(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0044859
(43) 공개일자 2020년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 45/02 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
C22C 1/00 (2006.01) *C22C 45/00* (2006.01)
C22C 45/04 (2006.01) *C22C 45/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 45/02 (2013.01)
B33Y 10/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7008161
(22) 출원일자(국제) 2018년08월24일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년03월20일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/072852
(87) 국제공개번호 WO 2019/038415
국제공개일자 2019년02월28일
(30) 우선권주장
17001437.7 2017년08월25일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
유니버시타트 데스 사를란데스
독일 66123 사르브루켄 캠퍼스 사르브루켄
(72) 발명자
쿠발 알렉산더
독일 66111 자르브뤼켄 두트바일러스트라세 71
보크틀러 베네딕트
독일 66809 날바흐 반호프스트라세 62
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

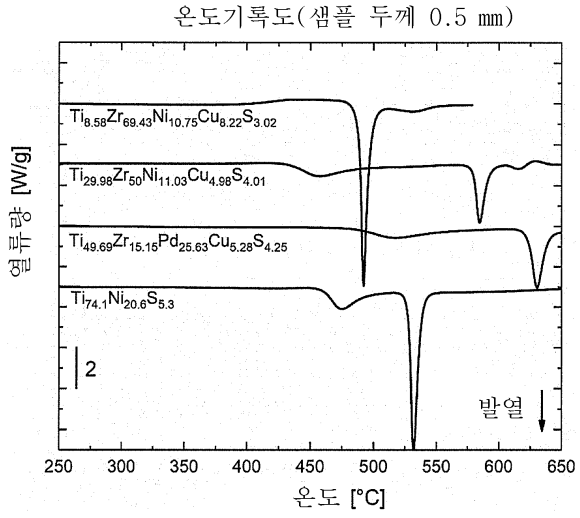
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **유황 금속 유리 성형 합금**

(57) 요 약

본 발명은 황을 함유하는 금속 유리를 성형하는 합금 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C22C 1/002 (2013.01)
C22C 45/001 (2013.01)
C22C 45/003 (2013.01)
C22C 45/006 (2013.01)
C22C 45/04 (2013.01)
C22C 45/10 (2013.01)
(72) 발명자
그로스 올리버
독일 66780 렐링겐-지어스부르크 아이메르스토르퍼 스트라세 13
부슈 랄프
독일 66123 자르브뤼켄 암 스타트발트 10

명 세 서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 I을 갖는 유황 금속 유리 성형 합금:

[화학식 I]

$(Ti,Zr,Nb,Hf,Fe_{(1)},A_{a1})_aPd_b(Cu,Ni)_c(V,Mo,Ta,W)_d(Co,Cr,Fe_{(2)})_e,(Mn,Al,In,Ga,Ag,Si,Ge)_fSn_gBe_h(B,C)_i(O,H,N)_j(P,S_{x1})_x$

상기 식에서,

a는 0 내지 약 15 중량% 또는 약 30 내지 약 90 중량%이고,

b는 0 내지 약 68 중량%이고,

a + b는 약 30 내지 약 97 중량%이되,

a는 0 내지 약 15 중량%이고 b는 약 35 내지 약 68 중량%일 때, A는 희토류 족(란타나이드 + 이트륨)의 하나 이상의 원소이고, a1/a는 0 내지 약 1/10이고,

c는 0 내지 약 65 중량%이고,

d는 0 내지 약 15 중량%이고,

e는 0 내지 약 15 중량%이고,

f는 0 내지 약 15 중량%이고,

g는 0 내지 약 23 중량%이고,

h는 0 내지 약 1 중량%이고,

i는 0 내지 약 3.5 중량%이고,

j는 0 내지 약 0.20 중량%이되,

b는 0 중량%이고 c 및 e 중 적어도 하나 및 a는 0 중량% 초과일 때 및 a는 0 내지 약 15 중량%이고 b는 약 35 내지 약 68 중량%일 때, c, d, e, f 및 g 중 적어도 하나는 0 중량% 초과이고,

$Fe_{(1)}$ 및 $Fe_{(2)}$는 각각 Fe를 나타내며, 여기서 $Fe_{(2)}$는 a가 0 중량%이고 x가 약 0.21 내지 약 9 중량%일 때, a가 약 30 내지 약 90 중량%이고 x가 약 8 내지 약 16.5 중량%일 때, a가 0 내지 약 15 중량%이고 b가 약 35 중량% 초과이고 x1/x가 약 1/10 내지 약 1 이상일 때만 존재하고,

모든 중량 백분율의 합 a + b + c + d + e + f + g + h + i + j + x + 화학식 I에 포함되지 않은 미량의 원소에서 불가피한 불순물은 100 중량%이고,

적어도 x1/x가 약 1이고 x가 약 0.21 내지 약 1 중량%일 때, $Fe_{(1)}$, Ni 및 Al을 함유하는 합금은 약 50 부피% 이상이 비정질이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

화학식 $(Ti,Zr,Nb,Hf,Fe_{(1)},A_{a1})_aPd_b(Cu,Ni)_c(V,Mo,Ta,W)_d(Co,Cr,Fe_{(2)})_e,(Mn,Al,In,Ga,Ag,Si,Ge)_fSn_g(B,C)_i(O,H,N)_j(P,S_{x1})_x$를 나타내는 것을 특징으로 하는 합금으로서,

a가 약 30 내지 약 90 중량%이고,

b가 0 내지 약 40 중량%이고,

x가 약 0.21 내지 약 9 중량%, 바람직하게는 약 0.21 내지 약 8.5 중량%이고,

b, c 및 e 중 적어도 하나가 0 초과이고,

A, $Fe_{(1)}$, $Fe_{(2)}$, a1, c, d, e, f, g, i, j, x1, 나머지 경계 조건 및 중량 백분율의 합이 제1항에서 정의된 바와 같은, 합금.

청구항 3

제2항에 있어서,

화학식 $(Ti, Zr, Nb)_a\ Pd_b(Cu, Ni)_cAl_fSn_g(P,S_{x1})_x$를 나타내는 것을 특징으로 하는 합금으로서,

a가 약 30 내지 약 90 중량%이고,

b가 0 내지 약 40 중량%이고,

a + b가 약 30 내지 약 97 중량%이고,

c, f 및 g가 제1항에서 정의된 바와 같고,

b 및 c 중 적어도 하나가 0 중량% 초과이고,

x1, x 및 모든 중량 백분율의 합이 제1항에서 정의된 바와 같은, 합금.

청구항 4

제1항에 있어서,

화학식 $(Ti, Zr, Nb, Hf, Fe_{(1)}, A_{a1})_aPd_b(Cu,Ni)_c(V,Mo,Ta,W)_d(Co,Cr,Fe_{(2)})_e,(Mn,Al,In,Ga,Ag,Si,Ge)_fSn_g(B,C)_i(O, H, N)_j(P, S_{x1})_x$를 나타내는 것을 특징으로 하는 합금으로서,

a가 0 내지 약 15 중량%이고,

b가 약 35 내지 약 68 중량% 초과이고,

나머지 중량 백분율 및 기타 경계 조건이 제1항에서 정의된 바와 같은, 합금.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

x1/x가 약 1인, 합금.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

모든 합금이 약 20 μm 이상의 두께에서 약 50 부피% 이상이 비정질인, 합금.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 합금의 용융 야금 제조 방법으로서,

Fe, Pd, Ni, Cr, Cu 및 Co 원소 중 하나 이상을 황과 함께 적당한 용기 내에서 및 잠재적으로 인과 함께 별도의 용기 내에서 개별적으로 가열하고 합금화하는 단계,

생성되는 합금을 필요한 경우 B_2O_3와 함께 정제용 플럭스 공정을 거치게 하고, 과량의 B_2O_3 및 비황화물 및/또는 비인화물 불순물을 생성되는 고도로 정제된 황 및/또는 인 모합금으로부터 분리하는 단계,

상기 고도로 정제된 합금을 잠재적으로 고도로 정제된 인 합금과 함께, 고도로 정제된 형태의 상기 합금의 나머

지 원소들과 함께 및 잠재적으로 고도로 정제된 형태의 다른 Fe, Pd, Ni, Cr, Cu 및/또는 Co와 함께 적당한 오븐 또는 적당한 용기 내에서 아르곤 하에서 용융시키고 합금화하는 단계, 및

금속 유리가 형성되는 경우, 이어서 신속하게 냉각하는 단계

를 특징으로 하는, 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

신속하게 냉각하는 단계가 냉각 주형 공정, 예컨대 냉각된 주형에서의 틸팅, 스피닝 또는 압력 주조, 또는 용융 스피닝 공정을 사용하거나 분말화 공정에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는, 제조 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

황 및 인 합금을 제조하기 위한 용기가 석영 용기인 것을 특징으로 하는, 제조 방법.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

오븐이 전기 아크로인 것을 특징으로 하는, 제조 방법.

청구항 11

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 비정질, 부분 비정질 또는 결정질 합금으로 제조된 주형.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속 유리를 형성하는 유황 합금 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 금속 유리 또는 비정질 금속 합금은 우수한 기계적 특성으로 인해 최근 점점 더 중요해지고 있다. 부식에 매우 강하며 비정질 구조를 얻는 데 필요한 냉각 속도를 크게 줄일 수 있는 거대한 금속 유리를 형성하는 합금이 발견되었다. 이를 위해, 금속 합금에 인을 첨가하는 것이 매우 유리한 것으로 입증되었다. 예컨대, US 2013/0048152 A1 및 US 2014/0116579 A1을 참고한다.

[0003] 대조적으로, 유황 금속 합금은 훨씬 덜 주목을 받았다. DE 1 245 139 C2는 최대 1 중량%의 황을 함유할 수 있는 영구 자석을 제조하기 위한 금속 합금을 개시하고 있는데, 이는 비정질 대신 결정성이며, 신속하게 냉각되지 않고 대신 소결되기 때문이다. DE 32 43 964는 황을 함유할 수 있지만 유황 합금 또는 황 부분을 구체적으로 언급하지 않고 필기구용 펜촉을 제조하기 위한 비정질 금속 합금을 기술하고 있다. DD 225 721 A1은 출발 입자를 개시하며 이는 바람직하게는 10 내지 20 질량%의 황을 갖는 Ni-S 모합금(master alloy)을 통해 생성된 0.02 내지 0.15 질량%의 황 함량을 갖는 Ni-C-S로 구성된 용융 야금을 통해 생성된다. US 2009/0162629 A1은 팔라듐 함량이 매우 높고 또한 인을 비금속으로 함유할 수 있는 유황 비정질 금속 합금을 기술하고 있다.

[0004] 금속 유리에서 인을 사용할 때의 주요 단점은 제조 중에 유독한 백색 인이 형성된다는 것이다. 또한, 가연성이 높고 폭발 위험이 있으므로 저장 및 처리가 문제가 된다. 원소 인은 상용압력에서 안정한 용융 상을 갖지 않으므로 직접 승화를 일으키고, 모합금을 제조하기가 더 어렵다.

[0005] 놀랍게도, 수많은 상이한 금속 유리 성형 합금에서, 우수한 기계적 및 유리 성형 특성을 유지하면서 상기 언급된 단점을 감소 또는 방지하면서 인 대신에 황을 전체적으로 또는 부분적으로 사용할 수 있다는 것이 발견되었다. 또한, 수많은 완전히 새로운 유황 합금 시스템이 비정질로 제조될 수 있다.

발명의 내용

[0006] 따라서, 본 발명의 제1 측면은 하기 화학식 I을 갖는 유황 금속 유리 성형 합금에 관한 것이다:

[0007] [화학식 I]

[0008] $(Ti,Zr,Nb,Hf,Fe_{(1)},A_{a1})_aPd_b(Cu,Ni)_c(V,Mo,Ta,W)_d(Co,Cr,Fe_{(2)})_e,(Mn,Al,In,Ga,Ag,Si,Ge)_fSn_gBe_h(B,C)_i(O,H,N)_j(P,S_{x1})_x$

[0009] 상기 식에서,

[0010] a는 0 내지 약 15 중량% 또는 약 30 내지 약 90 중량%이고,

[0011] b는 0 내지 약 68 중량%이고,

[0012] a + b는 약 30 내지 약 90 중량%이되,

[0013] a는 0 내지 약 15 중량%이고 b는 약 35 내지 약 68 중량%일 때, A는 희토류 족(란타나이드 + 이트륨)의 하나 이상의 원소이고, a1/a는 0 내지 약 1/10이고,

[0014] c는 0 내지 약 65 중량%이고,

[0015] d는 0 내지 약 15 중량%이고,

[0016] e는 0 내지 약 15 중량%이고,

[0017] f는 0 내지 약 15 중량%이고,

[0018] g는 0 내지 약 23 중량%이고,

[0019] h는 0 내지 약 1 중량%이고,

[0020] i는 0 내지 약 3.5 중량%이고,

[0021] j는 0 내지 약 0.20 중량%이되,

[0022] b는 0 중량%이고 c 및 e 중 적어도 하나 및 a는 0 중량% 초과일 때 및 a는 0 내지 약 15 중량%이고 b는 약 35 내지 약 68 중량%일 때, c, d, e, f 및 g 중 적어도 하나는 0 중량% 초과이고,

[0023] $Fe_{(1)}$ 및 $Fe_{(2)}$는 각각 Fe를 나타내며, 여기서 $Fe_{(2)}$는 a가 0 중량%이고 x가 약 0.21 내지 약 9 중량%일 때, a가 약 30 내지 약 90 중량%이고 x가 약 8 내지 약 16.5 중량%일 때, a가 0 내지 약 15 중량%이고 b가 약 35 중량% 초과이고 x1/x가 약 1/10 내지 약 1 이상일 때만 존재하고,

[0024] 모든 중량 백분율의 합 a + b + c + d + e + f + g + h + i + j + x + 화학식 I에 포함되지 않은 미량의 원소에서 불가피한 불순물은 100 중량%이고,

[0025] 적어도 x1/x가 약 1이고 x가 약 0.21 내지 약 1 중량%인 경우, $Fe_{(1)}$, Ni 및 Al을 함유하는 합금은 약 20 ㎛ 이상의 두께에서 약 50 부피% 이상이 비정질이다.

[0026] 또한, 본 발명은 상기 합금의 제조 방법으로서,

[0027] Fe, Pd, Ni, Cr, Cu 및 Co 원소 중 하나 이상을 황과 함께 적당한 용기 내에서 개별적으로 가열 및 합금화하고, 임의적으로 인과 함께 별도의 용기 내에서 개별적으로 가열하고 합금화하는 단계,

[0028] 생성되는 합금을 필요한 경우 B_2O_3와 함께 정제용 플럭스 공정을 거치게 하고, 과량의 B_2O_3 및 비황화물 및/또는 비인화물 불순물을 생성되는 고도로 정제된 설파이드 및/또는 인 합금으로부터 분리하는 단계,

[0029] 상기 고도로 정제된 황 합금을 잠재적으로 고도로 정제된 인 합금과 함께, 고도로 정제된 형태의 상기 합금의 나머지 원소들과 함께 및 잠재적으로 고도로 정제된 형태의 추가의 Fe, Pd, Ni, Cr, Cu 및/또는 Co와 함께 적당한 오븐 내에서 아르곤 대기 하에서 용융시키고 합금화하는 단계, 및

[0030] 금속 유리가 형성되는 경우, 이어서 신속하게 냉각하는 단계

[0031] 를 갖는 제조 방법에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1, 3, 5 및 7은 실시예 1 내지 5에서 생성된 합금의 온도기록도(thermogram)이다.

도 2, 4 및 6은 실시예 1 내지 4에서 생성된 합금의 회절도이다.

도 8은 금속 미량 불순물로서 합금 $Ti_{29.3009}Zr_{47.0547}Hf_{2.2275}Cu_{17.0260}(Fe, Cr)_{0.1920}O_{0.0212}H_{0.0069}C_{0.0484}S_{3.9690}Pb_{0.0004}$의 회절도이다. 샘플이 비정질이라는 것이 상기 회절도로부터 도출될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 발명의 내용란에 제공된 합금 화학식은 다수의 원소 그룹을 포함하며, 괄호 안의 각 원소는 본 발명에 따른 합금에 단독으로 또는 괄호 내의 다른 원소와 조합하여 존재할 수 있다. 괄호 뒤의 첨자 문자는 각각 중량 백분율의 범위를 나타내며, 이는 괄호 안의 원소의 모든 중량 백분율의 합계이다.

[0034] 다음과 같은 사항이 적용된다.

[0035] Fe는 상기 화학식에서 두 개의 다른 괄호 세트에서 $Fe_{(1)}$ 및 $Fe_{(2)}$로 나타난다. 여기서 $Fe_{(2)}$는 $Fe_{(1)}$이 존재하지 않는 경우에만 존재한다. 이러한 색다른 표기법은 황 또는 인을 갖는 모합금으로 구현될 수 있는 합금 원소의 존재의 필요를 콤팩트하게 나타내기 위해 필요했다.

[0036] 문자 A는 희토류 원소(란타나이드 + 이트륨)를 나타내며, 총 중량은 괄호 안의 모든 원소 중량의 최대 10% 또는 1/10이다. 당업자는 첫 번째 괄호에서 원소 Ti, Zr, Nb, Hf, Fe의 희토류 금속(란타나이드 및 이트륨)으로의 비례적으로 제한된 대체가 유리 성형 특성을 개선한다는 것을 알고 있다.

[0037] 또한, 첫번째 괄호에서 Ti, Zr, Nb, Hf, Fe 및 A의 중량 백분율(a)이 0 내지 15 중량%일 때, 원소 Pd의 중량 백분율(b)은 약 30 내지 약 68 중량% 초과로서 높다. Pd는 그 양에 따라 원소 Ti, Zr, Nb, Hf, Fe 및 A를 전체적으로 또는 부분적으로 대체할 수 있다. a + b의 총 중량 백분율은 약 30 내지 약 97 중량%이다.

[0038] 모든 상기 합금은 2개 이상의 금속을 포함한다. 황 또는 인과 쉽게 모합금을 형성할 수 있는 금속 중 적어도 하나 이상이 존재해야 한다. 이들은 중량 백분율 b를 갖는 Pd, 중량 백분율 c를 갖는 Cu 및 Ni, 및 중량 백분율 e를 갖는 Co, Cr 및 Fe이다.

[0039] 원소 P 및 S의 전체 중량 백분율 x는 원소 Ti, Zr, Nb, Hf, Fe 및 A와 원소 Pd의 양의 비에 의존한다. 원소 Ti, Zr, Nb, Hf, Fe 및 A가 0 내지 15 중량%의 전체 백분율로만 존재하고, Pd의 백분율 b는 약 35 내지 약 68 중량%인 경우, P 및 S의 전체 중량 백분율 x는 비교적 높으며, 즉 약 8 내지 약 16.5 중량%, 바람직하게는 약 9 중량% 또는 약 10 내지 약 68 중량%이다. Ti, Zr, Nb, Hf, Fe 및 A의 전체 중량 백분율 a가 약 30 내지 약 90 중량%로서 높고, 이에 따라 Pd의 전체 중량 백분율 b가 0 내지 약 40 중량%로서 낮을 때, P 및 S의 전체 중량 백분율 x는 약 0.21 내지 약 9 중량%이다. P 및 S의 전체 중량 백분율 x에 대한 S의 중량 백분율 x1의 비율은 약 1/10 내지 약 1이다. 상기 비율이 약 1인 경우, 즉 상기 합금에 인이 전혀 없는 경우가 바람직하다.

[0040] x1/x는 약 1이고 x는 약 0.21 내지 약 1 중량%인 경우, $Fe_{(1)}$, Ni 및 Al을 함유하는 합금은 약 20 ㎛ 이상의 두께에서 50 부피% 이상이 비정질이다. 다른 경우에, 따라서 발명의 내용란의 제1 측면에 기재된 상기 합금 화학식에 추가하여, 및 아래에 주어진 바람직한 합금 화학식을 갖는 합금의 각각의 경우에, 이들은 비정질, 부분 비정질(예를 들어, 약 20 ㎛ 이상의 두께에서 약 50 부피% 이상이 비정질임) 또는 결정질 형태로 존재할 수 있다.

[0041] 상기 합금의 나머지 원소들의 중량 백분율 f, g, h, i 및 j는 j를 제외하고 특별한 설명이 필요하지 않으며, Be는 유독한 것으로 알려져 있으므로 Be의 중량 백분율은 바람직하게는 0 중량%이다.

[0042] 본 발명에 따른 추가의 바람직한 그룹의 합금이 아래에 설명될 것이다.

[0043] 하나의 바람직한 합금은 화학식 $(Ti,Zr,Nb)_aPd_b(Cu,Ni)_cAl_fSn_g(P,Sx1)_x$를 가지며, 여기서 a는 약 30 내지 약 90 중량%이고, b는 0 내지 약 40 중량%이고, a + b는 약 30 내지 약 97 중량%이고, c, f, g, x1, x 및 모든 중량 백분율의 합은 발명의 내용란의 제1 측면에서 정의된 바와 같고, b 및 c 중 적어도 하나는 0 중량% 초과이다.

[0044] 다른 바람직한 합금은 화학식 $(Ti,Zr,Nb,Hf,Fe_{(1)},A_{a1})_aPd_b(Cu,Ni)_c(V,Mo,TA,W)_d(Co,Cr,Fe_{(2)})_e(Mn,Al,In,Ga,Ag,Si,Ge)_fSn_g(B,C)_i(O,H,N)_j(P,S_{x1})_x$를 가지며, 여기서 a는 0 내지 약 15 중량%이고, b는 약 35 내지 약 68 중량% 초과이고, 나머지 중량 백분율

및 다른 경계 조건은 발명의 내용란의 제1 측면에서 정의된 바와 같다.

[0045] 다른 바람직한 합금은 화학식 $Nb_aPd_b(Cu,Ni)_cCr_e(P,S_{x1})_x$를 가지며, 여기서 a는 약 41 내지 약 59 중량%이고, x는 약 0.5 내지 약 3.5 중량%이고, x1/x는 약 1이고, c는 약 35 내지 65 중량%, 바람직하게는 c는 약 40 내지 약 55 중량%이고, e는 0 내지 약 1.5 중량%이고, 나머지 중량 백분율 및 다른 경계 조건 및 모든 중량 백분율의 합은 발명의 내용란의 제1 측면에서 정의된 바와 같다.

[0046] 또한 바람직한 합금은 화학식 $(Zr,Fe_{(1)})_a(Ni)_c(Mo)_dCr_e(B,C)_i(P,S_{x1})_x$를 가지며, 여기서 a는 약 62 내지 약 79 중량%, 바람직하게는 약 65 내지 약 79 중량%이고, c는 0 내지 약 22 중량%이고, d는 0 내지 약 15 중량%이고, e는 0 내지 약 6 중량%이되, c + d + e는 약 13 내지 약 24 중량%이고, x는 약 0.3 내지 약 8.5 중량%, 바람직하게는 약 0.5 내지 약 8.5 중량%이고, x1/x 및 i 및 다른 경계 조건 및 모든 중량 백분율의 합은 발명의 내용란의 제1 측면에서 정의된 바와 같다.

[0047] 또한 바람직한 합금은 화학식 $(Nb,Hf)_aPd_b(Cu,Ni)_c(Fe_{(2)},Co)_e(P,S_{x1})_x$를 가지며, 여기서 a는 0 내지 약 15 중량%, 특히 바람직하게는 a는 0 중량%이고, b는 약 35 내지 약 68 중량%이고, c, e, x 및 x1 및 모든 중량 백분율의 합은 발명의 내용란의 제1 측면에서 정의된 바와 같고, 여기서 x1/x는 약 1이고, a가 0 중량% 일 때 c 및 e 중 적어도 하나는 0 중량% 초과이다.

[0048] 표 1은 아래의 일반적인 방법 가이드라인을 사용하여 생성된 콘크리트 합금 예를 보여준다. 여기서 냉각된 구리 주형에 쏟아 부음으로써 신속한 냉각이 이루어진다. 이들 합금은 모두 250 ㎛의 두께에서 약 50 % 이상이 비정질이다. 당업자는 그러한 경우에, 효율적인 고속 냉각 방법, 예를 들어 용융 방사 공정이 사용되며 100 % 비정질 합금(금속 유리)을 얻을 수 있음을 알고 있다.

[0049] 비정질 구조로 인해 상기 합금은 그것의 결정질 구조에 비해 단단하고 탄성이 강하며 잘 휘지 않는다. 예를 들어, 표 1의 276번 합금은 566 HV5의 경도 및 2 % 초과의 탄성 및 약 3 GPa의 굽힘 강도를 갖는다.

[0050] 합금의 제조를 위해, 출발 물질의 순도는 발명의 내용란의 제1 측면에서 전술한 모든 원소의 양이 유지되도록 해야 한다. 이러한 물질은 이하에서 "고도로 정제된"으로 지칭되며, 여기서 본 발명에 사용된 이러한 표현은 반드시 "고도로 정제된"의 통상적인 정의와 동일한 것을 의미할 필요는 없다. 당업자는 합금이 불가피하게 미량의 불순물을 함유할 수 있음을 당연히 알고 있다. 따라서, 본 발명에 따른 합금에서 모든 중량 백분율의 합 a + b + c + d + e + f + g + h + i + j + x + 화학식 I에 포함되지 않은 미량의 원소에서 불가피한 불순물은 100 중량%이다. 이러한 맥락에서 미량은 통상적으로 총량이 약 0.1 중량% 이하, 바람직하게는 약 0.075 중량% 이하, 보다 바람직하게는 약 0.05 중량% 이하, 특히 바람직하게는 약 0.03 중량% 이하, 보다 특히 바람직하게는 약 0.01 중량% 이하, 매우 특히 바람직하게는 약 0.005 중량% 이하, 가장 바람직하게는 약 0.001 중량% 이하인 총량의 전형적인 금속성 및 잠재적으로 반-금속성의 불순물을 의미한다.

[0051] 본 발명에 따른 상기 합금을 제조하는 일반적인 방법에서, 하나 이상의 모합금은 Fe, Pd, Ni, Cr, Cu 또는 Co로부터 황과 함께 제조되고, 잠재적으로 하나 이상의 모합금은 Fe, Pd, Ni, Cr, Cu 또는 Co로부터 인과 함께 제조된다. 상기 금속 및 황 또는 인은 내열성 용기(예를 들어, 석영 유리로 제조됨)에서 불활성 가스, 바람직하게는 아르곤 하에서 가열 및 합금화된다. 가열 및 합금화는 바람직하게는 약 1 내지 약 10분 동안 최고 온도에서 용융하는 상기 합금 성분의 융점보다 약 50 내지 약 100 ℃ 높은 온도에서 유도 가열을 통해 실행된다.

[0052] 고도로 정제된(상기 정의된 바와 같음) 원소가 상기 모합금에 사용되지 않는 경우, 모합금은 이를 정제하기 위해 B_2O_3에 의한 플럭스 공정에 적용될 수 있다. 미가공 모합금은 5 내지 15 중량%의 B_2O_3와 함께 불활성 가스, 바람직하게는 아르곤 하에 용융되고 약 2시간 내지 약 24시간, 바람직하게는 약 4시간 동안 약 1000 내지 약 1300 ℃, 바람직하게는 합금의 융점보다 적어도 약 100 ℃ 높은 온도에서 유지된다. 비황화물 및/또는 비인화물 불순물은 B_2O_3 용융물에 흡수되는데, 이는 전체 시스템의 자유 에너지를 감소시키기 때문이다.

[0053] 실온으로 냉각한 후, 상기 합금의 상단에 위치한 불순물을 함유하는 과량의 B_2O_3를 물에 용해 또는 분산시킨 후 함께 쏟아 내어 고도로 정제된 모합금을 남긴다.

[0054] 고도로 정제된(상기 정의된 바와 같음) 유황 합금은 잠재적으로 고도로 정제된(상기 정의된 바와 같음) 인 합금과 함께, 마찬가지로 고도로 정제된 형태(상기 정의된 바와 같음)로 사용되는 합금의 나머지 원소들과 함께, 및 잠재적으로 마찬가지로 고도로 정제된(상기 정의된 바와 같음) 더 많은 Fe, Pd, Ni, Cr, Cu 및/또는 Co와 함께 적당한 오븐에서, 불활성 가스, 바람직하게는 아르곤 하에, 진공 상태에서 용융 및 합금화된다. 이는 바람직하

게는 전기 아크로에서 발생하며, 합금은 전기 아크로에서 총 약 30 내지 180초 동안 최고 융점을 가진 성분의 융점보다 약 1000 내지 2000 ℃, 바람직하게는 약 500 ℃ 높은 온도에서 용융된다. 이에 대한 다중의 구현은 이후에 상기 합금의 회전과 함께 약 30초의 용융 시간이 바람직하다.

[0055] 이어서, 비정질 또는 부분 비정질 합금(금속 유리)을 제조하기 위해 합금을 신속하게 냉각하는데, 본 명세서에서 상기 비정질 또는 부분 비정질 합금(금속 유리)은 약 20 ㎛ 이상, 더 바람직하게는 약 50 ㎛ 이상, 더 바람직하게는 약 100 ㎛ 이상, 더 바람직하게는 약 200 ㎛ 이상, 가장 바람직하게는 250 ㎛ 이상의 두께에서 약 50 부피% 이상이 비정질임을 의미하고 완전 비정질 합금을 포함하는 (부분) 비정질로도 지칭된다. 이는 냉각 주조 공정, 예를 들어 냉각 주형에서의 틸팅, 스피닝, 흡입 또는 다이 주조를 사용하거나, 보다 효율적으로 용융 스피닝 공정 또는 분말화 공정을 사용하여 수행될 수 있으며, 여기서 상기 합금 용융물은 보호 가스 대기에서 또는 소위 스플랫 켄칭(splat quenching)을 통해 가공되어 분말을 형성한다.

[0056] 합금으로 만들어진 주형은, 예를 들어 비정질 합금 분말로부터 열가소성 주형 또는 냉간 성형을 통해, 또는 비정질 및/또는 (부분) 결정질 합금 분말로부터 레이저 빔 용융(3D 프린팅)을 통해 제조될 수 있다.

[0057] **실시예**

[0058] 하기 실시예에서, (부분) 비정질은 샘플의 약 50 부피%가 비정질임을 의미한다.

[0059] **실시예 1: 합금 $Ti_{8.58}Zr_{69.43}Ni_{10.75}Cu_{8.22}S_{3.02}$의 제조**

[0060] **1A. 모합금 $Ni_{73.3}S_{26.7}$의 제조**

[0061] 니켈 21.99 g 및 황 8.01 g을 수득하여 고도로 정제된 Ni-S 합금 $Ni_{73.3}S_{26.7}$ 30 g을 제조하고, 최대 1500 ℃에서 5분 동안 아르곤 하에 석영 유리 내에서 유도 합금화한다. 상기 합금을 후속 정제 공정에서 아르곤 하에 B_2O_3 3.4 g과 함께 융용시키고 4시간 동안 1000 ℃로 유지한다. 상기 정제 공정에서 상기 금속성 용융물 중의 불순물이 B_2O_3 용융물에 흡수된다. 실온으로 냉각한 후, 상기 불순물과 함께 B_2O_3 용융물을 물에 용해 또는 분산시키고, 상기 모합금을 쏟아 내어 고도로 정제된 합금을 남긴다.

[0062] **1B. 나머지 합금 성분으로 모합금 구현**

[0063] 니켈 0.3689 g, 지르코늄 10.4145 g, 티타늄 1.2870 g, 구리 1.2330 g 및 $Ni_{73.3}S_{26.7}$의 조성을 갖는 니켈-황 합금 1.6966 g을 조합하여 합금 $Ti_{8.58}Zr_{69.43}Ni_{10.75}Cu_{8.22}S_{3.02}$ 15 g을 제조한다. 상기 순수한 원소 및 상기 니켈-황 합금을 전기 아크로 내에서 아르곤 하에 약 2000 ℃에서 합금화한다. 합금화 노브를 적어도 3회 돌리고, 합금이 균질하게 되도록 용융을 (약 30초 동안) 수행한다.

[0064] 이어서, 실온으로 냉각된 구리 냉각 주형에 부어 넣음으로써 두께 0.5 내지 1 ㎜의 (부분) 비정질 부분을 제조한다.

[0065] 두께 0.5 ㎜의 상기 합금의 온도기록도를 도 1의 최상단 곡선으로 표시한다. 결정화점 488 ℃ 및 유리 전이점 398 ℃를 (부분) 비정질 구조에 적용한다.

[0066] 두께 1 ㎜의 상기 합금의 회절도(Cu-K-α 방사선)를 도 2의 최상단 곡선으로 표시한다. 곡선의 넓은 혐프(hump)는 (부분) 비정질 구조를 시사한다.

[0067] **실시예 2: 합금 $Ti_{74.1}Ni_{20.6}S_{5.3}$의 제조**

[0068] **2A. 모합금 $Ni_{69.11}S_{30.89}$의 제조**

[0069] 니켈 13.822 g, 황 6.178 g 및 B_2O_3 2.1 g을 첨가하는 것 이외는 실시예 1A와 동일한 방식으로 모합금 $Ni_{69.11}S_{30.89}$를 제조한다.

[0070] **2B. 나머지 합금 성분으로 모합금 구현**

[0071] 니켈 0.6994 g, 티타늄 5.9280 g 및 $Ni_{69.11}S_{30.89}$의 조성을 갖는 니켈-황 합금 1.3726 g을 조합하여 합금 $Ti_{74.1}Ni_{20.6}S_{5.3}$ 8 g을 제조한다. 상기 순수한 원소 및 상기 니켈-황 합금을 전기 아크로 내에서 아르곤 하에 약 2000 ℃에서 합금화한다. 합금화 노브를 적어도 3회 돌리고, 합금이 균질하게 되도록 용융을 (약 30초 동안) 수

행한다.

[0072] 이어서, 실온으로 냉각된 구리 냉각 주형에 부어 넣음으로써 두께 0.5 mm의 (부분) 비정질 부분을 제조한다.

[0073] 두께 0.5 mm의 상기 합금의 온도기록도를 도 1의 최하단 곡선으로 표시한다. 결정화점 462 ℃ 및 유리 전이점 423 ℃를 (부분) 비정질 구조에 적용한다.

[0074] 두께 0.5 mm의 상기 합금의 회절도(Cu-K-α 방사선)를 도 2의 최하단 곡선으로 표시한다. 곡선의 넓은 험프는 (부분) 비정질 구조를 시사한다.

[0075] 도 1 및 2는 또한 Ti, Zr, Ni, 또는 Pd, Cu 및 S를 함유하는 2개의 다른 합금(표 1의 합금 번호 218 및 248, 실시예 6)의 온도기록도 및 회절도를 도시한다.

[0076] **실시예 3: 합금 $Pd_{56.71}Ni_{31.28}S_{12.01}$의 제조**

[0077] **3A. 모합금 $Ni_{69.11}S_{30.89}$의 제조**

[0078] 실시예 2A와 동일한 방식으로 합금 $Ni_{69.11}S_{30.89}$를 제조한다.

[0079] **3B. 모합금 $Pd_{86.04}S_{13.96}$의 제조**

[0080] 팔라듐 25.812 g 및 황 4.188 g을 수득하여 고도로 정제된 Pd-S 합금 $Pd_{86.04}S_{13.96}$ 30 g을 제조하고, 최대 1600 ℃의 온도에서 5분 동안 아르곤 하에 석영 유리 내에서 유도 합금화한다. 이어서, 상기 합금을 정제 공정에서 B_2O_3 2.9 g과 함께 아르곤 하에 용융시키고 4시간 동안 1000 ℃에서 유지한다. 상기 정제 공정에서 상기 금속성 용융물 중의 불순물이 B_2O_3 용융물에 흡수된다. 실온으로 냉각한 후, 상기 불순물과 함께 B_2O_3 용융물을 물에 용해 또는 분산시키고, 상기 모합금을 쏟아 내어 고도로 정제된 합금을 남긴다.

[0081] **3C. 나머지 합금 성분으로 모합금 구현**

[0082] 니켈 3.5693 g, 팔라듐 3.9415 g, $Ni_{69.11}S_{13.96}$의 조성을 갖는 니켈-황 합금 3.8872 g, 및 $Pd_{86.04}S_{13.96}$의 조성을 갖는 팔라듐-황 합금 8.6020 g을 조합하여 $Pd_{56.71}Ni_{31.28}S_{12.01}$ 합금 20 g을 제조한다. 상기 순수한 원소, 상기 니켈-황 합금 및 상기 팔라듐-황 합금을 전기 아크로 내에서 약 2000 ℃에서 아르곤 하에 합금화한다. 합금화 노브를 적어도 3회 돌리고, 합금이 균질하게 되도록 용융을 (약 30초 동안) 수행한다.

[0083] 이어서, 실온으로 냉각된 구리 냉각 주형에 부어 넣음으로써 두께 0.5 내지 1.5 mm의 (부분) 비정질 부분을 제조한다.

[0084] 대안적으로, 상기 순수한 원소, 상기 니켈-황 합금 및 상기 팔라듐-황 합금을 석영 유리 내에서 합금화할 수 있다.

[0085] 두께 0.5 mm의 상기 합금의 온도기록도를 도 3의 상부 곡선으로 표시한다. 결정화점 176.2 ℃ 및 유리 전이점 152.9 ℃를 (부분) 비정질 구조에 적용한다.

[0086] 두께 1.5 mm의 상기 합금의 회절도(Cu-K-α 방사선)를 도 4의 상부 곡선으로 표시한다. 곡선의 넓은 험프는 (부분) 비정질 구조를 시사한다.

[0087] 도 3 및 4는 또한 Pd, Ni 및 S를 함유하는 다른 합금(표 1의 합금 번호 56, 실시예 6)의 온도기록도 및 회절도를 하부 곡선으로 도시한다.

[0088] **실시예 4: 합금 $Nb_{50.76}Ni_{45.22}Cu_{2.67}S_{1.35}$의 제조**

[0089] **4A. 모합금 $Ni_{69.11}S_{30.89}$의 제조**

[0090] 실시예 2A와 동일한 방식으로 모합금 $Ni_{69.11}S_{30.89}$를 제조한다.

[0091] **4B. 나머지 합금 성분으로 모합금 구현**

[0092] 니켈 2.6586 g, 니오븀 3.1979 g, $Ni_{69.11}S_{30.89}$의 조성을 갖는 니켈-황 합금 0.2753 g 및 구리 0.1682 g을 조합하여 합금 $Nb_{50.76}Ni_{45.22}Cu_{2.67}S_{1.35}$ 6 g을 제조한다. 상기 순수한 원소 및 상기 니켈-황 합금을 전기 아크로 내에서

약 2000 ℃에서 아르곤 하에 합금화한다. 합금화 노브를 적어도 3회 돌리고, 합금이 균질하게 되도록 용융을 (약 30초 동안) 수행한다.

[0093] 이어서, 실온으로 냉각된 구리 냉각 주형에 부어 넣음으로써 두께 0.5 내지 3 ㎜의 (부분) 비정질 부분을 제조한다.

[0094] 두께 0.5 ㎜의 상기 합금의 온도기록도를 도 5의 하부 곡선으로 표시한다. 결정화점 696 ℃ 및 유리 전이점 635 ℃를 (부분) 비정질 구조에 적용한다.

[0095] 두께 3 ㎜의 상기 합금에 대한 회절도(Cu-K-α 방사선)를 도 6에 표시한다. 곡선의 넓은 험프는 (부분) 비정질 구조를 시사한다.

[0096] 도 5는 또한 Nb, Ni, Pd 및 S를 함유하는 다른 합금(표 1의 합금 번호 20, 실시예 6)의 온도기록도 및 회절도를 상부 곡선으로 도시한다.

[0097] **실시예 5: 합금 $Mo_{10.68}Ni_{6.59}Fe_{69.48}Cr_{3.37}S_{1.25}P_{6.90}B_{0.50}C_{1.23}$의 제조**

[0098] **5A. 모합금 $Ni_{84.06}S_{15.94}$의 제조**

[0099] 니켈 16.812 g 및 황 3.188 g을 수득하여 고도로 정제된 Ni-S 합금 $Ni_{84.06}S_{15.96}$ 20 g을 제조하고, 최대 온도 1500 ℃에서 5분 동안 아르곤 하에 석영 유리 내에서 유도 합금화한다. 이어서, 상기 합금을 정제 공정에서 B_2O_3 2.7 g과 함께 아르곤 하에 용융시키고, 1250 ℃에서 4시간 동안 유지한다. 상기 정제 공정에서 상기 금속성 용융물 중의 불순물이 B_2O_3 용융물에 흡수된다. 실온으로 냉각한 후, 상기 불순물과 함께 B_2O_3 용융물을 물에 용해 또는 분산시키고, 상기 모합금을 쏟아 내어 고도로 정제된 합금을 남긴다.

[0100] **5B. 합금 $Fe_{90.97}P_{9.03}$의 제조**

[0101] 철 22.7425 g 및 인 2.2575 g을 수득하여 고도로 정제된 Fe-P 합금 $Fe_{90.97}P_{9.03}$ 25 g을 제조하고, 최대 온도 1600 ℃에서 5분 동안 아르곤 하에 석영 유리 내에서 유도 합금화한다. 이어서, 상기 합금을 정제 공정에서 B_2O_3 1.5 g과 함께 아르곤 하에 용융시키고, 1250 ℃에서 4시간 동안 유지한다. 상기 정제 공정에서 상기 금속성 용융물 중의 불순물이 B_2O_3 용융물에 흡수된다. 실온으로 냉각한 후, 상기 불순물과 함께 B_2O_3 용융물을 물에 용해 또는 분산시키고, 상기 모합금을 쏟아 내어 고도로 정제된 합금을 남긴다.

[0102] **5C. 나머지 합금 성분으로 모합금 구현**

[0103] 몰리브데넘 2.136 g, 크롬 0.674 g, 탄소 0.246 g, 붕소 0.100 g, $Fe_{90.97}P_{9.03}$의 조성을 갖는 철-인 합금 15.276 g, 및 $Ni_{84.06}S_{15.94}$의 조성을 갖는 니켈-황 합금 1.568 g을 조합하여 합금 $Mo_{10.68}Ni_{6.59}Fe_{69.48}Cr_{3.37}S_{1.25}P_{6.90}B_{0.50}C_{1.23}$ 20 g을 제조한다. 상기 순수한 원소, 상기 니켈-황 합금 및 상기 철-인 합금을 전기 아크로 내에서 약 2000 ℃에서 아르곤 하에 합금화한다. 합금화 노브를 적어도 3회 돌리고, 합금이 균질하게 되도록 용융을 (약 30초 동안) 수행한다.

[0104] 이어서, 실온으로 냉각된 구리 냉각 주형에 부어 넣음으로써 두께 0.5 ㎜의 (부분) 비정질 부분을 제조한다.

[0105] 두께 0.5 ㎜의 상기 합금의 온도기록도를 도 7에 표시한다. 결정화점 496 ℃ 및 유리 전이점 427 ℃를 (부분) 비정질 구조에 적용한다.

[0106] **실시예 6: 추가로 제조된 합금**

[0107] 실시예 1 내지 5와 유사한 방식으로 제조된 추가 실시예를 표 1에 제시한다. 합금 428은 플럭스 공정 없이 제조한다. 도 8은 두께 0.5 ㎜의 이 합금의 비정질 샘플에 대한 회절도를 보여준다.

표 1

[0108]

1	Fe69,48Mo10,68Ni6,59Cr3,37Si1,25P6,980,5C1,23
2	Nb41,94Ni54,91Si3,15
3	Nb43,48Ni54,04Si2,48
4	Nb44,97Ni53,19Si1,84
5	Nb46,43Ni52,36Si1,21
6	Nb47,67Ni46,01Cu2,72Cr2,22Si1,38
7	Nb47,77Ni48,62Cr2,23Si1,38

[0109]

8	Nb47,85Ni51,55Si0,6
9	Nb48,11Ni49,59Si2,3
10	Nb48,34Ni49,83Si1,83
11	Nb48,57Ni50,06Si1,37
12	Nb48,71Ni45,75Cu2,7Cr1,47Si1,37
13	Nb48,82Ni48,34Cr1,48Si1,36
14	Nb48,8Ni50,3Si0,9
15	Nb49,02Ni50,53Si0,45
16	Nb49,51Ni41,7Cu2,65Sn4,87Si1,32
17	Nb49,61Ni44,2Sn4,88Si1,31
18	Nb49,74Ni45,48Cu2,69Cr0,73Si1,36
19	Nb49,84Ni48,06Cr0,73Si1,37
20	Nb49,86Pd4,39Ni44,42Si1,33
21	Nb49,8Ni48,85Si1,35
22	Nb50,34Ni44,03Cu2,65Sn1,65Si1,33
23	Nb50,42Pd1,48Ni44,11Cu2,65Si1,34
24	Nb50,44Ni46,57Sn1,65Si1,34
25	Nb50,52Pd1,48Ni46,65Si1,35
26	Nb50,62Ni41,82Cu6,21Si1,35
27	Nb50,69Ni43,52Cu4,45Si1,34
28	Nb50,76Ni45,22Cu2,67Si1,35
29	Nb50,79Ni46,08Cu1,78Si1,35
30	Nb50,83Ni46,93Cu0,89Si1,35
31	Nb50,86Ni47,79Si1,35
32	Nb50,91Ni47,01Cr0,73Si1,35
33	Nb50,96Ni46,23Cr1,46Si1,35
34	Nb51,92Ni46,74Si1,34
35	Nb52,96Ni45,7Si1,34
36	Nb54,1Ni43,13Cr1,44Si1,33
37	Nb54Ni44,67Si1,33
38	Nb55,07Ni42,88Cr0,72Si1,33
39	Nb55,85Ni38,49Cu4,34Si1,32
40	Nb55,93Ni40,15Cu2,61Si1,31
41	Nb55,96Ni40,98Cu1,74Si1,32
42	Nb56,04Ni42,64Si1,32
43	Nb56,09Ni41,88Cr0,71Si1,32
44	Nb56,14Ni41,11Cr1,43Si1,32
45	Nb56,19Ni40,34Cr2,14Si1,33
46	Nb56Ni41,81Cu0,87Si1,32
47	Nb58,04Ni40,65Si1,31
48	Pd35,33Ni48,71Si15,96
49	Pd47,04Ni40,26Si12,7
50	Pd48,5Ni38,34Si13,16
51	Pd49,54Ni31,73Cu5,73Si13
52	Pd49,61Ni33,54Cu3,82Si13,03
53	Pd49,69Ni35,36Cu1,91Si13,04
54	Pd49,75Ni33,64Co3,56Si13,05
55	Pd49,76Ni35,41Co1,78Si13,05
56	Pd49,76Ni37,18Si13,06
57	Pd49,85Ni33,7Fe3,38Si13,07
58	Pd49,89Ni31,95Fe5,07Si13,09

59	Pd49,8Ni35,44Fe1,69S13,07
60	Pd50,4Ni38,22S11,38
61	Pd52,22Ni34,91S12,87
62	Pd52,61Ni35,08S12,31
63	Pd53,42Ni33,8S12,78
64	Pd53,98Ni34,87S11,15
65	Pd54,1Ni29,84S16,06
66	Pd55,26Ni30,47S14,27
67	Pd56,36Ni31,08S12,56
68	Pd56,71Ni31,28S12,01
69	Pd56,77Ni31,31S9,02P2,9
70	Pd56,83Ni31,34S6,02P5,81
71	Pd56,89Ni31,37S3,01P8,73
72	Pd56Ni30,88S13,12
73	Pd57,06Ni31,47S11,47
74	Pd57,37Ni29,08S13,55
75	Pd57,41Ni31,66S10,93
76	Pd58,97Ni29,19S11,84
77	Pd59,19Ni28,46S12,35
78	Pd60,85Ni26,93S12,22
79	Pd67,92Ni21,85S10,23
80	Ti0,68Nb49,87Ni48,09S1,36
81	Ti1,9Zr66,86Ni11,5Cu15,24Al3,62S0,88
82	Ti2,55Zr66,6Ni16,26Cu10,84Al2,87S0,88
83	Ti2,56Zr65,67Ni11,51Cu16,12Al3,26S0,88
84	Ti2,56Zr65,76Ni13,14Cu14,4Al3,26S0,88
85	Ti2,57Zr65,85Ni14,77Cu12,67Al3,26S0,88
86	Ti2,57Zr65,94Ni16,4Cu10,94Al3,27S0,88
87	Ti2,57Zr66,01Ni11,57Cu15,33Al3,64S0,88
88	Ti2,59Zr65,26Ni16,55Cu11,03Al3,67S0,9
89	Ti3,04Zr81,04Ni12,66S3,26
90	Ti3,18Zr61,97Hf2,94Ni11,63Cu15,43Fe0,14Al3,66S0,88C0,04O0,11N0,02
91	Ti3,19Zr63,88Ni11,43Cu15,18Al3,6S2,72
92	Ti3,19Zr65,12Ni11,65Cu15,46Fe0,01Al3,67S0,89O0,01
93	Ti3,22Zr64,49Ni11,54Cu15,31Al3,63S1,81
94	Ti3,24Zr61,93Hf2,96Ni11,62Cu15,42Fe0,13Al3,66S0,89C0,03O0,1N0,02
95	Ti3,24Zr64,79Ni11,59Cu15,39Al3,65S1,34
96	Ti3,24Zr64,81Ni11,58Cu16,22Al3,28S0,87
97	Ti3,24Zr64,87Ni11,61Cu15,41Al3,65S1,22
98	Ti3,24Zr64,97Ni11,61Cu15,82Al3,47S0,89
99	Ti3,25Zr60,15Hf2,83Nb1,9Ni11,62Cu15,42Fe0,13Al3,66S0,89C0,03O0,1N0,02
100	Ti3,25Zr64,94Ni11,62Cu15,42Al3,66S1,11
101	Ti3,25Zr65,01Ni11,63Cu15,44Al3,66S1,01
102	Ti3,25Zr65,09Ni11,65Cu15,46Al3,67S0,88
103	Ti3,25Zr65,16Ni11,66Cu15,47Al3,67S0,79
104	Ti3,25Zr65,18Ni12,46Cu14,55Al3,67S0,89
105	Ti3,26Zr65,23Ni11,67Cu15,49Al3,68S0,67
106	Ti3,26Zr65,23Ni13,28Cu13,67Al3,67S0,89
107	Ti3,26Zr65,27Ni14,11Cu12,8Al3,67S0,89
108	Ti3,26Zr65,31Ni14,93Cu11,93Al3,68S0,89
109	Ti3,26Zr65,36Ni15,76Cu11,05Al3,68S0,89

[0110]

110	Ti3,26Zr65,3Ni11,67Cu15,02Al3,86S0,89
111	Ti3,27Zr65,45Ni17,42Cu9,29Al3,68S0,89
112	Ti3,27Zr65,47Ni11,7Cu14,61Al4,06S0,89
113	Ti3,27Zr65,4Ni16,59Cu10,17Al3,68S0,89
114	Ti3,28Zr65,64Ni11,73Cu14,2Al4,26S0,89
115	Ti3,94Zr64,26Ni11,71Cu15,51Al3,69S0,89
116	Ti4,43Zr39,83Cu45,4Ag8,56S1,78
117	Ti4,47Zr40,19Cu45,82Ag8,64S0,88
118	Ti4,64Zr63,37Ni11,78Cu15,61Al3,71S0,89
119	Ti5,34Zr62,47Ni11,85Cu15,7Al3,73S0,91
120	Ti5,75Zr71,21Ni10,34Cu7,88Al1,47S3,35
121	Ti5,83Zr72,27Ni10,5Cu8S3,4
122	Ti5,86Zr72,65Ni10,51Cu8,03S2,95
123	Ti5,86Zr72,65Ni5,81Cu13,17S2,51
124	Ti5,87Zr72,76Ni7,66Cu11,2S2,51
125	Ti5,89Zr72,93Ni10,6Cu8,07S2,51
126	Ti5,91Zr73,3Ni10,61Cu8,1S2,08
127	Ti5,98Zr74,41Ni8,47Cu6,39Al1,45S3,3
128	Ti5,99Zr73,86Ni9,58Cu7,19S3,38
129	Ti5,9Zr72,78Ni9,44Cu7,09Al1,46S3,33
130	Ti6,05Zr61,56Ni11,92Cu15,8Al3,76S0,91
131	Ti6,07Zr75,5Ni8,59Cu6,48S3,36
132	Ti6,08Zr75,36Ni7,46Cu5,65Al2,19S3,26
133	Ti6,13Zr75,93Ni7,52Cu5,7Al1,44S3,28
134	Ti6,18Zr76,49Ni7,57Cu5,74Al0,71S3,31
135	Ti6,22Zr77,04Ni7,63Cu5,78S3,33
136	Ti6,25Zr77,38Ni13,02S3,35
137	Ti6,37Zr78,57Ni6,67Cu5,09S3,3
138	Ti6,45Zr80,14Ni5,72Cu4,4S3,29
139	Ti6,68Zr38,21Cu53,24S1,87
140	Ti6,75Zr38,58Cu53,75S0,92
141	Ti6,77Zr60,64Ni12Cu15,9Al3,78S0,91
142	Ti7,08Zr69,62Ni10,46Cu7,97Al1,48S3,39
143	Ti7,19Zr70,67Ni10,62Cu8,09S3,43
144	Ti7,5Zr59,7Ni12,07Cu16Al3,8S0,93
145	Ti8,24Zr58,76Ni12,15Cu16,1Al3,83S0,92
146	Ti8,37Zr67,45Ni10,5Cu8Al2,28S3,4
147	Ti8,44Zr67,99Ni10,58Cu8,06Al1,5S3,43
148	Ti8,57Zr69,02Ni10,74Cu8,19S3,48
149	Ti8,58Zr69,43Ni10,75Cu8,22S3,02
150	Ti8,5Zr68,51Ni10,66Cu8,13Al0,74S3,46
151	Ti8,62Zr69,38Ni5,95Cu13,48S2,57
152	Ti8,64Zr69,49Ni7,84Cu11,46S2,57
153	Ti8,66Zr69,66Ni10,85Cu8,26S2,57
154	Ti8,67Zr69,96Ni10,86Cu8,38S2,13
155	Ti9,64Zr73,51Ni13,4S3,45
156	Ti8.5Zr68.82Cu19.68S30
157	Ti8.49Zr68.79Ni10.64Cu8.15S3.94
158	Ti5.68Zr70.67Ni11.5Cu8.73S3.42
159	Ti29.84Zr48.34Cu17.83S40
160	Ti30.19Zr47.47Cu18.54S3.790

[0111]

161	Ti29.69Zr48.1Cu18.72S3.480
162	Ti29.73Zr49.58Ni0.91Cu15.79S3.98
163	Ti29.76Zr49.62Ni1.82Cu14.81S3.99
164	Ti29.78Zr49.66Ni2.74Cu13.84S3.99
165	Ti29.8Zr49.69Ni3.65Cu12.86S3.99
166	Ti29.82Zr49.73Ni4.57Cu11.88S4
167	Ti29.21Zr48.71Cu14.54Sn3.62S3.91
168	Ti29.72Zr48.12Nb1.44Cu16.76S3.98
169	Ti29.72Zr46.69Nb2.88Cu16.75S3.98
170	Ti29.9Zr48.43V0.8Cu16.87S4.01
171	Ti30.09Zr47.31V1.6Cu16.98S4.03
172	Ti29.88Zr49.83Cu15.87Al0.42S4
173	Ti30.05Zr50.11Cu14.96Al0.85S4.03
174	Ti29.51Zr49.21Cu15.67Ag1.66S3.95
175	Ti29.31Zr48.87Cu14.59Ag3.3S3.93
176	Ti57.77Zr4.37Ni20.8Cu14.61S2.46
177	Ti55.97Zr6.57Ni20.58Cu14.45S2.43
178	Ti54.35Zr8.56Ni20.38Cu14.31S2.41
179	Ti52.62Zr10.67Ni20.16Cu14.16S2.38
180	Ti51.06Zr12.58Ni19.97Cu14.02S2.36
181	Ti49.41Zr14.61Ni19.77Cu13.88S2.33
182	Ti47.91Zr16.45Ni19.58Cu13.75S2.31
183	Ti46.31Zr18.4Ni19.38Cu13.61S2.29
184	Ti44.87Zr20.17Ni19.2Cu13.49S2.27
185	Ti41.95Zr23.75Ni18.84Cu13.23S2.23
186	Ti39.14Zr27.19Ni18.5Cu12.99S2.18
187	Ti36.43Zr30.51Ni18.16Cu12.75S2.15
188	Ti33.81Zr33.72Ni17.84Cu12.53S2.11
189	Ti61.33Zr0Ni21.24Cu14.92S2.51
190	Ti61.22Zr0Ni18.91Cu17.37S2.5
191	Ti9,75Zr56,83Ni12,3Cu16,3Al3,88S0,94
192	Ti9,94Zr67,07Ni11,23Cu8,68S3,08
193	Ti9,98Zr67,34Ni10,87Cu8,28S3,53
194	Ti9,9Zr66,81Ni11,59Cu9,08S2,62
195	Ti11,3Zr54,85Ni12,46Cu16,51Al3,93S0,95
196	Ti11,43Zr65,62Ni11Cu8,38S3,57
197	Ti13,24Zr69,41Ni13,8S3,55
198	Ti14,52Zr50,74Ni12,79Cu16,95Al4,03S0,97
199	Ti15,56Zr31,75Ni6,99Cu44,72S0,98
200	Ti17,07Zr65,05Ni14,23S3,65
201	Ti17,25Zr29,35Ni7,08Cu45,32S1
202	Ti18,85Zr15,96Ni7,51Cu56,63S1,05
203	Ti18,99Zr26,89Ni7,18Cu45,93S1,01
204	Ti20,77Zr24,36Ni7,28Cu46,57S1,02
205	Ti21,13Zr60,41Ni14,68S3,78
206	Ti21,34Zr16,09Ni7,57Cu53,96S1,04
207	Ti22,61Zr21,76Ni7,38Cu47,22S1,03
208	Ti23,87Zr16,21Ni7,63Cu51,24S1,05
209	Ti24,49Zr19,09Ni7,48Cu47,89S1,05
210	Ti24,52Zr43,62Pd28,35S3,51
211	Ti25,01Zr16,45Ni7,74Cu48,85S1,06Si0,94

[0112]

212	Ti25,47Zr55,47Ni15,17S3,89
213	Ti25,4Zr15,7Ta5,77Ni5,52Cu46,59S1,02
214	Ti25,87Zr15,95Ni7,46Cu47,47S3,25
215	Ti25,95Zr16,04Ni5,64Cu47,59In3,74S1,04
216	Ti26,01Zr16,08Ni5,65Cu47,7Ag3,52S1,04
217	Ti26,11Zr16,14Mo3,14Ni5,67Cu47,88S1,06
218	Ti26,16Zr16,13Ni7,55Cu48,01S2,15
219	Ti26,34Zr16,28Ni5,72Cu48,3Ga2,3S1,06
220	Ti26,43Zr16,23Ni7,61Cu48,4S1,33
221	Ti26,43Zr16,34Ni5,74Cu48,47Co1,95S1,07
222	Ti26,43Zr16,34Ni7,59Cu48,58S1,06
223	Ti26,45Zr16,31Ni7,63Cu48,54S1,07
224	Ti26,47Zr16,36Ni5,75Cu48,54Mn1,82S1,06
225	Ti26,47Zr16,36Ni9,55Cu46,54S1,08
226	Ti26,49Zr16,37Ni5,76Cu48,58Cr1,73S1,07
227	Ti26,51Zr16,39Ni7,71Cu46,5Mn1,83S1,06
228	Ti26,52Zr16,39Ni11,52Cu44,51S1,06
229	Ti26,54Zr16,3Ni7,67Cu48,69S0,8
230	Ti26,56Zr16,42Ni13,5Cu42,46S1,06
231	Ti26,75Zr16,53Ni7,78Cu46,92S1,08Si0,94
232	Ti26,86Zr16,6Ni5,84Cu49,26S1,08B0,36
233	Ti28,64Zr38,53Pd29,22S3,61
234	Ti29,04Zr16,47Ni7,75Cu45,67S1,07
235	Ti29,42Zr49,06Ni9,02Cu6,83Al1,73S3,94
236	Ti29,43Zr43,47Ni9,02Cu6,84Sn7,3S3,94
237	Ti29,43Zr49,07Ni9,02Cu4,88Sn3,65S3,95
238	Ti29,47Zr43,53Ni10,84Cu4,89Sn7,31S3,96
239	Ti29,49Zr54,8Ni11,75S3,96
240	Ti29,56Zr45,06Ni9,06Cu6,87Sn5,5S3,95
241	Ti29,68Zr46,67Ni9,1Cu6,9Sn3,68S3,97
242	Ti29,68Zr49,49Ni9,1Cu6,9Al0,85S3,98
243	Ti29,6Zr45,13Ni10,89Cu4,91Sn5,51S3,96
244	Ti29,73Zr46,74Ni10,93Cu4,93Sn3,69S3,98
245	Ti29,79Zr52,52Ni13,7S3,99
246	Ti29,81Zr48,29Ni9,14Cu6,93Sn1,85S3,98
247	Ti29,85Zr48,36Ni10,98Cu4,95Sn1,85S4,01
248	Ti29,85Zr49,77Ni17,38S3
249	Ti29,91Zr45,61Nb4,35Ni9,17Cu6,95S4,01
250	Ti29,94Zr49,92Ni9,18Cu6,95S4,01
251	Ti29,95Zr49,94Ni16,71S3,4
252	Ti29,97Zr49,98Ni16,54S3,51
253	Ti29,98Zr50Ni11,03Cu4,98S4,01
254	Ti30,03Zr50,07Ni12,89Cu2,99S4,02
255	Ti30,05Zr41,52Nb8,75Ni15,66S4,02
256	Ti30,07Zr45,85Nb4,38Ni15,67S4,03
257	Ti30,14Zr50,25Ni12,93Fe2,64S4,04
258	Ti30,16Zr50,3Ni11,1Fe4,4S4,04
259	Ti30,1Zr50,19Ni15,68S4,03
260	Ti30,22Zr50,4Ni14,82S4,56
261	Ti30,35Zr50,61Ni13,96S5,08
262	Ti30,41Zr47,81Ni17,71S4,07

[0113]

263	Ti30,72Zr45,38Ni19,78S4,12
264	Ti31,69Zr16,6Ni7,81Cu42,82S1,08
265	Ti33,02Zr33,12Pd30,14S3,72
266	Ti33,81Zr33,72Ni17,84Cu12,53S2,1
267	Ti34,38Zr16,73Ni7,87Cu39,93S1,09
268	Ti35,05Zr44,54Ni16,24S4,17
269	Ti36,43Zr30,51Ni18,16Cu12,75S2,15
270	Ti37,68Zr27,36Pd31,12S3,84
271	Ti39,14Zr27,19Ni18,5Cu12,99S2,18
272	Ti39,4Zr37,55Ni9,66Cu7,3Al1,85S4,24
273	Ti40,14Zr38,25Ni9,84Cu7,46S4,31
274	Ti40,37Zr38,47Ni16,83S4,33
275	Ti41,95Zr23,75Ni18,84Cu13,23S2,23
276	Ti42,66Zr21,21Pd32,16S3,97
277	Ti44,87Zr20,17Ni19,2Cu13,49S2,27
278	Ti45,84Zr31,77Ni18,6S3,79
279	Ti46,09Zr31,94Ni17,47S4,5
280	Ti47,91Zr16,45Ni19,58Cu13,75S2,31
281	Ti47,98Zr14,63Pd33,28S4,11
282	Ti48,4Zr24,71Ni22,26S4,63
283	Ti49,69Zr15,15Pd25,63Cu5,28S4,25
284	Ti50,33Zr24,81Ni20,22S4,64
285	Ti50,62Zr20,9Ta6,38Ni17,58S4,52
286	Ti50,69Zr16,1Ni10,36Cu7,85Sn10,48S4,52
287	Ti50,89Zr25,08Ni18,29S4,71Si1,03
288	Ti50,93Zr17,8Ni10,41Cu7,89Sn8,42S4,55
289	Ti50,93Zr24,27Ni10,41Cu5,63Sn4,21S4,55
290	Ti50,99Zr16,2Ni17,72Sn10,54S4,55
291	Ti51,02Zr17,83Ni12,51Cu5,64Sn8,44S4,56
292	Ti51,06Zr12,58Ni19,97Cu14,02S2,37
293	Ti51,06Zr30,81Ni13,57S4,56
294	Ti51,18Zr19,51Ni10,46Cu7,93Sn6,35S4,57
295	Ti51,22Zr25,24Ni18,41S4,73B0,4
296	Ti51,27Zr19,54Ni12,57Cu5,67Sn6,36S4,59
297	Ti51,44Zr21,24Ni10,51Cu7,97Sn4,25S4,59
298	Ti51,53Zr21,28Ni12,64Cu5,7Sn4,26S4,59
299	Ti51,66Zr27,89Ni15,84S4,61
300	Ti51,69Zr22,99Ni10,56Cu8,01Sn2,14S4,61
301	Ti51,69Zr24,63Ni12,89Cu6,86S3,93
302	Ti51,77Zr24,66Ni20,1S3,47
303	Ti51,78Zr23,03Ni12,7Cu5,73Sn2,14S4,62
304	Ti51,82Zr21,4Ni18In4,14S4,64
305	Ti51,83Zr24,69Ni16,1Cu3,44S3,94
306	Ti51,95Zr21,45Ni18,05Ag3,9S4,65
307	Ti51,95Zr24,75Ni10,62Cu8,05S4,63
308	Ti51,97Zr24,76Ni19,33S3,94
309	Ti51,9Zr19,78Nb5,04Ni10,61Cu8,04S4,63
310	Ti52,02Zr24,78Ni19,13S4,07
311	Ti52,04Zr24,79Ni12,76Cu5,76S4,65
312	Ti52,13Zr24,84Ni14,92Cu3,46S4,65
313	Ti52,17Zr14,91Nb10,13Ni18,13S4,66

[0114]

314	Ti52,18Zr21,55Mo3,49Ni18,13S4,65
315	Ti52,22Zr19,9Nb5,07Ni18,14S4,67
316	Ti52,27Zr24,9Ni18,16S4,67
317	Ti52,35Zr24,94Ni14,98Fe3,05S4,68
318	Ti52,4Zr24,97Ni12,85Fe5,09S4,69
319	Ti52,52Zr25,02Ni17,17S5,29
320	Ti52,68Zr21,75Ni18,3Ga2,56S4,71
321	Ti52,78Zr25,15Ni16,18S5,89
322	Ti52,9Zr21,84Ni20,54S4,72
323	Ti53,54Zr18,71Ni22,98S4,77
324	Ti53,5Zr22,09Ni18,59S4,77Si1,05
325	Ti53,68Zr7,58Pd34,48S4,26
326	Ti53,85Zr22,23Ni18,71S4,8B0,41
327	Ti54,22Zr25Ni16,09S4,69
328	Ti54,35Zr8,56Ni20,38Cu14,31S2,4
329	Ti55,66Zr7,86Pd26,58Cu5,47S4,43
330	Ti56,03Ni17,97Sn21,38S4,62
331	Ti56,2Zr25,1Ni14S4,7
332	Ti56,33Pd39,36S4,31
333	Ti56,89Ni20,98Cu19,65S2,48
334	Ti57,1Ni25,62Cu14,79S2,49
335	Ti57,77Zr4,37Ni20,8Cu14,61S2,45
336	Ti58,28Zr17,09Ni13,41Cu7,14S4,08
337	Ti58,41Nb17,44Ni20,05S4,1
338	Ti58,44Zr17,13Ni16,76Cu3,58S4,09
339	Ti58,57Zr17,17Ni11,05Cu8,37S4,84
340	Ti58,6Ni25,46Cu14,7S1,24
341	Ti58,6Zr17,18Ni20,12S4,1
342	Ti58,95Zr17,28Ni18,9S4,87
343	Ti59,1Ni21,11Cu17,3S2,49
344	Ti59,81Pd35,77S4,42
345	Ti60,7Ni23,29Cu14,76S1,25
346	Ti60,81Ni25,62Cu12,33S1,24
347	Ti61,01Ni22,27Cu14,84S1,88
348	Ti61,08Pd33,48S5,44
349	Ti61,17Ni21,76Cu14,88S2,19
350	Ti61,1Ni16,59Cu19,81S2,5
351	Ti61,22Ni18,91Cu17,37S2,5
352	Ti61,33Ni21,24Cu14,92S2,51
353	Ti61,49Ni20,72Cu14,96S2,83
354	Ti61,57Ni25,93Cu9,98S2,52
355	Ti61,82Ni19,67Cu15,03S3,48
356	Ti61,98Ni19,14Cu15,07S3,81
357	Ti62,64Ni17Cu15,23S5,13
358	Ti62,97Ni15,91Cu15,32S5,8
359	Ti63,48Pd31,99S4,53
360	Ti64,04Ni11,22Cu8,5Sn11,34S4,9
361	Ti64,11Pd30,88S5,01
362	Ti64,15Ni13,49Cu6,08Sn11,36S4,92
363	Ti64,27Ni15,76Cu3,66Sn11,39S4,92
364	Ti64,39Ni18,05Cu1,22Sn11,41S4,93

[0115]

365	Ti64,45Ni19,19Sn11,42S4,94
366	Ti65,76Zr8,95Ni11,52Cu8,73S5,04
367	Ti65,89Zr8,97Ni13,85Cu6,25S5,04
368	Ti66,01Zr8,99Ni16,19Cu3,76S5,05
369	Ti66,14Zr9Ni18,54Cu1,25S5,07
370	Ti66,27Pd23,57Ni5,42S4,74
371	Ti66,2Zr9,01Ni19,71S5,08
372	Ti68,03Ni27,41S4,56
373	Ti68,07Pd18,16Ni8,9S4,87
374	Ti68,77Nb5,56Ni21,32S4,35
375	Ti68,84Zr5,47Ni21,34S4,35
376	Ti69,11Ni19,87Sn5,91S5,11
377	Ti69,97Pd12,45Ni12,58S5
378	Ti70,05Ni26,78S3,17
379	Ti70,54V3,13Ni21,87S4,46
380	Ti70,61Ni15,01Sn9,34S5,04
381	Ti70,78Ni24,78S4,44
382	Ti71,63Ni22,41S5,96
383	Ti71,6Ni22,19Al1,68S4,53
384	Ti71,96Ni11,77Cu6,37Sn4,76S5,14
385	Ti71,98Nb1,89Ni21,71S4,42
386	Ti71,98Pd6,4Ni16,48S5,14
387	Ti71Ni17,64Sn7,04S4,32
388	Ti72,07Ni20,3Sn2,42S5,21
389	Ti72,32Ni17,73Sn4,78S5,17
390	Ti72,59V1,04Ni21,89S4,48
391	Ti72,92Ni10,13Cu12,52S4,43
392	Ti72,95Ni22Al0,56S4,49
393	Ti72,96Ni21,76S5,28
394	Ti72Zr1,85Ni21,71S4,44
395	Ti73,01Ni2,39Cu19,39S5,21
396	Ti73,16Ni4,78Cu16,83S5,23
397	Ti73,19Ni14,6Cu7,77S4,44
398	Ti73,22Ni22,98S3,8
399	Ti73,2Ni19,15Sn2,42S5,23
400	Ti73,3Ni7,19Cu14,27S5,24
401	Ti73,45Ni9,61Cu11,7S5,24
402	Ti73,4Ni18,24Cu3,9S4,46
403	Ti73,55Ni20,68Cu1,3S4,47
404	Ti73,59Ni12,03Cu9,12S5,26
405	Ti73,61Ni18,29Co3,63S4,47
406	Ti73,62Ni20,7Co1,21S4,47
407	Ti73,62Ni21,91S4,47
408	Ti73,74Ni14,47Cu6,53S5,26
409	Ti73,89Ni16,91Cu3,92S5,28
410	Ti74,11Ni20,6S5,29
411	Ti74,24Ni16,99Fe3,46S5,31
412	Ti74,37Ni13,37Fe6,94S5,32
413	Ti74,72Ni18,94S6,34
414	Ti75,26Ni19,43S5,31
415	Ti75,75Ni20,97S3,28

[0116]

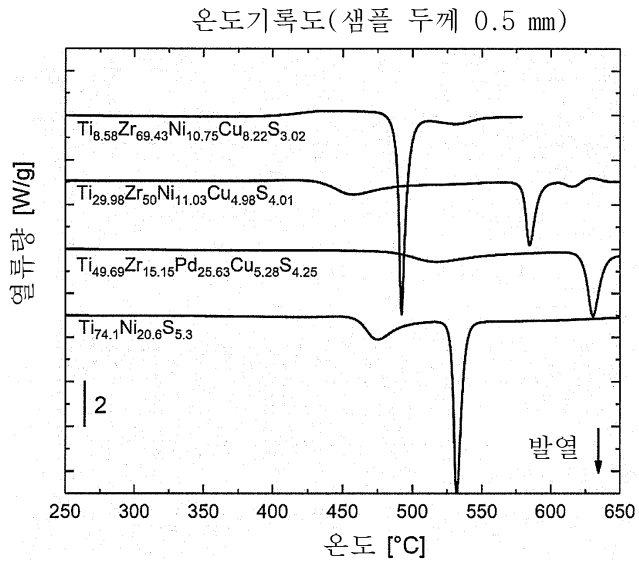
416	Ti76,5Ni19S4,5
417	Ti77,44Ni16,54S6,02
418	Zr36,16Cu51,38Ag11,6S0,86
419	Zr66,77Hf3,16Nb2,11Cu23,79Fe0,14Al3,65S0,21C0,04O0,11N0,02
420	Zr67,06Hf3,18Nb1,81Cu23,79Fe0,14Al3,65S0,21C0,04O0,11N0,02
421	Zr69,1Nb1,79Cu23,38Al3,58S2,15
422	Zr69,41Nb1,79Cu23,48Al3,6S1,72
423	Zr69,72Nb1,8Cu23,58Al3,62S1,28
423	Zr70,03Nb1,8Cu23,69Al3,63S0,85
425	Zr70,32Nb1,83Cu23,78Al3,65S0,42
426	Zr70,47Nb1,81Cu23,85Al3,66S0,21
427	Zr72,29Cu23,85Al3,65S0,21
428	Ti29,3009Zr47,0547Hf2,2275Cu17,0260(Fe,Cr)0,1920O0,1530N0,0212H0,0069C0,0484S3,9690 및 Pb0.0004: 금속성 미량 불순물

[0117]

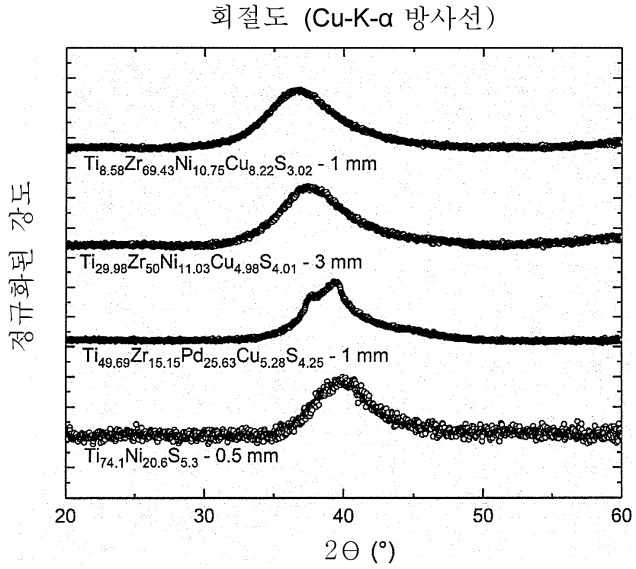
[0118] 본원에 인용된 임의의 유형의 모든 간행물은 그 전체 내용이 본 명세서에 임의의 참조를 통해 포함된다.

도면

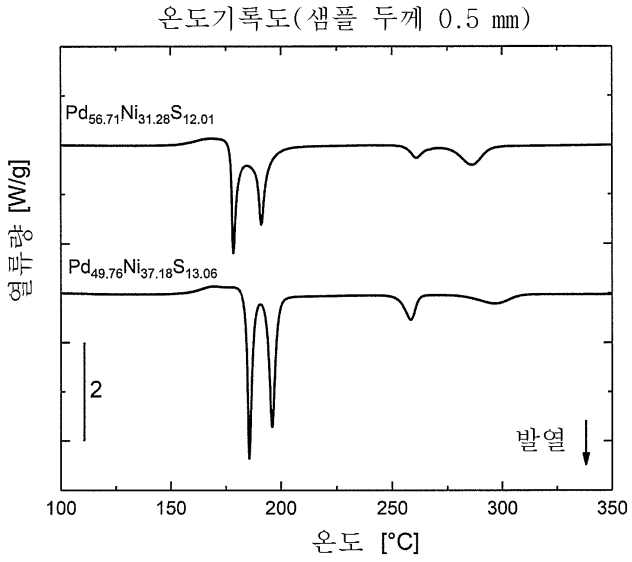
도면1


온도기록도(샘플 두께 0.5 ㎜)
Ti8.58Zr69.43Ni10.75Cu8.22S3.02
Ti29.98Zr50Ni11.03Cu4.98S4.01
Ti49.69Zr15.15Pd25.63Cu5.28S4.25
Ti74.1Ni20.6S5.3
2
발열
열류량 [W/g]
250 300 350 400 450 500 550 600 650
온도 [°C]

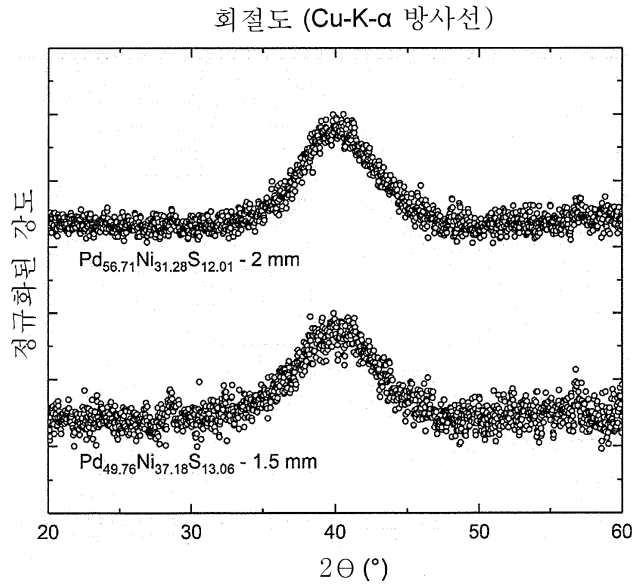
도면2


회절도 (Cu-K-α 방사선)
Ti8.58Zr69.43Ni10.75Cu8.22S3.02 - 1 mm
Ti29.98Zr50Ni11.03Cu4.98S4.01 - 3 mm
Ti49.69Zr15.15Pd25.63Cu5.28S4.25 - 1 mm
Ti74.1Ni20.6S5.3 - 0.5 mm
정규화된 강도
20 30 40 50 60
2Θ (°)

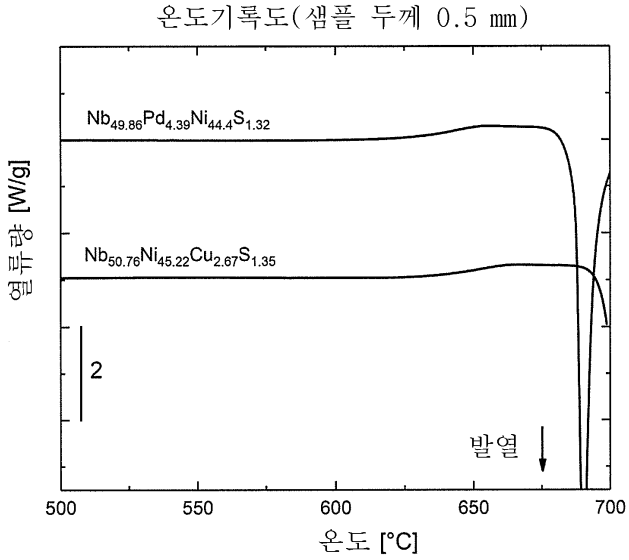
도면3


온도기록도(샘플 두께 0.5 mm)
$Pd_{56.71}Ni_{31.28}S_{12.01}$
$Pd_{49.76}Ni_{37.18}S_{13.06}$
열류량 [W/g]
2
발열
100
150
200
250
300
350
온도 [°C]

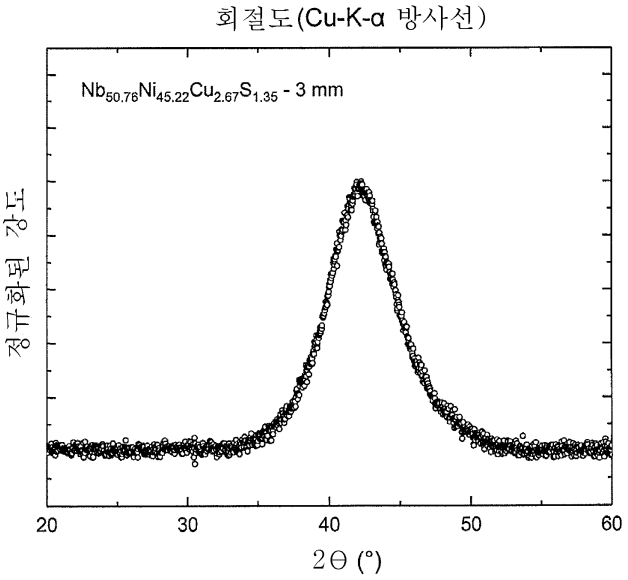
도면4


회절도 (Cu-K-α 방사선)
$Pd_{56.71}Ni_{31.28}S_{12.01}$ - 2 mm
$Pd_{49.76}Ni_{37.18}S_{13.06}$ - 1.5 mm
정규화된 강도
20
30
40
50
60
2Θ (°)

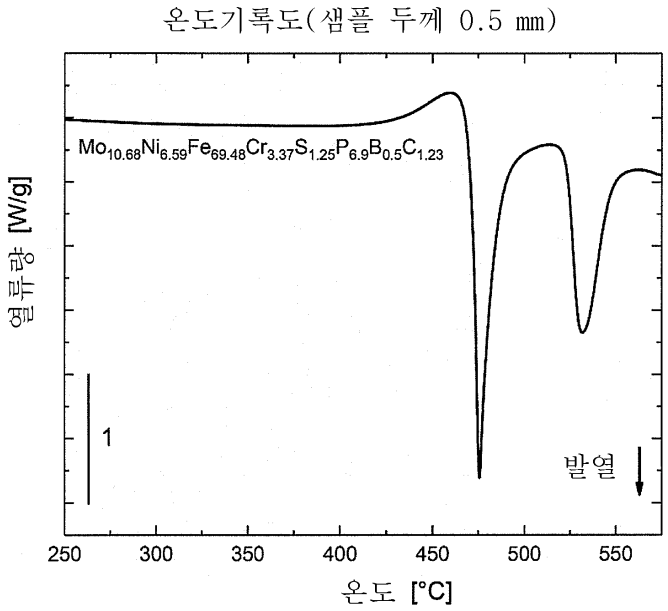
도면5


온도기록도(샘플 두께 0.5 ㎜)
$Nb_{49.86}Pd_{4.39}Ni_{44.4}S_{1.32}$
$Nb_{50.76}Ni_{45.22}Cu_{2.67}S_{1.35}$
열류량 [W/g]
2
발열
500
550
600
650
700
온도 [°C]

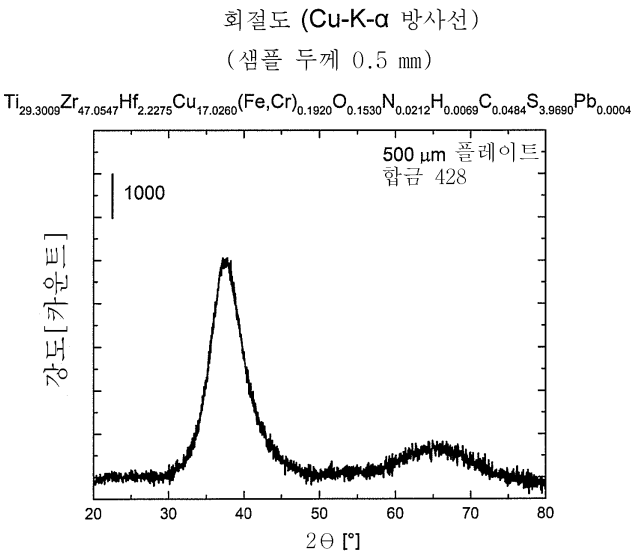
도면6


회절도(Cu-K-α 방사선)
$Nb_{50.76}Ni_{45.22}Cu_{2.67}S_{1.35}$ - 3 mm
정규화된 강도
20
30
40
50
60
2Θ (°)

도면7


온도기록도(샘플 두께 0.5 mm)
$Mo_{10.68}Ni_{6.59}Fe_{69.48}Cr_{3.37}S_{1.25}P_{6.9}B_{0.5}C_{1.23}$
열류량 [W/g]
1
발열
250
300
350
400
450
500
550
온도 [°C]

도면8


회절도 (Cu-K-α 방사선)
(샘플 두께 0.5 mm)
$Ti_{29.3009}Zr_{47.0547}Hf_{2.2275}Cu_{17.0260}(Fe,Cr)_{0.1920}O_{0.1530}N_{0.0212}H_{0.0069}C_{0.0484}S_{3.9690}Pb_{0.0004}$
500 μm 플레이트
합금 428
1000
강도[카운트]
20
30
40
50
60
70
80
2Θ [°]