



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월07일
 (11) 등록번호 10-1673031
 (24) 등록일자 2016년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 31/04 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
C01B 31/0469 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0108710
 (22) 출원일자 2015년07월31일
 심사청구일자 2015년07월31일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101262327 B1*
 US20060070704 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
그래핀스퀘어 주식회사
 서울특별시 금천구 벚꽃로 298, 제3층 제313호(가산동, 대륭포스트타워6차)
 (72) 발명자
김원수
 제주특별자치도 서귀포시 천제연로 239, 103동 303호
한정희
 서울특별시 금천구 금하로 816 523동 809호 (시흥동, 벽산5단지아파트)
홍병희
 경기도 수원시 장안구 화산로 85, 120동 1503호
 (74) 대리인
특허법인천문

전체 청구항 수 : 총 6 항

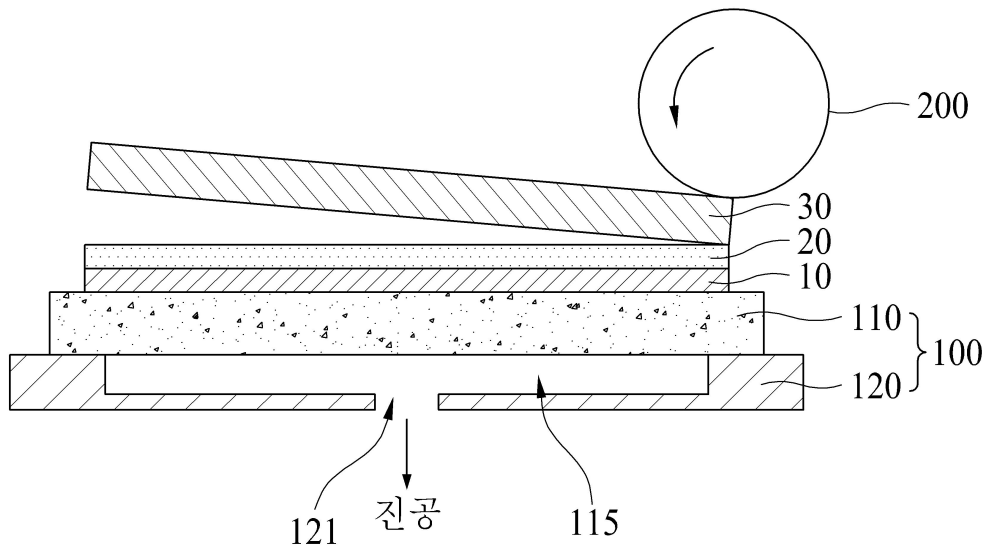
심사관 : 최문정

(54) 발명의 명칭 **그래핀 필름의 제조 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은, 베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물의 주름을 평탄화시키기 위한 주름 평탄화 수단; 및 상기 그래핀 필름 상에 제1 기판을 적층하기 위한 제1 적층 장비를 포함하여 이루어지고, 상기 주름 평탄화 수단은 상기 베이스 기재와 접촉한 상태에서 상기 베이스 기재를 진공 흡착하도록 구비되어 있는 그래핀 필름의 제조 장치 및 그를 이용한 그래핀 필름의 제조 방법을 제공한다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10044410

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 그래핀 소재 · 부품기술개발사업

연구과제명 900x1600 mm2급 대면적 1 nm이하 초박막 그래핀 합성기술 및 그래핀 유연 터치패널 상용화

기여율 1/1

주관기관 한화테크윈주식회사

연구기간 2013.05.01 ~ 2019.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물의 주름을 평탄화시키기 위한 주름 평탄화 수단;

상기 그래핀 필름 상에 제1 기판을 적층하기 위해 구비되며, 상기 주름 평탄화 수단과 마주하고 있는 적층 물리를 포함한 제1 적층 장비; 및

상기 주름 평탄화 수단의 하면을 지지하면서 상기 적층 물리와 마주하는 지지 물리를 포함하여 이루어지고,

상기 적층 물리와 상기 주름 평탄화 수단 중 적어도 하나는 이동가능하도록 구비되어 있고,

상기 주름 평탄화 수단은 상기 베이스 기재와 접촉한 상태에서 상기 베이스 기재를 진공 흡착하도록 구비되어 있는 다공성 흡착 부재 및 상기 다공성 흡착 부재를 지지하는 지지 부재를 포함하여 이루어지고,

상기 다공성 흡착 부재와 상기 지지 부재 사이에 중공 공간이 마련되어 있고, 상기 중공 공간과 연통되는 진공 흡입구가 상기 지지 부재에 구비되어 있으며, 상기 진공 흡입구는 상기 지지 부재의 측면에 형성되어 있는 그래핀 필름의 제조 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물의 주름을 평탄화시키기 위한 주름 평탄화 수단; 및

상기 그래핀 필름 상에 제1 기판을 적층하기 위한 제1 적층 장비를 포함하여 이루어지고,

상기 주름 평탄화 수단은 상기 베이스 기재와 접촉한 상태에서 상기 베이스 기재를 진공 흡착하도록 구비되어 있는 다공성 흡착 부재 및 상기 다공성 흡착 부재를 지지하는 지지 부재를 포함하여 이루어지고,

상기 다공성 흡착 부재와 상기 지지 부재 사이에 중공 공간이 마련되어 있고, 상기 중공 공간과 연통되는 진공 흡입구가 상기 지지 부재에 구비되어 있으며,

상기 제1 적층 장비는 가스 주입구가 구비되어 있는 몸체, 및 상기 몸체와의 사이에 중공 공간이 마련되면서 상기 몸체와 연결되어 있는 가압 부재를 포함하여 이루어진 가압 기구로 이루어지고,

상기 가압 부재가 상기 가스 주입구를 통해 주입된 가스에 의해 팽창하여 상기 적층 구조물의 상면을 덮으면서 상기 적층 구조물을 가압하도록, 상기 가압 기구는 상기 주름 평탄화 수단과 마주하고 있는 그래핀 필름의 제조 장치.

청구항 7

베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물의 주름을 평탄화시키기 위한 주름 평탄화 수단; 및

상기 그래핀 필름 상에 제1 기판을 적층하기 위한 제1 적층 장비를 포함하여 이루어지고,

상기 주름 평탄화 수단은 상기 베이스 기재와 접촉한 상태에서 상기 베이스 기재를 진공 흡착하도록 구비되어 있는 다공성 흡착 부재 및 상기 다공성 흡착 부재를 지지하는 지지 부재를 포함하여 이루어지고,

상기 다공성 흡착 부재와 상기 지지 부재 사이에 중공 공간이 마련되어 있고,

상기 다공성 흡착 부재는 곡선형 구조로 이루어지고 상기 지지 부재는 상기 다공성 흡착 부재의 안쪽에 구비된 회전 구조체로 이루어짐으로써, 상기 주름 평탄화 수단은 회전하는 롤러 구조로 이루어진 그래핀 필름의 제조 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항, 제6항 및 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주름 평탄화 수단과 상기 제1 적층 장비의 전방에 배치되어 있고, 상기 베이스 기재 및 상기 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물을 공급하는 제1 공급 롤러;

상기 주름 평탄화 수단과 상기 제1 적층 장비의 전방에 배치되어 있고, 상기 제1 기판을 공급하는 제2 공급 롤러;

상기 주름 평탄화 수단과 상기 제1 적층 장비의 후방에 배치되어 있고, 상기 베이스 기재를 식각하기 위한 식각 장비;

상기 식각 장비의 후방에 배치되어 있고, 제2 기판을 공급하는 제3 공급 롤러;

상기 제3 공급 롤러에서 공급된 제2 기판을 상기 그래핀 필름 상에 적층하기 위한 제2 적층 장비; 및

상기 식각 장비의 후방에 배치되어 있고, 상기 제1 기판을 박리하기 위한 박리 롤러를 추가로 포함하여 이루어진 그래핀 필름의 제조 장치.

청구항 10

베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 공정; 및

상기 그래핀 필름 상에 제1 기판을 적층하는 공정을 포함하여 이루어지고,

상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 공정은 상기 베이스 기재를 진공 흡착하는 공정을 포함하여 이루어지고,

상기 베이스 기재를 진공 흡착하는 공정은 상기 베이스 기재와 접촉하는 다공성 흡착 부재를 이용하여 수행하고,

상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 공정 및 상기 제1 기판을 적층하는 공정은 상기 적층 구조물을 주름 평탄화 수단 상에 올려놓은 상태에서 연속 공정 또는 동시 공정으로 수행하는 그래핀 필름의 제조 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 제1 기판을 적층하는 공정 이후에,

상기 베이스 기재를 식각하여 제거하는 공정;

상기 베이스 기재가 제거된 그래핀 필름의 하면 상에 제2 기판을 적층하는 공정; 및

상기 그래핀 필름의 상면 상에 적층된 제1 기판을 분리하는 공정을 추가로 포함하여 이루어진 그래핀 필름의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 그래핀 필름의 제조 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 주름을 평탄화할 수 있는 그래핀 필름의 제조 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 탄소 원자들로 구성된 물질로서 풀러렌(fullerene), 탄소 나노 튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene), 및 흑연(graphite) 등이 알려져 있다. 그 중에서 그래핀(graphene)은 탄소 원자들이 2차원 상에서 벌집 모양의 배열을 이루고 있는 전도성 물질이다.

[0003] 이와 같은 그래핀은 구조적 및 화학적으로 매우 안정할 뿐 아니라 뛰어난 전도체로서 실리콘보다 빠르게 전자를 이동시킬 수 있고 구리보다 더 많은 전류를 흐르게 할 수 있는 것으로 보고되어 있다. 또한, 그래핀은 투명하고 나노 패턴으로의 가공이 용이한 장점이 있다. 따라서, 상기와 같은 장점이 있는 그래핀을 센서, 메모리 및 평판 디스플레이 장치에 적용하고자 하는 연구가 꾸준히 진행되고 있다.

[0004] 그래핀을 다양한 분야에 적용하기 위해서는 그래핀을 대량 합성하는 방법이 필요하다. 종래의 경우 흑연을 기계적으로 분쇄하여 용액 상에 분산시킨 후 자기조립 현상을 이용하여 박막의 그래핀 필름을 합성하는 방법이 있었지만, 그 경우 얻어진 그래핀 필름의 전기적 및 기계적 특성이 기대에 미치지 못하였다.

[0005] 이에 본 출원인은 화학 기상 증착법을 이용하여 금속 촉매 기재 상에 그래핀 필름을 합성하는 방법을 고안한 바 있고, 그를 이용하여 원하는 기판 상에 그래핀 필름을 형성하는 방법을 제시한 바 있다.

[0006] 도 1a 내지 도 1e는 본 출원인이 제시한 원하는 기판 상에 그래핀 필름을 형성하는 방법의 개략적인 공정도이다.

[0007] 우선, 도 1a에서 알 수 있듯이, 금속 촉매 기재(1)의 상면 상에 화학적 기상 증착법을 이용하여 그래핀 필름(2)을 증착한다.

[0008] 다음, 도 1b에서 알 수 있듯이, 상기 그래핀 필름(2)의 상면 상에 지지 기판(3)을 적층한다.

[0009] 다음, 도 1c에서 알 수 있듯이, 상기 그래핀 필름(2)의 하면에 형성되어 있는 금속 촉매 기재(1)를 식각하여 제거한다.

[0010] 다음, 도 1d에서 알 수 있듯이, 상기 금속 촉매 기재(1)가 제거된 그래핀 필름(2)의 하면 상에 원하는 목표 기판(4)을 적층한다.

[0011] 다음, 도 1e에서 알 수 있듯이, 상기 그래핀 필름(2)의 상면 상에 형성되어 있는 지지 기판(3)을 박리하여, 원하는 목표 기판(4) 상에 형성된 그래핀 필름(2)을 얻는다.

[0012] 이와 같은 도 1a 내지 도 1e에 따른 방법의 경우 화학적 기상 증착법을 이용한 그래핀 필름(2)의 증착 공정, 금속 촉매 기재(1)의 식각 공정, 목표 기판(4)의 적층 공정 및 지지 기판(3)의 분리 공정을 통해서, 최종적으로 원하는 목표 기판(4) 상에 그래핀 필름(2)을 형성할 수 있다.

[0013] 이와 같은 방법은 금속 촉매 기재(1) 상에 그래핀 필름(2)을 증착하는 공정을 필수적으로 포함하고 있는데, 그

로 인해서 다음과 같은 문제점이 발생할 수 있다.

- [0014] 도 1a의 화살표로 인출된 확대도에서 알 수 있듯이, 금속 촉매 기재(1) 상에 그래핀 필름(2)을 증착한 이후에 상기 금속 촉매 기재(1)와 그래핀 필름(2)의 적층 구조물에 주름이 발생하는 문제가 있다. 상기 금속 촉매 기재(1)에 이미 주름이 발생한 상태에서 상기 그래핀 필름(2)을 증착함으로써 주름이 있는 적층 구조물이 얻어질 수도 있고, 고온에서 상기 그래핀 필름(2)을 증착하는 과정 또는 증착 후 취급하는 과정에서 상기 금속 촉매 기재(1)에 주름이 발생함으로써 주름이 있는 적층 구조물이 얻어질 수 있다.
- [0015] 상기 금속 촉매 기재(1)와 그래핀 필름(2)의 적층 구조물에 주름이 발생하게 되면, 도 1c의 화살표로 인출된 확대도에서 알 수 있듯이, 그래핀 필름(2)의 하면에 형성되어 있는 금속 촉매 기재(1)를 식각하여 제거한 이후에 상기 그래핀 필름(2)에 보이드(void) 결함 영역(2a)이 생기거나 또는 그래핀이 겹쳐져 두께가 균일하지 못한 겹침 결함 영역(2b)이 생기게 된다. 그에 따라, 도 1e의 화살표로 인출된 확대도에서 알 수 있듯이, 최종적으로 얻은 목표 기관(4) 상에 형성된 그래핀 필름(2)에 보이드(void) 결함 영역(2a) 또는 겹침 결함 영역(2b)이 잔존하게 된다.
- [0016] 이와 같이 그래핀 필름(2)에 보이드(void) 결함 영역(2a) 또는 겹침 결함 영역(2b)이 잔존하게 되면, 균일한 그래핀 필름의 형성이 곤란해지며, 상기 그래핀 필름(2)이 적용되는 소자의 면저항 특성이 저하되고 또한 상기 보이드 결함 영역(2a)을 통한 산소 또는 수분 침투로 인해서 소자의 신뢰성이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 전술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로서, 본 발명은 그래핀 필름을 증착한 이후 그래핀 필름의 주름을 평탄화시킴으로써 최종적으로 얻어지는 그래핀 필름에 보이드 결함 영역 또는 겹침 결함 영역의 발생을 방지할 수 있는 균일하게 형성되어지는 그래핀 필름의 제조 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0018] 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위해서, 베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물의 주름을 평탄화시키기 위한 주름 평탄화 수단; 및 상기 그래핀 필름 상에 제1 기관을 적층하기 위한 제1 적층 장비를 포함하여 이루어지고, 상기 주름 평탄화 수단은 상기 베이스 기재와 접촉한 상태에서 상기 베이스 기재를 진공 흡착하도록 구비되어 있는 그래핀 필름의 제조 장치를 제공한다.
- [0019] 상기 주름 평탄화 수단은 상기 베이스 기재와 접촉하는 다공성 흡착 부재를 포함하여 이루어질 수 있다. 또한, 상기 주름 평탄화 수단은 상기 다공성 흡착 부재를 지지하는 지지 부재를 추가로 포함하고, 상기 다공성 흡착 부재와 상기 지지 부재 사이에 중공 공간이 마련되어 있고, 상기 중공 공간과 연통되는 진공 흡입구가 상기 지지 부재에 구비될 수 있다.
- [0020] 상기 제1 적층 장비는 상기 주름 평탄화 수단과 마주하고 있는 적층 롤러를 포함하여 이루어지고, 상기 적층 롤러와 상기 주름 평탄화 수단 중 적어도 하나는 이동가능하도록 구비될 수 있다. 또한, 상기 주름 평탄화 수단의 하면을 지지하면서 상기 적층 롤러와 마주하는 지지 롤러를 추가로 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 제1 적층 장비는 가스 주입구가 구비되어 있는 몸체, 및 상기 몸체와의 사이에 중공 공간이 마련되면서 상기 몸체와 연결되어 있는 가압 부재를 포함하여 이루어진 가압 기구로 이루어지고, 상기 가압 기구는 상기 주름 평탄화 수단과 마주하도록 배치될 수 있다.
- [0022] 상기 주름 평탄화 수단은 회전하는 롤러 구조로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 주름 평탄화 수단은 곡선형 구조의 다공성 흡착 부재 및 상기 다공성 흡착 부재와 연결된 지지 부재를 포함하고, 상기 지지 부재는 상기 다공성 흡착 부재의 안쪽에 구비된 회전 구조체로 이루어질 수 있다.
- [0023] 상기 주름 평탄화 수단과 상기 제1 적층 장비의 전방에 배치되어 있고, 상기 베이스 기재 및 상기 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물을 공급하는 제1 공급 롤러; 상기 주름 평탄화 수단과 상기 제1 적층 장비의 전방에 배치되어 있고, 상기 제1 기관을 공급하는 제2 공급 롤러; 상기 주름 평탄화 수단과 상기 제1 적층 장비의 후방에 배치되어 있고, 상기 베이스 기재를 식각하기 위한 식각 장비; 상기 식각 장비의 후방에 배치되어 있고, 제2 기관을 공급하는 제3 공급 롤러; 상기 제3 공급 롤러에서 공급된 제2 기관을 상기 그래핀 필름 상에 적층하기 위

한 제2 적층 장비; 및 상기 식각 장비의 후방에 배치되어 있고, 상기 제1 기판을 박리하기 위한 박리 롤러를 추가로 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명은 또한, 베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 공정; 및 상기 그래핀 필름 상에 제1 기판을 적층하는 공정을 포함하여 이루어지고, 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 공정은 상기 베이스 기재를 진공 흡착하는 공정을 포함하여 이루어진 그래핀 필름의 제조 방법을 제공한다.

[0025] 상기 베이스 기재를 진공 흡착하는 공정은 상기 베이스 기재와 접촉하는 다공성 흡착 부재를 이용하여 수행할 수 있다.

[0026] 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 공정 및 상기 제1 기판을 적층하는 공정은 상기 적층 구조물을 주름 평탄화 수단 상에 올려놓은 상태에서 연속 공정으로 수행할 수 있다.

[0027] 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 공정 및 상기 제1 기판을 적층하는 공정은 상기 적층 구조물을 주름 평탄화 수단 상에 올려놓은 상태에서 동시에 수행할 수 있다.

[0028] 상기 제1 기판을 적층하는 공정 이후에, 상기 베이스 기재를 식각하여 제거하는 공정; 상기 베이스 기재가 제거된 그래핀 필름의 하면 상에 제2 기판을 적층하는 공정; 및 상기 그래핀 필름의 상면 상에 적층된 제1 기판을 분리하는 공정을 추가로 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 베이스 기재 및 상기 베이스 기재 상에 적층된 그래핀 필름을 포함한 적층 구조물을 진공 흡착하는 공정을 통해서 그 주름을 평탄화시킬 수 있고, 특히, 다공성 흡착 부재를 이용하여 상기 진공 흡착 공정을 수행함으로써, 최종적으로 얻어지는 그래핀 필름에 보이드 결함 영역 또는 겹침 결함 영역의 발생을 방지할 수 있다. 그에 따라, 균일하게 형성되어지는 상기 그래핀 필름이 적용되는 소자의 면저항 특성 저하 및 신뢰성 저하 문제를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1a 내지 도 1e는 본 출원인이 제시한 원하는 기판 상에 그래핀 필름을 형성하는 방법의 개략적인 공정도이다.

도 2a 내지 도 2g는 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀 필름을 제조하는 방법의 개략적인 공정도이다.

도 3은 본 발명은 일 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀 필름의 제조 장치에 관한 것으로서, 이는 롤투롤(roll to roll) 방식에 관한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0032] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로

표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

- [0033] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0034] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0035] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0036] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0037] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0038] 이하, 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 상세히 설명하기로 한다.
- [0039] 도 2a 내지 도 2g는 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀 필름을 제조하는 방법의 개략적인 공정도이다.
- [0040] 우선, 도 2a에서 알 수 있듯이, 베이스 기재(10) 상에 그래핀 필름(20)을 형성한다.
- [0041] 상기 베이스 기재(10)는 상기 그래핀 필름(20)의 형성을 위한 촉매 재료로 이루어질 수 있다. 구체적으로 상기 베이스 기재(1)는 Ni, Co, Fe, Pt, Au, Al, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Rh, Si, Ta, Ti, W, U, V, Zr, 황동(brass), 청동(bronze), 백동(white brass), 스테인레스 스틸(stainless steel) 및 Ge로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 금속 또는 합금으로 이루어질 수 있다. 다만, 상기 베이스 기재(10)가 반드시 금속으로 이루어져야 하는 것은 아니고, 실리콘과 같은 비금속 재료로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 상기 비금속 재료 상에 전술한 금속 또는 합금의 촉매층이 추가로 적층될 수 있다.
- [0042] 상기 그래핀 필름(20)은 상기 베이스 기재(10)의 상면 상에 화학적 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition; CVD)을 이용하여 증착 형성할 수 있다. 구체적으로, 상기 그래핀 필름(20)은 일산화탄소, 이산화탄소, 메탄, 에탄, 에틸렌, 에탄올, 아세틸렌, 프로판, 부탄, 부타디엔, 펜탄, 펜텐, 사이클로펜타디엔, 헥산, 사이클로헥산, 벤젠, 또는 톨루엔 등과 같은 탄소 소스를 이용하여 당업계에 공지된 화학적 기상 증착법, 예를 들어, 금속 고온 화학 기상 증착법(Rapid Thermal Chemical Vapor Deposition; RTCVD), 유도결합 플라즈마 화학 기상 증착법(Inductively Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition; ICP-CVD), 저압 화학 기상 증착법(Low Pressure Chemical Vapor Deposition; LPCVD), 상압 화학 기상 증착법(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition; APCVD), 금속 유기 화학 기상 증착법(Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD) 또는 플라즈마 화학 기상 증착법(Plasma-enhanced chemical vapor deposition; PECVD)을 통해 형성할 수 있다.
- [0043] 상기 그래핀 필름(20)을 증착하기 이전에 상기 베이스 기재(10)에 주름이 형성되어 있거나 또는 상기 그래핀 필름(20)을 증착하는 공정 또는 증착 후 취급하는 공정 중에 상기 베이스 기재(10)에 주름이 형성됨으로써, 도 2a 공정을 거쳐 얻어진 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물에 주름이 발생할 수 있다. 이와 같은 주름은 후술하는 도 2b 및 도 2c와 같은 평탄화 공정을 거쳐 제거될 수 있다.
- [0044] 다음, 도 2b에서 알 수 있듯이, 주름 평탄화 수단(100) 상에 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물을 올려놓는다.
- [0045] 상기 주름 평탄화 수단(100)은 상기 그래핀 필름(20)과는 접촉하지 않고 상기 베이스 기재(10)와 접촉한 상태에서 상기 베이스 기재(10)를 진공 흡착시킴으로써 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시킨다. 이와 같은 주름 평탄화 수단(100)은 다공성 흡착 부재(110) 및 지지 부재(120)를 포함하여 이루어진다.
- [0046] 상기 다공성 흡착 부재(110)는 상기 적층 구조물의 하면과 접촉하여 상기 적층 구조물의 하면을 흡착할 수 있도록 구비된다. 상기 적층 구조물과 접촉하는 다공성 흡착 부재(110)의 상면은 평탄하게 형성되며, 그에 따라 진공 흡착 공정을 통해서 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시킬 수 있다. 상기 다공성 흡착 부재(110)는 세라믹 등과 같은 당업계에 공지된 다양한 다공성 물질을 이용할 수 있다. 상기 다공성 흡착 부재(110) 내의 복수의 흡은 상기 적층 구조물의 주름 평탄화에 적합하도록 그 크기 및 간격이 조절될 수 있다.

- [0047] 상기 지지 부재(120)는 상기 다공성 흡착 부재(110)를 지지하고 있다. 상기 지지 부재(120)와 상기 다공성 흡착 부재(110) 사이에는 중공(hollow) 공간(115)이 마련되어 있으며, 상기 중공 공간(115)은 상기 다공성 흡착 부재(110) 내의 복수의 홀과 연통되어 있다. 또한, 상기 지지 부재(120)에는 진공 흡입구(121)가 구비되어 있고, 상기 진공 흡입구(121)는 상기 중공 공간(115)과 연통되어 있다. 따라서, 상기 진공 흡입구(120)에서 진공 흡입이 이루어지면 상기 중공 공간(115) 및 그에 연통된 다공성 흡착 부재(110)의 복수의 홀을 통해 진공 흡착이 이루어지면서 상기 적층 구조물의 주름이 평탄화된다. 상기 진공 흡입구(121)의 위치는 다양하게 변경될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 상기 진공 흡입구(121)에는 진공 펌프가 연결되어 있다.
- [0048] 다음, 도 2c에서 알 수 있듯이, 상기 주름 평탄화 수단(100)을 작동하여 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물의 주름을 평탄화시킨다.
- [0049] 구체적으로, 상기 진공 흡입구(120)를 통해서 진공 흡입 공정을 수행함으로써 상기 다공성 흡착 부재(110) 상에 올려진 상기 적층 구조물을 진공 흡착하여 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화시킨다. 상기 진공 흡입 공정 시의 진공 흡입 정도는 상기 적층 구조물의 주름 평탄화에 적합한 범위 내에서 조절될 수 있다.
- [0050] 다음, 도 2d에서 알 수 있듯이, 상기 주름이 평탄화된 적층 구조물 상에 제1 기관(30)을 적층한다. 상기 제1 기관(30)은 상기 그래핀 필름(20)의 상면 상에 적층한다. 따라서, 상기 그래핀 필름(20)의 하면 상에는 베이스 기재(10)가 형성되어 있고 상기 그래핀 필름(20)의 상면 상에는 상기 제1 기관(30)이 형성된다.
- [0051] 상기 제1 기관(30)의 적층 공정은 상기 주름 평탄화 공정과 연속 공정으로 수행할 수 있고 경우에 따라 상기 주름 평탄화 공정과 동시에 수행할 수도 있다. 즉, 상기 주름 평탄화 수단(100) 상에 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물을 올려놓은 상태에서 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화하고 그 후 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 수행할 수 있으며, 경우에 따라 상기 적층 구조물의 주름의 평탄화 공정과 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 동시에 수행할 수도 있다.
- [0052] 상기 제1 기관(30)의 적층 공정은 물 등과 같은 적층 장비를 이용한 당업계에 공지된 다양한 라미네이션(lamination) 공정을 통해 수행할 수 있다. 상기 제1 기관(30)은 후술하는 베이스 기재(10)의 식각 공정시 식각액에 손상되지 않는 재료를 이용할 수 있다. 예로서, 상기 제1 기관(30)은 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)을 이용할 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 제1 기관(30)은 점착제를 통해서 상기 그래핀 필름(20)의 상면 상에 적층될 수 있다. 상기 점착제는 고무(rubber)계열 고분자, 실리콘(silicon)계열 고분자, 또는 아크릴(acryl)계열 고분자와 같은 당업계에 공지된 다양한 점착제로 이루어질 수 있다.
- [0053] 다음, 도 2e에서 알 수 있듯이, 상기 그래핀 필름(20)의 하면 상에 형성되어 있는 베이스 기재(10)를 식각 공정을 통해 제거한다. 그리하면, 상기 그래핀 필름(20)의 상면 상에 제1 기관(30)이 적층된 적층 구조가 얻어진다.
- [0054] 상기 식각 공정은 상기 베이스 기재(10), 상기 그래핀 필름(20), 및 상기 제1 기관(30)의 적층 구조물을 식각 용액에 침지하는 공정을 통해 수행할 수 있다. 상기 식각 용액은 상기 베이스 기재(10)를 선택적으로 식각하여 제거할 수 있는 용액을 사용한다. 예를 들어, 상기 식각 용액은 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, HF, BOE, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, FeCl_3 또는, CuCl_2 등을 이용할 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0055] 다음, 도 2f에서 알 수 있듯이, 상기 베이스 기재(10)가 제거된 그래핀 필름(20)의 하면 상에 제2 기관(40)을 적층한다.
- [0056] 상기 제2 기관(40)의 적층 공정은 물 등과 같은 가압기구를 이용한 당업계에 공지된 다양한 라미네이션(lamination) 공정을 통해 수행할 수 있다. 상기 제2 기관(40)은 최종 소자에 적용되는 목표 기관에 해당하는 것으로서, 예로서 유리 기관 또는 플라스틱 기관으로 이루어질 수 있다. 상기 플라스틱 기관은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate; PET), 폴리이미드(Polyimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene naphthalate; PEN), 또는 폴리카보네이트(Polycarbonate; PC)를 이용할 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 상기 제2 기관(40)은 고무(rubber)계열 고분자, 실리콘(silicon)계열 고분자, 또는 아크릴(acryl)계열 고분자와 같은 당업계에 공지된 다양한 점착제를 이용하여 상기 그래핀 필름(20)의 하면 상에 적층될 수 있다.
- [0058] 다음, 도 2g에서 알 수 있듯이, 상기 그래핀 필름(20)의 상면 상에 형성되어 있는 제1 기관(30)을 박리하여, 원하는 제2 기관(40) 상에 그래핀 필름(20)이 형성된 적층 구조를 얻는다.

- [0059] 상기 제1 기관(30)의 박리 공정은 롤에 상기 제1 기관(30)을 전사하는 방식과 같이 당업계에 공지된 다양한 필름 박막 방법을 이용하여 수행할 수 있다.
- [0060] 한편, 도시된 바와 같이, 도 2f에 따른 제2 기관(40)의 적층 공정을 수행한 후에 도 2g에 따른 제1 기관(30)의 박리 공정을 수행하는 것도 가능하지만, 상기 제2 기관(40)의 적층 공정과 상기 제1 기관(30)의 박리 공정을 동시에 수행하는 것도 가능하다. 예로서, 도 2e에 따른 공정 이후 상기 그래핀 필름(20)의 하면에는 제2 기관(40)이 감겨진 공급 롤러를 위치시키고 상기 제1 기관(30)의 상면에서 박리 롤러를 위치시킨 후, 상기 공급 롤러와 상기 박리 롤러 사이로 상기 그래핀 필름(20)과 제1 기관(30)의 적층 구조물을 통과시킴으로써, 상기 그래핀 필름(20)의 하면 상에 제2 기관(40)을 적층함과 동시에 상기 그래핀 필름(20)의 상면 상에 적층된 제1 기관(30)을 박리하는 것도 가능하다.
- [0061] 이하에서는 전술한 도 2b 내지 도 2d에서 설명한 바와 같은 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물의 주름을 평탄화시키면서 그래핀 필름(20) 상에 제1 기관(30)을 적층할 수 있는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 주름 평탄화 수단 및 적층 장비에 대해서 설명하기로 한다.
- [0062] 도 3은 본 발명은 일 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.
- [0063] 도 3에서 알 수 있듯이, 주름 평탄화 수단(100) 상에 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물이 올려져 있고, 상기 적층 구조물 상에 적층 롤러(200)가 배치되어 있다.
- [0064] 상기 주름 평탄화 수단(100)은 다공성 흡착 부재(110) 및 지지 부재(120)를 포함하여 이루어지며, 이는 전술한 바와 동일하므로 반복 설명은 생략하기로 한다.
- [0065] 상기 적층 롤러(200)는 상기 주름 평탄화 수단(100)의 상부에서 상기 주름 평탄화 수단(100)과 마주하고 있다. 상기 적층 롤러(200)는 상기 제1 기관(30)을 가압함으로써 상기 제1 기관(30)이 상기 그래핀 필름(20)의 상면에 적층될 수 있도록 한다. 상기 적층 롤러(200)는 회전하면서 이동할 수 있도록 구비될 수 있다. 상기 적층 롤러(200)가 이동하지 않도록 구비된 경우에는 상기 주름 평탄화 수단(100)이 이동할 수 있도록 구비될 수 있다. 상기 적층 롤러(200)와 상기 주름 평탄화 수단(100)이 모두 이동할 수 있도록 구비될 수도 있다.
- [0066] 이와 같은 도 3에 따르면, 상기 주름 평탄화 수단(100) 상에 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물을 올려놓은 상태에서 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화하고 그 후 상기 적층 롤러(200)를 이용하여 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 수행할 수 있다. 이때, 상기 제1 기관(30)을 상기 그래핀 필름(20) 상에 올려놓은 상태에서 상기 주름 평탄화 공정을 수행하는 것도 가능하고, 상기 주름 평탄화 공정을 수행한 이후에 상기 제1 기관(30)을 상기 그래핀 필름(20) 상에 올려놓고 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 수행하는 것도 가능하다. 경우에 따라서, 상기 제1 기관(30)을 상기 그래핀 필름(20) 상에 올려놓은 상태에서 상기 주름 평탄화 공정과 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 동시에 수행할 수도 있다.
- [0067] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.
- [0068] 도 4a 및 도 4b에서 알 수 있듯이, 주름 평탄화 수단(100) 상에 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물이 올려져 있고, 상기 적층 구조물 상에 가압 기구(300)가 배치되어 있다.
- [0069] 상기 주름 평탄화 수단(100)은 다공성 흡착 부재(110) 및 지지 부재(120)를 포함하여 이루어지며, 이는 전술한 바와 동일하므로 반복 설명은 생략하기로 한다.
- [0070] 상기 가압 기구(300)는 상기 주름 평탄화 수단(100)의 상부에서 상기 주름 평탄화 수단(100)과 마주하고 있다. 상기 가압 기구(300)는 몸체(310) 및 상기 몸체(310)에 연결된 가압 부재(320)를 포함하여 이루어진다.
- [0071] 상기 몸체(310)에는 가압 가스를 주입하기 위한 가스 주입구(312)가 구비되어 있다. 상기 몸체(310)와 상기 가압 부재(320) 사이에는 상기 가스 주입구(312)와 연통되는 중공(hollow) 공간(315)이 마련되어 있다. 따라서, 상기 가스 주입구(312)를 통해 주입된 가스는 상기 중공 공간(315)을 경유하여 상기 가압 부재(320)를 가압하게 된다.
- [0072] 상기 가압 부재(320)는 상기 가스 주입구(312)를 통해 주입된 가스에 의해 팽창하여 상기 적층 구조물의 상면을 덮으면서 상기 적층 구조물을 가압하게 된다. 따라서, 상기 가압 부재(320)는 잘 늘어나는 재질, 예로서 실리콘 고무로 이루어질 수 있다.
- [0073] 이와 같은 도 4a 및 도 4b에 따르면, 상기 주름 평탄화 수단(100) 상에 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물을 올려놓은 상태에서 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화하고 그 후 상기 가압 기구(300)가

제1 기관(30) 방향으로 이동하면서 상기 가압 부재(320)의 팽창에 의해서 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 수행할 수도 있다. 이때, 상기 제1 기관(30)을 상기 그래핀 필름(20) 상에 올려놓은 상태에서 상기 주름 평탄화 공정을 수행하는 것도 가능하고, 상기 주름 평탄화 공정을 수행한 이후에 상기 제1 기관(30)을 상기 그래핀 필름(20) 상에 올려놓고 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 수행하는 것도 가능하다. 경우에 따라서, 상기 제1 기관(30)을 상기 그래핀 필름(20) 상에 올려놓은 상태에서 상기 주름 평탄화 공정과 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 동시에 수행할 수도 있다.

- [0074] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.
- [0075] 도 5에서 알 수 있듯이, 주름 평탄화 수단(100) 상에 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물이 올려져 있고, 상기 적층 구조물 상에 적층 롤러(200)가 배치되어 있고, 상기 주름 평탄화 수단(100) 아래에 지지 롤러(400)가 배치되어 있다.
- [0076] 상기 주름 평탄화 수단(100)은 다공성 흡착 부재(110) 및 지지 부재(120)를 포함하여 이루어진다. 상기 지지 부재(120)에 구비되는 진공 흡입구(121)는 상기 지지 부재(120)의 하면에 형성되지 않고 상기 지지 부재(120)의 측면에 형성될 수 있으며, 그 외에는 전술한 바와 동일하므로 반복 설명은 생략하기로 한다.
- [0077] 상기 적층 롤러(200)는 상기 주름 평탄화 수단(100)의 상부에서 상기 주름 평탄화 수단(100)과 마주하고 있다. 상기 적층 롤러(200)는 제1 기관(30)을 가압함으로써 상기 제1 기관(30)이 상기 그래핀 필름(20)의 상면에 적층될 수 있도록 한다.
- [0078] 상기 지지 롤러(400)는 상기 주름 평탄화 수단(100)의 하면을 지지하면서 상기 적층 롤러(200)와 마주하고 있다. 상기 적층 롤러(200)와 상기 지지 롤러(400) 사이에서 상기 주름 평탄화 수단(100) 및 적층 구조물이 이동하면서 상기 적층 구조물의 주름의 평탄화 공정과 상기 제1 기관(30)의 적층 공정이 수행된다.
- [0079] 이와 같은 도 5에 따르면, 상기 주름 평탄화 수단(100) 상에 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물을 올려놓은 상태에서 상기 적층 구조물의 주름을 평탄화하고 그 후 상기 주름 평탄화 수단(100) 및 적층 구조물을 상기 적층 롤러(200)와 상기 지지 롤러(400) 사이로 이동시키면서 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 수행할 수 있다. 경우에 따라서, 상기 적층 구조물의 주름의 평탄화 공정과 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 동시에 수행할 수도 있다.
- [0080] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 주름 평탄화 수단과 적층 장비의 개략도이다.
- [0081] 도 6에서 알 수 있듯이, 주름 평탄화 수단(100) 상에 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물이 올려져 있고, 상기 적층 구조물 상에 적층 롤러(200)가 배치되어 있다.
- [0082] 상기 주름 평탄화 수단(100)은 다공성 흡착 부재(110) 및 지지 부재(120)를 포함하여 이루어진다. 상기 주름 평탄화 수단(100)은 회전하는 롤러 구조로 이루어진다. 따라서, 상기 다공성 흡착 부재(110)는 원형과 같은 곡선형 구조로 이루어지면서 상기 베이스 기재(10)와 접촉하게 된다. 상기 지지 부재(120)는 상기 다공성 흡착 부재(110)의 안쪽에 구비된 회전 구조체로 이루어질 수 있다. 상기 지지 부재(120)는 상기 다공성 흡착 부재(110)와 연결되어 있어, 상기 지지 부재(120)의 회전에 의해서 상기 다공성 흡착 부재(110)가 회전할 수 있다. 상기 지지 부재(120)와 상기 다공성 흡착 부재(110) 사이에는 중공 공간(115)이 마련되어 있고, 상기 중공 공간(115)은 상기 지지 부재(120) 내에 구비되는 진공 흡입구(미도시)와연통된다.
- [0083] 상기 적층 롤러(200)는 상기 주름 평탄화 수단(100)의 상부에서 상기 주름 평탄화 수단(100)과 마주하고 있다. 상기 적층 롤러(200)는 제1 기관(30)을 가압함으로써 상기 제1 기관(30)이 상기 그래핀 필름(20)의 상면에 적층될 수 있도록 한다.
- [0084] 이와 같은 도 6에 따르면, 상기 주름 평탄화 수단(100)과 상기 적층 롤러(200) 사이로 적층 구조물을 이동시키면서 상기 적층 구조물의 주름의 평탄화 공정을 수행하고 그와 동시에 상기 제1 기관(30)의 적층 공정을 수행하게 된다.
- [0085] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀 필름의 제조 장치에 관한 것으로서, 이는 롤투롤(roll to roll) 방식에 관한 것이다.
- [0086] 도 7에서 알 수 있듯이, 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀 필름의 제조 장치는, 주름 평탄화 수단(100), 적층 롤러(201, 202, 203), 공급 롤러(401, 402, 403), 박리 롤러(501, 502), 권취 롤러(600), 가이드 롤러(701, 702, 703, 704, 705), 및 식각 장비(800)를 포함하여 이루어진다.

- [0087] 상기 주름 평탄화 수단(100)은 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물의 주름을 평탄화시키는 것으로서, 전술한 도 6에서와 같이 회전하는 롤러 구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로 도시하지는 않았지만 상기 주름 평탄화 수단(100)은 전술한 도 6에서와 같이 곡선형의 다공성 흡착 부재(110) 및 지지 부재(120)를 포함하여 이루어진다. 상기 주름 평탄화 수단(100)은 제1 적층 롤러(201)와 마주하고 있으며, 제1 및 제2 공급 롤러(401, 402)와 식각 장비(800) 사이의 위치에 배치되어 있다.
- [0088] 상기 적층 롤러(201, 202, 203)는 제1 적층 롤러(201), 제2 적층 롤러(202), 및 제3 적층 롤러(203)를 포함하여 이루어진다. 상기 제1 적층 롤러(201)는 상기 주름 평탄화 수단(100)과 마주하고 있으며, 상기 주름 평탄화 수단(100)과 함께 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물 상에 제1 기관(30)을 적층시킨다. 상기 제1 적층 롤러(201)는 상기 주름 평탄화 수단(100)과 마찬가지로 제1 및 제2 공급 롤러(401, 402)와 식각 장비(800) 사이의 위치에 배치되어 있다. 상기 제2 적층 롤러(202)와 상기 제3 적층 롤러(203)는 서로 마주하면서 그래핀 필름(20)의 하면 상에 제2 기관(40)을 적층시킨다. 상기 제2 적층 롤러(202)와 상기 제3 적층 롤러(203)는 식각 장비(800)와 박리 롤러(501, 502) 사이의 위치에 배치되어 있다.
- [0089] 상기 공급 롤러(401, 402, 403)는 제1 공급 롤러(401), 제2 공급 롤러(402), 및 제3 공급 롤러(403)를 포함하여 이루어진다. 상기 제1 공급 롤러(401)는 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물을 공급하고, 상기 제2 공급 롤러(402)는 제1 기관(30)을 공급하고, 상기 제3 공급 롤러(403)는 제2 기관(40)을 공급한다. 상기 제1 공급 롤러(401)와 제2 공급 롤러(402)는 주름 평탄화 수단(100)의 전방에 배치되어 있고, 상기 제3 공급 롤러(403)는 식각 장비(800)와 제2 및 제3 적층 롤러(202, 203) 사이의 위치에 배치되어 있다.
- [0090] 상기 박리 롤러(501, 502)는 서로 마주하는 제1 박리 롤러(501) 및 제2 박리 롤러(502)를 포함하여 이루어지며, 상기 제1 박리 롤러(501)를 따라 제1 기관(30)이 박리된다. 상기 박리 롤러(501, 502)는 제2 및 제3 적층 롤러(202, 203)와 권취 롤러(600) 사이의 위치에 배치되어 있다.
- [0091] 상기 권취 롤러(600)는 완성품인 제2 기관(40) 상에 형성된 그래핀 필름(20)의 적층 구조물을 감는 역할을 하며, 맨 마지막 위치에 배치되어 있다.
- [0092] 상기 가이드 롤러(701, 702, 703, 704, 705)는 필름 또는 적층 구조물을 가이드하는 것으로서, 도면에는 식각 장비(800)의 전방과 후방, 및 식각 장비(800)의 내부에 형성된 경우만 도시하였지만, 그 외에 다른 장비의 전방과 후방에 추가로 형성될 수 있다.
- [0093] 상기 식각 장비(800)는 그래핀 필름(20)의 하면 상에 형성된 베이스 기재(10)를 식각하기 위한 것으로서, 상기 식각 장비(800) 내에는 소정의 식각액(810)이 수용되어 있다. 상기 식각 장비(800)는 주름 평탄화 수단(100)과 제2 및 제3 적층 롤러(202, 203) 사이의 위치에 배치되어 있다.
- [0094] 이와 같은 도 7에 따른 롤투롤 방식의 그래핀 필름의 제조 장치의 작동을 설명하면 다음과 같다.
- [0095] 우선, 상기 제1 공급 롤러(401)에서 공급된 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물과 상기 제2 공급 롤러(402)에서 공급된 제1 기관(30)을 상기 주름 평탄화 수단(100)과 상기 제1 적층 롤러(201) 사이로 이동시킨다. 그리하면, 상기 주름 평탄화 수단(100)에 동작에 의해서 상기 베이스 기재(10)와 그래핀 필름(20)의 적층 구조물의 주름이 평탄화되고 그와 동시에 상기 제1 기관(30)이 상기 그래핀 필름(20)의 상면 상에 적층된다.
- [0096] 그 후, 상기 베이스 기재(10), 그래핀 필름(20), 및 제1 기관(30)의 적층 구조물을 상기 식각 장비(800)를 통과 시킴으로써 상기 베이스 기재(10)를 식각하여 제거한다.
- [0097] 그 후, 상기 그래핀 필름(20) 및 제1 기관(30)의 적층 구조물을 상기 제2 적층 롤러(202)와 제3 적층 롤러(203) 사이로 이동시키고 그와 동시에 상기 제3 공급 롤러(403)에서 공급된 제2 기관(40)을 상기 제2 적층 롤러(202)와 제3 적층 롤러(203) 사이로 이동시킨다. 그리하면, 상기 제2 기관(40)이 상기 그래핀 필름(20)의 하면 상에 적층됨으로써, 상기 제2 기관(40), 그래핀 필름(20) 및 제1 기관(30)이 차례로 적층된 적층 구조물이 얻어진다.
- [0098] 그 후, 상기 제2 기관(40), 그래핀 필름(20) 및 제1 기관(30)이 차례로 적층된 적층 구조물을 상기 제1 박리 롤러(501) 및 제2 박리 롤러(502) 사이로 이동시킨다. 그리하면, 상기 제1 기관(30)이 상기 그래핀 필름(20)에서 박리되어, 상기 제2 기관(40) 상에 그래핀 필름(20)이 적층된 적층 구조물이 얻어지고, 얻어진 적층 구조물을 상기 권취 롤러(600)에 권취함으로써 공정을 완료한다.
- [0099] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한

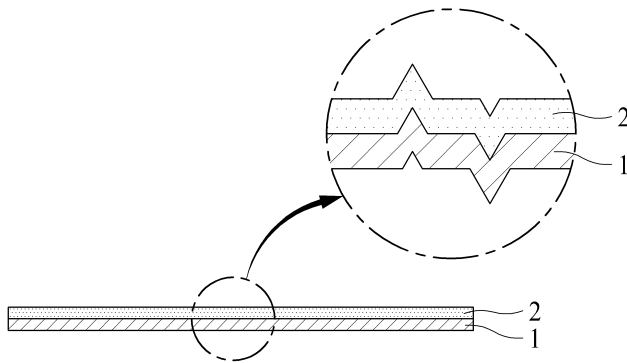
것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

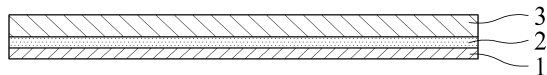
- | | | |
|--------|----------------|----------------|
| [0100] | 10: 베이스 기재 | 20: 그래핀 필름 |
| | 30: 제1 기판 | 40: 제2 기판 |
| | 100: 주름 평탄화 수단 | 110: 다공성 흡착 부재 |
| | 120: 지지 부재 | 200: 적층 롤러 |
| | 300: 가압 기구 | 400: 지지 롤러 |

도면

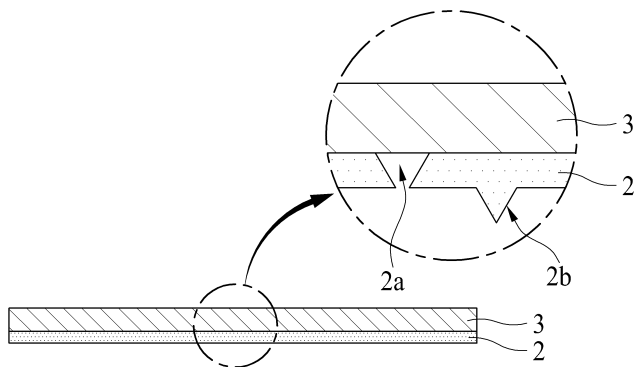
도면1a



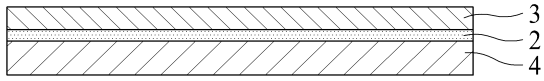
도면1b



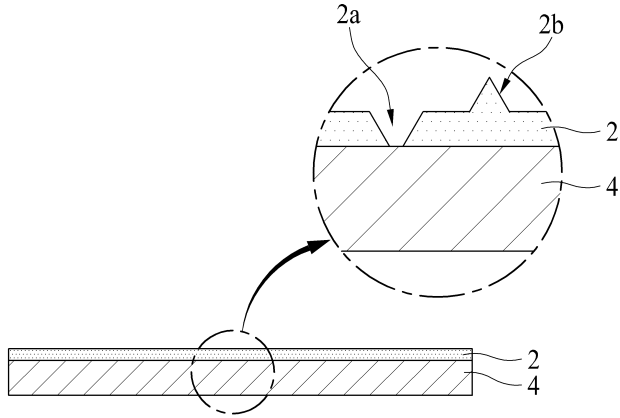
도면1c



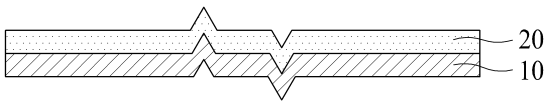
도면1d



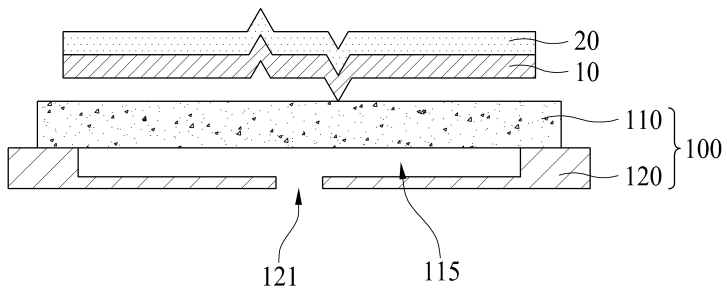
도면1e



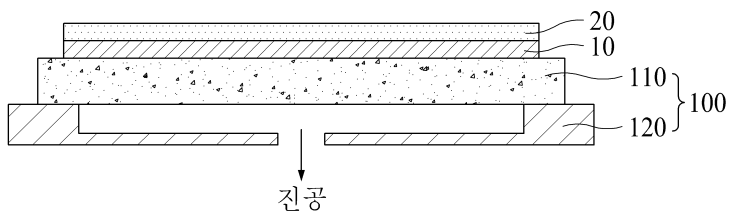
도면2a



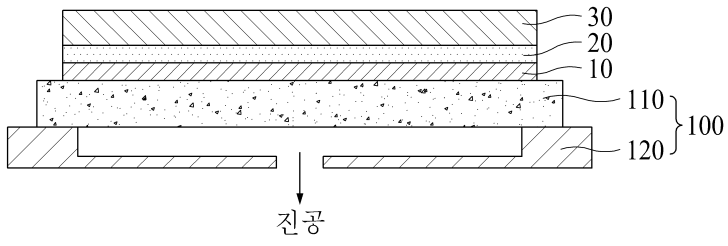
도면2b



도면2c



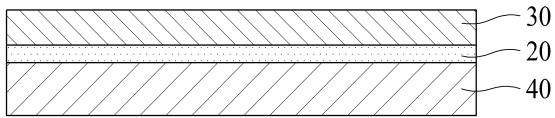
도면2d



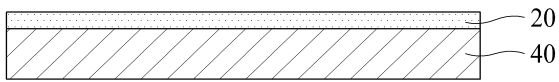
도면2e



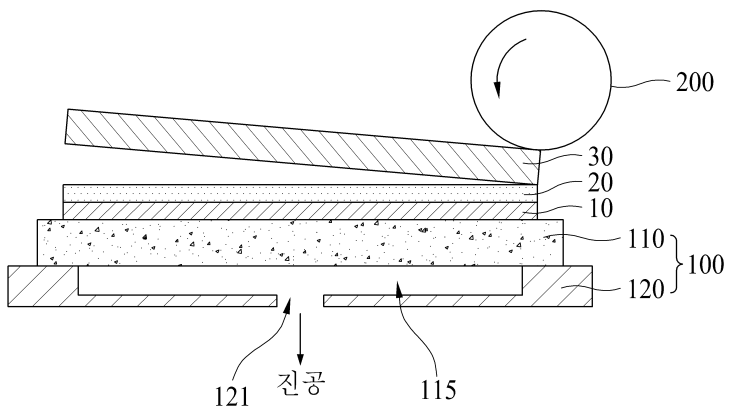
도면2f



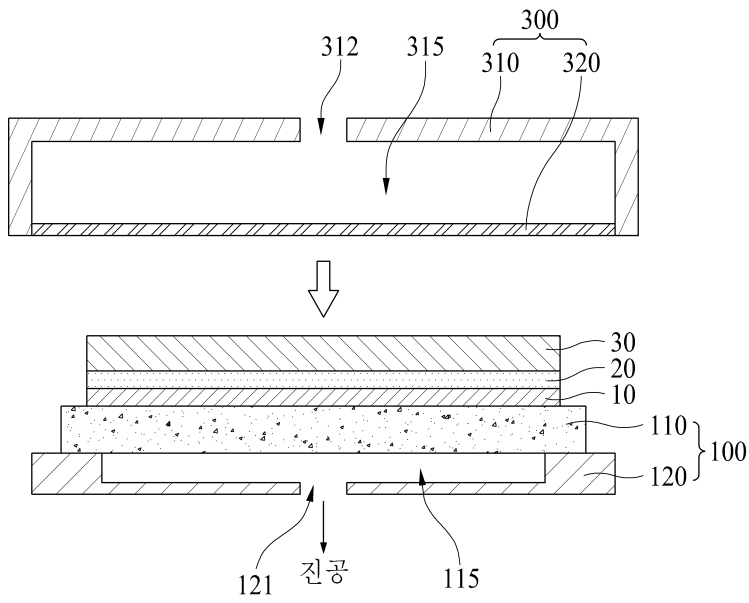
도면2g



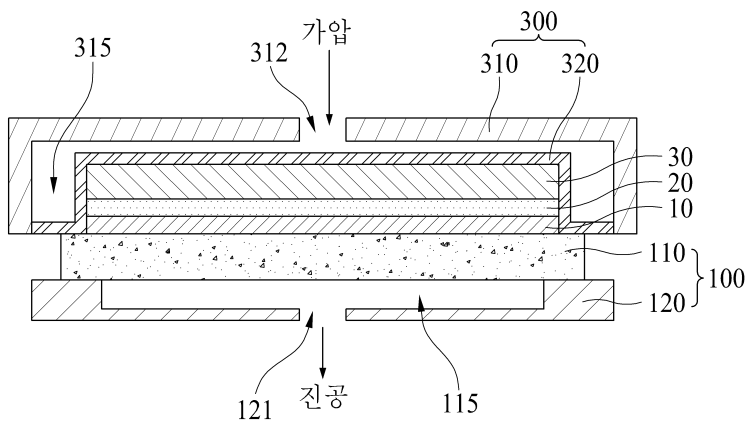
도면3



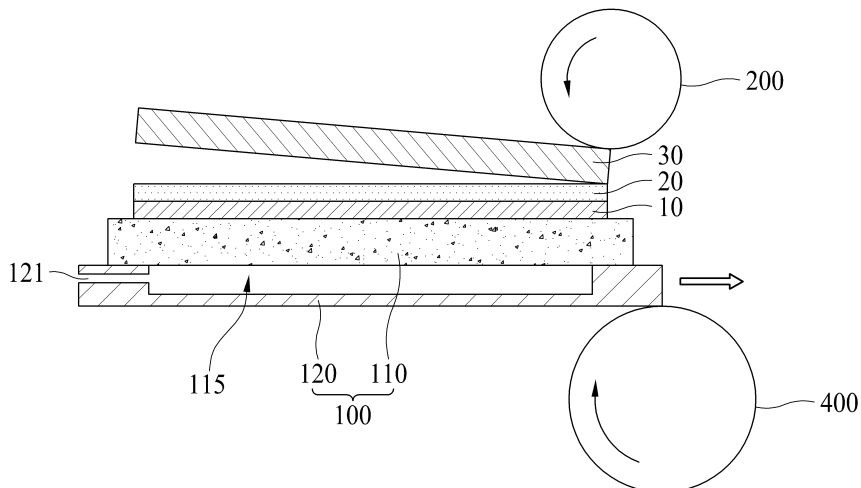
도면4a



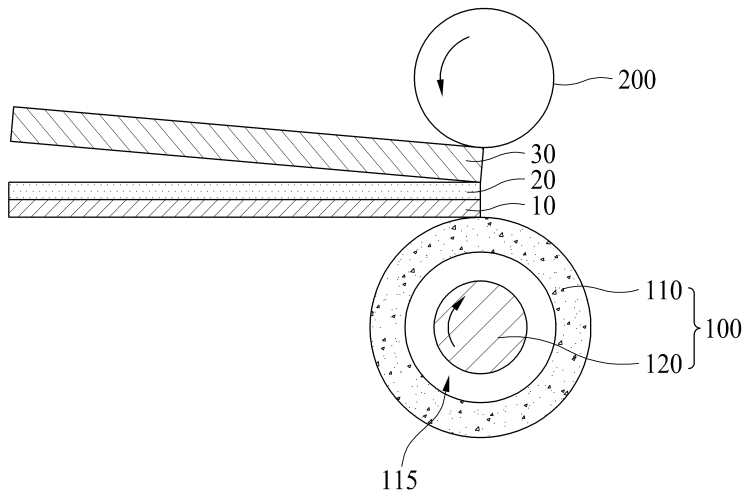
도면4b



도면5



도면6



도면7

