



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0023620
(43) 공개일자 2011년03월08일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01) H01L 21/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0081615

(22) 출원일자 2009년08월31일

심사청구일자 2009년08월31일

(71) 출원인

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

(72) 발명자

이건환

경기도 평택시 포승읍 석정리 990

윤정흠

경상남도 김해시 장유면 부곡리 881-2, 부영아파트 803-306

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김기문

전체 청구항 수 : 총 7 항

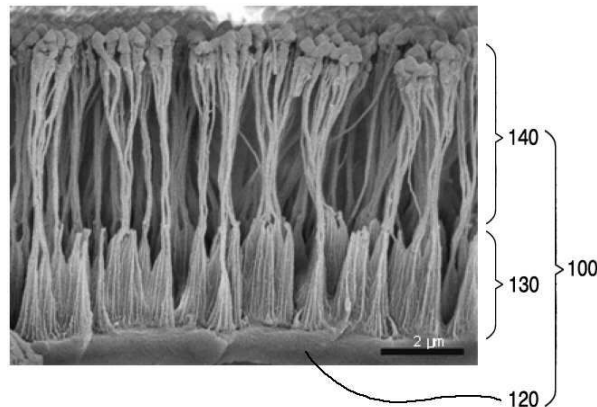
(54) 나노와이어가 구비된 기관 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 폴리머기관 상에 실리콘계 화합물(SiO_x , $SiC_xH_yO_z$, $SiON_x$)로 이루어진 나노와이어가 형성된 기관을 제조하는 방법에 관한 것이다.

본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기관은, 폴리머로 이루어진 모재(120)와, 상기 모재(120) 일측에 알에프 플라즈마 또는 이온빔을 조사하여 형성된 나노돌기(130)와, 상기 나노돌기(130) 일측에 플라즈마 중합법(Plasma polymerization)을 통해 형성된 실리콘계 화합물로 이루어진 나노와이어(140)를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다. 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기관의 제조방법은, 폴리머로 이루어진 모재(120)의 표면을 알에프 플라즈마 또는 이온빔을 이용하여 표면처리하여 나노돌기(130)를 형성시키는 나노돌기형성단계(S100)와; 상기 나노돌기(130) 일측에 플라즈마중합법(Plasma Polymerization)으로 나노와이어(140)를 형성하는 나노와이어형성단계(S200)로 이루어지는 것을 특징으로 한다. 이와 같이 구성되는 본 발명에 따르면, 마이크로 필터, 차세대 디스플레이용 기관, 연성 태양전지용 기관 등에 다양하게 활용할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이성훈

경상남도 마산시 구암동 51-1, 구암메트로하이츠,
102-204

김동호

경상남도 마산시 양덕동 경남아파트 2동 802호

정유정

경상남도 창원시 팔용동 대동중앙아파트 103동 103

특허청구의 범위

청구항 1

폴리머로 이루어진 모재와,

상기 모재 일측에 알에프 플라즈마 또는 이온빔을 조사하여 형성된 나노돌기와,

상기 나노돌기 일측에 플라즈마 중합법(Plasma polymerization)을 통해 형성된 실리콘계 화합물로 이루어진 나노와이어를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 나노와이어가 구비된 기판.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 모재는 PC, PET, PES, PEN, PAR, 폴리머 기판 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 나노와이어를 포함하는 기판.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 나노돌기는 10nm 내지 2 μ m의 지름을 가지며, 상기 모재로부터 30nm 내지 5 μ m의 높이를 갖는 것을 특징으로 하는 나노와이어가 구비된 기판.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 나노와이어는, SiO_x, SiO_xN_y, SiC_xH_yO_z 중 어느 하나의 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 나노와이어가 구비된 기판.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 나노와이어는 10nm 내지 100nm의 지름을 가지며, 상기 나노돌기로부터 100nm 내지 20 μ m의 높이를 갖는 것을 특징으로 하는 나노와이어를 구비한 기판.

청구항 6

폴리머로 이루어진 모재의 표면을 알에프 플라즈마 또는 이온빔을 이용하여 표면처리하여 나노돌기를 형성시키는 나노돌기형성단계와;

상기 나노돌기 일측에 플라즈마중합법(Plasma Polymerization)으로 나노와이어를 형성하는 나노와이어형성단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 나노와이어가 구비된 기판의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 나노돌기형성단계와 나노와이어형성단계는,

동일한 진공챔버 내부에서 연속적으로 실시됨을 특징으로 하는 나노와이어가 구비된 기판의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0014] 본 발명은 폴리머 기판상에 실리콘계 화합물로 이루어진 나노와이어가 구비된 기판 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 플라즈마 또는 이온빔을 이용한 표면처리를 통해 폴리머 기판 표면에 폴리머나노돌기를 형성하고, 플라즈마 중합법(Plasma polymerization)법을 이용하여 폴리머나노돌기 상에 실리콘계 화합물로 이루어진 나노와이어가 형성되도록 한 기판 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0015] 일반적으로 나노와이어는 기상 증착법의 경우 고온에서 형성되는 특징을 가지고 있으므로 기판이 폴리머인 경우 나노와이어를 기판상에서 직접 형성시키기가 불가능하다고 인식되어 왔다. 특히 실리콘계 화합물을 기상 증착법

을 이용하여 폴리머 기판상에 나노와이어로 직접 성장시킨 경우는 전무한 실정이다.

[0016] 그러나, 폴리머로 상에 형성된 나노와이어는 차세대 디스플레이 기판 재료, 연성 태양전지 기판 재료, 다양한 필터 재료, 센서 재료로 활용될 수 있어 이의 형성 방법이 산업적으로 크게 요구되고 있다.

[0017] 이러한 요구를 해결하기 위해 다양한 나노와이어 제조 기술이 연구되고 있으나, 100℃이하의 공정 온도에서 나노와이어를 기상 증착법으로 제조하는 기술은 아직 개발되고 있지 못한 실정이다..

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0018] 본 발명의 목적은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 플라즈마 또는 이온빔을 이용한 표면처리를 통해 폴리머 기판 표면에 폴리머나노돌기를 형성하고, 플라즈마 중합법(Plasma polymerization)을 이용하여 폴리머나노돌기 상에 실리콘계 화합물로 이루어진 나노와이어가 형성되도록 한 기판 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

[0019] 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기판은, 폴리머로 이루어진 모재와, 상기 모재 일측에 알에프 플라즈마 또는 이온빔을 조사하여 형성된 나노돌기와, 상기 나노돌기 일측에 플라즈마 중합법(Plasma polymerization)을 통해 형성된 실리콘계 화합물로 이루어진 나노와이어를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0020] 상기 모재는 PC, PET, PES, PEN, PAR, 폴리머 기판 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0021] 상기 나노돌기는 10nm 내지 2 μ m의 지름을 가지며, 상기 모재로부터 30nm 내지 5 μ m의 높이를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 나노와이어는, SiO_x, SiO_xN_y, SiC_xH_yO_z 중 어느 하나의 조성을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 나노와이어는 10nm 내지 100nm의 지름을 가지며, 상기 나노돌기로부터 100nm 내지 20 μ m의 높이를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기판의 제조방법은, 폴리머로 이루어진 모재의 표면을 알에프 플라즈마 또는 이온빔을 이용하여 표면처리하여 나노돌기를 형성시키는 나노돌기형성단계와; 상기 나노돌기 일측에 플라즈마중합법(Plasma Polymerization)으로 나노와이어를 형성하는 나노와이어형성단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 나노돌기형성단계와 나노와이어형성단계는, 동일한 진공챔버 내부에서 연속적으로 실시됨을 특징으로 한다.

[0026] 이와 같이 구성되는 본 발명에 따르면, 10nm 내지 100nm의 지름을 가지며, 상기 나노돌기로부터 100nm 내지 20 μ m의 높이를 가지는 나노와이어를 모재에 용이하게 형성할 수 있는 이점이 있다.

[0027] 이하 본 발명에 의한 나노와이어가 형성된 기판의 구성을 첨부된 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한다.

[0028] 도 1에는 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기판에서 나노돌기를 확대하여 나타낸 사진이 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기판을 확대하여 나타낸 사진이 도시되어 있으며, 도 3에는 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기판의 성장 모델을 나타낸 개략도가 도시되어 있다.

[0029] 이들 도면과 같이, 본 발명의 바람직한 실시예가 채용된 기판(100)은, 폴리머로 이루어진 모재(120)와, 상기 모재(120) 상면에 형성된 나노돌기(130)와, 상기 나노돌기(130) 상측에 형성된 나노와이어(140)를 포함하여 구성된다.

[0030] 상기 모재(120)는 PC, PET, PES, PEN, PAR, 폴리머 중 어느 하나로 이루어져 플렉시블하게 구성되며, 상기 기판(100)의 맨 하측에 위치한다.

[0031] 그리고, 상기 모재(120) 상방향으로는 나노돌기(130)가 돌출 형성된다. 상기 나노돌기(130)는 알에프 플라즈마 또는 이온빔을 모재(120) 표면에 조사하여 표면처리에 의해 형성된 것으로, 10nm 내지 2 μ m의 지름을 가지며, 상기 모재(120)로부터 30nm 내지 5 μ m의 높이를 갖는다.

[0032] 상기 나노돌기(130) 상단에는 나노와이어(140)가 구비된다. 상기 나노와이어는 플라즈마중합법(Plasma polymerization)에 의해 형성된 실리콘계 화합물로서, SiO_x, SiO_xN_y, SiC_xH_yO_z 중 어느 하나가 적용되며, 10nm 내

지 100nm의 지름을 가지고, 상기 나노돌기(130)로부터 100nm 내지 20 μ m의 높이를 갖는다.

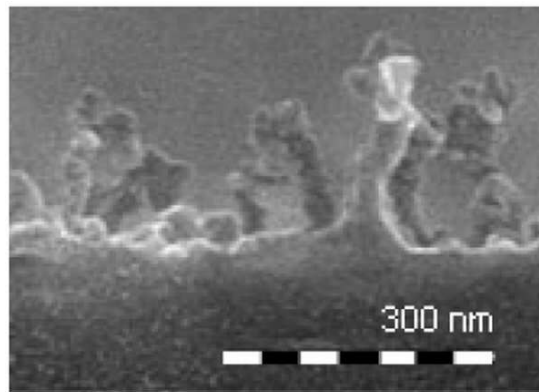
- [0033] 이하 상기와 같이 구성되는 기관(100)을 제조하기 위한 나노와이어 제조장치의 구성을 살펴본다.
- [0034] 도 4에는 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기관의 제조방법에 사용되는 나노와이어 제조 장치의 구성을 나타낸 개략도가 도시되어 있다.
- [0035] 도면과 같이, 나노와이어 제조 장치(200)는 모재(120)의 하면에 플라즈마 표면처리 또는 이온빔 표면처리를 통한 폴리머나노돌기를 제조할 수 있으며 실리콘계화합물로 구성된 나노와이어(140)를 동일 공간 내에서 순차적으로 형성할 수 있도록 구성된다.
- [0036] 즉, 상기 나노와이어 제조장치(200)는 스테인리스스틸로 제조된 진공챔버(210)에 의해 작업 공간이 형성되며, 상기 진공챔버(210) 상부에는 설치지그(220)가 구비된다. 상기 설치지그(220)는 진공챔버(210) 내부에서 회전 가능하도록 설치되며, 상기 설치지그(220)의 하면에는 모재(120)가 설치된다.
- [0037] 그리고, 상기 설치지그(220)는 알에프전원수단(230)과 연결된다. 상기 알에프전원수단(230)은 상기 설치지그(220)에 알에프 전원을 공급하여 플라즈마가 발생되도록 하는 구성이다.
- [0038] 상기 진공챔버(210) 좌측에는 가스공급수단(240)이 구비된다. 상기 가스공급수단(240)은 진공챔버(210) 외부에서 내부로 가스를 공급하여 플라즈마중합반응이 이루어지도록 하는 구성이다.
- [0039] 즉, 상기 가스공급수단(240)은 플라즈마중합반응에 필요한 HMDSO (Hexamethyldisiloxane)등과 같은 원료가스와 혼합가스 및 반응가스를 진공챔버(210) 내부로 주입하게 된다.
- [0040] 상기 진공챔버(210)의 우측에는 진공발생수단(250)이 구비된다. 상기 진공발생수단(250)은 다수 펌프와 밸브를 포함하여 구성되며, 상기 진공챔버(210) 내부를 진공 분위기로 만드는 역할을 수행한다.
- [0041] 상기 진공챔버(210) 내부 우측에는 이온빔장치(260)가 구비된다. 상기 이온빔장치(260)는 모재(120)에 이온빔을 조사하여 모재(120) 하면을 표면 처리하기 위한 구성이다.
- [0042] 이하 본 발명의 실시예에 적용된 나노와이어 제조 장치(200)의 구성을 상세하게 설명한다.
- [0043] 본 발명의 실시예에서 진공챔버(210)는 800mm(F) × 900mm(I)의 크기를 가지며, 상기 진공챔버(210) 내부를 진공 분위기로 만들기 위한 펌프는 고진공펌프 및 저진공펌프가 적용되었다.
- [0044] 보다 상세하게는 상기 고진공펌프는 유확산펌프가 적용되어 10⁻⁶ torr까지 진공도를 유지할 수 있으며, 저진공펌프로는 1500 l/min.의 용량을 갖는 로터리 베인 펌프를 사용하였다.
- [0045] 이러한 진공발생수단(250)에 의해 상기 진공챔버(210) 내부는 1시간 이내에 5x10⁻⁶ torr의 진공도를 얻을 수 있으며 30분 이내에 나노와이어(140)를 형성할 수 있는 진공도에 도달할 수 있었다.
- [0046] 상기 가스공급수단(240)은 플라즈마를 발생시키기 위해 순수한 가스를 정확하게 진공챔버(210) 내에 공급할 수 있도록 하고, 펌프의 용량, 진공챔버(210) 용적에 맞추어 결정되어야 한다.
- [0047] 이를 위해 본 발명의 실시예에서는 플라즈마를 발생시키는 기본가스로 아르곤(Ar)이 적용됨에 따라 100sccm의 용량을 갖는 Mass Flow Meter를 사용하였으며 산소, 질소 등의 반응가스 주입을 위해서는 50sccm의 용량을 갖는 Mass Flow Meter를 사용하였다.
- [0048] 그리고, 상기 설치지그(220)는 플라즈마 중합 공정을 위해 알에프전원수단(230)과 연결하였으며, 상기 나노와이어(140)의 균일성 확보를 위해 0 ~ 100rpm으로 회전할 수 있게 제작되었다.
- [0049] 따라서, 상기와 같이 구성되는 나노와이어 제조 장치(200)를 이용하면, 상기 진공챔버(210) 내에서 모재(120)의 표면처리 및 실리콘계 화합물 나노와이어(140)의 형성이 모두 실시 가능하게 된다.
- [0050] 이하 상기와 같이 구성되는 나노와이어 제조 장치(200)를 이용하여 실리콘계 화합물로 이루어진 나노와이어(140)를 형성하는 과정을 첨부된 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0051] 도 5에는 본 발명에 의한 나노와이어가 구비된 기관의 제조방법을 나타낸 순서도가 도시되어 있다.
- [0052] 도면과 같이, 나노와이어(140)가 구비된 기관을 제조하는 방법은, 크게 폴리머로 이루어진 모재(120)의 표면을 플라즈마 또는 이온빔을 이용하여 표면처리함으로써 나노돌기(130)를 형성하는 나노돌기형성단계(S100)와, 나노돌기형성단계(S100)에서 형성된 나노돌기(130) 상층으로 나노와이어(140)를 형성하는 나노와이어형성단계(S200)

0)로 이루어진다.

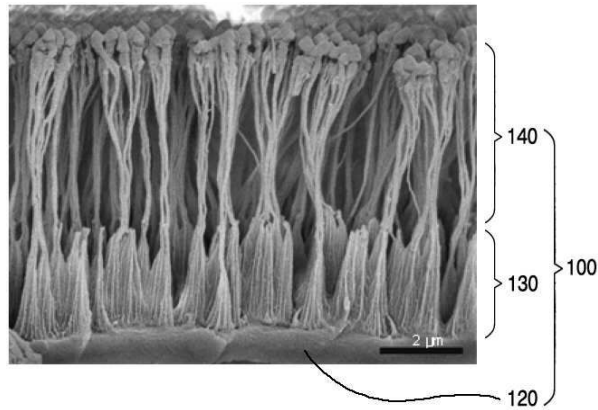
- [0053] 상기 나노돌기형성단계(S100)는 설치지그(220)의 하면에 모재(120)를 설치한 후 상기 저진공펌프와 고진공펌프를 이용하여 진공챔버(210) 내부의 진공도를 1×10^{-5} torr 로 맞춘 다음 유지하게 된다.
- [0054] 이런 상태에서 상기 이온빔장치(260)를 작동시켜 상기 모재(120) 상에 나노돌기(130)를 형성 시킨다.
- [0055] 즉, 본 발명의 실시예에서 상기 이온빔장치(260)는 필라멘트로부터 열전자를 방출하여 플라즈마를 발생시키고 플라즈마에 존재하는 이온들을 가속시켜 방출하는 엔드홀(End-Hall) 방식이 적용되었다.
- [0056] 보다 상세하게는 상기 진공챔버(210) 내부에 혼합가스(Ar)을 주입하여 5×10^{-5} torr 내지 5×10^{-4} torr의 진공도를 유지하였고, 필라멘트의 파워는 약 400W(20A × 20V), 이온빔장치(260)의 파워는 180W (2A × 90V)로 설정하여 3분 내지 5분 실시하였다.
- [0057] 이러한 상기 나노돌기(130)는 RF 플라즈마에 의해서도 형성되며 이때 진공도는 10^{-1} torr범위이고 RF파워는 30w, 그리고 표면처리 시간은 1분에서 3분까지 조절하였다.
- [0058] 상기와 같은 과정에 따라 나노돌기형성단계(S100)가 완료되면, 상기 나노와이어형성단계(S200)가 실시된다.
- [0059] 상기 나노와이어형성단계(S200)는 나노돌기(130) 상면에 실리콘계화합물인 나노와이어(140)를 형성하는 과정이다.
- [0060] 즉 상기 나노와이어형성단계(S200)는 상기 나노돌기(130) 상면에 플라즈마 중합 공정(Plasma Polymerization)을 이용하여 실리콘계화합물로 구성되는 나노와이어(140)을 성장시키는 과정이다.
- [0061] 이를 위해 상기 나노와이어형성단계(S200)에서는 진공챔버(210) 내부에 HMDSO 기체를 주입하였으며, 상기 진공챔버(210) 내부의 바람직한 진공도를 맞추기 위해 아르곤(Ar), 캐리어 가스 및 반응가스(산소(O₂), 질소(N₂), 또는 산소 질소 혼합 가스)를 주입하였다.
- [0062] 상기한 조건에서 상기 알에프전원수단(230)에 전원을 인가하여 상기 나노돌기(130) 상면에 나노와이어(140)가 증착되도록 하였다.
- [0063] 상기 나노와이어(140)는 Tri-methyl과 결합하고 있는 실리콘(Si) 원자가 플라즈마 에너지에 의해 파괴되어 Si_xO_y와 같은 단량체(Monomer)들이 형성되고, 이렇게 분해된 단량체들이 플라즈마 에너지에 의해 다시 반응기체 (산소 또는 질소)들과 중합되는 중합 반응이 나노돌기(130) 표면에서 집중되어 SiO_x, SiO_xN_y, SiC_xH_yO_z 중 어느 하나의 실리콘계화합물인 나노와이어(140)가 성장되는 것이다.
- [0064] 그리고, 상기 나노와이어(140)는 RF 전력이 클수록, 진공챔버(210) 내에 HMDSO 기체량이 많을수록 증착속도가 증가된다.
- [0065] 이하 상기와 같은 제조방법에 따라 실시된 본 발명의 실시예를 첨부된 도 1 및 도 2을 참조하여 설명한다.
- [0066] [실시 예1]
- [0067] - 모재 : 재질 PET, 두께 188 μ m, 투과도 92%
- [0068] - 초기 진공도 : 3×10^{-5} torr
- [0069] - 나노돌기형성단계 (이온빔 표면 처리)
 - [0070] * 작업 진공도 : 2×10^{-4} torr
 - [0071] * 전처리용 이온빔 플라즈마 Power : 100V × 1.5A
 - [0072] * 표면 처리 시간 : 3min
- [0073] - 나노와이어형성단계 (실리콘계화합물 코팅)
- [0074] * 작업 가스 : HMDSO(8%), 알곤 (75%), 산소(17%)

도면

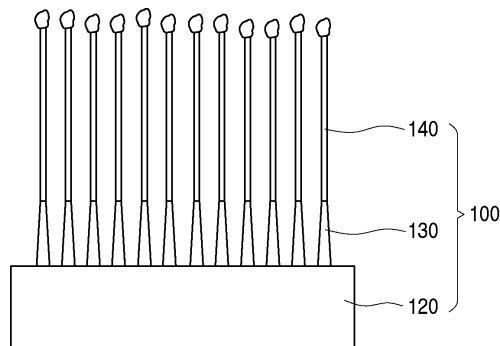
도면1



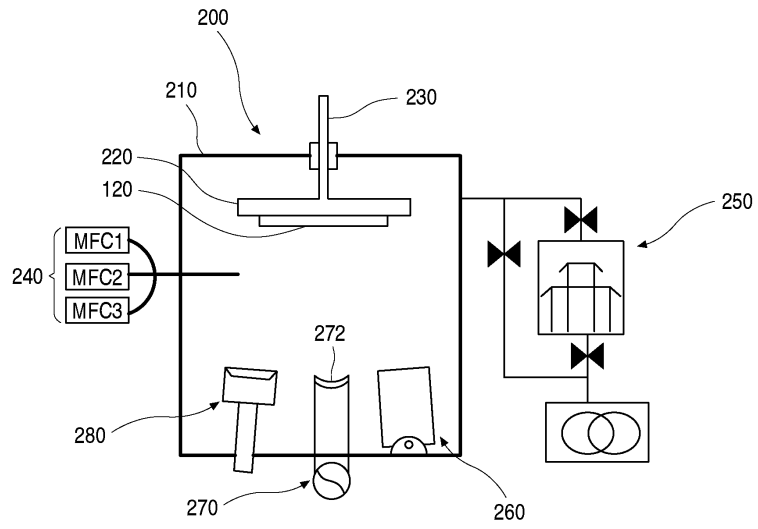
도면2



도면3



도면4



도면5

