



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

(45) 공고일자 2013년03월11일  
 (11) 등록번호 10-1241964  
 (24) 등록일자 2013년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B41M 5/03* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0060650(분할)

(22) 출원일자 2012년06월05일

심사청구일자 2012년06월05일

(62) 원출원 특허 10-2012-0015041

원출원일자 2012년02월14일

심사청구일자 2012년02월14일

(56) 선행기술조사문헌

JP2011090907 A

KR1020120028904 A

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

김광섭

대전광역시 유성구 어은로 57 한빛아파트  
 120-1003

장봉균

대전광역시 유성구 가정북로 156

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김종관, 박창희, 권오식

전체 청구항 수 : 총 4 항

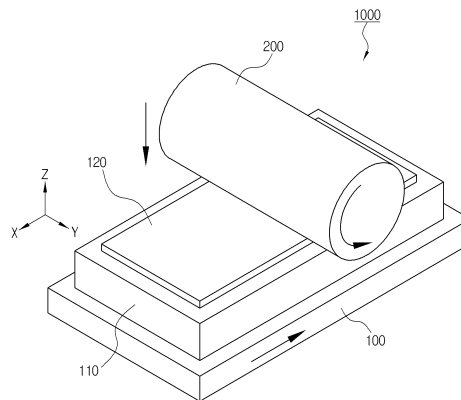
심사관 : 강병섭

(54) 발명의 명칭 **관상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 관상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기관상에 증착 또는 전사된 2차원 구조를 갖는 나노박막을 롤러 또는 슬라이더로 가압하여 나노박막과 기관사이를 강하고 균일하게 접촉시킴으로써 나노박막의 전기적, 기계적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 관상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치 및 방법에 관한 것이다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자

**최현주**

대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트 201동 603호

**황보윤**

대전광역시 유성구 가정북로 156 한국기계연구원 메카트로닉스 연구동 119호

**이승모**

대전광역시 유성구 노은서로100번길 5

**김상민**

대구광역시 수성구 효행로 24 럭키골든아파트 6-207

**김재현**

대전광역시 유성구 어은로 57 한빛아파트 127동 208호

**이학주**

대전광역시 서구 대덕대로 415 상아아파트 102-807

**김경식**

대전광역시 유성구 봉산로32번길 21

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	M02120
부처명	지식경제부
연구사업명	지경부-국가연구개발사업(II)
연구과제명	유연 나노박막용 대면적 전사 및 연속 생산시스템 기술 개발(2단계 1/3)
주관기관	한국기계연구원
연구기간	2011.06.01 ~ 2012.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NM7110
부처명	교육과학기술부
연구사업명	교과부-국가연구개발사업(I)
연구과제명	10nm급 측정 원천기술개발 (4/4)
주관기관	한국기계연구원
연구기간	2011.04.01 ~ 2012.03.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

상면에 나노박막(120)이 형성된 기관(110)이 고정되어 X축 방향으로 이동되도록 형성되는 이송 스테이지(100); 및  
 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 회전되도록 형성되어, 상기 나노박막(120)을 기관(110)에 밀착시키는 가압 롤러(200); 를 포함하여 이루어지며,  
 상기 가압 롤러(200)의 외주면은 2층 이상의 코팅층이 형성되는 것을 특징으로 하는 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제1항에 있어서,  
 상기 이송 스테이지(100)는 고정되고,  
 상기 가압 롤러(200)는 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 X축 방향으로 이동 가능하도록 형성되어, 상기 나노박막(120)을 기관(110)에 밀착시키는 실린더형 슬라이더(200a)인 것을 특징으로 하는 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,  
 상기 이송 스테이지(100)는 고정되고,  
 상기 가압 롤러(200)는 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 X축 및 Y축 방향으로 이동 가능하도록 형성되어, 상기 나노박막(120)을 기관(110)에 밀착시키는 구형 슬라이더(200b)인 것을 특징으로 하는 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,  
 상기 기관(110) 및 나노박막(120)을 가열하기 위한 가열수단(300)이 구비되는 것을 특징으로 하는 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기관상에 증착 또는 전사된 2차원 구조를 갖는 나노박막을 롤러 또는 슬라이더로 가압하여 나노박막과 기관사이를 강하고 균일하게 접촉시킴으로써 나노박막의 전기적, 기계적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0002] 판상형 나노박막은 그래핀(graphene), 이황화 몰리브덴(MoS<sub>2</sub>), 이 셀레늄 니오비움(NbSe<sub>2</sub>) 또는 hexagonal-BN(h-BN) 등의 2차원 구조를 갖는 나노박막이다.
- [0003] 그리고 판상형 나노박막은 두께가 얇아 유연하며, 투광성이 우수하다. 그리고 두께에 따라 전기적, 열적, 기계적 또는 광학적 특성이 달라지며, 2차원 구조를 갖는 나노박막은 기판 또는 다른 소재의 표면에 반데르발스 힘에 의해 물리적으로 결합된다.
- [0004] 이러한 판상형 나노박막은 기판에 기계적 박리, 화학기상증착(CVD; Chemical Vapor Deposition), 에피택셜성장(epitaxial growth), 플라즈마 CVD 등 종래에 알려진 다양한 방법으로 합성될 수 있다. 그리고 나노박막이 성장된 금속 촉매를 용액을 이용하여 에칭한 후 원하는 기판에 전사하는 습식전사 또는 나노박막을 열박리 테이프 등을 이용하여 원하는 기판에 전사하는 건식전사 방법을 이용하여 10nm 이하 두께의 나노박막을 원하는 기판 위에 전사할 수 있다.
- [0005] 또한, 액상 분산기술을 이용한 코팅방법(딥코팅, 프린팅, 스크린프린팅, 스프레이코팅, 그라비아코팅, 스핀코팅, 롤코팅, 롤-투-롤 코팅) 등을 이용할 수도 있다.
- [0006] 이러한 나노박막을 기판에 전사시키는 종래기술로 한국공개특허(10-2011-0042023)인 "그래핀의 롤투롤 전사방법, 그래핀의 롤투롤 전사 장치 및 그래핀 롤"이 있다.
- [0007] 이는 도 1과 같이 그래핀층(20)이 형성된 기재(10)와 제1유연성기재(31)를 적층하여 적층체(50)를 형성하고, 이 적층체(50)를 에칭 용액(60) 내로 함침시켜 통과되도록 하여, 적층체(50)로부터 기재(10)를 제거하여 그래핀층(20)을 제1유연성기재(31) 상에 전사되도록 하는 습식전사 방법 및 제1유연성기재(31) 상에 전사된 그래핀층(20)을 롤러에 의해 제2유연성기재(32) 상에 전사되도록 하는 롤투롤 전사 방법에 대한 것이다.
- [0008] 여기에서 나노박막을 이용한 박막표시소자, 박막태양전지, 박막유기전계발광소자, 발광디스플레이, 마이크로 공진기, 트랜지스터, 센서, 이차전지 또는 복합재료 등에서는 나노박막과 기판 사이의 접착력이 매우 중요하다. 즉, 공정 중이나 제품의 사용 중에 기판에 전사된 나노박막이 기판에서 분리(박리)되면 추후 공정을 진행할 수 없고, 제품으로서의 기능을 할 수 없으며, 제품의 전기적, 기계적, 광학적 성능이 달라질 수 있으므로 나노박막과 기판 사이의 강하면서도 균일한 접착 특성을 유지해야 한다.
- [0009] 그런데 상기와 같은 방법으로 그래핀과 같은 나노박막을 기판에 전사되도록 하면 기판의 표면조도로 인해 나노박막과 기판 사이가 밀착되지 않는 부분이 존재하게 된다. 즉, 기판의 표면조도가 큰 경우에 나노박막이 기판 표면에 균일하게 접촉되지 않고 기판 표면의 돌기 윗부분에만 걸쳐있는 상태가 된다.
- [0010] 따라서, 동일한 소재의 기판이라 하더라도 기판의 표면조도(표면형상)에 따라 나노박막과 기판 사이의 접착력이 저하되고 나노박막/기판 적층체 제품의 전기적, 기계적 성능이 저하되는 문제점이 발생하게 된다.
- [0011]

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0012] (특허문헌 0001) KR 10-2011-0042023 A (2011.04.22.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 기판상에 증착 또는 전사된 2차원 구조를 갖는 나노박막을 롤러 또는 슬라이더로 가압하여 나노박막과 기판사이를 강하고 균일하게 접촉시킴으로써 나노박막의 전기적, 기계적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치는, 상면에 나노박막(120)이 형성된 기판(110)이 고정되어 X축 방향으로 이동되도록 형성되는 이송 스테이지(100); 및 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 일정거리 이격되어 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 회전되도록 형성되는 가압 롤러(200); 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 가압 롤러(200)의 외주면은 2층 이상의 코팅층이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 이송 스테이지(100)는 고정되고, 상기 가압 롤러(200)는 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 일정거리 이격되어 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 X축 방향으로 이동 가능한 실린더형 슬라이더(200a)인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 이송 스테이지(100)는 고정되고,
- [0018] 상기 가압 롤러(200)는 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 일정거리 이격되어 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 X축 및 Y축 방향으로 이동 가능한 구형 슬라이더(200b)인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 기판(110) 및 나노박막(120)을 가열하기 위한 가열수단(300)이 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 그리고 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치는 상면에 나노박막(120)이 형성된 기판(110)이 X축 방향으로 이동되도록 형성되는 별도의 이송수단; 및 상기 기판(110)의 상측 및 하측으로 각각 일정거리 이격되어 구비되며, Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 회전되도록 형성되는 상부 롤러(210) 및 하부 롤러(220); 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 상부 롤러(210)의 외주면은 2층 이상의 코팅층이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한, 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치를 이용한 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 방법에 있어서, 상면에 나노박막(120)이 형성된 기판(110)을 공급하는 단계(S10); 상기 가압 롤러(200), 상부 롤러(210) 및 하부 롤러(220), 실린더형 슬라이더(200a) 또는 구형 슬라이더(200b)를 Z축 방향으로 이동시켜 상기 나노박막(120)과 접촉시키고 가압하는 단계(S20); 및 상기 나노박막(120)이 형성된 기판(110)과 가압 롤러(200), 상부 롤러(210) 및 하부 롤러(220), 실린더형 슬라이더(200a) 또는 구형 슬라이더(200b)의 상대운동에 의해 상기 나노박막(120)을 상기 기판(110)에 압착하는 단계(S30); 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 S10단계 이전에 상기 기판(110)과 나노박막(120) 사이에 평탄화층(130)이 코팅 및 압착되는 단계(S00)가 더 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 상기 S10단계와 S20단계 사이에는 상기 기판(110)과 나노박막(120)을 가열하는 단계(S15)가 더 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한, 상기 S20단계 및 S30단계에서 상기 기판(110)과 나노박막(120)의 가압 압력은 10kPa 내지 400MPa인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 상기 나노박막(120)은 한 층의 두께가 3nm 이하이거나, 여러 층이 쌓여 만들어진 두께 50nm 이하의 다층 나노박막이며, 상기 다층 나노박막은 한 종류 이상의 2차원 재료가 쌓여져 이루어지는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치 및 방법은, 기판상에 증착 또는 전사된 2차원 구조를 갖는 나노박막을 롤러 또는 슬라이더로 가압하여 나노박막과 기판사이를 강하고 균일하게 접촉시킴으로써 나노박막의 전기적, 기계적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 종래의 그래핀(나노박막) 전사 방법을 나타낸 개략도.

도 2 및 도 3은 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치의 제1실시예를 나타낸 사시도 및 우측면도.

도 4 내지 도 6은 본 발명의 제2,3,4실시예를 나타낸 측면도 및 사시도.

도 7은 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 방법을 나타낸 단계도.

도 8은 본 발명에 따른 기판과 나노박막의 압착전 및 압착후의 접촉 상태를 나타낸 단면도.

도 9는 본 발명에 따른 평탄화층이 개재되어 코팅된 상태를 나타낸 단면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0029] 이하, 상기한 바와 같은 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치 및 방법을 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0030] 도 2 및 도 3은 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치의 제1실시예를 나타낸 사시도 및 우측면도이다.
- [0031] 도시된 바와 같이 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기판 사이의 신뢰성 향상 장치(1000)는, 상면에 나노박막(120)이 형성된 기판(110)이 고정되어 X축 방향으로 이동되도록 형성되는 이송 스테이지(100); 및 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 일정거리 이격되어 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 회전되도록 형성되는 가압 롤러(200); 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 우선, 상기 이송 스테이지(100)는 X축 방향으로 이동 가능하도록 형성되며, 상기 이송 스테이지(100)는 상면에 기판(110)이 안착되어 고정될 수 있도록 형성된다. 그리고 상기 기판(110)은 상면에 나노박막(120)이 형성된 상태로 상기 이송 스테이지(100)에 고정된다.
- [0033] 여기에서 상기 기판(110)은 규소(Si), 산화규소(SiO<sub>2</sub>/Si), 유리(glass), 사파이어, 운모(Mica), 금속, PET(Polyethylene terephthalate), 포토레지스트, 전도성 폴리머, 아크릴계 화합물 등의 폴리머 등이 사용될 수 있으며, 이외에도 다양한 재질로 이루어질 수 있다.
- [0034] 그리고 상기 나노박막(120)은 판상형으로 이루어지는 그래핀(graphene), 이황화 몰리브덴(MoS<sub>2</sub>), 이 셀레늄 니오비움(NbSe<sub>2</sub>) 또는 hexagonal-BN(h-BN) 등의 2차원 구조를 갖는 나노박막이고, 상기 나노박막(120)은 한 층의 두께가 3nm 이하이거나, 여러 층이 쌓여 만들어진 다층 나노박막의 경우 두께 50nm 이하의 박막이며, 나노박막은 한 종류 또는 여러 종류의 2차원 재료가 쌓여져 이루어질 수도 있다.
- [0035] 또한, 상기 기판(110)상에 형성되는 나노박막(120)은 종래에 알려진 기계적 박리, 화학기상증착(CVD; Chemical Vapor Deposition), 에피택셜성장(epitaxial growth), 플라즈마 CVD, 습식전사, 건식전사, 액상 분산기술을 이용한 코팅방법(딥코팅, 프린팅, 스크린프린팅, 스프레이코팅, 그라비아코팅, 스핀코팅, 롤코팅, 롤-투-롤 코팅) 등을 이용하여 기판(110)위에 형성될 수 있다.
- [0036] 상기 가압 롤러(200)는 상기 이송 스테이지(100) 상면에 고정된 기판(110)의 상측에 일정거리 이격되게 구성된다. 이때, 상기 가압 롤러(200)는 Z축(상하) 방향으로의 위치조절이 가능하게 형성되어, 상기 기판(110)이 고정되기 전에 상측으로 이동된 상태에서 상기 기판(110)을 고정된 후 하측으로 이동하여 상기 기판(110) 또는 나노박막(120)에 밀착될 수 있도록 이루어진다. 즉, 상기 이송 스테이지(100)에 의해 기판(110)의 하측이 지지된 상태에서 상기 가압 롤러(200)에 의해 기판(110)에 나노박막(120)이 밀착될 수 있도록 구성된다.
- [0037] 또한, 상기 가압 롤러(200)는 Y축과 평행한 축인 가압 롤러(200)의 축을 중심으로 회전할 수 있도록 형성되어, 상기 가압 롤러(200)에 의해 기판(110)에 나노박막(120)이 밀착된 상태에서 이송 스테이지(100)가 X축 방향으로 이송되면 상기 가압 롤러(200)가 회전되어 상기 나노박막(120)을 상기 기판(110)에 밀착되도록 할 수 있다. 이때, 상기 가압 롤러(200)가 회전되므로 상기 가압 롤러(200)와 나노박막(120) 사이에는 마찰력이 작용하지 않아 상기 나노박막(120)이 손상되지 않고 원활하게 기판(110)에 밀착될 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 가압 롤러(200)는 가압하는 하중을 조절할 수 있도록 형성되어, 상기 나노박막(120)을 상기 기판(110)에 밀착시킬 때 단위 면적당 누르는 힘(압력)을 적절하게 조절할 수 있다. 즉, 기판(110)의 두께가 달라지더라도 연속적으로 동일한 압력으로 가압되도록 접촉 압력을 능동적으로 제어할 수 있으며, 도시되진 않았으나 상기 가압 롤러(200)의 중심축에 결합되도록 별도의 하중제어부를 구성하여 나노박막(120)을 가압하는 정도를 조절할 수 있다.



- [0039] 이와 같이 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치는, 기관상에 증착 또는 전사된 2차원 구조를 갖는 나노박막을 롤러로 가압하여 나노박막과 기관사이를 강하고 균일하게 접촉시킴으로써 나노박막이 기관의 표면조도에 의해 들떠있는 부분이 제거되므로 전기적, 기계적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0040] 그리고 상기 이송 스테이지(100)가 X축 방향으로 이동되고 상기 가압 롤러(200)는 X축 방향으로 고정된 상태이나, 상기 이송 스테이지(100)를 고정하고 상기 가압 롤러(200)를 회전시키면서 동시에 X축 방향으로 이동시켜 나노박막(120)을 기관(110)에 압착시킬 수도 있다.
- [0041] 또한, 상기 가압 롤러(200)는 상기 나노박막(120)이 달라붙지 않도록, 상기 나노박막(120)과 기관(110)의 사이의 접촉력(반데르발스 힘)이 상기 가압 롤러(200)와 나노박막(120) 사이의 접촉력 보다 커야한다. 그리고 상기 가압 롤러(200)의 재질은 경질 PDMS(hard PDMS) 또는 표면이 매끈한 유리(glass)나 석영(quartz)이 적합하다.
- [0042] 또한, 상기 가압 롤러(200)는 2층 이상의 다층 구조의 롤러를 사용할 수 있다. 롤러의 표면이 너무 경하면(단단하면) 롤러 전체에 균일한 압력을 가하기가 어렵고, 국부적으로 너무 큰 접촉압력이 가해진 영역에서는 나노박막이 손상될 수 있다. 반대로 롤러의 표면이 너무 무르면(소프트하면) 롤러의 변형으로 인해 원주 방향으로 인장 변형이 발생하여 롤러와 접촉한 나노박막에 균열이나 손상을 유발할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 상기 가압 롤러(200)의 외주면에 2층 이상의 코팅층이 형성된 롤러를 사용할 수 있다. 즉, 롤러의 바깥쪽 표면에는 원주 방향의 인장 변형을 최소화하기 위해 매우 경한 폴리머 재질의 제2코팅층(202)을 얇게 형성하고, 그 안쪽 층은 탄성계수가 작으면서(소프트하면서) 두께가 두꺼운 제1코팅층(201)을 형성함으로써 표면의 인장 변형은 적으면서 접촉압력을 균일하게 가할 수 있는 롤러를 설계할 수 있다. 나노박막의 강성, 기관의 표면 조도 및 강성에 따라 각 층의 소재 및 두께를 조절하여 공정에 적합한 롤러를 설계할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치(1000)의 제2실시예로 상기 이송 스테이지(100)는 고정되고, 상기 가압 롤러(200)는 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 일정거리 이격되어 구비되어 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 X축 방향으로 이동 가능한 실린더형 슬라이더(200a)일 수 있다.
- [0044] 이는 도 4와 같이 상기 가압 롤러(200) 대신 실린더형 슬라이더(200a)가 구성되는 것이며, 이때 상기 이송 스테이지(100)가 고정된 상태에서 상기 실린더형 슬라이더(200a)를 나노박막(120)에 밀착시키고 가압한 상태에서 회전되지 않는 상기 실린더형 슬라이더(200a)를 X축 방향으로 이동시켜 상기 나노박막(120)위를 상기 실린더형 슬라이더(200a)가 선접촉된 상태로 미끄러지면서 기관(110)에 상기 나노박막(120)이 밀착되도록 할 수 있다. 이때에도 역시 상기 실린더형 슬라이더(200a)를 고정된 상태에서 상기 이송 스테이지(100)를 X축 방향으로 이동시켜 나노박막(120)을 기관(110)에 압착시킬 수도 있다.
- [0045] 또한, 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치(1000)의 제3실시예로 도 5와 같이 실린더형 슬라이더(200a) 대신 Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 X축 및 Y축 방향으로 이동 가능한 구형 슬라이더(200b)가 사용될 수 있다. 이때, 상기 구형 슬라이더(200b)는 나노박막(120)과 접촉되는 부분이 특정한 곡률반경을 갖는 구형으로 형성되며, 이 곡률반경에 따라 하중을 조절하여 가압되는 압력을 조절할 수 있다. 그리고 상기 구형 슬라이더(200b)는 구형으로 형성되어 나노박막(120)에 점접촉되므로, X축 방향 및 Y축 방향으로의 순차적인 이동을 통해 전체 나노박막(120)의 면적에 대해 압착을 할 수 있다. 즉, ㄷ자 형태 등으로 XY평면을 상을 이동하여 상기 나노박막(120)위를 미끄러지면서 고르게 전체 나노박막(120)을 압착시킬 수 있다.
- [0046] 그러므로 상기 구형 슬라이더(200b)를 사용하여 나노박막(120)을 가압하면 상기 가압 롤러(200) 또는 실린더형 슬라이더(200a)를 사용하는 것에 비해 국부적인 접촉 압력을 높일 수 있어, 기관(110)과 나노박막(120)이 밀착되는 정도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0047] 또한, 상기 기관(110) 및 나노박막(120)을 가열하기 위한 가열수단(300)이 구비될 수 있다. 이때, 상기 가열수단(300)은 도 3 및 도 6과 같이 이송 스테이지(100) 또는 가압 롤러(200)의 내부에 구비되거나, 상기 이송 스테이지(100)의 상측에 형성되어 기관(110)이 직접 가열수단(300)과 접촉되도록 구성될 수 있다. 또한, 별도의 가열 롤러로 형성되어 나노박막(120)과 접촉되면서 기관(110)을 가열하도록 구성될 수도 있다.
- [0048] 이는 상기 기관(110)의 표면이 변형되기 쉽도록 가열하여, 롤러 또는 슬라이더로 기관(110)과 나노박막(120)을 압착하였을 때 기관(110) 표면에 형성된 나노스케일의 돌기(111)들이 눌러지도록 하여 보다 평평한 면을 얻을 수 있도록 하기 위함이다. 이때, 상기 기관(110)은 폴리머 재질의 기관인 경우에 가열을 통해 보다 유용하게 적용할 수 있다.

- [0049] 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치(1000)의 제4실시예로 도 6과 같이 상면에 나노박막(120)이 형성된 기관(110)이 X축 방향으로 이동되도록 형성되는 별도의 이송수단; 및 상기 기관(110)의 상측 및 하측으로 각각 일정거리 이격되어 구비되며, Z축 방향으로 이동 및 하중제어가 가능하고 회전되도록 형성되는 상부 롤러(210) 및 하부 롤러(220); 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0050] 이는, 상기와 같이 이송수단으로 나노박막(120)이 형성된 기관(110)을 이동시키면서 상하 양측에 가압 롤러(210,220)를 구성하여 회전되는 한 쌍의 롤러 사이를 통과시켜 압착시키면 상측에 구성되는 하나의 가압 롤러(200)를 사용하여 압착할 때와 동일한 효과를 얻을 수 있으며, 도시되진 않았지만 상기 이송수단을 공급물과 회수물로 구성하고 호일형태의 기관이 권취되면서 이동하도록 하면 연속적으로 기관(110)과 나노박막(120)을 압착시킬 수 있다.
- [0051] 그리고 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치를 이용한 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 방법에 있어서, 상면에 나노박막(120)이 형성된 기관(110)을 공급하는 단계(S10); 상기 가압 롤러(200), 상부 롤러(210) 및 하부 롤러(220), 실린더형 슬라이더(200a) 또는 구형 슬라이더(200b)를 Z축 방향으로 이동시켜 상기 나노박막(120)과 접촉시키고 가압하는 단계(S20); 및 상기 나노박막(120)이 형성된 기관(110)과 가압 롤러(200), 상부 롤러(210) 및 하부 롤러(220), 실린더형 슬라이더(200a) 또는 구형 슬라이더(200b)의 상대운동에 의해 상기 나노박막(120)을 상기 기관(110)에 압착하는 단계(S30); 를 거쳐 기관(110)상에 나노박막(120)이 밀착되도록 하여 나노박막과 기관 사이의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0052] 도 7은 본 발명의 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 방법을 나타낸 단계도이다.
- [0053] 우선, 상기 S10단계는 상면에 나노박막(120)이 형성된 기관을 이송 스테이지(100)에 설치하거나 별도의 이송수단을 이용하여 X축 방향으로 이동시켜 기관(110)과 나노박막(120)을 압착할 수 있는 초기 위치로 배치시키는 단계이다.
- [0054] 이후 S20단계에서 상기 가압 롤러(200), 상부 롤러(210) 및 하부 롤러(220), 실린더형 슬라이더(200a) 또는 구형 슬라이더(200b)를 Z축 방향으로 이동시켜 상기 나노박막(120)과 접촉시키고 가압을 하고, S30단계에서는 나노박막(120)이 형성된 전체면에 대하여 압착을 수행하여 기관(110)과 나노박막(120)이 밀착되도록 한다.
- [0055] 그리하여 도 8을 참조하면 상기 기관(110) 표면에 돌출된 미세한 나노스케일의 돌기(111)들에 의해 나노박막(120)의 일부가 들떠있는 부분이 밀착될 수 있다.
- [0056] 이때, 상기 S10단계 이전에 상기 기관(110)과 나노박막(120) 사이에 평탄화층(130)이 코팅되는 단계(S00)가 더 수행될 수 있다. 이는 도 9와 같이 상기 기관(110)의 표면은 미세한 나노스케일의 돌기(111)들이 돌출되어 있으므로, 기관(110) 상면에 폴리머 등을 스펀코팅 또는 바코팅을 이용하여 평탄화층(130)을 코팅하면 기관 표면의 조도를 낮출 수 있고 따라서 나노박막(120)을 전사할 때 나노스케일의 돌기 선단에서 발생하는 높은 접촉압력에 의한 나노박막의 결함 및 파괴를 저감시킬 수 있다.
- [0057] 또한, 상기 S10단계와 S20단계 사이에는 상기 기관(110)과 나노박막(120)을 가열하는 단계(S15)가 더 수행될 수 있다. 즉, 기관(110)과 나노박막(120)을 가압 및 압착하기 전에 가열수단(300)을 이용하여 온도를 상승시킴으로써 상기 기관(110)과 나노박막(120)의 접촉력을 향상시키고 표면조도를 감소시킬 수 있다. 이때, 가열하는 온도는 상온 내지 200℃가 바람직하다.
- [0058] 또한, 상기 S20단계 및 S30단계에서 상기 기관(110)과 나노박막(120)의 가압 압력은 10kPa 내지 400MPa일 수 있다. 즉, 나노박막(120)의 두께 및 기관(110)의 표면조도 등에 따라 적절한 접촉압력을 가하여 접촉력을 향상시킬 수 있다.
- [0059] 본 발명은 상기한 실시 예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

**부호의 설명**

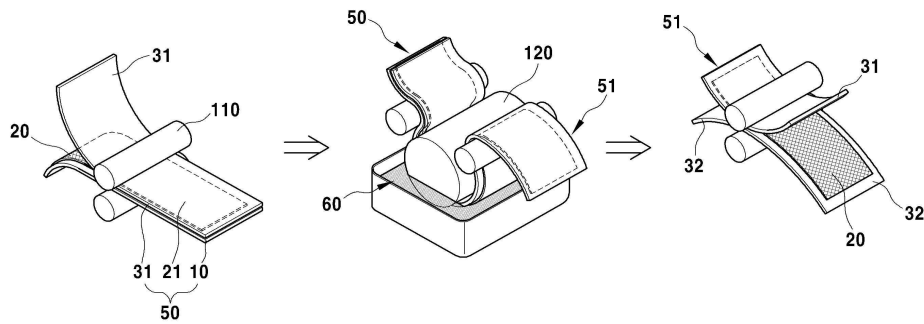
- [0060] 1000 : (본 발명의) 판상형 구조의 나노박막과 기관 사이의 신뢰성 향상 장치
- 100 : 이송 스테이지



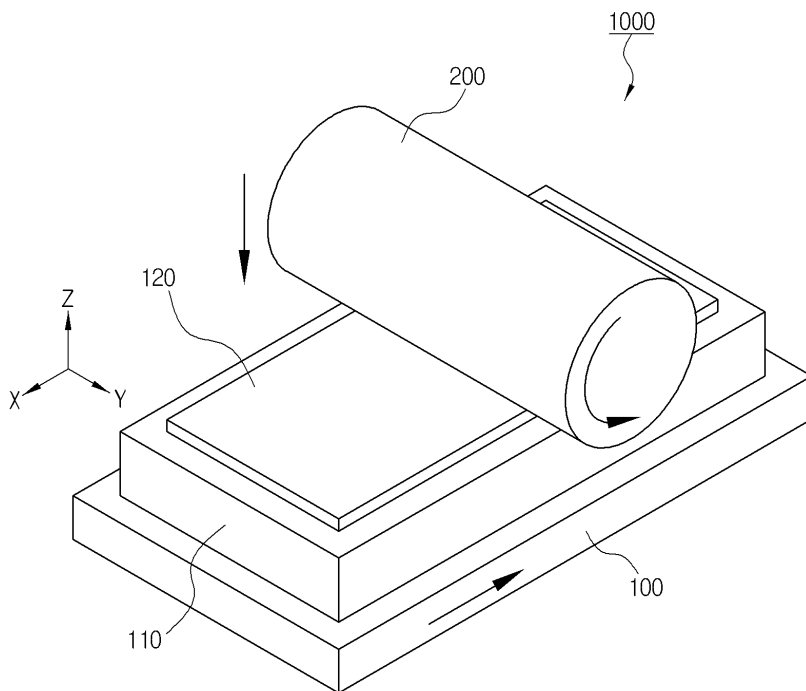
- 110 : 기판
- 120 : 나노박막
- 130 : 평탄화층
- 200 : 가압 롤러
- 201 : 제1코팅층
- 210 : 상부 롤러
- 220 : 하부 롤러
- 200a : 실린더형 슬라이더
- 200b : 구형 슬라이더
- 300 : 가열수단
- 111 : 돌기
- 202 : 제2코팅층
- 200b : 구형 슬라이더

**도면**

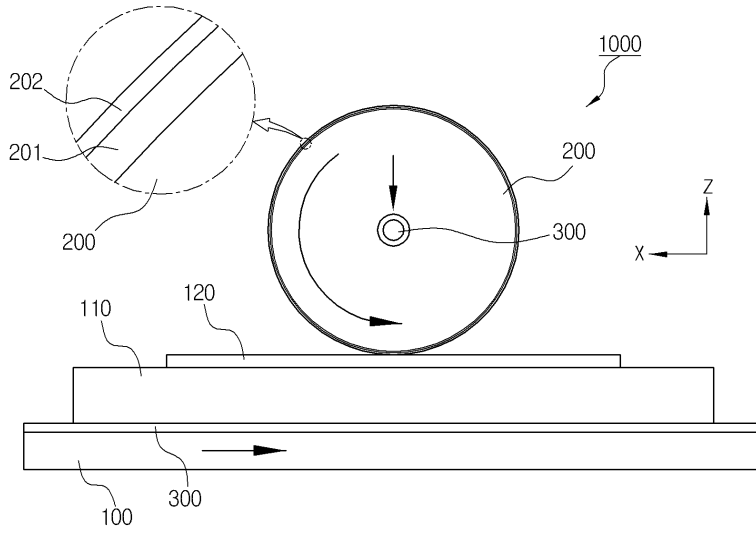
**도면1**



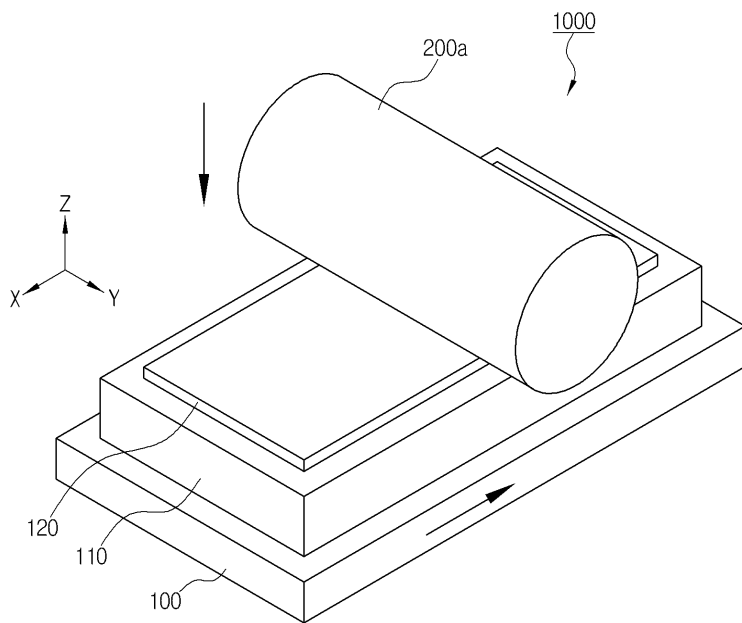
**도면2**



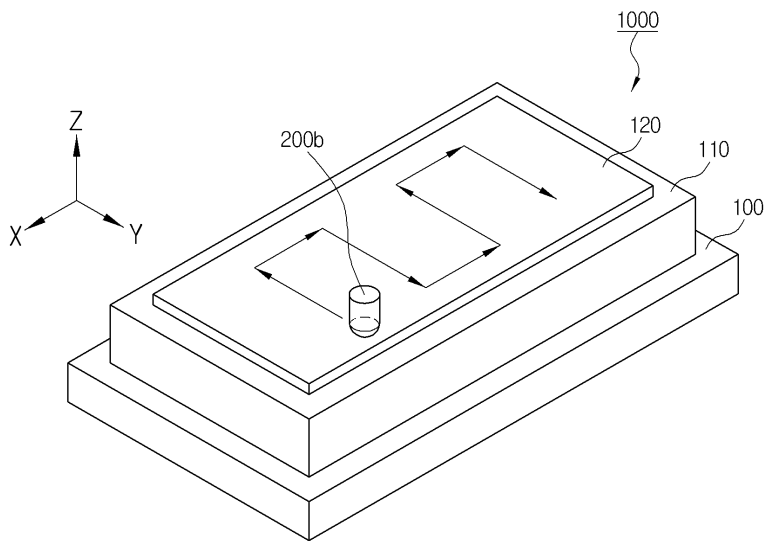
도면3



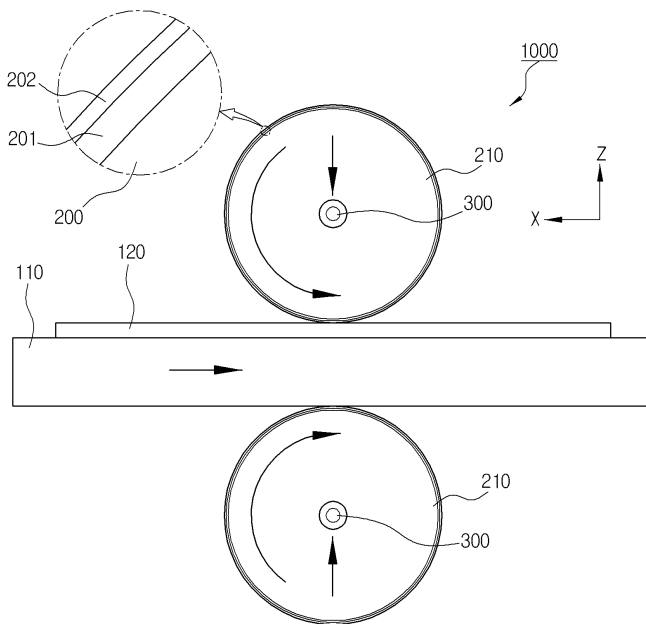
도면4



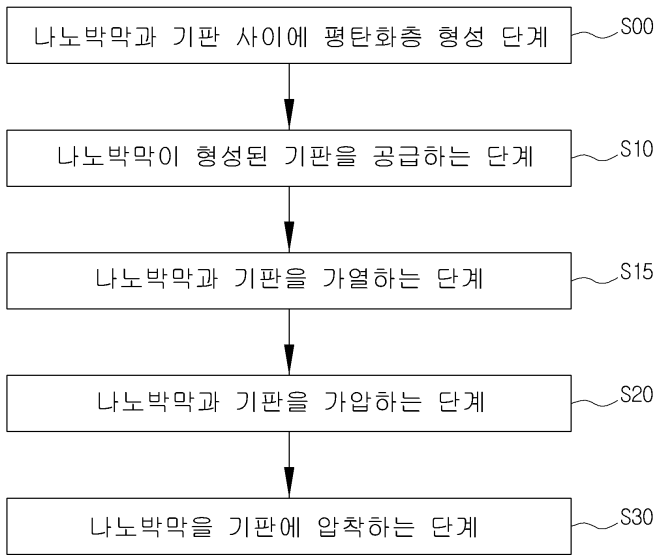
도면5



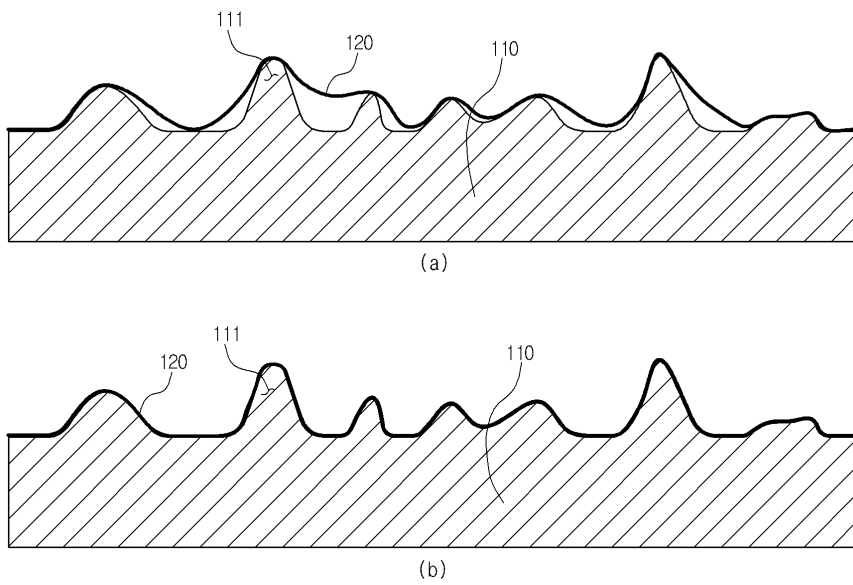
도면6



도면7



도면8



도면9

