(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0052158
(43) 공개일자 2011년05월18일

(51) Int. Cl.
C25D 15/02 (2006.01) *C25D 5/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0109092
(22) 출원일자 2009년11월12일
심사청구일자 2009년11월12일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전 유성구 장동 171번지
(72) 발명자
이상복
경상남도 창원시 상남동 66 재료연구소 복합재료연구그룹
변준형
부산광역시 남구 용호동 LG메트로시티아파트 215동 2404호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김기문

전체 청구항 수 : 총 17 항

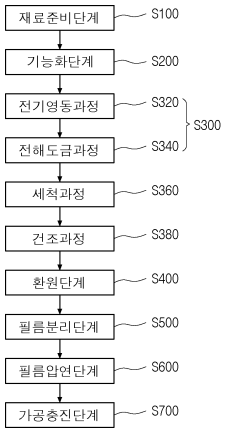
(54) 다성분 동시 증착에 의한 필름 및 이의 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 전기영동법과 전해도금법의 동시 실시에 의해 나노입자와 금속재료를 전도성 기판에 부착하고, 전도성 기판으로부터 나노입자와 금속재료를 분리하여 기계적 특성, 전기적 특성이 향상되도록 한 다성분 동시 증착에 의한 필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름은, 전기영동과정과 전해도금과정의 동시 실시에 의해 혼합된 나노입자(160)와 금속재료(130)를 포함하여 구성된다. 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조 방법은, 전도성 기판(120)과 금속재료(130) 및 나노입자(160)를 준비하는 재료준비단계(S100)와, 상기 나노입자(160) 표면이 양(+)전하를 띠도록 하는 기능화단계(S200)와, 양(+)전하를 띤 나노입자(160)와 전도성 기판(120) 및 금속재료(130)를 전해액이 담긴 복합처리조에 장입하여 상기 전도성 기판(120) 외면에 나노입자(160) 및 금속재료(130)를 동시에 부착하여 필름(100)을 형성하는 전기증착단계(S300)와, 상기 필름(100)을 분리하는 필름분리단계(S500)로 이루어진다. 이와 같이 구성되는 본 발명에 따르면, 다양한 기계적/전기적 특성을 가지는 필름을 제조 가능한 이점이 있다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

이상관

경상남도 창원시 용호동 롯데아파트 13동 506호

엄문광

경상남도 창원시 상남동 토월대동아파트 110동 501호

이진우

경상남도 창원시 가음동 13-3 기계연구소아파트 404호

이원오

경상남도 창원시 가음동 13-3 기계연구소아파트 301호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 K2070400000908A050000920

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관

연구사업명 글로벌연구실사업

연구과제명 구조용 다기능성 마이크로/나노 복합재료 개발

기여율

주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소

연구기간 2009년 09월 01일 ~ 2010년 08월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

전기영동과정과 전해도금과정의 동시 실시에 의해 혼합된 나노입자와 금속재료를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 금속재료는 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 니켈(Ni), 철(Fe), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg) 등 전도성 금속 중 하나 이상을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 나노입자와 금속재료 사이에는 다수 기공이 형성됨을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 다수 기공 내부에는 고분자 수지와 금속 중 하나 이상이 함침되어 채워지는 것을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름.

청구항 5

전도성 기판과 금속재료 및 나노입자를 준비하는 재료준비단계와,

상기 나노입자 표면이 양(+)전하를 띠도록 하는 기능화단계와,

양(+)전하를 띤 나노입자와 전도성 기판 및 금속재료를 전해액이 담긴 복합처리조에 장입하여 상기 전도성 기판 외면에 나노입자 및 금속재료를 동시에 부착하여 필름을 형성하는 전기증착단계와,

상기 전도성 기판으로부터 필름을 분리하는 필름분리단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름 제조방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 재료준비단계는,

상기 전도성 기판 외면에 이형층을 형성하는 과정임을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름 제조방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 재료준비단계에서

상기 전도성 기판은 금속재료 및 나노입자보다 낮은 융점을 가지는 것을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름 제조방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서, 상기 재료준비단계에서,

상기 전도성 기판은 금속재료 및 나노입자와 다른 열팽창계수를 갖는 것을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름 제조방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 필름분리단계는,

상기 필름이 증착된 전도성 기판을 가열하여 전도성 기판만 선택적으로 용융 및 제거하는 과정임을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름 제조방법.

청구항 10

제 5 항에 있어서, 상기 필름분리단계는,

상기 필름이 증착된 전도성 기판에 빛을 조사하거나 화학물질을 접촉시켜 상기 전도성 기판만 제거하는 과정임을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름 제조방법.

청구항 11

제 5 항에 있어서, 상기 전기증착단계는,

상기 나노입자를 전기영동법으로 전도성 기판 외면에 부착하는 전기영동과정과,

상기 금속재료를 전해도금법으로 전도성 기판 외면에 부착하는 전해도금과정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법.

청구항 12

제 5 항에 있어서, 상기 필름분리단계의 전 또는 후에는,

상기 필름을 압연하여 필름의 두께 및 밀도를 제어하는 필름압연단계가 선택적으로 실시됨을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법.

청구항 13

제 5 항에 있어서, 상기 필름분리단계의 전 또는 후에는,

상기 필름 내부에 형성된 기공에 고분자 또는 금속을 충진하는 기공충진단계가 실시됨을 선택적으로 실시됨을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 전기증착단계는,

상기 전도성 기판에 음(-)극을 연결하고 금속재료에 양(+)극을 연결한 상태에서 전압을 소정 시간 인가하는 과정임을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서, 상기 전기증착단계에서,

상기 금속재료는 금속이온으로 이온화되어 음(-)극에 연결된 전도성 기판에 부착되는 것을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법.

청구항 16

제 11 항에 있어서, 상기 전기증착단계에서,

상기 금속재료는 전해액에 투입된 금속염의 이온화된 금속이온이 상기 전도성 기판 외면에 부착됨을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법.

청구항 17

제 11 항에 있어서, 상기 전기증착단계에서,

상기 금속재료는 전해액에 투입된 금속염의 이온화된 금속이온 및 양(+)극에 연결된 판상형의 금속재료가 이온화된 금속이온이 상기 전도성 기판 외면에 동시 부착되는 것을 특징으로 하는 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0018] 본 발명은 전기영동법과 전해도금법의 동시 실시에 의해 나노입자와 금속재료를 전도성 기판에 동시 부착하고, 전도성 기판으로부터 나노입자와 금속재료를 분리하여 기계적, 전기적 및 열적 특성이 향상되도록 한 다성분 동시 증착에 의한 필름 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0019] 카본나노튜브를 비롯한 나노입자는 전기전도도 및 강도가 우수하여 금속에 소량 첨가되더라도 원래 금속기지의 구조/기능적 특성보다 매우 향상된 특성을 가지는 복합재료를 얻을 수 있게 된다.

[0020] 특히 최근에는 카본나노튜브를 다양한 재료에 첨가하여 요구되는 향상된 물성을 갖도록 한 복합재료가 개발되고 있다.

[0021] 그리고, 대표적인 금속기지 재료의 하나인 구리(Cu)는 높은 전기전도도로 인하여 기존의 전기 전자부품에 있어서 신호전달용 소재로 널리 사용되고 있지만, 소재 자체의 열악한 기계적 물성이 소자 및 부품의 소형화에 걸림돌로 작용하는 문제점이 있다.

[0022] 지금까지 구리 또는 구리합금 소재의 고강도화는 합금원소 첨가에 의한 고용 및 석출강화와 소성가공에 의한 가공경화에 의존하고 있는데, 합금원소의 첨가는 필연적으로 전기 전도도의 감소를 야기하는 문제점이 있다.

[0023] 또한, 금속기지와 카본나노튜브는 친화력이 약해서 부착하는데 어려움이 있다. 이를 극복하기 위해서는 금속기지의 표면에 에칭을 이용한 요철을 형성하여 카본나노튜브를 증착하는 방법이 사용된다.

[0024] 그러나, 이러한 방법도 결국 카본나노튜브를 금속기지에 일체화하는 것이 아니므로 결합력이 저하되는 문제점이 있다.

[0025] 뿐만 아니라, 에칭 등의 공정이 추가됨에 따라 생산성이 저하되며, 제조 원가를 상승시키게 되므로 바람직하지 못하다.

[0026] 한편, 카본나노튜브를 용융된 금속기지에 첨가하여 고강도 및 고전도성이 요구되는 복합재료를 제조하는데 많은 연구가 진행되고 있다.

[0027] 그러나, 카본나노튜브가 첨가된 용융금속은 계면에너지가 높아, 즉 접촉성질이 불량하여 응집된 카본나노튜브가 균일하게 분산하는데 어려움이 있으며, 응집된 카본나노튜브가 분산되더라도 비중차이로 인해 금속기지 내에 불균일하게 분포하는 문제점이 있다.

[0028] 또한 복합재료를 제조하는데 많은 공정수가 요구되어 생산성이 저하되며 제조 원가가 급상승하게 되어 가격 경쟁력이 낮은 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0029] 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 전기영동법과 전해도금법을 전기증착단계에서 동시에 실시하여 나노입자와 금속재료를 포함하는 필름이 전도성 기판에 증착되도록 한 다음 이를 분리함으로써 제조되는 다성분 동시 증착에 의한 필름 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

[0030] 본 발명의 다른 목적은, 나노입자와 금속재료의 치밀한 혼합구조로 인하여 기계적, 전기적 및 열적 물성이 향상되도록 한 다성분 동시 증착에 의한 필름 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

발명의 구성 및 작용

[0031] 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름은, 전기영동과정과 전해도금과정의 동시 실시에 의해 혼합된 나노입자와 금속재료를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0032] 상기 금속재료는 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 니켈(Ni), 철(Fe), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg) 등 전도성 금속 중 하나 이상을 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

[0033] 상기 나노입자와 금속재료 사이에는 다수 기공이 형성됨을 특징으로 한다.

[0034] 상기 다수 기공 내부에는 고분자 수지와 금속 중 하나 이상이 함침되어 채워지는 것을 특징으로 한다.

[0035] 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름 제조방법은, 전도성 기판과 금속재료 및 나노입자를 준비하는 재료준비단계와, 상기 나노입자 표면이 양(+)전하를 띠도록 하는 기능화단계와, 양(+)전하를 띤 나노입자와 전도

성 기판 및 금속재료를 전해액이 담긴 복합처리조에 장입하여 상기 전도성 기판 외면에 나노입자 및 금속재료를 동시에 부착하여 필름을 형성하는 전기증착단계와, 상기 전도성 기판으로부터 필름을 분리하는 필름분리단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0036] 상기 재료준비단계는, 상기 전도성 기판 외면에 이형층을 형성하는 과정임을 특징으로 한다.

[0037] 상기 재료준비단계에서, 상기 전도성 기판은 금속재료 및 나노입자보다 낮은 융점을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0038] 상기 필름분리단계는, 상기 필름이 증착된 전도성 기판을 가열하여 전도성 기판만 선택적으로 용융 및 제거하는 과정임을 특징으로 한다.

[0039] 상기 필름분리단계는, 상기 필름이 증착된 전도성 기판에 빛을 조사하거나 화학물질을 접촉시켜 상기 전도성 기판만 제거하는 과정임을 특징으로 한다.

[0040] 상기 전기증착단계는, 상기 나노입자를 전기영동법으로 전도성 기판 외면에 부착하는 전기영동과정과, 상기 금속재료를 전해도금법으로 전도성 기판 외면에 부착하는 전해도금과정으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0041] 상기 필름분리단계의 전 또는 후에는, 상기 필름을 압연하여 필름의 두께, 균일도 및 밀도를 제어하는 필름압연단계가 선택적으로 실시됨을 특징으로 한다.

[0042] 상기 필름분리단계 이후에는, 상기 필름 내부에 형성된 기공에 고분자 또는 금속을 충진하는 기공충진단계가 선택적으로 실시됨을 특징으로 한다.

[0043] 상기 전기증착단계는, 상기 전도성 기판에 음(-)극을 연결하고 금속재료에 양(+)극을 연결한 상태에서 전압을 소정 시간 인가하는 과정임을 특징으로 한다.

[0044] 상기 전기증착단계에서, 상기 금속재료는 금속이온으로 이온화되어 음(-)극에 연결된 전도성 기판에 부착되는 것을 특징으로 한다.

[0045] 상기 전기증착단계에서, 상기 금속재료는 전해액에 투입된 금속염의 이온화된 금속이온이 상기 전도성 기판 외면에 부착됨을 특징으로 한다.

[0046] 상기 전기증착단계에서, 상기 금속재료는 전해액에 투입된 금속염의 이온화된 금속이온 및 양(+)극에 연결된 판상형의 금속재료가 이온화된 금속이온이 상기 전도성 기판 외면에 동시 부착되는 것을 특징으로 한다.

[0047] 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따르면, 다양한 기계적/전기적/열적 특성을 가지는 필름을 제조 가능한 이점이 있다.

[0048] 이하에서는 본 발명에 의한 필름의 구성을 설명한다.

[0049] 도 1 및 도 2에는 본 발명에 의한 필름의 내부 구성을 개략적으로 보인 일 실시예 및 다른 실시예의 종단면도가 도시되어 있다.

[0050] 도면과 같이, 본 발명에 의한 필름(100)은 금속층(140)과 나노입자(160)를 포함하여 구성된다.

[0051] 상기 금속층(140)은 전도성이 높은 금속재료(130)로부터 형성된다. 예컨대, 상기 금속층(140)은 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 니켈(Ni), 철(Fe), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg)등 전도성이 높은 금속 중 하나 이상을 포함하여 구성되며, 본 발명의 실시예에서는 구리(Cu)가 적용되었다.

[0052] 또한 상기 금속층(140)의 두께는 필름(100)의 요구되는 물성 즉, 구조적 역할 또는 기능적 역할에 따라 10㎚ 내지 500㎛의 두께 범위 내에서 다양하게 실시 가능함은 물론이다.

[0053] 상기 나노입자(160)는 금속층(140) 내부에 구비되며, 나노입자(160)의 강도, 강성, 내마모성 및 전도성의 기계적/전기적 특성을 향상시키기 위한 구성이다.

[0054] 또한, 상기 나노입자(160) 및 금속층(140)은 판상형의 전도성 기판(120) 외면으로부터 외측으로 서로 얽힌 상태로 부착되어 필름(100)의 강도, 강성, 내마모성 및 전도성을 향상시킬 수 있게 된다.

[0055] 상기 나노입자(160)은 카본나노입자(카본나노튜브, 탄소나노섬유, 카본블랙 등), 세라믹나노입자, 금속나노입자 중 어느 하나 이상을 포함하여 구성되어질 수도 있으며, 본 발명의 실시예에서 상기 나노입자(160)는 카본나노튜브가 적용되었다.

[0056] 상기 금속층(140)과 나노입자(160)는 필름(100)의 기본적인 형체를 만드는데 사용되는 전도성 기판(도 4의 도면부호 120)에 동시에 부착되었다가 전도성 기판(120)으로부터 분리됨으로써 상기 필름(100)을 구성하게 된다.

[0057] 즉, 상기 금속층(140)과 나노입자(160)는 전기영동법(electrophoretic deposition) 및 전해도금법을 동시에 실시함으로써 전도성 기판(120) 외면에 동시에 증착되어 형성된다.

[0058] 보다 상세하게는, 상기 나노입자(160)는 전기영동법을 통해 전도성 기판(120) 외면에 부착되고, 상기 금속층(140)은 전해도금법을 통해 전도성 기판(120) 외면에 부착되며, 상기 전기영동법과 전해도금법은 동시에 실시된다.

[0059] 따라서, 상기 금속층(140)과 나노입자(160)는 도 1 및 도 2의 확대도와 같은 구조를 갖게 되며, 상기 전도성 기판(120)으로부터 분리되면 도 1 및 도 2와 같은 필름(100) 상태가 된다.

[0060] 상기 필름(100)의 구조를 첨부된 도 1 및 도 2를 참조하여 설명하면, 상기 나노입자(160)와 금속층(140)은 전기영동법과 전해도금법의 동시 실시에 의해 전도성 기판(120)의 외면에 동시에 부착되므로, 도 1과 같이 상기 전도성 기판(120) 외면에 금속층(140)이 증착되는 중에 금속층(140) 내부에 나노입자(160)가 삽입되는 형태를 가질 수도 있고, 도 2와 같이 상기 전도성 기판(120)의 외면에 나노입자(160)와 금속재료(130)가 동시에 증착되면서 기공(150)을 가진 입자형 금속층(140) 내부에 나노입자(160)의 일부가 삽입된 형태를 가질 수도 있다.

[0061] 상기 전도성 기판(120)은 전도성을 가지는 재료로 구성된다. 즉, 상기 전도성 기판(120)은 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 니켈(Ni), 철(Fe), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg) 등의 전도성금속으로 적용될 수 있으며, 카본시트나 카본패브릭도 선택적으로 적용 가능하다.

[0062] 그리고, 상기 전도성 기판(120)은 필름(100)과 용이하게 분리될 수 있도록 외면에 이형층(도시되지 않음)이 구비됨이 바람직하다.

[0063] 상기 이형층은 전도성 기판(120)과 필름(100)이 분리될 수 있는 범위 내에서 다양하게 변경 실시가 가능하다. 즉, 상기 이형층은 전도성 기판(120) 외면에 별도의 코팅 공정을 실시하여 이형코팅층을 형성하거나, 상기 전도성 기판(120)과 필름(100)이 용이하게 분리될 수 있도록 하는 이형필름층을 부착하는 것도 가능하다.

[0064] 그리고, 상기 이형층은 얇은 두께를 가져서 전도성 기판(120)과 나노입자(160) 및 금속재료(130)가 정전기적인 인력이 충분히 작용할 수 있는 범위 내라면 반드시 전도성을 가질 필요는 없다.

[0065] 또한 상기 전도성 기판(120)은 이형층을 구비하지 않고 금속재료(130) 및 나노입자(160)와 다른 열팽창계수를 갖는 재료로 형성하여 필름(100)이 분리되도록 구성할 수도 있다.

[0066] 이하 상기 필름(100)의 제조방법을 첨부된 도 3를 참조하여 설명한다.

[0067] 도 3에는 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법을 나타낸 제조 공정도가 도시되어 있다.

[0068] 도면과 같이, 상기 필름(100)을 제조하기 위한 과정은, 상기 전도성 기판(120)과 나노입자(160) 및 금속재료(130)를 준비하는 재료준비단계(S100)와, 상기 나노입자(160) 표면이 양(+)전하를 띠도록 하는 기능화단계(S200)와, 양(+)전하를 띤 나노입자(160)와 전도성 기판(120) 및 금속재료(130)를 전해액이 담긴 복합처리조(180)에 장입하여 상기 전도성 기판(120) 외면에 나노입자(160) 및 금속층(140)을 동시에 부착하여 필름(100)을 형성하는 전기증착단계(S300)와, 상기 필름(100)을 전도성 기판(120)으로부터 분리하는 필름분리단계(S500)로 이루어진다.

[0069] 상기 재료준비단계(S100)에서 전해액은 물 또는 에탄올, 메탄올, 아세톤, 프로파놀, DMF(dimethylformamide), DMA(dimethylacetamide) 등 5 이상의 상대 유전율을 가지는 다양한 용매가 선택적으로 적용 가능하다.

[0070] 그리고 상기 재료준비단계(S100)에서 전도성 기판(120)은 전도성 금속판재가 적용가능하며, 외면에 이형층을 형성할 수도 있다. 그리고, 상기 전도성 기판(120)은 전도성을 가지는 재료의 범위 내에서 고분자 및 고분자 혼합물로 적용 가능하며, 이때 상기 전도성 기판(120)은 필름분리단계(S500)에서 용융되어 제거될 수 있다.

[0071] 또한, 상기 전도성 기판(120)은 카본시트나 카본패블릭도 선택적으로 적용될 수 있을 것이다.

[0072] 상기 재료준비단계(S100)가 완료되면 기능화단계(S200)가 실시된다. 상기 기능화단계(S200)는 나노입자(160) 표면이 양(+)전하를 띠도록 하는 과정으로, 이민기, 아민기 등의 관능기를 도입함으로써 가능하다.

[0073] 상기 기능화단계(S200)는 PEI(polyethylenimine) 또는 THF(Tetrahydrofuran) 용액을 이용하여 나노입자(160)

표면에 이민기를 도입하거나, 나노입자(160) 표면을 산화한 후 TETA(triethylenetetramine)처리를 하여 아민기/이민기를 도입하거나, 질소 또는 암모니아 가스 분위기에서 플라즈마 처리를 통해 나노입자(160) 표면에 아민기를 도입하는 방법이 선택적으로 실시될 수 있다.

[0074] 즉, 상기 나노입자(160)는 전해액에서 충분히 세척하고 필터링한 후 진공오븐에서 건조되어, 상기 나노입자(160) 표면에 이민기가 도입되어 선택적으로 양(+)전하를 띠게 할 수도 있다.

[0075] 그리고, 상기 기능화단계(S200)을 거친 나노입자(본 발명의 실시예에서는 카본나노튜브를 사용함)는 선택적으로 전해액에서 충분히 세척하고 필터링한 후 70℃의 진공오븐에서 10시간 동안 건조한 후, 다시 전해액에 담겨져 bath type과 beam type 초음파하에서 분산 처리할 수 있다.

[0076] 또한, 상기 기능화단계(S200)는 프라즈마 처리를 통해 나노입자(160) 표면에 아민기, 이민기 등 관능기가 도입되어 양(+)전하를 띠게 하는 것이 가능하다.

[0077] 상기 기능화단계(S200) 이후에는 전기증착단계(S300)가 실시된다. 상기 전기증착단계(S300)는, 기능화된 나노입자(160)와 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 니켈(Ni), 철(Fe), 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg) 등 전도성이 높은 금속 중 하나 이상을 선택적으로 포함하는 금속재료(130)를 상기 전도성 기판(120) 외측에 동시에 부착하여 금속층(140) 및 나노입자(160)가 일체화되도록 하는 과정이다.

[0078] 이때 상기 금속층(140)은 필름(100)의 요구되는 물성 즉, 구조적 역할 또는 기능적 역할에 따라 10㎚ 내지 500㎛의 두께 범위 내에서 다양하게 증착 가능하다.

[0079] 보다 상세하게는 상기 전기증착단계(S300)는 상기 나노입자(160)를 전기영동법으로 전도성 기판(120) 외면에 부착하는 전기영동과정(S320)과, 상기 금속재료(130)를 전해도금법으로 전도성 기판(120) 외면에 부착하는 전해도금과정(S340)으로 이루어지며, 상기 전기영동과정(S320)과 전해도금과정(S340)은 동시에 실시된다.

[0080] 이하 상기 전기증착단계(S300)를 첨부된 도 4을 참조하여 본 발명의 실시예를 들어 상세히 설명한다.

[0081] 도 4에는 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법에서 일 단계인 전기증착단계(S300)의 원리를 나타낸 개념도가 도시되어 있다.

[0082] 도면과 같이, 본 발명의 실시예에서 상기 복합처리조(180) 내부에는 분산된 양(+)전하를 띤 나노입자(160)가 전해액과 함께 장입되며, 상기 전도성 기판(120)은 음(-)극에, 금속재료(130)는 양(+)극에 각각 연결한 후 상기 전도성 기판(120)과 금속재료(130)를 일정 간격으로 이격한 다음 고정한다.

[0083] 상기 금속재료(130)는 구리(Cu)판으로 구성되고, 나노입자(160)는 카본나노튜브가 적용되며, 상기 전도성 기판(120)과 구리(Cu)의 이격한 간격은 0.8 cm로 하였다.

[0084] 이후 상기 전도성 기판(120)과 나노입자(160)에 일정 시간동안 전압을 인가하게 된다.

[0085] 이때 양(+)전하를 띤 카본나노튜브는 음(-)극이 연결된 전도성 기판(120)의 표면에 전기영동법을 통해 증착되어 나노입자(160)를 형성하게 되며, 상기 금속재료(130)에는 양(+)극이 연결되어 전해액으로 이온화($Cu \rightarrow Cu^{2+}+2e^{-}$)된 후, 이온화된 Cu^{2+}는 음(-)극이 연결된 상기 전도성 기판(120) 및 나노입자(160) 외면에 부착되어 금속층(140)을 형성하게 된다.

[0086] 따라서, 상기 전기증착단계(S300)가 완료되면 상기 전도성 기판(120) 외면에는 나노입자(160)와 금속층(140)이 동시에 증착되어 필름(100)을 형성하게 된다.

[0087] 보다 구체적으로는 상기 전도성 기판(120)의 외면에는 나노입자(160)가 먼저 부착되고 나노입자(160) 외면을 금속층(140)이 둘러싸는 형태의 필름(100)이 제조될 수도 있으며, 상기 금속층(140)이 전도성 기판(120) 외면에 먼저 증착되고 금속층(140)이 증착되는 과정중에 금속층(140) 내부에 나노입자(160)가 끼워지는 형태를 가짐으로써 기공(150)이 형성된 필름(100)을 제조할 수도 있다.

[0088] 상기 전기증착단계(S300) 이후에는 나노입자(160)와 금속층(140)이 부착된 전도성 기판(120)을 복합처리조(180)에서 빼내어 전해액으로 세척하는 세척과정(S360)이 선택적으로 실시된다.

[0089] 세척이 완료된 필름(100)은 진공오븐에 장입되어 70℃에서 약 10시간 동안 건조함으로써 건조과정(S380)이 진행된다.

[0090] 그리고, 상기 건조과정(S380) 이후에는 건조된 전도성 기판(120), 나노입자 및 금속층(140)을 환원분위기의 열

처리로에서 환원하는 환원단계(S400)가 선택적으로 실시될 수 있다.

[0091] 상기 환원단계(S400) 이후에는 필름분리단계(S500)가 실시된다. 상기 필름분리단계(S500)는 다양한 방법으로 전도성 기판(120)으로부터 필름(100)을 분리할 수 있다.

[0092] 즉, 상기 재료준비단계(S100)에서 전도성 기판(120) 외면에 이형층이 구비된 경우에는 전도성 기판(120)으로부터 용이하게 필름(100)을 분리할 수 있게 된다.

[0093] 그리고, 상기 환원단계(S400)는 필름분리단계(S500)에 실시될 수 있다. 즉, 상기 전도성 기판(120)으로부터 분리된 필름(100)만 환원단계(S400)를 실시할 수도 있다.

[0094] 한편 본 발명의 다른 실시예로는, 상기 재료준비단계(S100)에서 전도성 기판(120)을 준비할 때 금속재료(130) 및 나노입자(160)보다 낮은 융점을 가지는 전도성 소재를 적용하여 전도성 기판(120)을 가열 및 용융시켜 제거함으로써 필름(100)만 남도록 할 수도 있다.

[0095] 또 다른 실시예로는, 빛을 조사하거나 화학물질과 접촉시에 선택적으로 제거되는 재료로 상기 전도성 기판(120)을 구성함으로써 상기 필름(100)을 분리할 수도 있다.

[0096] 또 다른 실시예로, 상기 전도성 기판(120)이 나노입자(160) 및 금속재료(130)의 열팽창계수와 상이하도록 구성함으로써 가열에 의해 전도성 기판(120)과 필름(100)이 분리되도록 할 수도 있을 것이다.

[0097] 상기 필름분리단계(S500) 이후에는 필름(100)의 두께, 균일도 및 밀도를 제어하기 위한 필름압연단계(S600)와, 상기 필름(100) 내부에 형성된 기공(150)에 고분자 또는 금속을 충진하는 기공충진단계(S700)가 선택적으로 실시될 수 있다.

[0098] 즉, 상기 필름분리단계(S500)를 통해 전도성 기판(120)으로부터 분리된 필름(100)을 압연하여 기계적/전기적 특성을 보다 강화하거나, 도 5와 같이 상기 기공(150)에 고분자나 금속을 포함하는 충진재(152)를 충진할 수도 있을 것이다.

[0099] 물론 상기 기공충진단계(S700)는 실시되지 않고 상기 기공(150)을 비워둔 상태로 필름(100)의 두께를 제어할 수도 있을 것이다.

[0100] 그리고, 상기 필름압연단계(S600)는 필름분리단계(S500) 이전에 선택적으로 실시될 수 있다. 즉, 상기 필름(100)의 두께가 얇은 경우에는, 필름(100)과 전도성 기판(120)이 부착된 상태에서 동시에 압연하여 필름(100)의 두께, 균일도 및 밀도를 제어한 후, 전도성 기판(120)을 제거할 수도 있을 것이다.

[0101] 한편, 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조 방법은 금속재료(130)를 구성함에 있어서 다른 실시예의 적용이 가능하다.

[0102] 즉, 도 6 은 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 다른 실시예의 제조방법을 나타낸 개념도로서, 다른 실시예에서 상기 금속재료(130)는 단일의 재료가 아닌 다수 종류의 복합금속이 적용되었다.

[0103] 즉, 상기 금속재료(130)는 2종 이상의 금속을 포함하는 단일상의 합금 또는 복합금속이 적용되어질 수도 있으며, 상기 전해액에 도금액을 용해하여 적용하고 이온화된 금속재료(130)와 판상의 금속재료(130)가 서로 다른 재질로 구성되도록 할 수도 있을 것이다.

[0104] 이때, 상기 전도성 기판(120)의 외면에는 나노입자(160)와 2종 이상의 금속을 포함하는 합금 또는 복합금속 상이 동시에 증착될 수 있게 된다.

[0105] 이러한 본 발명의 범위는 상기에서 예시한 실시예에 한정하지 않고, 상기와 같은 기술범위 안에서 당업계의 통상의 기술자에게 있어서는 본 발명을 기초로 하는 다른 많은 변형이 가능할 것이다.

[0106] 즉, 본 발명의 실시예의 전기증착단계(S300)에서는 판상형의 금속재료가 이온화된 금속이온이 전도성 기판 외면에 부착되도록 하여 금속층이 형성되도록 구성하였으나, 필요에 따라서는 전해액에 금속염을 투입하고, 투입된 금속염을 이온화하여 전도성 기판 외면에 부착되도록 구성할 수도 있을 것이다.

[0107] 또한, 전해액에 투입된 금속염이 이온화된 금속이온과, 양(+)극에 연결된 판상형의 금속재료가 이온화된 금속이온이 상기 전도성 기판 외면에 동시 부착되도록 구성할 수도 있을 것이다.

발명의 효과

[0108] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름은, 전기영동법과 전해도금법을 전기증착단계에서 동시에 실시하여 나노입자(160)와 금속재료가 전도성 기판 외면에 동시에 혼합된 상태로 부착되며, 전도성 기판으로부터 분리됨으로써 제조된다.

[0109] 따라서, 나노입자와 금속재료가 전도성 기판의 외측에 혼합된 상태로 치밀하게 결합되며, 간단한 분리 과정을 통해 용이하게 생산 가능하므로 가격경쟁력이 향상되는 이점이 있다.

[0110] 그리고, 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법에서는, 금속층 내부에 선택적으로 기공을 형성하여 충진함으로써 기계적/전기적 특성을 향상시킬 수 있으며, 기공이 형성되지 않은 필름의 경우에는 선택적으로 압연하여 밀도를 증가시킬 수 있게 되므로 기계적 강도나 전기적 특성 등의 물성치를 다양하게 변경할 수 있게 되어 다양한 용도에 적용 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1 은 본 발명의 일 실시예가 채용된 필름의 내부 구성을 개략적으로 보인 종단면도.

[0002] 도 2 는 본 발명의 다른 실시예가 채용된 필름의 내부 구성을 개략적으로 보인 종단면도.

[0003] 도 3 는 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법을 나타낸 제조 공정도.

[0004] 도 4 은 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법에서 일 단계인 전기증착단계의 원리를 나타낸 개념도.

[0005] 도 5 는 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 제조방법에서 일 단계인 기공충진단계 완료후 필름의 모습을 보인 종단면도.

[0006] 도 6 은 본 발명에 의한 다성분 동시 증착에 의한 필름의 다른 실시예의 제조방법을 나타낸 개념도.

[0007] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

[0008] 100. 필름 120. 전도성 기판

[0009] 130. 금속재료 140. 금속층

[0010] 150. 기공 152. 충진재

[0011] 160. 나노입자 180. 복합처리조

[0012] S100. 재료준비단계 S200. 기능화단계

[0013] S300. 전기증착단계 S320. 전기영동과정

[0014] S340. 전해도금과정 S360. 세척과정

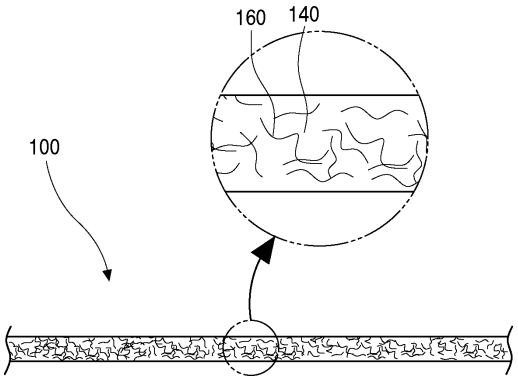
[0015] S380. 건조과정 S400. 환원단계

[0016] S500. 필름분리단계 S600. 필름압연단계

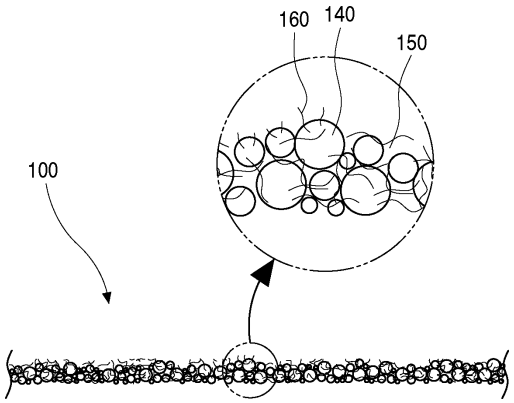
[0017] S700. 기공충진단계

도면

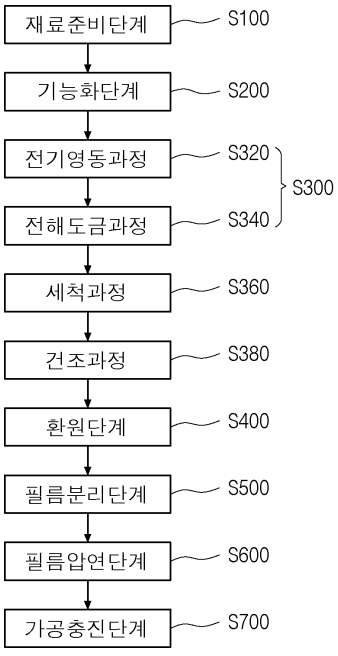
도면1



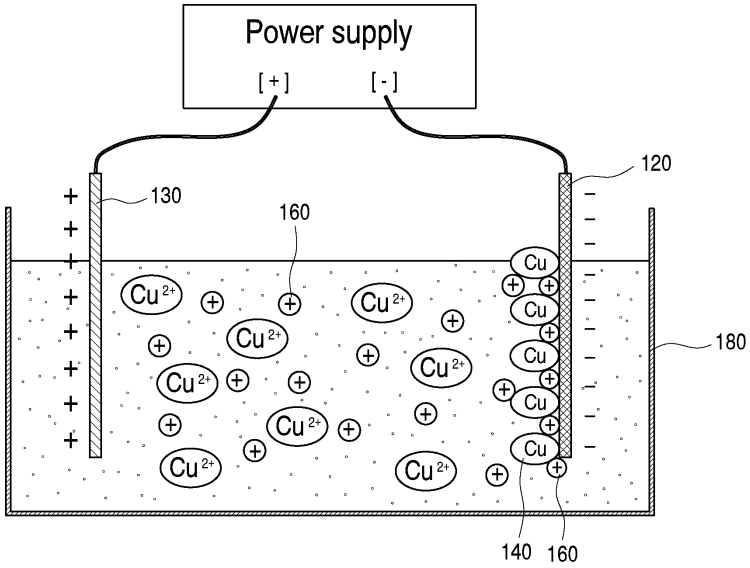
도면2



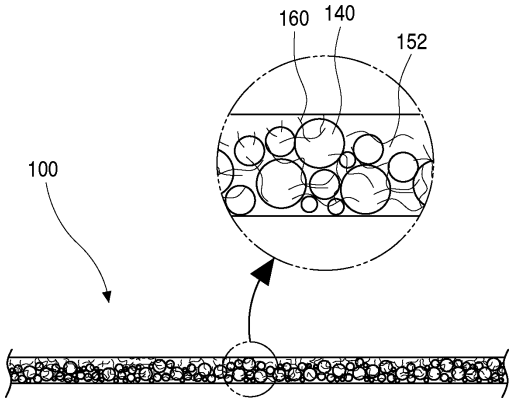
도면3



도면4



도면5



도면6

