 무작위로 분포되고 및/또는 도3에 도시된 바와 같이 <111> 축에 대한 회전의 결과로서 대칭 축 방향 조직을 갖는다. 본 발명의 목적을 위해, 본 발명은 또한 축 방향 조직에서 주축이 <111> 또는 <100>인 축 방향 조직을 갖는 BCC 금속 제품(예컨대, 탄탈륨, 니오븀 또는 이들의 합금 등의 BCC 금속 판 또는 BCC 금속 스퍼터 타겟) 등의 금속 판 또는 스퍼터 타겟 등의 금속 제품에 관한 것이다. 종래의 열기계 직각 압연에 의해 제조되는 탄탈륨 판을 나타내는 도9와 도3을 비교함으로써 이해될 수 있는 바와 같이, <110> 및 <100> 극점 분포는 무작위가 아니고 및/또는 비대칭이고, 1차 (111) 결정학적 조직에 대한 그 배향에 대해 또한 방향성이다. 어떤 방향으로의 이러한 더 강력한 배향은 타겟의 덜 균일한 스퍼터링을 가져온다. 따라서, 본 발명의 하나의 실시예에서, 본 발명은 주축이 <111> 또는 <100>일 수 있다는 것이 이해되는 도3의 극점도를 갖는 금속 제품에 관한 것이다. 도3은 1차 (111) 결정학적 조직을 도시하고 있지만, 유사한 극점도가 축이 1차 (100) 결정학적 조직인 경우에 성취될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 이러한 축 방향 조직은 BCC 금속의 압연 판 또는 BCC 금속의 스퍼터 타겟 등의 압연 판

과 관련하여 특히 중요하다. 또한, 본 발명은 1차가 아닌 결정학적 조직이 축에서 매우 약한 매우 강력한 축 방향 1차 (111) 결정학적 조직 또는 매우 강력한 축 방향 1차 (100) 결정학적 조직을 얻는 것을 가능케 한다.

[0063] 바람직하게는, 금속은 적어도 부분적으로 재결정되고, 더 바람직하게는 탄탈륨 금속의 적어도 약 80%가 재결정되고, 더욱 더 바람직하게는 탄탈륨 금속의 적어도 약 98%가 재결정된다. 가장 바람직하게는, 탄탈륨 금속은 완전히 재결정된다. 예컨대, 탄탈륨 제품은 TSL의 배향 촬영 현미경(OIM: Orientation Imaging Microscopy) 또는 다른 수용 가능한 수단 등의 전자 후방 산란 회절(EBSD)에 의해 측정될 때에 표면 상에서, 그 두께의 전체를 통해 또는 이들의 조합으로 혼합된 또는 1차 (111)의 균일한 조직을 나타낸다. 그로 인한 탄탈륨은 우수한 미세 입자 크기 및/또는 균일한 분포를 포함할 수 있다. 탄탈륨은 바람직하게는 약 150 μm 이하, 더 바람직하게는 약 100 μm 이하 그리고 더욱 더 바람직하게는 약 50 μm 이하의 평균 재결정 입자 크기를 갖는다. 적절한 평균 입자 크기의 범위는 약 5 내지 약 150 μm , 약 30 내지 약 125 μm 그리고 약 30 내지 약 100 μm 를 포함한다.

[0064] 바람직하게는, 본 발명의 탄탈륨로부터 제조된 스퍼터링 타겟은 다음의 치수 즉 약 0.20 cm(0.080") 내지 약 0.38 cm(0.15")의 두께 그리고 약 45.2 $\text{cm}^2(7.0 \text{ in}^2)$ 내지 약 7903 $\text{cm}^2(1225 \text{ in}^2)$ 의 표면적을 갖는다. 다른 치수가 채용될 수 있다.

[0065] 진변형률의 정의는 $e=\ln(t_i/t_f)$ 이며, 여기에서 e는 진변형률 또는 진변형률 감소이고, t_i 는 판의 초기 두께이고, t_f 는 판의 최종 두께이고, Ln은 그 비율의 자연 로그이다.

[0066] 본 발명의 금속 판은 스퍼터 또는 화학적 침식 후에 50% 미만 또는 25% 미만 등의 75% 미만의 광택성 블라치(lustrous blotch)를 갖는 표면적을 가질 수 있다. 바람직하게는, 표면적은 스퍼터 또는 화학적 침식 후에 10% 미만의 광택성 블라치를 갖는다. 더 바람직하게는, 표면적은 스퍼터 또는 화학 반응 후에 5% 미만의 광택성 블라치 그리고 가장 바람직하게는 1% 미만의 광택성 블라치를 갖는다.

[0067] 미국 특허 제6,348,113호에 기재된 바와 같이 박막, 커패시터 캔, 커패시터 등의 형성을 포함한 다양한 용도가 여기에서 성취될 수 있고, 반복을 피하기 위해, 이들 용도 등은 여기에 함체되어 있다. 또한, 미국 특허 제6,348,113호에 기재되어 있는 용도, 금속 제품, 형상, 타겟 성분, 입자 크기, 조직 및 순도는 여기에서의 금속에 대해 여기에서 사용될 수 있고, 온전히 여기에 함체되어 있다.

[0068] 본 발명의 금속 판은 극점 배향(Ω) 면에서 전체적 변화를 가질 수 있다. 극점 배향 면에서의 전체적 변화는 미국 특허 제6,462,339호에 따라 판의 두께를 통해 측정될 수 있다. 극점 배향 면에서의 전체적 변화를 측정하는 방법은 다정질 재료의 조직 균질성을 정량화하는 방법과 동일할 수 있다. 이 방법은 기준 극점 배향을 선택하는 단계, 두께의 전체를 통해 증분 방식으로 다수개의 입자의 실제의 극점 배향을 얻기 위해 스캐닝 배향 화상 현미경으로써 두께를 갖는 재료 또는 그 일부의 단면을 증분 방식으로 스캐닝하는 단계, 기준 극점 배향과 재료 또는 그 일부 내의 다수개의 입자의 실제의 극점 배향 사이의 배향 차이를 결정하는 단계, 두께의 전체를 통해 측정된 각각의 입자에서 기준 극점 배향으로부터의 배향 이탈의 수치를 할당하는 단계, 두께의 전체를 통해 각각의 측정된 증분의 평균 배향 이탈을 결정하는 단계 그리고 두께를 통해 각각의 측정된 증분의 평균 배향 이탈의 제2 미분을 결정함으로써 조직 밴딩을 얻는 단계를 포함할 수 있다. 위에서 설명된 방법을 사용하여, 판의 두께를 통해 측정된 본 발명의 금속 판의 극점 배향 면에서의 전체적 변화는 약 50/mm 미만일 수 있다. 바람직하게는, 미국 특허 제6,462,339호에 따라 본 발명의 판의 두께를 통해 측정된 극점 배향 면에서의 전체적 변화는 약 25/mm 미만, 더 바람직하게는 약 10/mm 미만 그리고 가장 바람직하게는 약 5/mm 미만이다.

[0069] 본 발명의 금속판은 미국 특허 제6,462,339호에 따라 판의 두께를 통해 측정되는 조직 굴곡의 스칼라 정밀도(Δ)를 가질 수 있다. 이 방법은 기준 극점 배향을 선택하는 단계, 두께의 전체를 통해 증분 방식으로 다수개의 입자의 실제의 극점 배향을 얻기 위해 스캐닝 배향 화상 현미경으로써 두께를 갖는 재료 또는 그 일부의 단면을 증분 방식으로 스캐닝하는 단계, 기준 극점 배향과 재료 또는 그 일부 내의 다수개의 입자의 실제의 극점 배향 사이의 배향 차이를 결정하는 단계, 두께의 전체를 통해 측정된 각각의 입자에서 기준 극점 배향으로부터의 배향 이탈의 수치를 할당하는 단계, 두께의 전체를 통해 각각의 측정된 증분의 평균 배향 이탈을 결정하는 단계 그리고 두께를 통해 각각의 측정된 증분의 평균 배향 이탈의 제2 미분을 결정함으로써 조직 밴딩을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 판의 두께를 통해 측정된 본 발명의 금속 판의 조직 굴곡의 스칼라 정밀도는 약 5/mm 미만일 수 있다. 바람직하게는, 미국 특허 제6,462,339호에 따라 판의 두께를 통해 측정되는 조직 굴곡의 스칼라 정밀도는 약 4/mm 미만, 더 바람직하게는 약 2/mm 미만 그리고 가장 바람직하게는 약 1/mm 미만이다.

[0070] 본 발명의 탄탈륨 금속 또는 다른 금속은 다수개의 영역에서 사용될 수 있다. 예컨대, 금속은 스퍼터링 타겟으로 또는 금속을 포함하는 화학 에너지(CE:chemical energy) 탄두 라이너로 제조될 수 있다. 금속은 또한 커패시터 애노드로 또는 저항 필름 층으로 사용 및 형성될 수 있다. 본 발명의 탄탈륨 금속은 종래의 탄탈륨 또는 니오븀 또는 다른 bcc 금속이 사용되는 임의의 제품 또는 구성 요소에서 사용될 수 있고, 종래의 탄탈륨을 함유한 다양한 제품 또는 구성 요소를 제조하는 방법 및 수단은 다양한 제품 또는 구성 요소로 고순도 탄탈륨 금속을 합체함으로써 여기에서 동등하게 사용될 수 있다. 예컨대, 미국 특허 제5,753,090호, 제5,687,600호 및 제5,522,535호에 기재된 지지판 등의 스퍼터링 타겟의 제조에서 사용된 후속의 가공은 여기에서 사용될 수 있고, 이들 특허는 여기에 참조로 온전히 합체되어 있다.

[0071] 스퍼터 적용 분야에서, 전형적으로 스퍼터링 타겟 조립체는 스퍼터링 타겟 및 지지판을 갖는다. 예컨대, 금속 타겟 또는 금속 타겟 블랭크(예컨대, 탄탈륨, 티타늄, 알루미늄, 구리, 코발트, 텅스텐 등)가 구리, 알루미늄 또는 이들의 합금 등의 지지판 플랜지 조립체 등의 지지판 상으로 결합된다. 타겟과 지지판 사이의 양호한 열적 및 전기적 접촉을 성취하기 위해, 이들 부재는 폭발 결합(explosion bonding), 마찰 용접, 마찰 브레이징(friction brazing), 납땜, 브레이징, 확산 결합, 클램핑에 의해 그리고 에폭시 시멘트 등에 의해 서로에 공통적으로 부착된다.

[0072] 지지판의 예는 구리 또는 구리 합금, 탄탈륨, 니오븀, 코발트, 티타늄 그리고 TaW, NbW, TaZr, NbZr, TaNb, NbTa, TaTi, NbTi, TaMo, NbMo 등의 이들의 합금을 포함하지만 이들에 제한되지 않는다. 어떠한 제한도 스퍼터링 타겟 및 지지판에서 사용되는 재료의 종류에 대해 존재하지 않는다. 지지판 및 타겟 재료의 두께는 스퍼터링 타겟을 형성하기 위해 사용되는 임의의 적절한 두께일 수 있다. 대체예에서, 지지판 및 타겟 재료 또는 지지판 상으로 결합될 다른 금속 판은 소정 적용 분야에 대해 임의의 적절한 두께일 수 있다. 지지판 및 타겟 재료의 적절한 두께의 예는 약 0.64 cm(0.25 인치) 이하 그리고 약 5.08 cm(2 인치) 이상의 두께를 갖는 지지판 그리고 약 0.15 cm(0.060 인치) 내지 약 2.54 cm(1 인치) 이상의 범위 내의 두께를 갖는 타겟을 포함하지만 이들에 제한되지 않는다. 본 발명에서, 지지판 상으로 결합될 타겟 재료는 예컨대 여기에 참조로 온전히 합체되어 있는 미국 특허 제6,348,113호에 기재된 것과 같은 종래의 타겟 그레이드 재료일 수 있다. 스퍼터링 타겟은 또한 당업계에서 일반적인 중간 층을 가질 수 있다. 나아가, 스퍼터링 타겟은 중공 캐소드 마그네트론 스퍼터링 타겟일 수 있고, 고정 또는 회전 영구 자석 또는 전자석을 합체한 평면형 마그네트론 조립체 등의 다른 형태의 스퍼터링 타겟일 수 있다. 순도, 조직 및/또는 입자 크기 그리고 크기 등을 포함한 다른 파라미터는 본 발명에 중요하지 않다. 본 발명은 임의의 형태의 스퍼터링 타겟 및 지지판을 갖는 스퍼터링 타겟 조립체를 제조하는 방법을 제공한다.

[0073] 적어도 하나의 실시예에서, 본 발명을 실시하는 데 사용되는 타겟 부재는 2개의 측면 즉 스퍼터링 측면 그리고 스퍼터링 측면에 대향되는 결합 측면을 포함한다. 본 발명의 지지 부재는 2개의 측면 즉 결합 측면 그리고 결합 측면에 대향되는 후방 측면을 포함한다. 본 발명의 스퍼터링 타겟 조립체는 지지 부재의 결합 측면에 타겟 부재의 결합 측면을 고정함으로써 형성 또는 조립된다. 인터페이스가 타겟 부재의 결합 측면과 지지 부재의 결합 측면 사이의 영역에 의해 한정된다. 결합 측면은 지지 부재의 결합 측면의 표면 그리고 타겟 부재의 결합 측면의 표면이 실질적인 접촉 상태에 있도록; 결합 측면의 표면이 실질적인 접촉 상태에 있지 않도록; 또는 중간 층이 결합 측면의 표면들의 일부 사이에 개재될 수 있도록 서로에 고정될 수 있다. 중간 층은 결합 매체일 수 있다. 중간 층은 또한 포일, 판 또는 블록의 형태로 되어 있을 수 있다. 중간 층 재료의 예는 지르코늄 등을 포함할 수 있지만 이들에 제한되지 않고, 미국 특허 제5,863,398호 및 미국 특허 제6,071,389호에서 찾아볼 수 있는 바와 같은 티타늄; 미국 특허 제5,693,203호에서 찾아볼 수 있는 구리, 알루미늄, 은, 니켈 그리고 이들의 합금; 미국 특허 제6,183,613 B1호에서 찾아볼 수 있는 그래파이트가 당업계에서 일반적이며, 이들은 각각 여기에 참조로 온전히 합체되어 있다.

[0074] 본 발명은 본 발명의 예시로서 의도되는 다음의 예에 의해 더 명료화될 것이다.

[0075] 예

[0076] 여러 개의 상이한 제품이 본 발명의 공정을 사용하여 제조되었다. 다음의 예는 제품이 제조되는 방법을 설명하기 위해 제공된다.

[0077] 제품 A는 우선 27.94 cm(11 인치) 직경의 탄탈륨 잉곳을 12.70 cm(5 인치) 직경으로 스웨이징함으로써 그리고 그 다음에 2 시간 동안 1050°C에서 스웨이징된 잉곳을 풀림함으로써 제조된다. 풀림된 스웨이징된 잉곳은 그 다음에 빌릿[8.23 cm(3.24 인치) 높이]로 절단된다. 빌릿은 3.20 cm(1.26 인치)의 높이까지 단조된다. 단조된 빌릿은 0.91 cm(0.36 인치)의 마무리 두께를 얻기 위해 9 내지 27회의 패스를 사용하여 회전 압연된다. 압연

판은 2 시간 동안 1050℃에서 풀림된다. 이러한 방식으로 제조되는 타겟 디스크는 대략 2.19의 최종 풀림 전의 진변형률을 갖고, 30 μm의 평균 입자 크기를 가지며, 이 때 이들의 (111) 평면의 대략 77%가 판 표면에 평행하게 정렬된다. 이러한 예에서 제조된 디스크는 38.10 cm(15 인치)의 직경을 갖는다.

[0078] 제품 A를 제조하는 대체 방법은 스웨이징 작업 후에 풀림하지 않는 것이다. 이러한 경우에, 최종 풀림 전의 부품 내에서의 총 진변형률은 2.98이고, 평균 입자 크기는 30 μm이며, 이 때 이들의 (111) 평면의 77%가 판 표면과 평행하게 정렬된다.

[0079] 또 다른 예에서, 제품 B는 27.94 cm(11 인치) 직경의 Ta 잉곳을 12.70 cm(5 인치) 직경으로 스웨이징함으로써, 빌릿[13.44 cm(5.29 인치) 길이]으로 절단함으로써 그리고 그 다음에 2 시간 동안 1050℃에서 풀림함으로써 제조된다. 풀림된 빌릿은 5.08 cm(2 인치)의 높이까지 단조되고, 1.40 cm(0.55 인치)의 마무리 두께를 얻도록 회전 압연된다. 압연 후, 디스크는 2 시간 동안 1050℃에서 풀림되고, 그 다음에 39.37 cm(15.5 인치)의 최종 직경을 생성시키도록 트리밍된다. 이러한 경우에, 부품은 최종 풀림 전에 2.26의 진변형률을 갖는다. 풀림 후, 이러한 부품은 63 μm의 평균 입자 크기를 가지며, 이 때 이들의 (111) 평면을 갖는 그 입자의 61%가 판 표면에 평행하게 정렬된다.

[0080] 또 다른 예에서, 제품 C는 20.32 cm(8 인치) 직경의 잉곳을 12.70 cm(5 인치) 직경으로 스웨이징함으로써, 빌릿 [14.63 cm(5.76 인치) 길이]으로 절단함으로써 그리고 그 다음에 2 시간 동안 1050℃에서 풀림함으로써 제조된다. 풀림된 빌릿은 그 다음에 4.45 cm(1.75 인치)의 높이까지 단조되고, 0.91 cm(0.36 인치)의 마무리 두께를 얻도록 회전 압연된다. 압연 후, 디스크는 2 시간 동안 1050℃에서 풀림되고, 그 다음에 50.80 cm(20 인치)의 최종 직경을 생성시키도록 트리밍된다. 이러한 경우에, 부품은 최종 풀림 전에 2.77의 진변형률을 갖는다. 풀림 후, 이러한 부품은 50 μm의 평균 입자 크기를 가지며, 이 때 이들의 <111> 방향을 갖는 그 입자의 75%가 판 표면 법선에 (10° 내에서) 평행하게 정렬된다.

[0081] 또 다른 예에서, 제품 D는 27.94 cm(11 인치) 직경의 잉곳을 15.24 cm(6 인치) 직경으로 스웨이징함으로써, 16.26 cm(6.4 인치) 길이의 빌릿으로 절단함으로써 그리고 그 다음에 4.93 cm(1.94 인치)의 높이까지 단조함으로써 제조된다. 단조된 빌릿은 각각의 압연 패스들 사이에서 120° 만큼 회전되는 9 내지 27회의 패스로 1.02 cm(0.4 인치)의 최종 두께까지 회전 압연된다. 회전 압연 판은 2 시간 동안 1050℃에서 진공 풀림되고, 그 다음에 60.96 cm(24 인치)의 직경을 갖는 디스크가 디스크로부터 절단된다. 이러한 경우에, 부품은 최종 풀림 전에 3.03의 진변형률을 갖는다. 풀림 후, 이러한 부품은 34 μm의 평균 입자 크기를 가지며, 이 때 이들의 <111> 방향을 갖는 그 입자의 95%가 판 표면 법선에 평행하게 정렬된다.

[0082] 이러한 제품(D)은 또한 27.94 cm(11 인치) 직경의 잉곳을 12.70 cm(5 인치) 직경으로 스웨이징함으로써, 23.42 cm(9.22 인치) 길이의 빌릿으로 절단함으로써 그리고 그 다음에 2 시간 동안 1050℃에서 풀림함으로써 제조된다. 부품은 진공을 사용함으로써 또는 유리의 보호 코팅 또는 다른 내산화성 코팅으로 빌릿을 코팅함으로써 풀림 중에 공기로부터 보호된다. 풀림 후, 빌릿은 6.07 cm(2.39 인치)의 높이까지 단조되고, 9 내지 27회의 압연 패스를 사용하여 1.02 cm(0.4 인치)의 마무리 두께까지 회전 압연된다. 회전 압연 판은 2 시간 동안 1050℃에서 풀림된다. 풀림 전, 부품은 2.42의 진변형률을 갖고, 풀림 후, 이러한 부품은 55 μm의 평균 입자 크기를 가지며, 이 때 이들의 (111) 평면을 갖는 그 입자의 64%가 판 표면과 (10° 내에서) 평행하게 배향된다.

[0083] 또 다른 예에서, 제품 E는 20.32 cm(8 인치) 직경의 잉곳을 15.24 cm(6 인치) 직경으로 스웨이징함으로써, 1 내지 3 시간 동안 1050℃에서 풀림함으로써 그리고 25.40 cm(10 인치) 길이의 빌릿으로 절단함으로써 제조된다. 빌릿은 6.38 cm(2.51 인치)의 높이까지 단조되고, 그 다음에 1.02 cm(0.4 인치)의 최종 두께까지 회전 압연된다. 압연된 디스크는 1 내지 3 시간 동안 975 내지 1125℃에서 진공 풀림된다. 최종 풀림 전의 디스크는 3.22의 풀림되지 않은 진변형률을 갖고, 풀림 후, 38 μm의 평균 입자 크기를 가지며, 이 때 이들의 <111> 방향을 갖는 그 입자의 82%가 판 표면 법선에 평행하게 정렬된다. 이러한 디스크는 또한 스웨이징 단계와 단조 단계 사이에 풀림 없이 제조될 수 있다.

[0084] 전형적으로, 종래의 탄탈륨 판이 압연될 때, 탄탈륨 금속 입자는 압연 및 횡단 방향으로 특성 결정 배향을 생성시키기 위해 가해진 응력 하에서 회전된다. 그 다음에, 압연 판이 컵 또는 돔 형상으로 형성될 때, 컵 또는 돔 형상 형성 중의 탄탈륨의 유동은 판의 압연 방향에 대해 변동될 것이다. 금속 결정 배향 면에서의 차이로부터 발생하는 유동 특성 면에서의 이들 변동은 컵 또는 돔 형상의 물체에 바람직하지 못한 귀발생을 유발시킨다. 귀발생은 압연 평면에서 등방성이 아닌 압연 판이 컵 형상으로 형성될 때마다 일어난다. 귀발생이 공정의 재료 효율을 감소시키며, 이것은 마무리된 타겟을 제조하기 위해 귀발생 후에 충분한 재료가 있도록 추가의 재료가 판에 첨가되어야 하기 때문이다. 본 발명은 귀발생을 감소 또는 완전히 제거시키며, 이것은 본 발명이 디스크

판 내의 임의의 방향으로 등방성으로 변형되며 그에 의해 귀발생 문제를 회피하거나 감소시키는 판 또는 타겟을 제공하기 때문이다.

[0085] 일부의 스퍼터링 타겟 설계에서, 금속 판은 더 복잡한 형상으로 더 성형된다. 이들 형태의 스퍼터링 타겟의 예는 중공 캐소드 구조물을 사용하는 설계를 포함한다. 이러한 경우에, 스펀 형성, 단조, 수압 성형, 드로잉 또는 금속 판을 형성하는 다른 방법이 더 복잡한 형상 내에 수용된 스퍼터링 플라즈마로써 돔형 또는 컵형 형상을 생성시키는 데 사용된다. 이들 더 복잡한 형상이 요구될 때, 금속 판은 디스크 평면 내에서 임의의 방향으로 등방성으로 변형되어야 한다. 도7은 직각 압연 공정을 사용한 탄탈륨 판과 120° 회전 압연 공정 등의 회전 압연 공정을 사용한 탄탈륨 판 사이에서의 귀발생 면에서의 차이를 도시하고 있다. 도7에서의 데이터는 회전 압연이 1.78 cm(0.7 인치) 내지 0.64 cm(0.25 인치)만큼 귀발생을 감소시킨다는 것을 증명하고 있다.

[0086] 본 출원인은 이러한 개시 내용 내에 모든 인용된 참조 문헌의 전체 내용을 구체적으로 함체하고 있다. 나아가, 양, 농도, 또는 다른 수치 또는 파라미터가 범위, 양호한 범위, 또는 상부의 바람직한 수치 및 하부의 바람직한 수치의 목록 중 어느 하나로서 주어질 때, 이것은 범위가 별도로 개시되는지와 무관하게 임의의 상부 범위 한계 또는 양호한 수치 그리고 임의의 하부 한계 또는 양호한 수치의 임의의 쌍으로부터 형성되는 모든 범위를 구체적으로 개시하고 있는 것으로서 이해되어야 한다. 수치의 범위가 여기에서 인용되는 경우에, 그렇지 않다고 언급되지 않으면, 그 범위는 그 종료점 그리고 그 범위 내의 모든 정수 및 분수를 포함하도록 해석되어야 한다. 본 발명의 범주는 범위를 한정할 때에 인용된 특정한 수치로 제한된다고 해석되지 않는다.

[0087] 본 발명의 다른 실시예가 본 명세서의 속고로부터 그리고 여기에 개시된 본 발명의 실시로부터 당업자에게 명확할 것이다. 본 명세서 및 예는 단지 다음의 청구의 범위 및 그 등가물에 의해 지시되는 본 발명의 진정한 범주 및 사상과 관련하여 예시로서 생각되도록 해석되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도1은 스퍼터링 타겟의 제조에서 사용되는 금속 판을 제조하는 데 사용되는 공정 단계의 개략도이다.

[0021] 도2는 120° 회전 압연을 위한 압연 패스들 사이의 관계를 도시하는 개략도이다.

[0022] 도3은 도1에 도시된 방법을 사용하여 제조된 탄탈륨 판에 대한 (111), (110) 및 (100) 극점도(pole figure)를 제공한다.

[0023] 도4는 도1에 도시된 방법을 사용하여 제조되는 탄탈륨 판의 전자 후방 산란 회절(EBSD: electron backscatter diffraction) 맵이다.

[0024] 도5는 본 발명의 공정을 사용하여 제조되는 다양한 탄탈륨 판에 대한 진변형률을 보여주는 표이다.

[0025] 도6은 직사각형 가공 방법에 비교할 때의 잉곳의 원형 가공을 사용하는 단계와 관련되는 재료 수율 면에서의 개선을 보여주는 표이다.

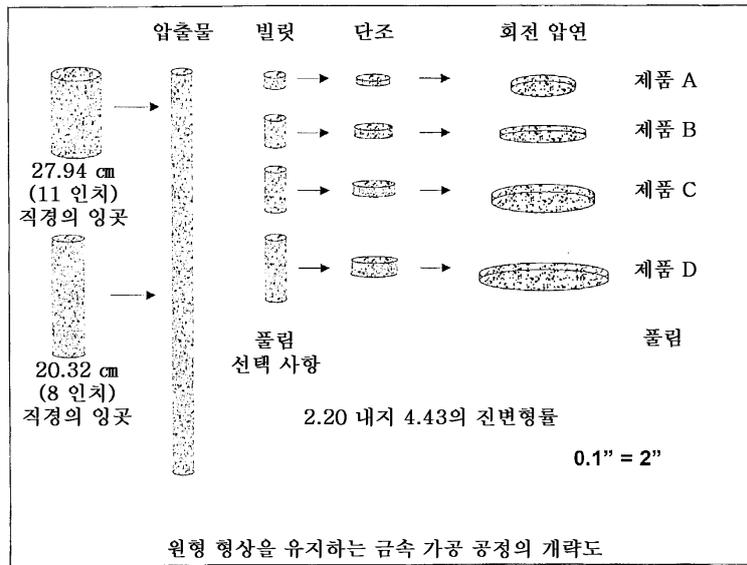
[0026] 도7은 등방성 탄탈륨 판이 원형 가공을 사용하여 제조될 때의 중공-캐소드 스퍼터링 타겟의 제조에서 사용되는 컵 또는 돔 형상으로 형성되는 탄탈륨 판 내에서의 귀발생(earing)의 감소를 보여주는 그래프이다.

[0027] 도8은 2개의 탄탈륨 판에 대한 초음파 밴딩 측정치의 비교를 보여주며; 여기에서 하나는 회전 압연을 사용하여 압연되고 다른 하나는 직각 압연 공정을 사용하여 압연된다. 조직 밴딩 면에서의 극적 감소가 회전 압연으로써 관찰된다.

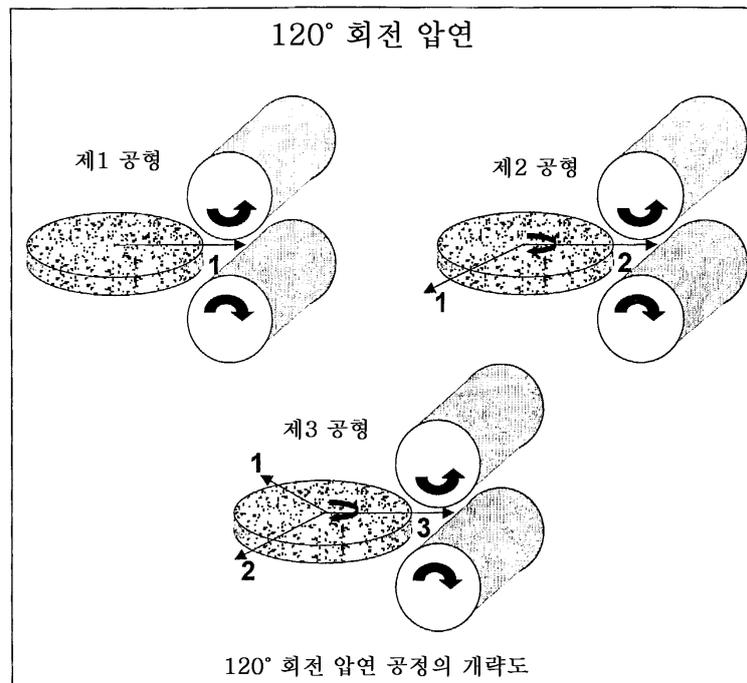
[0028] 도9는 종래의 직각 압연에 의해 얻어지는 탄탈륨 판에 대한 (111), (110) 및 (100) 극점도를 제공한다.

도면

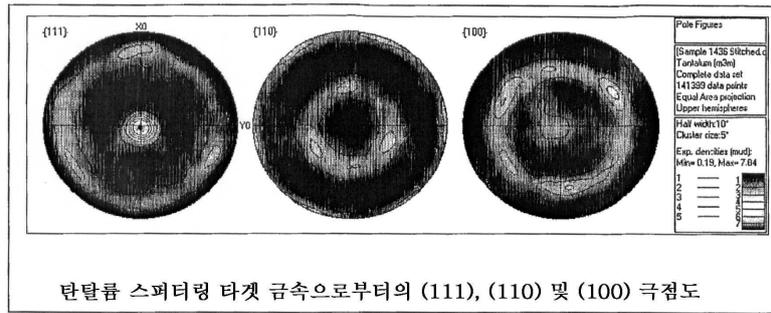
도면1



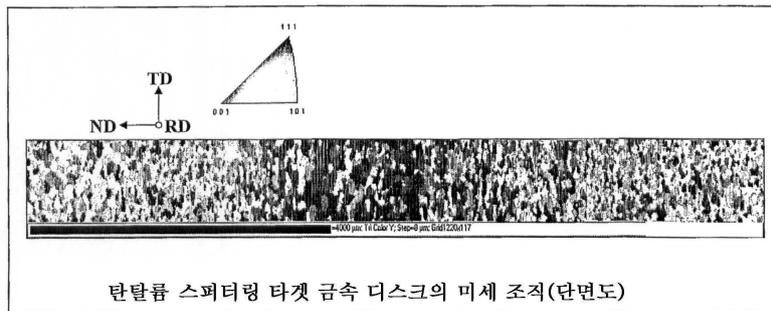
도면2



도면3



도면4



도면5

제품	잉곳 직경 (인치)	스웨이지 직경	스웨이지 진변형률	단조 진변형률	압연 진변형률	1회 풀림에 대한 총 진변형률	2회 풀림에 대한 총 진변형률
A	7.36	5	0.77	0.94	1.25	2.97	2.20
A	11.00	5	1.58	0.94	1.25	3.77	2.20
B	7.36	5	0.77	0.97	1.29	3.04	2.26
B	11.00	5	1.58	0.97	1.29	3.84	2.26
C	7.36	5	0.77	1.19	1.58	3.55	2.77
C	11.00	5	1.58	1.19	1.58	4.35	2.77
D	7.36	6	0.41	1.19	1.58	3.18	2.77
D	11.00	6	1.21	1.19	1.58	3.98	2.77
E	7.36	6	0.41	1.38	1.83	3.63	3.22
E	11.00	6	1.21	1.38	1.83	4.43	3.22

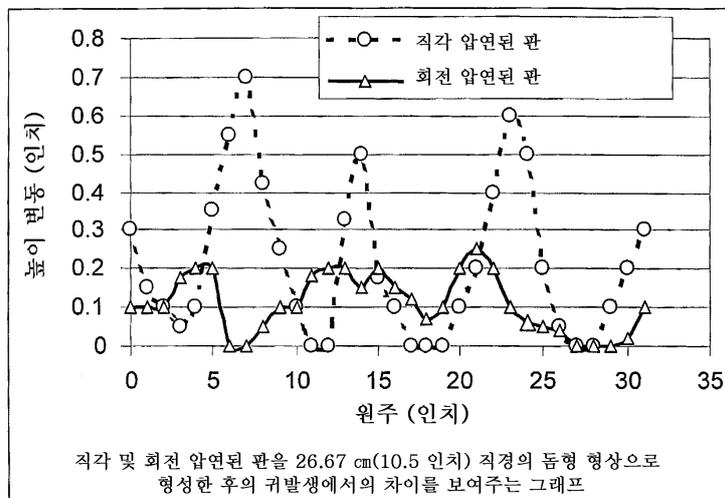
1회 또는 2회의 풀림 단계에 대한 공정의 다양한 단계에서의 진변형률

도면6

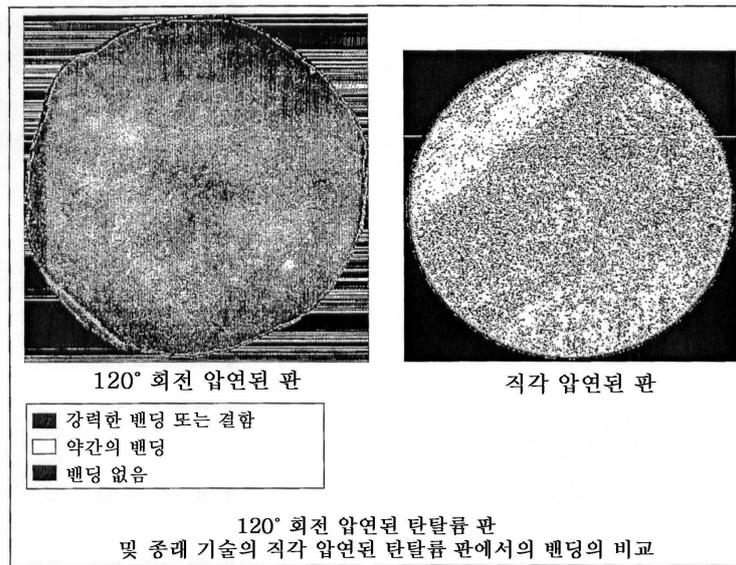
타겟	직사각형 공정	원형 공정	수율 개선
A	30개의 타겟	72개의 타겟	240%
C	24개의 타겟	39개의 타겟	162%
D	9개의 타겟	17개의 타겟	189%
E	4개의 타겟	8개의 타겟	200%

종래 기술의 직사각형 공정에 대한 원형 공정으로써 얻어지는 수율 개선

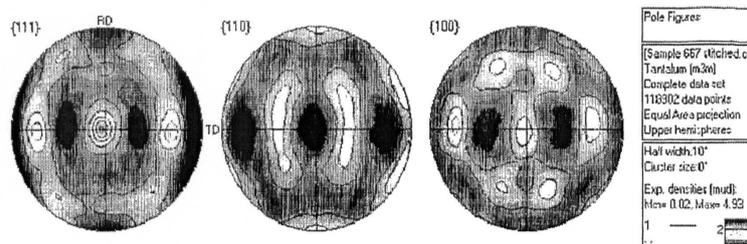
도면7



도면8



도면9



탄탈륨 스페터링 타겟 금속으로부터의 (111), (110) 및 (100) 극점도