(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0092391
(43) 공개일자 2025년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25D 3/46 (2006.01) *C25D 21/10* (2006.01)
C25D 21/12 (2006.01) *C25D 21/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C25D 3/46 (2013.01)
C25D 21/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0182359
(22) 출원일자 2023년12월14일
심사청구일자 2023년12월14일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
이수진
부산광역시 동래구 복천로5번길 31, 101동 1711호(복천동, 현대아파트)
김세일
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 9(가음동, 창원 가음 한화 꿈에그린)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이지

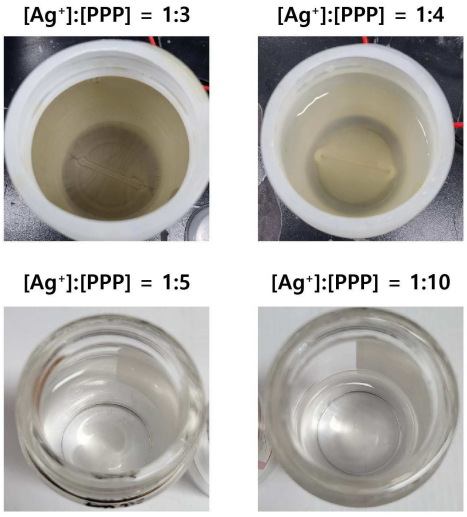
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 및 이를 이용한 은 도금 방법**

(57) 요 약

본원은 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 및 이를 이용한 은 도금 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게, 본원은 단순 조성으로도 고전류밀도에서 고품질로 균질하게 은을 도금할 수 있는 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 및 이를 이용한 은 도금 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C25D 21/12 (2013.01)
C25D 21/14 (2013.01)

(72) 발명자
이주열
경남 김해시 장유면 무계리 더 샾 아파트 104동 1102호
권예리
경상남도 김해시 팔판로 27, 603동 404호(관동동, 팔판마을6단지 푸르지오아파트)
안홍주
경기도 동두천시 행선로 100-21 에이스아파트

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415183699
과제번호 P0021200
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 국제공동기술개발사업
연구과제명 전기자동차용 무시안(Cyanide) 고경도(HV. 150 이상) 은(Ag(X)) 박막 소재 · 공정 기술 개발
기 여 율 60/100
과제수행기관명 한국재료연구원
연구기간 2022.06.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711183094
과제번호 PNCD130
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 나노소재기술개발사업
연구과제명 개발 도금 소재 활용 반도체 도금 공정 안정화 기술 개발
기 여 율 30/100
과제수행기관명 한국재료연구원
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415186840
과제번호 PNE3230
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 에너지수요관리핵심기술
연구과제명 열전발전 소자/파워모듈 양산 공정 기술 개발
기 여 율 10/100
과제수행기관명 엘지이노텍(주)
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

은 염;

인(P) 계열의 착화제; 및

인(P) 계열의 전도염;을 포함하는,

인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 은 염은 인산은(Ag_3PO_4, Silver phosphate), 질산은($AgNO_3$, Silver nitrate), 메탄설폰산은($AgSO_3CH_3$, Silver methanesulfonate) 및 요오드화은(AgI, Silver iodide) 중 1종 이상인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 착화제는 포스핀(Phospine), 트리스(하이드록시프로필)포스핀(Tris(hydroxypropyl)phosphine), 트리스(2-카르복시에틸)포스핀 하이드로클로라이드(Tris(2-carboxyethyl)phosphine hydrochloride), 트리페닐포스핀 트리포스포네이트(Triphenylphosphine triphosphonate), 트리스(4-하이드록시-페닐)포스핀(Tris(4-hydroxy-phenyl)phosphine), 및 트리스(하이드록시메틸)포스핀(Tris(hydroxymethyl)phosphine) 중 1종 이상인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전도염은 인산(Phosphoric acid), 피로인산(Pyrophosphoric acid), 소듐하이포포스파이트(Sodium hypophosphite), 디소듐포스페이트(Disodium phosphate), 트리소듐포스페이트(Trisodium phosphate), 포타슘하이포포스파이트(Potassium hypophosphite), 디포타슘포스페이트(Dipotassium phosphate), 트리포타슘포스페이트(Tripotassium phosphate), 및 알킬 인산(Alkyl phosphonic acid) 중 1종 이상인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 은 염의 농도는 0.01 내지 0.2 M인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 착화제의 농도는 0.02 내지 1.5 M인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전도염의 농도는 0.03 내지 12 M인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 은 염 및 상기 착화제의 농도 비율은 1:3 내지 1:6인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 은 염 및 상기 전도염의 농도 비율은 1:4 내지 1:16인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 은 염의 농도:상기 착화제의 농도:상기 전도염의 농도는 1:3~6:4~16인, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 11

제1항에 있어서,

유기물 첨가제를 포함하지 않는, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용하여 은 도금층을 형성하는 단계를 포함하는, 은 도금 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 은 도금층을 형성하는 단계의 전류밀도는 0.5 내지 12 ASD인, 은 도금 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 은 도금층을 형성하는 단계의 도금속도는 0.3 내지 0.5 ㎛/min인, 은 도금 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 은 도금층을 형성하는 단계에서 교반을 하는 것을 포함하는, 은 도금 방법.

청구항 16

제12항에 따른 은 도금 방법에 의해 형성된 은 도금층으로,

균질도, 밀착력, 내식성, 내마찰성 및 전기전도도 중 1종 이상이 개선된, 은 도금층.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본원은 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 및 이를 이용한 은 도금 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게, 본원은 단순 조성으로도 고전류밀도에서 고품질로 균질하게 은을 도금할 수 있는 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 및 이를 이용한 은 도금 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 우수한 전기전도성 및 열전도성을 가지는 은(Ag, silver) 도금 소재는 전자산업분야에서 광범위하게 사용되고 있으며, 내부식성, 내변색성, 이종소재와의 고 밀착력 및 낮은 접촉저항 등과 같은 특성을 향상하기 위해 현재까지도 많은 연구가 진행되고 있다.

[0004] 그러나 이러한 특성을 만족시키는 대부분의 은 도금액은 시안화은칼륨($KAg(CN)_2$) 및 시안화칼륨(KCN) 등의 시안화물(cyanide)이 함유된 은 도금액으로, 용액의 안정성, 착화력 및 전도성 향상을 위해 100 g/L 이상의 시안화물이 도금액에 함유되어 있다. 시안화물은 독성이 강하여 환경과 인체에 상당히 유해하고, 도금 공정 후 시안화물이 포함된 폐수를 처리하기 위해서는 화학적 처리 공정이 요구되어 추가적인 비용 지불이 불가피하다.

[0005] 또한, 도금액을 포토리소그래피(photolithography) 공정에 적용하기 위해서는 도금액이 알칼리성(basicity)이 아닌 산성(acidity)을 띄고 있어야 하는데, 시안화물이 함유된 도금액은 도금액 자체가 알칼리성(basicity)이기 때문에 포토리소그래피 공정에 직접 적용하기 어렵다는 단점이 있다.

[0006] 상술한 문제점들을 해결하기 위해 비시안(non-cyanide)계 도금액이 최근까지도 개발되고 있으나, 티오설페이트(thiosulfate) 전해질을 이용하기 때문에 용액의 안정성이 낮거나, 수산화칼륨(KOH) 등을 전해질로 이용한 도금액의 경우 시안-은 도금액과 마찬가지로 포토리소그래피 공정을 이용한 미세도금 분야에서는 적용이 불가능한 단점이 있다.

[0007] 한편, 비시안계 은 도금액의 경우 착화제(complexing agent)로 설파이트(sulphite), 티오설페이트(thiosulphate), 티오우레아(thiourea), DMH(5,5-dimethylhydantoin), EDTA(ethylenediamine tetraacetic acid) 및 숙신이미드(succinimide) 등의 유기 계열이 주로 쓰이는데, 상술한 유기계 착화제로 산성의 은 도금액을 제조할 경우 회색의 스펀지 상으로 피막이 석출되기 쉽기 때문에 현재까지도 산성이 아닌 염기성 도금액 개발에만 치중되고 있는 실정이다.

[0008] 또한, 비시안계 은 도금액을 이용하여 형성된 은 도금층의 경우 도금 피막과 기판(substrate) 소재 간의 밀착력이 저조하고, 도금액 사용 중에 액이 분해(degradation)되어 은이 환원(reduction)되거나 도금액의 수명이 짧아지는 문제가 발생한다. 더욱이 유기산 계열의 착화제는 시간이 지남에 따라 가수분해(hydrolysis)를 일으켜 pH가 안정하지 못해 주기적으로 도금액의 pH를 보정해야 하는 단점이 있다.

[0010] 본원의 배경 기술로는 대한민국 공개특허 제10-2004-0080466호에 은 박막 형성용 전기도금용액 및 그 용액을 이용한 은박막 형성방법이 기재되어 있다. 상기 공개특허에서는 도금용액이 시안화물 및 티오우레아 화합물을 포함한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본원의 목적은 친환경적이고 알칼리성 도금액의 문제점을 해결할 수 있는 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공하는 것이다.

[0013] 본원의 다른 목적은 단순 조성으로 균질한 도금층을 형성할 수 있는 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공하는 것이다.

[0014] 본원의 또 다른 목적은 단순 조성으로 액 안정성이 양호하고 pH가 안정한 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공하는 것이다.

[0015] 본원의 또 다른 목적은 도금층의 품질 저하가 최소화되는 산성의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공하는 것이다.

[0016] 본원의 또 다른 목적은 고전류밀도에서 탄도금(burnt deposit) 없이 균질하게 은을 도금할 수 있는 은 도금 방법을 제공하는 것이다.

[0017] 본원의 또 다른 목적은 고전류밀도에서도 양호한 도금 속도로 균질하게 은을 도금할 수 있는 은 도금 방법을 제공하는 것이다.

[0018] 본원의 또 다른 목적은 균질도, 밀착력, 내식성, 내마찰성 및 전기전도도 중 1종 이상이 개선된 은 도금층을 제공하는 것이다.

[0019] 본원의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 더욱 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

[0021] 일 측면에 따르면, 은 염; 인(P) 계열의 착화제; 및 인(P) 계열의 전도염;을 포함하는, 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물이 제공된다.

[0022] 일 실시예에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물의 은 염은 인산은(Ag_3PO_4, Silver phosphate), 질산은($AgNO_3$, Silver nitrate), 메탄설폰산은($AgSO_3CH_3$, Silver methanesulfonate) 및 요오드화은(AgI, Silver iodide) 중 1종 이상일 수 있다.

[0023] 일 실시예에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물의 착화제는 포스핀(Phospine), 트리스(하이드록시프로필)포스핀(Tris(hydroxypropyl)phosphine), 트리스(2-카르복시에틸)포스핀 하이드로클로라이드(Tris(2-carboxyethyl)phosphine hydrochloride), 트리페닐포스핀 트리포스포네이트(Triphenylphosphine triphosphonate), 트리스(4-하이드록시-페닐)포스핀(Tris(4-hydroxy-phenyl)phosphine), 및 트리스(하이드록시메틸)포스핀(Tris(hydroxymethyl)phosphine) 중 1종 이상일 수 있다.

[0024] 일 실시예에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물의 전도염은 인산(Phosphoric acid), 피로인산(Pyrophosphoric acid), 소듐하이포포스파이트(Sodium hypophosphite), 디소듐포스페이트(Disodium phosphate), 트리소듐포스페이트(Trisodium phosphate), 포타슘하이포포스파이트(Potassium hypophosphite), 디포타슘포스페이트(Dipotassium phosphate), 트리포타슘포스페이트(Tripotassium phosphate), 및 알킬 인산(Alkyl phosphonic acid) 중 1종 이상일 수 있다.

[0025] 일 실시예에 따르면, 상기 은 염의 농도는 0.01 내지 0.2 M일 수 있다.

[0026] 일 실시예에 따르면, 상기 착화제의 농도는 0.02 내지 1.5 M일 수 있다.

[0027] 일 실시예에 따르면, 상기 전도염의 농도는 0.03 내지 12 M일 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따르면, 상기 은 염 및 상기 착화제의 농도 비율은 1:3 내지 1:6일 수 있다.

[0029] 일 실시예에 따르면, 상기 은 염 및 상기 전도염의 농도 비율은 1:4 내지 1:16일 수 있다.

[0030] 일 실시예에 따르면, 상기 은 염의 농도:상기 착화제의 농도:상기 전도염의 농도는 1:3~6:4~16일 수 있다.

[0031] 일 실시예에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 유기물 첨가제를 포함하지 않을 수 있다.

[0033] 다른 측면에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용하여 은 도금층을 형성하는 단계를 포함하는, 은 도금 방법이 제공된다.

[0034] 일 실시예에 따르면, 상기 은 도금층을 형성하는 단계의 전류밀도는 0.5 내지 12 ASD일 수 있다.

[0035] 일 실시예에 따르면, 상기 은 도금층을 형성하는 단계의 도금 속도는 0.3 내지 0.5 ㎛/min일 수 있다.

[0036] 일 실시예에 따르면, 상기 은 도금층을 형성하는 단계에서 교반을 하는 것을 포함할 수 있다.

[0038] 다른 측면에 따르면, 본원의 은 도금 방법에 의해 형성된 균질도, 밀착력, 내식성, 내마찰성 및 전기전도도 중 1종 이상이 개선된, 은 도금층이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0040] 일 실시예에 따르면, 독성 물질인 시안화물을 포함하지 않아 친환경적이고, 알칼리성 도금액의 문제점을 해결할

수 있는 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공할 수 있다.

[0041] 일 실시예에 따르면, 인(P) 계열로 통일한 단순 조성으로도 균질한 도금층을 형성할 수 있는 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공할 수 있다.

[0042] 일 실시예에 따르면, 완충제, 가속제 및 감속제 등의 다른 첨가제를 첨가하지 않아도 액 안정성이 양호하고 pH가 안정한 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공할 수 있다.

[0043] 일 실시예에 따르면, 도금층의 품질이 우수한 산성의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제공할 수 있다.

[0044] 일 실시예에 따르면, 착화제 및 전도염이 모두 인(P) 계열로 이루어져 도금층의 품질 저하를 최소화할 수 있는 산성의 비시안 은 도금용 조성물을 제공할 수 있다.

[0045] 일 실시예에 따르면, 착화제 및 전도염이 모두 인(P) 계열인 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용하여, 고전류밀도에서도 탄도금(burnt deposit) 없이 균질하게 은을 도금할 수 있는 은 도금 방법을 제공할 수 있다.

[0046] 일 실시예에 따르면, 은 도금용 조성물의 조성 및 농도를 조절하여, 고전류밀도에서도 양호한 도금 속도로 균질하게 은을 도금할 수 있는 은 도금 방법을 제공할 수 있다.

[0047] 일 실시예에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 은 도금층 형성방법으로 균질도, 밀착력, 내식성, 내마찰성 및 전기전도도 중 1종 이상이 개선된 은 도금층을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 도금용 조성물의 은 염 및 착화제의 농도 비율에 따른 용액 안정도를 나타내는 사진이다.

도 2a는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 은 염 및 착화제의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이다.

도 2b는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 은 염 및 착화제의 농도 비율 별 전류밀도에 따른 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

도 3a는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이다.

도 3b는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율 별 전류밀도에 따른 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

도 4a는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 피로인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이다.

도 4b는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 피로인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율별 전류밀도에 따른 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

도 5a는 본원의 일 실시예에 따른 전도염이 인산 및 피로인산이 혼합된 경우의 인산 및 피로인산의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이다.

도 5b는 본원의 일 실시예에 따른 전도염이 인산 및 피로인산이 혼합된 경우의 인산 및 피로인산의 농도 비율별 전류밀도에 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

도 6의 (a)는 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 염수 분무 전 표면을 나타내는 사진이고, 도 6의 (b)는 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 96시간 염수 분무 후 표면을 나타내는 사진이다.

도 7은 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 (a) 표면 및 (b) 단면을 나타내는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 본 개시의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되는 이하의 상세한 설명과 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다.

[0051] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 개시의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0052] 본 명세서에서, 층, 부분, 또는 기판과 같은 구성요소가 다른 구성요소 "위에", "연결되어", 또는 "결합되어" 있는 것으로 기재되어 있는 경우, 이는 직접적으로 다른 구성요소 "위에", "연결되어", 또는 "결합되어" 있는 것일 수 있고, 또한 양 구성요소 사이에 하나 이상의 다른 구성요소를 개재하여 있을 수 있다. 대조적으로, 구성요소가 다른 구성요소 "직접적으로 위에", "직접적으로 연결되어", 또는 "직접적으로 결합되어" 있는 것으로 기재되어 있는 경우, 양 구성요소 사이에는 다른 구성요소가 개재되어 있을 수 없다.

[0053] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0054] 본 명세서에서, '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.

[0055] 본 명세서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서 전체에서, "상에"라 함은 대상 부분의 위 또는 아래에 위치함을 의미하는 것이며, 반드시 중력 방향을 기준으로 상 측에 위치하는 것을 의미하는 것이 아니다.

[0056] 본 개시는 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 개시를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 개시를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

[0057] 이하, 본 개시의 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0059] 일 측면에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 은 염; 인(P) 계열의 착화제; 및 인(P) 계열의 전도염;을 포함한다.

[0060] 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 독성 물질인 시안화물을 포함하지 않아 친환경적이며, 유기물 첨가제를 포함하지 않고 인(P) 계열의 물질을 포함하는 것을 특징으로 한다. 특히, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 전도염을 무기계 물질로 포함하며, 종래의 유기계 첨가제인 완충제, 가속제 및 감속제 등을 포함하지 않는다. 유기물 첨가제를 포함하는 은 도금용 조성물은 열화 및 가수분해를 일으킬 수 있어, 액 안정성 및 pH 안정성이 좋지 못하다. 본원의 은 도금용 조성물은 유기물 첨가제를 사용하지 않아 액 안정성 및 pH 안정성이 우수할 뿐만 아니라, 인(P) 계열의 물질을 포함하는 단순 조성으로 인(P)의 비공유전자쌍이 은(Ag)과 안정적인 착화물을 형성할 수 있고, 균질하고 품질 저하가 최소화된 도금층을 형성할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 은 염, 착화제 및 전도염이 모두 인(P) 계열의 물질로 이루어지는 것이 액 안정성, pH 안정성 및 균질하고 품질 저하가 최소화된 도금층을 형성에 더 적합할 수 있다.

[0061] 또한, 은은 황화물(sulfide)에 민감하게 반응하여 은의 도금에 있어서 황화 현상이 문제가 될 수 있으나, 본원의 은 도금용 조성물은 황(sulfur)을 포함하지 않아 은 도금층의 황화현상이 방지될 수 있다.

[0062] 본 발명자는 산성의 은 도금용 조성물에 유기계 착화제를 사용하더라도 액 안정성, 및 pH 안정성이 현저하게 우수하고, 균질하고 품질 저하가 최소화된 도금층의 형성이 가능한 것을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

[0064] 한편, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 산성으로, pH는 최대 5일 수 있고, 1.1 내지 1.3일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 산성이므로 포토리소그래피 공정에 적용하기에 적합할 수 있다. 도금 공정은 pH에 의해 도금의 정도 및 도금층의 두께 등이 영향을 받기 때문에 도금

액의 pH 조절이 중요하여, pH 변화를 방지할 수 있는 다른 첨가제를 첨가하기도 한다. 그러나 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 단순 조성으로도 pH 안정성이 우수하여, 도금 공정 중 및 도금 공정 후에도 pH 변화가 거의 없어 pH를 조절하기 위한 다른 첨가제의 첨가가 필요하지 않다.

[0066] 은 염(silver salt)은 도금 시 은이 도금되도록 사용하는 물질이다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 염은 인산은(Ag_3PO_4, Silver phosphate), 질산은($AgNO_3$, silver nitrate), 메탄설폰산은($AgSO_3CH_3$, Silver methanesulfonate) 및 요오드화은(AgI, Silver iodide) 중 1종 이상인 것이 적합할 수 있고, 인산은(Ag_3PO_4) 인 것이 더 적합할 수 있다.

[0068] 착화제(complexing agent)는 금속 이온과 착화 이온을 형성할 수 있는 화합물로, 금속 이온을 안정하게 용해시키기 위해 사용하는 물질이다. 또한, 착화제로 인해 도금 속도의 조절이 가능하고, 도금이 자발적으로 분해되는 것을 방지할 수 있으며, 도금용 조성물의 액 안정성이 유지될 수 있다. 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물에 포함되는 착화제는 흔히 사용되던 시안화물이 아닌 인(P) 계열의 물질이다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 착화제는 포스핀(Phospine), 트리스(하이드록시프로필)포스핀(Tris(hydroxypropyl)phosphine, PPP), 트리스(2-카르복시에틸)포스핀 하이드로클로라이드(Tris(2-carboxyethyl)phosphine hydrochloride), 트리페닐포스핀 트리포스포네이트(Triphenylphosphine triphosphonate), 트리스(4-하이드록시-페닐)포스핀(Tris(4-hydroxyphenyl)phosphine), 및 트리스(하이드록시메틸)포스핀(Tris(hydroxymethyl)phosphine) 중 1종 이상인 것이 적합할 수 있고, 트리스(하이드록시프로필)포스핀(Tris(hydroxypropyl)phosphine, PPP)인 것이 더 적합할 수 있다.

[0070] 전도염(conducting agent)은 도금액의 pH를 유지하고 전기전도도를 부여하는 화합물로, 도금욕에 전기가 용이하게 흐르도록 하여 도금 효율을 향상시키는 물질이다. 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물에 포함되는 전도염은 인(P) 계열의 물질이 적합하다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 전도염은 인산(Phosphoric acid, PA), 피로인산(Pyrophosphoric acid, PPA), 소듐하이포포스파이트(Sodium hypophosphite), 디소듐포스페이트(Disodium phosphate), 트리소듐포스페이트(Trisodium phosphate), 포타슘하이포포스파이트(Potassium hypophosphite), 디포타슘포스페이트(Dipotassium phosphate), 트리포타슘포스페이트(Tripotassium phosphate), 및 알킬 인산(Alkyl phosphonic acid) 중 1종 이상인 것이 적합할 수 있고, 인산(Phosphoric acid) 및 피로인산(Pyrophosphoric acid) 중 1종 이상인 것이 더 적합할 수 있다.

[0072] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 염의 농도는 0.01 내지 0.2 M 인 것이 균일한 은 도금층 형성에 적합할 수 있고, 0.01 내지 0.15 M인 것이 더 적합할 수 있다. 상기 은 염의 농도가 0.01 M 미만일 경우 전착되는 은 이온의 도금 속도가 저하되어 도금 효율이 저하될 수 있고, 0.2 M을 초과할 경우 전착되는 은 이온의 도금 속도 제어가 어려워 형성되는 도금층의 형상을 제어하기 어려울 수 있다.

[0074] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 착화제의 농도는 0.02 내지 1.5 M인 것이 균일하고 밀착력이 향상된 은 도금층 형성에 적합할 수 있고, 0.02 내지 1.2 M인 것이 더 적합할 수 있고, 0.02 내지 0.9 M인 것이 더욱 더 적합할 수 있다. 상기 착화제의 농도가 0.02 M 미만일 경우 착화되지 않는 은 이온의 양이 증가하여 도금이 효과적으로 되지 않거나 도금용 조성물의 안정성이 저하될 수 있고, 1.5 M 초과일 경우 도금 속도가 저하될 수 있다.

[0076] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 전도염의 농도는 0.03 내지 12 M인 것이 적합할 수 있고, 0.03 내지 9 M인 것이 더 적합할 수 있고, 0.03 내지 6 M인 것이 더욱더 적합할 수 있고, 0.03 내지 3 M인 것이 더욱 더 적합할 수 있다. 상기 전도염의 농도가 0.03 M 미만일 경우 도금액에 전기전도도가 충분히 부여되지 않아 도금 속도가 저하될 수 있고, 전도염의 농도가 12 M 초과일 경우 전기전도도가 과하게 부여되어 도금 속도가 빨라져 도금층 형성의 제어가 어려울 수 있다.

[0078] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 염 및 상기 착화제의 농도 비율은 1:3 내지 1:6일 수 있고, 상기 농도 비율 범위를 가지는 것이 도금용 조성물의 안정도 및 전류밀도 세기에 따른 적절한 도금층의 두께 형성 및 균질한 도금층 형성에 적합할 수 있고, 1:4 내지 1:6인 것이 더 적합할 수 있다.

[0080] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 염 및 상기 전도염의 농도 비율은 1:4 내지 1:16일 수 있고, 상기 농도 비율 범위를 가지는 것이 도금용 조성물의 안정도, 전류밀도 세기에 따른 적절한 도금층의 두께 형성 및 균질한 도금층 형성에 적합할 수 있고, 1:8 내지 1:16인 것이 더 적합할 수 있고, 1:8 내지 1:12인 것이 더욱 더 적합할 수 있다.

[0081] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 전도염이 인산(Phosphoric acid)인 경우, 은 염 및 전도염의 농도 비율이 1:8 내지 1:12인 것이 전류밀도 세기에 따른 적절한 도금층의 두께 형성 및 균질한 도금층 형성에 적합할 수 있고, 1:10 내지 1:12인 것이 더 적합할 수 있다.

[0082] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 전도염이 피로인산(Pyrophosphoric acid)인 경우, 은 염 및 전도염의 농도 비율이 1:4 내지 1:10인 것이 전류밀도 세기에 따른 적절한 도금층의 두께 형성 및 균질한 도금층 형성에 적합할 수 있고, 1:8 내지 1:10인 것이 더 적합할 수 있다.

[0083] 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 전도염이 인산(Phosphoric acid) 및 피로인산(Pyrophosphoric acid)이 혼합된 경우, 피로인산의 농도 비율이 더 높은 것이 전류밀도 세기에 따른 적절한 도금층의 두께 형성에 적합할 수 있고, 인산 및 피로인산의 농도 비율은 1:1~4인 것이 더 적합할 수 있다.

[0085] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 염의 농도:상기 착화제의 농도:상기 전도염의 농도는 1:3~6:4~16인 것이 적절한 도금층의 두께 형성 및 균질한 도금층 형성에 적합할 수 있고, 도금을 하기 위해 가하는 전류의 효율 향상에 적합할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 1:4~6:8~16이 더 적합할 수 있고, 1:4~6:8~12가 더욱 더 적합할 수 있다.

[0087] 다른 측면에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용하여 은 도금층을 형성하는 단계를 포함하는 은 도금 방법이 제공된다.

[0088] 상기 은 도금층을 형성하는 단계는 기판 상에 은 도금층을 형성하는 것으로, 상기 기판은 도금층의 형성이 가능한 것이라면 제한되지 않는다.

[0089] 한편, 본원의 은 도금 방법은 상기 은 도금층을 형성하는 단계 이전에 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 준비하는 단계가 포함될 수 있다. 본원의 은 도금 방법은 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물의 조성 및 농도를 조절하여 고전류밀도에서도 탄도금(burnt deposit) 없이 균질하게 은을 도금할 수 있고, 양호한 도금 속도로 균질하게 은을 도금할 수 있다.

[0091] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 도금층을 형성하는 단계의 전류밀도는 0.5 내지 12 ASD일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 전류밀도는 형성하고자 하는 도금층의 두께에 적합한 도금 속도를 달성하기 위해 조절될 수 있으며, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 은 도금 방법은, 고전류밀도에서도 균일한 도금층의 형성이 가능하다.

[0093] 한편, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 은 도금 방법은 은 염의 농도에 따라 상기 전류밀도를 조절하여 도금층의 광택 또는 도금 두께 및 도금 속도를 조절할 수 있어, 은 도금이 필요한 다양한 어플리케이션에 따라 도금 조건을 조절할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 은 도금 방법은 은 도금용 조성물의 은 염의 농도가 0.1 이하로 낮은 경우 4 ASD 이하의 낮은 전류밀도로 도금을 진행하여 광택이 나는 얇은 은 도금층을 형성할 수 있다. 또한, 이에 한정되는 것은 아니나, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 은 도금 방법은 은 도금용 조성물의 은 염의 농도가 0.1 초과로 높은 경우 5 ASD 이상의 높은 전류밀도로 도금을 진행하여 빠른 도금 속도로 은 도금층의 도금층 두께를 증가시

킬 수 있으나, 광택이 적을 수 있다.

[0095] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 도금층을 형성하는 단계의 도금 속도는 0.3 내지 0.5 ㎛/min일 수 있다. 상기 도금 속도가 0.3 ㎛/min 미만이면 도금층 형성 시간이 길어져 효율적이지 못할 수 있다.

[0096] 한편, 상기 은 도금층을 형성하는 단계의 도금 시간은 상기 전류밀도 및 도금속도, 형성되는 도금층 두께에 따라 조절할 수 있다.

[0098] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 도금층을 형성하는 단계에서 교반을 하는 것을 포함할 수 있다. 상기 교반하는 단계는 도금액을 균일하게 분포 및 순환시킬 수 있고, 충분한 양의 은 이온을 기판에 균일하게 공급할 수 있어 균일한 두께의 도금에 도움을 줄 수 있다.

[0100] 다른 측면에 따르면, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용하여 은 도금층을 형성하는 단계를 포함하는 은 도금 방법에 의해 형성되어, 균질도, 밀착력, 내식성, 내마찰성 및 전기전도도 중 1종 이상이 개선된 은 도금층이 제공된다.

[0101] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 은 도금층은 0.1 ㎛ 이상으로 다양한 두께로 형성되어, 다양한 제품에 적용될 수 있다.

[0103] **실시예**

[0104] **1. 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 제조**

[0105] 은 염으로 인산은(Ag_3PO_4), 착화제로 트리스(하이드록시프로필)포스핀(Tris(hydroxypropyl)phosphine, PPP), 전도염으로 인산(Phosphoric acid, PA) 및/또는 피로인산(Pyrophosphoric acid, PPA)을 이용하여 비교예 및 실시예의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 제조하였다. 은 염의 농도는 21g/L이었으며, 착화제 및 전도염은 각 실험 조건인 은 염과의 농도 비율에 따라 농도를 조절하였으며, 도금용 조성물의 pH는 1.1이었다.

[0107] **실험예**

[0108] **1. 은 염 및 착화제의 농도 비율에 따른 은 도금용 조성물의 용액 안정도 평가**

[0109] 은 염 및 착화제의 농도 비율을 1:3 내지 1:10으로 하여 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 제조한 후, 상기 농도 비율에 따른 은 도금용 조성물의 용액 안정도를 평가하였다.

[0110] 도 1은 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 도금용 조성물의 은 염 및 착화제의 농도 비율에 따른 용액 안정도를 나타내는 사진이다.

[0111] 도 1을 참조하면, 은 염 및 착화제의 농도 비율이 1:3인 경우, 도금용 조성물의 색이 탁하고 침전물이 발생되어 용액의 안정도가 낮게 나타났다. 반면, 은 염 및 착화제의 농도 비율이 1:4 이상인 경우 도금용 조성물이 투명해지고 침전물이 사라지게 되어 용액의 안정도가 높게 나타났다. 따라서, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물은 은 염 및 착화제의 농도 비율이 1:4 이상이어야 함을 확인할 수 있다.

[0113] **2. 은 염 및 착화제의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 및 전류밀도별 두께 측정**

[0114] 은 염 및 착화제의 농도 비율을 1:1 내지 1:6으로 하여 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 제조한 후, 상기 은 도금용 조성물을 이용하여 캐소드로 구리(copper) 또는 황동(brass) 기판상에 은 도금을 진행하였다. 이때 애노드에는 불용성 IrO_2이 사용되었다.

[0115] 도 2a는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 은 염 및 착화제의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이고, 도 2b는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 은 염 및 착화제의 농도 비율별

전류밀도에 따른 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

[0116] 도 2a를 참조하면, 은 염 및 착화제의 농도 비율이 1:3 이상인 경우 형성된 은 도금층이 탄도금없이 균질함을 확인할 수 있다.

[0117] 한편, 도 2b를 참조하면, 농도 비율 및 전류밀도에 따른 도금층 두께 변화는 은 염 및 착화제의 농도 비율이 1:4 이상인 것이 적합함을 확인할 수 있다.

[0119] **3. 은 염 및 전도염의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 및 전류밀도별 은 도금층 두께 측정**

[0120] **3-1. 전도염이 인산(Phosphoric acid)인 은 도금용 조성물에 의해 형성된 은 도금층**

[0121] 은 염 및 착화제의 농도 비율을 1:4로 하고, 은 염 및 전도염의 농도 비율을 1:0 내지 1:16으로 하여 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 제조한 후, 상기 은 도금용 조성물을 이용하여 캐소드로 구리(copper) 또는 황동(brass) 기판상에 은 도금을 진행하였다. 이때 애노드에는 불용성 IrO_2이 사용되었다.

[0122] 도 3a는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이고, 도 3b는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율 별 전류밀도에 따른 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

[0123] 도 3a를 참조하면, 은 염 및 전도염의 농도 비율이 1:0 및 1:4인 경우 도금층에 탄도금이 발생한 것을 확인할 수 있고, 농도 비율이 1:8인 경우 탄도금이 발생이 저하되기 시작하였으며, 농도 비율이 1:10 이상이면 은 도금층이 탄도금없이 균질함을 확인할 수 있다.

[0124] 한편, 도 3b를 참조하면, 농도 비율 및 전류밀도에 따른 도금층 두께 변화는 은 염 및 전도염의 농도 비율이 1:8 이상인 것이 적합하고, 1:10 내지 1:12인 경우 더 적합할 수 있음을 확인하였다.

[0126] **3-2. 전도염이 피로인산(Pyrophosphoric acid)인 은 도금용 조성물에 의해 형성된 은 도금층**

[0127] 은 염 및 착화제의 농도 비율을 1:4로 하고, 은 염 및 전도염의 농도 비율을 1:0 내지 1:16으로 하여 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 제조한 후, 상기 은 도금용 조성물을 이용하여 캐소드로 구리(copper) 또는 황동(brass) 기판상에 은 도금을 진행하였다. 이때 애노드에는 불용성 IrO_2이 사용되었다.

[0128] 도 4a는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 피로인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이고, 도 4b는 본원의 일 실시예 및 비교예에 따른 전도염이 피로인산인 경우의 은 염 및 전도염의 농도 비율 별 전류밀도에 따른 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

[0129] 도 4a를 참조하면, 은 염 및 전도염의 농도 비율이 1:0인 경우 도금층에 탄도금이 발생한 것을 확인할 수 있고, 농도 비율이 1:4 이상이면 은 도금층이 탄도금없이 균질함을 확인할 수 있다. 한편, 도 4b를 참조하면, 농도 비율 및 전류밀도에 따른 도금층 두께 변화는 은 염 및 전도염의 농도 비율이 1:4 내지 1:10인 경우 적합할 수 있음을 확인하였다.

[0131] **3-3. 전도염이 인산(Phosphoric acid) 및 피로인산(Pyrophosphoric acid)인 은 도금용 조성물에 의해 형성된 은 도금층**

[0132] 은 염 및 착화제의 농도 비율을 1:4로 하고, 전도염인 인산 및 피로인산의 농도 비율을 1:1 내지 4:1로 혼합하여 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물 제조한 후, 상기 은 도금용 조성물을 이용하여 캐소드로 구리(copper) 또는 황동(brass) 기판상에 은 도금을 진행하였다. 이때 애노드에는 불용성 IrO_2이 사용되었다.

[0133] 도 5a는 본원의 일 실시예에 따른 전도염이 인산 및 피로인산이 혼합된 경우의 인산 및 피로인산의 농도 비율에 따른 헐 셀 테스트(Hull cell test) 결과를 나타내는 사진이고, 도 5b는 본원의 일 실시예에 따른 전도염이 인산 및 피로인산이 혼합된 경우의 인산 및 피로인산의 농도 비율 별 전류밀도에 도금층 두께를 나타내는 그래프이다.

[0134] 도 5a를 참조하면, 형성된 은 도금층이 모두 탄도금없이 균질함을 확인할 수 있고, 도 5b를 참조하면, 인산 대

비 피로인산의 비율이 더 높은 것이 전류밀도별 도금 두께가 더 높게 나타났다. 따라서, 인산 및 피로인산을 혼합한 전도염을 사용할 경우 피로인산을 더 많이 사용하는 것이 도금층 형성에 더 유리할 수 있음을 확인하였다.

[0136] **4. 은 도금층의 물성 평가**

[0137] 본원의 일 실시예에 따라 은 염은 인산은, 착화제는 트리스(하이드록시프로필)포스핀, 전도염은 피로인산으로 하고, 은 염, 착화제 및 전도염의 농도 비율을 1:4:10으로 하여 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 제조하고, 이를 이용하여 캐소드로 구리(copper) 또는 황동(brass) 기판상에 은 도금을 진행하였다. 이때 애노드에는 불용성 IrO_2이 사용되었고, 전류밀도 8 ASD 및 도금 속도 0.4 ㎛/min로 은 도금을 진행하여 52 ㎛ 두께의 은 도금층을 형성하였다.

[0139] **4-1. 은 도금층의 내식성 평가**

[0140] 염수 분무 테스트를 통해 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 내식성을 평가하였으며, 테스트 조건은 하기와 같다.

[0141] [시험장비]

[0142] - Salt/Cass Spray Tester (SUGA, CAP-90V)

[0143] [시험조건]

[0144] - 염수농도 : 5% NaCl

[0145] - 시험온도 : (35±0.5)℃

[0146] - 분무압력 : (0.098±0.002) Mpa

[0147] - 분무량 : 1.5 ml/h at 80 cm^2

[0149] 도 6의 (a)는 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 염수 분무 전 표면을 나타내는 사진이고, 도 6의 (b)는 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 96시간 염수 분무 후 표면을 나타내는 사진이다.

[0150] 도 6을 참조하면, 96시간 염수 분무 후에도 은 도금층은 부식이 발생하지 않아, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 도금 방법에 의해 도금층을 형성할 경우 내식성이 우수함을 확인할 수 있다.

[0152] **4-2. 은 도금층의 형상 및 두께 평가**

[0153] 도 7은 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 (a) 표면 및 (b) 단면을 나타내는 사진이다.

[0154] 도 7을 참조하면, 도금된 은 도금층은 탄도금없이 균질하게 52 ㎛ 두께로 형성되어, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 도금 방법에 의해 도금층을 형성할 경우 고전류밀도로 탄도금없이 균질하게 도금층이 형성될 수 있음을 확인할 수 있다.

[0156] **4-3. 은 도금층의 마찰계수 평가**

[0157] 평면마찰시험기를 이용한 평면마찰시험을 통해 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 내마찰성을 평가하였으며, 테스트 조건은 하기와 같다.

[0158] [시험조건]

[0159] - 윤활제 :46cst

[0160] - 상대재 금형 : SKD11+연마(Lappping)

[0161] - 하중 : 5MPa

[0162] - 인출 속도 : 400 mm/min

[0163] - 시험 온도 : (20±5) ℃

[0164] - 시험 습도 : (50±5) %

[0166] 평면마찰시험 결과, 마찰계수는 0.150으로 측정되어, 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 도금 방법에 의해 도금층을 형성할 경우 내마찰성을 개선할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0168] **4-4. 은 도금층의 전기전도도 평가**

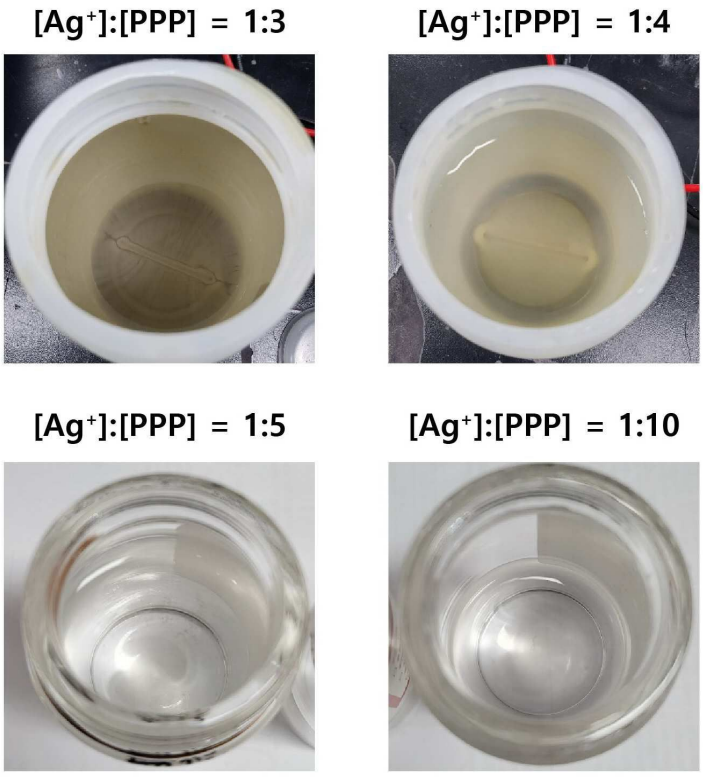
[0169] 4-point probe를 이용한 면저항측정 결과 본원의 일 실시예에 따라 형성된 은 도금층의 면저항은 $1.32x10^{-4}$ ohm/sq 으로 측정되었다. 상기 측정된 면저항 값과 은 도금층의 두께인 52 ㎛를 고려하여 전기전도도를 도출한 결과, 전기전도도는 $1.46x10^{8}$ S/m으로 도출되었다. 본원의 인(P)계 비시안 은 도금용 조성물을 이용한 도금 방법에 의해 도금층을 형성할 경우 전기전도도를 개선할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0171] 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.

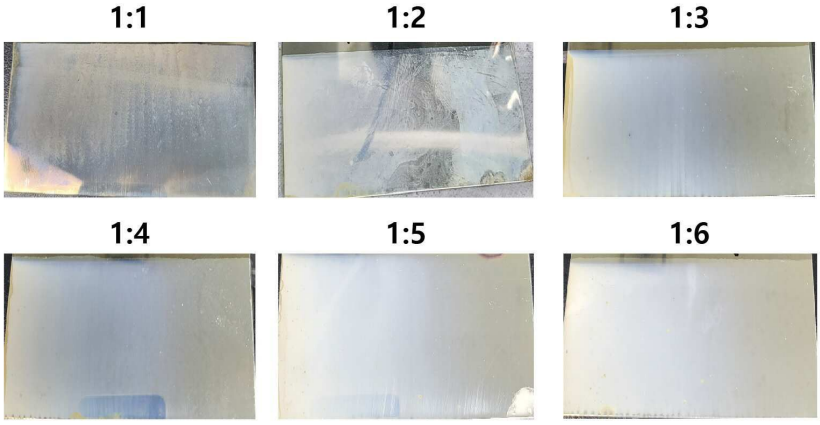
[0172]

도면

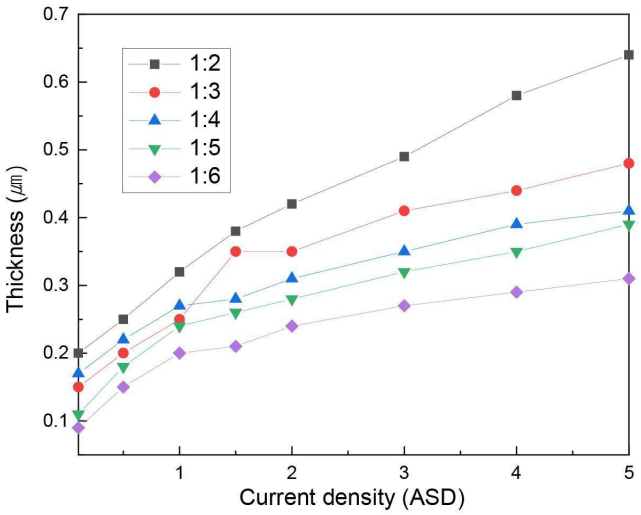
도면1



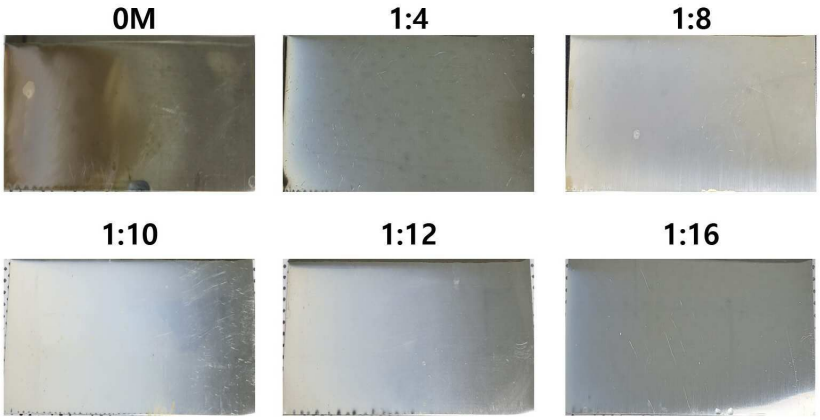
도면2a



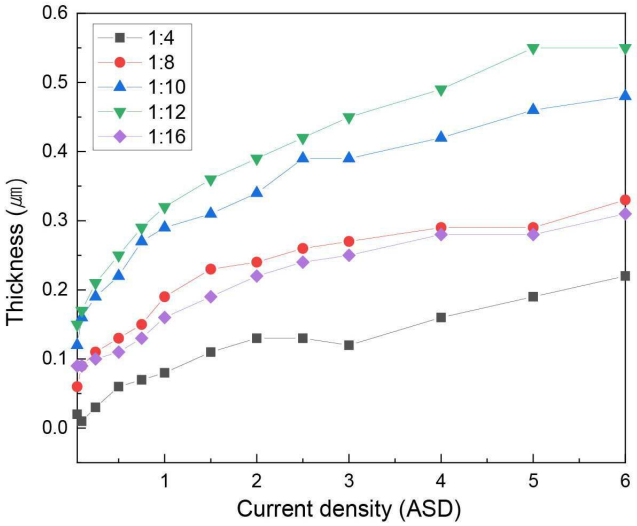
도면2b



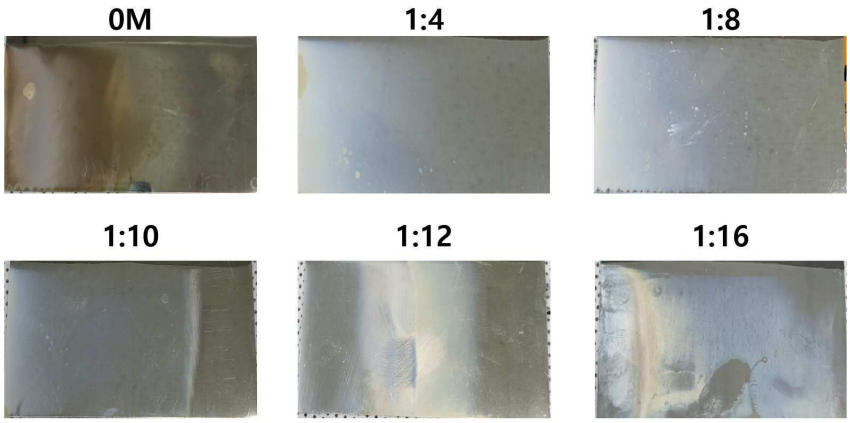
도면3a



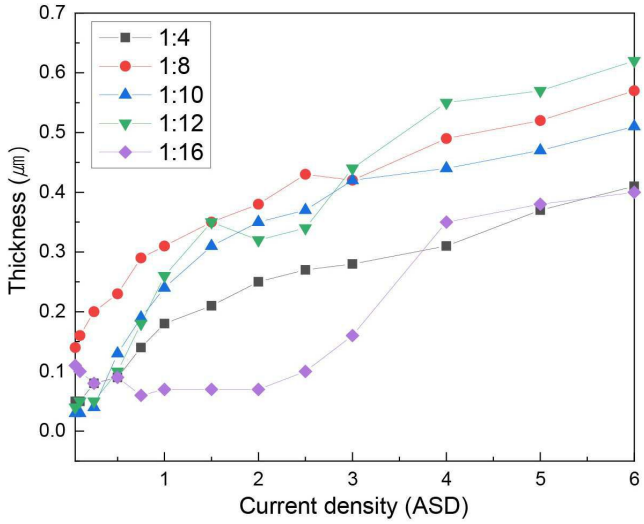
도면3b



도면4a



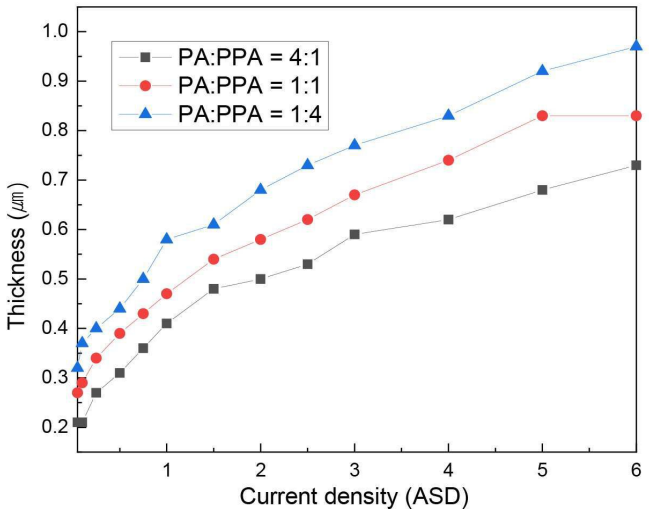
도면4b



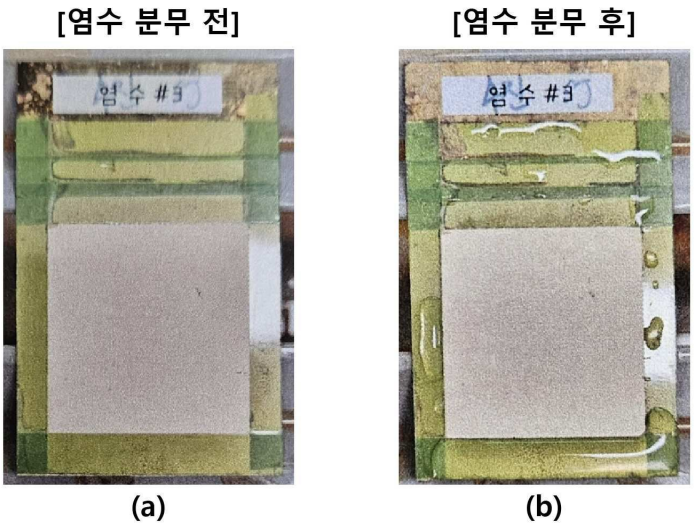
도면5a


PA:PPA = 1:1
PA:PPA = 2:8
PA:PPA = 8:2

도면5b


PA:PPA = 4:1
PA:PPA = 1:1
PA:PPA = 1:4
Thickness (㎛)
Current density (ASD)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
1
2
3
4
5
6

도면6



도면7

