



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월22일
(11) 등록번호 10-1147413
(24) 등록일자 2012년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08J 7/04 (2006.01) C08J 7/18 (2006.01)
C08J 7/06 (2006.01) B82B 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0031710
(22) 출원일자 2010년04월07일
심사청구일자 2010년04월07일
(65) 공개번호 10-2011-0112556
(43) 공개일자 2011년10월13일
(56) 선행기술조사문헌
Langmuir. ACS, pp.484~491 (2009.10.07.)*
Surface & Coatings Technology. vol.201 (2007)
pp.6423~6430 (2006.12.20.)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술연구원
서울특별시 성북구 화랑로14길 5 (하월곡동)
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
문명운
서울 관악구 봉천동 1591-2 삼성아파트 102-1003
이광렬
서울특별시 서초구 신반포로33길 15, 103동 201
0호 (잠원동, 동아아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 6 항

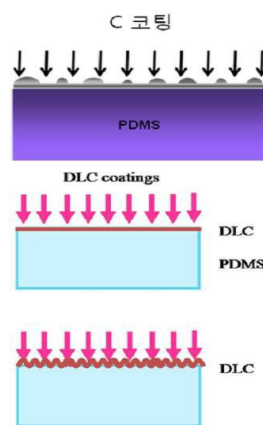
심사관 : 강희만

(54) 발명의 명칭 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법 및 이에 의하여 제조되는 고분자 소재

(57) 요약

본 발명은 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법 및 이에 의하여 제조되는 고분자 소재에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 PDMS(polydimethylsiloxane)과 같은 고분자 표면에 탄소 나노박막(DLC)을 증착하여 고분자 표면에 나노 엠보(embossing) 패턴이 형성되도록 한 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법 및 이에 의하여 제조되는 고분자 소재에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, PDMS를 포함하는 다양한 고분자 재료 표면에 탄소 나노 박막 증착을 이용하여, 탄소 나노 엠보패턴을 형성함으로써 얼룩방지, 미끄럼 방지, 내마모성 및 색상이 향상된 고분자 소재를 제조함으로써, 자동차용 내외장재, 인공혈관, 바이오 칩 및 각종 전자제품 내외장재에 유용하게 적용될 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 고분자 재료 상부에 형성되는 엠보패턴을 조절할 수 있어, 디자인적 자유도가 향상되어 각종 내외장재 등의 고급화 및 기능적 측면의 향상을 동시에 도모할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

노건호

서울특별시 송파구 새말로15길 16-15, 창훈빌라
101호 (문정동)

김종국

경상남도 창원시 성산구 창이대로 737, 사과동성
APT 109동 202호 (사파동)

김도근

경남 창원시 성주동 153 성주2차유니온빌리지 11
7동 102호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 PMI5910

부처명 지식경제부

연구사업명 소재원천기술개발사업

연구과제명 나노표면 다차 구조제어 용복합 공정시스템 기술개발(1/4)

주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소

연구기간 2009년 06월 01일 ~ 2013년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

챔버 내에서 폴리카보네이트(polycarbonate(PC)), 폴리이미드(Polyimide(PI)), 폴리에틸렌(Polyethylene(PE)), 폴리메타크릴산메틸(Polymethylmethacrylate (PMMA)), 폴리스티렌(Polystyrene(PS)), 폴리락틱코글리콜릭산(Polylactic-co-glycolic acid(PLGA)), 히드로겔(Hydrogel), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethylene terephthalate(PET)), 실리콘고무(Silicone rubber), 및 PDMS(Polydimethylsiloxane)로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나인 고분자 재료의 표면에 메탄가스, 아세틸렌가스, 에틸렌가스 및 벤젠가스를 포함하는 군으로부터 선택되는 어느 하나의 탄소를 포함하는 가스를 이온건으로 이온화하여 분사함으로써 탄소 나노박막을 증착하되, 탄소 나노박막의 증착과 동시에 스퍼터를 통하여 실리콘, 티타늄, 구리, 및 텅스텐으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나인 금속물질을 증착하고, 증착시간 및 가속전압의 크기를 조절하여 고분자 재료 표면에 나노 크기의 엠보패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 챔버 내 압력은 1.0×10^{-7} Pa 내지 2.75×10^{-2} Pa인 것을 특징으로 하는 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 탄소 나노박막의 증착을 위한 증착 시간은 1 초 내지 1 시간이고, 가속전압의 크기는 100 V 내지 100 kV인 것을 특징으로 하는 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법.

청구항 9

제1항의 방법으로 제조되어, 고분자 재료의 표면에 나노 크기의 엠보패턴을 형성하는 탄소 나노박막이 증착된 것을 특징으로 고분자 소재.

청구항 10

제9항에 있어서, 증착된 탄소 나노박막의 엠보패턴의 폭은 1 내지 1,000 나노미터이고, 길이는 1 내지 10,000 나노미터인 것을 특징으로 하는 고분자 소재.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 고분자 소재는 저마찰성, 내마모성, 점착방지성(anti-stiction), 내지문성을 갖는 것을 특징으로 하는 고분자 소재.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법 및 이에 의하여 제조되는 고분자 소재에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 PDMS(polydimethylsiloxane)과 같은 고분자 표면에 탄소 나노박막(DLC)을 증착하여 고분자 표면에 나노 엠보(embossing) 패턴이 형성되도록 한 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법 및 이에 의하여 제조되는 고분자 소재에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 자동차용 내장재를 비롯하여, 각종 가정용 내외장재, 전자 제품의 내외장재 등에는 외관을 수려하게 장식하는 다양한 형태의 플라스틱 디자인 제품 등이 출시되고 있으며, 보다 새롭고 특별한 디자인을 위하여 다양한 형상 및 모양을 갖는 재료들을 연구 및 적용하고 있다.

[0003] 그 일례로서, 다양한 적용분야의 표면에 입체 효과를 부여하기 위하여 인위적인 엠보싱 처리가 이루어진 내장재 등이 개발되었으나, 기존에 복잡한 핫-엠보싱(hot-embossing) 방법으로는 엠보 심도 또는 엠보 크기 등을 미세하게 조절할 수 없는 문제가 있기 때문에, 디자인 측면에서 입체감 및 미적 효과를 넘에도 불구하고 엠보 형상 및 크기 조절에 대한 디자인 자유도가 떨어지는 문제점이 있다.

[0004] 따라서, 플라스틱 표면 처리와 내마모성 및 질감향상을 위한 목적으로서 정전기에 의한 얼룩방지, 내마모성, 점착방지성, 미끄럼 방지 등의 기능성 향상 및 생상 향상에 의한 고급화 등을 실현할 수 있는 보다 새로운 가능성을 가진 플라스틱 제품이 요구되고 있다.

[0005] 이에 본 발명자는 고분자 표면에 탄소 나노박막을 코팅하여 고분자 표면에 나노 엠보패턴을 형성하되, 증착시간 및 가속전압의 크기를 조절하여 형성되는 엠보패턴을 조절할 수 있음을 알게 되어 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법을 제공하는데 있다. 본 발명의 또 다른 목적은 상기 방법으로 제조된 탄소 나노박막(DLC)이 증착된 고분자 소재를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 챔버 내에서 고분자 재료의 표면에 탄소 나노박막을 증착하되, 증착시간 및 가속전압의 크기를 조절하여 고분자 재료 표면에 나노 크기의 엠보패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법을 제공한다. 또한, 본 발명은 상기 방법으로

제조되어 고분자 재료의 표면에 나노 크기의 엠보패턴을 형성하는 탄소 나노박막(DLC)이 증착된 고분자 소재를 제공한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따르면, PDMS를 포함하는 다양한 고분자 재료 표면에 탄소 나노 박막 증착을 이용하여, 탄소 나노 엠보패턴을 형성함으로써 얼룩방지, 내마모성, 미끄럼 방지, 및 색상이 향상된 고분자 소재를 제조함으로써, 자동차용 내외장재, 인공혈관, 바이오칩 및 각종 전자제품 내외장재에 유용하게 적용될 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명에 따르면, 고분자 재료 상부에 형성되는 엠보패턴을 조절할 수 있어, 디자인적 자유도가 향상되어 각종 내외장재 등의 고급화 및 기능적 측면의 향상을 동시에 도모할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 PDMS 표면에 탄소 나노박막(DLC)의 증착을 수행하는 모식도이고, 도2는 본 발명에 따른 탄소 나노 엠보패턴이 형성된 표면을 촬영한 전자주사현미경 사진이고, 도3은 증착시간에 따라 PDMS 표면에 탄소 나노박막이 증착된 상태를 나타내는 주사전자현미경 사진이고, 도4는 본 발명의 실시예에서 제조된 고분자 소재의 표면 화학 결합의 변화를 알 수 있는 라만 분광기(Raman spectrum) 결과 그래프이고, 도5는 본 발명의 실시예에서 제조된 고분자 소재의 표면 마찰계수의 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명은 챔버 내에서 고분자 재료의 표면에 탄소 나노박막을 증착하되, 증착시간 및 가속전압의 크기를 조절하여 고분자 재료 표면에 나노 크기의 엠보 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법을 제공한다. 본 발명에 따른 제조방법의 모식도를 도1에 나타내었다.

[0012] 이하 본 발명에 따른 제조방법을 상세히 설명한다.

[0013] 이온빔 또는 스퍼터링(sputtering) 장비를 이용하여 고분자 표면에 탄소 나노 박막을 증착할 때, 고분자와 탄소 나노박막의 탄성계수 차이에 의하여 나노 엠보 패턴이 형성되게 된다. 예를 들어 PDMS의 탄성계수는 10 MPa이고, 탄소 나노박막의 탄성계수는 100 GPa이다. 이와 같은 고분자와 박막의 탄성계수차에 의하여 변형이 생기게 되는데 이를 완화하기 위하여 엠보패턴이 형성되는 것으로 판단되나 반드시 이에 구속되는 것은 아니다.

[0014] 본 발명에 따른 제조방법에서 형성되는 나노 크기의 엠보 패턴은 증착시간 및 가속전압의 크기에 따라 조절된다. 즉, 나노 엠보 패턴의 길이와 폭은 하기와 같은 식으로 결정된다. 이하에서 엠보패턴의 길이는 엠보 패턴을 진동 그래프에 대응시켰을 때 파장에 해당하며, 엠보패턴의 폭은 진폭에 해당하는 의미로 사용되었다.

수학식 1

$$L=4.08 \cdot t_f \left(\frac{E_f}{E_s} \right)^{1/3}$$

[0015]

[0016] (상기 수학식1에서,

[0017]

L은 길이, E_f 는 증착된 나노박막의 탄성계수, E_s 는 고분자 재료의 탄성계수, t_f 는 증착된 나노박막의 두께를 의미한다.)

수학식 2

$$W/t_f = \sqrt{e_o/e_c - 1}$$

[0018]

[0019] (상기 수학식2에서,

[0020]

W는 엠보 패턴의 폭을 의미하고, e_o 는 증착시에 박막에 형성된 변형률을 의미하고, e_c 는 엠보패턴을 형성하기 위한 임계 변형률을 의미한다. 한편, t_f 는 상기 수학식1에서 정의된 바와 같이 증착된 나노박막의 두께를 의미한다.)

[0021]

상기 수학식1 및 수학식2에 따르면, 증착되는 탄소 나노박막의 두께가 증가할수록 엠보패턴의 길이와 폭이 증가함을 알 수 있다. 즉, E_f / E_s 의 값은 고분자 재료 및 증착되는 박막의 탄성계수값에 의하여 상수값으로 고정되고, 두께(t_f)가 증가할수록 엠보패턴의 길이 및 폭이 증가하게 된다. 증착되는 나노박막의 두께는 증착시간에 의하여 조절되므로, 결과적으로 증착시간에 의하여 엠보패턴의 길이 및 두께가 조절될 수 있다. 또한, 가속전압의 크기를 조절하게 되면 나노박막의 밀도가 변화하게 되고, 이에 따라 나노박막의 탄성계수(E_f)가 조절되어, 결과적으로 수학식1에 따라 엠보패턴의 길이가 조절될 수 있다.

[0022]

본 발명에 따른 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조방법에 있어서, 사용되는 고분자 재료는 표면에 나노 크기의 거칠기를 가질 수 있는 폴리카보네이트(polycarbonate(PC)), 폴리이미드(Polyimide(PI)), 폴리에틸렌(Polyethylene(PE)), 폴리메타크릴산메틸(Polymethylmethacrylate (PMMA)), 폴리스티렌(Polystyrene(PS)), 폴리락틱코글리콜릭산(Polylactic-co-glycolic acid(PLGA)), 히드로겔(Hydrogel), 폴리에틸테레프탈레이트(Polyethylene terephthalate(PET)), 실리콘고무(Silicone rubber), 및 PDMS(Polydimethylsiloxane)로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나인 것이 바람직하다.

[0023]

본 발명의 고분자 소재의 제조방법에 있어서, 나노박막의 증착은 이온빔을 이용하는 방식, 박막을 코팅하는 방식, 금속 및 비금속 물질을 스퍼터링하는 방식을 사용할 수 있으나, 가장 빠른 속도로 증착을 수행하기 위하여 탄소를 포함하는 가스를 플라즈마/이온화하여 분사함으로써 수행되는 것이 바람직하며, 이때 사용되는 탄소를 포함하는 가스는 메탄가스, 아세틸렌가스, 에틸렌가스, 및 벤젠가스를 포함하는 군으로부터 선택되는 어느 하나인 것이 바람직하다. 탄소를 포함하는 가스를 플라즈마/이온화하여 분사함으로써 접합력 향상을 위한 표면처리 공정과 탄소 나노박막의 증착 공정이 동시에 수행되는 장점이 있다. 이때, 분사를 위한 입사각은 0 내지 90. , 즉 어떠한 입사각으로도 설정될 수 있다.

- [0024] 챔버 내에서 고분자 재료의 표면에 탄소 나노박막을 증착함에 있어서, 챔버 내 환경은 진공 환경인 것이 바람직하다. 더욱 구체적으로 챔버 내 압력은 1.0×10^{-7} Pa 내지 2.75×10^{-2} Pa의 범위인 것이 바람직하며, 이는 챔버 내부가 진공환경이어야 플라즈마가 형성되어 탄소 나노박막이 증착될 수 있기 때문이다.
- [0025] 본 발명에 따른 고분자 소재의 제조방법은 고분자 재료 표면에 탄소 나노박막을 증착함과 동시에 스퍼터(sputter)를 통하여 금속물질을 함께 증착할 수 있다. 탄소 나노박막과 함께 증착되는 금속물질은 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재에 기능성을 부여하는 효과가 있다. 예를 들어, 실리콘 또는 티타늄을 증착할 경우 제조된 고분자 소재의 생체 적합성을 향상시켜 인공혈관 등에 적용하기가 보다 용이해지고, 구리 또는 텅스텐을 증착할 경우 탄소 나노박막의 잔류응력을 감소시켜 계면 접착특성이 향상되는 효과가 있다.
- [0026] 상기한 바와 같이 본원발명에 따른 제조방법은 증착시간 및 가속전압의 크기를 조절하여 고분자 재료의 표면에 형성되는 엠보패턴을 조절하는 것을 특징으로 하며, 이때 증착시간은 1 초 내지 1 시간인 것이 바람직하고, 가속전압의 크기는 100 V 내지 100 kV인 것이 바람직하다. 증착시간이 1 초 미만일 경우 고분자 재료의 표면에 탄소 나노박막이 충분히 증착되지 않는 문제점이 있고, 1 시간을 초과하는 경우 증착되는 박막의 두께가 지나치게 두꺼워져 박막이 고분자 표면에서 떨어질 수 있는 문제점이 있다. 또한, 가속전압의 크기가 100 V 미만인 경우에는 탄소 나노박막이 엠보패턴을 형성하지 못할 수 있는 문제점이 있고, 100 kV를 초과하는 경우에는 박막 증착중에 방사선이 형성되어 산업에 응용시 위험도가 증가하는 문제점이 있다.
- [0027] 또한 본 발명은 상기의 제조방법에 의하여 제조되며, 고분자 재료의 표면에 나노크기의 엠보패턴을 형성하는 탄소 나노박막이 증착된 고분자 소재를 제공한다.
- [0028] 본 발명에 따른 고분자 소재는 고분자 재료 표면에 나노크기의 엠보패턴을 형성하는 탄소 나노박막이 증착되고, 상기 탄소 나노박막으로 인하여 디자인적 특성이 뛰어날 뿐만 아니라, 열폭방지, 저마찰성, 내마모성, 점착방지성, 내지문성 등의 기능성을 가져 자동차 또는 가정용 내외장재, 전자제품, 인공혈관, 또는 바이오칩 등에 유용하게 적용될 수 있는 장점이 있다. 본 발명의 일실시예에 의하여 제조된 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 주사전자현미경 사진을 도2에 도시하였다. 도2에 따르면, 고분자 재료의 표면에 탄소 나노박막이 엠보패턴을 형성하며 증착되어 있음을 알 수 있다.
- [0029] 본 발명에 따른 고분자 소재의 표면에 증착된 엠보패턴의 폭은 1 내지 1,000 나노미터인 것이 바람직하고, 길이는 1 내지 10,000 나노미터인 것이 바람직하다. 엠보패턴의 폭이 1 나노미터 미만인 경우 엠보 패턴이 형성되지 않을 수 있는 문제점이 있고, 1,000 나노미터를 초과하는 경우에는 두께가 두꺼워져 표면 엠보패턴의 효과가 약화될 수 있는 문제점이 있다. 또한, 엠보패턴의 길이가 1 나노미터 미만인 경우에는 엠보패턴에 의한 거칠기가 엠보패턴이 없는 박막 표면의 거칠기 유사하여 엠보패턴의 특성이 나타나지 않을 수 있는 문제점이 있고, 10,000 나노미터를 초과하는 경우에는 엠보패턴의 크기가 너무 커서 역시 엠보패턴으로써의 특성이 사라지게 되는 문제점이 있다.
- [0030] 이하 본 발명을 실시예에 의하여 더욱 상세히 설명한다. 하기 실시예들은 본 발명을 더욱 상세히 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명이 하기 실시예들에 의하여 한정되는 것은 아니다.
- [0031] <실시예 1>
- [0032] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조 I
- [0033] 반투명의 PDMS(다우 하이텍 제품) 시편을 진공 챔버 내에 넣고, 진공도를 1.3×10^{-3} Pa 정도로 유지시킨 후,

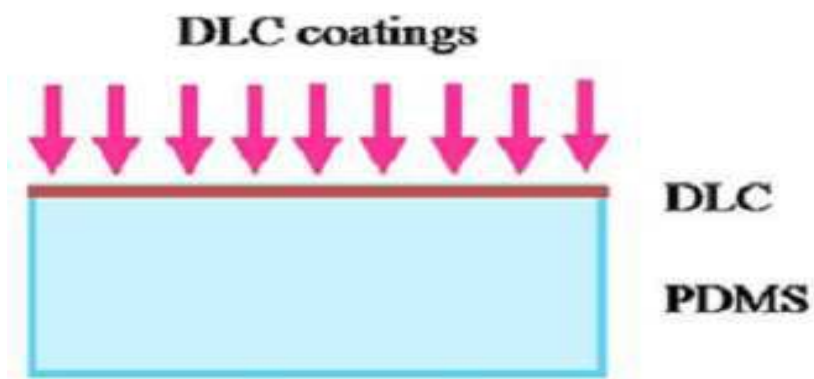
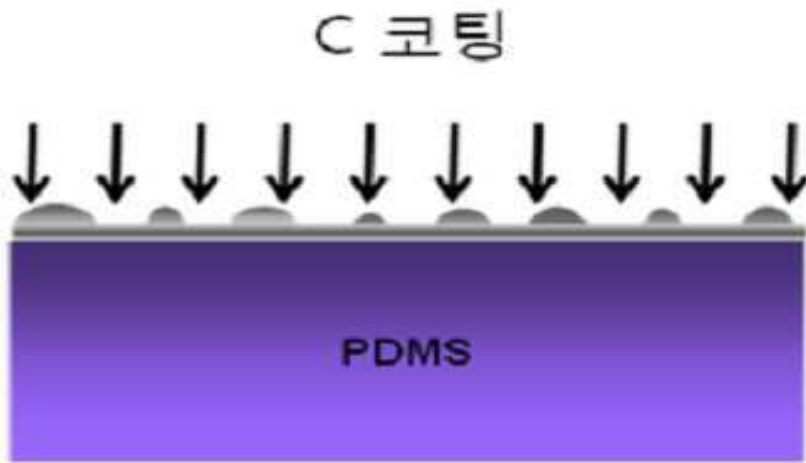
진공 챔버 내 이온건의 캐소드-애노드(cathod-anode) 사이의 전압 조건은 400 V로 적용하였고, 탄소 원자가 시편 표면에 수직으로 증착되도록 고정한 후, 벤젠가스를 20 sccm으로 분사하였다. 10 초의 증착시간동안 벤젠가스를 분사하여 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.

- [0034] <실시예 2>
- [0035] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조II
- [0036] 상기 증착시간을 30 초로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.
- [0037] <실시예 3>
- [0038] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조III
- [0039] 상기 증착시간을 1 분으로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.
- [0040] <실시예 4>
- [0041] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조IV
- [0042] 상기 증착시간을 5 분으로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.
- [0043] <실시예 5>
- [0044] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조V
- [0045] 상기 증착시간을 10 분으로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.
- [0046] <실시예 6>
- [0047] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조VI
- [0048] 상기 증착시간을 20 분으로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.
- [0049] <실시예 7>
- [0050] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조VII
- [0051] 상기 증착시간을 30 분으로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.
- [0052] <실시예 8>
- [0053] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 제조VIII
- [0054] 상기 증착시간을 60 분으로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재를 제조하였다.

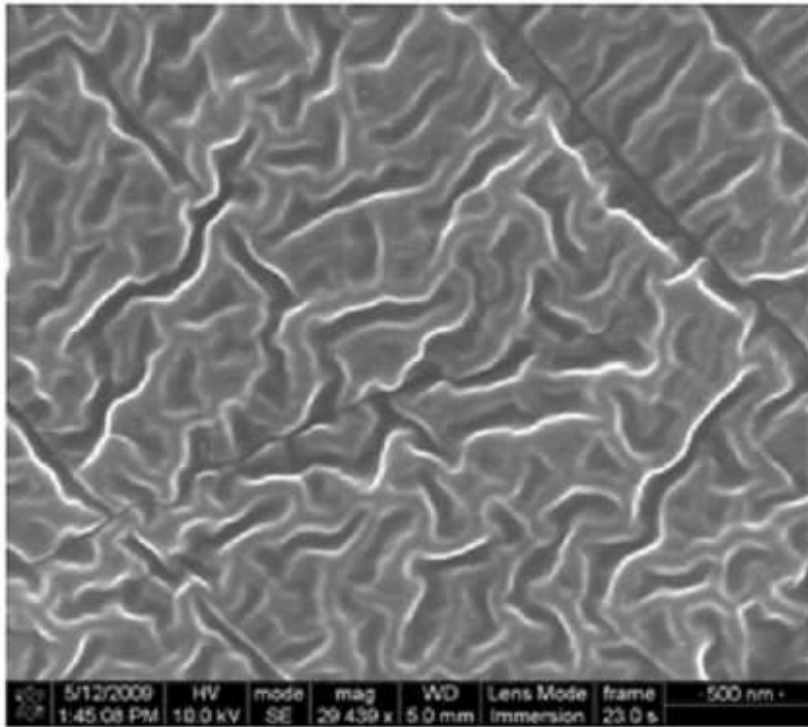
- [0055] <실험예 1>
- [0056] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 표면 확인
- [0057] 본 발명의 실시예에 의하여 제조된 고분자 소재의 표면을 확인하기 위하여 증착전 PDMS와 실시예 4 내지 6에 의하여 제조된 고분자 소재의 표면을 주사전자현미경으로 확인하였고, 이를 도3에 나타내었다. 도3에 따르면, 증착시간이 증가함에 따라 이온의 양이 증가하면서, 표면 패턴이 나노 구조의 엠보싱화 되면서 그 거칠기가 점차 증가함을 알 수 있다.
- [0058] <실험예 2>
- [0059] 고분자 재료 표면 상의 화학결합 변화의 확인
- [0060] 라만 분광기(Raman Spectrum) 분석을 통하여 탄소 나노박막 증착 전후의 PDMS 표면에 대한 화학결합의 변화를 관찰하였다. 탄소 나노박막 증착처리를 하지 않은 PDMS와 실시예 5, 7, 및 8에 의하여 제조된 고분자 소재에 대하여 라만 분광기 분석을 실시하였고 그 결과를 도4에 나타내었다. 도4를 통하여 알 수 있는 바와 같이, 탄소 나노박막 증착 전의 PDMS 표면은 전형적인 비정질 고분자 특성을 나타내고 있는 반면, 탄소 나노박막 증착 이후의 경우 비정질 탄소 박막에서 보이는 피크가 뚜렷하게 나타나고 있다. 즉, 탄소 나노박막이 증착된 이후에는 PDMS 표면에서 비정질 탄소를 정의하는 기본 피크인 D(비정질 흑연) 피크가 약 1365 cm^{-1} 에서 나타나고, G(결정질 흑연) 피크가 약 1540 cm^{-1} 에서 나타남을 알 수 있다.
- [0061] <실험예 3>
- [0062] 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재의 표면의 내마모성 측정
- [0063] 본 발명에 따라 제조된 고분자 소재 표면의 내마모성 향상 여부를 확인하기 위하여 하기와 같은 실험을 수행하였다.
- [0064] 표면 처리가 되지 않은 PDMS 시편과 실시예 1 내지 5에 의하여 제조된 탄소 나노 엠보패턴 표면을 갖는 고분자 소재 각각에 대하여 스크래치 테스터(Scratch tester (J&L, 대한민국))를 이용하여 수직으로 1 N의 힘을 가하였고, 총 미끄럼 거리(sliding distance)를 4 mm로 고정하였고, 총 미끄럼 거리에 이르기까지의 마찰계수(COF, Coefficient of Friction)를 측정하였다. 상기 측정 결과를 도5에 나타내었다. 도5에 따르면 PDMS 표면에 대한 탄소 나노박막의 두께가 증가함에 따라 표면의 마찰계수가 감소하고 총 미끄럼 거리에 이르기까지 마찰계수가 일정하게 유지됨을 알 수 있으며, 이를 통하여 나노박막의 두께가 증가함에 따라 고분자 소재 표면의 내마모성이 향상됨을 알 수 있다.
- [0065] 상기와 같은 실험예들의 결과로부터 PDMS와 같은 고분자 재료 표면에 형성된 나노 엠보패턴에 의하여 표면 거칠기가 증가되고, 증가된 거칠기는 미끄럼 방지 특성을 가짐을 알 수 있다. 또한, 이와 같은 미끄럼 방지 특성은 나노 혹은 마이크로 크기의 나노 엠보패턴에 요구되는 내외장재용 표면 패턴으로서 적절한 특성을 나타내는 것이고, 결국 본 발명의 나노 엠보패턴을 갖는 고분자 소재는 디자인적 측면과, 정전기에 의한 얼룩방지, 내마모성, 미끄럼 방지와 같은 기능적 측면을 동시에 만족시킬 수 있으므로, 각종 내외장재, 인공혈관, 바이오칩과 같은 분야에 유용하게 적용될 수 있다.

도면

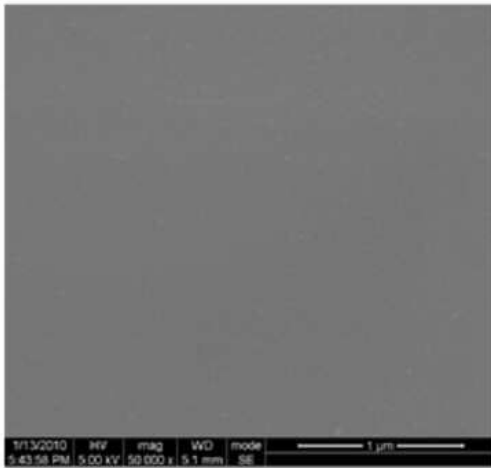
도면1



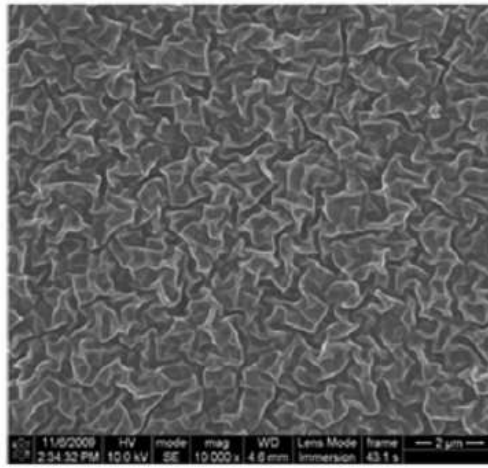
도면2



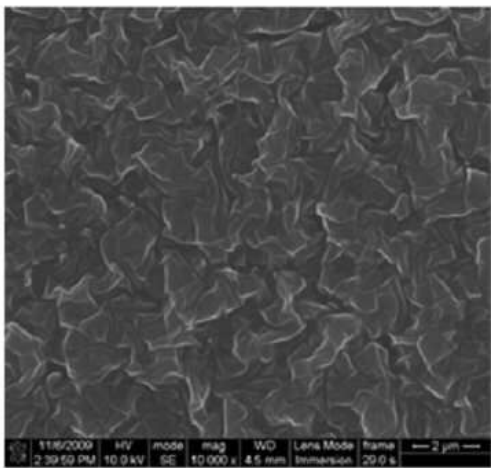
도면3



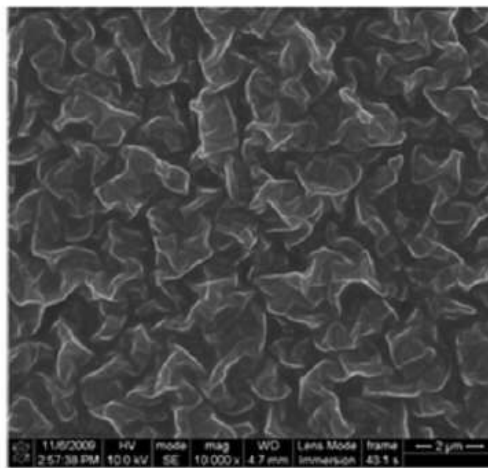
(a) 처리 전 PDMS



(b) 실시예 4

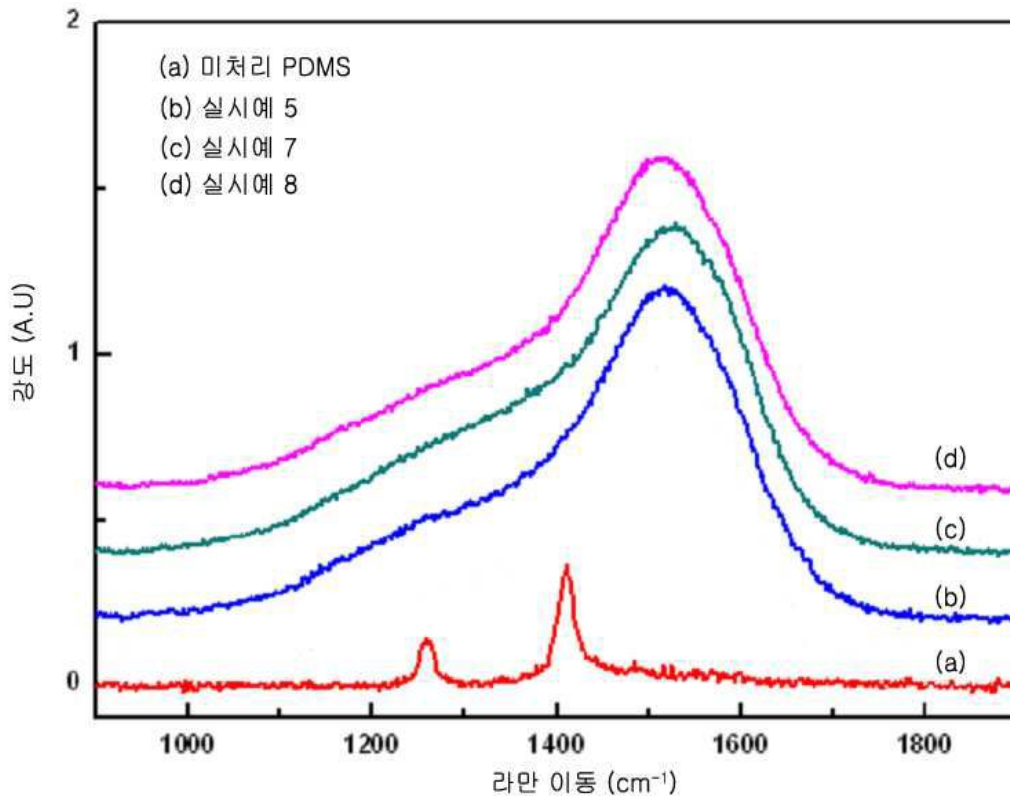


(c) 실시예 5



(d) 실시예 6

도면4



도면5

