

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0090932 (43) 공개일자 2016년08월02일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>C08B 11/12</i> (2006.01) <i>C01B 31/04</i> (2006.01) <i>C08K 3/04</i> (2006.01) <i>C08L 1/28</i> (2006.01) (52) CPC특허분류 <i>C08B 11/12</i> (2013.01) <i>C01B 31/0438</i> (2013.01) (21) 출원번호 10-2015-0010442 (22) 출원일자 2015년01월22일 심사청구일자 2015년01월22일		(71) 출원인 인하대학교 산학협력단 인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동) (72) 발명자 박수진 서울특별시 강남구 역삼로 315-1 개나리SK뷰아파트 503동 2103호 손영래 경기도 용인시 기흥구 사은로126번길 10 113동 901호 (보라동, 민속마을쌍용아파트) (74) 대리인 이은철

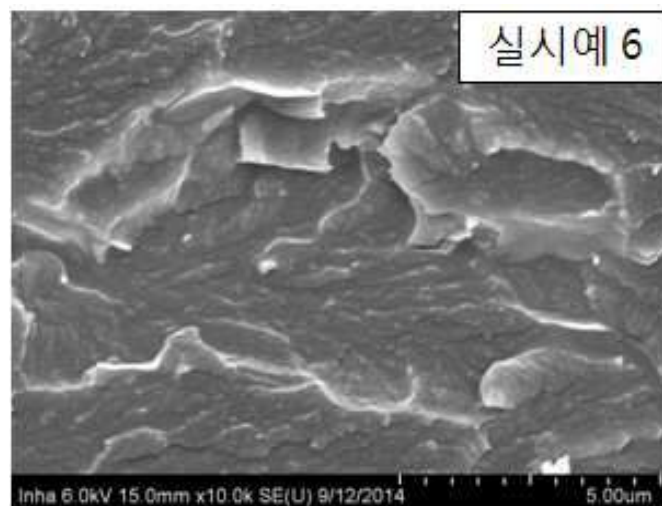
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 및 그 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료는 카복시메틸셀룰로오스와 그래핀을 함유 된 것을 특징으로 하며, 본 발명의 다른 측면에 따른 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 제조방법은 (1) 그래핀, 계면활성제 및 분산제로서 사용되는 카복시메틸셀룰로오스를 포함하는 그래핀 분산액을 제조하는 단계, (2) 카복시메틸셀룰로오스 용액을 제조하는 단계, (3) 상기 (1) 단계와 상기 (2) 단계에서 제조된 그래핀 분산액과 카복시메틸셀룰로오스 용액을 혼합하는 단계 및 (4) 상기 (3) 단계의 혼합액을 건조하여 성형물을 제조하는 단계를 포함하는 것으로서, 기계적강도가 약한 생체고분자인 카복시메틸셀룰로오스의 기계적 강도를 강화 할 수 있으며, 그래핀을 증류수에 분산시킬 때, 계면활성제와 분산제를 사용하여 안정된 상태의 그래핀 분산액을 제공하는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 3/04 (2013.01)

C08L 1/286 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

카복시메틸셀룰로오스 및 그래핀이 함유되어 있는 것을 특징으로 하는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 카복시메틸셀룰로오스는 98 내지 99.99중량% 및, 상기 그래핀은 0.01 내지 2.0중량%인 것을 특징으로 하는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료.

청구항 3

(1) 그래핀, 계면활성제 및 분산제로서 사용되는 카복시메틸셀룰로오스를 포함하는 그래핀 분산액을 제조하는 단계;

(2) 카복시메틸셀룰로오스 용액을 제조하는 단계;

(3) 상기 (1) 단계와 상기 (2) 단계에서 제조된 그래핀 분산액과 카복시메틸셀룰로오스 용액을 혼합하는 단계; 및

(4) 상기 (3) 단계의 혼합액을 건조하여 성형물을 제조하는 단계를 포함하는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 제조방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 (3) 단계에서 그래핀과 카복시메틸셀룰로오스의 총 중량을 기준으로 그래핀 함량은 0.01 내지 2.0 중량%, 카복시메틸셀룰로오스 함량은 98 내지 99.99 중량%로 포함되는 것을 특징으로 하는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료의 제조방법.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 (1) 단계에서, 그래핀 분산액은 그래핀 : 계면활성제 : 분산제로써 사용하는 카복시메틸셀룰로오스를 1 : 0.05 내지 0.17 : 5 내지 15 중량비로 증류수에 첨가하는 단계를 거쳐 제조되는 것을 특징으로 하는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스(Carboxymethyl cellulose: CMC) 복합재료 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 카복시메틸셀룰로오스의 기계적 강도가 강화된 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 생체고분자 중에서 가장 중요한 산업용 고분자 중 하나인 카복시메틸셀룰로오스는 셀룰로오스의 반합성 유도체이며 물에 녹는 음이온성 선형 고분자이며, 다양한 분야에 광범위하게 활용되고 있다. 그러나 생체고분자를 이용해 제조된 필름은 일반적으로 기계적 특성이 우수하지 않다.
- [0003] 한편, 최근 이에 대한 연구로서 생체고분자 기반의 탄소 물질을 필러로 사용하여 기계적 특성을 향상시키고자 하는 다양한 연구들이 확인되고 있다.
- [0004] 탄소 물질을 기계적 강도를 강화시키는 필러로써 사용하기 위해서는 탄소 물질이 매트릭스에 균질하고 안정적으로 분산되어 있어야 한다. 탄소 물질 중 친수성을 가진 물질은 용매가 물일 때 안정적으로 잘 분산된다. 그래핀 산화물의 경우 많은 산소 관능기가 물 분자와 강한 수소결합을 하여 매우 안정된 분산액을 형성할 수 있다. 그러나 그래핀은 그래핀 산화물 표면의 산소 관능기를 환원하여 그래핀을 합성하기 때문에 그래핀은 소수성의 성질을 지니게 되고, 따라서 물에서의 분산이 되지 않는다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0029977호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 목적은, 기계적 강도가 강화된 생체고분자를 제공하는데 있어서 소수성인 그래핀이 물에서의 분산성 및 안정성이 증가된 그래핀 분산액과 이를 사용하여 기계적 강도가 강화된 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 유형에 따르는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료는 카복시메틸셀룰로오스에 그래핀이 첨가되어 있는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료인 것을 제공한다.
- [0008] 더욱 상세하게는, 카복시메틸셀룰로오스는 98 내지 99.99중량% 및, 그래핀은 0.01 내지 2.0중량%인 것을 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 유형에 따르는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료의 제조방법은 (1) 그래핀, 계면활성제 및 분산제로 사용되는 카복시메틸셀룰로오스를 포함하는 그래핀 분산액을 제조하는 단계, (2) 카복시메틸셀룰로오스 용액을 제조하는 단계, (3) 상기 (1) 단계와 상기 (2) 단계에서 제조된 그래핀 분산액과 카복시메틸셀룰로오스 용액을 혼합하는 단계 및 (4) 상기 (3) 단계의 혼합액을 건조하여 성형물을 제조하는 단계를 포함하는 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 제조방법을 제공한다.
- [0010] 더욱 상세하게는, 상기 (3) 단계에서 그래핀과 카복시메틸셀룰로오스의 총 중량을 기준으로 그래핀 함량은 0.01 내지 2.0 중량%, 카복시메틸셀룰로오스 함량은 98 내지 99.99 중량%로 포함 할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 (1) 단계에서, 그래핀 분산액은 그래핀 : 계면활성제 : 분산제로서의 카복시메틸셀룰로오스를 1 : 0.05 내지 0.17 : 5 내지 15 중량비로 증류수에 첨가하는 단계를 거쳐 제조되는 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따르면, 생체고분자인 카복시메틸셀룰로오스에 그래핀을 첨가하여 카복시메틸셀룰로오스의 기계적 강도를 강화시키는 효과가 있다.
- [0013] 또한, 매우 소량의 계면활성제와 분산제를 사용하여 그래핀을 유해한 유기용매를 사용하지 않고 분산이 잘 이루

어지지 않는 물에서의 안정된 분산액을 제조할 수 있는 다른 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료의 SEM 사진이다.

도 2 는 본 발명의 다른 실시예에 따른 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료와 비교예의 인장강도 비교 그래프이다.

도 3 은 본 발명의 다른 실시예에 따른 그래핀을 수용액 상에서 분산시킬 때 계면활성제와 분산제로 사용한 SDS 와 카복시메틸셀룰로오스의 분산안정성의 비교를 나타낸 UV/Vis 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 일 측면에 따른 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료는 카복시메틸셀룰로오스에 그래핀이 첨가되어 얻어진다.

[0016] 더욱 상세하게는 전형적인 허머스(Hummers) 방법으로 합성된 그래핀 산화물의 열처리를 통해 그래핀 산화물 표면의 산소 관능기를 환원시켜 그래핀과 매트릭스인 카복시메틸셀룰로오스와의 계면결합력을 향상시킴으로써, 기존의 그래핀 산화물과 카복시메틸셀룰로오스의 복합재료보다 강한 기계적 강도를 가지는 복합재료를 제공한다.

[0017] 카복시메틸셀룰로오스는 생체고분자 중에서 가장 중요한 산업용 고분자 중 하나로써, 셀룰로오스의 반합성 유도체이며 물에 녹는 음이온성 선형 고분자이다. 카복시메틸셀룰로오스는 종이, 음식, 제약, 화장품, 코팅제, 바인더 등 광범위하게 활용되고 있다.

[0018] 한편, 그래핀은 탄소원자로 이루어져 있으며 원자 1개의 두께로 이루어진 얇은 막이며 흑연 구조에서 가장 얇게 한 겹을 떼어낸 것이라 보된다. 이상적인 2차원 평면 구조를 나타내며 탄소 원자가 육각형으로 sp^2 혼성 결합하여 벌집과 같은 구조를 하고 있다. 이 sp^2 혼성 탄소 네트워크 구조덕분에 큰 표면적을 가지며 뛰어난 기계적, 열적, 그리고 전기적 특성을 가진다.

[0019] 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료에서 그래핀의 함량은 0.01 내지 2.0 중량%이며, 바람직하게는 1.0 내지 1.5 중량%일 수 있다. 카복시메틸셀룰로오스의 함량은 98 내지 99.99 중량%이며, 바람직하게는 98.5 내지 99 중량%일 수 있다.

[0020] 본 발명에 사용되는 그래핀은 다중벽 또는 싱글벽인 것을 사용할 수 있다. 그래핀의 제조는, 먼저 널리 알려진 스타우덴마이어(Staudenmaier) 방법 또는 허머스 방법을 통해 그라파이트를 산화시켜 그래핀 산화물을 제조한다. 제조된 그래핀 산화물은 주로 촉매를 이용한 열분해법, 아크방전법 또는 레이저 증발법 등을 통하여 그래핀 산화물을 환원시켜 그래핀으로 제조할 수 있으며, 본 발명에서는 제조된 그래핀 산화물을 튜브 퍼니스를 사용하여 온도 700 내지 1000℃의 온도에서 3 내지 7시간 동안 열처리하여 그래핀을 제조할 수 있다. 바람직하게는 상기 열처리하는 과정에서 온도는 850 내지 950℃가 바람직하며, 시간은 4 내지 6시간으로 할 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 측면에 따른 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료 제조방법에 있어서, (1) 그래핀, 계면활성제 및 분산제로써 사용되는 카복시메틸셀룰로오스를 포함하는 그래핀 분산액을 제조하는 단계, (2) 카복시메틸셀룰로오스 용액을 제조하는 단계, (3) 상기 (1) 단계와 상기 (2) 단계에서 제조된 그래핀 분산액과 카복시메틸셀룰로오스 용액을 혼합하는 단계 및 (4) 상기 (3) 단계의 혼합액을 건조하여 성형물을 제조하는 단계를 거쳐 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스의 복합재료를 제조할 수 있다.

[0022] 본 명세서에서 '그래핀 분산액'이란 용어는 그래핀을 증류수에서 계면활성제와 분산제를 사용하여 안정된 상태로 분산시킨 용액을 의미한다.

[0023] 그래핀은 그래핀 산화물의 산소관능기를 환원시킴으로써 합성되는 것인바, 소수성으로 물에는 잘 녹지 않아 계면활성제와 분산제를 사용하여 안정된 상태의 분산액을 제조한다.

[0024] 그래핀 분산액에 그래핀을 분산시킬 때, 그래핀 : 계면활성제 : 분산제로써 카복시메틸셀룰로오스를 1 : 0.05 내지 0.17 : 5 내지 15 중량비로 증류수에 첨가시키고 초음파 처리기를 사용하여 그래핀을 박리시켜 분산시킬 수 있다.

[0025] 본 발명에서 사용될 수 있는 계면활성제 종류에는 소듐 도데실 설페이트(SDS : sodium dodecyl sulfate), 소듐 도데실벤젠 설포네이트(SDBS : sodium dodecylbenzene sulfonate), 세트리모늄 브로마이드(CTAB :

hexadecyltrimethylammonium bromide), 소듐 콜레이트(SC : sodium cholate), C0890 등등이 있다.

- [0026] 본 발명에서 사용될 수 있는 계면활성제의 농도는 그래핀 대비 0.05 내지 0.17 중량비인 것이 바람직하다. 계면활성제의 농도가 그래핀 대비 0.05 중량비 미만인 경우는 계면활성제의 농도가 너무 낮아서 그래핀의 분산이 거의 이루어지지 않기 때문에 바람직하지 못하고, 계면활성제의 농도가 그래핀 대비 0.17 중량비를 초과하면 분산은 잘 이루어지지만 복합재료를 제조 시 계면활성제가 복합재료의 강도를 약화시키기 때문에 바람직하지 못하다.
- [0027] 본 발명의 실시예에서 그래핀의 초음파를 이용한 분산 시간은 30 내지 120분이 바람직하다. 30분 미만이면 분산 시간이 너무 짧아서 분산이 되지 않은 그래핀이 다량 잔존하며 120분을 초과하면 분산 시 분산제로 사용되는 카복시메틸셀룰로오스가 분해되어 안정제로서 기능을 잃게 되어 그래핀 분산의 안정성을 약화시키기 때문에 바람직하지 못하다.
- [0028] 또한, 초음파 분산기(VCX-750, SONICS&MATRIALS, Inc., USA)를 이용하여 최대출력 750W를 기준으로 분산세기 50 내지 80%에서 분산시킨다. 분산세기가 50%미만일 경우에는 그래핀이 잘 분산되지 않고, 분산세기가 80%를 초과하는 경우에는 계면활성제와 분산제를 손상시켜 계면활성제와 분산제가 기능을 하지 못한다.
- [0029] 한편, 수용액 상에서 안정하게 분산된 그래핀 분산액을 매트릭스로 사용되는 카복시메틸셀룰로오스 용액에 넣어 혼합액을 제조한다. 제조된 혼합액은 그래핀 함량을 0.01 내지 2.0 중량%, 카복시메틸셀룰로오스 함량을 98 내지 99.99 중량%로 할 수 있다.
- [0030] 제조된 혼합액에서 용매인 증류수를 증발시켜 건조시키는 캐스팅을 거쳐 필름형태로 형성된 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조할 수 있다. 제조된 혼합액의 건조는 혼합액을 평평한 유리판에 부어 진공오븐 내에서 진공을 잡고 60 내지 100℃의 온도로 18시간 이상 건조시킨다. 바람직하게는 건조 과정의 온도는 80 내지 90℃ 범위로 할 수 있다. 상기 건조과정을 마치면 그래핀이 필러로서 균질하게 분산된 카복시메틸셀룰로오스의 필름형태로 제조된 복합재료가 완성된다.
- [0031] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.
- [0032] **실시예 1.**
- [0033] 허머스 방법을 통해 흑연을 산화시켜 그래핀 산화물을 제조한 후 튜브 퍼니스에서 Ar/H₂(90/10) 분위기하에서 900℃로 5시간 동안 열처리한다. 열처리된 그래핀 산화물의 산소관능기는 환원되며 이에 따라 그래핀이 제조된다. 제조된 그래핀 0.01 중량%와 카복시메틸셀룰로오스 99.99 중량%의 함량을 준비하고, 0.01 중량%의 그래핀과 소듐 도데실 설페이트, 분산제로 사용하는 카복시메틸셀룰로오스를 그래핀 : 소듐 도데실 설페이트 : 분산제로 사용하는 카복시메틸셀룰로오스의 중량비가 1 : 0.9 : 10 중량비로 50ml 증류수에 넣고 분산세기를 80% 조건으로 1시간 동안 초음파 처리하여 분산시켜 그래핀 분산액을 제조한다. 제조된 그래핀 분산액을 1.98 g의 카복시메틸셀룰로오스에 49 mL의 증류수를 넣어 용해시킨 99.99 중량%의 카복시메틸셀룰로오스 용액과 혼합한 후 1시간 동안 교반시켜 혼합액을 제조한다. 혼합액을 평평한 유리판에 붓고 진공오븐을 이용하여 80℃에서 진공을 잡아주며 용매인 증류수를 증발시켜 건조시킨다. 약 24시간 후 진공오븐에서 유리판을 꺼내어 필름형태로 형성된 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 조심스럽게 떼어낸다.
- [0034] **실시예 2.**
- [0035] 상기 실시예 1과 동일하게 과정을 실시하되, 그래핀의 함량을 0.25 중량%, 카복시메틸셀룰로오스의 함량을 99.75 중량%로 하여 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조한다.
- [0036] **실시예 3.**
- [0037] 상기 실시예 1과 동일하게 과정을 실시하되, 그래핀의 함량을 0.5 중량%, 카복시메틸셀룰로오스의 함량을 99.5 중량%로 하여 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조한다.
- [0038] **실시예 4.**
- [0039] 상기 실시예 1과 동일하게 과정을 실시하되, 그래핀의 함량을 1.0 중량%, 카복시메틸셀룰로오스의 함량을 99 중

량%로 하고 분산세기를 50%로 하여 분산시킨 후 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조한다.

실시예 5.

상기 실시예 1과 동일하게 과정을 실시하되, 그래핀의 함량을 1.0 중량%, 카복시메틸셀룰로오스의 함량을 99 중량%로 하고 분산시간을 30분으로 하여 분산시킨 후 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조한다.

실시예 6.

상기 실시예 1과 동일하게 과정을 실시하되, 그래핀의 함량을 1.0 중량%, 카복시메틸셀룰로오스의 함량을 99 중량%로 하여 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조한다.

실시예 7.

상기 실시예 1과 동일하게 과정을 실시하되, 그래핀의 함량을 1.5 중량%, 카복시메틸셀룰로오스의 함량을 98.5 중량%로 하여 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조한다.

실시예 8.

상기 실시예 1과 동일하게 과정을 실시하되, 그래핀의 함량을 2.0 중량%, 카복시메틸셀룰로오스의 함량을 98 중량%로 하여 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료를 제조한다.

비교예 1.

1.98 g/49 mL 카복시메틸셀룰로오스 용액과 50 mL의 증류수를 혼합한 후 1시간 동안 교반시킨다. 교반된 카복시메틸셀룰로오스 용액을 평평한 유리판에 붓고 진공오븐을 이용하여 80℃에서 진공을 잡아주며 용매인 증류수를 증발시켜 건조시킨다. 약 24시간 후 진공오븐에서 유리판을 꺼내어 형성된 카복시메틸셀룰로오스 필름을 조심스럽게 떼어낸다.

비교예 2.

허머스 방법을 통해 흑연을 산화시켜 제조된 그래핀 산화물을 제조한다. 그래핀 산화물 1.0 중량%와 카복시메틸셀룰로오스 99 중량%를 준비한다. 준비된 그래핀 산화물 1.0 중량%에 해당하는 양을 50 mL 증류수에 넣고 분산세기를 50% 조건으로 1시간 동안 초음파 처리하여 분산시킨다. 분산된 그래핀 산화물 용액을 1.98 g/49 mL 카복시메틸셀룰로오스 용액과 혼합한 후 1시간 동안 교반시킨다. 카복시메틸셀룰로오스-그래핀 산화물 혼합물을 평평한 유리판에 붓고 진공오븐을 이용하여 80℃에서 진공을 잡아주며 용매인 증류수를 증발시켜 건조시킨다. 약 24시간 후 진공오븐에서 유리판을 꺼내어 형성된 그래핀 산화물 강화 카복시메틸셀룰로오스 필름을 조심스럽게 떼어낸다.

측정예 1. 본 발명에서 제조한 그래핀 분산액의 안정성 분석

계면활성제인 소듐 도데실 설페이트와 분산제인 카복시메틸셀룰로오스가 녹아있는 물에 그래핀을 분산시킨 분산액의 분산 안정도를 측정하기 위하여 UV-Vis spectrophotometer (S-3100, SCINCO, Korea)를 사용하여 흡광도를 측정하였다.

측정예 2. 본 발명에서 제조한 그래핀 강화 카복시메틸셀룰로오스 복합재료의 표면 및 인장 시험 후 파단면 관찰

그래핀이 강화 필러로서 카복시메틸셀룰로오스 필름의 구조를 변화시켰는지 관찰하기 위해 주사 전자 현미경 (SEM)을 이용하여 관찰하였다.

측정예 3. 인장강도 실험

인장강도 시험은 2 mm/min의 로딩 속도 및 25 mm gauge length를 조건으로 dog bone 형태의 시편을 제조한 후 만능재료시험기를 이용하여 실시하였다.

다음은 본 발명에 따른 그래핀과 카복시메틸셀룰로오스의 복합화로 제조된 복합재료의 제조조건을 표1에 표시하고, 본 발명에 따른 그래핀과 카복시메틸셀룰로오스의 복합화로 제조된 복합재료의 인장강도를 표2에 표시한다.

표 1

샘플명	필러 종류	함량(중량%)	분산세기(%)	분산시간(min)
실시예 1	그래핀	0.01	80	60

실시예 2	그래핀	0.25	80	60
실시예 3	그래핀	0.5	80	60
실시예 4	그래핀	1.0	50	60
실시예 5	그래핀	1.0	80	30
실시예 6	그래핀	1.0	80	60
실시예 7	그래핀	1.5	80	60
실시예 8	그래핀	2.0	80	60
비교예 1	-	-	-	-
비교예 2	그래핀 산화물	1.0	50	60

표 2

[0060]

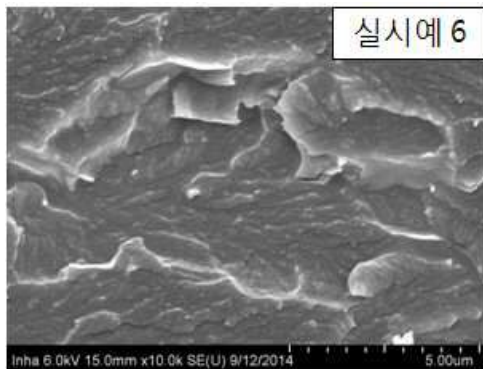
	인장 강도 (MPa)
실시예 1	37.86
실시예 2	40.49
실시예 3	39.61
실시예 4	42.67
실시예 5	47.15
실시예 6	51.80
실시예 7	43.23
실시예 8	41.42
비교예 1	37.28
비교예 2	39.72

[0061]

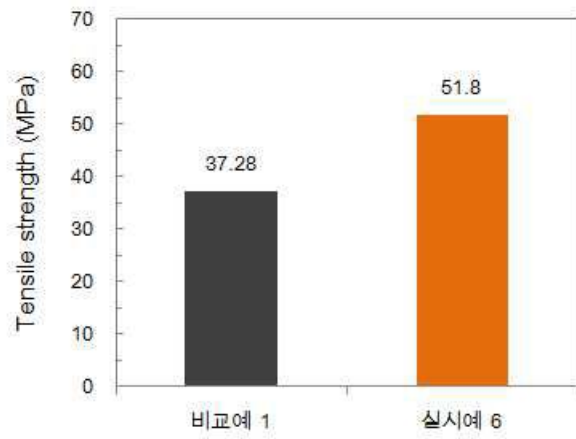
이상, 본 발명내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 정의된다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

