

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0120025 (43) 공개일자 2012년11월01일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C22C 9/00 (2006.01) C22F 1/08 (2006.01)		(71) 출원인 충남대학교산학협력단 대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(21) 출원번호 10-2012-0039273		(72) 발명자 홍순익 대전광역시 유성구 도룡동 현대A 101-604
(22) 출원일자 2012년04월16일 심사청구일자 2012년04월16일		오기환 대전광역시 서구 도마2동 경남아파트 108-801
(30) 우선권주장 1020110037777 2011년04월22일 대한민국(KR)		(74) 대리인 이동희

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현하는 구리계 하이브리드 합금 및 그 제조방법

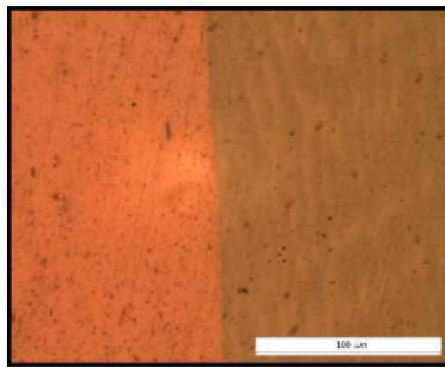
(57) 요약

고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현하는 구리계 하이브리드 합금 및 그 제조방법이 개시된다.

본 발명에 의한 구리계 하이브리드 합금은 (A) Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 구리합금 Cu(A)와, (B) Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 구리합금 Cu(B)가 이층 또는 다층으로 결합되어 이루어진다.

본 발명에 의한 경우, 현존하는 구리계 합금에서는 얻을 수 없는 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 하이브리드 합금을 얻을 수 있게 된다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

(A) Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 구리합금 Cu(A)와,

(B) Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 구리합금 Cu(B)가 이층 또는 다층으로 결합되어 이루어지는 구리계 하이브리드 합금.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 구리합금 Cu(A)에서, 상기 Cu-Zn의 조성비는 Cu-Zn(0.1~35wt%)이고, Cu-Al의 조성비는 Cu-Al(0.1~20wt%)이며, Cu-Ni-Zn의 조성비는Cu-Ni(0.1~20wt%)-Zn(0.1~25wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si의 조성비는Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)이며, 상기 Cu-Ni-Sn의 조성비는Cu-Ni(0.1~20wt%)-Sn(0.1~15wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si-Sn의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)-Sn(0.1~15wt%)이며, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu이고,

상기 구리합금 Cu(B)에서, 상기 Cu-Cr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)이고, 상기 Cu-Zr의 조성비는 Cu-Zr(0.01~5wt%)이며, 상기 Cu-Ag의 조성비는 Cu-Ag(0.01~25wt%)이고, 상기 Cu-Mg의 조성비는 Cu-Mg(0.01~5wt%)이며, 상기 Cu-Cr-Zr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)-Zr(0.01~5wt%)이고, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu인 것을 특징으로 하는 구리계 하이브리드 합금

청구항 3

(a) Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(A) 또는 이의 용탕을 준비하는 단계;

(b) Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(B) 또는 이의 용탕을 준비하는 단계;

(c) 상기 구리합금 Cu(A)와 상기 구리합금 Cu(B)를 이층 또는 다층으로 적층하여 접합시키거나, 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 주조하는 단계를 포함하여 이루어지는 구리계 하이브리드 합금의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 구리합금 Cu(A)에서, 상기 Cu-Zn의 조성비는 Cu-Zn(0.1~35wt%)이고, Cu-Al의 조성비는 Cu-Al(0.1~20wt%)이며, Cu-Ni-Zn의 조성비는Cu-Ni(0.1~20wt%)-Zn(0.1~25wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)이며, 상기 Cu-Ni-Sn의 조성비는Cu-Ni(0.1~20wt%)-Sn(0.1~15wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si-Sn의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)-Sn(0.1~15wt%)이며, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu이며,

상기 구리합금 Cu(B)에서, 상기 Cu-Cr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)이고, 상기 Cu-Zr의 조성비는 Cu-Zr(0.01~5wt%)이며, 상기 Cu-Ag의 조성비는 Cu-Ag(0.01~25wt%)이고, 상기 Cu-Mg의 조성비는 Cu-Mg(0.01~5wt%)이며, 상기 Cu-Cr-Zr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)-Zr(0.01~5wt%)이고, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu인 것을 특징으로 하는 구리계 하이브리드 합금의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (c) 단계 이전에, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B) 중에서 적어도 하나의 구리합금을 200 내지 1100 °C의 온도범위에서 열처리(heat treatment) 시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 구리계 하이브리드 합금의 제조방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 (c) 단계 이후에, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)가 적층되어 접합된 구리계 하이브리드 합금 또는 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 주조된 구리계 하이브리드 합금을 25 내지 650°C의 온도범위에서 시효처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 구리계 하이브리드 합금의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 구리계 합금 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 구리 기지에 다양한 금속을 선택적으로 첨가한 이중의 구리합금을 결합하여 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 하이브리드 합금 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 구리계 합금의 경우 다른 금속에 비하여 높은 전도도를 가지고 있으며, 이러한 특징으로 인하여 다양한 산업분야에서 광범위하게 사용되고 있다.

[0003] 최근에는 전자산업, 정보통신산업, 자동차산업 등의 비약적인 발전으로 인하여 구리계 합금에 높은 전도도 이외에 내식성, 내마모성, 고강도 등이 추가적으로 요구되고 있다.

[0004] 일반적으로 구리계 합금의 전도도는 강도와는 상반되는 관계에 있다. 즉, 강도를 높이기 위하여 합금원소를 첨가하게 되면, 전도도가 저하되는 경향을 나타낸다.

[0005] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 즉, 전도도와 강도를 동시에 구현하기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있으며, 현재 Cu-Cr 합금, Cu-Ag 합금, Cu-Zr 합금, Cu-Cr-Zr 합금과 같은 제2상 입자를 포함한 석출강화형 구리계 합금이 전도도와 강도를 비교적 동시에 만족시키는 구리계 합금으로 알려져 있다.

[0006] 고강도와 고전도도 외에도 내열성, 내식성, 고탄성, 내마모성 등이 요구되는 경우에는 모든 특성을 만족시키는 합금을 설계 및 제작하는 것은 불가능하다. 따라서 다양한 특성을 갖는 금속의 접합에 의한 클래드 합금, 멀티기능 합금에 의한 클래드 합금, 멀티기능 합금 등이 개발되어 사용되고 있다. 예를 들어 Al과 Mg의 접합에 의한 Al/Mg 클래드재, Ti과 STS에 접합에 의한 Ti/STS 클래드재 Cu와 Fe의 접합에 의한 Cu/Fe 클래드재 등이 사용되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나 현재까지 알려진 종래의 구리계 합금의 경우 고전도도를 유지하면서 만족할 만한 강도, 내마모성, 내식성, 고탄성을 가지지 못하는 문제점이 있다.

- [0008] 즉, 다양한 합금원소의 추가를 통하여 일부 특성의 향상이 가능하나 요구되는 모든 특성을 만족시키기 못하며, 요구되는 다양한 특성은 Cu계 단일 합금으로 충족시키기는 어렵다.
- [0009] 본 발명은 이러한 점을 감안하여 안출된 것으로서 구리 기지에 다양한 금속을 선택적으로 첨가한 이종의 구리합금을 결합하여 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 합금 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 하이브리드 합금을 제공하는데, 본 발명의 일례에 의한 구리계 합금은,
- [0011] (A) Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(A)와,
- [0012] (B) Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(B)가 이층 또는 다층으로 결합되어 이루어진다.
- [0013] 상기 구리합금 Cu(A)에서, 상기 Cu-Zn의 조성비는 Cu-Zn(0.1~35wt%)이고, Cu-Al의 조성비는 Cu-Al(0.1~20wt%)이며, Cu-Ni-Zn의 조성비는Cu-Ni(0.1~20wt%)-Zn(0.1~25wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si의 조성비는Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)이며, 상기 Cu-Ni-Sn의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Sn(0.1~15wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si-Sn의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)-Sn(0.1~15wt%)이며, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu인 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 구리합금 Cu(B)에서, 상기 Cu-Cr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)이고, 상기 Cu-Zr의 조성비는 Cu-Zr(0.01~5wt%)이며, 상기 Cu-Ag의 조성비는 Cu-Ag(0.01~25wt%)이고, 상기 Cu-Mg의 조성비는 Cu-Mg(0.001~5wt%)이며, 상기 Cu-Cr-Zr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)-Zr(0.01~5wt%)이고, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu인 것이 바람직하다.
- [0015] 또한 본 발명은 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 합금의 제조방법을 제공하는데, 본 발명의 일례에 의한 구리계 하이브리드 합금의 제조방법은,
- [0016] (a) Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(A) 또는 이의 용탕을 준비하는 단계;
- [0017] (b) Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(B) 또는 이의 용탕을 준비하는 단계;
- [0018] (c) 상기 구리합금 Cu(A)와 상기 구리합금 Cu(B)를 이층 또는 다층으로 적층하여 접합시키거나, 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 병렬로 주입하여 응고되기 직전 또는 직후에 접합되어 주조하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0019] 또한 본 발명은 상기 (c) 단계 이전에, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B) 중에서 적어도 하나의 구리합금을 200 내지 1100℃의 온도범위에서 열처리(heat treatment) 시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 또한 본 발명은 상기 (c) 단계 이후에, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)가 적층되어 접합된 구리계 하이브리드 합금 또는 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 병렬로 주입하여 계면이 접합되어 주조된 구리계 하이브리드 합금을 25 내지 650℃의 온도범위에서 시효처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 상술한 본 발명에 의할 경우, 구리 기지에 다양한 금속을 선택적으로 첨가한 이종의 구리합금을 결합하여, 현존하는 구리계 합금에서는 얻을 수 없는 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 하이브리드 합금을 얻을 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 Cu(A)-Cu(B)로 이루어진 구리계 합금의 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 Cu(A)-Cu(B)-Cu(A)로 이루어진 구리계 합금의 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 Cu(A)-Cu(B)-Cu(A)-Cu(B)-Cu(A)로 이루어진 구리계 합금의 개략도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예 1에 의한 구리계 하이브리드 합금의 사진($\times 200$ 배)이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예 4에 의한 구리계 하이브리드 합금의 사진($\times 200$ 배)이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0024] 먼저 본 발명은 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 합금을 제공하는데, 본 발명의 일례에 의한 구리계 하이브리드 합금은,
- [0025] (A) Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(A)와,
- [0026] (B) Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(B)가 이 층 또는 다층으로 결합되어 이루어진다.
- [0027] 즉, 본 발명에 의한 구리계 합금은 도 1 내지 도 3에 도시된 것과 같이 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)가 Cu(A)-Cu(B), Cu(A)-Cu(B)-Cu(A), Cu(A)-Cu(B)-Cu(A)-Cu(B)-Cu(A)와 같은 다양한 형태로 결합되어 이루어진다. 당연히 상기 예시한 구조 이외에 다른 구조로 결합되어 본 발명에 의한 구리계 합금을 이룰 수도 있다.
- [0028] 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 결합하는 방법은 먼저 구리합금 Cu(A) 및 구리합금 Cu(B)를 제조하고, 이들을 적층 및 접합하는 방법에 의하거나, 구리합금 Cu(A)의 용탕과 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 직접 주조하는 방법에 의하는 등 다양한 방법이 이용될 수 있다.
- [0029] 상기 구리합금 Cu(A)에서, 상기 Cu-Zn의 조성비는 Cu-Zn(0.1~35wt%)이고, Cu-Al의 조성비는 Cu-Al(0.1~20wt%)이며, Cu-Ni-Zn의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Zn(0.1~25wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)이며, 상기 Cu-Ni-Sn의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Sn(0.1~15wt%)이고, 상기 Cu-Ni-Si-Sn의 조성비는 Cu-Ni(0.1~20wt%)-Si(0.1~15wt%)-Sn(0.1~15wt%)이며, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu인 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 구리합금 Cu(A)에서 Cu 기지에 첨가되어 합금되는 Zn, Al, Ni, Si, Sn은 구리합금의 내식성, 내마모성 및 강도를 증진시키는 역할을 담당한다.
- [0031] 보다 구체적으로 Ni은 Cu 기지에 첨가되어 합금됨으로써, 구리합금의 내식성, 내마모성 및 강도를 보강하게 된다. Ni의 첨가량이 상기 상한치를 초과하는 경우에는 합금의 용점이 높아지며 제조비용이 상승하게 되어 바람직하지 못하다.
- [0032] Zn은 구리합금의 내식성 및 내마모성을 높여주며, 또한 Ni과 함께 사용될 경우 Ni의 용점을 낮춰준다. Cu 기지에 Zn이 단독으로 첨가되어 합금될 경우 그 첨가량이 35wt%를 초과할 경우에는 과도한 Zn의 사용으로 인하여 오히려 제조되는 구리합금의 내식성 및 내마모성의 특성이 저하될 우려와 더불어 과도한 전도도의 감소가 발생할 우려가 있어 바람직하지 않으며, Zn이 Cu 기지에 Ni과 함께 첨가되어 합금될 경우에는 그 첨가량이 25wt%를 초과할 때 상기와 마찬가지로 문제가 발생할 우려가 있어 바람직하지 않다.
- [0033] Al, Si, Sn은 모두 구리합금의 내식성, 내마모성 및 강도를 증진시키는 역할을 담당한다. 그러나 그 첨가량이 상기 각 상한치를 초과할 경우에는 전도도를 급격히 감소시키며, 다른 구리합금 Cu(B)와의 접합면에 유해 반응상을 발생시켜 최종적으로 제조되는 구리계 합금의 물성을 저하시킬 우려가 있어 바람직하지 않다.
- [0034] 또한 각 성분의 첨가량이 상기 각 하한치 미만일 경우에는 각 성분을 첨가하는 목적을 달성하지 못할 우려가 있어 바람직하지 않다. 즉, 각 성분의 상기 하한치는 각 성분이 구리합금에서 기여하고자 하는 목적을 안정적으로 달성하기 위한 최소의 첨가량이다.
- [0035] 또한 상기 구리합금 Cu(B)에서, 상기 Cu-Cr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)이고, 상기 Cu-Zr의 조성비는 Cu-

Zr(0.01~5wt%)이며, 상기 Cu-Ag의 조성비는 Cu-Ag(0.01~25wt%)이고, Cu-Mg의 조성비는 Cu-Mg(0.001~5wt%)이며, 상기 Cu-Cr-Zr의 조성비는 Cu-Cr(0.01~15wt%)-Zr(0.01~5wt%)이고, 상기 각 합금중에서 나머지는 불가피한 불순물을 포함하는 Cu인 것이 바람직하다.

- [0036] 상기 구리합금 Cu(B)에서 Cu 기지에 첨가되어 합금되는 상기 Cr, Zr, Ag, Mg은 모두 전도도를 크게 떨어뜨리지 않으면서 강도를 증진시키는 역할을 담당한다. 상기 Cr, Zr, Ag, Mg의 첨가량이 상기 각 상한치를 초과하는 경우에는 전도도가 저하될 우려가 있어 바람직하지 않으며, 상기 각 성분의 첨가량이 상기 각 하한치 미만일 경우에는 각 성분을 첨가하는 목적을 달성하지 못할 우려가 있어 바람직하지 않다. 즉, 각 성분의 상기 하한치는 각 성분이 구리합금에서 기여하고자 하는 목적을 안정적으로 달성하기 위한 최소의 첨가량이다.
- [0037] 또한 본 발명은 고강도, 고탄성, 고내식성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있는 구리계 합금의 제조방법을 제공하는데, 본 발명의 일례에 의한 구리계 합금의 제조방법은,
- [0038] (a) Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(A) 또는 이의 용탕을 준비하는 단계;
- [0039] (b) Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 어느 하나의 구리합금 Cu(B) 또는 이의 용탕을 준비하는 단계;
- [0040] (c) 상기 구리합금 Cu(A)와 상기 구리합금 Cu(B)를 이층 또는 다층으로 적층시켜 접합하거나, 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 주조하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0041] 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 구성하는 각 합금에 사용되는 성분의 특징과 조성비는 앞서 상술한 것과 같으므로 여기서는 그 설명을 생략한다. 또한 Cu-Zn, Cu-Al, Cu-Ni-Zn, Cu-Ni-Si, Cu-Ni-Sn 및 Cu-Ni-Si-Sn으로 이루어진 군중에서 선택된 구리합금 Cu(A)와 Cu-Cr, Cu-Zr, Cu-Ag, Cu-Mg 및 Cu-Cr-Zr으로 이루어진 군중에서 선택된 구리합금 Cu(B)의 제조는 통상의 합금방법에 의하여 이루어질 수 있으므로 이의 제조에 관한 설명은 마찬가지로 생략한다.
- [0042] 상기 (c) 단계에서 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)의 결합이 이루어지며, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)의 결합은 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 이층 또는 다층으로 적층한 후 이를 접합하거나, 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 주조하는 과정에 의하여 이루어진다.
- [0043] 적층된 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)의 접합은 공지된 어떠한 방법을 사용하여도 무방하다. 즉, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)의 접합은 저항심용접법, 압연접합법, 압출접합법, 인발접합법, 폭발접합법, 부분용융법, 레이저용접법, 고압비틀림접합법(high pressure torsioning;HPT), 마찰용접법, 확산접합법 등을 통해 이루어질 수 있다.
- [0044] 또한 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 주조하는 경우 각 용탕은 평행으로 주입하는 것이 바람직하며, 액상에서 접합하여 응고시키면 구리계 하이브리드 합금이 형성된다. 용탕을 이용하여 합금을 형성하는 과정 자체는 공지의 기술이므로 이의 상세한 설명은 생략한다.
- [0045] 상기 저항심용접법을 이용하는 경우, 적층물에 압력을 가한 상태에서 큰 전류를 흘려준다. 이때 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)의 접촉면에서 생기는 접촉저항과 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B) 각각의 고유저항에 의해 열이 발생하고, 발생된 열로 인해 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)가 용융되면서 가해진 압력에 의하여 접합이 이루어진다.
- [0046] 상기 압연접합법이나 압출접합법을 이용하는 경우, 금속의 소성(塑性)을 이용해서 고온 또는 상온의 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 회전하는 2개의 롤 사이나 압출다이로 통과시켜서 판(板)?봉(棒)?관(管)?형재(形材) 등의 여러 가지 형태로 접합 및 가공할 수 있다.
- [0047] 상기 폭발접합법을 이용하는 경우, 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 소량의 화약을 사용해서 접합하게 된다. 폭발접합법은 이종재료의 용접, 고용점 재료, 클래드 용접 및 다층 용접 등에 쓰인다. 폭발접합에 의해 제조되는 합금은 기계적으로 강고한 접합면을 보이며 접합면에 인접한 곳에서 열영향을 거의 받지 않고, 열처리재나 가공경화재에서도 모재의 강도가 저하되는 일이 없다.
- [0048] 상기 레이저용접법을 이용하는 경우, 레이저빔을 집광하여 에너지 밀도를 높여 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 용융하면서 용접하게 된다. 레이저용접법은 에너지의 밀도가 높아 재료에 주는 열 영향이 작아서 변형이 적고, 정밀한 용접이 가능한 접합 방법이다.

- [0049] 상기 고압비틀림접합법을 이용하는 경우, 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)에 높은 압력을 주면서 회전시킴으로써 높은 소성 가공도와 압력으로 접합하게 된다. 고압비틀림접합법을 이용하면 높은 소성가공도로 인해 접합된 피접합체의 강도를 증가시킬 수 있고, 상온에서도 접합이 가능하다.
- [0050] 상기 마찰용접법을 이용하는 경우, 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)의 접합면에 압력을 가한 상태로 서로 상대적인 회전을 준다. 이때, 마찰 발열에 의해 접합부가 적당한 고온으로 되었을 때 가압력을 증가함으로써 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 접합하게 된다.
- [0051] 상기 확산용접법을 이용하는 경우, 적층물에 압력을 가한 상태로 열처리를 해서 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 확산에 의해 접합시키게 된다. 확산접합법은 피용접물을 마찰 용접처럼 맞대어서 압력을 가해 고정을 하고, 용융점에서 $0.3T_m$ (T_m : 용융온도)의 온도로 가열을 하는데, 이때 시간은 5분에서 24시간까지 다양하며 부피가 큰 부품보다는 작은 부품을 접합부의 변형없이 용접하는데 용이하다. 부분용융법의 경우 각 구성합금의 일부를 용융시켜 접합한다.
- [0052] 또한 본 발명은 상기 (c) 단계 이전에, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B) 중에서 적어도 하나의 구리합금을 200 내지 1100℃의 온도범위에서 열처리(heat treatment) 시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 열처리는 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)의 내부조직을 고르게 하고, 응력을 제거하며 일부 합금원소의 고용화 처리를 위하여 수행하며, 열처리를 수행하는 온도가 상기 하한치 미만일 경우에는 구리합금 내의 원자가 충분히 고용될 수 없어 열처리의 효과를 충분히 거두지 못할 우려가 있어 바람직하지 않으며, 열처리의 온도가 상기 상한치를 초과하는 경우에는 구리합금이 용융될 우려가 있어 바람직하지 않다.
- [0053] 또한 본 발명은 상기 (c) 단계 이후에, 상기 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)가 적층되어 접합된 구리계 하이브리드 합금 또는 상기 구리합금 Cu(A)의 용탕과 상기 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 주조된 구리계 하이브리드 합금을 25 내지 650℃의 온도범위에서 시효처리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 시효처리 온도가 상기 하한치 미만일 경우에는 석출물 형성에 의한 시효강화 효과 및 전기전도도 증진 효과가 크지 않아 바람직하지 않으며, 시효처리 온도가 상기 상한치를 초과할 경우에는 석출물의 크기가 크게 성장하거나, Cu 기지에 고용되어 강화 효과 및 전도도 증진 효과가 나타나지 않을 수 있어 바람직하지 않다.
- [0054] 이하 실시예 및 시험예에 의거 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0055] 실시예 : 고강도, 고내식성, 고탄성, 내마모성 및 고전도도를 동시에 구현하는 구리계 합금의 제조
- [0056] 다양한 조성 및 조성비를 가지는 구리계 하이브리드 합금을 제조하였다. 제조된 구리계 하이브리드 합금은 Cu(A)-Cu(B)-Cu(A)와 같은 3층의 구조를 가지도록 하였으며, 그 구체적인 조성 및 조성비는 하기의 표 1과 같다.
- [0057] 먼저 실시예 1 내지 실시예 3의 경우는 표 1에 기재되어 있는 조성 및 조성비를 갖는 구리합금 Cu(A)와 구리합금 Cu(B)를 통상의 주조법을 통하여 먼저 제조한 후, 이를 Cu(A)-Cu(B)-Cu(A)와 같은 형태로 적층하였고, 적층된 적층물을 900℃에서 1시간 동안 열처리 하였다.
- [0058] 다음으로 열처리된 상기 적층물을 압연접합법을 이용하여 접합하였다. 최종적으로 상기 접합된 접합물을 250℃에서 1시간 동안 시효처리하여 구리계 합금을 제조하였다.
- [0059] 구리계 합금의 두께는 10mm로 제조하였으며, Cu(A)가 각 2mm, Cu(B)가 6mm이었다.
- [0060] 다음으로 실시예 4의 경우는 상기 실시예 1과 동일한 조성 및 조성비를 가지되 구리합금 Cu(A)의 용탕과 구리합금 Cu(B)의 용탕을 이용하여 병렬로 주조하여 구리계 합금을 제조하였다. 제조된 구리계 합금의 두께와 열처리 및 시효처리는 상기 실시예 1 내지 실시예 3과 동일하게 수행하였다.
- [0061] 비교예
- [0062] 종래 전도도와 강도를 비교적 동시에 만족시키는 구리계 합금으로 알려져 있는 Cu-Cr 합금, Cu-Ag 합금, Cu-Zr 합금을 비교예로 선정하였다. 각 합금의 조성비는 하기의 표 1에 기재된 바와 같고, 합금의 두께는 10mm로 하였으며, 상기 실시예와 동일하게 열처리 및 시효처리를 수행하였다.

[0063] 즉, 하기의 표 1에 기재되어 있는 조성 및 조성비를 갖는 구리합금을 통상의 주조법을 통하여 제조한 후에, 실시예와 동일하게 900℃에서 1시간 동안 열처리 후, 250℃에서 1시간 동안 시효처리하여 비교예에 의한 구리계 합금을 제조하였다.

표 1

구 분	조성 및 조성비(wt%)
실시예 1	Cu-19.5Ni-13.65Zn/Cu-0.15Zr/Cu-19.5Ni-13.65Zn
실시예 2	Cu-19.5Ni-13.65Zn/Cu-1Cr/Cu-19.5Ni-13.65Zn
실시예 3	Cu-1.8Ni-0.3Si-0.3Sn/Cu-1Ag/Cu-1.8Ni-0.3Si-0.3Sn
실시예 4	Cu-19.5Ni-13.65Zn/Cu-0.15Zr/Cu-19.5Ni-13.65Zn
비교예 1	Cu-0.15Zr
비교예 2	Cu-1Ag
비교예 3	Cu-1Cr

[0064] 시험예

[0065] 상기 실시예 및 비교예에 의하여 제조된 구리계 합금의 전기전도도, 강도, 경도, 탄성, 산화속도, 해수부식속도를 측정하여 이를 하기의 표 2에 나타내었다. 하기의 표에서 IACS(International Annealed Copper Standard)는 "국제 어닐링된 구리의 표준"이며, 순수한 구리의 전기 전도도를 20℃에서 100% IACS로 하여 나타낸 전기전도도의 단위이다. 강도와 탄성은 ASTM E8-00, 경도는 ASTM D792를 기준으로 하였다. 산화무게증가는 800℃의 조건에서 진행한 결과이며, 해수부식속도는 대한민국 대천에서 채취한 동일한 해수를 사용하여 측정된 결과값이다.

표 2

구 분	전기전도도 (IACS%)	강도 (Mpa)	경도 (HRB)	탄성 (GPa)	산화무게증가, 50시간 (mg/cm ²)	해수부식속도 (mm/day)
실시예 1	95	680	150	120	5.7	9×10^{-8}
실시예 2	88	700	150	120	5.7	9.1×10^{-8}
실시예 3	97	630	120	122	5.8	9.2×10^{-8}
실시예 4	95	675	150	118	5.7	9×10^{-8}
비교예 1	97	450	65	110	11.8	2.3×10^{-6}
비교예 2	98	400	55	112	11.2	9.8×10^{-7}
비교예 3	90	460	65	112	10.3	1.2×10^{-6}

[0066] 상기 표 2의 결과로부터 확인할 수 있듯이 본 발명의 실시예에 의한 구리계 합금의 경우, 전기전도도는 비교예

에 의한 구리계 합금과 유사하지만 강도, 경도, 탄성, 내산화성, 내해수부식 특성은 매우 우수한 값을 나타냄을 확인할 수 있었다. 즉, 본 발명에 의한 구리계 합금의 경우 고강도, 고내식성, 내마모성, 고탄성 및 고전도도를 동시에 구현할 수 있음을 확인할 수 있었다.

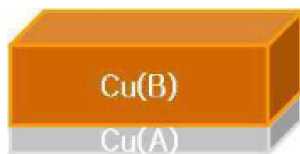
[0069] 또한 구리합금을 먼저 제조한 후 이를 적층하고 접합하여 구리계 합금을 제조한 실시예 1과 각각의 용탕을 이용하여 구리계 합금을 제조한 실시예 4의 경우, 물성 값이 별다른 차이를 보이지 않음을 확인할 수 있었다.

[0070] 도 4는 상기 실시예 1에 의하여 제조된 구리계 합금의 접합면을 촬영($\times 200$)하여 나타낸 사진이며, 도 5는 상기 실시예 4에 의하여 제조된 구리계 합금의 접합면을 촬영($\times 200$) 사진이다. 상기 도 4 및 도 5에서 확인할 수 있듯이 본 발명의 실시예에 의한 구리계 합금의 경우 그 접합된 계면에 유해한 반응상이 형성되지 않음을 알 수 있었다.

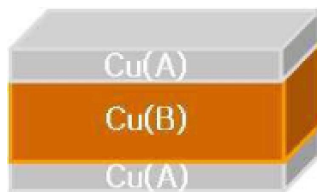
[0071] 본 발명은 상기한 실시예와 첨부한 도면을 참조하여 설명되었지만, 본 발명의 개념 및 범위 내에서 상이한 실시예를 구성할 수도 있다. 따라서 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위 및 이와 균등한 것들에 의해 정해지며, 본 명세서에 기재된 특정 실시예에 의해 한정되지는 않는다.

도면

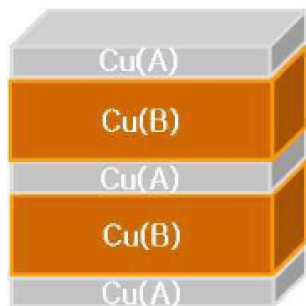
도면1



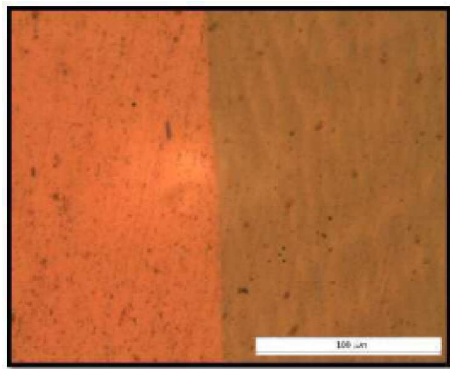
도면2



도면3



도면4



도면5

