(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0044793
(43) 공개일자 2015년04월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*D04H 1/728* (2012.01)
(21) 출원번호 10-2014-0061064
(22) 출원일자 2014년05월21일
심사청구일자 2014년05월21일
(30) 우선권주장
1020130123307 2013년10월16일 대한민국(KR)
1020140033128 2014년03월21일 대한민국(KR)

(71) 출원인
**고려대학교 산학협력단**
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
**윤석구**
서울 강남구 삼성로69길 39-4
**안성필**
부산 사하구 다대낙조2길 100, 405동 601호 (다대동, 다대롯데캐슬몰운대아파트)
**알렉산더 엘. 야린**
일리노이주립대학 시카고, 일리노이주 60607-7022, 미국
(74) 대리인
**홍동우**

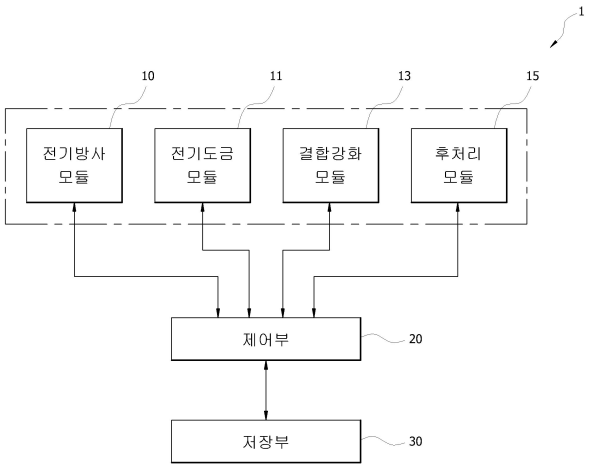
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **나노텍스처 필름 제조 장치**

## (57) 요 약

본 발명은, 폴리머 방사액이 고전압을 통해 섬유화되어 필름 베이스로 토출시키는 전기 방사 노즐을 구비하는 전기 방사 모듈과, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유가 수집된 상기 필름 베이스를 사전 설정된 금속으로 전기 도금시키는 전기 도금 모듈을 구비하는 나노텍스처 필름 제조 장치를 제공한다.

*대 표 도* - 도1



# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

폴리머 방사액이 고전압을 통해 섬유화되어 필름 베이스로 토출시키는 전기 방사 노즐을 구비하는 전기 방사 모듈과,

상기 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유가 수집된 상기 필름 베이스를 사전 설정된 금속으로 전기 도금시키는 전기 도금 모듈을 구비하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 전기 방사 모듈은:

상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기;

상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 유도되도록 상기 전기 방사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원;

일측 방향으로 가스를 분사하는 가스 분사 노즐을 포함하고, 상기 필름 베이스는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동 방향을 따라 상기 가스 분사 노즐과 대향되는 위치에 배치되고, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동력에 의해 상기 필름 베이스에 수집되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 접지 전원은 별도의 접지판에 연결되어 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 상기 접지판으로 유도되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 접지 전원은 상기 가스 분사 노즐에 연결되어 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 상기 가스 분사 노즐로 유도되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

### 청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 가스 분사 노즐의 외측에는 상기 접지 전원과 연결되는 노즐 접지부가 구비되고,

상기 접지 전원은 노즐 접지부에 연결되어 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 상기 가스 분사 노즐로 유도되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

### 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 노즐 접지부는 복수 개가 구비되어 상기 가스 분사 노즐을 중심으로 동심 배치되고,

상기 노즐 접지부의 상기 접지 전원과의 연결은 단속 가능한 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 노즐 접지부는 복수 개가 구비되어 상기 가스 분사 노즐을 중심으로 동심 배치되고,

상기 전기 방사 노즐도 상기 노즐 접지부와 동수 개로 상기 가스 분사 노즐을 사이에 두고 대향하여 대응 배치되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 전기 방사 노즐은 상기 가스 분사 노즐을 사이에 두고 대향 대응 배치되는 상기 노즐 접지부와 쌍을 이루며 택일 가동되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 9**

제 2 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 분사 노즐은 초음속 유동 속도로 가스를 분사하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 10**

제 2항에 있어서,

상기 필름 베이스는 도전성 필름인 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 11**

제 10항에 있어서,

상기 필름 베이스는 연속적 공정 가능한 롤 타입이고,

상기 필름 베이스를 이송시키는 롤투롤 모듈이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 12**

제 11항에 있어서,

상기 필름 베이스를 사이에 두고 상기 가스 분사 노즐와 마주하여 배치되고,

상기 가스 분사 노즐에서 분사되는 가스에 의한 필름 베이스의 이동을 방지하기 위한 필름 베이스 가이드 플레이트가 더 구비되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 13**

제 11항에 있어서,

상기 전기 도금 모듈은:

상기 필름 베이스가 침지 가능한 도금액을 수용하는 전기 도금 모듈 수조와,

상기 전기 도금 모듈 수조 내 도금액에 침지되어 배치되고 사전 설정 도금 금속으로 형성되는 전기 도금 애노드와,

상기 필름 베이스와 상기 전기 도금 애노드로 전압을 인가하는 전기 도금 전원부를 구비하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 14**

제 13항에 있어서,

상기 롤투롤 모듈은:

접지되어 상기 필름 베이스와 접촉하여 상기 필름 베이스의 이동을 안내하고, 상기 필름 베이스가 상기 도금액에 침지 가능하게 위치 이동 가능한 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러를 구비하는 것을 특징으로 나노텍스처 필름

제조 장치.

**청구항 15**

제 11항에 있어서,

상기 필름 베이스의 진행 방향으로 상기 전기 도금 모듈의 후위에 배치되고 상기 필름 베이스가 침지 가능한 사전 설정 결합 강화 용액을 수용하는 결합 강화 모듈 수조를 포함하는 결합 강화 모듈이 더 구비되고,

상기 롤투롤 모듈은:

상기 필름 페이스를 상기 결합 강화 모듈 수조 내 사전 설정 결합 강화 용액으로 침지 가능하게 하는 롤투롤 결합 강화 가이드 롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 16**

제 11항에 있어서,

상기 필름 베이스의 진행 방향으로 상기 전기 도금 모듈의 후위에 배치되고 상기 필름 제이스가 침지 가능한 세정액을 수용하는 세정 모듈 수조를 포함하는 후처리 모듈이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 17**

제 16항에 있어서,

상기 후처리 모듈은 상기 필름 베이스의 표면을 건조 및 경화시키는 큐어러를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

**청구항 18**

제 1항에 있어서,

상기 전기 방사 모듈은:

상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기;

상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 유도되도록 상기 전기 방사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원;

일측 방향으로 가스를 분사하는 가스 분사 노즐을 포함하고, 상기 필름 베이스는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동 방향을 따라 상기 가스 분사 노즐과 대향되는 위치에 배치되고, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동력에 의해 상기 필름 베이스에 수집되고,

상기 가스 분사 노즐로부터 토출되는 가스의 온도를 높이기 위한 프리 히터가 더 구비되는 것을 특징으로 하는 나노텍스처 필름 제조 장치.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 생태모방 나노기술을 이용하여 LED 조명, 핸드폰과 같은 전기·전자 제품의 방열 기술과 원자력발전소 원자로의 한계열유속(Critical Heat Flux, CHF)을 증가할 수 있는 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 호주의 작은 악마가시 도마뱀에서 아이디어를 얻은 비표면적이 극대화된 악마가시 나노텍스처 필름을 초음속 전기방사 및 전기도금 기술을 이용하여 구현할 수 있도록 한 장비 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 전기·전자 제품의 오랜 수명과 장시간 안정적인 사용을 위해서는 제품에서 발생하는 열을 냉각시켜주는 방열기술이 필수적이다. 그러나 이처럼 높은 방열을 필요로 하는 나노, 바이오 및 공학기기와 같은 전기·전자 제품의

소형화 및 고성능화가, 낮은 방열 효율로 인해 더디게 진행되고 있다. 즉, 제품의 소형화 및 고성능 제품의 개발을 위해서는 고효율 방열기술의 개발이 시급한 문제이다.

[0003] 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 섬유에 전도성 기능을 부여한 높은 열전도율을 지닌 방열용 섬유 제조 방법에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0004] 이들 중에는 전기방사로 섬유 제작에 이은 무전해 도금법을 이용한 전도성 섬유를 제조하는 방법이 있는데, 이 경우는 무전해 도금 촉매가 전기방사 용액에 첨가되어 있어 사용할 수 있는 용액이 한정적이라는 것과 특정 외부 조건에서는 원활한 전기방사가 되지 않는다는 문제점이 존재한다. 동시에 일반적인 전기방사에 의하면 섬유 직경 한계에 따른 비표면적의 극대화가 불가능하다는 문제점이 있다.

[0005] 이에 반하여 초음속 전기방사를 이용하면 직경 50㎚ 이하의 극미세 나노섬유를 제조할 수 있어 필름의 비표면적을 극대화 시킬 수 있으며, 동시에 무전해 도금법과는 달리 전기도금을 이용하면 전기방사에 사용되는 용액에 제한이 없고 제조비용 및 제조시간을 절약할 수 있다는 장점이 있다.

## *발명의 내용*

### *해결하려는 과제*

[0006] 본 발명은 전기·전자 및 기계제품의 효과적인 방열을 초음속 전기방사 및 전기도금을 이용한 생태모방 나노텍스처 필름을 이용하여 구현하는 기술이다.

[0007] 본 발명에서 해결 하고자 하는 과제는 기존의 방열 기술의 공정 방식의 문제점을 대체할 수 있는 방법을 사용하여 극대화된 방열율을 지닌 나노텍스처 필름을 제조하는데 있다.

[0008] 본 발명의 주된 목적은 초음속 전기방사를 이용하여 더욱 견고하며, 원하는 크기 및 두께를 지닌 나노섬유 필름을 제조하고, 또한 전기도금을 통해 악마가시 형태의 나노텍스처 필름의 제조를 가능케하여 극대화된 비표면적을 지닌 방열용 나노섬유 필름 제조 방법을 제공하는데 있다.

### *과제의 해결 수단*

[0009] 본 발명은, 폴리머 방사액이 고전압을 통해 섬유화되어 필름 베이스로 토출시키는 전기 방사 노즐을 구비하는 전기 방사 모듈과, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유가 수집된 상기 필름 베이스를 사전 설정된 금속으로 전기 도금시키는 전기 도금 모듈을 구비하는 나노텍스처 필름 제조 장치를 제공한다.

[0010] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 전기 방사 모듈은: 상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기; 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 유도되도록 상기 전기 방사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원; 일측 방향으로 가스를 분사하는 가스 분사 노즐을 포함하고, 상기 필름 베이스는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동 방향을 따라 상기 가스 분사 노즐과 대향되는 위치에 배치되고, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동력에 의해 상기 필름 베이스에 수집될 수 있다.

[0011] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 접지 전원은 별도의 접지판에 연결되어 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 상기 접지판으로 유도될 수 있다.

[0012] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 접지 전원은 상기 가스 분사 노즐에 연결되어 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 상기 가스 분사 노즐로 유도될 수 있다.

[0013] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 가스 분사 노즐의 외측에는 상기 접지 전원과 연결되는 노즐 접지부가 구비되고, 상기 접지 전원은 노즐 접지부에 연결되어 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 상기 가스 분사 노즐로 유도될 수 있다.

[0014] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 노즐 접지부는 복수 개가 구비되어 상기 가스 분사 노즐을 중심으로 동심 배치되고, 상기 노즐 접지부의 상기 접지 전원과의 연결은 단속 가능할 수 있다.

[0015] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 노즐 접지부는 복수 개가 구비되어 상기 가스 분사 노즐을 중심으로 동심 배치되고, 상기 전기 방사 노즐도 상기 노즐 접지부와 동수 개로 상기 가스 분사 노즐을 사이에 두고 대향하여 대응 배치될 수 있다.

[0016] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 전기 방사 노즐은 상기 가스 분사 노즐을 사이에 두고 대향 대

응 배치되는 상기 노즐 접지부와 쌍을 이루며 택일 가동될 수 있다.

[0017] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 가스 분사 노즐은 초음속 유동 속도로 가스를 분사할 수 있다.

[0018] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 필름 베이스는 도전성 필름일 수 있다.

[0019] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 필름 베이스는 연속적 공정 가능한 롤 타입이고, 상기 필름 베이스를 이송시키는 롤투롤 모듈이 더 구비될 수 있다.

[0020] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 필름 베이스를 사이에 두고 상기 가스 분사 노즐와 마주하여 배치되고, 상기 가스 분사 노즐에서 분사되는 가스에 의한 필름 베이스의 이동을 방지하기 위한 필름 베이스 가이드 플레이트가 더 구비될 수 있다.

[0021] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 전기 도금 모듈은: 상기 필름 베이스가 침지 가능한 도금액을 수용하는 전기 도금 모듈 수조와, 상기 전기 도금 모듈 수조 내 도금액에 침지되어 배치되고 사전 설정 도금 금속으로 형성되는 전기 도금 애노드와, 상기 필름 베이스와 상기 전기 도금 애노드로 전압을 인가하는 전기 도금 전원부를 구비할 수 있다.

[0022] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 롤투롤 모듈은: 접지되어 상기 필름 베이스와 접촉하여 상기 필름 베이스의 이동을 안내하고, 상기 필름 베이스가 상기 도금액에 침지 가능하게 위치 이동 가능한 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러를 구비할 수 있다.

[0023] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 필름 베이스의 진행 방향으로 상기 전기 도금 모듈의 후위에 배치되고 상기 필름 베이스가 침지 가능한 사전 설정 결합 강화 용액을 수용하는 결합 강화 모듈 수조를 포함하는 결합 강화 모듈이 더 구비되고, 상기 롤투롤 모듈은: 상기 필름 페이스를 상기 결합 강화 모듈 수조 내 사전 설정 결합 강화 용액으로 침지 가능하게 하는 롤투롤 결합 강화 가이드 롤러를 구비할 수 있다.

[0024] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 필름 베이스의 진행 방향으로 상기 전기 도금 모듈의 후위에 배치되고 상기 필름 제이스가 침지 가능한 세정액을 수용하는 세정 모듈 수조를 포함하는 후처리 모듈이 더 구비될 수 있다.

[0025] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 후처리 모듈은 상기 필름 베이스의 표면을 건조 및 경화시키는 큐어러를 더 구비할 수 있다.

[0026] 상기 나노텍스처 필름 제조 장치에 있어서, 상기 전기 방사 모듈은: 상기 전기 방사 노즐에 고전압을 인가하는 고전압 발생기; 상기 전기 방사 노즐로부터 토출되는 섬유가 정전기력에 의해 유도되도록 상기 전기 방사 노즐과의 사이 공간에 전기장을 형성하는 접지 전원; 일측 방향으로 가스를 분사하는 가스 분사 노즐을 포함하고, 상기 필름 베이스는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동 방향을 따라 상기 가스 분사 노즐과 대향되는 위치에 배치되고, 상기 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유는 상기 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동력에 의해 상기 필름 베이스에 수집되고, 상기 가스 분사 노즐로부터 토출되는 가스의 온도를 높이기 위한 프리히터가 더 구비될 수 있다.

## *발명의 효과*

[0027] 본 발명은 초음속 전기방사 및 전기도금 기술을 이용하여 방열용 악마가시 나노텍스처 필름을 제조하는 것이며, 다양한 초음속 전기방사 용액과 전기도금 시 사용되는 금속의 종류를 용도에 맞게 변화시켜, 여러 용도에 적용이 가능하다.

[0028] 첫째, 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치는, 전기 방사 섬유에 대한 전기 도금을 통하여 표면적을 증대시켜 방열 성능 내지 열전달 성능을 극대화시킨 필름을 제조할 수 있다.

[0029] 둘째, 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치는 롤투롤 모듈을 이용하여 대량 생산 가능한 방식으로 제조 원가를 절감시킬 수도 있다.

[0030] 셋째, 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치는 초음속 가스 유동을 이용하여 섬유의 필름 베이스에의 부착력을 강화할 수도 있다.

[0031] 넷째, 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치는 전기 도금 모듈에서 가이드 롤러의 위치 변동을 통하여 도금액 내 침지 시간을 조정하여 설계 사양에 따른 범용성을 증진시킬 수도 있다.

[0032] 다섯째, 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치는 결합 강화 모듈 내지 후처리 모듈에서의 공정을 통하여 섬유 표면에 도금된 금속재의 결합력을 강화시키고, 세정 내지 경화 과정을 통하여 필름 베이스 제품의 내구성을 증지시킬 수도 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0033] 도1 내지 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치의 개략적인 구성도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치의 프리 히터가 내장된 가스 노즐의 개략적인 단면도이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치의 전기 방사 모듈의 다른 일예를 도시하는 부분 사시도 및 구성도이다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치를 통한 전기 방사 및 전기 도금을 통하여 얻어진 섬유가 수집된 필름 베이스에 대한 도금 금속에 따른 SEM 사진이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치를 통하여 얻어진 필름 베이스(c)와 다른 조건에서 얻어진 필름 베이스의 비교를 이루는 확대 사진이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본 발명은 우수한 열전도율을 가지는 진다. 이를 이용하여 높은 열이 발생하는 금속으로 덮인 높은 비표면적을 지닌 섬유필름으로서의 나노 텍스처 필름을 제조하는 장치를 제공하는데, 본 발명을 통하여 제조된 생태모방 악마가시 구조의 나노텍스처 필름을 통해, 우수한 방열 성능을 수반함으로써, 다양한 전기·전자 및 기계제품에 장착되어 이들로부터 발생되는 열을 손쉽게 제거할 수 있다.

[0035] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른  나노텍스처 필름 제조 장치의 구성을 개념적으로 도시한 구성도 및 상세 구성도이다.  본 발명의 일 실시예에 따른  나노텍스처 필름 제조 장치(1)는 전기 방사 모듈(10)과 전기 도금 모듈(11)을 포함하는데, 전기 방사 모듈(10)은 폴리머 방사액이 고전압을 통해 섬유화되어 필름 베이스로 토출시키는 전기 방사 노즐을 포함한다.

[0036] 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치(1)는 제어부(20)와 저장부(30)를 포함할 수 있는데, 제어부(20)는 전기 방사 모듈(10) 및 전기 도금 모듈(11)의 작동을 제어하고, 경우에 따라 롤투롤 모듈(170), 결합 강화 모듈(13) 및 후처리 모듈(15)의 작동도 동시 제어할 수 있다.

[0037] 상세하게 제어부(20)는 후술되는 전기 방사 모듈(11)의 전압부(200), 전기 방사 노즐에 폴리머 방사액을 공급하는 폴리머 방사액 공급부(110), 가스 분사 노즐(400) 및 접지 전원(300)과의 연결을 단속하는 스위치와 같은 접지 전원 단속부(미도시)와 연결되어 소정의 제어 신호를 인가하여 방사 상태를 및 가스 유동 상태를 조정하여 콜렉터(500)로의 원활한 섬유 수집 상태 및 섬유재 형성을 가능하게 할 수 있고, 전기 도금 모듈(11)의 전기 도금 전원(116)의 전원 인가를 제어하는 제어 신호를 생성할 수도 있고, 롤투롤 모듈(170)의 롤투롤 풀림 롤러 구동부(171a) 및 롤투롤 감김 롤러 구동부(173a)의 작동 및 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752), 롤투롤 결합 강화 가이드 롤러(1754)의 가동을 통한 필름 베이스의 전기 도금 모듈 내지 결합 강화 모듈 내에서의 이송 경로를 변화시켜 각각의 공정 시간 내지 속도를 조절할 수도 있고, 후처리 모듈(15)의 큐어러(15f)의 작동을 제어하여 소정의 건조 및 경화 공정을 선택 조정할 수도 있다.  또한, 저장부(30)는 제어부(20)와 연결되어 폴리머 방사액의 방사량, 가스 유동 압력/속도 및 접지 전원 차단부의 단속 순서, 전기 도금 모듈에서의 도금 시간을 형성하기 위한 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러의 위치, 전기 도금 전원부의 기준 전원값, 결합 강화 모듈의 경로 선택을  위한 결합 강화 가이드 롤러의 위치, 후처리 모듈(15)의 큐어러(15f)의 작동 시간 등의 사전 설정 데이터를 포함하여 작동 모드에 따른 데이터를 제어부(20)에 전달하여 소정의 원활한 동작을 가능하게 할 수 있다.

[0038] 또한, 전기 도금 모듈(11)은 전기방사 노즐로부터 토출된 섬유가 수집된 필름 베이스를 사전 설정된 도금 금속으로 전기 도금시키는데, 본 발명의 일실시예에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치(1)에 의하여 나노텍스처링되는 필름 베이스는 연속 공정 가능한 롤 타입이고, 나노텍스처 필름 제조 장치(1)는 롤투롤 모듈(170)을 더 구비하는 구성을 취한다.  본 발명은 롤투롤 모듈을 수반하지 않고 각 시트 타입으로 개별화된 필름 베이스에 전기 방

사 모듈과 전기 도금을 실행하여 나노텍스처 필름을 제조하는 방식을 취할 수도 있으나, 본 실시예에서는 롤투롤 모듈을 구비하는 롤투롤 방식을 중심으로 기술한다. 또한, 필름 베이스(500)는 경우에 따라 유리 등의 재질로 형성되는 구조를 취할 수도 있다.

[0039] 필름 베이스(500)는 도전성 필름으로 형성되는데, PET, PC, PVC 등의 고분자 기재에 ITO, Cu, Ni, Ag, Au 등과 같은 금속재료의 금속층이 형성되는 구조를 취할 수도 있다. 필름 베이스는 앞서 기술한 바와 같이 개별적인 시트 타입으로 구성될 수도 있으나, 본 발명의 일실시예에 따른 필름 베이스는 롤 타입으로 형성되고, 롤투롤 모듈(170)에 의하여 소정의 이송 속도로 공정 진행될 수 있다.

[0040] 롤투롤 모듈(170)은 롤투롤 풀림 롤러(171)와 롤투롤 감김 롤러(173)가 배치되고, 각각의 롤투롤 풀림 롤러(171)와 롤투롤 감김 롤러(173)의 양단이 권취된 롤투롤 타입의 필름 베이스(500)가 이들 사이에서 이송되는데, 필름 베이스(500)의 이송을 위한 구동력은 각각의 롤러에 연결되는 롤투롤 풀림 롤러 구동부(171a) 및 롤투롤 감김 롤러 구동부(173a)에 의하여 제공된다. 경우에 따라 이들 이외에 별도의 구동부가 더 구비되는 구조를 취할 수도 있다.

[0041] 롤투롤 모듈(170)은 각각의 모듈에 대한 필름 베이스(500)의 진입 및 진출을 위한 롤투롤 도금 롤러(1751), 롤투롤 강화 롤러(1753) 및 롤투롤 후처리 롤러(1755)를 포함한다. 경우에 따라 롤투롤 모듈(170)은 개별적인 롤러를 더 포함할 수 있는데, 롤투롤 모듈(170)은 전기 도금 모듈(170)에서 필름 베이스(500)의 도금액(11e) 내 침지 등의 경로를 조절하기 위한 전기 도금 가이드 롤러(1752)와, 결합 강화 모듈(13) 내에서 필름 베이스(500)의 사전 설정 결합 강화 용액(13e) 내 침지되는 경로 및 속도, 달리 표현하면 침지되는 시간 등을 조절 가능한 롤투롤 결합 강화 가이드 롤러(1754)를 더 포함할 수도 있다.

[0042] 이와 같은 제어부(500)의 제어 신호를 따라 가동되는 롤투롤 풀림 롤러 구동부(171a) 및 롤투롤 감김 롤러 구동부(173a)의 구동 동작을 제어함으로써, 양단이 권취된 필름 베이스(500)는 전기 방사 모듈(10), 전기 도금 모듈(11), 결합 강화 모듈(13) 및 후처리 모듈(15)로 연속적인 공정 과정을 거칠 수 있다.

[0043] 보다 상세하게, 전기 방사 모듈(10)은 전기 방사 노즐(100)과, 고전압 발생기(200)와, 접지판(310)과 연결되는 접지 전원(300)을 포함하는데, 본 발명의 전기 방사 모듈(10)은 가스 분사 노즐(400)을 더 포함하고, 필름 베이스(500)는 가스 분사 노즐(400)로부터 분사된 가스의 유동 방향을 따라 가스 분사 노즐(400)과 대향되는 위치에 배치되어, 전기 방사 노즐(400)로부터 토출된 섬유가 가스 분사 노즐로부터 분사된 가스의 유동력에 의하여 필름 베이스(500)에 수집되는 구조를 취한다. 이와 같은 가스 분사 노즐(400)로부터 토출되는 가스 유동력을 이용하여 필름 베이스(500)에 폴리머 방사액에 의하여 형성되는 섬유가 수집 코팅 부착되는 방식을 취함으로써 섬유의 필름 베이스에의 부착력을 강화시킬 수 있다.

[0044] 전기 방사 노즐(100)은 폴리머 방사액을 고전압을 통해 토출하며 섬유화시키는 구성으로, 도 1에 도시된 바와 같이 별도의 폴리머 방사액 공급부(110)로부터 폴리머 방사액을 공급받아 토출하는 방식으로 구성되는데, 예를 들면, 폴리머 방사액 공급부는 폴리머 방사액을 정량 공급하는 시린지 펌프(syringe pump)가 사용된다. 폴리머 방사액은 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile)이 사용될 수도 있고, PVA(Polyvinyl alcohol)와 물이 혼합된 용액이 사용될 수 있고, 나일론 등의 기계적 성질이 우수한 폴리머를 사용하는 경우에는 포름산(Formic Acid) 등의 강한산성 용액을 사용할 수 있는 등, 전기 방사 노즐을 통하여 필름 베이스(500)로 토출 가능한 구조를 취하는 범위에서 다양한 고분자 재료가 사용될 수 있다. 전기 방사 노즐(100)은 시린지 펌프(미도시)로부터 폴리머 방사액을 공급받아 토출하는 콘젯 형태의 노즐이 적용될 수 있다.

[0045] 고전압 발생기(200)는 전기 방사 노즐(100)에 고전압을 인가하며, 이에 대응하여 전기 방사 노즐(100)과 이격되는 위치에는 별도의 접지 전원(300)이 구비된다. 접지 전원(300)은 도 1에 도시된 바와 같이 별도의 접지판(310)에 연결되어 접지판(310)과 전기 방사 노즐(100) 사이 공간에 전기장을 형성시키거나 또는 도 2에 도시된 바와 같이 가스 분사 노즐(400)에 연결되어 가스 분사 노즐(400)과 전기 방사 노즐(100) 사이 공간에 전기장을 형성시킬 수 있다. 이러한 전기장에 따라 전기 방사 노즐(100)로부터 토출되는 섬유(600)는 정전기력에 의해 전기 방사 노즐(100)로부터 접지판(310) 또는 가스 분사 노즐(400)을 향해 흘러가도록 유도된다.

[0046] 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이 전기 방사 노즐(100)이 상부에 위치하고, 전기 방사 노즐(100)의 연직 하부에 위치하는 접지판(310)에 접지 전원(300)이 연결되는 경우, 전기 방사 노즐(100)로부터 토출되는 섬유는 고전압 발생기(200)로부터 고전압을 인가받아 전하를 띤 상태로 토출되기 때문에, 전기 방사 노즐(110)과 접지판(310) 사이에 형성되는 전기장에 의해 하향 정전기력을 받으며 접지판(310)을 향해 흘러가도록 유도된다. 또한, 도 2에 도시된 바와 같이 접지 전원(300)이 가스 분사 노즐(400)에 연결되는 경우, 마찬가지 원리로 전기

방사 노즐(100)로부터 토출되는 섬유는 가스 분사 노즐(400)을 향해 흘러가도록 유도된다. 이때, 가스 분사 노즐(400)은 이러한 전기장의 정전기력 방향과 다른 방향으로 가스를 분사하도록 구성되는데, 본 실시예에서의 가스 분사 노즐(400)은 초음속 노즐로 형성되어 가스 분사 노즐(400)에서 가스가 초음속 유동 속도로 분사될 수 있다. 즉, 분사되는 가스의 유동 속도는 마하수 1 이상의 초음속 유동으로 약 300m/s 이상의 속도를 갖도록 구성된다. 여기서, 전기 방사 노즐(100)로부터 토출되는 섬유는 정전기력에 의해 유도되는 힘을 받음과 동시에 가스 분사 노즐(400)로부터 분사되는 가스의 유동 흐름에 의한 힘을 함께 받게 되는데, 이때, 가스 유동 흐름에 의한 힘이 정전기력에 의해 유도되는 힘보다 더 크게 작용하도록 구성되어, 토출된 섬유는 강한 유동력에 의하여 필름 베이스(500)에 부착될 수 있다.

[0047] 또한, 전기 방사 노즐(100)로부터 토출된 섬유(600)에 작용하는 전기장에 의한 정전기력 방향과 가스 분사 노즐(400)에 의한 가스의 유동력 방향은 도 1에 도시된 바와 같이 서로 소정의 각도를 이루도록 형성될 수 있는데, 도 1에서 소정의 각도는 직각 방향을 이루도록 형성될 수 있다. 전기 방사 노즐에 대향하여 배치되는 접지판(310)의 구조에 있어 정전기력 방향과 가스 유동력 방향이 직각을 이루도록 하여 가스 유동 내로 전기 방사 노즐로부터 토출된 섬유가 안정적으로 유입되도록 할 수 있는데, 전기 방사 노즐의 정전기력 방향과 가스 유동력 방향 사이의 소정의 각도는 접지 전원의 구조 및 가스 분사 노즐과 전기 방사 노즐의 거리 등을 고려하여 적절하게 조정될 수도 있다.

[0048] 또한, 가스 분사 노즐(400)은 초음속 노즐, 즉 축소-확대 노즐에는 가스 분사 노즐(400)을 거쳐 토출되는 가스의 온도를 증대시키는 구성요소를 더 구비할 수도 있다. 즉, 도 4의 길이 방향 단면도에 도시된 바와 같이, 초음속 노즐로 구현되는 가스 분사 노즐(400)은 가스 분사 노즐(400)의 외주에 분사되는 가스의 유동 방향을 따라 배열되는 구조의 프리 히터(800)가 더 구비될 수도 있다. 프리 히터(800)는 열을 제공하는 범위에서 다양한 구성이 가능한데, 본 실시예에는 전기 전열선으로 형성되어 제어부(20, 도 1 참조)를 통하여 입력되는 히터 제어 신호에 따라 가동되어 가열됨으로써 가스 분사 노즐(400)을 관류하는 가스의 온도를 증대시킬 수도 있다. 본 실시예에서의 프리 히터(800)는 가스 분사 노즐(400)의 내부에 개재되는 구성을 취하였으나, 프리 히터의 외주면을 권취하는 구성을 취할 수도 있고, 프리 히터의 내부에 배치되어 토출 가스와 직접 열교환을 이루는 방식을 취할 수도 있고, 가스 분사 노즐의 선단으로 압축기와의 사이에 배치될 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하다.

[0049] 상기한 전기 방사 모듈(10)에서의 초음속 가스 유동 내 전기 방사 수집되는 과정은 다음과 같이 실시될 수 있는데, 포름산(formic acid)에 나일론(nylon) 15wt%를 녹인 용액 또는 다이메틸폼아마이드(dimethylformamaide)에 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile) 6%를 녹인 용액을 시린지 펌프로 구현되는 폴리머 방사액 공급부(110)를 이용하여 제어부(20)의 신호에 따라 50㎕/hr로 공급하고 전압부(200)에서 8kV의 전압이 인가된다. 폴리머 방사액 공급부(110)와 연결되는 압축기(미도시)에 또는 가스 분사 노즐(400)에 배치 가능한 프리 히터(800)를 이용하여 제어부(20)의 온도 제어 신호에 따라 온도조절이 가능한 초음속 공기를 전기방사 노즐을 향해 분사시킨다. 초음속 전기방사 되는 용액의 공급유량, 인가전압, 분사구-기판 간의 거리 변화를 통해 다양한 두께, 직경을 가진 섬유필름을 만들 수 있으며, 동시에 초음속 공기의 온도 조절을 통하여 초음속 전기방사된 섬유의 직경을 조절할 수도 있다.

[0050] 한편, 발명의 전기 방사 모듈(10)은 롤 타입의 필름 베이스(500)에 부착된 섬유(600)의 유동력에 대한 반력을 제공하여 섬유(600)의 필름 베이스(500) 상에 안정적인 수집 부착 상태를 형성하고, 가스 유동력에 의한 필름 베이스(500)의 손상 내지 이동을 방지하기 위한 구성요소로서 필름 베이스 가이드 플레이트(700)가 더 구비될 수 있다. 필름 베이스 가이드 플레이트(700)는 필름 베이스(500)를 사이에 두고 가스 분사 노즐(400)와 마주하여 배치되고, 필름 베이스(500)의 일면이 최소한의 간극을 유지하거나 밀착되도록 배치되는 구조를 취하여, 가스 분사 노즐(400)에서 분사되는 가스에 의한 필름 베이스(500)의 이동을 방지할 수 있다. 필름 베이스 가이드 플레이트(700)는 양단이 챔퍼링 내지 유선형 곡선 구조를 이루어 박막 형태의 롤 필름 타입의 필름 베이스(500)의 이송시 발생하는 손상을 최소화할 수도 있다.

[0051] 이러한 구조에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치(1)는 전기 방사 노즐(100)로부터 토출된 섬유(600)가 정전기력에 의해 접지판(310) 또는 가스 분사 노즐(100)로 유도되는 과정에서, 가스 분사 노즐(400)로부터 분사되어 정전기력 방향과 직각 방향으로 작용하는 가스의 유동력을 받게 되므로, 이러한 가스 유동에 의해 섬유(600)가 전단 응력을 받게 되어 더욱 얇아지게 되며, 이에 따라 더욱 미세한 직경을 갖게 된다.

[0052] 이때, 섬유(600)에는 전술한 바와 같이 가스의 유동력이 정전기력보다 더 크게 작용하므로, 섬유(600)는 정전기

력에 의해 유도되는 과정에서 가스의 유동력에 의해 가스의 유동 방향을 따라 흘러가게 된다. 따라서, 섬유(600)를 수집하는 롤 타입의 필름 베이스(500)는 종래 기술과 달리 가스 분사 노즐(400)로부터 분사된 가스의 유동 방향을 따라 가스 분사 노즐(400)과 대향되는 위치에 배치되어 섬유를 수집하도록 이송 배치된다. 필름 베이스(500)의 이송 속도는 제어부(20)를 통하여 구동되는 롤투롤 모듈(170)에 의하여 조정되는데, 빠른 이송 속도의 경우 섬유(600)의 수집 밀도가 낮을 수도 있고, 느린 경우 섬유의 수집 밀도가 증가되어 두께가 조정될 수도 있는 등 다양한 조정이 가능하다.

[0053] 이와 같이 구성된 나노텍스처 필름 제조 장치는 전기 방사 노즐(100)로부터 토출되는 섬유(600)에 대해 가스의 유동에 의한 전단 응력이 작용하여 더욱 미세한 직경, 예를 들면 100㎚ 이하 직경의 섬유를 균질하게 얻을 수 있다.

[0054] 전기 방사 노즐(100)과 가스 분사 노즐(400)의 위치에 따라 수집되는 섬유(600)의 상태가 달라질 수 있는데, 전기 방사 노즐(100)과 가스 분사 노즐(400)은 가스 분사 노즐(400)로부터 분사되는 가스의 유동 흐름을 전기 방사 노즐(100)이 방해하는 저항 요소로 작용하지 않도록 상호 배치되는 것이 바람직하다. 이를 위해 전기 방사 노즐(100)은 도 1에 도시된 바와 같이 가스 분사 노즐(400)로부터 분사되는 가스의 유동층(410)으로부터 직각 방향으로 일정 거리만큼 이격 조정 배치되어 최적화된 전기 방사 구조를 취할 수도 있다.

[0055] 한편, 상기 실시예에서 전기 방사 노즐 및 가스 분사 노즐을 구비하는 전기 방사 모듈은 필름 베이스(500)의 일면 측에만 단수 개가 배치되는 구조를 설명하였으나, 이는 일예로서 필름 베이스(500)를 중심으로 양측에 쌍을 이루며 배치되는 구조를 취할 수도 있고, 양측에 각각 배치되되 섬유의 수집 위치가 상이한 위치를 점하도록 이격 배치되는 구성을 취할 수도 있는 등 공정의 환경 내지 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.

[0056] 한편, 본 발명에 따른 나노텍스처 필름 제조 장치의 전기 방사 모듈은 상기 실시예에서 단일의 전기 방사 노즐이 배치되는 구조를 도시하였으나, 전기 방사 노즐이 복수 개가 배치되는 구조를 형성할 수 있다.

[0057] 도 5에 도시된 바와 같이 나노텍스처 필름 제조 장치의 전기 방사 모듈의 가스 분사 노즐(400b)의 단부 주위에는 접지 전원(300b)의 복수 개의 노즐 접지부(301b, 303b, 305b)가 배치된다. 본 실시예에서 전기 방사 노즐(100d;101b,103b,105b)도 복수 개가 구비된다. 각각의 노즐 접지부(301b,303b,305b)는 노즐 토출구(401)를 사이에 두고 각각의 전기 방사 노즐(100d)과 대향하여 배치되는데, 대향 배치되는 각각의 노즐 접지부와 전기 방사 노즐은 쌍, 즉 짝을 이룬다. 즉, 각각의 노즐 접지부는 접지 전원 상태가 단속 가능한 상태를 형성하는데, 짝을 이룬 전기 방사 노즐에서 폴리머 방사액이 토출되는 경우 대향 배치되는 노즐 접지부에 통전이 이루어져 접지 상태를 형성하게 되어 각각의 전기 방사 노즐에서 토출되는 폴리머 방사액은 대향 배치되는 노즐 접지부 측을 향하여 유동하고, 이 과정에서 가스 분사 노즐의 노즐 토출구의 범위를 거치게 되어 방사되는 폴리머 방사액은 가스 유동의 중심부 측 유동력을 받아 필름 베이스(500, 도 1 및 도 6 참조)로 수집된다. 유동력에 의한 필름 베이스의 이동 내지 손상을 방지하기 위하여 앞서 기술한 바와 같은 필름 베이스 가이드 플레이트(700)가 필름 베이스(500)의 이면 측에 배치될 수 있다. 이와 같이 짝을 이루는 전기 방사 노즐 및 노즐 접지부는 택일적으로 가동되도록 함으로써 순차적인 내지는 순서에 의한 택일적 작동을 이루어 전기 방사 노즐에서의 멀티젯 형성을 방지하여 원활한 폴리머 방사액 분출을 가능하게 할 수 있다.

[0058] 여기서, 전기 방사 노즐은 방사 노즐 지지부(120)에 의하여 지지될 수 있다. 방사 노즐 지지부(120)는 지지부 프레임(121)과 지지부 레그(123)를 포함한다. 지지부 레그(123)는 복수 개가 구비되고, 일단은 가스 분사 노즐(400b)와 접하여 지지되고, 타단은 지지부 프레임(121)과 접한다. 지지부 프레임(121)은 링 타입으로 구현되는데, 지지부 프레임(121)의 외측에는 전기 방사 노즐(100b)이 배치된다. 각각의 전기 방사 노즐(100b;101b,103b,105b)는 방사 노즐 배선(201,203,205)을 통하여 전압부(200b)와 연결되어 소정의 전압 공급 상태를 형성할 수 있다. 전압부(200b)는 제어부(20)의 전압 제어 신호에 따라 인가 여부가 제어될 수 있다.

[0059] 또한, 가스 분사 노즐(400b)의 외주에는 노즐 접지부(301b,303b,305b)가 복수 개가 가스 분산 노즐(400b)의 노즐 토출구(401)를 중심으로 등간격으로 등거리만큼 이격되어 등거리 등각 배치되는 구조를 취한다. 또한, 노즐 접지부(301b,303b,305b)는 접지 배선(30;31,33,35)와 연결되고, 각각의 접지 배선(31,33,35)은 도 6에 도시되는 접지 전원 차단부(50)와 연결되어 제어부(20)의 제어 신호에 따라 단속 제어가 이루어져 접지 상태 변화가 이루어질 수 있다. 즉, 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치는 제어부(20) 및 저장부(30)를 포함할 수 있는데, 제어부(20)는 전압부(200b), 전기 방사 노즐에 폴리머 방사액을 공급하는 폴리머

방사액 공급부(110b;111,113,115), 가스 분사 노즐(400b) 및 접지 전원 차단부(50)와 연결되어 소정의 제어 신호를 인가하여 방사 상태를 및 가스 유동 상태를 조정하여 필름 베이스(500)로의 원활한 섬유 수집 상태 및 섬유재 형성을 가능하게 할 수 있다. 또한, 저장부(30)는 제어부(20)와 연결되어 폴리머 방사액의 방사량, 가스 유동 압력/속도 및 접지 전원 차단부의 단속 순서 등의 사전 설정 데이터를 포함하여 작동 모드에 따른 데이터를 제어부(20)에 전달하여 소정의 원활한 동작을 가능하게 할 수 있다.

[0060] 또한, 본 실시예에 따른 가스 분사 노즐(400b)에도 앞선 실시예에서와 마찬가지로 프리 히터(800)가 더 구비될 수 있다. 프리 히터(800)는 노즐 토출구(401)의 외측에서 노즐 토출구(401)를 둘러싸는 구조를 취한다. 본 실시예에서의 프리 히터(800)는 가스 분사 노즐(400)의 내부에 개재되는 구성을 취하였으나, 프리 히터의 외주면을 권취하는 구성을 취할 수도 있고, 프리 히터의 내부에 배치되어 토출 가스와 직접 열교환을 이루는 방식을 취할 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하다.

[0061] 상기와 같은 구성 등으로부터 전기 방사 모듈에서 초음속 가스 유동장 내 전기 방사를 통하여 필름 베이스(500) 상에 섬유(600)가 수집된 후, 해당 영역의 필름 베이스(500)는 전기 도금 모듈(11)로 이송된다. 본 발명은 필름 베이스가 시트 타입의 필름 베이스로 형성되는 경우 시트 타입의 필름 베이스를 장착하여 전기 도금 모듈 내 도금액에 침지시키기 위한 별도의 홀더 내지 가이드(미도시)에 시트 타입 필름 베이스를 안착시키고 전기 도금 모듈로 진입시키는 방식을 취할 수도 있다. 본 발명의 실시예에서는 롤투롤 모듈(170)을 통한 연속적 공정 진행 방식을 이루므로, 표면에 섬유(600)가 수집된 필름 베이스(500)는 롤투롤 모듈(170)의 롤투롤 도금 롤러(1751)를 통하여 전기 도금 모듈(11)로 진입 안내된다. 롤투롤 도금 롤러(1751)는 단순한 가이드 피동 롤러일 수도 있고, 별도의 구동부가 더 구비되어 구동 롤러로 구현될 수도 있다.

[0062] 전기 도금 모듈(11)은 전기 도금 모듈 수조(11a)와, 전기 도금 애노드(11c)와, 전기 도금 전원부(11b)를 포함한다. 전기 도금 모듈 수조(11a)는 섬유(600)가 수집된 필름 베이스(500)가 침지 가능한 도금액(11e)을 수용하고, 전기 도금 애노드(11c)는 전기 도금 모듈 수조 내 도금액(11e)에 침지되어 배치되고 사전 설정된 도금 금속으로 형성되며, 전기 도금 전원부(11b)는 섬유(600)가 수집된 필름 베이스(500)와 전기 도금 애노드(11c)로 전압을 인가한다. 도금액(11e)은 전해질 용액으로서 전기 도금하고자 하는 금속이 포함되는데, 전기 도금 애노드(11c)의 사전 설정된 도금 금속에 따라 결정된다. 예를 들어 전기 도금 애노드가 구리로 형성되는 경우, 도금액은 Cu 도금액을 포함할 수 있는데, 소정의 전기 도금을 이루는 범위에서 다양한 선택이 가능하다.

[0063] 롤투롤 모듈(170)은 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)를 구비하는데, 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)는 섬유가 수집된 필름 베이스(500)와 접촉하여 필름 베이스의 이동을 안내한다. 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)는 접지되어 전기 도금 애노드(11c)와의 사이에 전위차가 발생된다. 또한, 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)는 위치 이동 가능한 구조를 취하는데, 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)는 전기 도금 모듈(11) 내에서 예를 들어 수직 방향으로 위치 이동 가능함으로써, 전기 도금 모듈(11) 내에서 필름 베이스(500)의 이동 경로를 변화시켜 궁극적으로 전기 도금 모듈(11) 내 도금액(11e) 내 침지 시간을 변화시킬 수도 있다. 이와 같은 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)의 위치 이동은 운영자에 의하여 직접 이루어질 수도 있으나, 별도의 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러 구동부를 더 구비할 수도 있다. 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러 구동부는 제어부의 제어 신호에 따라 가동되는 모터와, 랙-피니언 동력 전달부를 구비함으로써 구성 가능하다. 경우에 따라 랙과 피니언 사이에는 기어비를 변화시키는 별도의 기어가 더 배치될 수도 있다. 모터의 회전축에는 피니언이 장착되고 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)의 일측에는 랙이 연결되어 제어부의 제어 신호에 따라 가동되는 피니언과 이와 치합되는 랙의 연동 구조를 통하여 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러(1752)가 수직 위치 변화될 수도 있다.

[0064] 도금액에 침지된 섬유(600) 수집 필름 베이스(500)의 섬유(600)의 표면에는 전기 도금 애노드를 이루는 금속이 표면적을 확장하는 방식, 즉 단순하게 섬유의 외면을 일층의 두께로 균일하게 코팅하는 것이 아닌 나뭇가지가 뻗어 나가듯이 금속으로 도금 코팅된 표면에서 외면을 향하여 계속적인 연속 성장 구조를 이루여 필름 베이스 상의 금속 도금 코팅된 섬유의 표면적이 극대화될 수 있다.

[0065] 전기 도금 모듈에서의 공정은 예를 들어, 사전 설정 전기 도금 금속이 구리(Cu)로 형성된 전기 도금 애노드(11c)가 구비되는 경우, 도금액(11e)도 구리(Cu) 성분을 포함하는 전해질 용액으로 형성된다. 도 7 및 도 8에는 구리, 은을 이용하여 전기 도금된 나노 단위의 전기 방사 섬유에 대한 SEM 사진으로 각각 (a) 및 (b)로 지시되는 도면 부호로 확대율 변화에 따른 사진이 도시된다.

[0066] 본 실시예에서는 구리도금 시, 100mA/$cm^2$의 전류밀도로 3분간 전기도금을 하는데, 도금액으로는 황산구리용액을

사용하였다. 전기 도금 애노드가 은(Ag)로 형성되는 경우, 100-150mA/$cm^2$의 전류밀도로 5분간 전기도금을 하였다. 전기도금 모듈에서의 체류 시간 내지 도금액 내에서의 침지 시간은 필름 베이스에서의 섬유 수집 밀도 내지 필름 베이스의 면적 및 사전 설정 용액을 포함하는 도금액의 종류에 따라 다양한 설계 사양에 맞추어 조정될 수 있다.

[0067] 전기 도금 모듈 내에서의 공정이 완료된 후, 제어부(20)는 롤투롤 모듈(170)을 구동시켜 전기 방사 및 전기 도금이 완료된 필름 베이스(500)를 결합 강화 모듈 및/또는 후처리 모듈로 진입시켜 소정의 후속 공정을 선택적으로 실시할 수도 있다.

[0068] 결합 강화 모듈(13)은 필름 베이스(500)에 부착된 섬유(600)에 전기 도금 애노드(11c)를 이루는 금속에 의하여 도금 코팅 상태에서 금속 코팅막이 박리되는 것을 방지할 수 있다. 즉, 결합 강화 모듈(13)은 필름 베이스(500)의 진행 방향으로 전기 도금 모듈(11)의 후위에 배치되고 필름 베이스(500)가 침지 가능한 사전 설정 결합 강화 용액을 수용하는 결합 강화 모듈 수조(13c)를 포함한다. 결합 강화 모듈 수조(13c)에는 결합 강화 용액(13e)가 배치된다. 결합 강화 용액(13e)은 본 실시예에서 10%의 포름알데히드 용액으로 선택되었으나, 나노 단위의 섬유(600)와 도금 금속 간의 결합력을 강화시키기 위한 환원제의 기능을 수행하는 범위에서 다양한 재료가 선택될 수 있다.

[0069] 결합 강화 모듈(13)에는 롤투롤 모듈(170)의 롤투롤 강화 롤러(1753)이 장착되어 결합 강화 모듈(13)로 진입하는 필름 베이스를 안내한다. 롤투롤 강화 롤러(1753)은 앞서 롤투롤 도금 롤러(1751)와 마찬가지로 단순한 피동 가이드 롤러일 수도 있고 별도의 구동부를 구비하는 구동 롤러로 구현될 수 있다.

[0070] 결합 강화 모듈(13)의 내부에는 롤투롤 모듈(170)의 롤투롤 결합 강화 가이드 롤러(1754)가 구비되는데, 롤투롤 결합 강화 가이드 롤러(1754)는 제어부(20)의 제어 신호에 따라 소정의 위치 변동 가능하여 필름 베이스의 결합 강화 모듈 내에서의 이송 경로를 변화시킴으로써 결합 강화 용액 내 침지 시간 등 공정 시간 내지 속도를 조절할 수도 있다. 롤투롤 결합 강화 가이드 롤러(1754)의 구동은 앞서 기술된 롤투롤 전기 도금 가이드 롤러에서와 마찬가지로 별도의 구동부 및 랙-피니언 등의 동력 전달 요소를 통하여 위치 가동될 수 있으며 이의 구성은 앞선 기술로 ㅅ대체한다.

[0071] 또 한편, 필름 베이스(500)는 전기 도금 모듈 및/또는 결합 강화 모듈이 완료된 후 후처리 모듈(15)로 진입될 수 있다. 후처리 모듈(15)은 필름 베이스(500)의 진행 방향으로 전기 도금 모듈의 후위에 배치되고 필름 베이스(500)가 침지 가능한 세정액(15e)을 수용하는 세정 모듈 수조(15c)를 포함한다. 제어부(20)의 이송 제어 신호에 따라 롤투롤 모듈(170)이 가동되어 결합 강화 모듈(13)을 거친 필름 베이스(500)는 롤투롤 후처리 롤러(1755)을 통하여 후처리 모듈(15)로 진입하고 세정 시간 등은 앞선 실시예에서와 같이 롤투롤 후처리 가이드 롤러(1756)의 위치 상태 등을 통하여 조정할 수 있다. 물론, 앞선 실시예들에서 전기 방사, 전기 도금, 결합 강화 및 후처리 등의 각각의 공정의 시간은 롤투롤 모듈을 통한 피딩 속도를 조정하여 이루어질 수도 있음은 명백하다.

[0072] 또한, 후처리 모듈(15)은 필름 베이스(500)의 표면을 건초 및 경화시키는 큐어러(15f)가 더 구비될 수도 있다. 큐어러(15f)는 소정의 히터 등으로 구현되는데, 후처리 공정 중 세정 공정을 거친 전기 도금된 섬유가 수집된 필름 베이스에서의 세정액을 증발시켜 소정의 건조 기능을 수행할 수도 있고, 전기 도금 및 결합 강화 등의 공정을 통하여 섬유가 배치된 필름 베이스를 소정의 온도로 열 공급하여 큐어링 과정을 거쳐 안정적인 경화 상태를 형성할 수도 있다.

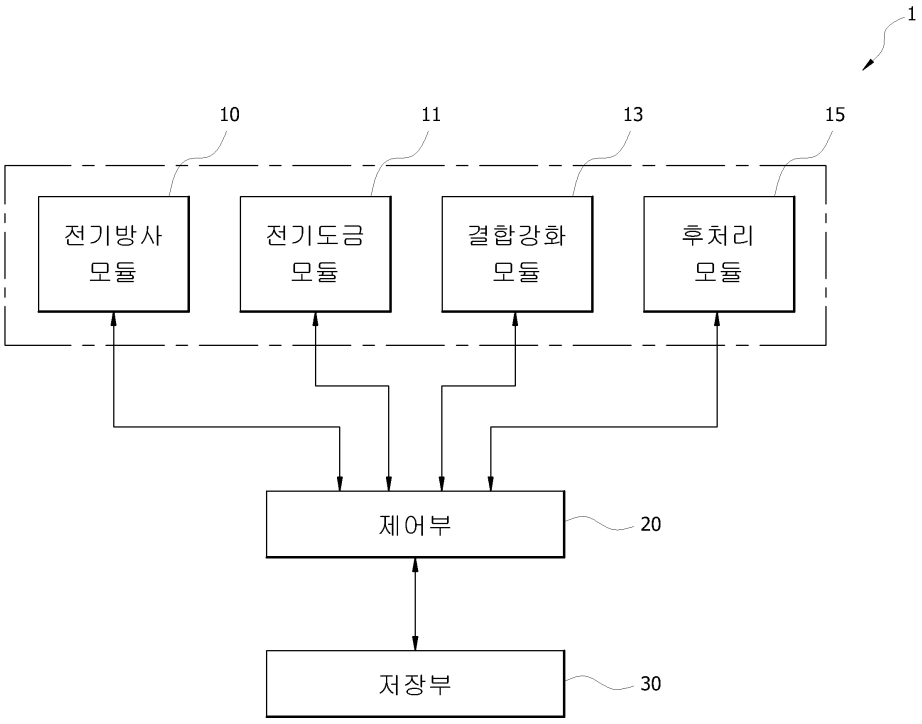
[0073] 도 9에는 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치의 공정에서 얻어진 필름 베이스 상의 섬유의 상태가 도시된다. (a)는 실온에서의 초음속 가스 유동 내 전기 방사시 얻어진 섬유의 크기별 확대 사진을, (b)는 600도로 프리 히팅된 초음속 가스 유동 내에서 전기 방사시 얻어진 섬유의 크기별 확대 사진을, (c)는 프리 히팅된 초음속 가스 유동 내에서 전기 방사후 구리로 전기 도금된 경우의 확대 사진을 나타낸다. 프리 히터를 이용한 예열된 가스 유동을 이용함으로써 (a)보다는 (b) 및 (c)에서의 섬유의 평균 지름이 감소되어 더욱 미세한 섬유 획득이 가능하였다. 또한, (c)의 경우 전기 도금을 통하여 (b)보다는 지름의 증가가 있었으나, 도 7 내지 도 8에 도시된 바와 같이 표면적의 극대화를 통하여 열전달 면적을 극대화시킴으로써 사용처에 따른 다양한 열전달 내지 방열 성능을 이룰 수 있다.

[0074] 본 발명의 나노텍스처 필름 제조 장치를 통하여 얻어진 필름 베이스는 방열 내지 열전달 등과 같이 열방출, 열전달, 열수용 등의 필요로 하는 분야에 전자 제품, 기계 장치 등 다양한 분야에 사용될 수 있다.

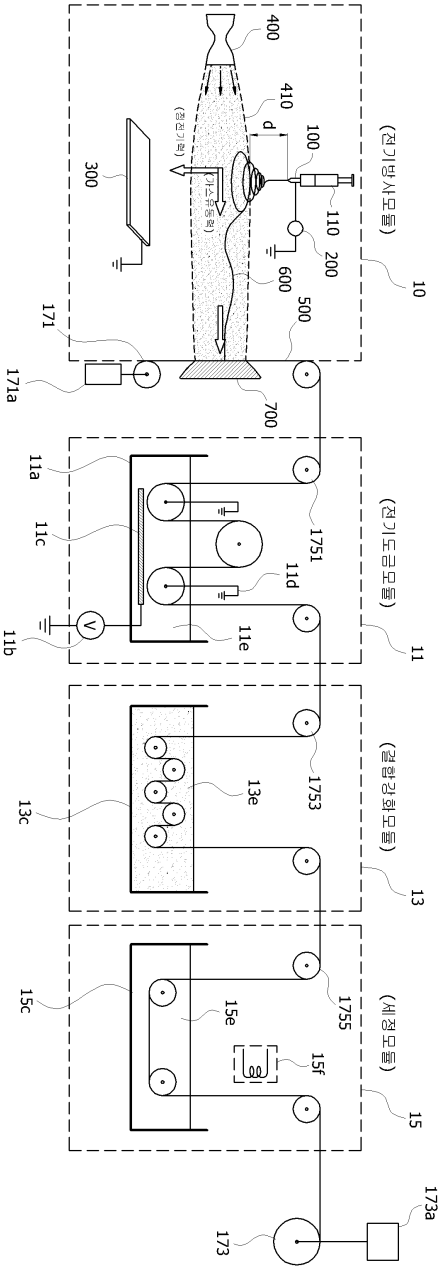
[0075] 본 발명은 상기 실시예에 국한되지 않고, 초음속 유동을 이용한 전기 방사 및 전기 도금을 통한 나노 텍스쳐화를 이루는 범위에서 다양한 변형이 가능하다. 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 도면

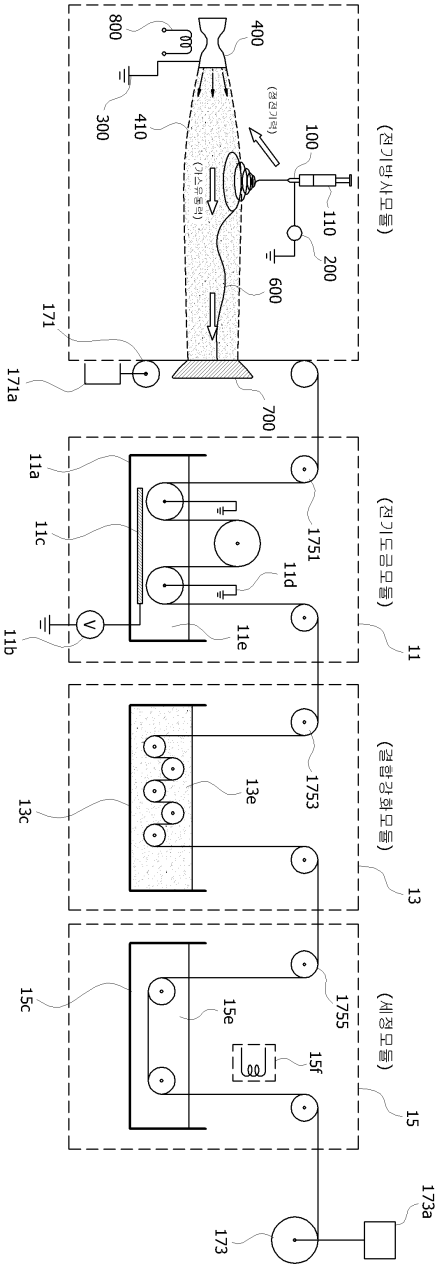
### 도면1



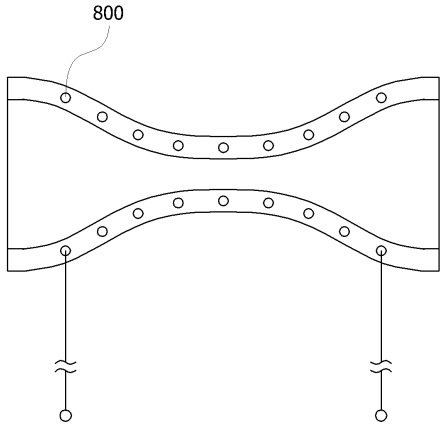
도면2


400
410
d
100
300
(절삭기체)
(가스분출)
110
200
600
500
10
(전기방사모듈)
171
171a
700
11a
11c
1751
11d
11b
11e
11
(전기드로모듈)
13c
13e
1753
13
(결함강화모듈)
15c
15e
15f
1755
15
(세정모듈)
173a
173

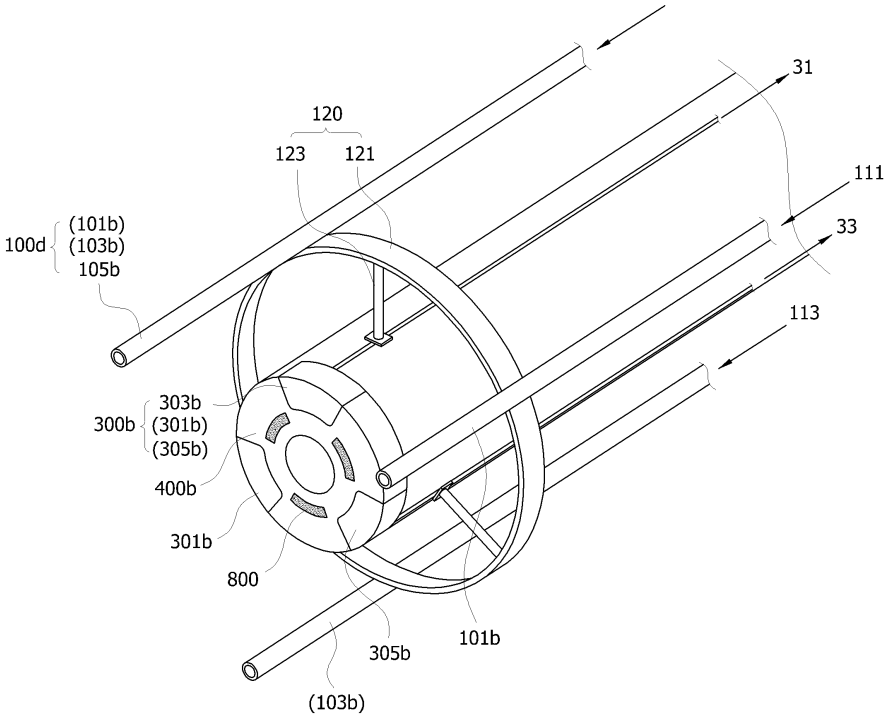
도면3


800
400
300
410
100
110
200
600
171
171a
700
11a
11c
11d
1751
11e
11b
11
13c
13e
1753
13
15c
15e
15f
1755
15
173a
173
(전기방사모듈)
(전기도금모듈)
(결합강화모듈)
(세정모듈)

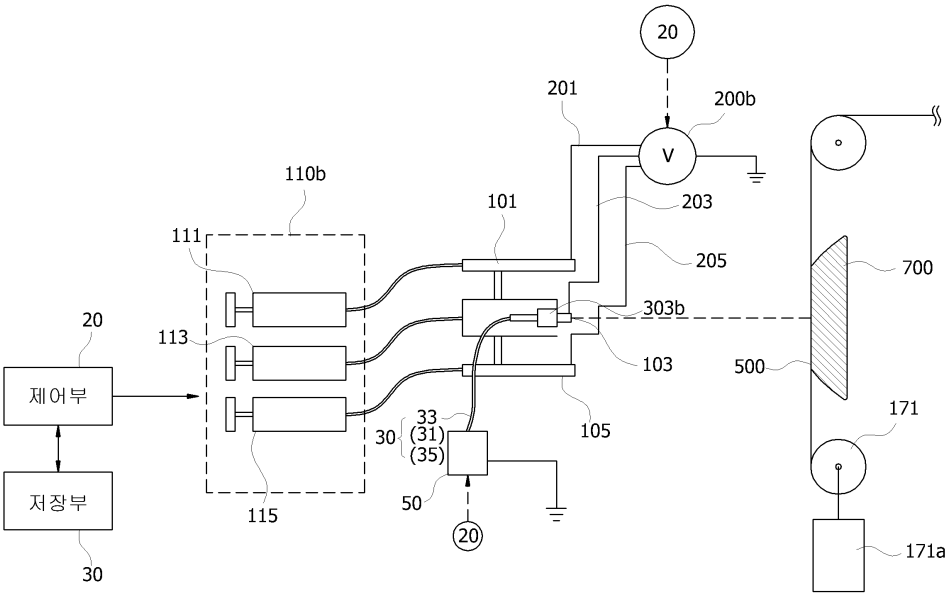
도면4


800

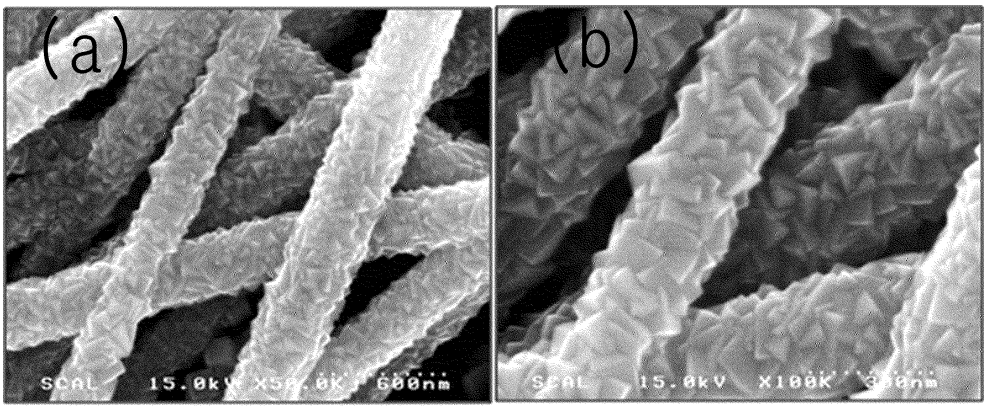
도면5


31
120
123
121
111
100d
(101b)
(103b)
105b
33
113
303b
300b
(301b)
(305b)
400b
301b
800
101b
305b
(103b)

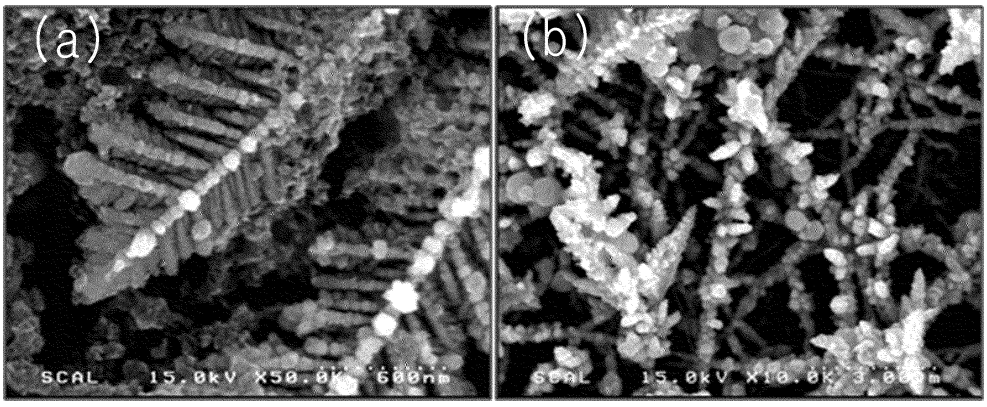
도면6


20
201
200b
V
110b
101
203
111
205
700
303b
20
113
103
500
제어부
33
(31)
(35)
30
105
171
저장부
50
115
20
171a
30

도면7


(a)
(b)

도면8


(a)
(b)

도면9

