



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월21일
(11) 등록번호 10-1522283
(24) 등록일자 2015년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05K 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0032129

(22) 출원일자 2014년03월19일

심사청구일자 2014년03월19일

(56) 선행기술조사문헌

JP5249196 B2

KR1020090013890 A

(73) 특허권자

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

박인규

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

엄현진

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 다해

전체 청구항 수 : 총 8 항

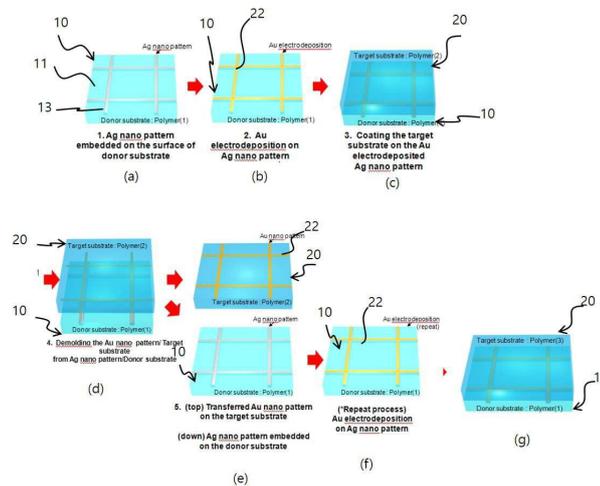
심사관 : 신재경

(54) 발명의 명칭 **임베드된 패턴 구조체를 갖는 몰드 및 도금을 이용하여 나노 금속 패턴의 전사 방법 및 이를 통해 제조된 기판**

(57) 요약

본 발명에 따른 금속 패턴 전사 방법은 패턴 구조체(13)가 임베드(imbed)된 몰드 기판(10)을 준비하는 단계, 상기 몰드 기판(10)의 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 타겟 금속 패턴(22)을 공급하는 단계, 상기 몰드 기판(10)에 타겟 기판(20)을 결합하여 상기 타겟 금속 패턴(22)을 상기 타겟 기판(20) 상에 전사하는 단계, 및 상기 타겟 기판(20)을 상기 몰드 기판(10)으로부터 분리하는 단계를 포함하고, 상기 타겟 금속 패턴(22)을 상기 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 공급하는 것은 도금 방식으로 수행된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이재민

세종특별자치시 연서면 고북오봉산길 25

이정용

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

정준호

대전광역시 서구 둔산로 223 청솔아파트 4동 1201호

이용숙

경상남도 창원시 마산회원구 회원동3길 38 한효아파트 1동 1803호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 N01130562

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 나노원천기술개발사업

연구과제명 국소합성/접합방법 및 나노입자 필러의 EHD 프린팅에 기반한 나노소재 3차원 비평면 접합 기술 개발

기 여 율 5/10

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415131656

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업융합기술산업원천기술개발사업(산자부)

연구과제명 비노광 기반 나노구조체 제작기술

기 여 율 2.5/10

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0031563

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌프론티어연구개발사업

연구과제명 다층대면적 멀티스케일 나노구조공정기술 개발

기 여 율 2.5/10

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

패턴 구조체(13)가 임베드(imbed)된 몰드 기관(10)을 준비하되, 상기 패턴 구조체(13)의 하부 일부는 상기 몰드 기관(10)에 매립되고 상기 패턴 구조체(13)의 나머지 일부는 상기 몰드 기관(10) 상에 노출되는 몰드 기관(10)을 준비하는 단계;

상기 몰드 기관(10)의 임베드된 패턴 구조체(13)의 상부에 타겟 금속 패턴(22)을 공급하는 단계;

상기 몰드 기관(10)에 타겟 기관(20)을 결합하여 상기 타겟 금속 패턴(22)을 상기 타겟 기관(20) 상에 전사하는 단계; 및

상기 타겟 기관(20)을 상기 몰드 기관(10)으로부터 분리하는 단계;를 포함하고,

상기 타겟 금속 패턴(22)을 상기 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 공급하는 것은 도금 방식으로 수행되며,

상기 전사 단계는, 폴리머가 도포된 타겟 기관(20)을 상기 몰드 기관(10) 상에 덮은 상태로 열과 압력을 가하여 폴리머를 경화키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 몰드 기관(10)은 실리콘, 폴리머, 에폭시 또는 하이브리머를 포함하는 그룹 중 어느 하나로부터 형성되는 것을 특징으로 하는,

나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 패턴 구조체(13)는 상기 타겟 금속 패턴(22)과는 상이한 재료인 것을 특징으로 하는,

나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 패턴 구조체(13)는 은(Ag)을 포함하는 것을 특징으로 하는,

나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 타겟 금속 패턴(22)은 금, 니켈, 구리, 아연, 백금을 포함하는 그룹 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는,
나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 패턴 구조체(13)의 배열 형태는 메쉬(mesh), 선어레이(line array), 육각형(hexagonal), 및 네트워크(network)를 포함하는 그룹 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는,
나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 타겟 기관(20)에서 분리되는 상기 몰드 기관(10) 상에는 상기 타겟 금속 패턴(22)이 재공급되어짐으로써
상기 몰드 기관(10)의 재사용이 가능한 것을 특징으로 하는,
나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 타겟 금속 패턴(22)은 복수의 금속층을 포함하는 것을 특징으로 하는,
나노 금속 패턴의 전사 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 금속 패턴을 기관에 전사하기 위하여 금속 패턴이 임베드된 상태의 몰드를 이용하는 기술에 관한 것이며, 구체적으로는 종래의 금속 패턴 전사 공정에서 필요로 하는 진공 증착 방식이 아닌 도금 방식을

[0001]

이용하고, 금속 패턴이 임베드된 몰드를 음극으로 하고 상기 금속 패턴과는 상이한 재료의 선택적 도금을 이용함으로써 기판 위에 패턴을 전사하는 기술에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존에 유연한 소자나 소재 위에 금속 패턴을 형성할 시, 기판이 유연한 폴리머이기 때문에 포토 리소그래피 등 한계가 있음에 따라, 금속 패턴을 형성하기 위한 몰드 제작과 금속 패턴 전사 공정이 이루어 졌다. 종래의 금속 패턴을 전사하기 위해 먼저 몰드를 제작하는 기술은 대부분 PDMS나, 실리콘과 같은 재료를 이용하여 몰드를 형성하고, 대부분 이빔 증착 (e-beam evaporation), 열증착 (thermal evaporation), 스퍼터(sputter) 와 같은 진공 방식을 이용하여 몰드 위에 패턴 전사를 위한 금속 패턴을 형성하는 기술이 가장 많이 쓰이고 있다.

[0003] 최근 유연한 소자나 디스플레이에 관련한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 유연한 폴리머와 같은 기판위에 소자를 형성하기 위해서 유연한 기판 위에 전극 혹은 배선으로의 금속 패턴을 형성하는 기술은 필수적이다. 기존에는 유연한 소자나 소재 위에 금속 패턴을 형성하기 위해, 폴리머 막 혹은 폴리머 기판 위에 금속 패턴의 전사 공정을 이용한다.

[0004] 기존의 금속 패턴의 전사 공정을 위해 필요한 기술로는, 먼저 금속 패턴을 만들기 위한 몰드가 필요하며, 그 위에 금속 패턴을 형성하는 증착기술, 그리고 마지막으로 금속 패턴을 전사하는 기술이 필요하다. 기존의 금속 패턴을 형성하기 위해 이용되는 증착 기술은 대부분 진공 방식을 이용하며, 진공방식의 금속 증착 방식은 고 비용의 단가와 긴 공정 시간의 단점이 있다.

[0005] 따라서, 몰드 위에 금속 패턴을 형성하기 위해 진공 방식의 금속 증착 방식을 습식 방식으로 대체하기 위한 연구가 진행 되었으며, 용액상태 혹은 용액에 혼합된 금속 입자를 몰드 위에 도포한 후 열과 압력을 주어 전사하는 연구도 진행되어 왔으나, 이는 수백 혹은 수십 나노 급의 패터닝을 하는 데에는 한계가 있을 뿐만 아니라, 진공증착에 의해 형성된 금속 패턴과 비교하여 높은 저항을 가지며, 전사 공정에 사용되는 금속 입자의 종류와 주변 환경에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

[0006] 금속을 도금하여 도금된 구조체를 전사하는 공정은 기존에 있으나, 기존의 금속을 도금하여 전사하는 공정에 이용되는 몰드를 본 발명과 같이 금속 나노 구조체를 임베드한 형태가 아닌, 폴리머 층으로 패터닝하여 도금 몰드를 만드는 방식을 이용하므로, 도금되는 패턴의 사이즈가 나노 스케일로 형성하기 어렵다. 또한 전사하기 위해 다른 기계적 특성 혹은 강성의 이중층을 전사층 위에 혹은 아래에 따로 형성하는 등의 추가 공정을 필요로 한다.

[0007] 한편, 등록특허 제10-1295730호를 참조하면, 전주도금을 이용하여 제조되는 금속 패턴에 있어서 양산성을 확보할 수 있는 전사용 금속 패턴을 제공하는 것과 더불어 각 층이 서로 다른 내부 응력을 가지는 다층 금속 패턴 및 이러한 다층 금속 패턴에 있어서의 효과적인 응력 제어 기술을 제공한다.

[0008] 그러나, 위 종래기술은 상이한 내부 응력을 갖는 다층 금속 패턴의 조성 기술 내용에 대해서만 기재하고 있을 뿐, 금속 나노 구조체가 임베드된 상태의 몰드를 이용함으로써 다층 금속 패턴을 필요로 하지 않는 상태에서 유연한 기판에 금속 패턴을 형성한다는 점 및 나노 구조체 패턴 자체를 이용함으로써 나노 스케일에 적용할 수 있게 한 구조는 개시하지 않고 있다는 문제점이 있게 된다.

[0009] (특허문헌 1) KR 10-1295730 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해소하고자 하는 것으로서, 금속 나노 구조체가 임베드된 상태의 몰드 기판을 음극으로 한 상태에서 상기 금속 나노 구조체 상에 형성하고자 하는 금속 패턴을 도금한 후, 상기 몰드 기판을 타겟 기판에 결합하여 압착하는 공정을 통하여 상기 타겟 기판 상에 금속 패턴을 전사할 수 있는 금속 패턴 전

사 방법 및 상기 금속 패턴 전사 방법에 의해 생성된 회로 기판을 제공하는 것이 목적이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 금속 패턴 전사 방법은 패턴 구조체(13)가 임베드(imbed)된 몰드 기관(10)을 준비하는 단계; 상기 몰드 기관(10)의 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 타겟 금속 패턴(22)을 공급하는 단계; 상기 몰드 기관(10)에 타겟 기관(20)을 결합하여 상기 타겟 금속 패턴(22)을 상기 타겟 기관(20) 상에 전사하는 단계; 및 상기 타겟 기관(20)을 상기 몰드 기관(10)으로부터 분리하는 단계;를 포함하고, 상기 타겟 금속 패턴(22)을 상기 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 공급하는 것은 도금 방식으로 수행된다.
- [0012] 상기 몰드 기관(10)은 실리콘, 폴리머 또는 하이브리드를 포함하는 그룹 중 어느 하나로부터 형성되는 것이 바람직할 수 있다.
- [0013] 상기 전사 단계는, 상기 몰드 기관(10)에 상기 타겟 기관(20)을 결합한 후 열과 압력을 가하여 경화시키는 단계를 포함하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0014] 상기 패턴 구조체(13)는 상기 타겟 금속 패턴(22)과는 상이한 재료인 것이 바람직할 수 있다.
- [0015] 상기 패턴 구조체(13)는 은(Ag)을 포함하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0016] 상기 타겟 금속 패턴(22)은 금(Au) 또는 니켈(Ni)을 포함하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0017] 상기 패턴 구조체(13)의 배열 형태는 메쉬(mesh), 선어레이(line array), 육각형(hexagonal), 및 네트워크(network)를 포함하는 그룹 중 어느 하나인 것이 바람직할 수 있다.
- [0018] 상기 타겟 기관(20)에서 분리되는 상기 몰드 기관(10) 상에는 상기 타겟 금속 패턴(22)이 재공급되어짐으로써 상기 몰드 기관(10)의 재사용이 가능한 것이 바람직할 수 있다.
- [0019] 상기 타겟 금속 패턴(22)은 복수의 금속층을 포함하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0020] 본 발명은 상술한 방법에 따라 제조된 타겟 기판을 제공한다.
- [0021] 상기 타겟 기판은 투명 기관이며, 상기 타겟 금속 패턴이 상기 타겟 기관의 일면에만 형성됨에 따라 상기 타겟 기판은 투명 특성을 유지하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0022] 본 발명은 상술한 타겟 기판을 포함하는 전극, 편광판, 및 소자를 제공한다.

발명의 효과

- [0023] 종래의 기술의 경우에는 전사 공정에 이용하는 금속 몰드를 폴리머 층으로 패터닝하여 만드는 방식을 이용하므로 도금되는 패턴의 사이즈가 나노 스케일로 형성하기 어려우며, 전사하기 위해 다른 기계적 특성 혹은 강성의 이중층을 전사층 상부 또는 하부에 따로 형성하는 등의 추가 공정을 필요로 하지만, 본 발명은 임베드된 나노 금속 구조체의 패턴을 이용하므로 나노 스케일의 패턴이 가능하고, 임베드된 기관 자체가 나노 금속 구조체를 보호하고 유지시키므로 전사하기 위한 이중층을 형성할 필요가 없다는 장점이 있다.
- [0024] 종래의 기술의 경우에는 금속 패턴을 다시 형성하기 위해 진공 증착을 다시 하므로써 공정비용 및 공정시간이 과다하다는 단점이 있었다. 한편, 본 발명은 도금 공정을 이용하므로 전사에 필요한 금속 패턴을 하는 공정 시간과 단가를 줄이는 효과 뿐만 아니라, 임베드된 금속 구조체 위에 선택적으로 이중 재료의 금속 패턴을 형성하기 때문에 전사 공정 후에 에칭 과정이 필요 없다.
- [0025] 또한, 본 발명의 공정 프로세스는 저온에서 선택적 도금을 기반으로 하기 때문에 몰드의 모양 또는 패턴의 변형이 없게 함으로써 원래 형태의 패턴을 얻을 수 있다.
- [0026] 특히, 본 발명은 금속 패턴 혹은 금속 구조체가 임베드된 몰드를 이용하므로써 도금된 이중 재료가 상이한 기관 상에 전사된 후에도, 금속 패턴 또는 금속 구조체가 잔존하므로 재공정이 가능하다. 즉, 본 발명은 임베드된 몰드를 이용하여 반복적으로 도금하여 전사하는 공정이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 일 실시예에 따른 임베드된 패턴 구조체를 갖는 몰드를 나타낸 개념도,
 도 2a 내지 도 2g는 도금 방식을 통해 금속 패턴을 몰드의 임베드된 패턴 구조체 상에 형성한 후 결과적으로 타겟 금속 패턴이 형성된 기관 내지 폴리머를 형성하는 과정을 나타낸 공정 흐름도,
 도 3a 내지 도 3d는 임베드된 패턴 구조체를 갖는 몰드의 다양한 형태를 보이는 도면,
 도 4는 몰드에 임베드된 나노 와이어 구조체 패턴 위에 니켈 코팅막이 도금된 상태를 보이는 도면,
 도 5는 이중 폴리머 박막 위에 상온에서 경화(curing) 후에 전사시킨 후 형성된 니켈 나노 와이어 네트워크 패턴을 나타낸 도면,
 도 6은 본 발명에 따른 전사 공정 후에 은 나노 와이어 구조체 패턴이 임베드된 구조체인 몰드 기관의 표면을 보이는 도면,
 도 7a 및 도 7b는 나노 와이어 구조체 패턴이 임베드되지 않은 구조체인 몰드를 이용하여 전사한 후의 몰드 기관의 표면 및 타겟 기관에 전사된 Ni 패턴 구조체의 형태를 각각 보이는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0029] 이하 설명에서 '몰드' 내지 '몰드 기관'의 표현은 패턴 구조체가 임베드된 임프린트 기관을 일컫는 것으로 정의하고, '타겟 폴리머' 내지 '타겟 기관'은 임베드된 패턴 구조체 상에 도금된 타겟 금속 패턴이 전사되는 기관을 일컫는 것으로 정의한다.
- [0030] 본 발명은 몰드 기관으로서 폴리머 혹은 하이브리머 등에 임베드된 금속 패턴 및 금속 나노 구조체를 도금하기 위한 몰드로 이용한다.
- [0031] 본 발명은 나노 금속 패턴 자체를 이용하므로 나노 스케일의 패턴이 가능하고, 임베드된 금속 패턴을 이용하므로써 나노 금속 패턴을 보호하고 유지시키므로 기관 상에 전사하기 위한 이중층을 형성할 필요가 없다. 이를 통해서 종래에 사용되는 방식으로서 전사하기 위해 다른 기계적 특성 혹은 강성의 이중층을 전사층 위에 또는 아래에 따로 형성해야 하는 등의 추가 공정을 필요로 하지 않는다.
- [0032] 본 발명은 도금 공정을 이용하므로 전사에 필요한 금속 패턴을 하는 공정 시간과 단가를 줄일 뿐만 아니라, 임베드된 금속 구조체 위에 선택적으로 이중 재료의 금속 패턴을 형성하기 때문에 전사 공정 후에 에칭 과정이 필요 없다. 또한 본 발명의 공정 프로세스는 저온에서 선택적 도금을 기반으로 하기 때문에 몰드의 모양 혹은 패턴을 많이 변형시키지 않는 원래 형태의 패턴을 얻을 수 있다.
- [0033] 특히, 본 발명은 금속 패턴 혹은 금속 구조체가 임베드된 몰드를 이용하므로 도금된 이중 재료가 다른 기관 위에 전사된 후에도, 금속 패턴 혹은 금속 구조체가 남아 있으므로 재공정이 가능함으로써, 반복적으로 도금하여 전사하는 공정이 가능하다.
- [0034] 본 발명은 임베드된 금속 패턴을 이용하므로 실제 이중재료가 금속 패턴과 접촉된 면의 면적보다는 전사 공정시 접촉된 폴리머 혹은 레진의 접촉 면적이 훨씬 크므로 전사 공정이 가능하다.
- [0035] 또한 임베드된 구조체가 기관 안에 단단히 잡혀있는 구조이므로 임베드된 구조체의 변형이나 전사 없이 도금된 이중 재료의 전사 공정이 가능하다.
- [0036] 기존의 전사 방식은 진공 증착이 가능한 금속 위주로 연구가 진행되어 왔으나, 본 발명은 도금 방식을 이용하므로 이중 금속 뿐만 아니라, 합금, 반도체, 절연체, 혹은 여러 재료를 층으로 쌓는 멀티 레이어(multi-layer) 등 다양한 재료와 구조를 패터닝하여 전사하는데 응용할 수 있다.

- [0037] 본 발명에 사용되는 타겟 기판은 투명 기판일 수 있으며, 타겟 금속 패턴은 상기 타겟 기판의 일면에만 형성됨에 따라 상기 타겟 기판은 투명 특성을 유지할 수 있게 된다.
- [0038] 본 발명은 전사하는 방식에 따라 폴리머 박막 혹은 폴리머 자체를 이용하고 있고, 유연성을 가지는 금속 패턴 혹은 금속 나노 구조체를 도금과 전사 공정을 이용하여 형성하는 공정을 포함함으로써 투과도를 증대시키고, 균일한 나노 구조체를 형성하는데 용이하기 때문에, 금속 패턴링 외에도 직접적으로는 금속 배선과 균일한 구조를 필요로 하는 투명 전극에 응용이 가능하며, 편광판, 유연 디스플레이 및 소자에 적용이 가능하다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 본 발명의 몰드 기판(10)은 금속 나노 패턴 구조체(13)가 임프린트용 회로 기판(11)에 임베드(embed)된 형태의 몰드 구조체를 의미한다. 이러한 몰드 기판(10)을 제조하는 방법으로는 먼저 금속 나노 패턴을 실리콘 등의 재질로 이루어진 도너 기판(donor substrate) 위에 형성한 후 높은 강성 재질의 폴리머(polymer), 하이브리머(hybrimer) 또는 에폭시(epoxy)를 부은 후 상기 도너 기판을 떼어냄으로써 제조할 수 있다. 또는 상기 폴리머, 하이브리머 또는 에폭시 위에 직접적으로 공급함으로써 금속 나노 구조체가 임베드된 몰드(10)를 형성할 수 있다.
- [0040] 일 실시예로서, 본 발명의 몰드 기판(10)은 은 나노 패턴이 폴리머, 하이브리머, 실리콘, 에폭시 등으로 이루어진 도너 기판에 임베드된 형태의 몰드일 수 있으며, 상기 몰드(10)를 음극(cathode)으로 하여 은 나노 패턴 위에 이중 재료를 선택적으로 도금할 수 있다.
- [0041] 한편, 도 1의 하측부를 참조하면 임프린트용 회로 기판(11)에 임베드(embed)된 금속 나노 패턴 구조체(13)의 다양한 형태를 보인다. 좌측으로부터 차례로 설명하면 다음과 같다. 먼저, 금속 나노 패턴 구조체(13)의 제1 실시예는 단면이 원형으로서 일부분이 회로 기판(11)에 매립되고 나머지 일부는 노출된 것을 알 수 있다. 제2 실시예는 단면이 사각형으로서 일부분이 회로 기판(11)에 매립되고 나머지 일부는 노출된 것을 알 수 있다. 제3 실시예는 단면이 원형으로서 전체가 회로 기판(11)에 매립되고 노출된 부분은 없는 것을 알 수 있다. 한편, 상기한 금속 나노 패턴 구조체(13)의 실시예들은 형상을 제한하는 것은 아니고 다른 형태로도 제한없이 응용할 수 있다.
- [0042] 이하, 도 2a 내지 도 2g를 참조하여 금속 나노 패턴 구조체(13)가 임베드된 몰드 기판(10)에 타겟 기판(20)으로 전사될 타겟 금속 패턴(22)을 상기 몰드 기판(10)에 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 도금 방식을 통해 형성한 후, 결과적으로 타겟 금속 패턴(22)이 형성된 타겟 기판(20) 내지 폴리머를 형성하는 과정을 설명한다.
- [0043] 먼저, 도 2a는 임프린트용 회로 기판(11)에 금속 나노 패턴 구조체(13)가 임베드(embed)된 상태의 몰드 기판(10)을 보인다.
- [0044] 도 2b는 금속 나노 패턴 구조체(13)가 임베드(embed)된 상태의 몰드 기판(10)을 음극으로 이용하여 도금조 안에서 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 선택적으로 상기 패턴 구조체(13) 위에서만 이온이 환원되는 이중 재료를 이용하여 도금한다.
- [0045] 예를 들어, 패턴 구조체(13)로서 은(Ag) 나노 패턴을 사용하고, 임프린트용 회로 기판(11)으로서 폴리머 또는 하이브리머를 사용한 상태에서 상기 은(Ag)과는 상이한 이중 재료인 금(Au)를 선택적으로 도금할 수 있다.
- [0046] 도 2c는 이중 재료를 이용하여 금속 나노 패턴 구조체(13) 상에 타겟 금속 패턴(22)을 도금 처리한 후에 임프린트용 회로 기판(11)과는 상이한 재질의 폴리머를 상기 몰드 기판(10) 상에 도포하거나, 폴리머가 도포된 타겟 기판(20)을 상기 몰드 기판(10) 상에 덮은 상태로 열과 압력을 가하여 폴리머를 경화한다.
- [0047] 도 2d는 폴리머가 경화된 상태의 타겟 기판(20)을 몰드 기판(10)으로부터 분리하는 상태를 나타낸다.
- [0048] 도 2e는 타겟 기판(20) 상에 타겟 금속 패턴(22)이 전사된 모습을 보이는 것으로서, 금속 나노 패턴 구조체(13) 상에 도금되었던 타겟 금속 패턴(22)이 상기 금속 나노 패턴 구조체(13)에 잔류함이 없이 타겟 기판(20) 상으로 완전히 전사되는 것을 나타내고 있다.
- [0049] 다음으로, 도 2f는 몰드 기판(10)을 음극으로 이용하여 도금조 안에서 임베드된 패턴 구조체(13) 상에 선택적으로 상기 패턴 구조체(13) 위에서만 이온이 환원되는 이중 재료를 이용하여 도금하는 과정으로서, 도 2b의 과정

을 반복하는 것이다. 즉, 본 발명은 한번 사용된 몰드(10)에 대해서 다시 이종재료를 도금하여 반복적으로 전사 공정에 사용할 수 있게 한다.

[0050] 도 2g는 폴리머가 도포된 타겟 기관(20)을 상기 몰드 기관(10) 상에 덮은 상태로 열과 압력을 가하여 폴리머를 경화하는 과정을 다시 보인다. 즉, 도 2c의 과정을 반복하는 것이다.

[0051] 도 3a 내지 도 3d는 임베드된 패턴 구조체를 갖는 몰드의 다양한 형태를 보이고 있다.

[0052] 도 3a 내지 도 3d는 각각 임베드된 패턴 구조체(13)의 메쉬(mesh) 형태, 선어레이(line array) 형태, 육각형(hexagonal) 형태, 및 랜덤한 네트워크(network)로 배열된 형태를 보이는 것을 확인할 수 있다. 이상과 같이, 패턴 구조체(13)는 다양한 나노 패턴 및 구조체 형태로 임프린트용 회로 기관(11) 상에 임베드됨으로써, 후에 전사될 타겟 금속 패턴을 다양한 형태로 만들 수 있다.

[0053] 즉, 몰드 기관(10) 상에 임베드된 패턴 구조체(13)는 어닐링과 압력 혹은 압력을 가해주는 기관의 모양에 따라 패턴 구조체의 변형이 생길 수 있으며, 이 변형을 이용하여, 더 다양한 기하학적인 형상과 나노 사이즈의 갭 혹은 3차원의 금속 나노 패턴 구조체 및 패턴닝이 가능하다.

[0054] 도 4a 및 4b는 하이브리머(hybrimer) 재료의 임프린트용 회로 기관의 표면에 일부 임베드된 형태의 은(Ag) 나노 와이어 네트워크 구조체 패턴으로서의 패턴 구조체 및 상기 패턴 구조체의 표면에 타겟 금속 패턴으로서 니켈(Ni) 도금을 이용하여 니켈 나노 와이어 네트워크 패턴을 형성한 실시예를 보이고 있다.

[0055] 도 5a 및 5b는 임프린트용 회로 기관과는 다른 이종 폴리머 박막 위에서 상온에서 경화 후에 전사시킨 후 형성된 니켈 나노 와이어 네트워크 패턴을 보인다. 상기와 같이 형성된 패턴은 1k ohm/sq 미만의 면저항 값을 갖는다.

[0056] 도 6a 및 6b는 전사 공정 후에 몰드에 임베드된 상태로 사용되었던 은 나노 와이어 네트워크 구조체 패턴의 형상이 유지된 것으로 확인된 것을 볼 수 있다. 도 6a 및 6b에서 구조체 패턴을 제외하고 몰드에 남아 있는 것은 전사 공정에 사용된 이종 폴리머를 나타낸다. 상기 이종 폴리머는 간단한 처리를 통해 제거 가능할 수 있다.

[0057] 도 7a 및 7b는 나노 와이어 구조체 패턴이 임베드되지 않은 상태의 몰드를 이용하여 타겟 금속 패턴을 전사한 후의 몰드 기관의 표면 및 타겟 기관에 전사된 Ni 패턴 구조체의 형태를 각각 보인다.

[0058] 도 7a에서는 은 나노와이어 네트워크 구조체 패턴이 전사공정 이후 몰드에서 뜯겨져 나간 것을 확인할 수 있다. 한편, 도 7b에서는 전사된 타겟 기관인 폴리머의 표면에 타겟 금속 패턴으로서의 니켈 나노와이어 네트워크 구조체 패턴 및 패턴 구조체로서의 은 나노와이어 구조체가 함께 뜯겨져 나온 것을 확인할 수 있다.

[0059] 상기와 같이, 나노 와이어 구조체 패턴이 임베드되지 않은 상태의 PDMS 필름을 전사 공정의 몰드 기관으로 이용하는 경우에, 구조체 패턴이 전사공정 이후 몰드 기관으로부터 이탈되어짐으로써 품질이 저하되어 다시 재활용을 할 수 없는 문제점이 생기는 것을 확인할 수 있다. 전사된 폴리머 표면에 니켈 나노와이어 네트워크 구조체 패턴과 은 나노와이어 구조체가 같이 뜯겨져 나온 것을 확인할 수 있다.

[0060] 상술한 바와 같이, 본 발명은 임베드된 나노 금속 구조체의 패턴을 이용하므로 나노 스케일의 패턴이 가능하고, 임베드된 기관 자체가 나노 금속 구조체를 보호하고 유지시키므로 전사하기 위한 이중층을 형성할 필요가 없다는 장점이 있다.

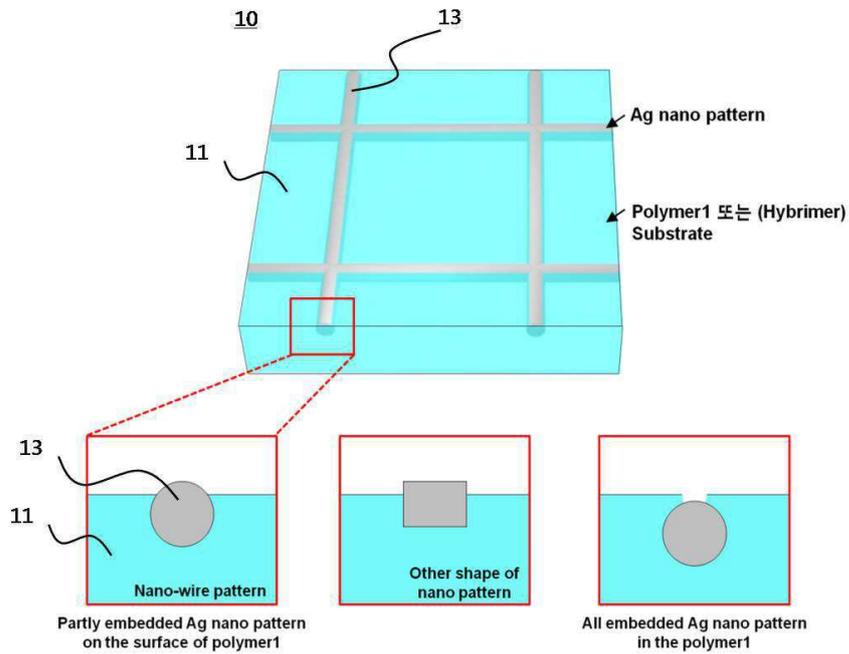
[0061] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니한다. 즉, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정의 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

부호의 설명

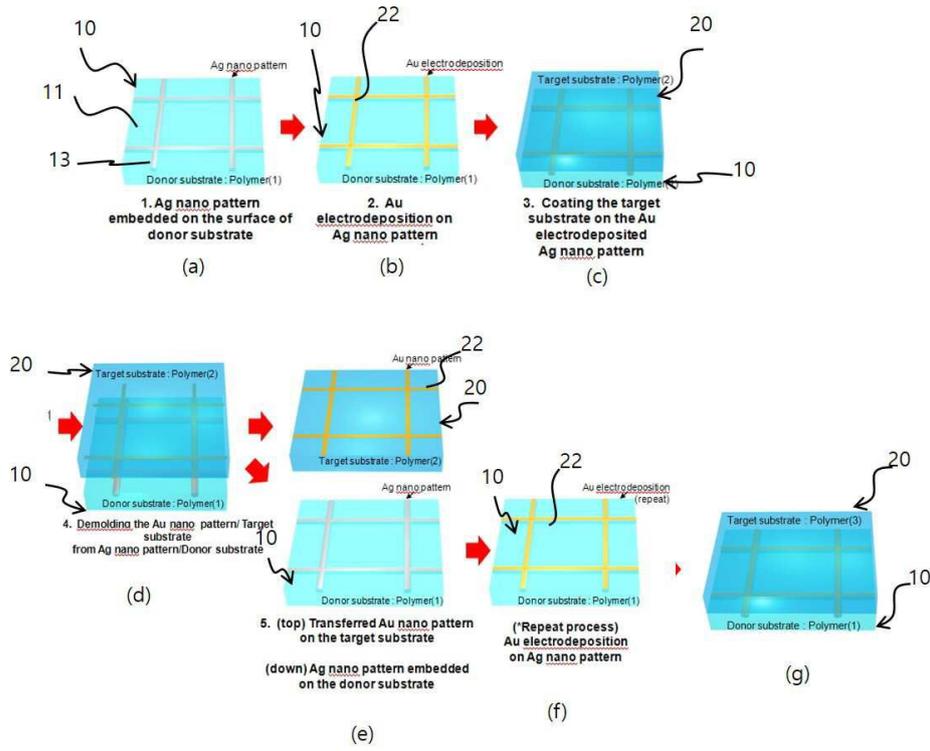
- 10 : 몰드 기판
- 11 : 임프린트용 회로 기판
- 13 : 금속 나노 패턴 구조체
- 20 : 타겟 기판
- 22 : 타겟 금속 패턴

도면

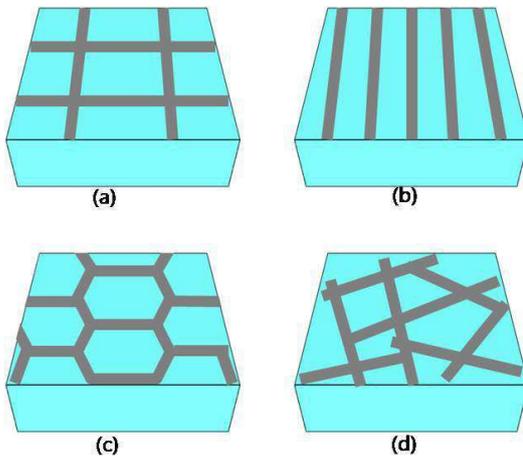
도면1



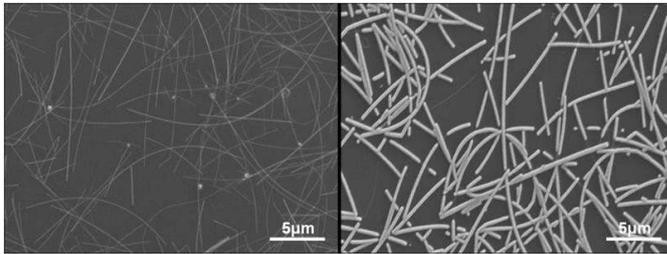
도면2



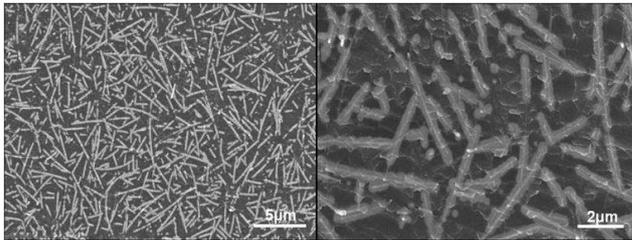
도면3



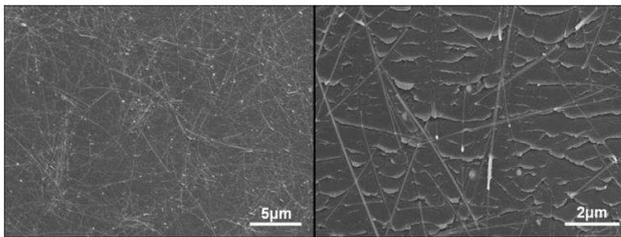
도면4



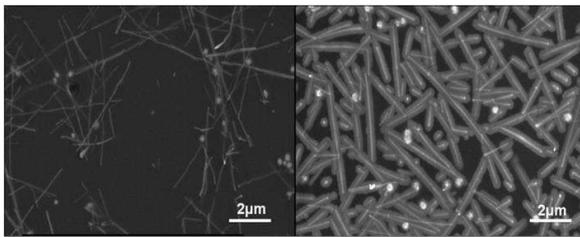
도면5



도면6



도면7



(a)

(b)