

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0050461 (43) 공개일자 2016년05월11일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C23C 18/16 (2006.01) C23C 18/38 (2006.01)		(71) 출원인 한밭대학교 산학협력단 대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(21) 출원번호 10-2014-0148605		(72) 발명자 나사균 대전광역시 서구 만년로 25 강변아파트 103동 701호
(22) 출원일자 2014년10월29일 심사청구일자 2014년10월29일		이연승 대전광역시 서구 만년로 25 강변아파트 103동 701호
		(74) 대리인 특허법인충정

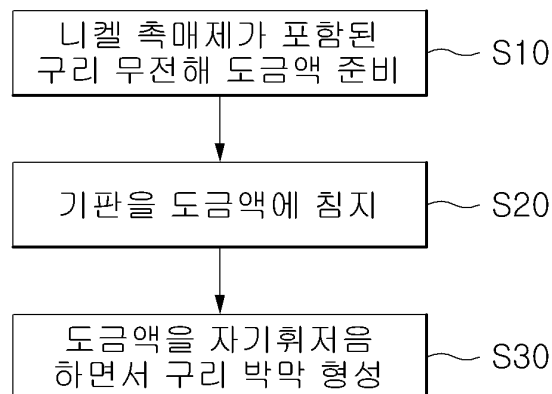
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 자기회저음을 통한 구리 박막 무전해 도금 방법

(57) 요약

본 발명은 니켈 촉매제가 포함된 도금액에서 무전해 도금에 의해 형성하면서도 저저항 구리 배선을 형성할 수 있는 방법에 관한 것으로서, 니켈 촉매제가 포함된 구리 무전해 도금액을 준비하는 단계, 구리 박막을 형성하고자 하는 기판을 상기 도금액에 침지하는 단계, 및 상기 도금액을 자기회저음하면서 구리 박막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이러한 구성에 의하면, 도금액에 포함된 니켈이 구리 박막 내에 함유되는 것이 억제되어, 저항이 낮으면서도 표면 거칠기 특성이 우수한 구리 박막을 형성할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

니켈 촉매제가 포함된 구리 무전해 도금액을 준비하는 단계;
구리 박막을 형성하고자 하는 기판을 상기 도금액에 침지하는 단계; 및
상기 도금액을 자기회저음하면서 구리 박막을 형성하는 단계;
를 포함하는 구리 박막 무전해 도금 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 자기회저음은 상기 도금액 내에 자성막대를 포함시키고, 상기 도금액이 담긴 도금 용기 외부에 구비된 자성막대 구동부에 의해 상기 자성막대를 회전시키는 것인 구리 박막 무전해 도금 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 도금액의 pH는 5 내지 9인 것을 특징으로 하는 구리 박막 무전해 도금 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 기판은 절연기판인 것을 특징으로 하는 구리 박막 무전해 도금 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 기판은 연성 기판인 것을 특징으로 하는 구리 박막 무전해 도금 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 기판에는 제1 금속층 및 확산방지층이 적층되어 있는 것을 특징으로 하는 구리 박막 무전해 도금 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 제1 금속층은 은(Ag) 층이고, 상기 확산방지층은 니켈-보론(Ni-B) 층인 것을 특징으로 하는 구리 박막 무전해 도금 방법.

청구항 8

니켈 촉매제가 포함된 pH 5 내지 9의 구리 무전해 도금액을 자성막대로 회전시켜 자기회저음을 하면서 형성한 구리 박막으로서, 자기회저음을 하지 않은 경우에 비해 니켈 함유량이 적은 것을 특징으로 하는 구리 박막.

청구항 9

절연기판;
상기 절연기판 위에 형성된 제1 금속 패턴;

상기 제1 금속 패턴 위에 형성된 확산방지층;

상기 확산방지층 위에 형성된 구리 박막;

을 포함하는 인쇄회로기판으로서,

상기 구리 박막은 니켈 촉매제를 포함하는 구리 도금액을 자기회저음하면서 무전해 도금에 의해 형성되어, 자기회저음을 하지 않은 경우에 비해 니켈 함유량이 적은 것을 특징으로 하는 인쇄회로기판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 구리 박막 무전해 도금 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 자기회저음을 통해 저저항 구리 박막을 형성할 수 있는 무전해 도금 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인쇄회로기판(PCB; Printed Circuit Board)의 소형화, 고성능화에 의해 회로 선폭이 미세화됨에 따라 금속배선의 충분한 전기전도도를 확보하는 것이 중요해지고 있다. 인쇄회로기판 상의 금속배선은 금속 페이스트를 이용한 스크린 프린팅 방법, 금속 이온이 포함된 도금액을 이용한 무전해 도금 등이 사용되는데, 낮은 저항의 금속배선 형성을 위해 무전해 도금에 의한 구리 박막 형성 기술이 널리 사용되고 있다.

[0003] 구리 박막을 무전해 도금 방법으로 형성함에 있어서 종래에는 포름알데히드를 환원제로 사용하는 경우가 많았으나, 포름알데히드는 1급 발암물질로서 심각한 환경 문제를 유발하고, 무전해 도금 시 기판 표면에 많은 기포를 발생시켜 구리 박막의 접착력을 약화시키는 등의 문제가 있어, 치아인산염 등 대체 환원제에 대한 개발이 활발히 진행되고 있다. 또한, 금속기판 표면을 아노다이징 처리하여 절연층을 형성시킨 절연기판, 인쇄회로기판 용 연성기판 등 강산성이나 강염기성 용액 내에서 손상을 받기 쉬운 기판을 사용하는 경우에는 약 pH 5~9 범위의 중성 도금액을 사용하여야 하는데, 이러한 경우에는 원활한 도금을 위해 무전해 도금액에 촉매제를 포함시켜야 하며, 이때 촉매제로서는 니켈이 일반적으로 사용되고 있다.

[0004] 그러나 무전해 도금액에 니켈을 포함시키게 되면 구리 박막 내에 니켈이 혼합되는 것을 막을 수 없어 결과적으로 구리 박막의 저항이 증가하게 되며, 기포의 발생으로 구리 박막의 표면 거칠기도 증가하는 등의 문제가 유발된다. 따라서 니켈을 촉매제로 사용하면서도 저항이 낮고, 표면 거칠기 특성이 우수한 무전해 구리 도금 방법이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제2002-0082797호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 해결하는 것을 목적으로 하는 것으로, 구체적으로는 니켈을 촉매로 사용하면서도 니켈의 혼입을 억제하여 저항이 낮은 구리 박막을 형성할 수 있는 무전해 도금 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 니켈을 촉매로 사용하면서도 표면 거칠기 특성이 우수한 구리 박막을 형성할 수 있는 무전해 도금 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 구리 박막 무전해 도금 방법은, 니켈 촉매제가 포함된 구리 무전해 도금액을 준비하는 단계, 구리 박막을 형성하고자 하는 기판을 상기 도금액에 침지하는 단계, 및

상기 도금액을 자기회저음하면서 구리 박막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 이때, 상기 자기회저음은 상기 도금액 내에 자성막대를 포함시키고, 상기 도금액이 담긴 도금 용기 외부에 구비된 자성막대 구동부에 의해 상기 자성막대를 회전시키는 것일 수 있다.

[0010] 또한, 상기 도금액의 pH는 5 내지 9일 수 있고, 상기 기관은 절연기관 또는 연성 기관일 수 있다.

[0011] 또한, 상기 기관에는 제1 금속층 및 확산방지층이 적층되어 있을 수 있고, 상기 제1 금속층은 은(Ag) 층이고 상기 확산방지층은 니켈-보론(Ni-B) 층일 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 측면에 따른 구리 박막은, 니켈 촉매제가 포함된 pH 5 내지 9의 구리 무전해 도금액을 자성막대로 회전시켜 자기회저음을 하면서 형성한 구리 박막으로서, 자기회저음을 하지 않은 경우에 비해 니켈 함유량이 적은 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 인쇄회로기판은, 절연기관, 상기 절연기관 위에 형성된 제1 금속 패턴, 상기 제1 금속 패턴 위에 형성된 확산방지층, 상기 확산방지층 위에 형성된 구리 박막을 포함하는 인쇄회로기판으로서, 상기 구리 박막은 니켈 촉매제를 포함하는 구리 도금액을 자기회저음하면서 무전해 도금에 의해 형성되어, 자기회저음을 하지 않은 경우에 비해 니켈 함유량이 적은 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따르면, 구리 박막 무전해 도금 시 자기회저음을 하면서 구리 박막을 형성함으로써 니켈을 촉매로 사용하여 구리 박막 내에 니켈의 혼입을 억제하여 저항이 낮은 구리 박막을 형성할 수 있는 효과가 있다.

[0015] 또한 본 발명에 따르면, 무전해 도금 시 니켈을 촉매로 사용하면서도 표면 거칠기 특성이 우수한 구리 박막을 형성할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 구리박막 무전해 도금 방법의 흐름도이다.

도 2는 본 발명에 따른 자기회저음의 개념도이다.

도 3은 본 발명에 따른 금속배선 형성 과정의 개략도이다.

도 4는 자성막대 회전 속도에 따른 구리 박막의 표면을 관찰한 결과이다.

도 5는 자성막대의 회전 속도에 따른 기관의 면저항 및 질량 변화 측정 결과이다.

도 6은 자기회저음 여부에 따른 도금 용기 내의 기포 발생 정도를 관찰한 결과이다.

도 7은 자성막대 회전 속도에 따른 구리 박막 표면 형상을 전계방사형 주사전자현미경으로 관찰한 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 이하의 설명은 구체적인 실시예들을 포함하지만, 본 발명이 설명된 실시예들에 의해 한정되거나 제한되는 것은 아니다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 구리 박막 무전해 도금 방법의 흐름도이다. 도 1은 필수적인 단계들만을 도시한 것으로, 이외에도 부가적인 단계들이 포함될 수 있음은 물론이다. 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 구리 박막 무전해 도금 방법은, 니켈 촉매제가 포함된 구리 무전해 도금액을 준비하는 단계(S10), 구리 박막을 형성하고자 하는 기관을 상기 도금액에 침지하는 단계(S20) 및 상기 도금액을 자기회저음하면서 구리 박막을 형성하는 단계(S30)을 포함한다.

[0019] 각 단계를 보다 구체적으로 설명하면, 우선 S10 단계에 의해 제공되는 구리 무전해 도금액은 니켈 촉매제를 포함하는 것을 특징으로 한다. 니켈 촉매제는 도금액에 니켈 이온을 공급할 수 있는 화합물로서, 예를 들어 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (황산니켈; Nickel(II) sulfate hexahydrate)이 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 니켈 촉매제 외에 도금액에는 구리 이온 공급을 위한 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (황산구리; Copper(II) sulfate pentahydrate), 그외

환원제, 완충제, 착화제 등 첨가제들이 포함될 수 있다. 본 발명에 있어서 무전해 도금액은 구리 박막을 형성할 수 있는 도금액으로서 니켈 촉매제를 포함하는 것이면 그 종류는 한정되지 않는다.

[0020] S20 단계는 준비된 도금액에 구리 박막을 형성하고자 하는 기판을 침지하는 단계이다. 여기서 기판은 절연기판일 수 있으며, 상기 절연기판은 금속기판 표면에 아노다이징 처리 등을 통해 절연층이 형성된 기판, 합성수지기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 필름 같은 연성기판일 수 있다. 또한, 상기 기판 표면에는 적어도 한 층의 금속 박막이 형성되어 있을 수 있으며, 여기서 적어도 한 층의 금속 박막은 은(Ag) 박막 및 니켈-보론(Ni-B) 박막이 적층된 것일 수 있다. 이때 상기 적어도 한 층의 금속 박막은 무전해 도금 과정에서 구리 박막이 선택적으로 성장할 수 있도록 특정 패턴으로 형성되어 있을 수 있다.

[0021] S30 단계는 상기 도금액을 자기회저음하면서 구리 박막을 형성하는 단계이다. 여기서 자기회저음이란 도금액 내에 자성막대(Magnetic Bar)를 넣고 외부에서 자기장을 인가하여 자성막대가 도금액을 휘저도록 하는 것을 의미하는 것으로, 도 2에 자기회저음의 개념도를 도시하였다. 도 2에 개략적으로 도시한 바와 같이, 도금 용기(210) 내에 무전해 도금액(220)이 담겨져 있고, 그 안에 자성막대(230)가 위치되어 있다. 또한 도금 용기(210)의 하부에는 자성막대 구동부(240)가 구비되어, 자성막대(230)가 도금액(220) 내에서 움직일 수 있도록 자기장을 발생시킨다. 자성막대(230)의 움직임은 회전인 것이 바람직하며, 자성막대 구동부(240)는 자성막대(230)와 대향되는 위치에 모터에 의해 회전하는 자석을 구비한 것일 수 있다. 자성막대 구동부(240)는 자성 교반기(Magnetic Agitator)로서 잘 알려져 있으므로 그 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0022] 실시예를 통해 후술할 바와 같이, 이처럼 구리 박막 무전해 도금 시 도금액을 자성막대로 휘저으면서 도금 공정을 진행하게 되면 일반적인 교반에 의해 기대되는 효과 이외에 구리 박막 내에 니켈 촉매가 함유되는 양이 감소되고, 그로 인해 저저항의 구리 박막을 형성할 수 있다. 자기회저음에 의한 이러한 효과는 명확하게 규명된 것은 아니나, 자성이 강한 니켈을 자성막대 쪽으로 이동시킴으로써 상대적으로 기판 위에 성장되는 구리 박막 내에 함유되는 양을 감소시키는 것으로 추측된다. 또한 자기회저음에 의해 구리 박막의 표면 거칠기 특성이 크게 개선되는 효과도 있는데, 도금 공정 시 기판 표면의 기포(bubble)를 제거하고, 니켈을 자성막대 쪽으로 이동시킴으로써 박막 표면에서 화학반응으로 형성되는 기포 발생을 줄여 구리 박막이 고르게 형성되기 때문으로 추측할 수 있다.

[0023] 도 3은 본 발명에 따라 절연기판 상에 금속배선을 형성하는 과정을 개략적으로 도시한 것으로서, 인쇄회로기판의 금속배선 형성 공정에 응용할 수 있다. 도 3을 참조하여 설명하면, 우선 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 등의 절연기판 위에 제1 금속 페이스트를 스크린 프린팅하여 제1 금속층을 형성하며, 이때 제1 금속은 은(Ag)일 수 있다. 제1 금속층 형성 공정은 스크린 프린팅이라는 간편한 공정을 통해 금속 배선의 상당 두께를 형성할 수 있고, 이후 구리 박막이 무전해 도금을 통해 선택적으로 성장되는 패턴을 제공한다는 점에서 의미가 있다. 제1 금속층 패턴이 형성된 후에는 그 상부에 구리 박막과 제1 금속층 사이의 확산을 방지할 수 있는 확산방지층을 형성하며, 이때 확산방지층은 무전해 도금으로 형성된 니켈-보론(Ni-B) 층일 수 있다. 그 다음은 도 1, 2를 통해 설명한 것과 동일한 방법으로 본 발명에 따른 구리 박막 무전해 도금을 수행한다. 이러한 금속배선 구조에 의하면, 제1 금속층만으로는 부족한 전기전도도를 구리 박막에 의해 확보할 수 있다.

[0024] 이하 실시예를 통해 본 발명에 따른 효과를 보다 구체적으로 설명한다.

[0025] <실시예>

[0026] 본 발명에 의한 자기회저음 효과를 확인하기 위하여, 제1 금속층으로서 은(Ag) 층, 확산방지층으로서 니켈-보론(Ni-B) 층이 형성된 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 절연기판을 준비하였다. 은(Ag) 층은 PET 기판 위에 상온에서 스크린 프린팅 방법으로 형성하였으며, 프린팅 후 130℃에서 30분간 열처리하였다. 은(Ag) 층의 두께는 약 15 μ m였다. 니켈-보론(Ni-B) 층은 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [황산니켈; Nickel(II) sulfate hexahydrate], DMAB(Dimethylamine borane), 숙식산(succinic acid), 락트산(lactic acid), 수산화암모늄(NH_4OH) 용액에서 무전해 도금 방법으로 형성하였으며, pH는 6.5였다. 니켈-보론(Ni-B) 층의 두께는 약 2 μ m였다.

[0027] 구리 무전해 도금을 위한 도금액으로는 촉매제인 니켈 소스로 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [황산니켈; Nickel(II) sulfate hexahydrate], 구리 소스인 금속염으로 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ [황산구리; Copper(II) sulfate pentahydrate], 환원제로 $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ [치아인산나트륨; Sodium phosphinate monohydrate], 착화제로 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [시트르산나트륨;

Sodium citrate tribasic dihydrate) 및 NH_4Cl (염화암모늄; Ammonium chloride)을 사용하였으며, 수산화암모늄(NH_4OH)를 이용하여 도금액의 pH를 7~8로 조절하였다. 절연기판을 구리 무전해 도금액에 침지한 후 본 발명의 방법에 따라 자성막대를 회전시켜 자기회저음을 하면서 70℃에서 1시간 동안 구리 박막을 형성하였다. 이때 자성막대 회전속도는 1000 rpm까지 조절하였다.

[0028] 니켈-보론(Ni-B) 무전해 도금 및 구리 무전해 도금 전에는 각각 기판을 팔라듐(Pd) 촉매 처리를 하였으며, 팔라듐 촉매 처리는 pH 6.9, 65℃의 염화팔라듐(PdCl_2), 염화제1주석($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 염산(HCl)을 포함한 용액에서 30 분 동안 진행하였다.

[0029] 도 4는 자성막대 회전 속도에 따른 구리 박막의 표면을 관찰한 결과이다. 도 4에서 확인되는 바와 같이, 자성막대의 회전 속도가 증가함에 따라 형성된 구리 박막도 순수한 구리색에 가까워졌다. 이로부터 자기회저음에 의해 무전해 도금으로 형성되는 구리 박막 내에 불순물 함유량이 감소하고 있음을 알 수 있다.

[0030] 도 5(a)는 자성막대의 회전 속도에 따른 기판의 면저항(Sheet Resistance) 변화 측정 결과이고, 도 5(b)는 자성막대의 회전 속도에 따른 기판의 질량 변화, 즉 형성된 구리 박막의 질량을 측정한 결과이다. 먼저 pH 7의 도금액에서 구리 박막을 형성한 경우의 결과를 살펴보면, 자성막대의 회전 속도가 증가함에 따라 형성된 구리 박막의 질량은 큰 차이가 없으나 면저항은 큰 폭으로 감소하여, 자기회저음에 의해 저저항의 구리 박막이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 한편, pH 8의 도금액에서 구리 박막을 형성한 경우에는 도 5(a)와 같이 자기회저음에 의해 면저항에는 큰 차이가 없었는데, 이는 도 5(b)에서 확인되는 것처럼 구리 박막의 형성 두께 자체가 감소하였기 때문이다. 즉, 면저항은 박막의 두께가 얇아지면 증가하는 것이 일반적인데 두께가 감소하였음에도 면저항이 일정하게 유지되므로, 결국 pH 8의 도금액을 사용한 경우에도 자성막대의 회전 속도가 증가함에 따라 형성된 구리 박막의 저항은 감소하는 것으로 생각할 수 있다.

[0031] 자기회저음에 의해 구리 박막 내에 니켈의 함유량이 감소하는지 여부를 확인하기 위해 X선 광전자 분광법(XPS; X-ray Photoelectron Spectroscopy)을 이용하여 형성된 구리 박막의 조성을 분석하였으며, 그 결과는 [표 1]과 같다.

표 1

Relative Atomic Concentration	pH 7		pH 8	
	0 rpm	250 rpm	0 rpm	250 rpm
Cu (at.%)	75.75	93.56	46.93	74.26
Ni (at.%)	23.62	5.35	45.72	24.6
P (at.%)	0.63	1.1	7.36	1.14

[0032]

[0033] [표 1]의 조성 분석 결과에 의하면, pH 7의 경우 자기회저음에 의해 니켈 함유량이 23.62%에서 5.35%로 크게 감소하였으며, pH 8의 경우에도 자기회저음에 의해 니켈 함유량이 45.72%에서 24.6%로 크게 감소하였다. 이는 구리 박막 무전해 도금 시 도금액에 자성막대를 포함시켜 자기회저음을 하게 되면 니켈 촉매를 사용하는 경우에도 형성되는 구리 박막 내의 니켈 함유량을 큰 폭으로 감소시킬 수 있고, 그 결과 저저항의 구리 박막을 얻을 수 있다는 것을 의미하는 것으로, 도 4의 구리 박막 색깔 관찰 결과 및 도 5의 면저항 측정 결과로부터 예측한 것과 정확히 일치하는 것이다.

[0034] 도 6은 자기회저음 여부에 따른 도금 용기 내의 기포 발생 정도를 관찰한 결과이다. 도 6(a)는 자기회저음을 하지 않고 무전해 도금을 진행한 것으로 도금액 내에 전체적으로 많은 기포가 발생하였음을 확인할 수 있으며, 도 6(b)는 자기회저음을 하면서 무전해 도금을 진행한 것으로 자기회저음에 따른 도금액의 교반 현상만이 관찰될 뿐 기포는 거의 관찰되지 않았다.

[0035] 도 7은 자성막대 회전 속도에 따른 구리 박막 표면 형상을 전계방사형 주사전자현미경(FE-SEM; Field Emission Scanning Electron Microscope)으로 관찰한 결과이다. 도금액의 pH가 7, 8인 두 경우 모두, 자기회저음을 하지 않은 경우에 비해 자기회저음을 한 경우 구리 박막 표면 요철이 감소하고 더 균일한 박막이 형성되었음이 확인되며, 자성막대 회전 속도가 증가할수록 표면 거칠기 특성이 더 개선되었다. 이는 도 6의 결과와 같이 자기회저음에 따라 기포의 발생이 감소하기 때문으로 생각할 수 있다.

[0036] 이상의 본 발명에 따른 구리 박막 무전해 도금 방법에 따르면, 자기회저음을 하면서 무전해 도금을 진행하는 단순한 방법으로, 니켈 촉매를 사용하면서 형성되는 구리 박막 내에 니켈 함유량을 줄여 저저항의 구리 박막을 형성할 수 있으며, 표면 요철이 작은 균일한 구리 박막을 형성할 수 있는 효과가 있다. 이는 저저항 금속 배선이 요구되고, 강산성 또는 강염기성 도금액을 사용할 수 없는 금속기관 표면을 아노다이징 처리하여 절연층을 형성시킨 절연기관, 연성 인쇄회로기판 등에 저저항 금속배선을 형성하는 분야에 효과적으로 이용될 수 있다. 실시예에서는 pH가 7 내지 8인 경우만을 설명하였으나, 본 발명에 따른 자기회저음 효과는 니켈 촉매가 포함되는 모든 도금액, 특히 원활한 무전해 도금을 위해 니켈 촉매가 포함되는 pH 5 내지 9 범위의 도금액에서 효과가 있다.

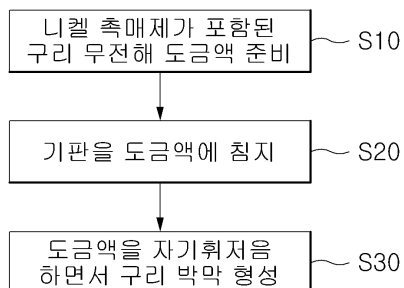
[0037] 이상 한정된 실시예 및 도면을 참조하여 설명하였으나, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 다양한 변형 실시가 가능하다는 점은 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 특허청구범위의 기재 및 그 균등 범위에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

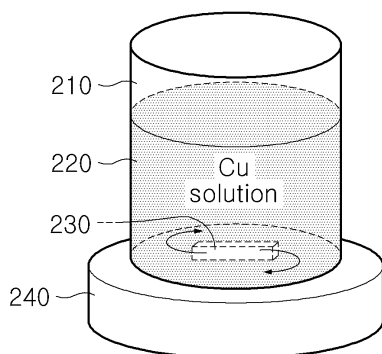
- [0038] 210: 도금 용기
220: 무전해 도금액
230: 자성막대
240: 자성막대 구동부

도면

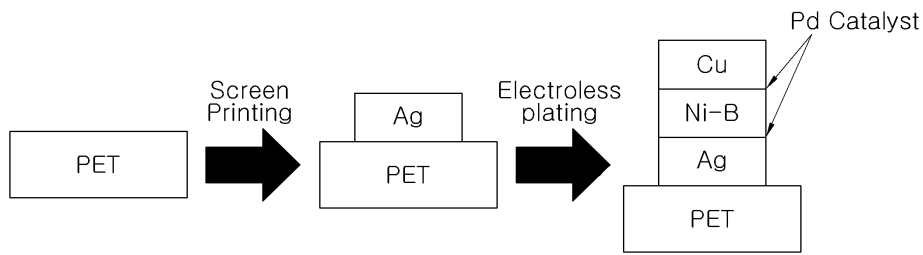
도면1



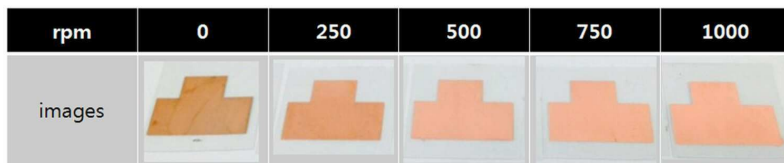
도면2



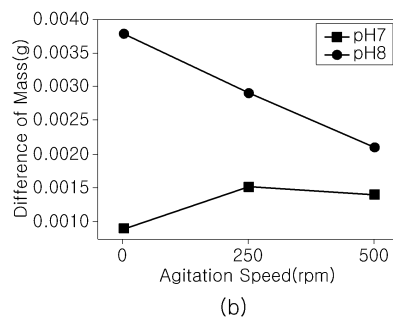
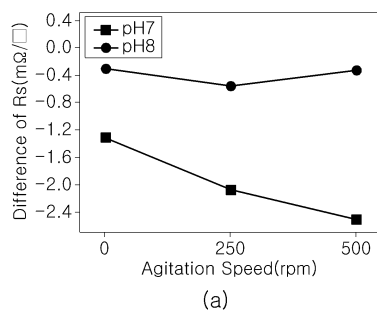
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

(X10,000)

