



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0116122  
(43) 공개일자 2009년11월11일

(51) Int. Cl.

B32B 15/08 (2006.01) G02F 1/13 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0041852

(22) 출원일자 2008년05월06일

심사청구일자 2008년05월06일

(71) 출원인

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

(72) 발명자

엄문광

경상남도 창원시 상남동 대동아파트 110동 501호

이상복

경상남도 창원시 가음동 13-3 기계연구소아파트 305호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김기문

전체 청구항 수 : 총 14 항

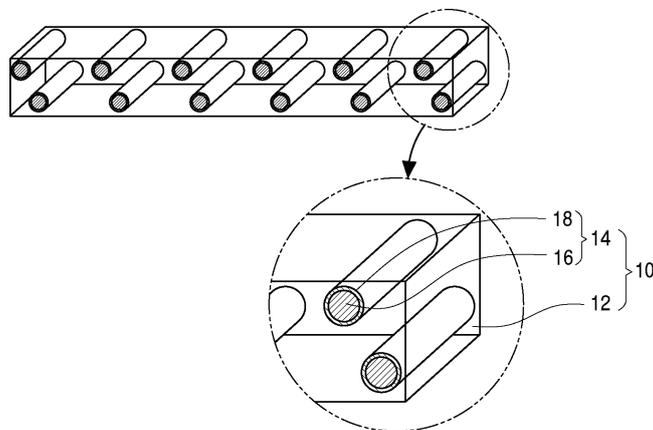
(54) 전도 방향성을 가지는 복합재 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 전도성금속층이 코팅된 다수 고분자섬유가 내부에 구비되어 전도 방향성을 가지는 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재는, 0.1 내지 10 $\mu$ m의 외경을 가지는 다수 고분자섬유와, 상기 고분자섬유 외면에 코팅된 전도성금속층으로 이루어진 금속섬유와; 상기 다수 금속섬유를 내부에 수용하는 고분자필름을 포함하여 구성되며; 상기 다수 금속섬유는 고분자필름 내부에서 동일 방향성을 갖도록 이격 배열됨을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 두께의 박층화가 가능하며 금속섬유의 성분, 분산량 및 체적률을 제어하여 다양한 분야에 적용 가능한 이점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**이진우**

경상남도 창원시 가음동 13-3 기계연구소아파트  
404호

**변준형**

부산광역시 남구 용호동 LG메트로시티아파트 215  
동 2404호

**이상관**

경상남도 창원시 용호동 롯데아파트 13동 506호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M20070100031\_13784, K207040000907A050000910

부처명 지경부, 교과부

연구사업명 소재원천연구개발사업, GRL

연구과제명 전자파 흡수 고각형비 극비세 금속입자 복합화 기술, 구조용 다기능성 마이크로/나노 복합  
재료 개발

주관기관 재료연구소

연구기간 2007년 06월 01일 ~ 2008년 05월 31일, 2007년 12월 01일 ~ 2008년 11월 30일

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

0.1 내지 10 $\mu$ m의 외경을 가지는 다수 고분자섬유와, 상기 고분자섬유 외면에 코팅된 전도성금속층으로 이루어진 금속섬유와;

상기 다수 금속섬유를 내부에 수용하는 고분자필름을 포함하여 구성되며;

상기 다수 금속섬유는 고분자필름 내부에서 동일 방향성을 갖도록 이격 배열됨을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재.

**청구항 2**

내부에 0.1 내지 10 $\mu$ m의 내경을 가지고 전도성금속층으로 이루어진 금속섬유와;

상기 다수 금속섬유를 내부에 수용하는 고분자필름을 포함하여 구성되며;

상기 다수 금속섬유는 고분자필름 내부에서 동일 방향성을 갖도록 이격 배열됨을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재.

**청구항 3**

제 1 항 또는 제 2항에 있어서, 상기 전도성금속층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 철(Fe) 중 하나 이상의 금속으로 형성됨을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서, 상기 고분자섬유는 천연섬유와 폴리에스터 섬유, 폴리아미드 섬유, 폴리아크릴 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 폴리이미드 섬유, 폴리아릴에테르케톤 섬유, 나일론 섬유 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재.

**청구항 5**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 고분자필름 내부 일측에는,

금속나노입자 또는 탄소나노입자로 이루어진 첨가부재가 구비됨을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서, 상기 첨가부재는,

Ag, Au, Fe, Ni, Cu, Co, CNF, CNT, CB 중 하나 이상을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재.

**청구항 7**

고분자섬유를 계면활성제로 세척하여 표면의 불순물을 제거하는 고분자섬유세척단계와,

상기 고분자섬유의 도금반응성을 높이기 위한 섬유민감화단계와,

활성화액으로 고분자섬유를 활성화하는 섬유활성화단계와,

상기 고분자섬유를 3 내지 30분간 황산수용액에 담구어 가속화하는 가속화단계와,

상기 고분자섬유의 외면에 무전해 도금법으로 전도성금속층을 형성하는 전도성금속층형성단계와,

상기 전도성금속층이 형성된 금속섬유가 규칙적인 배열을 갖도록 고분자필름 내부에 내장하는 금속섬유내장단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서, 상기 섬유민감화단계는,

상온에서 염화주석(SnCl<sub>2</sub>)수용액과 염산(HCl)용액에 상기 고분자섬유를 3분 내지 30분 동안 접촉시키는 과정임을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서, 상기 섬유활성화단계는,

팔라듐, 금, 은 중 어느 하나를 포함하는 활성화액에 상기 고분자섬유를 3분 내지 30 분 접촉시키는 과정임을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**청구항 10**

제 7 항에 있어서, 상기 전도성금속층형성단계에서,

상기 고분자섬유는 금속염, 착화제, 안정제, 촉진제, 환원제 및 pH조절제를 포함하여 구성되는 도금액에 5 내지 90분간 40 ~ 90℃ 온도에서 침적됨을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**청구항 11**

제 7 항에 있어서, 상기 금속섬유내장단계는,

액상의 고분자수지에 상기 다수 금속섬유를 경유시켜 금속섬유 외면에 고분자수지를 코팅하는 수지코팅과정과, 고분자수지 및 금속섬유를 가열 및 가압하여 고분자수지가 경화함으로써 금속섬유가 내장된 고분자필름을 형성하는 필름형성과정으로 이루어진 것을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**청구항 12**

제 7 항에 있어서, 상기 금속섬유내장단계는,

금속섬유와 고분자필름을 한 쌍의 롤러 사이로 안내하는 재료이송과정과, 상기 한 쌍의 롤러 사이로 유입되는 금속섬유 및 고분자필름을 가열 및 가압하여 고분자필름 내부에 금속섬유를 내장하는 섬유내장과정으로 이루어진 것을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**청구항 13**

제 7 항에 있어서, 상기 전도성금속층형성단계와 금속섬유내장단계 사이에는,

상기 전도성금속층 내부의 고분자섬유를 탄화시켜 제거하는 고분자섬유탄화단계가 구비되는 것을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서, 상기 고분자섬유탄화단계에서,

상기 전도성금속층이 형성된 고분자섬유는 비활성기체 분위기의 오븐에서 400 ~ 600℃ 로 2 ~ 6시간 동안 열처리됨을 특징으로 하는 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

<22> 본 발명은 전도성금속층이 코팅된 다수 고분자섬유가 내부에 구비되어 전도 방향성을 가지는 복합재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

<23> 전도성 제어 재료의 적용분야인 전극재료는 주로 투명전극 개발에 연구가 집중되어 있다. 투명전극은 LCD, PDP, OLED, FED 등의 평판디스플레이 이외에도 터치패널, 투명 전자파차폐막, 투명 정전기방지막, 투명발열체, 도전

성 유리, 가스센서, 통신기기용 평면안테나, 열반사코팅막, 태양전지 등 광범위한 분야에 응용되는 소재로서 기존 ITO 전극의 제조단가 및 구조적 안정성의 문제로 인해 대체 소재개발이 활발히 진행 중인 분야이다.

- <24> 그러나 대부분의 연구가 고가의 전도성 고분자 개발과 탄소나노튜브 복합재료 개발에 집중되어 있는 실정이다. 따라서 저가의 전도성 입자의 개발과 이를 통해 기능성이 제어된 복합재료의 연구가 시급한 실정이다.
- <25> 구조성능 기반으로 전도성의 제어가 요구되는 분야로 항공과 에너지산업을 들 수 있다. 항공과 에너지, 방위 산업분야에서는 복합재료의 적용이 급속히 증가하고 있는 추세이다. 그러나, 낙뢰(lightning strike)로 인해 야기 되는 여러가지 심각한 문제가 대두되고 있으며, 최근 이러한 문제를 해결하기 위해 구조적인 성능과 전도성 제어가 가능한 고성능 프리프레그의 개발에 초점을 두고 있다.
- <26> 이러한 결과로 미국의 Hollingsworth & Vose사 등은 금속 무전해도금 탄소섬유를 개발하여 전도성 제어 낙뢰 대응소재에 적용하였으며, 미국의 Martin Marietta 사에서는 흑연 섬유상과 금속코팅 흑연 섬유상을 이용하여 Radar 주파수 대역에서 우수한 전자파 흡수성을 지닌 전도성 제어 복합재료에 대해 연구 중이다.
- <27> 그리고, 전기전자, 에너지, 항공 및 자동차 등 주력 기반 산업에서의 전도성 제어에 대한 산업적 요구를 기존의 마이크로 기술과 더불어 21세기 나노 기술을 활용하여 활발히 연구를 진행하고 있다.
- <28> 그러나, 현재의 전도성 고분자, CNF, CNT를 이용한 기술은 전도성의 증가가 기대에 못 미치며, 전도성의 방향성 제어 또한 매우 제한적이다.
- <29> 따라서, 전도성 제어 소재의 경우, 적용분야에 따라 전도성 크기 및 방향성의 Tailored/Variable 성능과 함께 경량화의 요구에 따라 섬유상 전도체의 개발과 함께 이를 제어(분산, 배열, 체적을 제어)하여 복합화한 복합재료에 대한 개발의 중요성을 인식하고 이에 대한 연구를 최근 시작하였다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <30> 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 전도성금속이 코팅된 다수 고분자섬유가 내부에 구비되어 전도 방향성을 가지는 복합재 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.
- <31> 본 발명의 다른 목적은, 고분자수지의 배향, 분산 및 체적율을 제어하여 다양한 분야에 적용 가능한 전도 방향성을 가지는 복합재 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

**발명의 구성 및 작용**

- <32> 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재는, 0.1 내지 10 $\mu$ m의 외경을 가지는 다수 고분자섬유와, 상기 고분자섬유 외면에 코팅된 전도성금속층으로 이루어진 금속섬유와; 상기 다수 금속섬유를 내부에 수용하는 고분자필름을 포함하여 구성되며; 상기 다수 금속섬유는 고분자필름 내부에서 동일 방향성을 갖도록 이격 배열됨을 특징으로 한다.
- <33> 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재는, 내부에 0.1 내지 10 $\mu$ m의 내경을 가지고 전도성금속층으로 이루어진 금속섬유와; 상기 다수 금속섬유를 내부에 수용하는 고분자필름을 포함하여 구성되며; 상기 다수 금속섬유는 고분자필름 내부에서 동일 방향성을 갖도록 이격 배열됨을 특징으로 한다.
- <34> 상기 전도성금속층은 니켈(Ni), 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 철(Fe) 중 하나 이상의 금속으로 형성됨을 특징으로 한다.
- <35> 상기 고분자섬유는 천연섬유와 폴리에스터 섬유, 폴리아미드 섬유, 폴리아크릴 섬유, 폴리올레핀 섬유, 폴리이미드 섬유, 폴리아릴에테르케톤 섬유, 나일론 섬유 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- <36> 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법은, 고분자섬유를 계면활성제로 세척하여 표면의 불순물을 제거하는 고분자섬유세척단계와, 상기 고분자섬유의 도금반응성을 높이기 위한 섬유민감화단계와, 활성화액으로 고분자섬유를 활성화하는 섬유활성화단계와, 상기 고분자섬유를 3 내지 30분간 황산수용액에 담구어 가속화하는 가속화단계와, 상기 고분자섬유의 외면에 무전해 도금법으로 전도성금속층을 형성하는 전도성금속층형성단계와, 상기 전도성금속층이 형성된 금속섬유가 규칙적인 배열을 갖도록 고분자필름 내부에 내장하는 금속섬유내장단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <37> 상기 섬유민감화단계는, 상온에서 염화주석(SnCl<sub>2</sub>)수용액과 염산(HCl)용액에 상기 고분자섬유를 3분 내지 30분 동안 접촉시키는 과정임을 특징으로 한다.

- <38> 상기 섬유활성화단계는, 팔라듐, 금, 은 중 어느 하나를 포함하는 활성화액에 상기 고분자섬유를 3분 내지 30분 접촉시키는 과정임을 특징으로 한다.
- <39> 상기 전도성금속층형성단계에서, 상기 고분자섬유는 금속염, 착화제, 안정제, 촉진제, 환원제 및 pH조절제를 포함하여 구성되는 도금액에 5 내지 90분간 40 ~ 90℃ 온도에서 침적됨을 특징으로 한다.
- <40> 상기 금속섬유내장단계는, 액상의 고분자수지에 상기 다수 금속섬유를 경유시켜 금속섬유 외면에 고분자수지를 코팅하는 수지코팅과정과, 고분자수지 및 금속섬유를 가열 및 가압하여 고분자수지가 경화함으로써 금속섬유가 내장된 고분자필름을 형성하는 필름형성과정으로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <41> 상기 금속섬유내장단계는, 금속섬유와 고분자필름을 한 쌍의 롤러 사이로 안내하는 재료이송과정과, 상기 한 쌍의 롤러 사이로 유입되는 금속섬유 및 고분자필름을 가열 및 가압하여 고분자필름 내부에 금속섬유를 내장하는 섬유내장과정으로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <42> 상기 전도성금속층형성단계와 금속섬유내장단계 사이에는, 상기 전도성금속층 내부의 고분자섬유를 탄화시켜 제거하는 고분자섬유탄화단계가 구비되는 것을 특징으로 한다.
- <43> 상기 고분자섬유탄화단계에서, 상기 전도성금속층이 형성된 고분자섬유는 비활성기체 분위기의 오븐에서 400 ~ 600℃ 로 2 ~ 6시간 동안 열처리됨을 특징으로 한다.
- <44> 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따르면, 본 발명에 따르면, 두께의 박층화가 가능하며 금속섬유의 성분, 분산 및 체적률에 다양한 분야에 적용 가능한 이점이 있다.
- <45> 이하에서는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재(이하 '복합재'라 칭함)의 구성을 첨부된 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한다.
- <46> 도 1에는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재를 나타낸 개략도가 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 일 구성인 금속섬유를 나타낸 확대 사진이 도시되어 있다.
- <47> 이들 도면과 같이, 본 발명에 따른 복합재(10)는 얇은 두께의 필름 형상을 가진다. 그리고 상기 복합재(10)는 외관을 형성하는 고분자필름(12)과, 상기 고분자필름(12) 내부에 수용된 금속섬유(14)를 포함하여 구성된다.
- <48> 상기 고분자필름(12)은 고분자수지(17)로 이루어진 것으로, 아래에서 설명하게 될 금형 내부에 장입된 금속섬유(14) 내/외측에 충전되어 상기 금속섬유(14)를 내부에 수용하게 된다.
- <49> 상기 금속섬유(14)는 전기전도성이 높은 재료로 형성되어 상기 고분자필름(12) 내부에 다수 수용되며, 상기 다수 금속섬유(14)는 동일한 방향으로 이격 배열되어 복합재(10)의 전도 방향성 기능을 제공하게 된다.
- <50> 즉, 상기 금속섬유(14)는 0.1 내지 10 $\mu$ m의 외경을 가지는 다수 고분자섬유(16)와, 상기 고분자섬유(16) 외면에 0.08 $\mu$ m 내지 5 $\mu$ m의 두께로 무전해 도금 코팅된 전도성금속층(18)을 포함하여 구성된다.
- <51> 보다 상세하게는 상기 고분자섬유(16)는 천연섬유와 폴리에스터 섬유, 폴리아미드 섬유, 폴리아크릴 섬유, 폴리올레핀 섬유, 폴리이미드 섬유, 폴리아릴에테르케톤 섬유, 나일론 섬유 중 어느 하나로 구성되며, 상기 전도성 금속층(18)은 니켈(Ni), 구리(Cu), 금(Au), 은(Ag), 알루미늄(Al), 철(Fe) 중 어느 하나의 전도성 금속으로 이루어진다.
- <52> 이하 상기와 같이 구성되는 복합재(10)에서 고분자필름(12) 내부에 금속섬유(14)를 내장하기 위한 코팅장치의 구성을 첨부된 도 3 및 도 4를 참조하여 상세히 설명한다.
- <53> 도 3에는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재를 성형하기 위한 코팅장치의 일구성을 개략적으로 보인 내부 구성도가 도시되어 있고, 도 4에는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재를 성형하기 위한 코팅장치의 다른 구성을 개략적으로 보인 내부 구성도가 도시되어 있다.
- <54> 즉, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 금속섬유(14)의 내/외측에 고분자필름(12)을 형성하기 위해서는 코팅장치(100)이 요구된다. 상기 코팅장치(100)는 금속섬유(14) 외면에 고분자수지(17)를 코팅한 후 경화시켜 고분자필름(12) 내부에 금속섬유(14)가 내장되도록 하는 구성이다.
- <55> 이를 위해 상기 코팅장치(100)는 액상의 고분자수지(17)가 담겨진 코팅조(120)와, 상기 금속섬유(14)의 이송 방향을 안내하는 다수 이송롤러(140)와, 상기 코팅조(120)를 경유하면서 고분자수지(17)가 묻은 금속섬유(14)를 가열 가압하는 한 쌍의 롤러(160)를 포함하여 구성된다.

- <56> 그리고, 상기 한 쌍의 롤러(160)는 서로 이격된 거리가 조절 가능하도록 구성되며, 서로 대향되는 방향으로 회전하게 된다.
- <57> 따라서, 상기 고분자수지(17)가 묻은 금속섬유(14)는 한 쌍의 롤러(160) 내부로 유입되어 가열 가압됨으로써 일정한 두께를 갖게 되며, 이때 상기 고분자수지(17)는 경화되어 고분자필름(12)을 형성함으로써 내부에 금속섬유(14)가 내장된 복합재(10)의 성형이 가능하게 된다.
- <58> 한편, 상기 코팅장치(100)는 도 4와 같이 구성 가능하다. 즉, 상기 코팅장치(100)는 고분자필름(12)의 이송 방향과 금속섬유(14)의 이송방향을 안내하는 이송롤러(140)와, 상기 이송롤러(140)에 의해 이송된 금속섬유(14) 및 고분자필름(12)을 회전에 의해 가열 가압하는 한 쌍의 롤러(160)를 포함하여 구성될 수도 있다.
- <59> 따라서, 상기 롤러(160) 내부에 금속섬유(14)와 고분자필름(12)이 서로 접한 상태로 유입되면, 상기 고분자필름(12)은 가열에 의해 연화되어 내부에 상기 금속섬유(14)가 내장되며, 이후 상기 고분자필름(12)은 경화되어 내부에 금속섬유(14)가 내장된다.
- <60> 그리고, 도면에는 상세히 도시되진 않았지만, 코팅조(120)와 롤러(160)에는 공정에 요구되는 온도만큼 열을 발생하기 위한 가열수단이 구비되어야 함은 자명하다.
- <61> 이하 상기 복합재의 제조방법을 첨부된 도 5를 참조하여 설명한다.
- <62> 도 5에는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법을 나타낸 순서도가 도시되어 있다.
- <63> 도면과 같이, 상기 복합재를 제조하는 방법은, 0.1 $\mu$ m이상 10.0 $\mu$ m미만의 직경을 가지는 고분자섬유(16)를 계면활성제로 세척하여 표면의 불순물을 제거하는 고분자섬유세척단계(S100)와, 상기 고분자섬유(16)의 도금반응성을 높이기 위한 섬유민감화단계(S200)와, 상기 고분자섬유(16)를 활성화액에서 활성화하는 섬유활성화단계(S300)와, 상기 고분자섬유(16)를 3 내지 30분간 황산수용액에 담구어 가속화하는 가속화단계(S400)와, 상기 고분자섬유(16)의 외면에 무전해 도금법으로 전도성금속층(18)을 형성하는 전도성금속층형성단계(S500)와, 상기 전도성금속층(18)이 형성된 금속섬유(14)가 규칙적인 배열을 갖도록 고분자필름(12) 내부에 내장하는 금속섬유내장단계(S700)로 이루어진다.
- <64> 상기 고분자섬유세척단계(S100)는 금속층형성단계(S500)의 실시를 용이하게 하기 위한 과정이며, 도시되진 않았지만, 상기 고분자섬유(16)는 직경이 0.1~10 $\mu$ m인 극미세 고분자 섬유로서 천연섬유와 폴리에스터 섬유, 폴리아미드 섬유, 폴리아크릴 섬유, 폴리올레핀 섬유, 폴리이미드 섬유, 폴리아릴에테르케톤 섬유, 나일론 섬유와 같은 합성섬유로 구성된다.
- <65> 즉, 상기 고분자섬유(16)는 직경이 0.1 $\mu$ m 미만인 경우는 섬유 자체의 구조적 강도가 낮아 동일 방향성을 갖도록 이격 배열하는 과정에서 연속 섬유 형태를 유지하기 어려운 문제가 발생된다.
- <66> 반대로 상기 고분자섬유(16)의 직경이 10 $\mu$ m를 초과한 경우에는 극박의 고분자필름(12)을 제조하는 것에 한계가 있기 때문에 바람직하지 않다.
- <67> 상기 고분자섬유세척단계(S100) 이후에는 섬유민감화단계(S200)가 실시된다. 상기 섬유민감화단계(S200)는 상온에서 염화주석(SnCl<sub>2</sub>)수용액과 염산(HCl)용액에 상기 고분자섬유(16)를 3분 내지 30분 동안 접촉시켜 고분자섬유(16)의 표면을 민감화(Sensitizing)하는 과정이다.
- <68> 상기 섬유민감화단계(S200) 이후에는 섬유활성화단계(S300)가 실시된다. 상기 섬유활성화단계(S300)는 상온에서 염화파라듐(PdCl<sub>2</sub>)수용액과 염산(HCl)용액 등의 활성화액에 상기 고분자섬유(16)를 3분 내지 30분 접촉시켜 고분자섬유(16)를 활성화(Activating)시키는 과정이다.
- <69> 이때 상기 활성화액은 은 및 금이 포함된 용액일 수 있으며, 황산 용액 및 암모니아 수의 단독 및 혼합 조합이 첨가되어 질 수 있다.
- <70> 이후 상기 고분자섬유(16)는 황산수용액에 3분 내지 30분간 담겨져 가속화 (Accelerating)되는 가속화단계(S400)를 거치게 된다.
- <71> 상기 가속화단계(S400) 이후에는 상기 전도성금속층(18)을 형성하기 위한 전도성금속층형성단계(S500)가 실시된다. 상기 전도성금속층형성단계(S500)는 고분자섬유(16) 외측에 무전해도금으로 전도성금속층(18)을 형성하는 과정이다.

- <72> 즉, 상기 전도성금속층형성단계(S500)에서는 금속염, 착화제, 안정제, 촉진제, 환원제 및 pH 조절제가 투입된 도금액에 고분자섬유(16)를 5분 내지 90분간 40~90℃ 온도범위에서 침적시킴으로써 고분자섬유(16) 표면에 0.08 μm 내지 5μm의 두께를 가지는 전도성금속층(18)을 형성시키게 된다.
- <73> 상기 도금액에 포함된 금속은 니켈, 구리, 철, 금, 은, 납, 코발트 및 주석 등의 전도성 금속이 적용되며, 단독 또는 혼합되어 사용될 수 있다.
- <74> 상기 금속층형성단계(S500)가 완료되면, 상기 고분자섬유(16)는 전도성금속층(18)의 내부 중앙에 길이방향으로 길게 끼워진 상태가 된다.
- <75> 그리고, 상기 전도성금속층(18)은 니켈, 구리, 철, 금, 은, 납, 코발트 및 주석이 단독 또는 혼합되어 구성될 수 있는 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- <76> 상기 전도성금속층(18)의 두께는 0.08μm 내지 5μm가 바람직하는데, 0.08μm 미만인 경우는 강도가 약해서 섬유 형상 유지 어렵게 된다.
- <77> 또한, 금속층(14)의 두께가 5μm 초과한 경우에는 금속섬유(14)이 중량이 증가하여 중량 감소 효과가 떨어지기 때문에 바람직하지 않다.
- <78> 상기 전도성금속층형성단계(S500) 이후에는 상기 전도성금속층(18)이 형성된 금속섬유(14)가 규칙적인 배열을 갖도록 고분자필름(12) 내부에 내장하는 금속섬유내장단계(S700)가 실시된다.
- <79> 상기 금속섬유내장단계(S700)는 전술한 바와 같이 다양한 코팅장치(100)를 이용하여 실시되는 단계로서 다수 과정으로 진행된다.
- <80> 보다 상세하게는, 상기 금속섬유내장단계(S700)가 도 3에 도시된 코팅장치(100)를 이용하여 실시되는 경우에는, 액상의 고분자수지(17)에 상기 다수 금속섬유(14)를 경유시켜 금속섬유(14) 외면에 고분자수지(17)를 코팅하는 수지코팅과정(S720)과, 고분자수지(17) 및 금속섬유(14)를 가열 및 가압하여 고분자수지(17)가 경화함으로써 금속섬유(14)가 내장된 고분자필름(12)을 형성하는 필름형성과정(S740)이 순차적으로 진행된다.
- <81> 그리고, 상기 금속섬유내장단계(S700)가 도 4에 도시된 코팅장치(100)를 이용하여 실시되는 경우에는, 금속섬유(14)와 고분자필름(12)을 한 쌍의 롤러(160) 사이로 안내하는 재료이송과정(S760)과, 상기 한 쌍의 롤러(160) 사이로 유입되는 금속섬유(14) 및 고분자필름(12)을 가열 및 가압하여 고분자필름(12) 내부에 금속섬유(14)를 내장하는 섬유내장과정(S780)으로 이루어진다.
- <82> 한편, 상기 전도성금속층형성단계(S500)와 금속섬유내장단계(S700) 사이에는, 상기 전도성금속층(18) 내부의 고분자섬유(16)를 탄화시켜 제거하는 고분자섬유탄화단계(S600)가 선택적으로 실시될 수도 있다.
- <83> 즉, 상기 고분자섬유탄화단계(S600)에서, 상기 전도성금속층(18)이 형성된 고분자섬유(16)는 비활성기체 분위기의 오븐에서 400 ~ 600℃ 로 2 ~ 6시간 동안 열처리됨으로써 탄화되어 결국 상기 전도성금속층(18) 내부에는 0.1 내지 10μm의 내경을 가지는 공간이 천공 형성된다.
- <84> 상기와 같이 증공형 금속섬유(14)는 중량 감소가 요구되는 분야에 적용시에 선택적으로 실시되어야 할 것이다.
- <85> 이하에서는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재 제조방법을 실시예를 들어 설명하기로 한다.
- <86> [실시예 1]
- <87> 상기 실시예1에 사용된 고분자섬유(16)는 직경이 1 μm인 극미세 폴리에스터로서, 알킬 벤젠 술폰산염 2g/L 수용액에 1 시간 동안 침적시켜 정련 후, 상기 고분자섬유(16)를 증류수로 충분히 수세하고 건조하여 사용한다(고분자섬유세척단계:S100).
- <88> 민감화를 위해 상기 정련, 건조된 고분자섬유(16)를 염화 주석 10g/L 수용액과 염산 용액 7 ml/L에 넣고 상온에서 10 분간 처리한다(섬유민감화단계:S200).
- <89> 민감화된 고분자섬유(16)는 활성화를 위한 염화파라듐을 사용한다. 염화파라듐 0.5g/L 수용액과 염산 용액 2ml/L의 혼합 용액을 40 ℃로 유지하고 고분자섬유(16)를 혼합용액에 투입하여 30분간 접촉시킨다(섬유활성화단계:S300).
- <90> 염화파라듐 처리된 고분자섬유(16)는 황산 15% 용액에 10 분간 처리하여 가속화 시킨다(가속화단계:S400). 상기 금속층형성단계(S500)에서는 무전해 니켈 도금을 적용하였으며, 아래와 같은 조성의 도금액을 제조하여 실시하

였다.

<91> [표 1] 무전해 니켈 도금욕 조성

Materials	Amount (g/L)
황산 니켈(NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O)	20
차아인산 나트륨 (NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O)	15
구연산 나트륨 (Na <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	10
염화 암모늄 (NH <sub>4</sub> Cl · H <sub>2</sub> O)	30

<93> 상기 전도성금속층형성단계(S500)은 pH=9, 90℃ 도금욕에서 10분 동안 진행하며 도금 반응이 종료된 이후, 니켈이 코팅된 고분자섬유(16)는 진공 건조된다. [실시예1]에 따라 제조된 금속섬유(14)는 코팅 두께, 금속 조성을 측정하여 표 2에 나타내었다.

<94> [표 2]

구 분	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5
코팅 금속	니켈	니켈-철	니켈-철-코발트	1차: 니켈 2차: 철	구리
조성(wt%)	Ni : 95 P : 5	Ni : 15 Fe : 80 P : 5	Ni : 10 Fe : 45 Co : 38 P : 7	-	Cu-100
코팅 두께(μm)	0.3	0.3	0.3	1차 : 0.5 2차 : 0.7	0.3

<96> ※ 조성 : EDS를 통해 측정함.

<97> 코팅 두께 : SEM으로 관찰

<98>

<99> [실시예 2]

<100> 폴리에스터 고분자섬유(16)에 니켈-철 전도성금속층(18)을 형성하기 위해 [실시예 1]과 같이 정련(S100), 민감화(S200), 활성화(S300) 및 가속화(S400) 과정을 진행한다. 그리고, 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 무전해 도금욕은 아래의 표 3과 같은 조성으로 제조하였다.

<101> [표 3] 무전해 니켈-철 도금욕 조성

Materials	Amount (g/L)
황산 니켈 (NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O)	4
황산 철 (FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	12
차아인산 나트륨 (NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O)	8.5
구연산 나트륨 (Na <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	40
염화 암모늄 (NH <sub>4</sub> Cl · H <sub>2</sub> O)	15

<103> 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 도금욕은 pH=9로 조정하고 90℃, 60분 동안 진행하며 전도성금속층(18)이 형성된 고분자섬유(16)는 진공 건조하였다

<104> [실시예 2]에 따라 제조된 금속섬유(14)의 코팅 두께 및 금속 조성 [표 2]에 나타내었다.

<105> [실시예 3]

<106> 폴리에스터 고분자섬유(16)에 니켈-철-코발트 코팅을 하기 위해 [실시예 1]과 같이 정련(S100), 민감화(S200), 활성화(S300) 및 가속화(S400) 과정을 진행한다. 그리고, 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 무전해 도금

육은 아래의 [표 4]와 같은 조성으로 제조하였다.

<107> [표 4] 무전해 니켈-철-코발트 도금욕 조성

Materials	Amount (g/L)
황산 니켈 (NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O)	4
황산 철 (FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	6
황산 코발트 (CoSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	6
차아인산 나트륨 (NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O)	8.5
구연산 나트륨 (Na <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	40
염화 암모늄 (NH <sub>4</sub> Cl · H <sub>2</sub> O)	15

<109> 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 도금욕은 pH=9로 조정하고 90℃, 60분 동안 진행하며 도금 반응이 종료된 이후, 전도성금속층(18)이 형성된 고분자섬유(16)는 진공 건조하였다.

<110> [실시에 3]에 따라 제조된 금속섬유(14)의 코팅 두께 및 금속 조성은 [표 2]에 나타내었다.

<111> [실시에 4]

<112> 폴리에스터 고분자섬유(16)에 니켈과 철을 순차적으로 코팅하기 위해 [실시에 1]과 같이 정련(S100), 민감화(S200), 활성화(S300) 및 가속화(S400) 과정을 진행한다. 그리고, 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 무전해 도금욕의 조성은 아래 [표 5]와 같이 제조하였다.

<113> [표 5] 무전해 니켈(1차)-철(1차) 도금욕 조성

Materials	Amount (g/L)	
니켈 금속층(1차)	황산 니켈 (NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O)	20
	차아인산 나트륨 (NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O)	15
	구연산 나트륨 (Na <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	10
	염화 암모늄 (NH <sub>4</sub> Cl · H <sub>2</sub> O)	30
철 금속층(1차)	황산 철 (FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	16
	차아인산 나트륨 (NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O)	8.5
	구연산 나트륨 (Na <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	40
	염화 암모늄 (NH <sub>4</sub> Cl · H <sub>2</sub> O)	15

<115> 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 도금욕은 pH=9로 조정하고 90℃, 10분 동안 진행하며 도금 반응이 종료된 후 니켈 전도성금속층(18)이 형성된 고분자섬유(16)는 진공 건조하였다.

<116> 상기 니켈 전도성금속층(18)의 외면에 2차로 철 전도성금속층(18)을 형성하기 위해 니켈 전도성금속층(18)이 형성된 고분자섬유(16)에 민감화(S200), 활성화(S300) 및 가속화(S400)단계를 실시한다.

<117> 상기 섬유민감화단계(S200)는 염화 주석 3g/L 수용액과 염산 용액 5 ml/L에 넣고 상온에서 5 분간 실시하였다.

<118> 상기 섬유활성화단계(S300)는 염화과라듐 0.2g/L 수용액과 염산 용액 2 ml/L의 혼합 용액을 40 ℃로 유지하고 니켈 금속층(14)이 형성된 고분자섬유(16)를 투입한 다음 10 분간 실시하였다.

<119> 상기 가속화단계(S400)는 황산 15% 용액에 5 분간 담궈 실시하였다.

<120> 이후 상기 금속층형성단계(S500)는 [표 7]과 같은 조성으로 무전해 도금하여 니켈 전도성금속층(18) 외면에 철 전도성금속층(18)을 형성하게 된다.

<121> [실시에 4]와 같은 조건으로 금속섬유(14)의 코팅 두께 및 금속 조성은 [표 2]에 나타내었다.

<122> [실시에 5]

<123> 폴리에스터 고분자섬유(16)에 구리를 코팅하기 위해 [실시에 1]과 같이 정련(S100), 민감화(S200), 활성화

(S300) 및 가속화(S400) 과정을 진행한다. 그리고, 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 무전해 도금욕의 조성은 아래 [표 6]과 같이 제조하였다.

<124> [표 6] 무전해 구리 도금욕 조성

	Materials	Amount (g/L)
니켈 금속층(1차)	황산 구리 (CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O)	20
	수산화 나트륨 (NaOH)	30
	포름알데히드 (HCHO)	5

<125> 상기 전도성금속층형성단계(S500)를 위한 도금욕은 pH=12.6로 조정하고 65℃, 10분 동안 진행하며 도금 반응이 종료된 후 구리 전도성금속층(18)이 형성된 고분자섬유(16)는 진공 건조하였다.

<126> [실시예 5]와 같은 조건으로 금속섬유(14)의 코팅 두께 및 금속 조성은 [표 2]에 나타내었다.

<127> 이후 상기와 같은 다양한 실시예에 따라 만들어진 금속섬유(14)에는 금속섬유내장단계(S700)가 실시된다.

<128> 상기 금속섬유내장단계(S700)는, 전술한 바와 같이 도 3 및 도 4에 도시된 코팅장치(100)를 선택적으로 적용하여 실시 가능하다.

<129> 즉, 상기 금속섬유내장단계(S700)가 도 3에 도시된 코팅장치(100)를 이용하여 실시되는 경우에는, 액상의 고분자수지(17)에 상기 다수 금속섬유(14)를 경유시켜 금속섬유(14) 외면에 고분자수지(17)를 코팅하는 수지코팅과정(S720)과, 고분자수지(17) 및 금속섬유(14)를 가열 및 가압하여 고분자수지(17)가 경화함으로써 금속섬유(14)가 내장된 고분자필름(12)을 형성하는 필름형성과정(S740)을 순차적으로 실시함으로써 상기 고분자필름(12) 내부에 금속섬유(14)를 내장할 수 있게 된다.

<130> 그리고, 상기 금속섬유내장단계(S700)가 도 4에 도시된 코팅장치(100)를 이용하여 실시되는 경우에는, 금속섬유(14)와 고분자필름(12)을 한 쌍의 롤러(160) 사이로 안내하는 재료이송과정(S760)과, 상기 한 쌍의 롤러(160) 사이로 유입되는 금속섬유(14) 및 고분자필름(12)을 가열 및 가압하여 고분자필름(12) 내부에 금속섬유(14)를 내장하는 섬유내장과정(S780)을 순차적으로 실시함으로써 상기 고분자필름(12) 내부에 금속섬유(14)를 내장할 수 있게 된다.

<131> 이때, 상기 금속섬유(14)는 한 쌍의 롤러(160) 사이로 안내되는 개수, 이격되는 간격을 조정함으로써 복합재(10)에서의 체적을 조절이 가능하며, 첨가부재(도 6 및 도 7의 도면부호 19)의 종류 및 적재 방향에 따라 다양한 특성을 가지는 복합재(10)의 형성이 가능하다.

<132> 즉, 도 6에는 상기 복합재(10)가 항공 및 우주산업에 적용시에 요구되는 물성을 갖출 수 있도록 보강재 역할을 수행하는 첨가부재(19)가 첨가되며, 도 7에는 상기 복합재(10)가 전기전자산업에 적용시 전도성을 제어할 수 있는 비전도체 또는 전도체의 첨가부재(19)를 다양한 패턴으로 첨가할 수도 있을 것이다.

<133> 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.

**발명의 효과**

<134> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에서는 0.1 ~ 10 $\mu$ m의 직경을 가지는 고분자섬유 외면에 민감화, 활성화, 가속화 및 무전해 도금을 통해 전도성금속층이 코팅된 금속섬유를 제조하고, 이러한 금속섬유를 고분자필름의 내부에 방향성을 갖도록 내장함으로써 전도 방향성을 갖도록 구성하였다.

<135> 따라서, 금속섬유의 배향 방향에 따라 전기 전도의 방향성을 제어가능한 이점이 있다.

<136> 또한, 첨가부재의 첨가 여부 및 종류에 따라 다양한 산업에서 요구되는 물성을 선택적으로 변경 적용 가능한 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

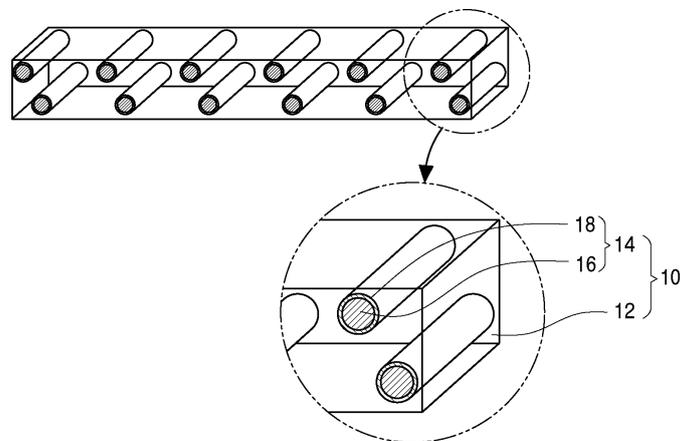
<137> 도 1 은 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재를 나타낸 개략도.

<138> 도 2 는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 일 구성인 금속섬유를 나타낸 확대 사진.

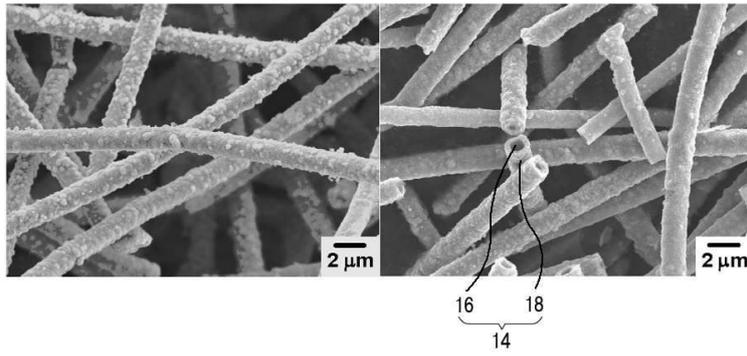
- <3> 도 3 은 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재를 성형하기 위한 코팅장치의 일구성을 개략적으로 보인 내부 구성도.
- <4> 도 4 는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재를 성형하기 위한 코팅장치의 다른 구성을 개략적으로 보인 내부 구성도.
- <5> 도 5a는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법을 나타낸 순서도.
- <6> 도 5b 는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법에서 일 단계인 금속섬유내장단계의 일 실시예의 세부과정을 나타낸 순서도.
- <7> 도 5c 는 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 제조방법에서 일단계인 금속섬유내장단계의 다른 실시예의 세부과정을 나타낸 순서도.
- <8> 도 6 은 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 다른 실시예의 내부 구성을 보인 개략도.
- <9> 도 7 은 본 발명에 의한 전도 방향성을 가지는 복합재의 또 다른 실시예의 내부 구성을 보인 개략도.
- <10> \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*
- <11> 10. 복합재 12. 고분자필름
- <12> 14. 금속섬유 16. 고분자섬유
- <13> 17. 고분자수지 18. 전도성금속층
- <14> 100. 코팅장치 120. 코팅조
- <15> 140. 이송롤러 160. 롤러
- <16> S100. 고분자섬유세척단계 S200. 섬유민감화단계
- <17> S300. 섬유활성화단계 S400. 가속화단계
- <18> S500. 금속층형성단계 S600. 고분자섬유탄화단계
- <19> S700. 금속섬유내장단계 S720. 수지코팅과정
- <20> S740. 필름형성과정 S760. 재료이송과정
- <21> S780. 섬유내장과정

**도면**

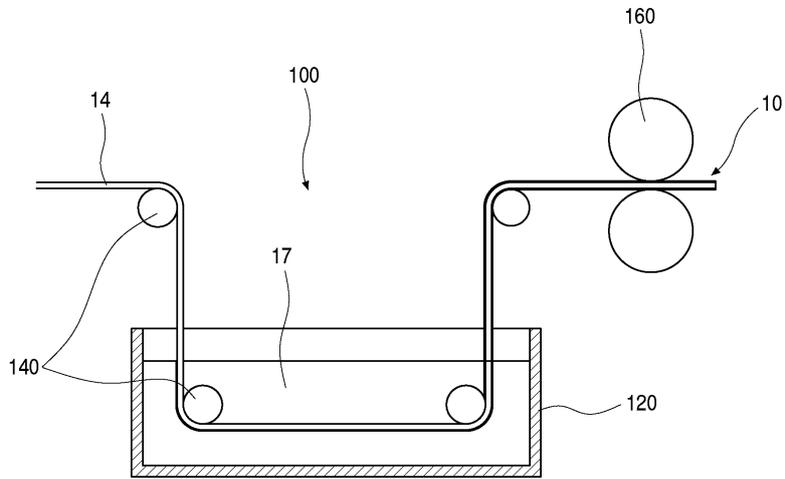
**도면1**



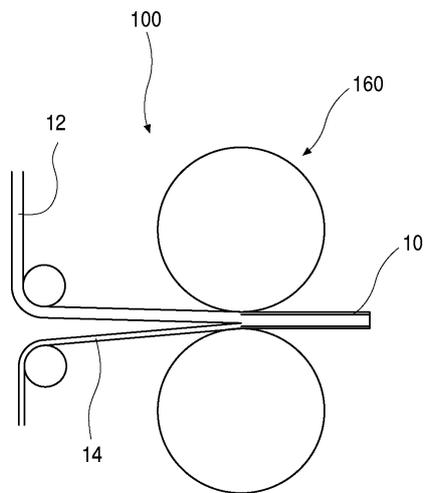
도면2



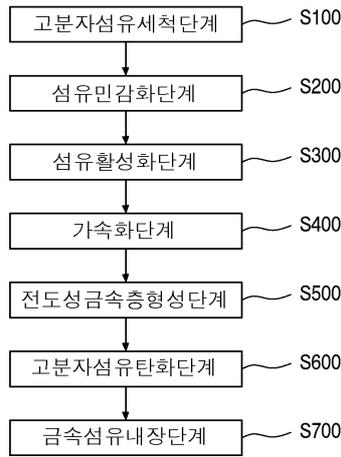
도면3



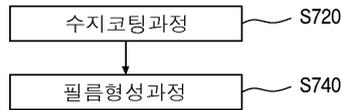
도면4



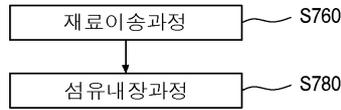
도면5a



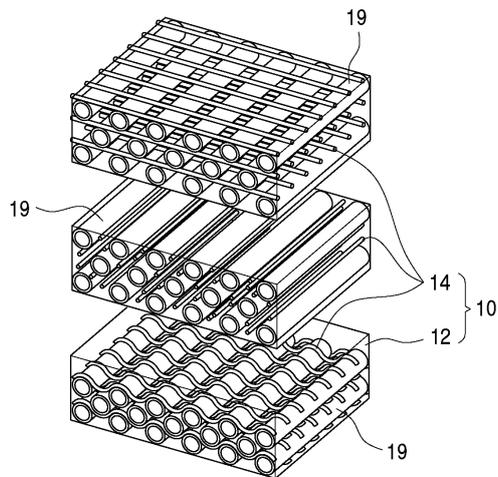
도면5b



도면5c



도면6



도면7

