



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098414
(43) 공개일자 2008년11월07일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>B21B 1/20</i> (2006.01) <i>C22F 1/18</i> (2006.01)
 <i>C23C 14/34</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7021715
 (22) 출원일자 2008년09월05일
 심사청구일자 없음
 번역문제출일자 2008년09월05일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2007/005584
 국제출원일자 2007년03월06일
 (87) 국제공개번호 WO 2007/103309
 국제공개일자 2007년09월13일
 (30) 우선권주장
 60/779,735 2006년03월07일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 캐보트 코포레이션
 미합중국 매사추세츠 02210-2019 보스턴, 스위트 1300, 투 씨포트 라인</p> <p>(72) 발명자
 카펜터 크레이그 엠.
 미국 19508 펜실베이니아주 버즈보로 릿지웨이 서클 26
 매과이어 제임스 디.
 미국 19403 펜실베이니아주 제퍼슨 미스틱 라인 886</p> <p>(74) 대리인
 양영준, 안국찬</p> |
|--|--|

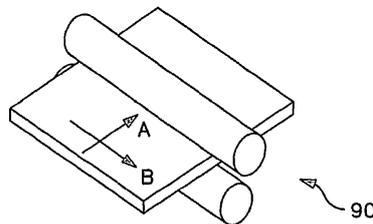
전체 청구항 수 : 총 65 항

(54) 변형된 금속 물품을 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명에서는 금속 물품 및 스퍼터링 타겟을 제조하는 방법이 설명되고, 이는 잉곳을 바람직한 치수로 변형시키는 단계를 포함한다. 또한, 본 발명의 공정에 의해 제조된 제품도 설명된다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법이며,

길이, 폭, 및 두께를 가지며 3개의 치수들 중 2개가 서로의 25% 이내인 직사각형 슬래브를 형성하도록 금속 잉곳을 변형시키는 단계와,

복수의 압연 패스를 포함하는, 중간 플레이트를 형성하기 위한 상기 직사각형 슬래브의 제1 압연 단계와,

복수의 압연 패스를 포함하는, 금속 플레이트를 형성하기 위한 상기 중간 플레이트의 제2 압연 단계를 포함하며,

상기 제2 압연의 각각의 상기 압연 패스는 패스마다 약 0.06 내지 0.18의 진변형률 감소를 부여하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 3개의 치수들 중 상기 2개는 서로의 15% 이내인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 3개의 치수들 중 상기 2개는 서로의 10% 이내인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 3개의 치수들 중 상기 2개는 서로의 1% 이내인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 3개의 치수들 중 상기 2개는 폭 및 두께인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 적어도 241 mm(9½ 인치)의 직경을 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 적어도 279 mm(11 인치)의 직경을 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 적어도 254 mm 내지 약 508 mm(10 인치 내지 약 20 인치)의 직경을 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 직사각형 슬래브는 상기 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 5배 더 두꺼운 상기 제1 압연 이전의 두께를 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 직사각형 슬래브는 상기 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 10배 더 두꺼운 상기 제1 압연 이전의 두께를 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 직사각형 슬래브는 상기 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 15배 더 두꺼운 상기 제1 압연 이전의 두께를 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 직사각형 슬래브는 상기 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 20배 더 두꺼운 상기 제1 압연 이전의 두께를 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 제2 압연에 의해 부여되는 총 진변형률 감소는 진변형률 감소의 약 0.10 내지 약 1.0인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 제2 압연에 의해 부여되는 총 진변형률 감소는 진변형률 감소의 약 0.20 내지 약 0.5인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 제1 압연은 압연기 갭 설정의 변화에 의해 정의되는 압연 계획을 포함하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 제2 압연의 최종 압연 패스는 임의의 다른 압연 패스에 의해 부여되는 진변형률 감소 이상인 진변형률 감소를 부여하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 니오븀, 탄탈, 또는 이들의 합금인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 구리 또는 티타늄 또는 이들의 합금인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 제1 압연 이전에 상기 슬래브를 풀림하는 단계를 더 포함하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 풀림은 진공 또는 불활성 조건 하에, 약 700°C 내지 약 1500°C의 온도로, 약 30분 내지 약 24시간 동안 이루어지는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 21

제1항에 있어서, 약 0.508 mm(0.02 인치) 이내로 편평한 2개의 대향 압연 표면을 갖는 상기 직사각형 슬래브를 제공하는 단계를 더 포함하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 직사각형 슬래브는 약 76.2 mm 내지 약 203 mm(약 3 인치 내지 약 8 인치)의 두께, 약 76.2 mm 내지 약 203 mm(약 3 인치 내지 약 8 인치)의 폭, 및 약 254 mm 내지 약 1219 mm(약 10 인치 내지 약 48 인치)의 길이를 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 중간 플레이트는 약 10.2 mm 내지 약 38.1 mm(약 0.40 인치 내지 약 1.5 인치)의 두께를 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 24

제1항에 있어서, 상기 중간 플레이트는 상기 직사각형 슬래브의 길이보다 약 10% 이하만큼 더 큰 길이를 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 중간 플레이트를 풀림하는 단계를 더 포함하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 풀림은 진공 또는 불활성 조건 하에, 약 700°C 내지 약 1500°C의 온도로, 약 30분 내지 약 24시간 동안 이루어지는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 27

제1항에 있어서, 상기 제2 압연의 상기 압연 패스들 중 적어도 하나는 상기 제1 압연의 상기 압연 패스들 중 적어도 하나에 대해 횡단 방향인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 28

제1항에 있어서, 상기 제2 압연의 상기 압연 패스들은 다방향성인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 29

제1항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 단면적을 갖고, 상기 직사각형 슬래브는 단면적을 갖고, 상기 직사각형 슬래브를 형성할 때, 상기 금속 잉곳의 상기 단면적은 상기 직사각형 슬래브의 단면적에 비해, 진변형률에 기초하여 적어도 95%의 진변형률 감소를 받는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 30

제29항에 있어서, 단면적에서의 상기 진변형률 감소는 적어도 100%인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 31

제1항의 방법에 의해 형성된 금속 플레이트.

청구항 32

제29항에 있어서, 상기 밸브 금속 플레이트는 20 마이크로미터 이하의 평균 결정립 크기를 갖는 금속 플레이트.

청구항 33

최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법이며,

- a) 단면적을 갖는 슬래브를 형성하도록 단면적을 갖는 금속 잉곳을 변형시키는 단계와,
- b) 복수의 압연 패스를 포함하는, 중간 플레이트 또는 금속 플레이트를 형성하기 위한 상기 슬래브의 제1 압연 단계와,
- c) 선택적으로, 복수의 압연 패스를 포함하는, 금속 플레이트를 형성하기 위한 상기 중간 플레이트의 제2 압연 단계를 포함하고,

상기 슬래브의 단면적은 금속 잉곳의 단면적에 비해, 총 진변형률 감소에 기초하여 적어도 95% 미만이고,

상기 제2 압연의 각각의 상기 압연 패스는 약 0.06 이상의 진변형률 감소를 부여하는, 최종 두께를 갖는 금속

물품을 제조하는 방법.

청구항 34

제33항에 있어서, 슬래브의 상기 단면적은 적어도 100% 미만인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 35

제33항에 있어서, 슬래브의 상기 단면적은 9% 내지 500% 미만인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 36

제33항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 적어도 241 mm(9½ 인치)의 직경을 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 37

제33항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 적어도 279 mm(11 인치)의 직경을 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 38

제33항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 254 mm 내지 약 508 mm(10 인치 내지 약 20 인치)의 직경을 갖는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 39

제33항에 있어서, 상기 제2 압연에 의해 부여되는 총 진변형률 감소는 진변형률 감소의 약 0.10 내지 약 1.0인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 40

제33항에 있어서, 상기 제2 압연에 의해 부여되는 총 진변형률 감소는 진변형률 감소의 약 0.20 내지 약 0.5인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 41

제33항에 있어서, 상기 금속 잉곳은 니오븀, 탄탈, 또는 이들의 합금인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 42

제33항에 있어서, 상기 제1 압연 이전에 상기 슬래브를 풀림하는 단계를 더 포함하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 43

제33항에 있어서, 상기 중간 플레이트 또는 상기 금속 플레이트 또는 이들 모두를 풀림하는 단계를 더 포함하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 44

제33항에 있어서, 상기 제2 압연이 발생하고, 상기 제2 압연의 상기 압연 패스들 중 적어도 하나는 상기 제1 압연의 상기 압연 패스들 중 적어도 하나에 대해 횡단 방향인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 45

0.3 이하의 조직 구배 균일성 계수(H)를 갖는 BCC 금속.

청구항 46

제45항에 있어서, 상기 조직 구배 균일성 계수는 약 0.1 내지 약 0.2인 BCC 금속.

청구항 47

제45항에 있어서, 상기 조직 구배 균일성 계수는 약 0.12 내지 약 0.17인 BCC 금속.

청구항 48

0.1 이하의 조직 구배 밴딩 계수(B)를 갖는 BCC 금속.

청구항 49

제48항에 있어서, 상기 조직 구배 밴딩 계수는 약 0.01 내지 약 0.075인 BCC 금속.

청구항 50

제48항에 있어서, 상기 조직 구배 밴딩 계수는 약 0.02 내지 약 0.05인 BCC 금속.

청구항 51

제48항에 있어서, 상기 BCC 금속은 0.2 이하의 조직 구배 균일성 계수(H)를 갖는 BCC 금속.

청구항 52

제48항에 있어서, 상기 조직 구배 균일성 계수는 약 0.1 내지 0.2인 BCC 금속.

청구항 53

제48항에 있어서, 상기 조직 구배 균일성 계수는 약 0.12 내지 약 0.17인 BCC 금속.

청구항 54

제48항에 있어서, 상기 BCC 금속은 탄탈인 BCC 금속.

청구항 55

제45항에 있어서, 상기 BCC 금속은 탄탈인 BCC 금속.

청구항 56

제48항에 있어서, 상기 BCC 금속의 적어도 99.95%의 금속 순도를 갖는 BCC 금속.

청구항 57

제48항에 있어서, 상기 BCC 금속은 약 75 마이크로미터 이하의 평균 결정립 크기를 갖는 BCC 금속.

청구항 58

제48항에 있어서, 상기 BCC 금속은 탄탈이고, BCC 금속의 두께 전체에 걸쳐 1차 (111) 조직을 갖는 BCC 금속.

청구항 59

제33항에 있어서, 상기 제2 압연이 발생하는, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 60

제33항에 있어서, 상기 제1 압연은 상기 금속 플레이트를 형성하기 위한 시계방향 압연인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 61

제1항에 있어서, 상기 진변형률 감소는 패스마다 약 0.06 내지 0.15인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 62

제1항에 있어서, 제2 압연의 후속 압연 패스는 선행 압연 패스의 진변형률 감소의 25% 이내인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 63

제1항에 있어서, 제2 압연의 후속 압연 패스는 선행 압연 패스의 진변형률 감소의 5% 이내인, 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법.

청구항 64

제45항에 있어서, 균일성 계수는 BCC 금속 전체에 걸쳐 ± 0.1 이하에서 변하는 BCC 금속.

청구항 65

제48항에 있어서, 조직 구배 밴딩 계수는 BCC 금속 전체에 걸쳐 ± 0.05 이하에서 변하는 BCC 금속.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 금속 빌릿, 슬래브, 플레이트, 로드, 스퍼터 타겟 및 다른 금속 물품에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 스퍼터 타겟 및 다른 물체의 제조 시에 유용한, 균일하고 미세한 결정립 크기, 균질 미세 구조, 낮은 조직 밴딩(texture banding), 및/또는 표면 마블링의 부재를 갖는 것이 바람직한 금속을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 스퍼터 타겟 및 스퍼터 타겟 재료의 소정의 관찰 가능한 특성은 밸브 금속 스퍼터 타겟의 스퍼터링 성능을 향상시키기 위해 바람직하다 (예를 들어, 문헌[Michaluk, "Correlating Discrete Orientation and Grain Size to the Sputter Deposition Properties of Tantalum," *JEM*, January, 2000] 및 문헌[Michaluk, Smathers, and Field, *Twelfth International Conference on Texture of Materials*, J. A. Szipunar (ed.), National Research Council of Canada, 1999, p. 1357] 참조). 미세한 결정립 크기 및 예리한 조직 밴드가 실질적으로 없는 균질 미세 구조가 그러한 특성의 예이다. 일반적으로 금속 재료 그리고 특히 타겟 재료의 결정립 크기, 결정립 균일성, 및 조직 균질성은 예를 들어 본 명세서에서 참조로 합체된, 미국 특허 제6,462,339 B1호(미첼릭(Michaluk) 등) 및 문헌[Wright et al., "Scalar Measures of Texture Heterogeneity " *MATERIAL SCIENCE FORUM*, Vols. 495-497 (Sept. 2005) pp. 207-212]에 설명된 방법에 의해 측정 가능한 성질이다.
- <3> 따라서, 전술한 야금학적 및 조직적 품질을 갖는 스퍼터 타겟과 같은, 고순도 금속 물품을 제조하기 위한 공정을 개발하기 위해 계속되는 관심이 관련 시장에서 존재한다. 하나 이상의 중간 풀림 단계 및 하나 이상의 세척 단계와 조합된, 단조 및/또는 압연 단계를 포함하는 종래의 금속 가공 다단계 시퀀스가 적합한 압연 성형체를 제조하는 데 있어서 전형적으로 사용되고, 본 명세서에서 참조로 전체적으로 합체된, 문헌[C. Pokross, "Controlling the Texture of Tantalum Plate," *JOURNAL OF METALS*, October 1989, pp. 46-49] 및 문헌[J.B. Clark, R.K. Garrett, Jr., T.L. Jungling, R.I. Asfahani, "Influence of Transverse Rolling on the Microstructural and Textural Development in Pure Tantalum," *METALLURGICAL TRANSACTIONS A*, 23A, pp. 2183-91 (1992)]에 대체로 설명되어 있다. 미세한 결정립 크기 및 균질 조직을 갖는 탄탈 스퍼터 타겟을 제조하기 위한 다단계 단조, 세척, 풀림, 및 압연 공정의 일 예는 본 명세서에서 참조로 전체적으로 합체된, 미국 특허 제6,348,113호(미첼릭 등)에 설명되어 있다.
- <4> 탄탈은 최신 집적 회로 미세 전자 장치 내에 채용되는 구리 상호 연결부를 위한 1차 확산 배리어 재료로서 출현하였다. 그러한 미세 전자 장치의 제조 시퀀스 중에, 탄탈 또는 질화탄탈 배리어 필름이 ("스퍼터링 타겟"으로 불리는) 공급 재료가 고 에너지 플라즈마에 의해 침식되는 잘 확립된 공정인 물리 증착(PVD)에 의해 적층된다. 스퍼터링 타겟의 격자 내로의 플라즈마 이온 충돌 및 투과는 원자가 스퍼터링 타겟의 표면으로부터 배출된 다음에, 기관 위에 적층되게 한다. 스퍼터 적층된 필름의 품질은 스퍼터링 타겟의 화학적 성질 및 야금학적 균질성을 포함한, 많은 인자에 의해 영향을 받는다.
- <5> 최근에, 연구 노력은 탄탈 스퍼터링 타겟 재료의 순도를 증가시키고, 결정립 크기를 감소시키고, 조직을 제어하기 위한 공정을 개발하는 데 초점이 맞춰졌다. 예를 들어, 본 명세서에서 참조로 각각 합체된, 미국 특허 제

6,348,113호(미켈러 등) 및 미국 특허 출원 제2002/0157736호(미켈러) 및 제2003/0019746호(포드(Ford) 등)는 변형 및 폴립 작업들의 특정 조합을 통해 탄탈 재료 또는 탄탈 스퍼터링 타겟 구성요소에서 선택 결정립 크기 및/또는 바람직한 배향을 획득하기 위한 금속 가공 공정을 설명한다.

- <6> 미세 구조 및 조직 균질성을 갖는 큰 로트 및 대량의 고순도 탄탈 스퍼터링 타겟을 제조하기에 적합한 방법이 미국 특허 제6,348,113호(미켈러 등)에 설명되어 있다. 대용량 제조 공정은 배치(batch) 공정에 비해 상당한 비용 이득을 제공하지만, 종종 표준화되고 반복 가능한 변형 시퀀스에 의해 엄격한 치수 공차를 달성하지 못한다. 고순도 탄탈 잉곳 및 중압연(heavy rolling) 슬래브의 기계적 응답성은 그들의 큰 비균질 결정립 구조로 인해 고도로 가변적이다. 고순도 탄탈의 대형 슬래브에 대해 소정의 일관된 압연 수축 계획을 부여하는 것은 각각의 수축 패스에서 플레이트 두께의 차이를 일으킬 수 있고, 궁극적으로 규격의 과도한 변동을 갖는 플레이트 제품을 생산한다. 이러한 거동 때문에, 대형 슬래브로부터 탄탈 플레이트를 압연하기 위한 종래의 방법은 플레이트의 폭 및 규격에 따라 압연기 롤 갭을 소정량만큼 감소시킨 다음에, 가벼운 마무리 패스를 추가하여, 전형적으로 목표 두께의 약 $\pm 10\%$ 인 규격 공차를 달성하는 것이다.
- <7> 몇몇 압연 이론은 압연 패스마다의 대량 수축은 구성요소의 두께 전체에 걸쳐 변형률의 균일한 분포를 달성하기 위해 필요하며, 이는 마무리된 플레이트에서 균질의 폴립 응답 및 미세하고 균일한 미세 구조를 획득하는데 유리하다고 규정한다. 스케일은 고체적 탄탈을 플레이트로 처리할 때 대량 압연 수축을 이루는 능력을 억제하는 주요 인자를 제시하는데, 이는 대량 수축(예를 들어, 진변형률 감소)이 롤 압연기가 처리할 수 있는 것보다 더 많은 바이트(bite)를 나타낼 수 있기 때문이다. 이는 특히 슬래브 또는 플레이트 두께가 최대인 곳에서의 압연의 시작 시에 그러하다. 예를 들어, 102 mm(4") 두께 슬래브의 0.2 진변형률 감소는 18.4 mm(0.725") 수축 패스를 요구한다. 그러한 대량 바이트를 이루기 위해 필요한 분리력은 종래의 제조 압연기의 용량을 초과한다. 역으로, 10.2 mm(0.40") 두께 플레이트에 대한 0.2 진변형률 감소는 단지 1.85 mm(0.073") 압연 수축과 동등하고, 이는 많은 제조 압연기의 용량 이내이다. 탄탈의 압연 수축률에 영향을 주는 제2 인자는 플레이트 폭이다. 패스마다 주어지는 롤 갭, 플레이트 규격, 및 압연기에 대해, 더 넓은 플레이트는 좁은 플레이트보다 압연 패스마다 더 적은 양의 수축을 경험할 것이다.
- <8> 대량 탄탈의 처리가 슬래브를 플레이트로 수축시키기 위한 중압연 수축만에 의존할 수 없으므로, 변형률은 플레이트의 두께 전체에 걸쳐 균일하게 분포되지 않을 수 있다. 결과적으로, 제품은 문헌(예를 들어, 본 명세서에서 참조로 함체된, 문헌[Michaluk et al. "Correlating Discrete Orientation and Grain Size to the Sputter Deposition Properties of Tantalum," *JEM*, January, 2002] 및 문헌[Michaluk et al., "Tantalum 101: The Economics and Technology of Tantalum," *Semiconductor Inter.*, July, 2000])에서 보고된 바와 같이 탄탈 플레이트 내의 미세 구조적 및 조직적 불연속성의 존재에 의해 명백한 바와 같이, 폴립에 대해 균등하게 응답하지 않는다. 폴립된 탄탈 플레이트의 야금학적 및 조직적 균질성은 미국 특허 제6,348,113호에 개시된 바와 같은 공정에 중간 폴립 조작을 통합함으로써 향상된다. 그러나, 탄탈 플레이트의 처리 중에 하나 이상의 중간 폴립 조작을 통합하는 것은 또한 최종 제품에 부여되는 총 변형률을 감소시킨다. 이는 결국 플레이트의 폴립 응답을 저하시키고, 따라서 탄탈 제품 내에서 미세한 평균 결정립 크기를 획득하는 능력을 제한한다.
- <9> 탄탈 내의 마블링 구조의 존재 또는 발생은 탄탈 스퍼터링 타겟 재료 및 구성요소의 성능 및 신뢰성에 해로운 것으로 간주되어 왔다. 2가지 다른 유형의 마블링: 침식된 탄탈 타겟 또는 구성요소의 스퍼터링된 표면을 따라 관찰되는 마블링 및 탄탈 타겟 또는 구성요소의 제조 시의 표면에 대해 관찰되는 마블링이 탄탈 및 다른 금속 내에서 발견될 수 있다는 것이 본 발명자에 의해 최근에서야 발견되었다. 침식된 탄탈 스퍼터링 타겟 내에서, 마블링은 (다면 스퍼터 침식 결정립에 의해 생성된) 매트릭스 재료의 무광 마무리 주위에 (유광 영역으로서 출현하는) 노출된 스퍼터 저항성 (100) 조직 밴드의 혼합물로부터 형성된다. 스퍼터 침식된 표면의 마블링에 대한 성향은 미국 특허 제6,348,113호에 설명된 바와 같이, 탄탈 타겟의 두께를 통해 균질 조직을 갖도록 처리된 탄탈 스퍼터링 타겟 또는 구성요소에 의해 최소화되거나 그 안에서 제거된다. 탄탈 스퍼터링 타겟 재료 및 구성요소의 조직 균질성을 정량하기 위한 분석 방법이 본 명세서에서 참조로 함체된 미국 특허 제6,462,339호(미켈러 등)에 설명되어 있다. 밴딩을 정량하기 위한 다른 분석 방법이 본 명세서에서 참조로 함체된, 2004년 2월 18일자로 출원된 미국 특허 출원 제60/545,617호에 설명되어 있다.
- <10> 표면 마블링은 가벼운 스퍼터링(예를 들어, 연소(burn-through) 실험) 후의 단련된 탄탈 재료 또는 스퍼터링 구성요소의 제조 시의 표면을 따라, 또는 불화수소산, 농축된 알킬라이드, 또는 발연 황산 및/또는 황산을 함유하는 용액, 또는 다른 적합한 에칭 용액 내에서의 화학적 에칭에 의해 용해될 수 있다. 폴립된 탄탈 플레이트 내에서, 표면 마블링화는 산으로 세척된 압연 시의 표면 위에서 크고 격리된 패치 및/또는 변색된 영역들의 망상체로서 출현한다. 탄탈의 마블링된 표면은 각각의 표면으로부터 약 0.635 mm(0.025")의 재료를 밀링 또는 에칭

함으로써 제거될 수 있지만, 표면 마블링을 제거하기 위한 이러한 접근은 경제적으로 바람직하지 않다. 표면 마블링은 영역들 내의 상이한 평균 결정립 크기를 갖는 표면 영역들 및/또는 상이한 1차 조직(예를 들어, (100) 대 (111))의 영역들로 간주될 수 있다. 표면 마블링은 결정립 크기 변동에 의해 더 클 수 있고, 여기서 영역들은 하나의 영역 내의 평균 결정립 크기를 다른 영역 내의 평균 결정립 크기에 비교할 때, ± 2 ASTM 내지 ± 5 ASTM, 또는 ± 2 ASTM 내지 ± 4 ASTM, 또는 ± 2 ASTM 내지 ± 3 ASTM과 같이, ± 2 ASTM 이상의 평균 결정립 크기의 변동을 가질 수 있다.

<11> 따라서, 우수한 야금학적 및 조직적 품질을 갖는 스퍼터 타겟 재료를 제조하고, 그러한 품질을 나타내는 스퍼터 타겟의 제조와 관련된 비용을 절감하기 위한 방법에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 상세한 설명

<12> 그러므로, 본 발명의 특징은 균일하고 미세한 결정립 크기 및/또는 조직적 균질성을 가지며, 선택적으로 다수의 슬래브 또는 스퍼터 타겟으로 분할하기에 충분한 치수를 갖는 금속을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

<13> 본 발명의 다른 특징은 금속 잉곳의 변형을 위한 공정을 제공하는 것이다.

<14> 본 발명의 추가의 특징은 스퍼터 타겟을 제조하기 위한 대규모 제조 공정을 제공하는 것이다.

<15> 본 발명의 추가의 특징은 표면 마블링이 실질적으로 없는 밸브 금속 (또는 다른 금속) 재료 또는 스퍼터링 구성요소를 제공하는 것이다.

<16> 본 발명의 다른 특징은 약 150 마이크로미터 이하, 또는 75 마이크로미터 이하의 평균 결정립 크기를 갖는 미세한 균질 미세 구조 및/또는 금속 재료 또는 스퍼터링 구성요소의 두께를 통한 균일한 조직을 갖는 대량의 금속 재료 또는 스퍼터링 구성요소를 제조하기 위한 공정을 제공하는 것이다.

<17> 본 발명의 다른 특징은 제품의 생산 로트 내에서 일관된 화학적, 야금학적, 및 조직적 특성을 갖는 대량의 금속 재료 또는 스퍼터링 구성요소를 제조하기 위한 공정을 제공하는 것이다.

<18> 본 발명의 다른 특징은 제품의 생산 로트들 사이에서 일관된 화학적, 야금학적, 및 조직적 특성을 갖는 대량의 금속 재료 또는 스퍼터링 구성요소를 제조하기 위한 공정을 제공하는 것이다.

<19> 본 발명의 다른 특징은 제품의 생산 로트 내에서 일관된 화학적, 야금학적, 및 조직적 특성을 갖는 대량의 금속 (예를 들어, 탄탈) 재료 또는 스퍼터링 구성요소를 제조하기 위한 공정을 제공하는 것이다.

<20> 본 발명의 추가의 특징은 본 명세서에서 참조로 전체적으로 합체된, 포드의 미국 특허 출원 공개 제 2003/0019746호에 설명된 것과 같은 스퍼터링 구성요소 및 스퍼터링 타겟을 포함한 구성요소로 성형하기에 적합한 미세 구조적 및 조직적 속성을 갖는 금속(예를 들어, 탄탈) 재료를 제공하는 것이다.

<21> 본 발명의 추가의 특징은 약 150 마이크로미터 이하, 75 마이크로미터 이하, 또는 20 마이크로미터 이하의 평균 결정립 크기를 갖는 미세한 균질 미세 구조, 및/또는 성형 후에 구성요소를 풀림할 필요가 없이 균일화된 금속 재료의 야금학적 및 조직적 속성을 충분히 유지하는 성형된 구성요소, 스퍼터링 구성요소, 또는 스퍼터링 타겟의 두께를 통한 균일한 조직을 갖는 성형된 스퍼터링 구성요소 및 스퍼터링 타겟을 포함하는 성형된 금속(예를 들어, 탄탈) 구성요소를 제공하는 것이다.

<22> 본 발명의 추가의 특징 및 이점은 다음의 설명에서 부분적으로 설명될 것이고, 설명으로부터 부분적으로 명백해지거나, 본 발명의 실시예에 의해 학습될 수 있다. 본 발명의 목적 및 다른 이점은 설명 및 첨부된 청구의 범위 내에서 구체적으로 지적되는 요소 및 조합에 의해 실현되고 획득될 것이다.

<23> 이러한 그리고 다른 이점을 달성하기 위해, 그리고 본 발명의 목적에 따르면, 본 명세서에서 실시되고 광범위하게 설명되는 바와 같이, 본 발명은 최종 두께를 갖는 금속 물품을 제조하는 방법에 관한 것이다. 방법은 길이, 폭, 및 두께를 갖는 직사각형 슬래브와 같은 슬래브를 형성하도록 금속 잉곳을 변형시키는 단계를 포함하고, 이들 치수들 중 2개는 서로의 25% 이내, 또는 서로의 15% 이내이고, 그 다음에 중간 플레이트를 형성하기 위한 슬래브의 제1 압연을 수행하는 단계를 포함하고, 제1 압연은 1회 이상의 압연 패스를 포함한다. 방법은 옵션으로서, 금속 플레이트를 형성하기 위한 중간 플레이트의 제2 압연을 더 포함하고, 제2 압연은 1회 이상의 압연 패스를 포함하고, 제2 압연의 각각의 압연 패스는 바람직하게는 약 0.06 초과의 진변형률 감소를 부여한다. 본 발명은 또한 스퍼터 타겟 및 다른 구성요소를 포함한, 공정으로부터 제조된 제품에 관한 것이다. 압연 단계는 냉간 압연, 중온 압연, 또는 열간 압연 단계일 수 있다.

- <24> 상기 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 단지 예시적이며 설명적이고, 청구되는 본 발명에 대한 추가의 설명을 제공하도록 의도되었다는 것을 이해하여야 한다.
- <25> 본 출원 내에 포함되어 일부를 구성하는 첨부된 도면은 본 발명의 실시예들 중 일부를 도시하고, 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

실시예

- <38> 본 발명은 선택적으로 복수의 슬래브, 빌릿, 로드, 플레이트 등을 형성하기 위해 분할되기에 충분한 치수를 가지며, 스퍼터 타겟과 같은 금속 물품으로 성형될 수 있는 변형된 금속을 제조하는 방법에 관한 것이다. 밸브 금속은 우수한 야금학적 및 조직적 품질을 가질 수 있다. 바람직하게는, 금속은 균일하고 미세한 결정립 크기 및 균질 미세 구조를 갖고, 그리고/또는 조직 구배가 없거나 실질적으로 없다. 예를 들어, 금속은 밸브 금속일 수 있고, 밸브 금속은 약 100 마이크로미터 미만의 평균 결정립 크기 및/또는 (100) 조직 밴드 또는 다른 유형의 (x, y, z) 조직 밴드와 같은, 조직 밴드(또는 밴딩)가 실질적으로 없는 조직을 가질 수 있다. 본 발명은 또한 얇은 필름 영역(예를 들어, 스퍼터 타겟 및 다른 구성요소, 그러한 타겟에 대한 예비 성형체 등)을 포함한, 다수의 기술에서 유용한 방법 및 금속 제품에 관한 것이다. 부분적으로, 본 발명은 바람직한 특징(예를 들어, 조직, 결정립 크기 등)을 갖는 금속 재료를 준비하기 위한 방법에 관한 것이고, 또한 제품 자체에 관한 것이다. 일 실시예에서, 방법은 먼저 바람직하게는 (탄탈 잉곳과 같은) 금속 잉곳의 직사각형 형태 또는 변형 처리에 적합한 다른 형태로의 처리(예를 들어, 직사각형 단면, 정사각형 단면, 8각형 단면, 또는 원형 단면을 갖는 잉곳으로부터 슬래브의 형성)를 포함한다. 잉곳은 상업적으로 구입할 수 있다.
- <39> 잉곳은 본 명세서에서 참조로 함체된 미켈러 등의 미국 특허 제6,348,113호의 교시에 따라 준비될 수 있다. 금속 잉곳과 관련하여, 금속 잉곳은 임의의 직경 및 길이일 수 있다. 금속은 bcc 금속일 수 있다. 금속은 탄탈 또는 니오븀과 같은 밸브 금속일 수 있거나, 적어도 하나의 bcc 금속 또는 적어도 하나의 밸브 금속을 함유하는 합금일 수 있다. 본 발명의 목적을 위해, 밸브 금속은 대체로 탄탈, 니오븀, 및 이들의 합금을 포함하고, IVB 족, VB족, 및 VIB족의 금속, 알루미늄 및 구리, 및 이들의 합금을 포함할 수도 있다. 밸브 금속은 예를 들어 본 명세서에서 참조로 전체적으로 함체된 문헌[Diggel, in "Oxides and Oxide Films," Vol. 1, pp. 94-95, 1972, Marcel Dekker, Inc., New York]에 의해 설명되어 있다. 밸브 금속은 대체로 그의 광석으로부터 추출되어, 1차 금속 처리기에 의해 예를 들어 미국 특허 제6,348,113호에서 설명된 바와 같이, 화학적 환원을 포함하는 처리에 의해 분말로 형성된다. 1차 금속 처리기에 의해 전형적으로 수행되는 추가의 금속 정련 기술은 예를 들어 미국 특허 제6,312,642호에 개시된 바와 같이, 금속 분말을 열적으로 응집시키고, 응집된 금속 분말을 게터(getter) 재료의 존재 하에서 탈산소화하고, 그 다음에 탈산소화된 금속 분말을 산 여과 용액 내에서 여과시키는 것을 포함한다. 1차 금속 처리기는 그 다음에 밸브 금속 분말 또는 금속 공급재를 전자 빔 또는 진공 아크 용융 또는 다른 용융 기술로 처리하여, 금속 잉곳을 주조 또는 성형할 수 있다. 본 발명에서 처리되는 금속은 내화 금속일 수 있지만, 다른 금속도 사용될 수 있다. 본 발명에서 처리될 수 있는 금속의 유형의 구체적인 예는 탄탈, 니오븀, 구리, 티타늄, 금, 은, 코발트, 및 이들의 합금을 포함하지만 이들로 한정되지 않는다.
- <40> 본 발명의 적어도 하나의 실시예에서, 바람직하게는, 금속 잉곳은 적어도 203 mm(8 인치)의 직경을 갖고, 더욱 바람직하게는 적어도 241 mm(9½ 인치), 적어도 279 mm(11 인치), 적어도 305 mm(12 인치), 또는 그 이상의 직경을 갖는다. 예를 들어, 금속 잉곳은 약 254 mm 내지 약 508 mm(약 10 인치 약 20 인치) 또는 약 241 mm 내지 약 330 mm(약 9½ 인치 약 13 인치), 또는 254 mm 내지 381 mm(10 인치 내지 15 인치), 또는 241 mm 내지 381 mm(9½ 인치 내지 15 인치), 또는 279 mm 내지 381 mm(11 인치 내지 15 인치)의 직경을 가질 수 있다. 잉곳의 높이 또는 길이는 적어도 508 mm(20 인치), 적어도 762 mm(30 인치), 적어도 1016 mm(40 인치), 적어도 1143 mm(45 인치) 등과 같이, 임의의 크기일 수 있다. 예를 들어, 잉곳의 길이 또는 높이는 약 508 mm 내지 약 3048 mm(20 인치 내지 약 120 인치) 또는 약 762 mm 내지 약 1143 mm(약 30 인치 내지 약 45 인치)일 수 있다. 잉곳은 원통형 형상일 수 있지만, 다른 형상이 사용될 수 있다. 잉곳의 형성 이후, 잉곳의 임의의 변형 이전에, 선택적으로, 잉곳은 종래의 기술을 사용하여 기계 세척될 수 있다. 예를 들어, (표면에서 떨어진) 기계 세척은 약 1% 내지 약 10%의 직경 감소와 같은, 잉곳의 직경 감소를 가져올 수 있다. 구체적인 예로서, 잉곳은 305 mm(12 인치)의 공칭 주조시 직경을 가질 수 있고, 기계 세척에 의해, 273 내지 298 mm(10.75 내지 11.75 인치) 직경의 기계 세척 후의 직경을 가질 수 있다. 본 발명의 적어도 하나의 실시예에서, 금속 잉곳은 바람직하게는 길이, 폭, 및 두께를 갖는 직사각형 슬래브인 슬래브를 형성하도록 변형되고, 이들 3개의 치수들 중 적어도 2개는 서로의 25% 또는 15% 이내이다. 더욱 바람직하게는, 3개의 치수들 중 적어도 2개는 서로의 0.1 내지 25%, 또는 0.5% 내지 15%, 또는 1% 내지 10% 이내와 같이, 서로의 10% 이내 또는 5% 이내 또는 1% 이

내이다. 환언하면, 3개의 치수들 중 적어도 2개는 매우 유사한 치수를 갖는다. 예를 들어, 3개의 치수들 중 2개는 금속 잉곳을 변형시킨 후에 형성되는 슬래브의 폭 및 두께일 수 있다. 가장 바람직하게는, 3개의 치수들 중 2개는 치수에 있어서 실질적으로 동일하거나 정확히 동일하다. 예를 들어, 두께 및 폭과 같은, 3개의 치수들 중 2개는 각각 127 내지 140 mm(5 내지 5½ 인치)이다. 하나 이상의 실시예에서, 금속 잉곳은 정사각형 단면, 직사각형 단면, 8각형 단면, 원형 단면 등과 같은 임의의 단면 형상을 갖는 슬래브를 형성하도록 변형된다. 슬래브로의 이러한 변형은 진변형률에 기초하여, 바람직하게는 적어도 0.95 또는 95%(진변형률 기반), 더욱 바람직하게는 적어도 1.0 또는 100%, 훨씬 더 바람직하게는 1.2 또는 120%만큼 잉곳의 단면적의 감소를 일으킨다. 단면 표면적의 감소는 진변형률 기반에 기초하여, 0.95 내지 5.0 또는 1.0 내지 5.0, 또는 1.1 내지 4.7, 또는 1.0 내지 4.5, 또는 1.1 내지 4, 또는 1.5 내지 3, 또는 2.0 내지 4.0의 범위 내일 수 있다. 단면적의 이러한 감소는 그의 측면 상에 놓인 원통형 잉곳의 단면 표면적을 결정하고 (즉, πR^2), 그 다음에 높이 x 폭을 의미하는, 슬래브의 단면적을 계산하는 것으로부터 계산될 수 있다. 진변형률 감소는 다음의 공식: $\epsilon = \ln(T/T_0)$ 에 의해 계산되고, 여기서 T는 수축 이전의 두께이고, T₀는 수축 이후의 두께이다. 각각의 경우에, 잉곳의 길이 및 결과적인 슬래브의 길이는 단면적의 계산의 일부가 아니므로, 무시된다. 예를 들어, 305 mm(12 인치) 원형 잉곳이 사용되면, 단면 표면적은 단면적이 730 cm²(113.1 평방 인치)일 것이고, 이러한 잉곳이 폭 및 두께가 각각 138 mm(5½ 인치)인 정사각형 단면적을 갖는 직사각형으로 변형되면, 단면적에서의 진변형률 감소는 약 1.32 또는 약 132% 감소일 것이다. 단면적의 큰 퍼센트 감소는 잉곳이 슬래브로 변형되면, 3개의 치수들 중 적어도 2개가 서로의 25% 이내 또는 15% 이내, 또는 서로의 10% 이내 또는 서로의 5% 이내 또는 서로의 1% 이내이거나, 실질적으로 동일하거나 일치하는 실시예와 조합될 수 있다.

<41> 금속 잉곳의 변형은 임의의 표준 금속 가공을 사용하여 달성될 수 있다. 바람직하게는, 슬래브를 형성하기 위한 금속 잉곳의 변형은 프레스 단조, 측면 단조, 및/또는 엷 단조(또는 압출과 같은 다른 변형 기술)와 같은 단조 기술 단독으로, 또는 측면 단조, 압출 등과 조합된 단조 기술에 의한다. 가장 바람직하게는, 금속 잉곳의 변형은 프레스 단조에 의하고, 여기서 원통형 금속 잉곳이 그의 측면 상에서 놓이고, 상부 및 바닥 상에서 프레스 단조되고, 그 다음에 90° 회전되어, 추가의 프레스 단조를 받으며, 본 명세서에서 설명되는 치수를 갖는 바람직한 슬래브가 형성될 때까지 이러한 공정을 계속한다. 이러한 단조는 개방 다이 내에서 발생할 수 있다. 슬래브를 형성하기 위한 금속 잉곳의 변형 시에, 슬래브는 선택적으로 임의의 바람직한 길이를 갖는 정사각형 또는 거의 정사각형인 단면을 가질 수 있다. 다른 단면 형상이 달성될 수 있다. 슬래브는 플레이트, 스퍼터링 타겟 블랭크 등과 같은 하나 또는 다수의 금속 물품을 제조하기에 충분한 크기 및 체적일 수 있다. 본 발명의 목적을 위해, 최종 제품은 임의의 금속 물품일 수 있고, 스퍼터링 블랭크는 단지 바람직한 예일 뿐이다. 슬래브는 적절한 풀림 응답을 달성하고 바람직하게는 마블링된 표면의 형성을 회피하기 위해 처리 중에 필요한 양의 가공(예를 들어, 냉간 가공)의 획득을 위해 허용되는 충분한 두께를 또한 가져야 한다. 이러한 관점에서, 그리고 단지 예로서만, 슬래브는 약 76.2 내지 약 279 mm(약 3 내지 약 11 인치)의 두께, 약 76.2 내지 약 279 mm(약 3 내지 약 11 인치)의 폭, 및 약 457 mm 내지 약 5080 mm(약 18 인치 내지 약 200 인치) 이상의 길이를 가질 수 있다. 슬래브의 단면은 직사각형, 정사각형, 8각형, 이중 8각형, 또는 원형일 수 있다. 여기서 주어지는 치수는 정사각형 또는 직사각형 단면에 대한 것이다. 슬래브 (또는 영역)의 전체 폭 및 두께가 대체로 유사한, 유사한 치수가 비직사각형 형상에 대해 사용될 수 있다.

<42> 슬래브는 튼 절단과 같은 종래의 금속 절단 기술을 사용하여, 슬래브로 형성된 후 또는 그 후의 임의의 시점에서 복수의 슬래브로 분할될 수 있다. 분할되는 슬래브의 개수는 초기 길이 및 마무리된 금속 물품(들)의 원하는 치수에 의존한다. 예를 들어, 3810 내지 5080 mm(150 내지 200 인치)의 길이를 갖는 슬래브는 예를 들어 762 mm(30 인치)와 같이, 508 내지 1016 mm(20 내지 40 인치)의 길이를 각각 갖는 복수의 슬래브로 분할될 수 있다. 바람직하게는, 슬래브는 압연 면, 바람직하게는 51.8 mm(0.040 인치) 이내로 편평한 2개의 대향 압연 표면을 구비하여, 114 내지 152 mm(4.5 내지 6 인치)의 두께, 114 내지 152 mm(4.5 내지 6 인치)의 폭, 762 mm(30 인치)의 길이를 갖는다. 본 발명의 목적에 대한 다른 치수가 사용될 수 있다. 예를 들어, 실질적인 정사각형 단면을 갖는 직사각형 형태가 127 mm(5 인치) x 127 mm(5 인치) x 762 mm(30 인치) 초과와 길이의 치수를 가질 수 있다. 슬래브(들)은 선택적으로 전술한 바와 동일한 방식으로 기계 세척될 수 있다. 예를 들어, 두께를 형성하는 2개의 측면들이 기계 세척될 수 있고, 총 6.35 mm(0.250 인치)가 제거될 수 있다 (각각의 측면 상에서 3.18 mm(0.125 인치)). 하나 이상 또는 모든 표면이 선택적으로 세척될 수 있다. 슬래브는 선택적으로 응력 제거, 부분적인 재결정화, 및/또는 완전한 재결정화를 달성하기 위해, 예를 들어 보호 환경 내에서 1회 이상 열처리(예를 들어, 풀림)될 수 있다 (예를 들어, 불활성 또는 진공 풀림될 수 있다). 사용될 수 있는 풀림 조건은 본 명세서에서 후술된다. 슬래브(들)은 그 다음에 중간 플레이트를 형성하기 위한 적어도 제1 압연을

받을 수 있고, 제1 압연은 복수의 압연 패스를 포함할 수 있다. 방법은 옵션으로서, 중간 플레이트를 금속 플레이트로 형성하기 위한 제2 압연을 받게 하는 단계를 더 포함할 수 있고, 제2 압연은 복수의 압연 패스를 포함할 수 있고, 제2 압연의 각각의 압연 패스는 바람직하게는 약 0.06 이상(예를 들어, 패스마다 0.06 내지 0.35, 패스마다 0.06 내지 0.25, 패스마다 0.06 내지 0.18, 패스마다 0.06 내지 0.16, 패스마다 0.06 내지 0.15, 패스마다 0.06 내지 0.13, 패스마다 0.06 내지 0.12, 패스마다 0.06 내지 0.10, 패스마다 0.08 내지 0.18, 패스마다 0.09 내지 0.17, 패스마다 0.1 내지 0.15), 또는 패스마다 예를 들어 약 0.12 이상 또는 예를 들어 약 0.35 이하의 진변형률 감소를 부여한다. 제2 압연의 최종 압연 패스는 선택적으로 다른 압연 패스에 의해 부여되는 진변형률 감소 이상의 진변형률 감소를 부여할 수 있다. 제2 압연의 압연 패스들 중 적어도 하나 (및 바람직하게는 전부)는 제1 압연의 압연 패스들 중 적어도 하나에 대해 횡단 방향일 수 있다. 제1 및/또는 제2 압연의 압연 패스들은 다방향성, 시계방향 압연 동일 수 있다. 압연 단계는 냉간 압연 또는 중온 압연 또는 열간 압연 또는 이러한 압연 단계들의 다양한 조합일 수 있다. 진변형률의 정의는 $\epsilon = \ln(t_i/t_f)$ 이고, 여기서 ϵ 는 진변형률 또는 진변형률 감소이고, t_i 는 플레이트의 (수축 이전의) 초기 두께이고, t_f 는 플레이트의 (수축 이후의) 최종 두께이고, \ln 은 비율의 자연 대수(log)이다.

<43> 하나 이상의 실시예에서, 제1 압연 및/또는 제2 압연의 각각의 후속 압연 패스는 선행 압연 패스의 진변형률 감소의 25% 이내일 수 있고, 선행 압연 패스의 20% 이내 또는 15% 이내, 또는 10% 이내, 또는 7% 이내, 또는 5% 이내, 또는 2.5% 이내, 또는 1% 이내일 수 있다. 예를 들어, 후속 압연 패스의 진변형률 감소는 선행 압연 패스의 진변형률 감소와 동일하거나 거의 동일할 수 있거나, 선행 압연 패스의 진변형률 감소의 0.5% 내지 25% 이내 또는 1% 내지 20% 이내 또는 1.5% 내지 15% 이내일 수 있다. 선행 압연 패스의 진변형률 감소에 가까운 다음의 또는 후속 압연 패스의 진변형률 감소의 이러한 옵션은 금속 내의 더욱 균일한 조직 및/또는 결정립 크기에 기여할 수 있다.

<44> 기술된 바와 같이, 각각의 슬래브는 다음의 기준에 따라 하나 또는 다수의 스퍼터링 타겟 블랭크를 생산하기 위한 원하는 규격 및 크기의 플레이트를 제조하기 위해 압연(예를 들어, 냉간 압연, 중온 압연, 열간 압연)된다. 슬래브는 슬래브와 원하는 마무리된 플레이트 사이의 두께를 갖는 중간 플레이트를 형성하도록 압연된다. 예를 들어, 중간 플레이트는 약 7.62 내지 약 38.1 mm(약 0.3 내지 약 1.5 인치)의 두께를 가질 수 있다. 중간 플레이트의 두께는 중간 규격으로부터 마무리된 규격으로의 압연 시에 부여되는 진변형률이 약 0.35 이상, 및 바람직하게는 약 0.50 이상, 또는 대체로 적어도 하나의 실시예에서, 슬래브를 중간 규격으로부터 최종 규격으로 압연할 때 부여되는 총 진변형률의 약 0.35 내지 약 1.0과 같이, 1.0 이하가 될 수 있도록 되어 있다. 제2 압연의 최종 압연은 임의의 다른 압연 패스에 의해 부여되는 진변형률 감소 이상인 진변형률 감소를 부여할 수 있다. 예를 들어, 57.2 mm(5.25") 슬래브를 2.86의 총 진변형률 감소를 나타내는 7.62 mm(0.300")의 두께를 갖는 마무리된 플레이트로 냉간 압연하기 위해, 14.5 mm(0.569")의 두께를 갖는 중간 플레이트로부터 압연된 마무리된 플레이트는 중간 규격으로부터 마무리된 규격으로의 압연 시에 부여되는 0.64의 진변형률을 갖는다. 유사하게, 예를 들어, 24.1 mm(0.950")의 두께를 갖는 중간 플레이트로부터 압연된 마무리된 플레이트는 슬래브로부터 중간 플레이트로 압연할 때 부여되는 약 1.71의 진변형률과 함께, 중간 규격으로부터 최종 규격(7.62 mm(0.300"))으로의 압연 시에 부여되는 1.15의 진변형률을 갖는다. 본 발명의 목적을 위해, 본 발명에서 설명되는 각각의 압연 단계는 냉간 압연 단계, 중온 압연 단계, 또는 열간 압연 단계, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 또한, 각각의 압연 단계는 하나 이상의 압연 단계를 포함할 수 있고, 하나 이상의 압연 단계가 특정 단계 내에서 사용되면, 복수의 압연 단계는 모두 냉간 압연, 중온 압연, 및/또는 열간 압연일 수 있거나, 다양한 냉간 압연, 중온 압연, 및/또는 열간 압연 단계의 혼합일 수 있다. 이러한 용어들은 본 기술 분야의 숙련자가 이해한다. 냉간 압연은 전형적으로 압연 중에 주위 온도 이하에 있고, 중온 압연은 전형적으로 주위 온도 위로 10°C 내지 약 25°C와 같이, 주위 온도보다 약간 위에 있고, 열간 압연은 전형적으로 주위 온도보다 25°C 이상 높고, 온도는 금속의 온도이다. 본 발명에서, 직사각형 슬래브와 같은 슬래브의 압연은 임의의 압연 계획 및 압연 방향에 의해 달성될 수 있다. 예를 들어, 슬래브의 압연은 교차 또는 횡단 압연에 의해 달성될 수 있다. 2개 이상의 방향으로의 압연에 의해 달성되는 수축은 각각의 방향에 대해 동일할 수 있거나 각각의 방향에 대해 다를 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에서, 슬래브는 예를 들어 도1A 및 도1B에 도시된 바와 같이, 2개의 방향, 예를 들어 길이 방향 및 폭 방향으로 횡단 압연을 받을 수 있다. 이들 각각의 방향으로의 압연은 슬래브의 두께의 동일한 % 수축을 달성하는 관점에서 유사할 수 있거나, 압연은 일 방향으로의 % 수축이 다른 방향에서보다 더 크도록 다를 수 있다. "제1 압연"은 모두 동일한 방향이거나 상이한 방향일 수 있다. 또한, "제2 압연"은 모두 동일한 방향이거나 상이한 방향일 수 있다. 제1 압연은 제2 압연과 다른 방향일 수 있다. 예를 들어, 교차 또는 횡단 압연 시에, 제1 압연은 모두 일 방향일 수 있고, 제2 압연은 제1 압연으로부터 90° 일 수 있다. 추가의 예로서, (두께의 % 수축에 대한) 일 방향으로의 진변형률 % 감소는 일 방향 대 다

른 방향에서, 100% 이상, 150% 이상, 200% 이상, 250% 이상, 300% 이상, 350% 이상, 또는 400% 이상(예를 들어, 100% 내지 500%, 또는 150% 내지 400%)일 수 있다. 예를 들어, (폭을 따른) 폭 방향으로의 % 수축은 (길이를 따른) 길이 방향에서보다 50% 내지 400% 더 클 수 있다. 추가의 예로서, 일 방향으로의 수축은 60% 내지 300% 또는 약 50% 내지 약 85% 또는 약 70% 이상의 정도일 수 있고, 이러한 퍼센트 수축은 압연 이전의 슬래브의 시작 두께의 수축에 관련된다. 하나 이상의 실시예에서, 바람직하게는 직사각형인 슬래브는 금속 물품의 최종 두께보다 약 5배 내지 약 20배 더 두꺼운 것과 같이, 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 5배 더 두껍거나, 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 10배 더 두껍거나, 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 15배 더 두껍거나, 금속 물품의 최종 두께보다 적어도 20배 더 두꺼운, 제1 압연 이전의 두께를 갖는다. 또한, 본 발명의 목적을 위해, 금속의 임의의 가공 이전에 또는 금속의 임의의 가공(예를 들어, 압연 등) 이후에, 금속 재료는 각각의 가공 단계에서 1회 이상(예를 들어, 1, 2, 3, 4회 또는 그 이상) 열처리(예를 들어, 풀림)될 수 있다. 이러한 열처리는 응력 제거, 및/또는 부분적이거나 완전한 재결정화를 달성할 수 있다.

<45> 대형 슬래브를 중간 플레이트로 압연할 때, 중간 플레이트에서 균일한 가공을 획득하기 위해 각각의 압연 패스에서 대량의 변형을 감소를 취하는 것은 종종 실질적이지도 않고 필요하지도 않다. 슬래브로부터 중간 플레이트로의 압연의 하나의 목적은 제어되며 반복 가능한 공정에 의해 중간 성형체를 제조하는 것이다. 중간 성형체는 스퍼터링 타겟 블랭크와 같은 하나 이상의 금속 물품을 생산하기에 충분한 크기의 마무리 플레이트 또는 플레이트들로 압연될 수 있기에 충분한 크기일 수 있다. 슬래브로부터 중간 플레이트로의 수축의 비율이 슬래브들 간에 반복 가능하며, 슬래브의 측방향 확장량이 슬래브로부터의 제품의 생산을 최적화하기 위해 제한되도록, 공정을 제어하는 것이 바람직하다. 작업편의 길이가 허용 한도를 넘어 확장되면, 중간 플레이트를 목표 규격 범위로 압연하며 동시에 제품 수율을 최적화하기 위해 필요한 최소 폭을 획득하는 것이 어렵다. 적어도 하나의 실시예에서, 중간 플레이트는 적어도 약 10% 이상(예를 들어, 10% 내지 50%, 또는 15% 내지 45%, 또는 20% 내지 40%)만큼 슬래브의 길이보다 더 큰 길이를 갖는다.

<46> 슬래브를 중간 플레이트로 압연하는 공정은 각각의 압연 패스마다 소량의 수축을 취하는 것에서 시작할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서의 표1 내지 표3을 참조하기 바란다. 슬래브를 중간 플레이트로 압연하기 위한 압연 계획이 패스마다 원하는 진변형률 감소를 목표로 하여 정의될 수 있지만, 그러한 접근은 실시하고, 모니터링하고, 순응성을 검증하는 데 있어서 어렵고 시간이 걸린다. 더욱 바람직한 접근은 압연기 갭 설정의 변화에 의해 정의되는 압연 계획을 사용하여 슬래브를 중간 플레이트로 압연하는 것이다. 본 명세서의 표1 내지 표3을 참조하기 바란다. 공정은 소정의 압연기 갭 설정에 도달하도록 1회 또는 2회의 "크기 결정 패스"를 취하는 것에서 시작하고, 그 다음에 패스마다 소정량만큼 압연기 갭을 감소시킨다. 각각의 압연 패스에서의 압연기 갭 설정의 변화는 일관되게 유지되거나, 순차적으로 증가되거나, 증분식으로 증가될 수 있다. 작업편의 두께가 중간 플레이트에 대한 목표 두께에 접근함에 따라, 압연기 갭 설정의 변화는 원하는 중간 플레이트 폭 및 두께 범위를 획득하기 위해 압연기 조작자 판단에 따라 변화될 수 있다.

<47> 슬래브를 중간 플레이트로 압연할 때, 작업편의 측방향 확장량을 제한하기 위해 주의를 기울여야 한다. 측방향 확장은 편평화 패스를 취함으로써 발생할 수 있고, 따라서 편평화 패스의 횡수 및 편평화 패스마다 부여되는 변형률의 양이 최소화되어야 한다. 편평화 패스의 총 횡수는 1 내지 20회, 또는 1 내지 10회, 또는 1 내지 5회일 수 있다. 또한, 소정 각도에서 작업편을 압연기 내로 공급하는 것은 바람직하지 않다. 작업편을 압연기 내로 공급하기 위한 푸셔 바아의 사용이 요구된다.

<48> 옵션으로서, 예를 들어 광측면(broadside) 압연(들)일 수 있는 제1 압연 후에, 압연 방향으로의 치수는 증가할 것이고, 하나 이상의 실시예에서, 압연 방향으로의 치수는 크게 증가할 것이다. 예를 들어, 제1 압연이 폭 방향이거나 폭 방향을 따르면, 폭은 100% 내지 1,000% 이상 증가할 수 있다. 이는 예일 뿐이다. 압연 방향으로의 치수가 극적으로 증가하면, 옵션으로서, 압연된 슬래브 또는 중간 플레이트는 그 다음에 선택적으로 둘 이상의 중간 플레이트로 분할될 수 있다. 추가의 예로서, 치수가 증가한 압연 방향으로, 중간 플레이트는 최종 제품의 원하는 최종 치수에 따라, 1/2, 1/3, 1/4로 분할될 수 있다. 추가의 예로서, 폭은 제1 압연 후에 약 1270 mm(50 인치)일 수 있고, 모서리를 제거한 후에, 중간 플레이트는 각각의 절단된 중간 플레이트의 폭이 약 508 mm(20 인치)가 되도록 절단될 수 있다. 또한, 옵션으로서, 롤러로 진입한 플레이트의 전방 모서리(또는 선단부) 및 후방 모서리(또는 후단부)가 제거될 수 있다. 때때로, 이러한 모서리는 압연 중에 플레이트의 모서리(전방 및 후방)에 발생하는 성형에 의한 "파이프"로 불린다. 이러한 "파이프" 섹션은 전방 모서리 및 후방 모서리로부터 제거될 수 있고, 때때로 압연 방향으로 전체 치수의 1% 내지 15%에 이를 수 있다. 예를 들어, 약 1016 mm(40 인치)의 폭은 각각의 모서리 상에서 제거된 127 mm(5 인치)의 "파이프" 섹션을 가질 수 있다. 제1 압연 이후에, 중간 플레이트는 선택적으로 후술되는 조건을 사용하여 열처리 또는 풀림될 수 있다.

- <49> 제2 선택적 압연 후에, 옵션으로서, 전방 모서리, 후방 모서리, 또는 이들 모두 상의 "과이프" 섹션은 제1 압연 후에 발생하는 "과이프" 섹션에 대해 전술한 바와 동일한 방식으로 제거될 수 있다. 또한, 제1 및/또는 제2 압연 이후에, 플레이트는 후술하는 방식으로 풀림될 수 있다. 또한, 플레이트는 최종 제품에 기초한 바람직한 치수로 분할될 수 있다. 예를 들어, 재료는 원하는 크기로 전단되거나 제트 절단될 수 있다. 또한, 임의의 변형 단계 이후에 또는 임의의 변형 단계 이전에, 슬래브 또는 플레이트와 같은 금속은 2개의 대향 압연 표면들이 0.508 mm(0.020 인치) 이하와 같은 1.27 mm(0.050 인치) 이내, 또는 0.254 mm(0.010 인치) 이내(예를 들어, 0.0254 mm(0.001 인치) 내지 1.27 mm(0.050 인치) 이하, 또는 0.127 mm(0.005 인치) 내지 0.508 mm(0.020 인치) 이하)로 편평하도록, 금속의 하나 이상의 표면을 가로질러 더욱 균일한 편평도를 달성하기 위해 평탄 압연될 수 있다.
- <50> 임의의 변형 단계 및/또는 세척/세정 단계 및/또는 분할/절단 단계 이전 및/또는 이후에, 금속은 1회 이상(예를 들어, 1, 2, 3, 4회, 또는 그 이상) 풀림될 수 있다. 풀림은 바람직하게는 5×10^{-4} 토르 이상의 진공 내에서, 금속의 회복 또는 완전한 재결정화를 보장하기에 충분한 온도에서, 충분한 시간 동안, 달성된다. 다른 풀림 조건이 사용될 수 있다. 금속은 선택적으로, 바람직하게는 과도한 불균일한 결정립 성장 또는 2차 재결정화가 없이, 응력 제거 및/또는 부분적이거나 완전한 재결정화를 달성하기 위해, 약 700 내지 1500°C 또는 약 850 내지 약 1500°C에서 약 10 내지 30분 또는 약 24시간 이상 동안, 더욱 바람직하게는 약 1050 내지 약 1300°C의 온도에서 1 - 3시간 이상 동안 풀림될 수 있다. 다른 시간 및 온도가 사용될 수 있다. 풀림 온도는 오븐 또는 노 내의 온도를 말한다.
- <51> 중간 플레이트를 마무리된 플레이트로 압연하는 목적은 풀림 후에 재료 내에서 미세하고 균일한 결정립 구조 및 조직을 획득하기 위해 플레이트의 두께를 통해 균질 변형률을 획득하도록 패스마다 충분한 진변형률을 부여하는 것이다. 적어도 하나의 실시예에서, 중간 플레이트 두께를 마무리된 플레이트 두께로 감소시키는 데 있어서 각각의 압연 패스에서 최소 0.06의 진변형률 감소(예를 들어, 0.06 내지 0.19 또는 0.06 내지 0.18, 0.06 내지 0.15, 또는 0.06 내지 0.12)를 부여하는 것이 바람직하다. 제2 수축 압연 공정 중의 압연 방향이 중간 플레이트의 제1 압연 방향에 대해 직교하는 것이 바람직하다. 그러나, 슬래브로부터 마무리된 플레이트로의 직선 압연, 또는 중간 플레이트의 마무리된 플레이트로의 시계방향 압연이 가능하다.
- <52> 각각의 중간 플레이트는 그 다음에 패스마다 정의된 최소 진변형률을 갖는 압연 계획을 사용하여 원하는 치수의 마무리된 플레이트로 압연(예를 들어, 냉간 압연)될 수 있다. 로트 간에 공정 및 제품 일관성을 보장하기 위해, 대량 축소 패스의 횟수, 및 각각의 패스의 허용 가능한 진변형률 감소 범위가 (예를 들어, 표1 - 표3에 도시된 바와 같이) 미리 정의되는 것이 바람직하다. 또한, 압연 이후의 플레이트의 과도한 만곡을 방지하기 위해, 최종 압연 패스가 이전의 압연 패스보다 더 큰 진변형률 감소를 부여하는 것이 유익하다. 중간 플레이트를 최종 제품으로 압연하기 위한 계획의 일 예는 다음과 같다: 10.2 mm - 25.4 mm(0.4 - 1.00")의 두께 범위를 갖는 중간 플레이트 로트가 패스당 0.06 - 0.22 진변형률 또는 패스당 0.06 내지 0.18 진변형률의 5회 수축 패스에 의해 7.62 mm(0.300")의 목표 규격으로 압연될 수 있다.
- <53> 임의의 시점 또는 스테이지에서, 슬래브, 중간 플레이트, 및/또는 마무리된 플레이트는 편평하고 평행한 면들을 갖도록 처리될 수 있다. 압연 면이 표면을 오염시키거나 표면 내로 이물질을 매립하지 않는 방식으로 처리되는 것이 바람직하다. 밀링 또는 플라이 커팅과 같은 가공 방법이 편평하며 평행한 압연 면을 제조하기 위한 바람직한 방법이다. 연삭 또는 래핑과 같은 다른 방법이 사용될 수 있고 (예를 들어, 블랭차드(Blanchard), 매티슨(Mattison), 고켈(Gockel), 또는 리폼(Reform)으로부터의 기계의 사용), 강력한 산세정(pickling)과 같은 후속 세척 작업이 임의의 매립된 오염물을 제거하기 위해 모든 표면으로부터 예를 들어 약 25.4 μ m(0.001")를 제거하기 위해 사용될 수 있다.
- <54> 임의의 시점 또는 스테이지에서, 슬래브, 중간 플레이트, 및/또는 마무리된 플레이트는 그 다음에 오일 및/또는 산화물 잔류물과 같은 표면 상의 임의의 이물질을 제거하기 위해 세척될 수 있다. 미국 특허 제6,348,113호에 설명된 바와 같은 불화수소산, 질산, 및 탈이온수의 산세정 용액이 충분하다. 기술된 바와 같이, 슬래브, 중간 플레이트, 및/또는 마무리된 플레이트 및/또는 금속 물품은 과도한 불균일한 결정립 성장 또는 2차 재결정화가 없이, 응력 제거 및/또는 부분적이거나 완전한 재결정화를 달성하기 위해, 진공 또는 불활성 분위기 내에서, 예를 들어 700 - 1500°C 또는 850 - 1500°C의 온도로 약 10 - 30분 또는 약 24시간 이상 동안, 더욱 바람직하게는 약 1050 내지 약 1300°C의 온도로 2 - 3시간 동안 풀림될 수 있다.
- <55> 도2 및 도3은 본 발명의 여러 실시예에 따라 궁극적으로 플레이트(100)를 생산하기 하기 위한, 금속 잉곳(10), 예를 들어 탄탈 또는 니오븀의 변형의 여러 실시예를 도시한다. 금속 잉곳(10)은 먼저 예를 들어 (예를 들어,

화살표에 의해 표시된 바와 같은) 단조(프레스 단조)에 의해 변형되어, 슬래브(20)를 형성할 수 있다. 슬래브(20)는 제1 치수(L), 상기 제1 치수(L)에 대해 수직인 제2 치수(W), 및 제2 치수(W)의 15% 이내일 수 있는, 제2 치수(W)에 대해 수직인 제3 치수(T)를 갖는 직사각형 형상일 수 있다. 슬래브(20)는 선택적으로 설명된 바와 같이 폴립될 수 있다. 슬래브(20)는 선택적으로 도2에 도시된 바와 같이 슬래브(20)의 W 및 T를 갖는 다수의 슬래브(25)로 분할될 수 있다. (미분할) 슬래브(20) 또는 분할된 슬래브(25)는 2개의 방향 (또는 2개 이상의 방향)으로 압연되어, 중간 플레이트를 형성하고 그 다음에 마무리된 플레이트(30)를 형성할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 슬래브의 변형은 바람직하게는 분과 압연기를 사용하여, 슬래브를 분과 압연함으로써 달성될 수 있다. 마무리된 플레이트는 도3에 도시된 바와 같이 복수의 플레이트로 분할될 수 있다. 벨브 금속을 다방향으로 변형시키는 것은 예를 들어 도1a 및 도1b에 도시된 바와 같은, 하나 이상의 방향으로의 슬래브의 횡단 압연과 대조적일 수 있다. 횡단 압연 공정에서, 금속 작업편(90)은 제1 방향(A)으로 압연되고, 그 다음에 제1 방향(A)에 대해 직교하는 제2 방향(B)으로 압연되어, 길이 및 폭이 증가되고 최소 치수(예를 들어, 두께)가 감소된다. 따라서, 횡단 압연은 금속 작업편을 원하는 두께로 편평화하는 효과를 갖는다. 다방향 변형은 또한 예를 들어 미국 특허 출원 공개 제US2002/0112789 A1호에 도시된 바와 같이, 금속 작업편을 이전의 형태로 복원하거나 실질적으로 복원하는 중복(redundant) 단조와 다르다. 플레이트(30) 또는 분할된 플레이트(100)는 본 명세서에서 참조로 전체적으로 합체된, 미국 특허 제6,348,113 B1호(미켈러 등) 및 미국 특허 출원 공개 제2003/0037847 A1호, 제2003/0019746 A1호, 제2002/0157736 A1호, 제2002/0072475 A1호, 및 제2002/002695 A1호에 설명된 바와 같이 스퍼터 타겟으로 추가로 처리될 수 있다. 스퍼터 타겟 또는 타겟 블랭크는 예를 들어 평면 또는 원통형(예를 들어, 중공 음극 마그네트론)일 수 있고, 또한 지지 플레이트에 결합 또는 부착될 수 있다.

<56> 도11은 구체적인 예로서, 원재료를 EB 용융로 내에서 (2회와 같은, 1회 이상) 용융시켜 잉곳을 형성하는 것에서 시작하여 그 후에 기계 세척하는 금속의 처리를 설명한다. 잉곳은 그 다음에 단조되고, 재분할되고, 그 다음에 기계 세척될 수 있다. 기계 세척된 분할 슬래브는 그 다음에 광측면 압연될 수 있고, 그 다음에 "파이프" 섹션이 제거될 수 있다. 또한, 제1 압연으로부터 형성된 중간 플레이트는 도시된 바와 같이 재분할될 수 있다. 그 다음에, 절단된 중간 플레이트는 회전되어 횡단 압연될 수 있고, 그 후에 플레이트는 원하는 크기로 절단될 수 있다. 폴립은 이러한 공정의 임의의 스테이지에서 발생할 수 있고, 도11은 단지 예시적인 목적으로, 다양한 시작 직경, 치수, 및 최종 치수, 및 퍼센트 수축을 도시한다.

<57> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 마무리된 변형된 금속 물품은 복수의 스퍼터 타겟, 바람직하게는 하나 이상의 시험 또는 품질 제어 샘플을 형성하도록 분할되기에 충분한 치수를 가질 수 있다. 마무리된 금속 물품은 임의의 형상일 수 있고, 바람직하게는 실질적으로 직사각형 형상이다. 예를 들어, 길이는 305 mm(12 인치) 내지 1270 mm(50 인치) 이상일 수 있고, 폭은 305 mm 내지 2540 mm(12 인치 100 인치) 이상일 수 있고, 두께는 2.54 mm 내지 25.4 mm(0.1 내지 1 인치) 또는 2.54 내지 20.3 mm(0.1 내지 0.8 인치) 또는 2.54 내지 12.7 mm(0.1 내지 0.5 인치)일 수 있다. 바람직하게는, 직사각형은 1067 mm(42 인치) x 2134 mm(84 인치), 508 mm(20 인치) x 2134 mm(84 인치), 또는 610 mm(24 인치) x 914 mm(36 인치)이다. 바람직하게는, 금속은 약 2.54 내지 약 20.3 mm(0.1 내지 약 0.8 인치), 더욱 바람직하게는 약 6.35 mm 내지 약 11.7 mm(약 0.25 인치 내지 약 0.46 인치)의 공칭 두께를 갖는다.

<58> 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 따른 벨브 금속의 변형은 약 250 마이크로미터 미만의 평균 결정립 크기 및/또는 (100) 조직 밴드 또는 다른 (x y z) 조직 밴드가 실질적으로 없는 조직을 갖는 슬래브를 제조할 수 있다. 슬래브는 바람직하게는 약 5 내지 100 마이크로미터 또는 약 20 내지 약 150 마이크로미터, 또는 더욱 바람직하게는 50 마이크로미터 이하의 평균 결정립 크기를 갖는다. 평균 결정립 크기는 5 내지 75 마이크로미터, 또는 5 내지 50 마이크로미터, 또는 5 내지 35 마이크로미터, 또는 5 내지 25 마이크로미터, 또는 5 내지 20 마이크로미터일 수 있다.

<59> 본 발명의 적어도 하나의 실시예에서, 방법은 열처리 및/또는 기계적 처리될 수 있는 슬래브, 압연된 슬래브, 플레이트, 및/또는 마무리된 플레이트를 구획하는 단계를 더 포함한다. 구획은 슬래브, 압연된 슬래브 또는 플레이트 또는 마무리된 플레이트를 소정 개수의 압연 조각으로 분리함으로써 달성될 수 있다. 구획은 예를 들어 절단, 기계가공, 워터 제트 절단, 펀치 프레스, 플라즈마 절단, 화염 절단, 밀링, 연삭, 톱질, 레이저 절단, 보링, 전극 방전 가공, 또는 이들의 임의의 조합에 의한 것일 수 있다. 분할된 조각들 중 하나 이상은 특히 시험 또는 품질 제어 샘플로서 사용하도록 크기가 결정된다.

<60> 또한, 본 발명은 선택적으로, 복수의 스퍼터링 타겟 블랭크 또는 구성요소를 생산하기에 충분한 크기의, 고순도 금속 플레이트 (또는 다른 유형의 금속 플레이트)를 제조하는 방법에 관한 것이다. 바람직하게는, 결과적인 금

속, 예를 들어 마무리된 플레이트(예를 들어, 탄탈)는 미세하고 균일한 미세 구조를 갖는다. 평균 결정립 크기는 5 내지 75 마이크로미터, 또는 5 내지 50 마이크로미터, 또는 5 내지 35 마이크로미터, 또는 5 내지 25 마이크로미터, 또는 5 내지 20 마이크로미터일 수 있다. 예를 들어, 밸브 금속과 같은 결과적인 금속은 18 마이크로미터 이하, 또는 15 마이크로미터 이하와 같이, 약 150 마이크로미터 이하, 또는 약 75 마이크로미터 이하, 또는 50 마이크로미터 이하의 평균 결정립 크기, 및/또는 예를 들어 (100) 조직 밴드 또는 다른 (x y z) 조직 밴드와 같은 조직 밴드가 실질적으로 없는 조직을 가질 수 있다. 결과적인 금속은 조직 구배가 없거나 실질적으로 없을 수 있다. 결과적인 금속은 미세결정화 밴드가 실질적으로 없을 수 있다. 결과적인 금속은 (100), (111), (111):(100)과 같은 혼합 조직 등과 같은, 표면 상의 그리고/또는 두께 전체에 걸친 균일한 조직을 가질 수 있다. 조직은 1차 (111), 또는 1차 (100) 조직, 또는 혼합된 (111):(100) 조직과 같은 1차 조직일 수 있고, 이들 모두는 바람직하게는 표면 상에서 그리고/또는 두께 전체에 걸쳐 균일하다. 조직은 바람직하게는 두께를 통해, 균일한 무작위 (또는 비우세) 조직과 같이, 무작위적일 수 있다. 무작위성은 금속 전체에 걸쳐 실질적으로 일관된 것이 바람직한 조직의 임의의 비율을 가질 수 있다. 본 발명의 목적을 위해, 본 발명은 다른 밸브 금속(예를 들어, 니오븀) 및 다른 금속 및 이들의 합금을 포함한, 다른 금속에 동등하게 적용된다는 것을 이해하면서, 탄탈 금속이 예시적인 목적으로만 본 출원 전체에 걸쳐 설명된다.

<61> 슬래브, 중간 플레이트, 마무리된 플레이트, 금속 물품 및/또는 스퍼터링 타겟과, 잉곳을 포함한 임의의 다른 구성요소에 대해, 이러한 재료는 존재하는 금속에 대해 임의의 순도를 가질 수 있다. 예를 들어, 순도는 99.95% 내지 99.99995% 또는 99.99% 내지 99.999%와 같이, 존재하는 금속에 대해 적어도 99%, 적어도 99.5%, 적어도 99.9%, 적어도 99.95%, 적어도 99.99%, 적어도 99.995% 또는 적어도 99.999% 순도와 같이, 95% 이상일 수 있고, 여기서 %는 금속, 및 금속 불순물의 부재를 말한다. 예를 들어, 이러한 순도는 탄탈 금속 슬래브에 적용되고, 슬래브는 더 높은 순도에 대해 99% 순수 탄탈 등이다. 금속 물품 또는 마무리된 플레이트는 본 명세서에서 언급된 금속 순도, 조직, 및/또는 결정립 크기의 임의의 조합을 가질 수 있다. 또한, 시작 잉곳 또는 슬래브는 2000 마이크로미터 이하, 더욱 바람직하게는 1000 마이크로미터 이하, 더욱 바람직하게는 500 마이크로미터 이하, 또는 훨씬 더 바람직하게는 150 마이크로미터 이하와 같은 임의의 평균 결정립 크기를 가질 수 있다.

<62> 또한, 슬래브가 전형적으로 제조되는 시작 슬래브 또는 잉곳과, 중간 플레이트와 같은 슬래브의 가공으로부터 생성되는 다른 후속 구성요소의 조직에 대해, 조직은 슬래브와 같은 재료의 표면 상에서 그리고/또는 두께 전체에 걸쳐, 1차 (100) 또는 1차 (111) 조직 또는 혼합된 (111):(100) 조직 (또는 다른 혼합되고 그리고/또는 무작위적인 조직)과 같은 임의의 조직일 수 있다. 바람직하게는, 슬래브와 같은 재료는 조직이 1차 (111) 또는 혼합된 (111):(100) 조직일 때, (100) 조직 밴드와 같은 임의의 조직 밴드를 갖지 않는다.

<63> 본 발명의 일 실시예에서, 본 발명의 공정으로부터 생성된 제품은 바람직하게는 플레이트, 또는 스퍼터 타겟과 같은 금속 물품을 생성하고, 존재하는 모든 결정립의 적어도 95%는 존재하는 모든 결정립의 95%에서, 100 마이크로미터 이하, 또는 75 마이크로미터 이하, 또는 50 마이크로미터 이하, 또는 35 마이크로미터 이하, 또는 25 마이크로미터 이하이다. 평균 결정립 크기는 5 내지 75 마이크로미터, 또는 5 내지 50 마이크로미터, 또는 5 내지 35 마이크로미터, 또는 5 내지 25 마이크로미터, 또는 5 내지 20 마이크로미터일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 본 발명의 공정으로부터 생성된 제품은 플레이트 또는 스퍼터 타겟을 생성하고, 존재하는 모든 결정립의 적어도 99%는 100 마이크로미터 이하 또는 75 마이크로미터 이하 또는 50 마이크로미터 이하, 더욱 바람직하게는 35 마이크로미터 이하, 훨씬 더 바람직하게는 25 마이크로미터 이하이고, 평균 결정립 크기는 5 내지 75 마이크로미터, 또는 5 내지 50 마이크로미터, 또는 5 내지 35 마이크로미터, 또는 5 내지 25 마이크로미터, 또는 5 내지 20 마이크로미터일 수 있다. 바람직하게는, 존재하는 모든 결정립의 적어도 99.5%는 이러한 원하는 결정립 구조를 갖고, 더욱 바람직하게는 존재하는 모든 결정립의 적어도 99.9%는 이러한 결정립 구조, 즉 100 마이크로미터 이하, 75 마이크로미터 이하, 50 마이크로미터 이하, 더욱 바람직하게는 35 마이크로미터 이하, 훨씬 더 바람직하게는 25 마이크로미터 이하를 갖고, 평균 결정립 크기는 5 내지 75 마이크로미터, 또는 5 내지 50 마이크로미터, 또는 5 내지 35 마이크로미터, 또는 5 내지 25 마이크로미터, 또는 5 내지 20 마이크로미터일 수 있다. 낮은 결정립 크기의 이러한 높은 백분율의 결정은 바람직하게는 결정립 구조를 도시하는 현미경 사진 상에서 무작위적으로 선정된 500개의 결정립을 측정하는 것에 기초한다. 플레이트 및/또는 금속 물품의 평균 결정립 크기는 약 5 내지 약 100 마이크로미터, 또는 약 10 마이크로미터 내지 약 75 마이크로미터와 같이, 약 150 마이크로미터 이하일 수 있다.

<64> 바람직하게는, 밸브 금속 플레이트는 표면 상의 1차 (111) 또는 1차 (100) 또는 혼합된 (111):(100) 조직 및/또는 그의 두께 전체에 걸친 전이된 1차 (111), 전이된 1차 (100) 또는 혼합된 전이 (111):(100)을 갖는다.

- <65> 또한, 플레이트 (및 스퍼터 타겟)이 바람직하게는 제조되고, 제품은 플레이트 또는 타겟의 표면 상에서 마블링이 실질적으로 없다. 마블링이 실질적으로 없는 것은 바람직하게는 플레이트 또는 타겟의 표면의 표면적의 25% 이하가 마블링을 갖지 않는 것, 더욱 바람직하게는 플레이트 또는 타겟의 표면의 표면적의 20% 이하, 15% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 3% 이하, 또는 1% 이하가 마블링을 갖지 않는 것을 의미한다. 마블링은 1차 조직과 다른 조직을 함유하는 패치 또는 큰 밴딩 영역일 수 있다. 예를 들어, 1차 (111) 조직이 존재할 때, 패치 또는 큰 밴딩 영역 형태의 마블링은 전형적으로 플레이트 또는 타겟의 표면 상에 있으며, 플레이트 또는 타겟의 두께 전체에 걸쳐 연장할 수도 있는 (100) 조직 영역이다. 이러한 패치 또는 큰 밴딩 영역은 대체로 플레이트 또는 타겟의 전체 표면적의 적어도 0.25%의 표면적을 갖는 패치로 간주될 수 있고, 플레이트 또는 타겟의 표면 상의 단일 패치에 대해 0.5% 또는 1%, 2%, 3%, 4% 또는 5% 이상과 같이 표면적이 훨씬 더 클 수 있다. 플레이트 또는 타겟의 표면 상의 마블링을 형성하는 하나 이상의 패치가 확실히 있을 수 있다. 상기 미국 특허 출원 제 60/545,617호에서 언급된 비파괴적인 밴딩 시험을 사용하여, 본 출원은 이를 정량적으로 확인할 수 있다. 또한, 플레이트 또는 타겟은 0.60 내지 0.95와 같이, 1% 이하의 밴딩(% 밴딩 영역)을 가질 수 있다. 본 발명은 마블링을 보이는 개별 패치의 크기를 감소시키고 그리고/또는 발생하는 마블링의 전체 패치의 개수를 감소시키는 역할을 한다. 따라서, 본 발명은 마블링에 의해 영향을 받는 표면적을 최소화하고, 발생하는 마블링 패치의 개수를 감소시킨다. 플레이트 또는 타겟의 표면 상의 마블링을 감소시킴으로써, 플레이트 또는 타겟은 플레이트 또는 타겟의 추가의 가공 및/또는 추가의 풀림을 받을 필요가 없다. 또한, 플레이트 또는 타겟의 상부 표면은 마블링 효과를 제거하기 위해 제거될 필요가 없다. 따라서, 본 발명에 의하면, 플레이트 또는 타겟의 물리적 가공이 덜 필요하여, 노동 비용 및 재료 손실을 절감시킨다. 또한, 마블링을 덜 갖는 제품을 제공함으로써, 플레이트 및 더욱 중요하게는 타겟은 재료의 낭비가 없이 균일하게 스퍼터링될 수 있다.
- <66> 본 발명의 금속 플레이트는 0.5% 내지 50%, 또는 0.75% 내지 25% 또는 0.50% 내지 15%와 같이, 스퍼터 또는 화학적 침식 이후의 50% 미만 또는 25% 미만과 같이, 75% 미만의 유광 반점을 갖는 표면적을 가질 수 있다. 바람직하게는, 표면적은 스퍼터 또는 화학적 침식 이후에 10% 미만의 유광 반점을 갖는다. 더욱 바람직하게는, 표면적은 스퍼터 또는 화학적 침식 이후에, 5% 미만의 유광 반점, 더욱 바람직하게는 1% 미만의 유광 반점을 갖는다.
- <67> 본 발명의 목적을 위해, 조직은 또한 (111):(100) 혼합 조직과 같은 혼합 조직일 수 있고, 이러한 혼합 조직은 바람직하게는 플레이트 또는 타겟의 표면 및/또는 두께 전체에 걸쳐 균일하다. 미국 특허 제6,348,113호에 설명된 바와 같은 얇은 필름, 커패시터 캔, 커패시터 등의 형성을 포함한 다양한 용도가 여기서 달성될 수 있고, 반복을 피하기 위해, 이러한 용도 등은 본 명세서에 포함된다. 또한, 미국 특허 제6,348,113호에 설명된 용도, 결정립 크기, 조직, 순도는 본 명세서의 금속에 대해 본 명세서에서 사용될 수 있고, 본 명세서에서 전체적으로 포함되었다.
- <68> 본 발명의 금속 플레이트는 극배향(Ω)의 전체적인 변화를 가질 수 있다. 극배향의 전체적인 변화는 미국 특허 제6,462,339호에 따라 플레이트의 두께를 통해 측정될 수 있다. 극배향의 전체적인 변화를 측정하는 방법은 다 결정질 재료의 조직 균질성을 정량하기 위한 방법과 동일할 수 있다. 방법은 기준 극배향을 선택하고, 두께 전체에 걸쳐 증분식으로 복수의 결정립의 실제 극배향을 얻기 위해 주사 배향 영상 현미경으로 두께를 갖는 재료 또는 그의 일부의 단면을 증분식으로 주사하고, 재료 또는 그의 일부 내의 복수의 결정립의 기준 극배향과 실제 극배향 사이의 배향 차이를 결정하고, 두께 전체에 걸쳐 측정된 각각의 결정립에서의 기준 극배향으로부터의 이탈 배향(misorientation)의 값을 할당하고, 두께 전체에 걸쳐 각각 측정된 증분의 평균 이탈 배향을 결정하는 단계와, 두께를 통해 각각 측정된 증분의 평균 이탈 배향의 제2 편차를 결정함으로써 조직 밴딩을 얻는 단계를 포함한다. 전술한 방법을 사용하여, 플레이트의 두께를 통해 측정된 본 발명의 금속 플레이트의 극배향의 전체적인 변화는 약 50/mm 미만일 수 있다. 바람직하게는, 미국 특허 제6,462,339호에 따라 본 발명의 플레이트의 두께를 통해 측정된 극배향의 전체적인 변화는 1/mm 내지 49/mm 또는 1/mm 내지 25/mm 또는 1/mm 내지 10/mm와 같이, 약 25/mm 미만, 더욱 바람직하게는 약 10/mm 미만, 가장 바람직하게는 약 5/mm 미만이다.
- <69> 본 발명의 금속 플레이트는 미국 특허 제6,462,339호에 따라 플레이트의 두께를 통해 측정된 조직 굴곡(Λ)의 스칼라 강도를 가질 수 있다. 방법은 기준 극배향을 선택하고, 두께 전체에 걸쳐 증분식으로 복수의 결정립의 실제 극배향을 얻기 위해 주사 배향 영상 현미경으로 두께를 갖는 재료 또는 그의 일부의 단면을 증분식으로 주사하고, 재료 또는 그의 일부 내의 복수의 결정립의 기준 극배향과 실제 극배향 사이의 배향 차이를 결정하고, 상기 두께 전체에 걸쳐 측정된 각각의 결정립에서의 기준 극배향으로부터의 이탈 배향의 값을 할당하고, 두께 전체에 걸쳐 각각 측정된 증분의 평균 이탈 배향을 결정하는 단계와, 두께를 통해 각각 측정된 증분의 평균 이탈 배향의 제2 편차를 결정함으로써 조직 밴딩을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 플레이트의 두께를 통해 측

정된 본 발명의 금속 플레이트의 조직 굴곡의 스칼라 강도는 약 5/mm 미만일 수 있다. 바람직하게는, 미국 특허 제6,462,339호에 따라 플레이트의 두께를 통해 측정된 조직 굴곡의 스칼라 강도는 0.1/mm 내지 4.9/mm, 또는 0.5/mm 내지 3.9/mm, 또는 0.5/mm 내지 1.9/mm와 같이, 약 4/mm 미만, 더욱 바람직하게는 약 2/mm 미만, 가장 바람직하게는 약 1/mm 미만이다.

<70> 본 발명의 적어도 하나의 실시예에서, 본 발명의 금속 플레이트 또는 금속 물품은 매우 낮은 조직 구배를 가질 수 있다. 예를 들어, 조직 구배는 라이트, 에스.아이.(Wright, S.I.) 및 디.에프. 필드(D.F. Field)에 의해 *Proceedings of ICOTOM 14 (2005)*에서 발행된 "조직 이질성의 스칼라 측정(Scalar Measures of Texture Heterogeneity)"을 사용하여 계산된 바와 같이 금속 플레이트의 이질성 및 밴딩에 대해 측정될 수 있다. 이는 문헌[Materials Science Forum, Vols. 495-497, September 2005, pgs. 207-212]에 추가로 설명되어 있다. 이러한 조직 구배는 자동화된 EBSD 또는 배향 영상 현미경(OIM)을 사용하여 이러한 간행물에서 설명된 방법에 기초한다. 본 발명의 목적을 위해, 그리고 적어도 하나의 실시예에서, 균일성 계수(H)는 0.05 내지 0.2, 또는 0.12 내지 0.175, 또는 약 0.13 내지 약 0.16과 같이, 0.3 이하 또는 0.2 이하의 값을 갖는다. 적어도 하나의 실시예에서, 본 발명의 금속 플레이트 또는 금속 물품은 약 0.01 내지 약 0.075, 또는 약 0.02 내지 약 0.05, 또는 약 0.03 내지 약 0.04와 같이, 0.1 이하의 밴딩 계수(B)를 가질 수 있다.

<71> 본 발명의 일 실시예에서, 균일성 계수(H)는 0.1 이하, 또는 0.05 이하, 또는 0.01 이하, 또는 0.005 이하, 또는 0.001 이하와 같이, 금속 플레이트 또는 금속 물품 전체에 걸쳐 0.2 이하에서 변할 수 있다. 균일성 계수(H)는 금속 플레이트 또는 물품 전체에 걸쳐, 0.001로부터 0.05까지 변할 수 있거나 0.01로부터 0.15까지 또는 0.01로부터 0.2까지 변할 수 있다. 본 발명의 하나 이상의 실시예에서, 밴딩 계수(B)는 0.04 이하, 또는 0.03 이하, 또는 0.02 이하, 또는 0.01 이하와 같이, 0.05 이하에서 변할 수 있다. 밴딩 계수(B)는 금속 플레이트 또는 금속 물품 전체에 걸쳐, 0.005로부터 0.05까지 변할 수 있거나, 0.01로부터 0.04까지 변할 수 있거나, 0.01로부터 0.03까지 변할 수 있거나, 0.01 내지 0.025 이하에서 변할 수 있다. 본 발명의 하나 이상의 실시예에서, 금속 플레이트 또는 금속 물품 전체에 걸친 조직의 무작위도 또는 무작위 횡수는 4 이하의 무작위도 또는 무작위 횡수, 또는 2 이하의 무작위도 또는 무작위 횡수, 또는 1 이하의 무작위도 또는 무작위 횡수와 같이, 5 이하의 무작위도 또는 무작위 횡수에서 변할 수 있다. 무작위도 또는 무작위 횡수는 금속 플레이트 또는 금속 물품 전체에 걸쳐, 1로부터 5까지의 무작위도 또는 무작위 횡수, 또는 1로부터 4까지의 무작위도 또는 무작위 횡수, 또는 1로부터 3까지의 무작위도 또는 무작위 횡수 또는 1로부터 2까지의 무작위도 또는 무작위 횡수에서 변할 수 있다. "무작위도 또는 무작위 횡수"는 특정 조직(예를 들어, (111) 또는 (100) 또는 혼합 조직)이 무작위보다 더 큰 규정된 양으로 존재하는 수치를 말한다. 금속 플레이트 또는 금속 물품의 이러한 제어된 균일성을 측정할 때, 10개의 샘플이 도12에 도시된 바와 같이 금속 플레이트 또는 금속 물품을 가로질러 취해져서, 각각의 샘플에 대해, (H), (B), 무작위도, 결정 방향 맵, 및/또는 평균 결정립 크기를 결정할 수 있다. 도12에서, S1 또는 S2 중 하나만이 10개의 샘플들 중 하나로서 사용된다. 도12가 디스크 형상을 도시하지만, 다른 금속 물품에 대한 유사한 위치가 동일한 방식으로 이루어질 수 있다. 이러한 10개의 샘플은 10개의 샘플 각각에 대한 전체 두께에 대해 금속 물품 또는 금속 플레이트의 이해를 반영하고, 또한 두께에 대해 직교하는 평면을 가로질러서의 완전한 이해를 나타낸다. 따라서, 이러한 시험은 금속 플레이트 또는 물품의 각각의 평면(x, y, z) 상에서의 금속의 매우 완전한 이해를 제공한다.

<72> 본 발명의 하나 이상의 실시예에서, 금속 플레이트 또는 금속 물품은 바람직하게는 도12의 10개의 샘플 위치를 사용하여, 금속 플레이트 또는 금속 물품 전체에 걸쳐, 7 내지 25 (또는 그 이상)의 무작위도 또는 횡수, 8 내지 20의 무작위도 또는 횡수 또는 10 내지 15의 무작위도 또는 횡수와 같이, 적어도 7의 무작위도 또는 횡수인 1차 조직을 가질 수 있다.

<73> 본 발명의 금속 플레이트 또는 금속 물품은 밴딩 계수와 관련된 균일성 계수 또는 이들 계수들 중 하나만을 단독으로 가질 수 있다. 균일성 계수 및/또는 밴딩 계수는 본 명세서에서 언급된 순도, 조직, 및/또는 결정립 크기와 독립적으로 또는 함께 존재할 수 있다. 따라서, 금속은 이러한 특징들 중 하나 이상을 가질 수 있다. (H) 및 (B) 계수는 (111), (100), 또는 (111:100)과 같은 혼합 조직과 같은, 임의의 조직 또는 1차 조직에 대한 것일 수 있다. 바람직하게는, 금속의 모든 상기 특징(예를 들어, 결정립 크기, 조직, (H), (B), 및/또는 순도)에 대해, 바람직한 금속은 탄탈, 니오븀, 또는 이들의 합금이다.

<74> 본 발명은 순전히 본 발명을 예시하고자 하는 다음의 예에 의해 더욱 명확해질 것이다. 표의 % 단위의 진변형률은 상기 본 명세서에서 사용된 단위를 얻기 위해 100에 의해 나눔으로써 변환될 수 있다.

<75> 예

<76> 예: 탄탈 잉곳을 공칭 $W_s = 5\frac{1}{2}$, $L_s =$ 표1과 같음, 및 $T_s = 133 \text{ mm}(5.25\text{"})$ 의 시작 치수를 얻기 위해 프레스 단조 단계를 사용하여 슬래브로 형성하였다. 슬래브를 절단된 슬래브 길이가 686 mm(27 인치)가 되도록, (6개까지의) 복수의 슬래브로 절단하였다. 절단된 슬래브를 그 다음에 기계 세척하였다. 슬래브를 그 다음에 진공로 내에서 1050°C에서 3시간 동안 풀림하였다. 표1은 또한 마무리된 플레이트로 절단되었을 때의 원하는 최종 제품 크기를 제공한다. 슬래브를 그 다음에 도3의 W 또는 도1a의 A의 방향으로 제1 압연(광측면 압연)을 받게 하였다. 다양한 슬래브의 제1 압연에 대한 압연 계획이 표2에 설명되어 있다. 제1 압연 이후에, 압연된 슬래브를 폭을 절반으로 절단함으로써 절단/분할하였다. 또한, 압연을 통과한 선단 모서리 및 후단 모서리를 다듬질하였다. 절단-압연된 슬래브를 그 다음에 표시된 바와 같이 샘플들 중 일부에 대해 풀림하였다. "중간 플레이트"는 제1 압연 패스 이후 및 제2 압연 이전의 플레이트를 나타낸다. 제1 압연 이후에, 각각의 슬래브로부터의 중간 플레이트는 다음의 치수: $L_i = L_s \pm 5$ 내지 10%, $W_i =$ 표3 참조, 및 $T_i =$ 표3 참조를 가졌다. 그 다음에, 중간 플레이트를 제1 압연 방향에 대해 횡단하는 제2 압연을 받게 하였다. 제2 압연 방향은 도3의 L 또는 도1b의 B의 방향이었다.

<77> 제2 압연 계획은 다른 정보와 함께 표4(30개의 플레이트 샘플)에 있다. 제2 압연 이후에, 압연된 슬래브의 선단 모서리를 다듬질하였다. 그 다음에, 다듬질된 중간 플레이트를 더욱 균일한 편평도를 얻기 위해 평탄 압연하였다. 모든 거리 측정은 인치 단위였다. 실제 압연 연신은 추정된 측정치 또는 압연 중의 압연기의 "유연성(give)"이다. 분리력은 각각의 압연 패스 중에 인가되는 힘의 양이고, 2,500 톤의 백분율이다. 각각의 "시작 두께"는 압연기 롤을 통한 패스를 나타낸다. 제2 압연 이후에, 마무리된 탄탈 플레이트를 다시 진공로 내에서 1050°C에서 2시간 동안 풀림하였다. 실제 패스후 두께 및 실제 압연 연신은 압연 단계로부터 생성된 측정의 결과이다. 두께의 수축은 냉간 압연 단계였던 압연 단계를 의미한다.

표 1

<78> 절단된 슬래브 길이

마무리된 디스크 크기	슬래브 길이(L_s)
0.250" x 12.7"	28"
0.250" x 17.7"	30"
0.300" x 12.7"	27"
0.300" x 17.7"	27"

표 2

<79> 광측면 압연 계획

패스	압연기 설정								
1	5.5	11	4.5	21	3.5	31	2.5	41	1.36
2	5.4	12	4.4	22	3.4	32	2.4	42	1.23
3	5.3	13	4.3	23	3.3	33	2.3	43	1.1
4	5.2	14	4.2	24	3.2	34	2.2	44	0.97
5	5.1	15	4.1	25	3.1	35	2.1	45	0.84
6	5.0	16	4.0	26	3.0	36	2.0	46	요구되는 대로
7	4.9	17	3.9	27	2.9	37	1.9		
8	4.8	18	3.8	28	2.8	38	1.8		
9	4.7	19	3.7	29	2.7	39	1.65		
10	4.6	20	3.6	30	2.6	40	1.51		

표 3

<80> 광측면 압연 결과

파라미터	0.250"(T _f) x 12.7"	0.250"(T _f) x 17.7"	0.300"(T _f) x 12.7"	0.300"(T _f) x 17.7"
광측면 패스 이후의 목표 두께(T _i)	0.720	0.568	0.722"	0.569"
양호한 폭(광측 면)(W _i)	27.5"	37.5"	27.5"	37.5"
길이 압연을 위한 전단된 플레이트의 개수	2	2	2	2
L _f	79"	67"	65"	48"
전단된 플레이트의 폭	13.75"	18.75"	13.7"	18.7"
L _i = L _s ± 10% - 전부 해당				
W _f = W _i ± 5-10% - 전부 해당				
마무리된 플레이트 로부터 얻어진 디스 크의 개수	5	3	4	2

표 4

<81> 싱글 와이드 - 0.300 x 17.7, ε 낮음 275631D2

패스	시작 치 수	진변형률	예상 최 종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압 연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수 축
1	0.521	-13.00%	0.457	0.064	0.392	0.088	0.48	0.08	0.041
2	0.457	-13.00%	0.402	0.056	0.337	0.080	0.417	0.14	0.063
3	0.402	-13.00%	0.353	0.049	0.288	0.074	0.362	0.14	0.055
4	0.353	-13.00%	0.310	0.043	0.244	0.073	0.317	0.13	0.045

<82> 싱글 와이드 - 0.300 x 12.7, ε 높음 275631C2

<83>

패스	시작 치 수	진변형률	예상 최 종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압 연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수 축
1	0.708	-27.00%	0.540	0.168	0.404	0.114	0.518	0.31	0.190
2	0.540	-27.00%	0.413	0.128	0.300	0.109	0.409	0.24	0.109
3	0.413	-27.00%	0.315	0.098	0.219	0.109	0.328	0.22	0.081

<84> 싱글 와이드 - 0.300 x 12.7, ε 낮음 275631A2

<85>

패스	시작 치 수	진변형률	예상 최 종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압 연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수 축
1	0.722	-14.00%	0.628	0.094	0.545	0.085	0.63	0.14	0.092
2	0.628	-14.00%	0.546	0.082	0.467	0.083	0.55	0.14	0.080
3	0.546	-14.00%	0.474	0.071	0.399	0.078	0.477	0.14	0.073
4	0.474	-14.00%	0.412	0.062	0.338	0.072	0.41	0.15	0.067
5	0.412	-14.00%	0.359	0.054	0.285	0.065	0.35	0.16	0.060
6	0.359	-14.00%	0.312	0.047	0.238	0.063	0.301	0.15	0.049

<86> 싱글 와이드 - 0.250 x 12, ε 높음 275631F2

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.735	-26.00%	0.567	0.168	0.430	0.112	0.542	0.30	0.193
2	0.567	-26.00%	0.437	0.130	0.324	0.106	0.43	0.23	0.112
3	0.437	-26.00%	0.337	0.100	0.240	0.107	0.347	0.21	0.083
4	0.337	-26.00%	0.260	0.077	0.175	0.095	0.27	0.25	0.077

<88> 싱글 와이드 - 0.250 x 12, ε 낮음 275631B2

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.715	-15.00%	0.615	0.100	0.529				
2	0.615	-15.00%	0.530	0.086	0.449				
3	0.530	-15.00%	0.456	0.074	0.378	0.064	0.442		
4	0.456	-15.00%	0.392	0.064	0.317	0.072	0.389	0.13	0.053
5	0.392	-14.00%	0.341	0.051	0.270	0.075	0.345	0.12	0.044
6	0.341	-14.00%	0.297	0.045	0.225	0.066	0.291	0.17	0.054
7	0.297	-14.00%	0.258	0.039	0.185	0.070	0.255	0.13	0.036

<90> 싱글 와이드 - 0.300 x 17.7, ε 높음 275631G2

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.523	-25.00%	0.407	0.116	0.304	0.126	0.43	0.20	0.093
2	0.407	-25.00%	0.343	0.064	0.272	0.049	0.321	0.29	0.109

<92> 싱글 와이드 - 0.250 x 17.75, ε 낮음 279508-A1

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.490	-13.00%	0.430	0.060	0.330	0.099	0.429	0.13	0.061
2	0.430	-13.00%	0.378	0.052	0.281	0.094	0.375	0.13	0.054
3	0.378	-13.00%	0.332	0.046	0.237	0.091	0.328	0.13	0.047
4	0.332	-14.00%	0.295	0.037	0.200	0.086	0.286	0.14	0.042
5	0.295	-14.00%	0.258	0.037	0.185	0.073	0.258	0.10	0.028

<94> 싱글 와이드 - 0.250 x 17.75, ε 낮음 279739-B2

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.486	-13.00%	0.427	0.059			0.457	0.06	0.029
2	0.457	-13.00%	0.408	0.049	0.315	0.093	0.408	0.11	0.049
3	0.408	-13.00%	0.358	0.050	0.275	0.100	0.375	0.08	0.033
4	0.375	-14.00%	0.326	0.049	0.245	0.090	0.335	0.11	0.040
5	0.335	-14.00%	0.291	0.044	0.160	0.117	0.277	0.19	0.058

<96> 싱글 와이드 - 0.300 x 12.7, ε 높음 275631C1 폴립된 중간 플레이트

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.829	-25.00%	0.646	0.183	0.518	0.070	0.588	0.34	0.241
2	0.646	-25.00%	0.503	0.143	0.399	0.072	0.471	0.22	0.117
3	0.503	-25.00%	0.392	0.111	0.316	0.072	0.388	0.19	0.083
4	0.392	-25.00%	0.305	0.087	0.232	0.079	0.311	0.22	0.077

<98> 싱글 와이드 - 0.300 x 12.7, ε 낮음 275631A1 폴립된 중간 플레이트

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.722	-14.00%	0.628	0.094	0.570	0.052	0.622	0.15	0.100
2	0.628	-14.00%	0.546	0.082	0.492	0.048	0.54	0.14	0.082
3	0.546	-14.00%	0.474	0.071	0.419	0.052	0.471	0.14	0.069
4	0.474	-14.00%	0.412	0.062	0.358	0.048	0.406	0.15	0.065
5	0.412	-14.00%	0.359	0.054	0.305	0.050	0.355	0.13	0.051
6	0.359	-14.00%	0.312	0.047	0.258	0.050	0.308	0.14	0.047

<100> 싱글 와이드 - 0.250 x 12, ε 높음 275631F1 폴립된 중간 플레이트

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.735	-26.00%	0.567	0.168	0.450	0.108	0.558	0.28	0.177
2	0.567	-26.00%	0.437	0.130	0.344	0.086	0.43	0.26	0.128
3	0.437	-26.00%	0.337	0.100	0.260	0.084	0.344	0.22	0.086
4	0.337	-26.00%	0.260	0.077	0.185	0.086	0.271	0.24	0.073

<102> 싱글 와이드 - 0.250 x 12, ε 낮음 275631B1 폴립된 중간 플레이트

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.715	-15.00%	0.615	0.100	0.560	0.055	0.615	0.15	0.100
2	0.615	-15.00%	0.530	0.086	0.479	0.051	0.53	0.15	0.085
3	0.530	-15.00%	0.456	0.074	0.399	0.053	0.452	0.16	0.078
4	0.456	-15.00%	0.392	0.064	0.338	0.052	0.39	0.15	0.062
5	0.392	-14.00%	0.341	0.051	0.290	0.050	0.34	0.14	0.050
6	0.341	-14.00%	0.297	0.045	0.245	0.050	0.295	0.14	0.045
7	0.297	-14.00%	0.258	0.039	0.206	0.052	0.258	0.13	0.037

<104> 싱글 와이드 - 0.300 x 17.7, ε 높음 275631G1 폴립된 중간 플레이트

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 갭	실제 압연 연신	측정된 패스후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.505	-25.00%	0.393	0.112	0.293	0.100	0.393	0.25	0.112
2	0.393	-25.00%	0.306	0.087	0.219	0.095	0.314	0.22	0.079

<106> 싱글 와이드 - 0.300 x 17.7, ε 낮음 275631D1 폴립된 중간 플레이트

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 겹	실제 압연 연신	측정된 패스 후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.521	-13.00%	0.457	0.064	0.422	0.057	0.479	0.08	0.042
2	0.457	-13.00%	0.402	0.056	0.352	0.071	0.423	0.12	0.056
3	0.402	-13.00%	0.353	0.049	0.298	0.072	0.37	0.13	0.053
4	0.353	-13.00%	0.310	0.043	0.244	0.072	0.316	0.16	0.054

<108> 싱글 와이드 - 0.300 x 17.7, ε 낮음 275631D1 시계방향 압연, 폴립된 중간 플레이트

패스	시작 치수	진변형률	예상 최종 치수	수축	계산된 압연기 겹	실제 압연 연신	측정된 패스 후 두께	실제 진 변형률	재료 수축
1	0.521	-13.00%	0.457	0.064	0.392	0.060	0.452	0.14	0.069
2	0.457	-13.00%	0.402	0.056	0.337	0.047	0.384	0.16	0.068
3	0.402	-13.00%	0.353	0.049	0.288	0.039	0.327	0.16	0.057

<110> 상기 예들 중 하나에서 형성된 탄탈 플레이트, 즉 표4의 샘플 275631D2는 그 다음에 전자 후방 산란 회절 분석을 받아서, 결정학적 배향의 특정 측정을 공간적으로 제공하고 본 발명에 의해 제조된 탄탈 플레이트에 대한 조직 이질성을 측정하였다. 도4 내지 도10은 이러한 탄탈 플레이트에 대해 얻어진 데이터를 제공한다. 특히, 도4는 표4로부터의 탄탈 플레이트에 대한 배향 컬러 코드 맵 및 역극점도를 제공한다. 주사는 10마이크로미터마다 행해졌고, 컬러 코드 맵은 탄탈 플레이트의 전체 두께를 도시하도록 조각 모음되었다. 알 수 있는 바와 같이, (111) 배향은 청색에 의해 표시되어 있고, (001) 또는 (100)은 적색에 의해 표시되어 있고, (101)은 녹색에 의해 표시되어 있다. 컬러 코드 맵을 관찰하면, 1차 조직은 탄탈 플레이트의 두께 전체에 걸쳐 (111) 조직이고, 이러한 (111) 조직이 우세한 조직이며 플레이트의 두께 전체에 걸쳐 매우 균일하다는 것이 명확하다. 전체 조직에 대해 미량인 (100) 조직의 일부 흔적이 있다. 도5는 다양한 조직을 검출할 목적으로 5° 공차에서의 결정 방향 맵을 제공한다. 5° 공차에서 알 수 있는 바와 같이, 5° 공차에서의 1차 조직은 (111)이며, 매우 미량의 (100)을 갖는다. 10° 공차에서의 결정 방향 맵, 즉 도6과, 15° 공차에서의 결정 방향 맵, 즉 도7에 대해, 1차 조직은 명확히 (111)이며 미량의 (100)을 갖고, (101)은 본질적으로 없다는 것을 알 수 있다. 도8 및 도9는 각각 표4로부터의 탄탈 플레이트(샘플 275631 D2)에 대한 극점도 그래프 및 역극점도 그래프를 제공한다. 이러한 그래프로부터 알 수 있는 바와 같이, 고도의 (111) 및 훨씬 더 적은 양의 (100) 및 극도로 적은 양의 (101)이 있다. 마지막으로, 도10은 평균 결정립 크기가 26 마이크로미터의 표준 편차를 갖는 약 50 마이크로미터인 것을 도시하는 결정립 크기 히스토그램을 제공한다. 다시, 이러한 모든 데이터는 표4에서 얻어진 탄탈 플레이트에 대한 것이다. 마지막으로, 표4에서 얻어진 탄탈 플레이트에 대해, 조직 이질성은 전술한 바와 같이, 라이트 등에 의한 "조직 이질성의 스칼라 측정"에서 설명되고 계산되는 바와 같이, 그리고 *Proceedings of ICOTOM 14 (2005)*에서 추가로 설명된 바와 같이, 균일성 계수(H) 및 밴딩 계수(B)를 사용하여 측정하였다. 이러한 시험 방법 및 표준에 기초하여, 표4의 탄탈 플레이트는 0.16의 균일성 계수(H) 및 0.04의 밴딩 계수(B)를 가졌다. 조직 구매는 국소 조직이 주사 영역 내에서 얼마나 균질/이질적으로 분포되는지를 설명하는 계량치이다. 조직이 교대하는 밴드들로 구성된다는 아이디어를 제공하는 제2 계량치도 표시되어 있다. 조직 변동은 수평 또는 수직으로 변하는 것으로 가정된다. 단지 하나의 상만이 한 번에 검사될 수 있다. 계산 이면의 실제 수학적 처리는 2005년 7월 벨기에 루벤에서 개최된 *Proceedings of ICOTOM 14*에서 발행된 라이트, 에스.아이. 및 디.피. 필드 (2005) "조직 이질성의 스칼라 측정"에서 보고되어 있다. H는 이질성을 설명하는 측정치이고, 조직의 완벽하게 균질인 분포에 대한 0으로부터 이질 구조에 대한 1까지의 범위이다. 유사하게, B는 밴딩을 설명하고, 0의 값은 밴딩이 없음을 표시하고, 0.5의 값은 이상화된 미세 구조에 대해 도시된 바와 같은 극도로 밴딩된 경우를 설명한다. 따라서, 본 발명의 탄탈 플레이트는 금속 플레이트의 두께 전체에 걸쳐 우수한 낮은 밴딩 및 우수한 조직 균일성과, 매우 허용 가능한 평균 결정립 크기를 가졌다.

<111> 본 발명에서 제조된 금속 플레이트들 중 하나에서, 도12에 설명된 샘플 위치를 사용하여, 10개의 샘플을 균일성 계수(H), 밴딩 계수(B), 및 (111) 조직에 대한 무작위도 또는 무작위 횡수에 대해 분석하였다. 동일한 금속 플레이트로부터 취한 이러한 10개의 샘플로부터 알 수 있는 바와 같이, 조직에 대한 균일성 및 밴딩의 부재에 대한 균일성은 현저했다. 균일성 계수(H)는 0.3 이하였고, 많은 경우에 0.2±0.05였고, 밴딩 계수(B)는 균일하게

낮았고, 0.05 이하였으며, 많은 경우에 0.03 ± 0.02 였다. 또한, 조직에 대한 무작위도 또는 무작위 횡수는 매우 균일하였고, 7.3 이상이며 8.9를 초과하지 않았다. 따라서, 무작위도 또는 무작위 횡수는 상당히 엄격한 범위 이내였으며, 그러므로 균일성을 보였다.

<112>

CSB 요약

<113>

ESBD 데이터

<114>

샘플 ID	무작위도	H	B
1	7.5	0.19	0.05
2	7.7	0.17	0.03
3	8.2	0.22	0.05
4	7.7	0.20	0.03
5	8.8	0.30	0.01
6	8.8	0.21	0.03
7	8.2	0.24	0.02
8	7.3	0.21	0.03
9	8.9	0.22	0.03
10	7.9	0.26	0.03

<115>

본 출원인은 본 명세서 내의 모든 언급된 참조 문헌의 전체 내용을 구체적으로 포함한다. 또한, 양, 농도, 또는 다른 값 또는 파라미터가 범위, 바람직한 범위, 또는 바람직한 상한값 및 바람직한 하한값의 목록으로서 주어지면, 이는 범위들이 분리되어 개시되는 것에 관계없이, 임의의 범위 상한 또는 바람직한 값 및 임의의 범위 하한 또는 바람직한 값의 쌍으로부터 형성된 모든 범위를 구체적으로 개시하는 것으로 이해되어야 한다. 수치적 범위가 본 명세서에서 언급될 때, 달리 기술되지 않으면, 범위는 그의 종점과, 범위 내의 모든 정수 및 분수를 포함하도록 의도된다. 본 발명의 범주는 범위를 정의할 때 언급되는 특정 값으로 제한되도록 의도되지 않는다.

<116>

청구의 범위는 본 발명의 추가의 실시예를 보여준다. 본 발명의 다른 실시예가 본 명세서를 고려하고 본 명세서에 개시된 본 발명을 실시하는 것으로부터 당업자에게 명백할 것이다. 본 명세서 및 실시예는 단지 예시적인 것으로 간주되며, 본 발명의 진정한 범주 및 사상은 다음의 청구의 범위 및 그의 등가물에 의해 표시되도록 의도된다.

도면의 간단한 설명

<26>

도1a 및 도1b는 횡단 압연 공정을 도시한다.

<27>

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 변형 공정의 개략도이다.

<28>

도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 변형 공정의 개략도이다.

<29>

도4(컬러)는 본 발명의 탄탈 플레이트에 대한 역극점도를 구비한 배향 컬러 코드 맵이다.

<30>

도5(컬러)는 본 발명의 탄탈 플레이트에 대한 5° 공차에서의 결정 방향 맵이다.

<31>

도6(컬러)은 본 발명의 탄탈 플레이트에 대한 10° 공차에서의 결정 방향 맵이다.

<32>

도7(컬러)은 본 발명의 탄탈 플레이트에 대한 15° 공차에서의 결정 방향 맵이다.

<33>

도8(컬러)은 (111), (001), 및 (110)에 대한 극점도 그래프이다.

<34>

도9(컬러)는 본 발명의 탄탈 플레이트에 대한 역극점도 그래프이다.

<35>

도10(컬러)은 본 발명의 탄탈 플레이트에 대한 결정립 크기 히스토그램 및 데이터이다.

<36>

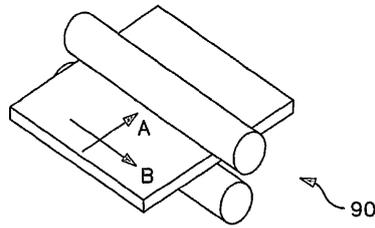
도11은 본 발명의 다양한 실시예에 대한 다양한 공정 단계 및 파라미터를 도시하는 흐름도이다.

<37>

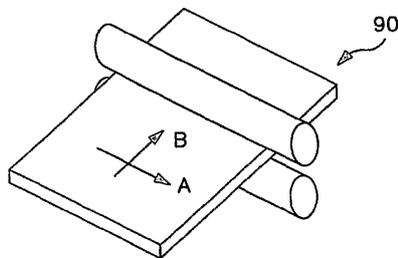
도12는 모든 평면(x, y, z) 상에서의 금속 물품의 완전한 이해를 얻기 위해 조직 및/또는 결정립 크기를 측정하기 위한 금속 물품의 샘플을 취하기에 바람직한 위치를 추가로 도시하는, 디스크와 같은 금속 물품의 도면이다.

도면

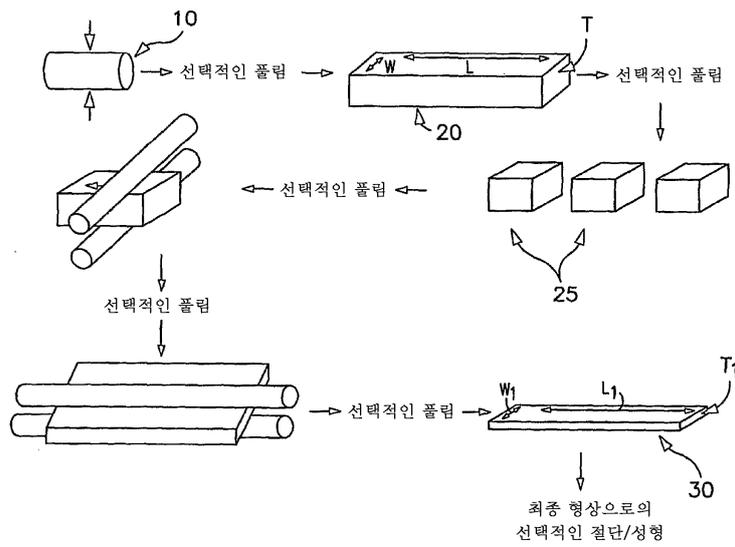
도면1a



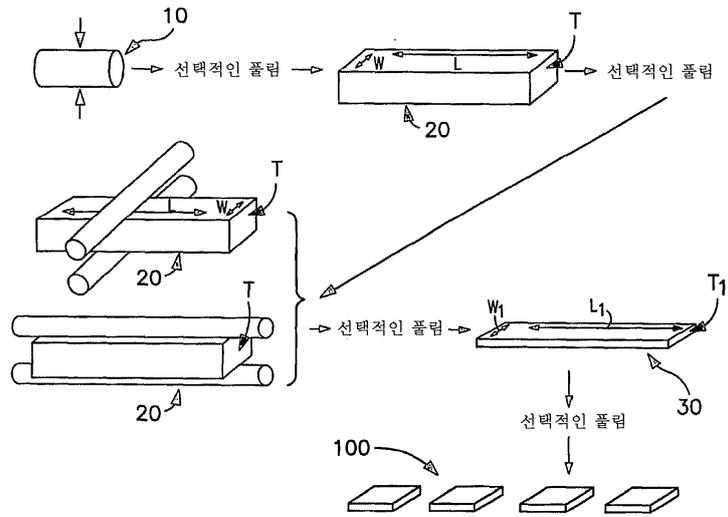
도면1b



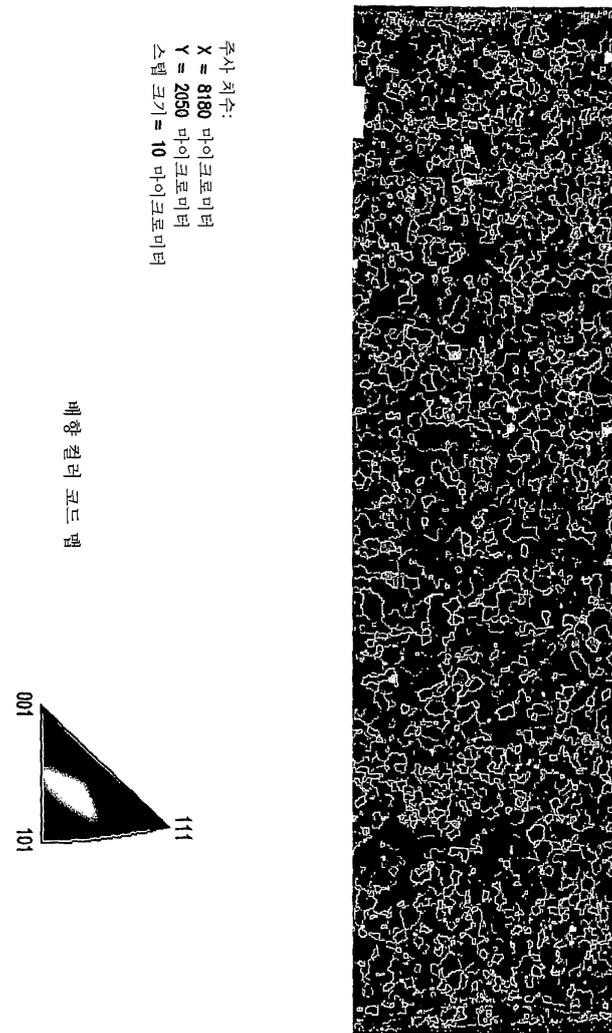
도면2



도면3



도면4



도면5

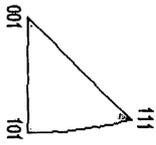


클리코드 맵 유형: 결정 방향

방향	최소	최대	중	구역
	분율	분율	분율	분율
$\langle 111 \rangle$	0°	5°	0.167	0.172
$\langle 101 \rangle$	0°	5°	0.000	0.000
$\langle 001 \rangle$	0°	5°	0.032	0.033

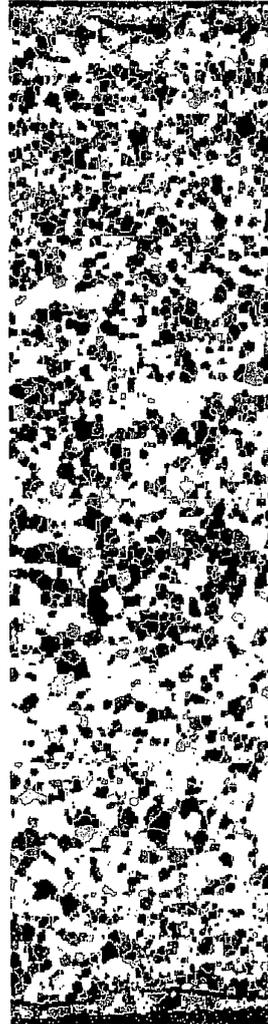
단말

[001]



결정 방향 맵 5° 공차

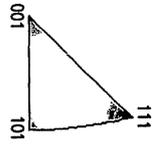
도면6



켈리 코드 맵 유형: 결정 방향

방향	중		구획	
	최소	최대	분율	분율
$\langle 111 \rangle$	$\langle 001 \rangle$	10°	0.423	0.434
$\langle 101 \rangle$	$\langle 001 \rangle$	10°	0.002	0.002
$\langle 001 \rangle$	$\langle 001 \rangle$	10°	0.095	0.098

단위: [001]



결정 방향 맵 10° 공차

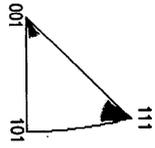
도면7



켈러 코드 펠 유형: 결장 방향

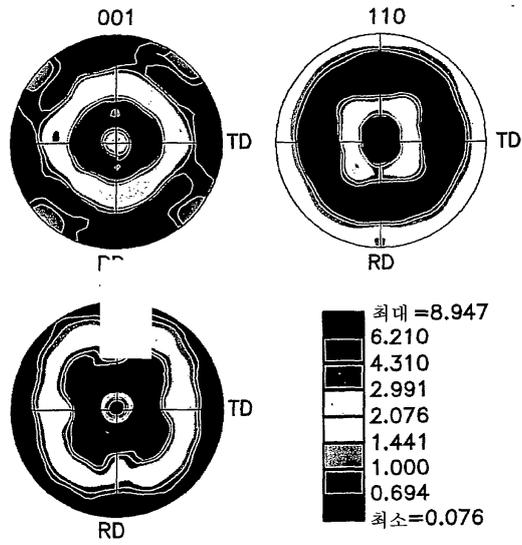
방향	최소	최대	종	구획
\blacksquare $\langle 111 \rangle \parallel [001]$	0°	15°	0.561	0.576
\square $\langle 101 \rangle \parallel [001]$	0°	15°	0.009	0.009
\square $\langle 001 \rangle \parallel [001]$	0°	15°	0.153	0.157

면적 [001]



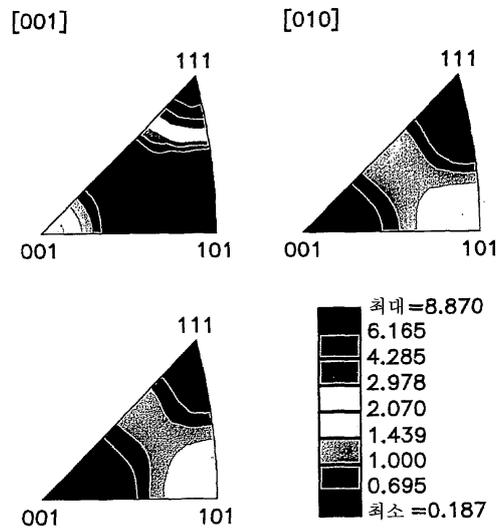
결장 방향 펠 15° 공차

도면8



극점도 그래프

도면9

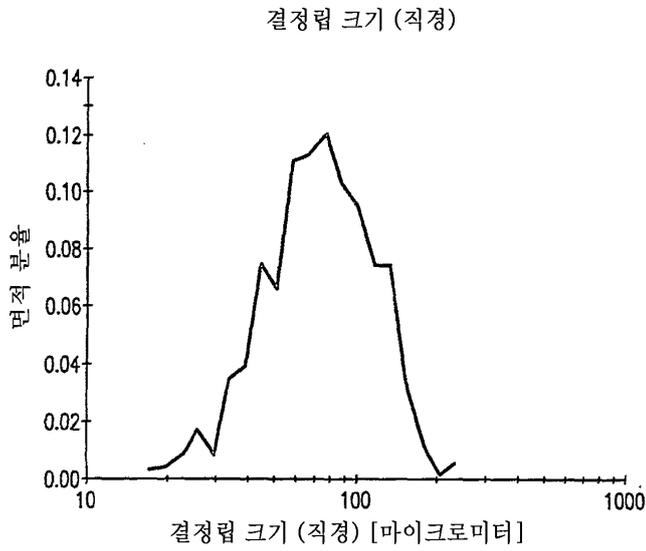


역극점도 그래프

도면10

도표 결정립 크기(직경)

6013개의 결정립 절편이 샘플링됨
모서리 결정립은 분석에서 제외됨



직경 [마이크로미터]	면적 분율
17.0936	0.00375358
19.6139	0.00428062
22.5057	0.00789279
25.8239	0.0174888
29.6313	0.0084584
34.0001	0.0345727
39.013	0.0386927
44.765	0.0746023
51.3651	0.0659704
58.9382	0.110853
67.6279	0.113681
77.5989	0.120192
89.0399	0.102793
102.168	0.0954655
117.231	0.0747373
134.515	0.0744416
154.348	0.0330687
177.105	0.0113828
203.217	0.00194749
233.179	0.00572677

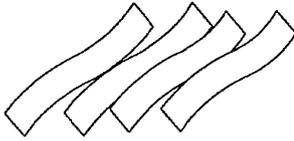
평균치	50.7186
표준 편차	26.8747
면적	80.6205

결정립 크기 히스토그램 및 데이터

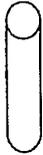
도면11a

5.5" 정사각형 슬래브로부터의 0.300" x 17.7" 디스크

변수
계산
파라미터



원재료 용융 직경
12

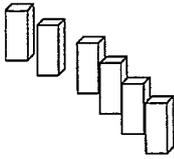


2X EB2 기계 세척 직경 용융 직경
세척에 의한 직경 면적
12.0 113



단조 두께 폭 길이
5.5 5.50 140
X-단면적 30.25

진변형률
132%



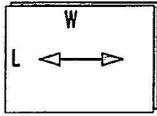
톱 절단 두께 폭 길이
5.5 5.50 23.343



기계 세척 순 두께 폭 길이
5.250 5.50 23.343

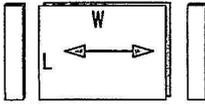
도면11b

5.5" 정사각형 슬래브로부터의 0.300" x 17.7" 디스크

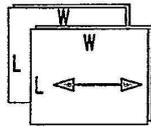


광측면 압연	순 두께	폭	길이
	0.569	47.400	23.343

진변형률
222%

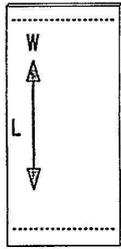


두께	폭	길이
0.569	37.400	23.343



두께	폭	길이
0.569	17.700	23.343

회전



두께	폭	길이
0.300	17.700	47.400

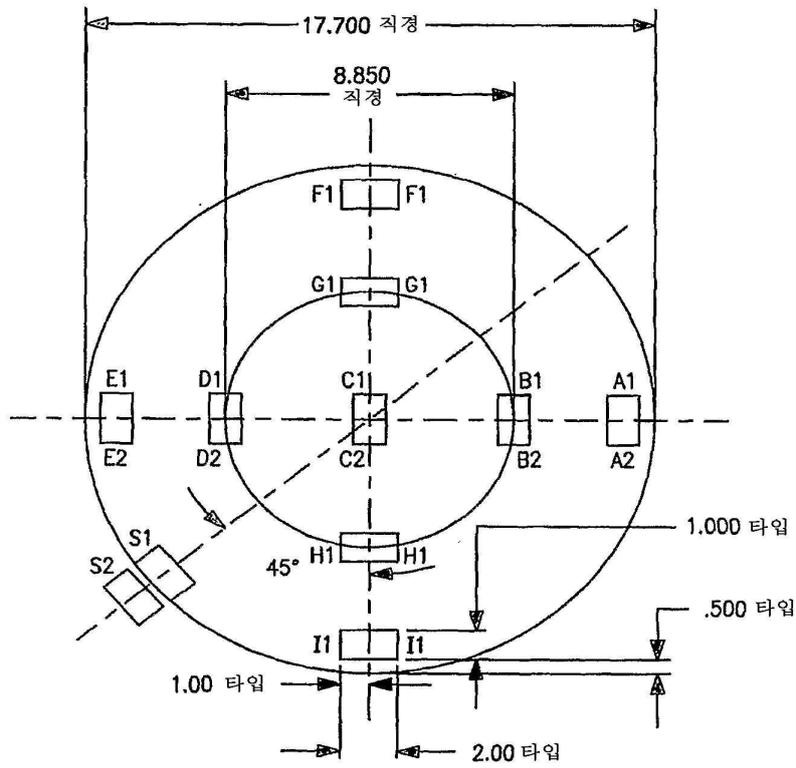
진변형률
64%
총 진변형률 감소
286%
3.5

길이비에 대한 TS BSR

원하는 크기로의 전단 또는 제트 절단



도면12



금속 물품 또는 디스크 평가를 위한 위치