



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년08월29일  
 (11) 등록번호 10-1435255  
 (24) 등록일자 2014년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G03F 7/20 (2006.01) H05K 3/10 (2006.01)  
 H05K 1/09 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0067487  
 (22) 출원일자 2012년06월22일  
 심사청구일자 2012년06월22일  
 (65) 공개번호 10-2014-0000474  
 (43) 공개일자 2014년01월03일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP4982932 B2\*  
 KR100582781 B1\*  
 KR100934839 B1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 서울과학기술대학교 산학협력단  
 서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)  
 (72) 발명자  
 박진원  
 서울특별시 강남구 삼성로 212 은마아파트 5동 605호  
 (74) 대리인  
 민영준, 최관락, 송인호

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 김준규

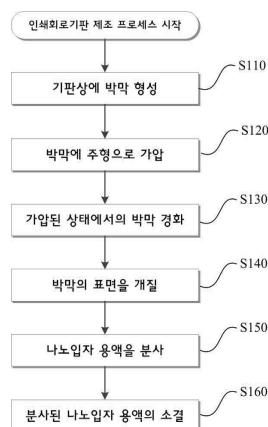
(54) 발명의 명칭 **미세구조와 계면상호작용으로 유도된 나노입자배열에 의해 제조된 회로기관, 그 패턴인쇄방법 및 주형 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 인쇄회로기판을 제조하는 방법 및 그 방법에 따른 인쇄회로기판, 그리고 인쇄회로기판을 제조하는 방법을 위한 주형의 제조 방법에 관한 것으로서, 구체적으로 본 발명에 따른 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법은 합성수지 용액으로 기관 상에 박막을 형성하는 제1 단계; 상기 박막에 요철 형상의 패턴을 형성하는 제2 단계; 상기 박막의 표면에 나노입자 용액을 분사하여 나노입자를 상기 요철 형상의 패턴을 따라 배열시키는 제3 단계; 및 상기 박막의 표면을 소결하여 나노 입자가 배열된 회로 패턴을 형성하는 제4 단계;를 포함한다.

본 발명에 따르면 종래의 노광공정에 비하여 원가경쟁력을 확보할 수 있으며 공정의 친환경화가 가능한 효과가 있고, 인쇄공정이 저온, 상압에서 되기 때문에 플라스틱 기관에도 활용될 수 있으며 미세구조 제작에 이용되는 재료의 제약이 없다. 즉, 나노입자배열 인쇄 공정의 개발을 통하여, 휘어질 수 있는 디스플레이(흔히 플렉서블 디스플레이)의 제조도 가능하게 되는 부가적 장점을 획득할 수 있다.

**대표도 - 도2**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

합성수지 용액으로 플라스틱 기관 상에 박막을 형성하는 제1 단계-상기 합성수지는 상기 기관보다 낮은 유리전이온도(Tg)를 가짐-

상기 합성수지의 유리전이온도보다는 높고 상기 기관의 유리전이온도보다 낮은 온도 조건에서 미리 설정된 시간 동안 가열한 후 식히면서 상기 박막에 요철 형상의 패턴을 형성하는 제2 단계;

상기 박막의 표면을 소수성으로 개질시키는 제3 단계;

상기 박막의 표면에 나노입자 용액을 분사하는 제4 단계; 및

상기 박막의 표면을 상기 기관의 유리전이온도보다 낮은 온도 조건에서 소결하여 나노 입자가 상기 요철 형상의 패턴을 따라 배열된 회로 패턴을 형성하는 제5 단계;를 포함하되,

상기 기관의 유리전이온도는 155℃ 이하인 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제2 단계에서는 소프트 석판술에 의하여 상기 요철형상의 패턴이 형성되는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 제2 단계는,

상기 요철 형상의 패턴이 역으로 형성된 주형에 의하여 상기 박막을 가압하는 제2-1 단계; 및

상기 가압된 상태의 박막을 경화시키는 제2-2 단계;를 포함하는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 제2-2 단계에서 가열 및 냉각을 순차적으로 적용하여 경화시키는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 제3 단계에서는 상기 박막의 표면을 옥타데실트리메탁시실란(N-octadecyl trimethoxysilane), 옥타데실트리클로로실란(Octadecyltrichlorosilane), 옥타데실트리에탁시실란(Octadecyltriethoxysilane), 옥타데실디메틸메탁시실란(Octadecyldimethylmethoxysilane), 옥타데실디메틸클로로실란(Octadecyldimethylchlorosilane) 중 적어도 어느 하나와 반응시키는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 제3 단계에서는 옥타데실트리메탁시실란(N-octadecyl trimethoxysilane)과의 반응 이전에 상기 박막의 표면을 산화시키는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 박막은 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>)과 황산 혼합용액으로 산화되는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 제4 단계 및 제5 단계를 반복하는 단계를 더 포함하는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 제4 단계는 마이크로주사기에 의하여 수행되는 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법.

**청구항 10**

플라스틱 기판;

합성수지 용액에 의해 상기 플라스틱 기판상에 형성되는 박막-상기 합성수지는 상기 기판보다 낮은 유리전이온도(T<sub>g</sub>)를 가짐;

계면작용에 의하여 요철 형상의 패턴을 따라 배열하고, 상기 박막의 표면을 상기 기판의 유리전이온도보다 낮은 온도 조건에서 소결하여 형성된 나노입자 패턴을 포함하는 인쇄회로기판.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 박막은 폴리스티렌(Polystyrene) 재질로 형성되는 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 박막의 패턴은 음각으로 형성되는 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판.

**청구항 13**

제10항에 있어서,

상기 기판은 polycarbonate, Polyester, Polyethylenenaphthalate, Polyetherimide, Polyvinylalcohol, Polyethylene terephthalate, Polyethersulfone, Polyetheretherketon, Polyimide 및 유리 중 적어도 어느 하나를 포함하는 재질로 형성되는 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 인쇄회로기판을 제조하는 방법 및 그 방법에 따른 인쇄회로기판, 그리고 인쇄회로기판을 제조하는 방법을 위한 주형의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 고분자를 이용한 패터닝 공정에서 가장 대표적인 기술이 노광공정(photolithography)이다. 노광공정은 자외선 등의 특정 파장에 반응하는 감광성 고분자(photoresist)를 이용하여 마스크상의 패턴을 기판에 전송하는 방법을 일컫는다.

[0003] 반도체 회로는 보통 여러층으로 구성된 다층막으로서 패턴이 원하는 위치에 형성되어야만 회로를 연결하거나 인접회로와 격리시킬 수 있다. 따라서 마스크를 기판에 올려놓을 때 원하는 위치에 갖다 놓는 정렬기술이 필수적이다. 마스크에는 모서리 부분에 정렬을 위한 마커가 있으며 보통 레이저를 이 마커에 조사하여 바닥에서 반사되는 빛의 양을 파악하여 최적의 위치를 판단하게 된다. 노출 작업은 가장 핵심이 되는 단계로서 빛을 원하는 세기로 적당한 시간만큼 조사하여 기판에 있는 감광막에 전달시킨다.

[0004] 현상은 식각되어야 할 부분에 있는 감광막을 제거하는 과정으로서 주어진 감광막에 적합한 용제를 사용하여 선택적인 감광막 패턴을 형성한다. 현상하는 방법은 Spray를 이용하거나 현상액과 세척액에 순서적으로 담그는 Immersion 방법 등이 있으나 안정적인 현상을 위해 후자의 방법을 많이 사용한다.

[0005] 현상 후에 바로 식각 작업에 들어가는 것이 아니라 감광막과 기판과의 접착력을 더욱 향상시키기 위해 다시 한번 열처리 작업을 수행한다. 이때 감광막에 존재하는 여분의 용매가 제거되며 접착력이 월등하게 증가한다. 공정 조건은 Soft bake에 비해 약간 가혹한 조건으로서 100~150℃ 사이에서 10~ 20분 정도 한다. 지나치게 오래 열처리를 하면 역시 Scum이 생기며 감광막 제거가 어렵게 된다.

[0006] 이러한 노광공정의 단계가 끝나면 후속 공정으로 주로 건식 식각 (dry etching)을 하여 포토리지스트의 패턴을 기판에 전사시키게 된다. 현재 노광공정은 100nm 이하의 패턴을 구현하는데 있어 여러가지 기술적, 경제적 어려움이 있으며 차세대 노광기술로서 Deep UV, X-ray, E-Beam 등의 단파장을 이용한 기술들이 속속 개발될 예정이다. 한편으로 이러한 문제점을 해결하고자 포토리지스트가 아닌 다른 고분자 물질을 이용한 비전통적인 패터닝 방법들이 많이 개발되었다.

[0007] 한편, 화면표시장치의 제조를 위하여, 고온 진공증착, 사진식판술(포토리소그래피), 그리고 습식 및 건식 식각이 현재 범용적으로 사용되고 있다. 회로가 제조되는 기판이 점차 대면적화 되고 있는 상황에서, 위에서 언급된 방법들은 많은 에너지와 재료를 소모하고 유독한 용매들이 사용되어야 하며 그에 따라 환경에 해로운 폐액들을 다량 발생한다. 이러한 문제점들을 개선하기 위한 방안으로서 나노입자배열 인쇄 공정이 제안되고 있다.

[0008] 화면표시장치를 제조하기 위한 일부 공정에서는 제한적으로나마 나노입자배열 공정을 시도하였으나, 지금까지 개발된 나노입자배열 인쇄 공정은 여러 가지 문제점들을 가지고 있기 때문에 범용화되지 못하는 실정이다. 제조된 회로의 배선이 기판과의 부착력이 낮고 전도도가 변성되며, 잉크의 낙하지점 제어력이 미흡한 것으로 밝혀졌다. 이 문제점들은 나노입자배열 인쇄 공정이 디스플레이 공정에 널리 적용되기 위해서는 반드시 극복되어야 할 사항들이다. 이 문제점들을 해결하기 위한 노력들이 기울어지고 있는데 아직 뚜렷한 해결방안을 찾지 못하고 있다. 지금까지 제시된 방안들은 잉크의 개발-회로제조에 사용되는 분말과 페이스트, 나노입자의 개발에 집중되어 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 기존의 노광공정을 대체하여 저비용, 친환경적인 패턴형성방법과 그에 따른 인쇄회로기판을 제공한다.

[0010] 또한 본 발명은 기판 및 패턴의 재료에 제한이 없이 상온에서 제작이 가능한 패턴형성방법과 그에 따른 인쇄회

로기판을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명에 따른 나노입자 배열을 이용한 패턴인쇄방법은 합성수지 용액으로 기판 상에 박막을 형성하는 제1 단계; 상기 박막에 요철 형상의 패턴을 형성하는 제2 단계; 상기 박막의 표면을 소수성으로 개질시키는 제3 단계; 상기 박막의 표면에 나노입자 용액을 분사하여 나노입자를 상기 요철 형상의 패턴을 따라 배열시키는 제4 단계; 및 상기 박막의 표면을 소결하여 나노 입자가 배열된 회로 패턴을 형성하는 제5 단계;를 포함한다.
- [0012] 또한 상기 제2 단계에서는 소프트 석판술에 의하여 상기 요철형상의 패턴이 형성될 수 있다.
- [0013] 또한 상기 제2 단계는, 상기 요철 형상의 패턴이 역으로 형성된 주형에 의하여 상기 합성수지 박막을 가압하는 제2-1 단계; 및 상기 가압된 상태의 합성수지 박막을 경화시키는 제2-2 단계;를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한 상기 제2-2 단계에서 가열 및 냉각을 순차적으로 적용하여 경화시킬 수 있다.
- [0015] 또한 상기 제3 단계에서는 상기 박막의 표면을 옥타데실트리메탁시실란(N-octadecyl trimethoxysilane), 옥타데실트리클로로실란(Octadecyltrichlorosilane), 옥타데실트리에탁시실란(Octadecyltriethoxysilane), 옥타데실디메틸메탁시실란(Octadecyldimethylmethoxysilane), 옥타데실디메틸클로로실란(Octadecyldimethylchlorosilane) 중 적어도 어느 하나와 반응시킬 수 있다.
- [0017] 또한 상기 표면 개질 단계에서는 옥타데실트리메탁시실란(N-octadecyl trimethoxysilane, Sigma)과의 반응 이전에 상기 박막의 표면을 산화시킬 수 있다. 이 때 상기 박막은 과망간산칼륨(KMnO4)과 황산 혼합용액으로 산화될 수 있다.
- [0018] 또한 상기 제4 단계 및 제5 단계를 반복하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 또한 상기 제4 단계는 마이크로주사기(SYR-11, Narashige)에 의하여 수행될 수 있다.
- [0020] 한편, 본 발명에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄 회로 기판은 기판; 상기 기판 상에 구비되고, 요철 형상의 패턴이 형성된 박막; 및 계면작용에 의하여 상기 요철 형상의 패턴을 따라 배열 및 소결된 나노입자 패턴;을 포함한다.
- [0021] 또한 상기 박막은 폴리스티렌(Polystyrene) 재질로 형성될 수 있다.
- [0022] 또한 상기 박막의 패턴은 음각으로 형성될 수 있다.
- [0023] 또한 상기 기판은 polycarbonate, Polyester, Polyethylenenapthalate, Polyetherimide, Polyvinylalcohol, Polyethylene terephthalate, Polyethersulfone, Polyetheretherketon, Polyimide 및 유리 중 적어도 어느 하나를 포함하는 재질로 형성될 수 있다.
- [0024] 다른 한편, 본 발명에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴 형성을 위한 주형 제조방법은 실리콘 웨이퍼에 요철되도록 패턴형상을 형성하는 제1 단계; 고분자화합물의 단량체와 경화제의 혼합용액을 상기 실리콘 웨이퍼 상에 붓는 제2 단계; 상기 혼합용액을 고체화시키는 제3 단계; 및 상기 경화된 고분자화합물을 상기 실리콘 웨이퍼와 분리하는 제4 단계;를 포함한다.
- [0025] 또한 상기 제1 단계의 패턴형상은 음각으로 형성될 수 있다.
- [0026] 또한 상기 제1 단계의 패턴형상은 전자빔 석판술에 의하여 형성될 수 있다.
- [0027] 또한 상기 고분자화합물은 폴리디메틸실록산(Sylgard184, Dow Corning)일 수 있다.
- [0028] 또한 상기 제3 단계는 진공 상태에서 수행될 수 있다.

**발명의 효과**

- [0029] 본 발명에 따르면 기판 표면개질을 바탕으로 한 나노입자와의 계면상호작용 및 소프트석판술(소프트리소그래피)과의 조합을 적용하여 기판에서의 나노입자의 배열에 대한 제어력을 향상시킬 수 있다.

[0030] 또한 본 발명에 따르면 종래의 노광공정에 비하여 원가경쟁력을 확보할 수 있으며 공정의 친환경화가 가능한 효과가 있다.

[0031] 또한 본 발명에 따르면 인쇄공정이 상온과 상압에서 되기 때문에 플라스틱 기관에도 활용될 수 있으며 미세구조 제작에 이용되는 재료의 제약이 없다. 즉, 나노입자배열 인쇄 공정의 개발을 통하여, 휘어질 수 있는 디스플레이(흔히 플렉서블 디스플레이)의 제조도 가능하게 되는 부가적 장점을 획득할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판을 위한 주형의 제공방법을 나타내는 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판, 그 패턴인쇄방법 및 주형 제조방법을 나타내는 순서도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 나노입자 배열 상태를 나타내는 사진이다.

도 4는 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판의 작동모습을 나타내는 사진이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0033] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다. 특별한 정의나 언급이 없는 경우에 본 설명에 사용하는 방향을 표시하는 용어는 도면에 표시된 상태를 기준으로 한다.

[0034] 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴 형성을 위한 주형 제조방법을 설명한다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판을 위한 주형의 제조방법을 나타내는 순서도이다.

[0035] 기관 상에 요철 형상의 패턴을 형성하기 위한 주형을 제조하기 위하여 먼저, 실리콘 웨이퍼에 요철되도록 패턴 형상을 형성한다(S10). 이 때 실리콘 웨이퍼에 형성되는 요철은 음각으로 형성되도록 하는 것이 바람직하다. 실리콘 웨이퍼는 주형을 제조하기 위한 하나의 주형 역할을 하는 구성부로서, 최종적으로는 기관에 형성되는 요철 형상과 동일한 형상을 갖게 된다. 즉, 기관 상에 음각으로 된 패턴을 형성하기 위하여 실리콘 웨이퍼에 음각으로 패턴을 형성한다. 본 실시예에 있어서는 전자빔 석판술에 의하여 실리콘 웨이퍼에 너비 3 $\mu$ m와 깊이 1 $\mu$ m의 선을 음각으로 형성하였다.

[0036] 다음으로 고분자화합물의 단량체와 경화제의 혼합용액을 실리콘 웨이퍼 상에 붓는다(S20). 이 때 고분자화합물로는 폴리디메틸실록산(Sylgard184, Dow Corning)을 사용할 수 있다. 본 실시예에서는 웨이퍼 위에 폴리디메틸실록산(Sylgard184, Dow Corning)의 단량체와 경화제를 10:1로 섞은 용액을 음각으로 패턴이 형성된 실리콘 웨이퍼 상에 투입하였다.

[0037] 다음으로 고분자화합물 단량체와 경화제의 혼합용액을 경화시킨다(S30). 본 실시예에서는 60 $^{\circ}$ C에서 4시간 동안 진공을 가한 채로 실리콘웨이퍼 상에 투입된 폴리디메틸실록산(Sylgard184, Dow Corning)의 단량체와 경화제를 10:1로 섞은 용액이 고체화되기까지 대기하였다.

[0038] 다음으로 경화된 고분자화합물을 상기 실리콘 웨이퍼와 분리하여, 고분자화합물을 재질로 하는 주형의 제조를 완료한다(S40).

[0039] 도 2 내지 도 3을 참조하여 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판 제조방법 및 그에 따른 인쇄회로기판을 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의해 패턴을 인쇄하는 방법을 나타내는 순서도이고, 도 3은 일 실시예에 따른 나노입자 배열 상태를 나타내는 사진이며, 도 4는 일 실시예에 따른 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기판의 작동모습을 나타내는 사진이다.

[0040] 본 발명에 따른 나노입자 배열을 이용하여 기관상에 패턴을 인쇄하기 위하여, 먼저 합성수지 용액으로 기관 상에 박막을 형성한다(S110). 이 때 본 발명에 따른 인쇄방법은 기존의 노광 공정에 비하여 비교적 상온에서 진행되고, 화학적인 반응을 최소화하기 때문에 기관의 재질의 선택의 폭이 매우 다양하다. 본 실시예에서는 범용성 플라스틱인 폴리카보네이트(Tg = 155 $^{\circ}$ C, 준코퍼레이션)를 기관으로 선택한다. 또한 박막을 형성하기 위하여 폴

리스티렌(Mw = 2.3x10<sup>5</sup>, Tg = 100℃, Aldrich)을 톨루엔에 10 %(w/v)로 녹인 혼합용액을 폴리카보네이트기판 위에 투입하여 박막을 형성한다. 이때 박막을 형성하기 위하여 다양한 방법을 이용할 수 있다. 본 실시예에서는 회전(스핀코팅)을 이용한 박막형성방법을 이용하였다. 한편, 기판은 폴리카보네이트 이외에도 Polyester, Polyethylenenaphthalate, Polyetherimide, Polyvinylalcohol, Polyethylene terephthalate, Polyethersulfone, Polyetheretherketon, Polyimide 등의 투명한 기판을 형성할 수 있는 고분자과 유리로 형성될 수 있다.

[0041] 다음으로 기판 상에 형성된 박막에 요철 형상의 패턴을 형성한다. 박막에 요철형상의 패턴을 형성하기 위하여 상술한 주형을 이용하여 박막을 가압한다(S120). 즉, 본 단계에서는 주형을 이용한 소프트 석판술에 의하여 요철형상의 패턴이 형성된다. 이 때 박막에는 주형의 요철과는 반대로 형성된다. 즉, 앞서 설명한 바와 같이 실리콘웨이퍼가 음각으로 형성된 경우에는 주형은 양각으로 패턴이 형성되고, 다시 기판 상에 형성된 박막에는 음각으로 패턴이 형성된다. 이어서 기판 상의 박막이 가압된 상태에서 박막을 경화시킨다(S130). 박막의 경화는 다양한 방법으로 수행할 수 있으나, 본 실시예에서는 가압된 상태에서의 박막을 150℃로 서서히 가열시키고 1시간 동안 유지한 후에 상온으로 서서히 식힌다. 그 결과 주형의 미세구조 패턴에 의하여 폴리스티렌 박막에 음각의 패턴이 형성되었다.

[0042] 다음으로 요철형상의 패턴이 형성된 박막의 표면을 소수성으로 개질시킨다(S140). 이 때 박막의 표면을 산화시킨 후 박막의 표면을 옥타데실트리메탁시실란(N-octadecyl trimethoxysilane, Sigma)과 반응시킬 수 있다. 한편, 옥타데실트리메탁시실란은 옥타데실트리클로로실란(Octadecyltrichlorosilane), 옥타데실트리에탁시실란(Octadecyltriethoxysilane), 옥타데실디메틸메탁시실란(Octadecyldimethylmethoxysilane), 옥타데실디메틸클로로실란(Octadecyldimethylchlorosilane) 등의 실란반응으로 소수성을 띠게할 수 있는 물질과 반응시킬 수 있다.

[0043] 본 실시예에서는 폴리스티렌 박막의 미세구조표면을 소수성으로 개질시키기 위하여, 먼저 4:1(w/w)의 과망간산 칼륨(KMnO<sub>4</sub>)과 황산 혼합액으로 1분간 산화시킨다. 산화된 표면은 옥타데실트리메탁시실란(N-octadecyl trimethoxysilane, Sigma) 용액으로 질소환경에서 2시간 동안 처리된다. 사용된 옥타데실트리메탁시실란용액은 0.5 %(v/v)농도이며 용매로는 무수톨루엔이 쓰인다. 이 실란 물질의 처리로 기판 표면에 화학적으로 결합된 긴 알킬기능기들이 존재하게 된다. 실란처리 결과는 접촉각의 측정으로부터 알 수 있다.

[0044] 다음으로 박막의 표면에 나노입자 용액을 분사(S150)하여 나노입자를 상기 요철 형상의 패턴을 따라 배열시킨다. 이 때 나노입자의 분사는 마이크로주사기(SYR-11, Narashige)에 의하여 수행될 수 있다.

[0045] 본 실시예에서는 미세구조 표면에 20 nm의 은 나노입자(농도 30~35 %, DGP 40LT-15C, (주)나노신소재)를 분사시킨다. 이때 나노입자의 용매는 Triethyleneglycol - monoethylether로서 계면장력이 35~38 mN/m에 해당되며 점도는 대략 10 cP로 물보다 매우 높다. 분사직전에 10배의 물에 섞는다.

[0046] 마지막으로 박막의 표면을 소결하여 나노 입자가 배열된 회로 패턴을 형성한다(S160). 본 실시예에서는 분사된 후에 용매를 1시간 동안 대기 중에서 증발시키고 150℃에서 30분간 유지하였다. 분사, 증발, 소결의 과정을 동일한 영역의 표면에 대하여 세 차례 반복하여 단선 없이 배선으로 응용될 수 있도록 한다.

[0047] 이 때 나노 입자의 광학현미경으로 나노입자들의 배열을 관찰한 결과를 도 3에 도시하였다. 도 3의 (a)는 박막 상에 형성된 음각의 패턴을 나타내고 있으며, 도 3의 (b)는 박막의 음각의 패턴을 따라 배열된 나노입자들을 나타내고 있다. 즉, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 소결후의 나노입자들은 박막 상에 형성된 음각의 패턴을 따라 배열되어 있으며, 그 밀도가 치밀한 것을 알 수 있었다.

[0048] 패턴으로서의 기능을 수행하기 위하여 나노입자 용액의 분사와 증발 및 소결과정을 몇 차례 반복할 수 있다. 이와 같이 나노입자 용액의 분사와 증발 및 소결과정을 몇 차례 반복함에 따라 패턴을 따라 배열된 나노입자의 밀도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

[0049] 앞서 설명한 바와 같이 실리콘웨이퍼가 음각으로 제조됨에 따라 폴리디메틸실록산 주형은 양각의 형태를 갖는다. 따라서, 폴리카보네이트 기판 위에 미세구조는 음각이다. 나노입자 용액은 마이크로주사기(SYR-11, Narashige)에 의해 100~200 μL의 방울단위로 선모양의 구조를 따라 분사되었다. 분사된 직후에는, 용액들은 음각의 패턴 바깥부분까지 퍼진 상태였다. 분사, 증발, 소성이 완료된 후에 얻어진 도 3의 (b) 결과로부터, 음각 영역에 나노입자들이 모여 있음을 알 수 있었다. 증발과정에서 음각영역에 있던 나노입자 용액의 용매가 가장 나중에 증발되었고, 그에 따라 친수성입자들이 음각영역으로 모여들게 된 것으로 판단된다. 도 3의 (b)에 나타난 바와 같이, 음각영역 바깥에는 나노입자들이 관찰되지 않고 있다.

[0050] 나노입자 용액에는 분산안정성을 위한 물질들이 포함되거나 나노입자제조과정에서 분산안정성을 위한 기능기들이

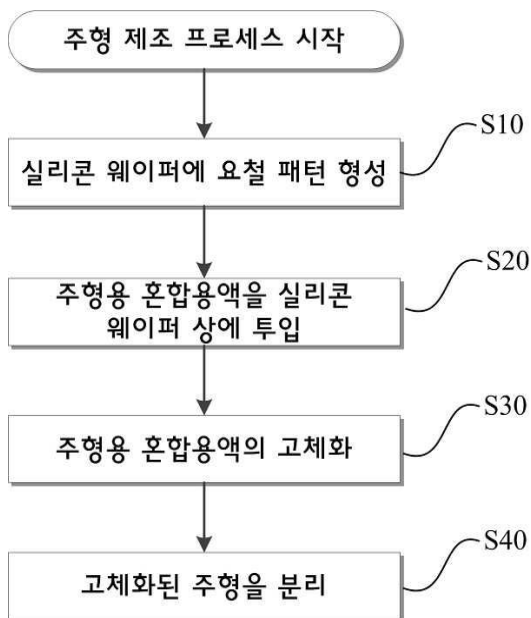
표면에 존재하도록 하는 것이 보다 바람직하다. 입자표면에 분산안정을 위한 기능기들이 존재하며 이는 추후에 배선활용 시에 저항으로 작용한다. 따라서, 나노입자들의 분산안정성에 기여하는 물질들을 제거하고 금속나노입자들 사이의 접촉을 증대시키기 위해 소결을 수행한다. 또한, 소결을 통해 금속나노입자와 기관 사이의 친화력도 증대된다. 기능기들의 제거로 Hamaker 상수가 큰 금속나노 입자표면이 기관표면에 직접 접촉하기 때문이다. 소결 온도는 금속원자의 이동을 유도하되 원자의 증발을 일으키지 않으며 기관의 변형을 발생시키지 않는 범위로 결정하므로, 150℃로 결정되었다. 소결 후에, 플라스틱 기관에서 배선으로서의 기능을 수행하는지 검증하였다. 전원공급장치(PWS-3003D, Provice)로부터 5 V의 전압을 공급하고, 배선의 중간에 본 실험과정들에 의해 은나노입자들이 배열된 플라스틱기관을 설치하였다. 그리고, LED(하나기술) 전구에 불이 들어오는지 확인하였다. 그 결과를 도 4에 나타내었다. 도 4의 (B)에 도시된 바와 같이 합성수지 기관상에 상술한 방법을 이용하여 패턴을 형성하고 전압원과 LED의 전기적 경로 사이에 연결하였다. 그 결과 도 4의 (A)에 도시된 바와 같이 LED에 불이 들어오는 것을 확인할 수 있었으며, 본 발명에 따라 패턴이 형성된 인쇄회로기관이 정상적으로 기능하는 것을 확인할 수 있었다.

[0051]

이상 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 기술적 사상이 상술한 바람직한 실시예에 한정되는 것은 아니며, 특허청구범위에 구체화된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 나노입자 배열에 의한 패턴이 형성된 인쇄회로기관, 그 패턴인쇄방법 및 주형 제조방법으로 구현될 수 있다.

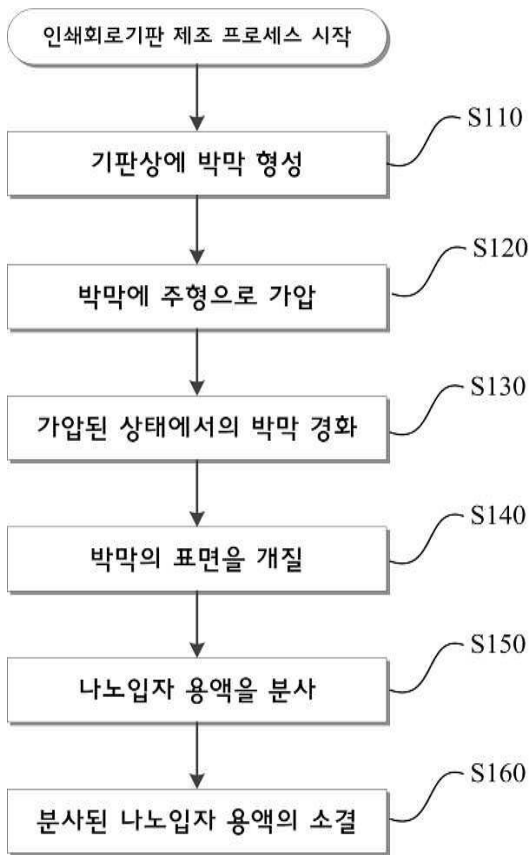
**도면**

**도면1**

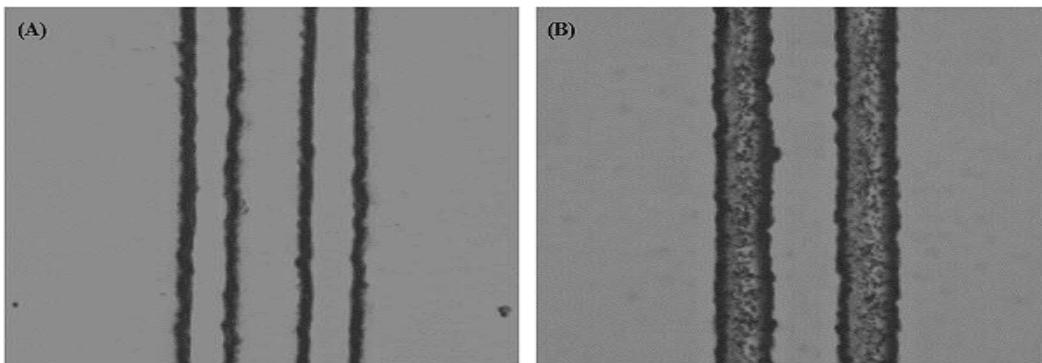




도면2



도면3



도면4

