



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0086041
(43) 공개일자 2012년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05K 3/10 (2006.01) *B41F 15/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0007243

(22) 출원일자 2011년01월25일

심사청구일자 2011년01월25일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)

(72) 발명자

김한기

경기도 수원시 영통구 봉영로 1526, 성지아파트 712동 602호 (영통동)

정진아

경상북도 구미시 경은로 100, 9차 304호 (형곡동, 반석드림파크)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

서재승

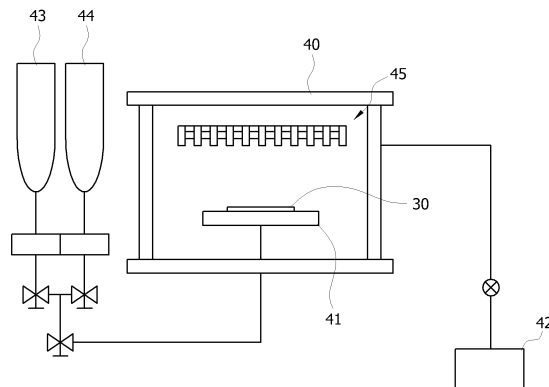
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 잉크젯 방식으로 구리 잉크를 인쇄하고, 인쇄된 구리 산화물 전극을 급속 열처리(rapid thermal annealing: RTA) 공법을 통해 구리 전극으로 환원시킴으로 저가의 인쇄형 구리 전극을 제공할 수 있는 구리 전극을 제공하기 위한 것이다. 본 발명에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법은, 잉크젯 방식으로 구리 잉크를 기관 위에 설정된 전극 패턴에 맞춰 인쇄하는 단계, 구리 잉크가 인쇄된 기관을 챔버에 넣고 분위기 가스를 공급하는 단계, 기관을 300 ~ 700℃의 열처리 온도로 급속 열처리하는 단계를 포함한다. 본 발명에 의한 구리 전극의 제조방법은 잉크젯 방식으로 인쇄된 구리 산화물 전극을 급속 열처리 공법을 통해 구리 전극으로 환원시킴으로, 각종 전자 디바이스에 적용될 수 있는 전기적 특성을 갖는 인쇄형 구리 전극을 구현할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

유인규

대전광역시 유성구 엑스포로 448, - 103동 106호
(전민동, 엑스포아파트)

구재본

대전광역시 서구 복수중로 30, 오량마을 마루미 아
파트 105동 401호 (복수동)

특허청구의 범위

청구항 1

잉크젯 방식으로 구리 잉크를 기판 위에 설정된 전극 패턴에 맞춰 인쇄하는 단계;

구리 잉크가 인쇄된 상기 기판을 챔버에 넣고 분위기 가스를 공급하는 단계; 및

상기 기판을 300 ~ 700℃의 열처리 온도로 급속 열처리(rapid thermal annealing: RTA)하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 급속 열처리 단계는 상기 300 ~ 700℃의 열처리 온도를 10 ~ 30분 유지하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 분위기 가스는 질소(N₂)를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 분위기 가스는 수소(H₂)를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 급속 열처리 단계에서 30초 ~ 2분 사이에 상기 열처리 온도까지 승온시키는 것을 특징으로 하는 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 구리 전극에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기존의 도금 방식이나 진공 성막 방식이 아닌 잉크젯 프린팅 기술을 통해 저가형으로 구현할 수 있는 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현재, 디스플레이용 TFT의 배선 전극, PCB 기판의 반도체 배선 전극, 동박 적층 필름의 배선 전극 등의 핵심 소재로 적용되고 있는 구리(Cu)는 금속 중 가장 낮은 저항을 갖는 물질로 전자소자의 핵심 전극 소재로 알려져 있다. 구리 배선은 대부분 도금이나 진공증착을 통해 제작되는데, 최근 상압 기반의 저가형 인쇄 공정 기술이 발전하면서 인쇄 공정 기술을 이용한 구리 전극 개발에 관심이 높아지고 있다.

[0003] 인쇄 공정 기술은 차세대 저가형 공정 기술로 급부상하고 있는 기술로, 디스플레이, RFID, 메모리, 태양전지, 센서, 투명 트랜지스터 등의 새로운 제품군으로 그 응용 분야가 확대되고 있다. 인쇄 공정으로는 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅, 그라비아 인쇄법, 플렉소, 리소그래피 등이 알려져 있다.

[0004] 이 중에서 잉크젯 프린팅 기술은 30 마이크로 이하의 미세한 잉크 방울을 토출시켜 Patterning on demand 방식으로 direct patterning이 가능한 인쇄 공정 기술이다. 잉크젯 프린팅 기술은 기존의 포토 공정에 필요한 장비보다 훨씬 적은 수의 장비로 구성되기 때문에 낮은 공정 단가의 특성이 있으며, 코팅, 현상, 세정 공정이 없기

때문에 페수의 사용량이 적어 환경 친화적 기술로 평가받고 있다. 또한, 대면적 공정이 가능하고, 대량생산이 가능하다는 장점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 잉크젯 프린팅 기술에 있어서 프린트 헤드 분야는 많은 기술 개발과 개선이 이루어졌지만, 잉크 분야는 기술 개발이 부족하며 많은 개선이 요구되고 있다. 특히, 구리 잉크는 개발이 어려워 현재 은(Ag) 잉크를 이용한 배선에 관한 연구가 집중되고 있는 실정이다.
- [0006] 제한된 그룹에서 잉크젯 구리 전극을 보고하고 있으나, 이들 대부분이 인쇄 후 Cu_2O 의 구리 산화물 형태로 남아 있는 것으로 각종 디바이스의 금속 전극으로 활용하기에는 부족하며, 이를 환원하여 구리 금속으로 구현하는 후 처리 기술이 필요한 실정이다.
- [0007] 본 발명은 이러한 점을 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 잉크젯 방식으로 구리 잉크를 인쇄하고, 인쇄된 구리 산화물 전극을 급속 열처리(rapid thermal annealing: RTA) 공법을 통해 구리 전극으로 환원시킴으로써 저가의 인쇄형 구리 전극을 제공할 수 있는 구리 전극의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법은, 잉크젯 방식으로 구리 잉크를 기판 위에 설정된 전극 패턴에 맞춰 인쇄하는 단계, 구리 잉크가 인쇄된 상기 기판을 챔버에 넣고 분위기 가스를 공급하는 단계, 상기 기판을 $300 \sim 700^\circ\text{C}$ 의 열처리 온도로 급속 열처리(rapid thermal annealing: RTA)하는 단계를 포함한다.
- [0009] 상기 급속 열처리 단계는 상기 $300 \sim 700^\circ\text{C}$ 의 열처리 온도를 10 ~ 30분 유지하는 것이 좋다.
- [0010] 상기 분위기 가스는 질소(N_2)를 포함하거나 수소(H)를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 급속 열처리 단계에서 30초 ~ 2분 사이에 상기 열처리 온도까지 승온시키는 것이 좋다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 의한 구리 전극의 제조방법은 구리 잉크를 이용한 잉크젯 방식으로 구리 전극을 형성함으로써, 종래의 도금 방식이나 진공 성막 방식에 비해 재료 이용 효율을 높일 수 있고, 저가의 구리 전극을 제공할 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명에 의한 구리 전극의 제조방법은 잉크젯 방식으로 인쇄된 구리 산화물 전극을 급속 열처리(rapid thermal annealing: RTA) 공법을 통해 구리 전극으로 환원시킴으로써, 각종 전자 디바이스에 적용될 수 있는 전기적 특성을 갖는 인쇄형 구리 전극을 구현할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명에 의한 구리 전극의 제조방법은 잉크젯 인쇄 공법을 통해 상압에서 간단한 공정을 통해 빠른 시간 안에 구리 전극을 성막하고 급속 열처리 공법을 이용해 빠른 열처리가 가능하여, 평판 디스플레이용 배선전극, TFT용 배선전극, 전자 태그 분야, 전자회로 기판, 센서, 광전자소자, 안테나 등 다양한 분야의 양산 공정에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법에 있어서 잉크젯 인쇄 단계를 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법에 있어서 급속 열처리를 위한 급속 열처리 장치를 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법에 있어서 급속 열처리 공정의 시간에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명의 시험예에 의한 구리 전극의 열처리 온도에 따른 전기적 특성(면저항)을 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명의 시험예에 의한 구리 전극의 열처리 시간에 따른 전기적 특성(면저항)을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 일실시예에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0017] 본 발명을 설명함에 있어서, 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의를 위해 과장되거나 단순화되어 나타날 수 있다. 또한, 본 발명의 구성 및 작용을 고려하여 특별히 정의된 용어들은 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 이러한 용어들은 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0018] 본 발명의 일실시예에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법은 잉크젯 방식으로 구리 잉크(10)를 설정된 전극 패턴에 맞춰 인쇄하는 단계와 인쇄된 구리 잉크(10)를 급속 열처리(rapid thermal annealing: RTA)하는 단계를 포함한다.
- [0019] 도 1은 잉크젯 인쇄 단계를 나타낸 것이고, 도 2는 급속 열처리를 위한 급속 열처리 장치를 나타낸 것이다.
- [0020] 먼저, 도 1을 참조하면, 프린터 노즐(20)을 이용하여 잉크젯 방식으로 기판(30) 위에 구리 잉크(10)를 설정된 전극 패턴에 맞춰 인쇄한다. 구리 잉크(10)는 일반적인 전도성 잉크와 같이 표면 처리된 미세 구리 입자가 분산제 및 경화제와 혼합되어 용매 속에 분산된 것이다.
- [0021] 잉크젯 방식을 이용하면 direct patterning이 가능하고, 잉크 방울을 토출시켜 원하는 위치에 패턴닝이 가능하여 다른 공법에 비해 재료 사용량을 크게 줄일 수 있다. 또한, 공정 단가를 낮출 수 있고, 대면적 공정이 가능하다.
- [0022] 다음으로, 도 2에 도시된 것과 같이, 구리 잉크(10)가 인쇄된 전극(15)이 형성된 기판(30)을 급속 열처리 장치를 이용하여 급속 열처리한다. 급속 열처리 장치는 단시간에 기판 온도를 올리거나 낮출 수 있고, 열처리 공정 중 분위기 가스를 주입하여 환원 분위기를 유도할 수 있는 것이다. 특히, 질소(N_2)나 수소(H)를 함유한 분위기 가스를 공급하면 질소나 수소가 산소와 결합하여 구리 산화물(Cu_2O)을 구리(Cu)로 환원시킬 수 있다. 구체적인 급속 열처리 과정은 다음과 같다.
- [0023] 먼저, 기판(30)을 챔버(40) 내의 기판 지지대(41)를 이용하여 챔버(40) 내에 적절히 배치하고 챔버(40)를 밀폐한다. 이때, 펌프(42)를 이용하여 챔버(40) 내의 공기를 제거할 수 있다. 그리고 분위기 가스 공급장치(43)(44)를 이용하여 분위기 가스를 챔버(40) 내에 공급한다. 분위기 가스의 공급 시 챔버(40)의 압력은 10^{-3} torr ~ 상압으로 유지될 수 있고, 분위기 가스로는 질소(N_2)를 함유한 가스나 수소(H)를 함유한 가스가 이용될 수 있다.
- [0024] 다음으로, 챔버(40) 내의 히터(45)를 작동시켜 기판(30)을 $300^{\circ}C$ 이상의 열처리 온도(T_1)로 급속 열처리한다. 히터(45)로는 할로겐 램프 또는 그 밖에 다양한 가열원이 이용될 수 있다. 급속 열처리 시의 가열 온도와 가열 시간은 도 3에 구체적으로 나타낸 것과 같다.
- [0025] 그래프에서 열처리 온도(T_1)는 $300^{\circ}C$ 이상의 온도로 바람직하게 $400 \sim 700^{\circ}C$ 인 것이 좋다. 열처리 온도를 너무 낮게 하면 구리 전극(15)의 전기적 특성이 향상되지 않게 되고, 열처리 온도를 너무 높게 하면 기판(30)이 변형될 수 있고, 과도한 에너지를 소모하여 효율적이지 않다.
- [0026] 또한, 그래프에서 열처리 시간(t_2)은 10 ~ 30분이다. 열처리 시간(t_2)이 너무 짧으면 원하는 열처리 효과를 얻기 힘들고, 열처리 시간(t_2)이 너무 길면 기판(30)의 변형을 초래할 수 있고 과도한 에너지 소모로 효율적이지 않다. 또한, 원활한 급속 열처리를 위해 열처리 온도(T_1)까지의 승온 시간(t_1)은 30초 ~ 2분 사이인 것이 좋다. 승온 시간(t_1)이 너무 짧으면 히터(45)의 성능을 높여야 하거나 히터(45)에 무리를 줄 수 있고, 승온 시간(t_1)이 너무 길면 산소의 확산을 억제하여 내산화성을 향상시키는 급속 열처리 효과를 얻지 못하게 될 수 있다.
- [0027] 도 4는 잉크젯 방식으로 형성한 시험예에 의한 구리 전극(15)의 열처리 온도(T_1)에 따른 전기적 특성(변저항)을 나타낸 것이다. 시험예에 의한 구리 전극은 삼성전기에서 제조한 구리 잉크를 유리 기판에 패턴닝한 것으로, $1cm \times 1cm$ 의 폭과 길이, $1\mu m$ 의 두께를 갖는 것이다.
- [0028] 그래프를 보면 열처리 온도(T_1)의 상승에 따라 구리 전극(15)의 전기적 특성이 향상됨을 알 수 있다. 또한, 일

정 온도 이상에서는 열처리 온도(T_1)가 증가하더라도 전기적 특성의 향상 정도가 둔화됨을 알 수 있다. 각종 디바이스의 전극으로 사용하기 위해서는 구리 전극(15)의 면저항이 $1\Omega/\square$ 이하의 값을 가져야 하므로, 열처리 온도(T_1)는 300°C 이상이어야 하며, 전극으로의 우수한 전기적 특성을 갖기 위해서는 열처리 온도(T_1)가 $400 \sim 700^\circ\text{C}$ 사이의 온도인 것이 좋다.

[0029] 도 5는 잉크젯 방식으로 형성한 시험예에 의한 구리 전극(15)의 열처리 시간(t_2)에 따른 전기적 특성(면저항)을 나타낸 것이다. 앞서 설명한 것과 마찬가지로, 시험예에 의한 구리 전극은 삼성전기에서 제조한 구리 잉크를 유리 기판에 패터닝한 것으로, $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ 의 폭과 길이, $1\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 것이다. 그래프를 보면 열처리 시간(t_2)이 증가하면 구리 전극(15)의 전기적 특성이 향상되다가 일정 시간 이상이 되면 구리 전극(15)의 전기적 특성이 일정하게 유지됨을 확인할 수 있다. 시험예에서 열처리 시간(t_2)을 5분부터 5분 간격으로 증가시키면서 구리 전극(15)에 대한 면저항을 측정한 결과, 5분 이상의 열처리 시간(t_2)에서 구리 전극(15)의 면저항이 $1\Omega/\square$ 이하의 값을 갖게 되는 것으로 확인되었으나, 구리 전극(15)에 전극으로의 우수한 전기적 특성을 부여하기 위해 열처리 시간(t_2)은 $10 \sim 30$ 분인 것이 좋다.

[0030] 이와 같이, 질소나 수소를 함유한 분위기 가스의 공급을 통한 환원 분위기에서 잉크젯 방식으로 기판(30)에 도포된 구리 잉크(10)에 대해 급속 열처리를 수행하면, 인쇄 후 구리 산화물로 남아 있는 구리 잉크(10)를 구리 전극(15)으로 환원시킬 수 있다.

[0031] 이러한 본 발명에 의한 잉크젯 인쇄형 구리 전극의 제조방법은 인쇄형 전자소자의 전극, 평판 디스플레이의 배선, PCB 기판, 동박정착필름, 인쇄형 RFID의 안테나, 인쇄형 전자태그, 센서용 전극, 연성인쇄회로기판 등의 제조에 활용될 수 있다.

[0032] 상술한 것과 같이, 본 발명에 의한 구리 전극의 제조방법은 잉크젯 방식으로 인쇄된 구리 산화물 전극을 급속 열처리 공법을 통해 구리 전극으로 환원시킴으로, 인쇄형 구리 전극을 구현할 수 있다.

[0033] 또한, 본 발명에 의한 구리 전극의 제조방법은 잉크젯 인쇄 공법을 통해 상압에서 간단한 공정을 통해 빠른 시간 안에 구리 전극을 성막하고 급속 열처리 공법을 이용해 빠른 열처리가 가능하여, 평판 디스플레이용 배선전극, TFT용 배선전극, 전자 태그 분야, 전자회로 기판, 센서, 광전자소자, 안테나 등 다양한 분야의 양산 공정에 적용될 수 있다.

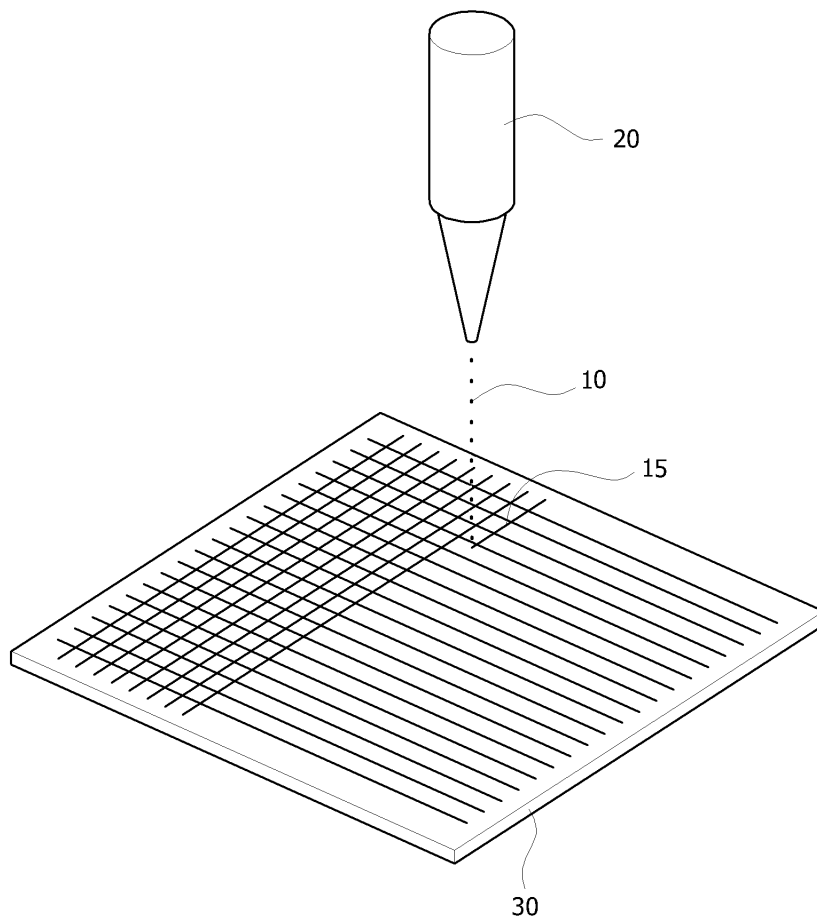
[0034] 앞에서 설명되고, 도면에 도시된 본 발명의 실시예는, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 기재된 사항에 의해서만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 및 변경하는 것이 가능하다. 따라서, 이러한 개량 및 변경은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

부호의 설명

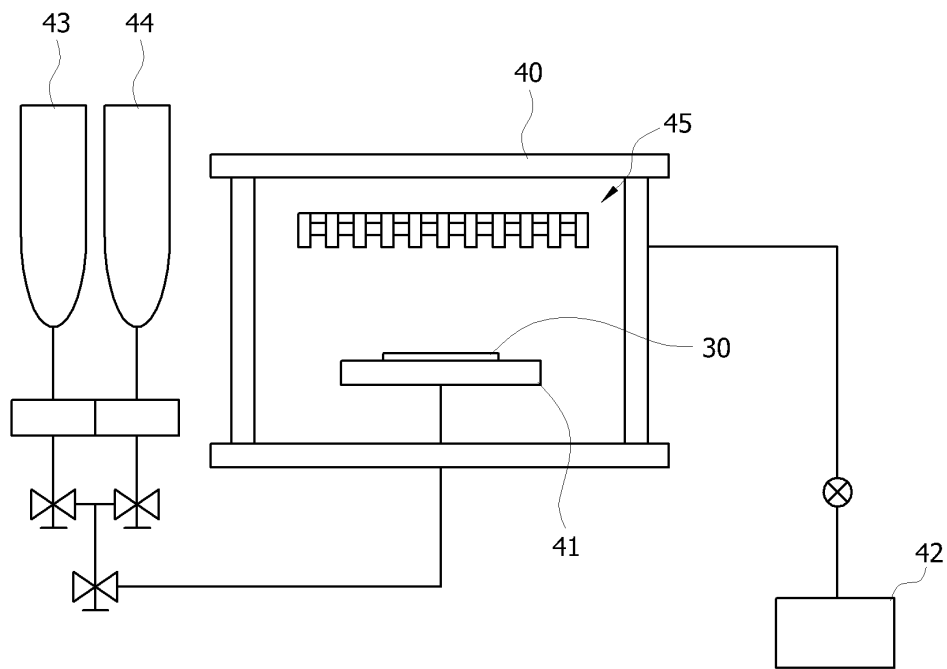
[0035]	10 : 구리 잉크	15 : 전극
	20 : 노즐	30 : 기판
	40 : 챔버	41 : 기판 지지대
	42 : 펌프	43, 44 : 분위기 가스 공급장치
	45 : 히터	

도면

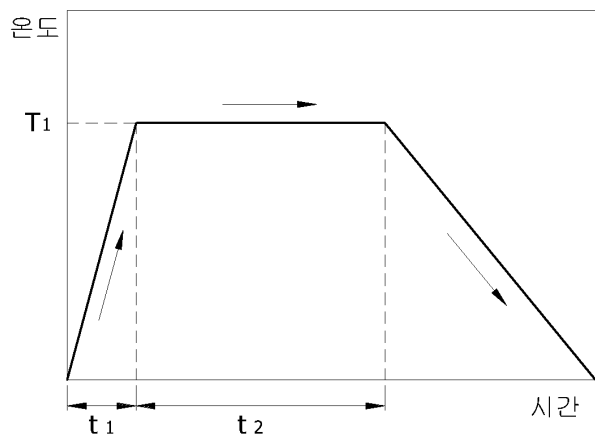
도면1



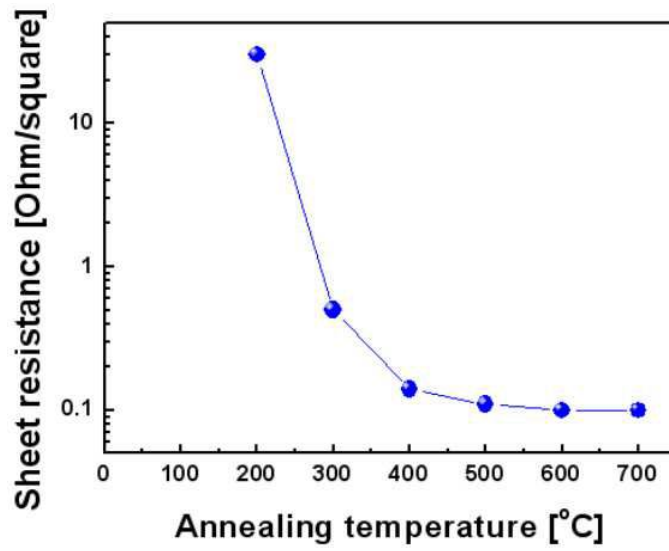
도면2



도면3



도면4



도면5

