(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월23일
(11) 등록번호 10-1841757
(24) 등록일자 2018년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 3/12 (2006.01) *H05K 3/22* (2006.01)
H05K 3/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 3/1283 (2013.01)
C09D 11/037 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0050988
(22) 출원일자 2016년04월26일
심사청구일자 2016년04월26일
(65) 공개번호 10-2017-0121993
(43) 공개일자 2017년11월03일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120041055 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)창성
충청북도 청주시 청원구 내수읍 청암로 302
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
이병윤
인천광역시 연수구 청능대로 175 (연수동, 연수우성1차아파트) 103-1305
김윤현
경기도 안양시 동안구 동안로 40, 무궁화 금호아파트 204동 602호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한상수

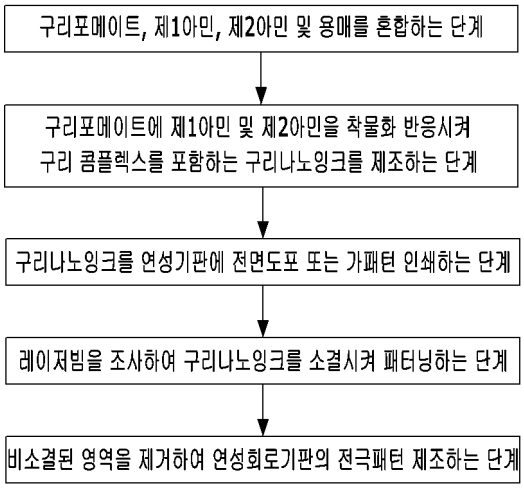
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 최익준

(54) 발명의 명칭 **구리나노잉크 및 레이저 소결법을 이용하는 플렉서블PCB 전극패턴 제조방법**

(57) 요 약

본 발명의 일실시예는 구리포메이트에 제1아민 및 제2아민을 착물화 반응시켜 제조된 구리 콤플렉스를 포함하는 잉크를 연성기판에 인쇄하여 가패턴을 형성한 뒤, 소정의 조건으로 레이저빔을 조사하여 구리나노잉크를 소결하는 동시에 소정의 형상으로 패터닝하는 구리나노잉크의 레이저 소결을 이용한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법을 제공하며, 잉크의 전도성 필러로 용매에 대한 분산성을 향상시킬 수 있는 제1아민과 소결 특성을 향상시킬 수 있는 제2아민을 산화성이 제어된 구리 포메이트에 착물화 시켜 제조된 구리 콤플렉스를 사용하며, 이를 레이저 소결시키는 간단한 공정으로 전기적 특성이 우수한 연성회로기판의 전극패턴을 형성할 수 있다는 이점을 갖는다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C09D 11/322 (2013.01)
H05K 1/097 (2013.01)
H05K 3/227 (2013.01)
H05K 3/26 (2013.01)
(72) 발명자
김창규
인천광역시 남동구 논고개로 10 1208동 1802호
양승진
인천시 부평구 평천로 306번길 27, 정광아파트 나동 302호
이명규
서울특별시 송파구 올림픽로 525, 105동 1502호(풍납동, 현대아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

연성회로기판의 전극패턴을 형성하는 방법에 있어서,

구리포메이트, 제1아민, 제2아민 및 용매를 소정의 비율로 혼합하는 제1단계;

상기 제1단계의 혼합물을 소정의 시간 동안 교반하며 상기 구리포메이트에 상기 제1아민 및 상기 제2아민을 착물화 반응시켜 구리나노잉크를 제조하는 제2단계;

상기 구리나노잉크를 연성기판에 도포하는 제3단계;

상기 구리나노잉크가 도포된 연성기판에 레이저빔을 조사하여 상기 레이저빔이 조사된 부분에 도포된 구리나노잉크를 소결시켜 소정의 형상으로 전극패턴을 형성하는 제4단계; 를 포함하고,

상기 레이저빔을 조사함으로써 상기 구리나노잉크 내의 구리 콤플렉스가 구리로 환원 및 소결되고, 동시에 패턴 형성이 가능한 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제4단계에서는 나노초 펄스의 레이저빔을 조사하여 구리나노잉크를 소결시키는 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제4단계에서 조사되는 레이저빔은 파장이 300 내지 1100㎚이고, 강도는 10^3 내지 10^7 W/cm^2인 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제4단계에서 조사되는 레이저빔의 직경은 5 내지 500㎛인 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제3단계와 상기 제4단계의 사이에 구리 나노입자 잉크가 도포된 연성기판을 소정의 온도로 건조시키는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1단계의 상기 제1아민은 알카놀아민이고, 상기 제2아민은 탄소 개수가 1 개 내지 10개인 1차 아민 및 탄소 개수가 1개 내지 10개인 2차 아민으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종인 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제2단계에서는, 상기 구리포메이트와 상기 제1아민 및 상기 제2아민의 착물화 반응으로 구리 콤플렉스를 형성하는 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1단계의 용매는 알코올계 용매, 글리콜계 용매 및 폴리올계 용매로 이루어진 군으로부터 선택된 1종의 용매 또는 2종 이상을 포함하는 혼합용매인 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제3단계에서 구리 나노입자 잉크는 스크린 프린팅, 바코팅, 잉크젯 프린팅, 그라비아 프린팅, 그라비아-옵셋 프린팅, 리버스-옵셋 프린팅, 롤투롤 프린팅, 스핀코팅 및 딥코팅 중에서 선택되는 어느 하나의 방법으로 상기 연성기판에 인쇄되는 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제4단계의 이후에, 상기 구리나노잉크가 도포된 기판 상에 상기 레이저빔이 조사되지 않아 소결이 이루어지지 않은 영역을 세척용매를 사용하여 제거하는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제4단계에서 형성되는 전극패턴은 선폭이 20 내지 150㎛인 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 제4단계에서 연성기판에 인쇄된 구리나노잉크의 소결로 형성되는 전극패턴은 10^{-5} 내지 2×10^{-5} Ω㎝의 저항값을 가지는 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법.

청구항 13

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 구리나노잉크의 레이저 소결에 의해 연성회로기판(플렉서블PCB)의 회로패턴을 형성하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 구리포메이트와 제1아민 및 제2아민의 착물화 반응으로 형성된 구리 콤플렉스를 포함하는 구리나노잉크를 유연성 기판에 인쇄한 뒤, 레이저를 사용하여 선택적으로 소결시키는 방식으로 연성회로기판의 회로패턴을 형성하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 인쇄회로기판은 크게 딱딱한 기판에 회로패턴을 형성한 경성인쇄회로기판(Rigid Printed Circuit Board)와 고분자 수지와 같은 절연성 기판에 동박을 적층하여 기판 자체를 구부릴 수 있는 연성인쇄회로기판(Flexible Printed Circuit Board, FPCB)으로 구분될 수 있으며, 최근 전자제품의 소형화, 경량화 추세에 따라 보다 가벼우면서 굴곡 및 유연성을 요구하는 제품 등에 광범위하게 적용될 수 있는 연성회로기판의 사용이 증대되고 있다.

[0004] 종래 연성인쇄회로기판은 고분자 수지와 같은 절연성 기판에 전도체인 동박을 적층하고, 포토리소그래피 공정을 통해 회로패턴을 제외한 부분을 에쳔트(etchant)와 같은 약품으로 제거하는 방식으로 목적하는 형상의 회로패턴을 형성하였다.

[0005] 상기와 같은 포토리소그래피 방식은 노광, 현상, 에칭 및 도금 공정 등의 다수의 공정단계를 반복적으로 수행하며, 상기 공정단계를 수행하기 위하여 고가의 장비를 요구함에 따라 높은 제조단가를 동반하게 된다. 또한, 에쳔트는 인체에 해로운 성분을 다량 함유하며, 에쳔트를 이용하여 동박을 식각하는 공정을 수행한 뒤에 별도로 수거하여 처리함에 따라 환경 친화적이지 못하다는 문제점이 있었다.

[0006] 상기와 같은 문제점을 해소하기 위하여 동박 대신에 은이나 구리 등을 도전성 필러로 사용하는 도전성 페이스트나 잉크를 연성 기판에 전자인쇄하는 방식으로 회로패턴을 형성하는 기술이 제안되었다.

[0007] 도전성 페이스트 및 잉크는 나노, 마이크로미터 수준의 도전성 입자를 용제 및 바인더를 포함하는 유기 비히클에 분산시켜 제조되고, 이를 기판에 인쇄한 뒤 소정의 온도로 가열하면 용제가 휘발되고 바인더의 경화로 도전성 입자 사이의 수축 및 소결이 일어나면서 전기적으로 연결된 도체를 형성할 수 있다.

[0008] 그러나 도전성 페이스트나 잉크는 동박 대비 다량의 유기물질을 포함함에 따라 상대적으로 전기적 특성이 낮다는 문제점이 있었다. 또한, 회로의 고집적화 추세로 패턴의 선폭 및 선간 거리가 점차 축소되고 있는 추세인데, 종래기술에 따른 인쇄공정 및 소결방식으로는 패턴의 선폭 및 선간 거리를 미세하게 제어하는 것이 곤란하였다. 따라서, 전기적 특성이 우수하면서도 저비용으로 연성인쇄회로기판의 미세 회로패턴을 형성하는 기술개발이 절실히 요구되고있는 실정이다.

[0009] 관련하여 대한민국 공개특허 제10-2014-0056045호(발명의 명칭: 인쇄전자용 구리 페이스트 조성물, 이하 종래기술 1이라고 한다.)는 표면에 유기물이 코팅된 구리 나노입자 또는 구리-이종금속 나노입자를 포함하여 제조된 구리 페이스트 조성물 및 이를 절연성 기판에 인쇄한 뒤 소정의 조건으로 소성하여 연성회로기판을 제조하는 기술에 관하여 개시한 바 있다.

[0010] 관련하여 대한민국 공개특허 제10-2009-0062890호(발명의 명칭: 레이져 직접묘화 방법으로 전도성 회로패턴을 형성한 연성회로기판과 그 제조시스템 및 제조방법, 이하 종래기술 2라고 한다.)는 전도성 입자가 내포된 베이스필름을 준비하고, 이의 표면에 레이져를 조사하여 조사된 부분의 전도성 입자 표출에 의해 시드가 형성되도록 하고, 상기 시드가 형성된 베이스필름을 무전해도금으로 도금시켜 표출된 시드를 기재로 전도성 물질이 성장하면서 패턴이 형성되는 레이져 직접 묘화 방법으로 전도성 회로패턴을 형성하는 기술에 관하여 개시한 바 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) KR 10-2014-0056045

(특허문헌 0002) KR 10-2009-0062890

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 종래기술 1은 표면에 유기물이 코팅되어 산화특성이 제어된 구리 나노입자를 포함하는 페이스트를 연성 기판에 스크린 인쇄하고, 150 내지 200℃의 온도로 소성하여 연성회로기판을 제조하는 방법에 관하여 개시하고 있으나, 종래기술 1과 같은 인쇄 방식에 의해 기판에 패턴을 형성하는 경우 패턴의 선폭 및 선고를 제어하는 데에 있어서 제한될 수 있으며, 패턴의 피치를 조밀하게 하여 고밀도의 회로패턴을 형성하는 것이 제한될 수 있다. 또한, 종래기술 1은 연성기판의 열화를 방지하기 위하여 구리 페이스트를 150 내지 200℃의 저온조건에서 소성하는데, 이와 같은 조건에서는 구리 입자간의 전기전인 연결성이 충분히 확보되지 않아 전기저항이 높다는 문제점이 있었다.

[0014] 또한, 종래기술 2는 연성회로기판의 전도성 회로패턴을 형성하는 공정을 간소화 하기 위하여 레이저 직접 묘화 방법을 제안하고 있으나, 이는 레이저를 조사하여 표출된 전도성 입자의 성장으로 패턴을 형성시키며, 이는 패턴의 선폭이나 선고를 제어하기가 어렵다는 문제점이 있었다.

[0015] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 구리나노입자의 고산화 특성을 억제하면서도 분산안정성 및 소결 특성이 우수한 구리나노잉크를 레이저 소결하는 간단한 방식으로 전기전도성, 연성기판과의 부착성 및 패턴 형성 특성이 우수한 연성회로기판의 회로패턴을 형성하는 방법을 제공하는 것이다. 또한, 본 발명은 간단한 레이저 소결 방식을 제공하여 연성회로기판의 제조비용 절감 및 양산성 향상에 기여하는 것을 또 다른 일목적으로 한다.

[0016] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예는 구리의 산화 특성이 제어되고 분산안정성이 우수한 구리나노잉크가 도포된 연성기판에 레이저빔을 소정의 조건으로 조사함으로써 구리나노잉크의 소결되는 동시에 소정의 형상으로 패턴 형성이 가능한 것을 특징으로 하는 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법을 제공한다.

[0019] 본 발명의 실시예에 있어서, 구리포메이트, 제1아민, 제2아민 및 용매를 소정의 비율로 혼합하는 제1단계, 혼합물을 소정의 시간 동안 교반하며 구리포메이트에 제1아민 및 제2아민을 착물화 반응시켜 구리나노잉크를 제조하는 제2단계, 구리나노잉크를 연성기판에 도포하는 제3단계, 구리나노잉크가 도포된 연성기판에 레이저빔을 조사하여 레이저빔이 조사된 부분에 도포된 구리나노잉크를 소결시켜 소정의 형상으로 전극패턴을 형성하는 제4단계를 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 실시예에 있어서, 제4단계에서는 나노초 펄스의 레이저빔을 조사하여 구리나노잉크를 소결시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 본 발명의 실시예에 있어서, 제4단계에서 조사되는 레이저빔은 파장이 300 내지 1100㎚이고, 강도는 10^3 내지 10^7 W/cm^2인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 본 발명의 실시예에 있어서, 제4단계에서 조사되는 레이저빔의 직경은 5 내지 500㎛인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 본 발명의 실시예에 있어서, 제3단계와 제4단계의 사이에 구리나노잉크가 도포된 연성기판을 소정의 온도로 건

조시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 실시예에 있어서, 제1단계의 제1아민은 알카놀아민이고, 제2아민은 탄소 개수가 1 개 내지 10개인 1차 아민 및 탄소 개수가 1개 내지 10개인 2차 아민으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종일 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시예에 있어서, 제2단계에서는 구리포메이트와 제1아민 및 제2아민의 착물화 반응으로 구리 콤플렉스를 형성하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시예에 있어서, 제1단계의 용매는 알코올계 용매, 글리콜계 용매 및 폴리올계 용매로 이루어진 군으로부터 선택된 1종의 용매 또는 2종 이상을 포함하는 혼합용매일 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시예에 있어서, 제3단계에서 구리 나노입자 잉크는 스크린 프린팅, 바코팅, 잉크젯 프린팅, 그라비아 프린팅, 그라비아-옵셋 프린팅, 리버스-옵셋 프린팅, 롤투롤 프린팅, 스핀코팅 및 딥코팅 중에서 선택되는 어느 하나의 방법으로 연성기판에 도포될 수 있다.

[0028] 본 발명의 실시예에 있어서, 제4단계의 이후에 구리나노잉크가 도포된 기판 상에 레이저빔이 조사되지 않아 소결이 이루어지지 않은 영역을 세척용매를 사용하여 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0029] 본 발명의 실시예에 있어서, 제4단계에서 형성되는 전극패턴은 선폭이 20 내지 150㎛인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0030] 본 발명의 실시예에 있어서, 제4단계에 연성기판에 인쇄된 구리나노잉크의 소결로 형성되는 전극패턴은 10^{-5} 내지 2 x 10^{-5} Ω㎝의 저항값을 가질 수 있다.

[0031] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예는 상기 구리나노잉크의 레이저 소결에 의해 형성된 전극패턴을 구비하는 연성회로기판에 관한 기술을 제공한다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 실시예에 따르면, 구리포메이트에 잉크용 용매에 대한 분산안정성을 제공하는 제1아민 및 잉크를 소결할 시, 일정한 분해속도로 소결되어 충진밀도를 향상시킬 수 있는 제2아민을 착물화시켜 제조되는 구리 콤플렉스를 전도성 필러로 사용함에 따라 구리 입자의 산화성을 억제하면서도 소결 특성이 향상되어 전기적 특성이 우수한 전극패턴을 형성할 수 있다는 제1효과, 구리나노잉크를 연성기판에 도포한 뒤, 소정의 조건으로 레이저빔을 조사하여 소결시키는 동시에 목적하는 형상으로 패턴형성이 가능하여 간소한 공정으로 전극패턴을 형성할 수 있다는 제2효과, 공정의 단축으로 제조비용의 절감 및 양산성 향상에 기여할 수 있다는 제3효과를 갖으며, 레이저빔에 의해 잉크의 소결이 이루어짐에 따라 연성기판의 변형을 최소화하면서도 구리입자간의 연결성 확보가 용이하여 낮은 저항값을 갖는 전극패턴을 형성할 수 있으며, 레이저빔의 조사 조건을 제어하여 광범위한 선폭의 구현이 가능할 수 있다는 제4효과를 갖는다.

[0034] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 전극패턴의 형성방법을 나타내는 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 패터닝 공정을 설명하기 위한 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하에서는 첨부한 도면 및 실험예를 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0038] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도

포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0039] 본 명세서에서 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 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.

[0040] 본 발명의 연성회로기판의 전극패턴을 형성하는 방법에 관한 것으로 크게 구리포메이트, 제1아민, 제2아민 및 용매를 소정의 비율로 혼합하는 제1단계, 제1단계의 혼합물을 소정의 시간 동안 교반하며 구리포메이트에 제1아민 및 제2아민을 착물화 반응시켜 구리나노잉크를 제조하는 제2단계, 구리나노잉크를 연성기판에 도포하는 제3단계, 구리나노잉크가 도포된 연성기판에 레이저빔을 조사하여 레이저빔이 조사된 부분에 도포된 구리나노잉크를 소결시켜 소정의 형상으로 전극패턴을 형성하는 제4단계를 포함하며, 레이저빔을 조사함으로써 구리나노잉크 내의 구리 콤플렉스가 소결되고 동시에 소정의 형상으로 패턴 형성이 가능하다는 이점을 갖는다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 연성회로기판의 전극패턴 형성방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 레이저 소결 공정에 의해 패턴을 형성하는 방법을 설명하기 위한 모식도이다. 이하, 도면을 참조하여 구리나노잉크의 레이저 소결에 의한 전극패턴 형성방법을 각 단계별로 상술하기로 한다.

[0043] 본 발명의 제1단계는, 구리포메이트, 제1아민, 제2아민 및 용매를 소정의 비율로 혼합하여 구리나노잉크를 제조하기 위한 조성물을 준비하는 단계이다.

[0044] 본 발명의 1단계에서 구리포메이트는 구리의 고산화성을 억제하기 위하여 유기물질로 캡슐화된 구리입자로 산화구리, 수산화구리, 질산구리, 황산구리, 염화구리 및 아세트산 구리 등의 구리염을 개미산과 소정의 조건으로 반응시켜 제조될 수 있다.

[0045] 본 발명의 제1단계에서 제1아민은 제1아민은 알카놀아민이며, 이는 극성용매에 대한 친화력을 제공할 수 있는 알코올성 히드록시기를 포함함에 따라 전도성 잉크 제조 시, 전도성 입자의 분산 안정성을 향상시킬 수 있다. 구체적으로 알카놀아민은 1-아미노-2-메틸프로판-2-올, N-메틸에탄올아민, N-에틸에탄올아민, N-프로필에탄올아민, N-부틸에탄올아민, N-메틸디에탄올아민, N-에틸디에탄올아민, 이소프로판올아민, 디이소프로판올아민, 트리이소프로판올아민 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아님을 명시한다.

[0046] 본 발명의 제1단계에서 제2아민은 탄소 개수가 1 내지 10개인 1차 아민 및 2차 아민 중에서 선택될 수 있으며, 이는 구리나노잉크가 소결될 시 일정한 분해속도로 소결되어 높은 충진밀도를 갖도록 하여 전기적 특성이 우수한 전극패턴이 형성될 수 있도록 할 수 있다. 구체적으로 제2아민을 구리포메이트에 착물화 시킴으로써 균일하면서도 보다 작은 입경의 구리입자로 환원되어 구리입자간의 계면저항을 낮추는데 기여할 수 있다. 그러나 제2아민의 탄소 개수가 10개를 초과하는 경우에는 극성용매에 대한 친화력이 상대적으로 떨어져 구리잉크의 분산안정성을 저하시킬 수 있고, 이는 최종적으로 제조되는 전극패턴의 전도성을 저하시키고 각 국부별로 물성의 차이를 유발할 수 있어 바람직하지 않을 수 있다. 바람직하게 제2아민은 헥실아민, 부틸아민, 옥틸아민, 다이부틸아민, 트리에틸 아민, 에틸렌 디아민, 사이클로 헥실아민일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아님을 명시한다.

[0047] 또한, 본 발명의 제1단계에서 용매는 알코올계 용매, 글리콜계 용매 및 폴리올계 용매로 이루어진 군으로부터 선택된 1종의 용매 또는 2종 이상을 포함하는 혼합용매일 수 있으며, 구체적으로는 에틸렌글리콜(ethylene glycol), 디에틸렌글리콜(diethylene glycol), 글리세린(glycerine), 이소프로필 알코올(IPA: isopropyl alcohol), 부틸 알코올(butyl alcohol), 옥틸 알코올(octyl alcohol), 메틸에틸케톤(methyl ethyl ketone), 에틸알코올(ethyl alcohol), 메틸알코올(methyl alcohol)이 포함될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 당업에서 전도성 잉크 제조 시 사용되는 용매이면 어느 것이든 가능할 수 있다.

[0048] 본 발명의 제2단계는 제1단계의 혼합물을 소정의 시간 동안 교반하며 구리포메이트에 제1아민 및 제2아민을 착물화시켜 구리 콤플렉스를 포함하는 구리나노잉크를 제조하는 단계이다.

[0049] 본 발명의 제2단계에서는, 제1아민 및 제2아민이 구리포메이트에 착물화되어 구리 콤플렉스를 형성한다. 본 발명에 따른 구리 콤플렉스는 전술한 바와 같이 잉크 내에서 분산 안정성을 확보할 수 있는 제1아민과 소결 시, 분해속도를 제어하는 제2아민이 함께 착물화된 구조를 갖는다. 따라서, 본 발명에 따른 구리나노잉크는 구리 콤플렉스간의 응집이 억제되어 잉크의 분산안정성 및 저장안정성을 확보할 수 있고, 전도성 잉크 제조 시, 분산제

를 더 첨가하거나 밀링과 같은 분쇄공정을 생략할 수 있다는 공정상의 이점을 갖는다.

[0050] 또한, 본 발명의 제2단계에서 제조되는 구리나노잉크는 구리배선 제조공정의 작업성을 향상시키고 목적하는 선폭 및 전기전도성을 가지는 전극패턴을 제조하기 위하여 구리 콤플렉스를 50 내지 80wt%로 포함하도록 제조되는 것이 바람직할 수 있다.

[0051] 구리나노잉크 내에 구리 콤플렉스의 함량이 50wt% 미만일 경우에는 전기적 특성을 제공하는 성분의 함량이 상대적으로 적기 때문에 전극으로서 사용하기 위한 최소한의 전기전도성을 확보하기에 곤란할 수 있으며, 구리 콤플렉스의 함량이 80wt%를 초과하는 경우에는 상대적으로 고형분의 함량이 높아 점도가 과도하게 증가하여 잉크를 기재에 인쇄하는 공정의 작업성이 저하되거나 미세 선폭의 형성이 곤란할 수 있다.

[0052] 또한, 본 발명의 일실시예에서 구리나노잉크는 소정의 함량으로 바인더를 더 포함할 수 있으며, 바인더는 구리나노잉크가 도포되는 기판과의 접착성을 향상시킬 수 있으며 잉크의 점도를 조절하여 인쇄방법에 적합한 점도를 가질 수 있도록 할 수 있다.

[0053] 또한, 본 발명의 일실시예에서 구리나노잉크는 상기 성분들 이외에 당업계에서 통상적으로 사용되고 있는 잉크용 첨가제, 구체적으로는 산화방지제, pH 조절제, 안정제 등의 성분을 추가로 더 포함할 수 있으며, 이들 첨가제를 포함하는 경우에는 첨가제가 효과를 발휘할 수 있는 최소한의 함량으로 포함하는 것이 바람직할 수 있다.

[0055] 이하에서는 도 2에 도시된 모식도를 참조하여 레이저 소결법을 이용한 전극패턴의 형성방법을 구체적으로 설명하기로 한다.

[0057] 본 발명의 제3단계는 구리나노잉크(2)를 연성기판(1)에 인쇄(도포)하는 단계이다.

[0058] 본 발명에서 제3단계의 연성기판은 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리부틸렌테레프탈레이트(polybutyleneterephthalate, PBT), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate, PET), 폴리설폰(polysulfone), 폴리에테르(polyether), 폴리에테르이미드(polyether imide, PEL), 내열성 에폭시(epoxy), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethyl methacrylate, PMMA), 폴리트리메틸렌테레프탈레이트(polytrimethylene terephthalate, PTT), 폴리사이클로헥실렌테레프탈레이트(polycyclohexylene terephthalate, PCT), 폴리에틸렌타프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN) 및 폴리아릴레이트(polyarylate)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종의 고분자 필름일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 상기 군으로부터 선택되는 1종의 고분자를 포함하는 공중합체로 이루어지는 필름도 가능할 수 있음을 명시한다. 전술한 고분자 필름들은 유연성을 가지면서도 내열성이 우수하여 후술하는 단계에서 레이저빔을 조사하여도 기판의 변형을 유발하지 않는 다는 이점이 있다. 가장 바람직하게 연성기판은 열안정성 및 기계적 강도가 높은 폴리이미드(PI) 필름을 사용할 수 있다.

[0059] 본 발명의 제3단계에서 구리나노잉크는 스크린 프린팅, 바코팅, 잉크젯 프린팅, 그라비아 프린팅, 그라비아-옵셋 프린팅, 리버스-옵셋 프린팅, 롤투롤 프린팅, 스핀코팅 및 딥코팅 중에서 선택되는 어느 하나의 방법으로 연성기판의 일면에 도포될 수 있으며, 이때 도포 방법에 따라 잉크의 점도를 제어하는 것이 필수적으로 요구된다.

[0060] 예를들어, 상기 연성기판에 스크린 프린팅 방법을 적용하여 잉크를 도포하고자 하는 경우, 잉크의 점도는 10,000 내지 50,000 Cps인 것이 바람직할 수 있으며, 그라비아-옵셋 프린팅 방법을 적용하는 경우에는, 구리나노잉크의 점도가 5,000 내지 50,000Cps인 것이 바람직할 수 있으며, 상기와 같은 조건의 점도를 가질 수 있도록 고형분과 용매의 함량을 조절하는 것이 가능할 수 있다.

[0061] 또한, 본 발명의 제3단계에서 구리나노잉크는 연성기판에 전면 도포되거나 가패턴을 인쇄하는 것이 가능할 수 있다. 후술하는 제4단계에서는 연성기판에 도포된 잉크에 레이저빔을 선택적으로 조사하여 소결시켜 패턴을 형성한 뒤에 비소결된 영역을 제거하여 전극패턴의 형성을 완료하는데, 제3단계에서 구리나노잉크를 연성기판에 전면 도포하는 경우, 비소결 영역이 상대적으로 크기 때문에 낭비되는 잉크의 양이 더 많을 것이다. 따라서, 제조비용을 절감하기 위하여 세척단계에서 폐기되는 잉크의 양을 최소화하는 것이 바람직할 수 있으며, 제3단계에서 구리나노잉크를 연성기판에 인쇄하여 가패턴을 형성하는 것이 가능할 수 있다.

[0063] 본 발명의 일실시예에서는 제3단계와 상기 제4단계의 사이에 구리나노잉크가 도포된 연성기판을 소정의 온도로 건조시키는 단계를 더 포함할 수 있다. (이때, 소정의 온도는 구리나노잉크의 화학적인 변형을 유발하지 않으면서 구리나노잉크가 건조 및 경화되어 필름을 형성할 수 있는 정도의 온도를 의미한다.)

[0064] 구리나노잉크가 도포된 기판은 레이저빔을 조사함으로써 소결되어 전극패턴을 형성하는데, 레이저빔은 유기 휘발성 물질이 과량 존재하는 위치에 주사되는 경우, 폭발적으로 반응할 수 있으며, 이에 의해 목적하는 선폭을

구현하기 곤란할 수 있으며, 국부적으로 전기저항이 높아지거나 패턴의 불량률이 증가하는 문제점을 야기할 수 있다. 따라서, 레이저빔을 조사하기 이전에 구리나노잉크가 도포된 기판을 건조시키는 단계를 더 포함하는 것이 바람직할 수 있다. 구리나노잉크가 도포된 기판은 상온에서 건조될 수도 있고, 별도의 건조수단(가열건조기, 진공건조기 등)을 적용하여 보다 신속하게 건조될 수도 있음을 명시한다.

[0066] 본 발명의 제4단계는 구리나노잉크(2)가 도포된 연성기판(1)에 소정의 경로로 레이저빔(3)을 조사하여 전극패턴(10)을 형성하는 단계이다.

[0067] 본 발명에서는 연성기판에 도포된 구리나노잉크에 레이저빔을 조사함으로써 잉크 내의 구리나노입자를 소결시켜 구리도막을 형성하는 동시에 레이저빔의 움직임을 제어하거나 시편이 위치하는 스테이지를 이동시키며 목적하는 형상으로 패턴형성이 가능할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따라 제3단계에서 가패턴을 형성한 뒤에 가패턴을 따라 레이저빔을 조사하여 소결시킴으로써 목적하는 패턴을 형성하는 것도 가능할 수 있다.

[0068] 본 발명의 제4단계에서는 나노초 펄스의 레이저빔을 조사하여 구리 나노입자 잉크를 소결시킬 수 있으며, 레이저빔의 파장은 300 내지 1100 ㎚이고, 강도는 10^3 내지 10^7 W/cm^2일 수 있다. 레이저빔의 강도는 단위면적당 광 에너지(W/cm^2)로 정의되는데, 광 에너지는 조사되는 레이저빔의 파워에 따라 결정되고, 단위면적은 조사되는 레이저빔의 직경에 따라 결정될 수 있다. 또한, 렌즈를 사용하여 빔을 집속하는 경우, 레이저빔의 직경은 렌즈로부터 구리 나노잉크가 도포된 기판까지의 거리로 결정될 수 있다. 즉, 레이저빔의 강도를 제어하기 위하여 레이저빔의 출력 파워와 렌즈로부터 구리 나노입자 잉크가 도포된 기판까지의 이격 거리를 고려할 수 있는 것이다.

[0069] 또한, 상기와 같은 조건을 고려하여 조사되는 레이저빔의 강도는 10^3 내지 10^7 W/cm^2인 것이 바람직할 수 있는데, 이는 레이저빔의 강도가 과도하게 되면, 단위면적당 광 에너지가 증가하여 상대적으로 짧은 시간 내에 구리입자의 소결이 이루어질 수 있으나, 고에너지로 인하여 폴리머 소재인 연성기판의 변형을 야기할 수 있으며, 레이저빔의 강도가 상기 범위의 하한값 미만일 경우에는, 소결 시간이 길어져 공정효율이 저하될 수 있기 때문이다.

[0070] 본 발명의 제4단계에서 조사되는 레이저빔의 직경은 5 내지 500 ㎛ 일 수 있다. 본 발명의 제4단계에서는 기판에 도포된 구리나노잉크에 레이저빔을 조사하여 구리 입자를 소결시켜 구리전극패턴이 형성됨에 따라 레이저빔의 직경에 따라 패턴의 선폭이 결정될 수 있다. 따라서, 패턴의 미세화가 요구되는 경우에는 레이저빔의 직경을 작게 제어하고, 레이저빔을 짧은 시간 동안 주사해야 할 것이다. 레이저빔의 직경이 특정크기를 초과하는 경우에는 상대적으로 레이저빔의 조사부위가 크기 때문에 연성회로기판의 회로패턴을 형성하는데 있어 적합한 선폭을 구현하기 곤란 할 수 있으며, 과도하게 작은 직경을 가지는 레이저빔은 빛의 회절한계로 인해 구현이 어렵기 때문에 상기와 같은 범위의 직경을 가지는 레이저빔을 조사하는 것이 바람직할 수 있다.

[0071] 또한, 통상 광원으로부터 조사되는 레이저빔은 강도에 있어서 가우시안 분포를 가지며, 레이저빔의 중심부와 바깥부의 국부적인 세기 차이가 존재한다. 이와 같은 레이저빔의 국부적인 세기 차이로 인하여 레이저빔을 조사하여 형성되는 각 패턴의 중심부와 바깥부분의 소결 특성이 달라질 수 있다. 특히, 레이저빔의 중심부와 바깥부의 세기 차이가 과도한 경우에는, 각 패턴의 중심부는 과도한 에너지가 가해지면서 에칭되는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서, 레이저빔을 조사하는 단계에서는 레이저빔의 직경과 국부적인 세기차이를 동시에 고려하는 것이 보다 바람직할 수 있다. 또한, 레이저빔의 직경과 국부적인 세기차이는 사용하는 레이저빔 조사 장치에 갈바노스캐너와 F-theta 렌즈와 같은 구성부품을 추가로 장착하여 조사되는 레이저빔을 정밀하게 제어하는 방식으로 완화시킬 수 있다.

[0072] 본 발명의 제4단계에서 레이저빔은 기판에 도포된 구리 잉크가 소결될 때까지 일 부위에 조사될 것이다. 또한, 레이저빔의 파장 및 직경을 고려하여 레이저빔을 조사하는 시간을 파악한 뒤, 레이저빔의 스캔 속도를 결정해야 할 것이다.

[0073] 또한, 본 발명의 제4단계는 비활성기체 분위기하에서 수행되는 것이 바람직할 수 있으며, 이는 구리나노잉크가 소결되는 동안 산화되는 것을 최소화하기 위함이다. 또한, 수소를 포함하는 환원성 기체분위기하에서 레이저빔을 조사하는 것도 가능할 수 있을 것이다.

[0075] 본 발명의 제4단계에서 목적하는 패턴을 형성시킨 이후에는 레이저빔이 조사되지 않거나, 조사된 레이저빔의 에너지가 충분히 못하여 소결되지 않은 영역을 제거하는 공정을 더 포함할 수 있다. 본 발명에서 비소결 영역의 제거는 세척용매를 사용하여 세척하는 방법이 가능할 수 있으며, 구체적으로 세척용매는 이소프로필 알코올(IPA) 일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아님을 명시하며, 레이저빔에 의해 소결되어 전극패턴이 형성된 부분과

반응하지 않으면서 비소결 영역의 구리 잉크를 제거할 수 있는 용매이면 어느 것이든 가능할 수 있다. 또한, 세척 공정을 용이하게 하기 위하여 초음파 처리하는 공정을 함께 수행하는 것도 가능할 수 있음을 명시한다.

[0077] 상기 본 발명의 전극패턴 형성방법에 의해 형성되는 연성회로기판의 전극패턴은 선폭이 20 내지 150㎛일 수 있다. 본 발명에 따른 연성회로기판의 전극패턴 형성방법은 광범위한 선폭을 구현할 수 있으나, 연성회로기판을 실제 제품에 적용하기 위해서는 상기와 같은 범위의 선폭을 가지는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 연성회로기판을 실제 전자소자에 장착하여 사용하기 위해서 레이저 소결에 의해 형성된 전극패턴은 10^{-5} 내지 2 x 10^{-5} Ωcm의 저항값을 가지는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 본 발명에 따라 형성된 전극패턴의 전기전도성을 향상시키기 위하여 전극패턴상에 도금공정에 의해 금속층(예를들면, 동박층)을 소정의 두께로 더 형성하는 것도 가능할 수 있음을 명시한다.

[0079] 이하에서는 본 발명의 구체적인 제조예 및 실험예를 기재한다.

[0081] [실시예 1]

[0082] 1. 구리포메이트의 제조

[0083] 산화구리(II) 분말 20g을 85% 농도의 개미산(formic acid) 200ml에 혼합한 뒤, 상온/상압에서 1시간 동안 강력하게 교반하며 구리포메이트를 제조하였다. 혼합물을 여과하여 청색의 구리포메이트를 수득하고 에탄올로 수회 세척하였다. 수득한 구리포메이트를 40℃에서 5시간 동안 진공건조시켜 구리포메이트 분말을 수득하였다.

[0085] 2. 구리나노잉크의 제조

[0086] 상기에서 제조된 구리포메이트 분말을 이소프로필알코올에 혼합하여 1M 농도의 구리포메이트 혼합물을 제조하였다. 구리포메이트 혼합물에 1M 농도의 헥실아민($NH_2C_6H_{13}$)과 1M 농도의 2-아미노-2-메틸-1-프로판올($NH_2C_4H_8OH$)을 혼합한 뒤, 상온/상압에서 3시간 동안 교반하며 구리포메이트에 헥실아민과 2-아미노-2-메틸-1-프로판올을 착물화시켜 구리 콤플렉스를 형성하였다. 최종적으로 제조되는 구리나노잉크는 착물화 반응을 통해 형성된 구리 콤플렉스 $[Cu(COOH)_2(NH_2C_6H_{13})(NH_2C_4H_8OH)]$를 포함한다.

[0087]

[0088] 3. 구리 나노잉크의 도포

[0089] 상기에서 제조된 구리나노잉크를 폴리이미드 기판(종류: IF70, 두께: 50 ㎛, SKC Inc.)에 스크린 프린팅 방법으로 도포하였다. 다음으로, 구리나노잉크를 도포한 뒤, 70℃의 건조오븐에서 10분 동안 건조시켰다.

[0091] 4. 구리나노잉크를 이용한 구리전극의 제조

[0092] 건조가 완료된 후, 나노초 펄스의 자외선 레이저 장치(Coherent 社, AVIA 355-5 model; wavelength=355nm, pulse width= < 20ns, repetition rate=30 ㎑, max. power= 4.2W, unfocused laser beam diameter= 2.85mm)를 사용하여 구리나노잉크를 소결시켰다.

[0093] 구체적으로, 건조가 완료된 기판을 자동 이송 스테이지에 올린 후, 건조된 잉크의 표면에 초점이 맞춰지지 않은 레이저빔(직경= 2.85mm)을 조사하며 한 라인씩 스캐닝 하였다. 이때, 레이저빔의 출력은 1.8 W이고, 스캔속도는 3 mm/s 였다. 레이저빔이 조사되는 동안 산화를 방지하기 위하여 가스건을 통해 질소 기체가 공급되었다.

[0094] 구리나노잉크가 도포된 기판을 자동 이송 스테이지에 올린 후, 선택적으로 레이저빔을 조사하여 패턴을 형성한 뒤, 이소프로필알코올을 사용하여 소결되지 않은 영역을 제거하여 전극패턴의 제조를 완료하였다.

[0096] 상기 실시예에 따라 형성된 전극패턴의 전기적 특성을 분석하기 위하여 4-point probe 를 사용하는 저항 측정기를 사용하여 저항을 측정하였으며, 측정결과 10μΩcm으로 확인되었다. 또한, 현미경 분석을 통해 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 회로패턴의 선폭을 측정한 결과 20㎛인 것을 확인하였다.

[0098] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0099] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등

개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0101] 1: 연성기판

2: 구리나노잉크

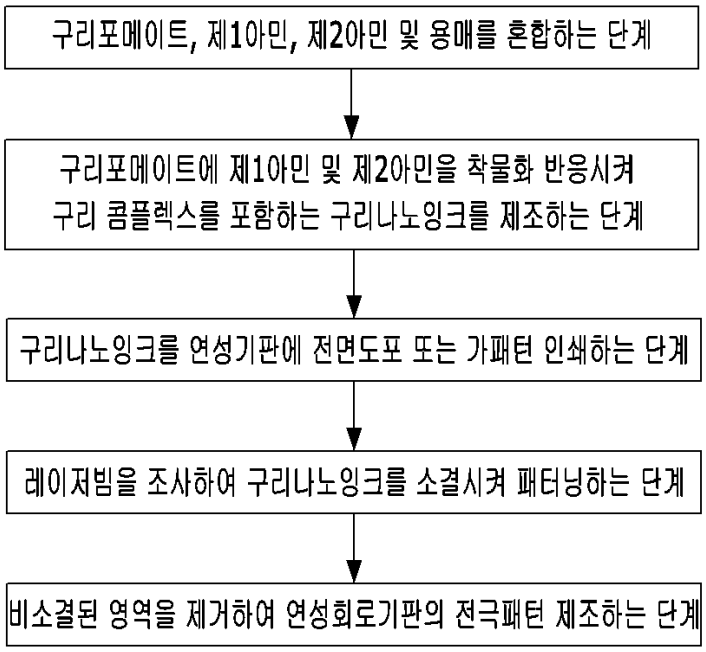
3: 레이저빔

D: 레이저빔의 직경

10: 전극패턴

도면

도면1



도면2

