(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0090880
(43) 공개일자 2022년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 9/06 (2006.01) *C22F 1/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 9/06 (2013.01)
C22F 1/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0181849
(22) 출원일자 2020년12월23일
심사청구일자 2022년02월22일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
최은애
경상남도 창원시 성산구 외동반림로 156 (용호동, 용지 더 샵 레이크파크)
한승전
경상남도 창원시 성산구 외리로34번길 15 (성주동)
안지혁
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 9 (가음동, 창원 가음한화꿈에그린)
(74) 대리인
특허법인이지

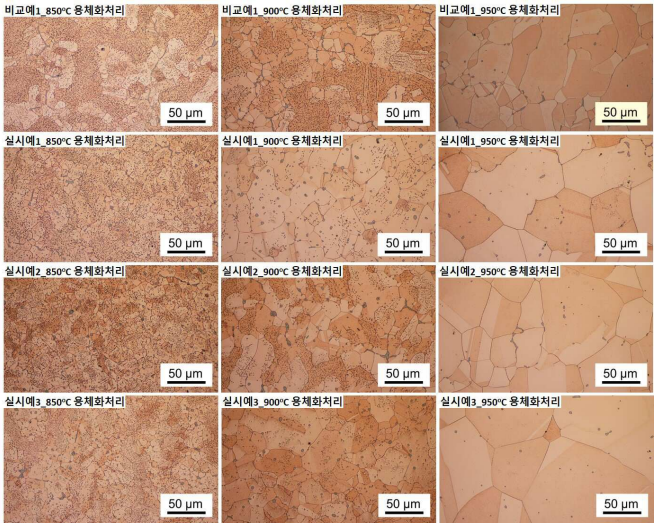
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게 본 발명은 Cu-Ni-Si 합금에 Mn을 첨가하여 개재물이 저감되어 강도 및 제조공정의 경제성이 개선된, 구리-니켈-규소-망간 합금 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415166587
과제번호 20000465
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업핵심기술개발사업
연구과제명 양자역학 계산 기반 1GPa 15IACS급 고강도 고도전스마트기기 접점재용 동합금 소재 개발(3/3)
기 여 율 10/100
과제수행기관명 한국산업기술평가관리원
연구기간 2020.01.01 ~ 2020.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415173301
과제번호 20010384
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 소재부품기술개발사업-전략핵심소재자립화
연구과제명 CuBe 합금 대체 인장강도 900MPa 이상 친환경 동합금Strip 소재 제조공정 및 고강도 내마모 마찰부품 제조기술개발(1단계)(2/2)
기 여 율 50/100
과제수행기관명 (주)풍산
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711133911
과제번호 2021M3D1A2043842
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 나노 및 소재기술개발사업(연구단)-국가핵심소재연구단(특화형)
연구과제명 제 1원리 계산 기반 인장강도 850 MPa, 50% IACS급고전도도 베릴륨 프리 동합금 설계 기술(2단계)(1/3)
기 여 율 40/100
과제수행기관명 재단법인 한국연구재단
연구기간 2021.01.23 ~ 2021.12.31

청구범위유예 : 있음
임시명세서출원 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

구리(Cu)-니켈(Ni)-규소(Si)-망간(Mn) 합금 전체 중량에 대해,

2 내지 6 중량%의 Ni;

0.5 내지 1.5 중량%의 Si;

0.1 내지 1.0 중량%의 Mn; 및

Cu와 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하고,

Mn과 Ni의 함량비 Mn/Ni가 0.01 내지 0.5인, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 개재물 분율이 8% 이상 감소된, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 입계 개재물의 크기가 10% 이상 감소된, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율이 45% 이하인, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 입계 개재물 종횡비와 Si 질량의 비율인 입계 개재물 종횡비/Si 질량이 2.5 이하인, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금.

청구항 6

i) 합금 전체 중량에 대해 2 내지 6 중량%의 니켈(Ni); 0.5 내지 1.5 중량%의 규소(Si); 0.1 내지 1.0 중량%의 망간(Mn); 및 구리(Cu)와 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하는 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금을 주조하는 단계; 및

ii) 상기 주조된 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금을 용체화처리하는 단계;를 포함하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 단계 ii)의 용체화처리는 800℃ 내지 1000℃에서 수행하는 것을 포함하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

iii) 상기 용체화처리된 구리-니켈-규소-망간 합금을 성형하는 단계; 및

iv) 상기 용체화처리된 구리-니켈-규소-망간 합금을 시효처리하는 단계;를 더 포함하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금이 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 개재물 분율이 8% 이상 감소되도록 하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금이 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 입계 개재물의 크기가 10% 이상 감소되도록 하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금의 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율이 45% 이하가 되도록 하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금의 입계 개재물 종횡비와 Si 질량의 비율인 입계 개재물 종횡비/Si 질량이 2.5 이하가 되도록 하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 구리 합금은 높은 강도 및 전기전도도 특성으로 다양한 전기·전자 부품에 응용되어 사용되고 있다.

[0004] Cu-Ni-Si 합금은 Cu 기지에 Ni_2Si이 석출되는 석출경화형 합금으로, 다른 동합금 대비 강도 전기전도도 밸런스가 우수하여 리드프레임, 커넥터 소재로 많이 사용되고 있다.

[0005] Cu-Ni-Si 합금은 일반적으로 주조, 열간압연, 용체화처리, 석출처리, 및 냉간압연 공정으로 제조되는데, 그 중 용체화처리 공정은 주조 또는 열간압연 중 생기는 Ni-Si 금속간화합물을 기지 내 재고용시키는 공정이다.

[0006] 상기 용체화처리 공정을 통해 Ni, Si을 구리 기지내 재고용 시키면, 석출처리 공정에서 효과적으로 Ni_2Si을 생성시킬 수 있기 때문에 용체화처리 공정은 매우 중요하다.

[0007] 그러나 Cu-Ni-Si 합금의 제조에 있어서, Ni, Si의 함량이 많거나 용체화처리 온도가 낮으면, 주조 중 생기는 개재물, 주로 Ni-Si 금속간화합물이 용체화처리 공정에도 충분히 기지 내 고용되지 않아, 추후 석출성능의 감소를

야기할 수 있다.

[0008] 따라서, 용체화 효과를 높이기 위해 Ni, Si 함량을 줄이면 석출효과가 감소하여 동합금의 강도가 낮아지는 문제점이 있었다.

[0009] 또한, 용체화 효과를 높이기 위해 용체화처리 온도를 높이면 추가 공정비용이 발생하여 제품의 단가가 올라가 경제성이 저하되는 문제점이 있었다.

[0010] Cu-Ni-Si 합금에서 Ni, Si 함량을 줄이지 않고 용체화처리 온도를 낮출 수 있는 기술개발이 필요한 실정이다.

[0011] 본 발명의 배경기술로 대한민국 등록특허 제10-1627696호 자동차 및 전기전자 부품용 동합금재 및 그의 제조방법이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 목적은 개재물이 저감된 Cu-Ni-Si 합금을 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은 Ni, Si의 기재 내 고용효과가 촉진된 Cu-Ni-Si 합금을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 또 다른 목적은 Cu-Ni-Si 합금에서 Ni, Si 함량을 줄이지 않고 용체화처리 온도를 낮출 수 있어 경제성이 우수한 Cu-Ni-Si 합금 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위, 및 도면에 더욱 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

[0018] 일 측면에 따르면, 구리(Cu)-니켈(Ni)-규소(Si)-망간(Mn) 합금 전체 중량에 대해, 2 내지 6 중량%의 Ni; 0.5 내지 1.5 중량%의 Si; 0.1 내지 1.0 중량%의 Mn; 및 Cu와 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하고, Mn과 Ni의 함량비 Mn/Ni가 0.01 내지 0.5인, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금이 제공된다.

[0019] 일 실시예에 따르면, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 개재물 분율이 8% 이상 감소된 것일 수 있다.

[0020] 일 실시예에 따르면, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 입계 개재물의 크기가 10% 이상 감소된 것일 수 있다.

[0021] 일 실시예에 따르면, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율이 45% 이하일 수 있다.

[0022] 일 실시예에 따르면, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 입계 개재물 종횡비와 Si 질량의 비율인 입계 개재물 종횡비/Si 질량이 2.5 이하일 수 있다.

[0024] 다른 측면에 따르면, i) 합금 전체 중량에 대해 2 내지 6 중량%의 니켈(Ni); 0.5 내지 1.5 중량%의 규소(Si); 0.1 내지 1.0 중량%의 망간(Mn); 및 구리(Cu)와 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하는 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금을 주조하는 단계; 및 ii) 상기 주조된 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금을 용체화처리하는 단계;를 포함하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법이 제공된다.

[0025] 일 실시예에 따르면, 상기 단계 ii)의 용체화처리는 800℃ 내지 1000℃에서 수행하는 것을 포함할 수 있다.

[0026] 일 실시예에 따르면, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 iii) 상기 용체화처리된 구리-니켈-규소-망간 합금을 성형하는 단계; 및 iv) 상기 용체화처리된 구리-니켈-규소-망간 합금을 시효처리하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0027] 일 실시예에 따르면, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금이 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 개

재물 분율이 8% 이상 감소되도록 할 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따르면, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화 처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금이 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 입계 개재물의 크기가 10 % 이상 감소되도록 할 수 있다.

[0029] 일 실시예에 따르면, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화 처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금의 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율이 45% 이하가 되도록 할 수 있다.

[0030] 일 실시예에 따르면, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화 처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금의 입계 개재물 종횡비와 Si 질량의 비율인 입계 개재물 종횡비/Si 질량이 2.5 이하가 되도록 할 수 있다.

발명의 효과

[0032] 일 실시예에 의하면, Mn을 첨가하여 Cu-Ni-Si 합금의 개재물을 저감시킬 수 있다.

[0033] 일 실시예에 의하면, Mn을 첨가하여 Cu-Ni-Si 합금의 개재물을 저감시켜, Ni, Si의 기재 내 고용효과를 촉진하여 Cu-Ni-Si 합금의 강도를 포함한 기계적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0034] 일 실시예에 의하면, Mn을 첨가하여 Cu-Ni-Si 합금의 개재물을 저감시켜, Cu-Ni-Si 합금의 가공성을 향상시킬 수 있다.

[0035] 일 실시예에 의하면, Mn을 첨가하여 Cu-Ni-Si 합금의 개재물을 저감시켜, Cu-Ni-Si 합금의 제조 공정에서 용체화 처리 온도를 상승시키지 않을 수 있어, 제조 공정의 경제성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비교예 1 및 실시예 1 내지 3의 용체화 온도에 따른 개재물 변화를 나타내는 광학현미경 이미지이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비교예 2, 실시예 4 및 5의 용체화 온도에 따른 개재물 변화를 나타내는 광학현미경 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0039] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0040]

[0041] 이하, 첨부된 표 및 도면들을 참조하여 본 발명에 의한 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금 및 이의 제조방법에 대해서 구체적으로 설명한다.

[0043] 일 측면에 따르면, 구리(Cu)-니켈(Ni)-규소(Si)-망간(Mn) 합금 전체 중량에 대해, 2 내지 6 중량%의 Ni; 0.5 내지 1.5 중량%의 Si; 0.1 내지 1.0 중량%의 Mn; 및 Cu와 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하고, Mn과 Ni의 함량비

Mn/Ni가 0.01 내지 0.5인, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금이 제공된다.

[0044] Cu-Ni-Si 합금은 대표적인 석출경화형 구리 합금으로, 구리 기질에 Ni_2Si와 같은 미세한 Ni-Si 금속간 화합물을 석출시켜 강도를 향상시킬 수 있는 것을 특징으로 한다. 본 발명자들은 Cu-Ni-Si 합금에 Mn을 첨가하여, Cu-Ni-Si 합금 입내의 개재물이 저감됨을 확인하고, 이로 인해 강도, 가공성 등 기계적 특성을 개선할 수 있는 것을 발견하였다.

[0046] Ni은 고용 원소 및 다른 원소와 미세 화합물을 형성하여 강도를 향상시키는 효과를 내는 원소이자, Cu-Ni-Si 합금에서 Ni-Si 석출물을 형성하여 구리 합금의 강도를 향상시킬 수 있는 원소이다. Ni의 함량이 2 중량% 미만이면, 상기한 효과가 충분하지 않을 수 있다.

[0048] Si는 Cu-Ni-Si 합금에 있어서 Ni-Si 석출물 형성에 필요한 원소이며, Ni-Si계 석출물은 Ni_2Si를 주체로 하는 화합물이다. 합금 중의 Ni 및 Si는 시효처리에 의해 모두 석출물이 된다고 할 수 없고, 어느 정도는 모상 중에 고용된 상태로 존재한다. 고용 상태의 Ni 및 Si는 동합금의 강도를 향상시키지만, 석출 상태에 비해 그 효과는 작고 전기전도도를 저하시키는 원인이 될 수 있다. Si의 함량은 상기 Cu-Ni-Si 합금 전체 중량에 대해, 0.5 내지 1.5 중량%인 것이 적합할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 Cu-Ni-Si 합금은 합금 전체 중량에 대해 0.8 내지 1.5 중량%의 Si를 포함하는 것이 기계적 특성 등의 향상 및 용체화 효과 향상에 더 적합할 수 있다.

[0049] Cu-Ni-Si 합금은 Ni 및 Si의 첨가량 증대에 따라 합금의 강도를 증대시킬 수 있으나, 어느 정도의 첨가량을 초과하면 강도의 증대가 포화될 수 있다.

[0051] Mn은 고용 원소 및 다른 원소와 미세 화합물을 형성하여 합금의 강도 등 기계적 특성을 향상시킬 수 있다. 본원에서는 Mn이 Cu, Ni 및 Si와 적절한 함량비로 첨가됨에 따라, 개재물을 저감시켜 합금의 강도를 포함한 기계적 특성 향상에 기여할 수 있다. 또한, 용체화처리 온도를 상승시키지 않고도 용체화 효과를 높일 수 있도록 Ni 및 Si의 기지 내 고용효과를 촉진시키는 역할을 할 수 있다.

[0052] 이에 한정되는 것은 아니나, Mn의 함량은 0.1 내지 1.0 중량%인 것이 합금의 기계적 특성 개선 및 용체화 효과 상승에 적합할 수 있고, 0.1 내지 0.9 중량%일 수 있다.

[0054] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 개재물 분율이 8% 이상 감소된 것일 수 있고, 최대 약 45%까지 감소될 수 있다.

[0056] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 입계 개재물의 크기가 10% 이상 감소된 것일 수 있고, 최대 약 90%까지 감소될 수 있다.

[0058] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율이 45% 이하일 수 있고, 최소 0%일 수 있다.

[0060] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 구리-니켈-규소-망간 합금은 입계 개재물 종횡비와 Si 질량의 비율인 입계 개재물 종횡비/Si 질량이 2.5 이하일 수 있고, 최소 0일 수 있다.

[0062] 다른 측면에 따르면, i) 합금 전체 중량에 대해 2 내지 6 중량%의 니켈(Ni); 0.5 내지 1.5 중량%의 규소(Si); 0.1 내지 1.0 중량%의 망간(Mn); 및 구리(Cu)와 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하는 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금을 주조하는 단계; 및 ii) 상기 주조된 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금을 용체화처리하는 단계;를 포함하는, 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법이 제공된다.

[0064] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 단계 ii)의 용체화처리는 800℃ 내지 1000℃에서 수행하는 것을 적합할 수 있고, 850℃ 내지 950℃에서 수행하는 것이 더 적합할 수 있고, 850℃ 내지 900℃에서 수행하는 것이 더 적합할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 단계 ii) 용체화처리를 800℃ 미만에서 행하는 경우 용체화 효과가 미미할 수 있으며, 1000℃를 초과하는 경우 합금의 온도가 과도하게 상승하여 경제성이 저하될 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 단계 ii) 용체화 처리는 50분 내지 1시간 30분 동안 수행되는 것이 적합할 수 있다.

[0066] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 iii) 상기 용체화처리된 구리-니켈-규소-망간 합금을 성형하는 단계; 및 iv) 상기 용체화처리된 구리-니켈-규소-망간 합금을 시효처리하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0068] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금이 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 개재물 분율이 8% 이상 감소되도록 할 수 있다.

[0070] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금이 동일한 Cu 함량을 가진 Mn이 첨가되지 않은 구리-니켈-규소 합금 대비 입계 개재물의 크기가 10% 이상 감소되도록 할 수 있다.

[0072] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금의 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율이 45% 이하가 되도록 할 수 있다.

[0074] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 개재물이 저감된 구리-니켈-규소-망간 합금의 제조방법은 상기 단계 ii)의 용체화처리 후 구리-니켈-규소-망간 합금의 입계 개재물 종횡비와 Si 질량의 비율인 입계 개재물 종횡비/Si 질량이 2.5 이하가 되도록 할 수 있다.

[0076] 이하, 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0078] **실시예**

[0079] 본 발명의 Cu-Ni-Si 합금에 Mn 첨가 시의 효과를 확인하기 위해 하기 표 1의 조성을 갖는 합금을 제조하였다. 모든 합금은 고주파유도용해로 제작되었다.

[0080] 표 1의 조성에 따라 합금 성분을 가열 및 용해하여 주조 후 시편을 제작하고, 850℃, 900℃ 및 950℃의 온도에서 1시간 동안 용체화처리하였다. 용체화처리 후 광학현미경으로 Cu-Ni-Si 합금의 잔류 개재물을 분석하여, Ni과 Si의 재고용 효과를 검토하였다. 개재물이 저감되는 Mn 및 Ni의 비율도 확인하였다.

표 1

[0082]

	Cu	Ni	Si	Mn	Mn/Ni
비교예 1	Bal.	5.31	1.13	-	-
비교예 2	Bal.	3.3	0.8	-	-
실시예 1	Bal.	5.21	1.13	0.1	0.019
실시예 2	Bal.	5.11	1.13	0.2	0.039
실시예 3	Bal.	4.91	1.13	0.4	0.081
실시예 4	Bal.	2.8	0.8	0.5	0.179
실시예 5	Bal.	5.1	1.45	0.9	0.176

[0084] **Mn 첨가 여부에 따른 Cu-Ni-Si 합금의 개재물 분석 결과**

[0085] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비교예 1 및 실시예 1 내지 3의 용체화처리 온도에 따른 개재물 변화를 나타내는 광학 현미경 이미지이다.

[0086] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비교예 2, 실시예 4 및 5의 용체화처리 온도에 따른 개재물 변화를 나타내는 광학 현미경 이미지이다.

[0087] 표 2는 비교예 1, 2 및 실시예 1 내지 5의 개재물 분율(%), 입계 개재물 크기(㎛), 입계 개재물 종횡비, 및 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율(%)을 측정한 값을 나타낸다.

[0088] 표 3은 비교예 1, 2 및 실시예 1 내지 5의 개재물 분율, 입계 개재물 크기 및 입계 개재물 종횡비를 측정한 값을 각각의 Si 질량비로 나눈 값을 나타낸다.

[0089] 도 1, 도 2, 및 표 2를 참조하면, Mn의 첨가 여부에 따라 Cu-Ni-Si 합금의 용체화처리 후 개재물의 변화를 확인할 수 있었다.

[0090] 특히, Mn이 첨가되지 않은 비교예 1과 Ni의 대신에 첨가되는 Mn의 함량이 각각 0.1 중량%, 0.2 중량%, 및 0.4 중량%인 실시예 1 내지 3을 비교하면, 광학 현미경 이미지상으로도 개재물이 저감된 효과를 확인할 수 있고, 개재물 분율, 입계 개재물 크기, 입계 개재물 종횡비, 및 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율이 모두 감소하였다.

[0091] 또한, 용체화처리 온도가 변화함에 따라, 개재물 분율, 입계 개재물 크기, 입계 개재물 종횡비 및 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율의 측정값이 변화하여, Mn 첨가량 조절과 동시에 용체화처리 온도를 큰 변화 없이 적절히 조절함에 따라 현저한 개재물 저감 효과를 낼 수 있음을 확인하였다. 즉, Ni의 일정 함량을 Mn으로 대체하고, Mn/Ni을 일정 비율을 유지하면 상대적으로 저온에서도 용체화처리하여도 개재물의 생성을 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 즉, Mn을 첨가하여 Cu-Ni-Si 합금의 개재물을 저감시켜, Ni, Si의 기재 내 고용효과를 촉진하여 Cu-Ni-Si 합금의 강도를 포함한 기계적 특성을 향상시킬 수 있다. 또한, 일 실시예에 의하면, Mn을 첨가하여 Cu-Ni-Si 합금의 개재물을 저감시켜, Cu-Ni-Si 합금의 가공성을 향상시킬 수 있다. 나아가, Mn을 첨가하여 Cu-Ni-Si 합금의 개재물을 저감시키고, Ni, Si의 기재 내 고용효과를 촉진하여 Cu-Ni-Si 합금의 제조 공정에서 용체화 처리 온도를 상승시키지 않을 수 있어, 제조 공정의 경제성을 향상시킬 수 있다.

표 2

[0093]

	개재물 분율 (%)			입계 개재물 크기 (um)			입계 개재물 종횡비			입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율 (%)		
용체화온도	850°C	900°C	950°C	850°C	900°C	950°C	850°C	900°C	950°C	850°C	900°C	950°C
비교예 1	18.84	14.62	3.98	3.75	5.94	4.5	3	5.26	3.2	61.2	43.2	0
비교예 2	2.76	0	0	1.22	0	0	1.89	0	0	0	0	0
실시예 1	16.74	9.52	2.78	3.14	3.79	3.08	2.39	2.64	2.04	43.2	5.5	0
실시예 2	17.17	11.65	2.41	2.64	0.8	3.31	2.11	1.11	1.84	31.6	18.2	0
실시예 3	16.24	10.55	2.26	3.3	2.6	3.78	1.88	1.75	2.02	18.7	10.4	0
실시예 4	2.11	0	0	1.42	0	0	1.3	0	0	0	0	0
실시예 5	19.24	17.01	4.76	2.88	3.79	3.65	2.67	2.81	2.54	22.1	16.2	0

표 3

[0094]

	개재물 분율/Si질량비			입계 개재물 크기/Si질량비			입계 개재물 종횡비/Si질량비		
용체화온도	850	900	950	850	900	950	850	900	950
비교예 1	16.67	12.94	3.52	3.32	5.26	3.98	2.65	4.65	2.83
비교예 2	3.45	0.00	0.00	1.53	0.00	0.00	2.36	0.00	0.00
실시예 1	14.81	8.42	2.46	2.78	3.35	2.73	2.12	2.34	1.81
실시예 2	15.19	10.31	2.13	2.34	0.71	2.93	1.87	0.98	1.63
실시예 3	14.37	9.34	2.00	2.92	2.30	3.35	1.66	1.55	1.79
실시예 4	2.64	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00
실시예 5	13.27	11.73	3.28	1.99	2.61	2.52	1.84	1.94	1.75

[0096] **동일한 Ni 및 Si 함량을 갖는 합금 대비 개재물 저감 효과**

[0097] 표 4는 실시예 1 내지 3의 Ni 및 Si 함량이 동일한 Mn이 첨가되지 않은 비교예 1과 대비하여 개재물 저감된 정도를 나타낸다.

[0098] 표 4를 참조하면, 본원의 일 실시예에 따른 실시예 1 내지 3은 Ni 및 Si 함량이 동일한 Mn이 첨가되지 않은 비교예 1에 비해 모두 개재물 분율이 약 8% 이상약 45%까지 감소하였으며, 입계 개재물 크기는 약 10% 이상 약 90%까지 감소하였다. 또한, 입계 개재물 종횡비는 약 20% 이상 약 80%까지 감소하였고, 입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율은 약 30% 이상 약 90%까지 감소한 것을 확인하였다. 또한, 입내 개재물이 10% 이상 생성된 결정립이 약 45% 이하인 것으로 확인되었다.

[0099] 결과적으로, Cu-Ni-Si 합금에 Mn을 적절한 함량으로 조절하여 첨가시키고 용체화처리한 경우, Mn이 첨가되지 않은 경우보다 개재물의 차지하는 분율, 입계 개재물의 크기, 입계 개재물의 종횡비, 및 입내 개재물이 10% 이상 생성된 결정립 비율 등이 현저하게 감소함을 확인하였다.

표 4

[0100]

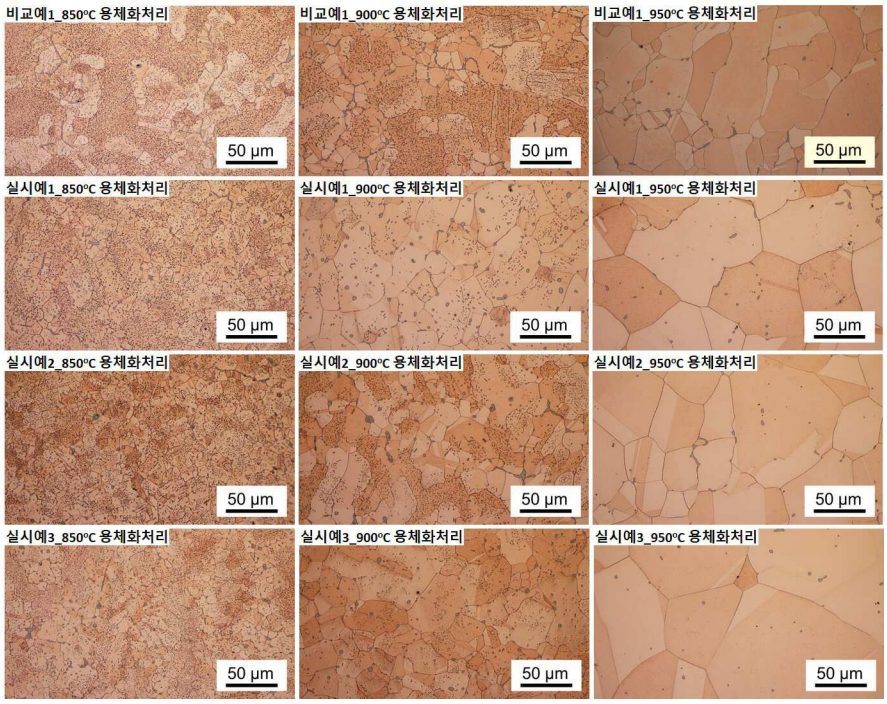
	개재물 분율 (%)			입계 개재물 크기 (um)			입계 개재물 종횡비			입내 개재물이 10% 이상인 결정립 비율 (%)		
용체화온도	850°C	900°C	950°C	850°C	900°C	950°C	850°C	900°C	950°C	850°C	900°C	950°C
실시예 1	11.14	34.88	30.15	16.26	36.19	31.55	20.33	49.80	36.25	29.41	87.26	-
실시예 2	8.86	20.31	39.44	29.60	86.59	26.44	29.66	78.89	42.5	48.36	57.87	-
실시예 3	13.80	27.83	43.21	12.00	56.22	16	37.33	66.73	36.875	69.44	75.92	-

[0102] 상기 결과로 나타난 바와 같이, 본원의 Cu-Ni-Si 합금은 Ni의 함량을 소량 줄이면서, Ni 및 Si와 적절한 함량비의 Mn을 첨가하여, 현저하게 개재물이 저감된 Cu-Ni-Si 합금을 개발하고, 개재물 저감으로 인해 강도를 포함한 기계적 특성이 개선된 합금을 제공할 수 있음을 기대할 수 있다. 또한, Mn을 첨가함으로써, 용체화처리 온도를 높이지 않아도 개재물을 저감할 수 있어, 용체화처리 온도를 상승시킴으로써 발생될 수 있는 추가 공정 및 공정 비용을 감축할 수 있어, 합금 제조시의 경제성 또한 향상시킬 수 있음을 기대할 수 있다.

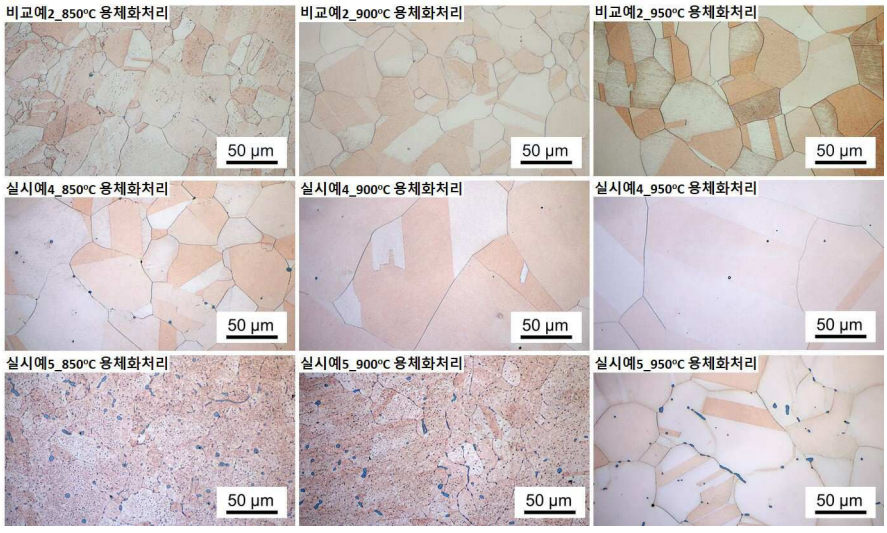
[0104] 이상, 본 발명내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시의 태양일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 정의된다고 할 것이다.

도면

도면1


비교예1_850°C 용체화처리
50 μm
비교예1_900°C 용체화처리
50 μm
비교예1_950°C 용체화처리
50 μm
실시예1_850°C 용체화처리
50 μm
실시예1_900°C 용체화처리
50 μm
실시예1_950°C 용체화처리
50 μm
실시예2_850°C 용체화처리
50 μm
실시예2_900°C 용체화처리
50 μm
실시예2_950°C 용체화처리
50 μm
실시예3_850°C 용체화처리
50 μm
실시예3_900°C 용체화처리
50 μm
실시예3_950°C 용체화처리
50 μm

도면2


비교예2_850°C 용체화처리
50 μm
비교예2_900°C 용체화처리
50 μm
비교예2_950°C 용체화처리
50 μm
실시예4_850°C 용체화처리
50 μm
실시예4_900°C 용체화처리
50 μm
실시예4_950°C 용체화처리
50 μm
실시예5_850°C 용체화처리
50 μm
실시예5_900°C 용체화처리
50 μm
실시예5_950°C 용체화처리
50 μm

임시명세서(첨부)



아이콘을 더블 클릭하시면 임시명세서 파일이 열립니다.

본 공보 PDF는 첨부파일을 가지고 있습니다. Acrobat Reader PDF뷰어를 제공하지 않는 브라우저(크롬, 파이어폭스, 사파리 등)의 경우 첨부파일 열기가 제한되어 있으므로 Acrobat Reader PDF뷰어 설치 후 공보 PDF를 다운로드 받아 해당 뷰어에서 조회해주시기 바랍니다.