



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0106673
(43) 공개일자 2013년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B05B 5/025 (2006.01) D04H 1/728 (2012.01)
H05K 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0028398
(22) 출원일자 2012년03월20일
심사청구일자 2012년03월20일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
윤석구
서울특별시 강남구 대치4동 916-56
안성필
부산광역시 사하구 다대동 롯데캐슬물운대아파트
405동 601호
이민욱
서울특별시 성북구 안암동5가 134-24
(74) 대리인
홍동우

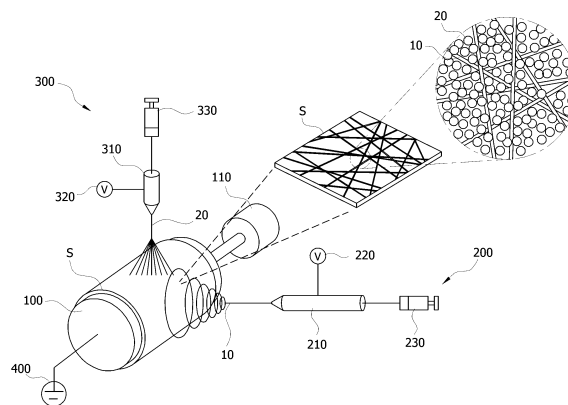
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치

(57) 요약

본 발명은 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치에 관한 것으로, 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 이용하여 하나의 연성 기판에 전기 방사 유닛에 의한 섬유와 정전기 스프레이 유닛에 의한 전구체를 동시에 혼합 코팅할 수 있어 다양한 특성을 나타낼 수 있는 혼합 코팅층을 하나의 코팅 작업으로 형성할 수 있고, 연성 기판을 회전 드럼에 권취하여 회전시키고 회전 드럼에 대해 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 회전 방향을 따라 서로 이격되게 배치함으로써, 서로에 대한 정전기적인 영향이 배제되어 더욱 균일한 분포 상태를 갖는 혼합 코팅층을 형성할 수 있는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치를 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

외주면에 연성 기관이 권취되도록 형성되어 별도의 회전 구동부에 의해 회전 구동되는 회전 드럼;

폴리머 방사액을 고전압을 통해 섬유화하여 토출시켜 상기 회전 드럼에 권취된 연성 기관에 수집 부착시키는 전기 방사 유닛;

전구체를 고전압을 통해 대전시켜 분사하여 상기 회전 드럼에 권취된 연성 기관에 부착시키는 정전기 스프레이 유닛; 및

상기 전기 방사 유닛에 의해 토출되는 섬유 및 상기 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체가 정전기력에 의해 상기 회전 드럼에 권취된 연성 기관에 수집 부착되도록 상기 회전 드럼에 연결되는 접지 전원을

포함하고, 상기 전기 방사 유닛 및 정전기 스프레이 유닛은 상기 회전 드럼의 회전 방향을 따라 상호 이격되게 배치되며, 상기 연성 기관의 표면에는 상기 전기 방사 유닛 및 정전기 스프레이 유닛에 의한 혼합 코팅층이 형성되는 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 폴리머 방사액은 상기 전기 방사 유닛에 의해 토출되는 섬유가 소수성을 갖도록 형성되고, 상기 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체는 자외선을 받아 친수성을 발현하도록 형성되며, 상기 연성 기관에 형성된 혼합 코팅층은 자외선 조사 여부에 따라 소수성 또는 친수성을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 폴리머 방사액은 폴리스티렌(Polystyrene) 및 디메틸포름아미드(Dimethyl Formamide) 혼합 용액인 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체는 TiO_2 입자를 함유하는 전구체인 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회전 구동부의 동작을 제어하는 제어부를 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 회전 구동부를 동작 제어하여 상기 회전 드럼의 회전 속도를 조절하는 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 회전 드럼을 회전축 방향으로 이동시킬 수 있는 드럼 이송부를 더 포함하고, 상기 드럼 이송부는 상기 제어부에 의해 동작 제어되는 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 전기 방사 유닛에는 상기 폴리머 방사액을 섬유화하여 토출하는 전기 방사 노즐이 구비되고,

상기 전기 방사 노즐은 별도의 방사 노즐 이송부에 의해 직선 이동하여 상기 회전 드럼과의 거리가 조절되도록 장착되는 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 정전기 스프레이 유닛에는 상기 전구체를 대전시켜 분사하는 스프레이 분사 노즐이 구비되고,

상기 스프레이 분사 노즐은 별도의 분사 노즐 이송부에 의해 직선 이동하여 상기 회전 드럼과의 거리가 조절되도록 장착되는 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 이용하여 하나의 연성 기관에 전기 방사 유닛에 의한 섬유와 정전기 스프레이 유닛에 의한 전구체를 동시에 혼합 코팅할 수 있어 다양한 특성을 나타낼 수 있는 혼합 코팅층을 하나의 코팅 작업으로 형성할 수 있고, 연성 기관을 회전 드럼에 권취하여 회전시키고 회전 드럼에 대해 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 회전 방향을 따라 서로 이격되게 배치함으로써, 서로에 대한 정전기적인 영향이 배제되어 더욱 균일한 분포 상태를 갖는 혼합 코팅층을 형성할 수 있는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 정전기 스프레이 기술은 다양한 전구체를 스프레이 방식으로 분사하여 고밀도와 나노 단위의 박막까지 제조 가능한 코팅 기술들 중 하나이며, 이러한 정전기 스프레이 기술은 태양 전지를 비롯한 반도체 산업에 적용이 가능하며 나아가 페인팅, 냉각 등의 다양한 산업 분야에 적용이 가능하여 최근 그 사용 범위가 계속 확대되어 가고 있는 추세이다.

[0003] 정전기 스프레이 장치는 이러한 정전기 스프레이 기술을 이용하여 코팅 작업을 수행하는 장치로서, 전구체를 분사하는 분사 노즐과, 분사 노즐에 전구체를 공급하는 전구체 공급 장치와, 전구체를 대전시키는 고전압 인가 장치 등을 포함하여 구성된다.

[0004] 이러한 정전기 스프레이 장치는 전구체 공급 장치를 통해 대략 10ml/hr의 유량으로 분사 노즐에 전구체를 공급하고, 전구체가 분사 노즐을 통과하면서 고전압 인가 장치에 의해 대전된 상태로 기관을 향해 분사되며, 대전된 전구체가 분사 노즐과 기관 사이에서 정전기적 인력에 의해 미립화되어 기관에 부착되는 방식으로 작동한다. 이때, 미립화되는 액적들은 나노 사이즈까지 조절이 가능하며, 이러한 미립화 액적을 분사하여 나노 사이즈의 박막 코팅을 수행할 수 있다.

- [0005] 한편, 전기 방사(electrospinning)는 수집에서 수백 나노미터 직경의 초극세 섬유를 제조하는 기술로, 다른 나노섬유 제조 방법에 비해 그 원리와 장비가 간단하고 적용이 쉬워 공업화에 가장 유리한 것으로 여겨지고 있다. 용융 또는 용매에 용해된 고분자 용액에 전기적인 힘을 가하면, 표면장력에 의해 방사구 끝에 뿜혀있던 고분자 용액의 액체 표면으로 전하가 유도되고, 유도된 전하의 상호 반발력에 의한 힘이 표면장력과 반대 방향으로 생기게 된다. 고분자 용액 방울의 표면장력을 넘어서는 임계전압 이상이 가해지면 전기적 반발력에 의해 전하를 띤 고분자 용액 젯(jet)이 방출되는데, 이 젯이 공기 중을 날아가는 동안 가늘게 찢어져 섬유화되고 용매는 휘발되어 콜렉터(collector) 상에는 초극세 섬유가 적층된 부직포 형태의 웹이 만들어진다. 이렇게 형성된 전기방사 웹은 수많은 미세공극 구조로 인해 호흡성(breathability)을 가질 수 있으며, 나노 범위 직경의 섬유 집합체로 이루어지므로 유연하고 초박막, 초경량이라는 특성을 갖는다.
- [0006] 이러한 전기 방사 기술로 제조된 섬유는 최근에 여과, 광섬유, 보호용 직물, 약물 전달 시스템, 조직 공학 골격 및 가스 분리막 등을 포함하는 광범위한 잠재적인 적용으로 인해 집중적인 과학적 연구가 수행되고 있다.
- [0007] 또한, 이와 같이 제조된 섬유는 제조 조건에 따라서 수마이크로미터부터 수나노미터의 직경을 가지며, 단위 질량당 표면적이 매우 크고 유연하기에 흡착제로의 가능성이 제시되고 있으며, 섬유간 미세공간(void)이 많고 외부의 응력에 대한 분산이 큰 특징은 흡착막(adsorption membrane)으로 이용시 유량의 흐름이 좋고 유량에 구조가 무너지지 않는 효율적인 흡착막으로의 가능성을 나타낸다.
- [0008] 이와 같은 정전기 스프레이 방식과 전기 방사 방식은 기관의 표면에 박막 코팅층을 형성하는 기술로 활용되고 있는데, 각 방식에 따른 코팅층의 물리적 화학적 특성이 달라 각각 특정 용도에 따라 독립적으로 적용되고 있다.
- [0009] 따라서, 기관의 표면에 형성된 코팅층은 각 코팅 형성 방식에 따라 어느 하나의 특성만을 나타내게 되며, 이에 따라 해당 기관에 대한 사용 범위가 제한될 수 밖에 없다는 문제가 있었다.
- [0010] 선행 기술로서 한국공개특허 제10-2011-125334호, 한국등록특허 제10-684292호 등에는 각각 전기 방사 장치 또는 정전기 스프레이 장치에 대한 기술이 각각 별도로 개시되어 있으며, 이들을 동시에 적용하여 박막 코팅층을 형성하는 기술은 개시되지 않고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 이용하여 하나의 연성 기관에 전기 방사 유닛에 의한 섬유와 정전기 스프레이 유닛에 의한 전구체를 동시에 혼합 코팅할 수 있어 다양한 특성을 나타낼 수 있는 혼합 코팅층을 하나의 코팅 작업으로 형성할 수 있는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치를 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 다른 목적은 연성 기관을 회전 드럼에 권취하여 회전시키고 회전 드럼에 대해 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 회전 방향을 따라 서로 이격되게 배치함으로써, 연성 기관에 전기 방사 유닛에 의한 섬유와 정전기 스프레이 유닛에 의한 전구체를 동시에 코팅할 수 있으며, 서로에 대한 정전기적인 영향이 배제되어 더욱 균일한 분포 상태를 갖는 혼합 코팅층을 형성할 수 있는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치를 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은 연성 기관을 회전 드럼에 권취하여 회전시키는 방식으로 연성 기관에 코팅 작업을 수행함으로써, 연성 기관의 표면에 연속적이고 반복적인 코팅을 할 수 있고, 회전 드럼의 속도 조절을 통해 코팅 속도를 조절할 수도 있어 더욱 균일하고 양질의 코팅층을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 코팅층의 특성을 다양하게 조절할 수 있는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치를 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은 전기 방사 유닛에 의해 토출되는 섬유가 소수성을 갖도록 형성하고, 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체는 광촉매 효과에 의해 자외선을 받아 친수성을 발현하도록 형성함으로써, 연성 기관에 형성된 혼합 코팅층을 자외선 조사 여부에 따라 소수성 또는 친수성을 선택적으로 갖도록 형성할 수 있고, 이에 따라 하나의 연성 기관을 다양한 용도로 사용할 수 있는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명은, 외주면에 연성 기관이 권취되도록 형성되어 별도의 회전 구동부에 의해 회전 구동되는 회전 드럼; 폴리머 방사액을 고전압을 통해 섬유화하여 토출시켜 상기 회전 드럼에 권취된 연성 기관에 수집 부착시키는 전기 방사 유닛; 전구체를 고전압을 통해 대전시켜 분사하여 상기 회전 드럼에 권취된 연성 기관에 부착시키는 정전기 스프레이 유닛; 및 상기 전기 방사 유닛에 의해 토출되는 섬유 및 상기 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체가 정전기력에 의해 상기 회전 드럼에 권취된 연성 기관에 수집 부착되도록 상기 회전 드럼에 연결되는 접지 전원을 포함하고, 상기 전기 방사 유닛 및 정전기 스프레이 유닛은 상기 회전 드럼의 회전 방향을 따라 상호 이격되게 배치되며, 상기 연성 기관의 표면에는 상기 전기 방사 유닛 및 정전기 스프레이 유닛에 의한 혼합 코팅층이 형성되는 것을 특징으로 하는 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치를 제공한다.
- [0016] 이때, 상기 폴리머 방사액은 상기 전기 방사 유닛에 의해 토출되는 섬유가 소수성을 갖도록 형성되고, 상기 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체는 자외선을 받아 친수성을 발현하도록 형성되며, 상기 연성 기관에 형성된 혼합 코팅층은 자외선 조사 여부에 따라 소수성 또는 친수성을 갖도록 형성될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 폴리머 방사액은 폴리스티렌(Polystyrene) 및 디메틸포름아미드(Dimethyl Formamide) 혼합 용액으로 적용될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체는 TiO_2 입자를 함유하는 전구체로 적용될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 회전 구동부의 동작을 제어하는 제어부를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 회전 구동부를 동작 제어하여 상기 회전 드럼의 회전 속도를 조절하도록 구성될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 회전 드럼을 회전축 방향으로 이동시킬 수 있는 드럼 이송부를 더 포함하고, 상기 드럼 이송부는 상기 제어부에 의해 동작 제어될 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 전기 방사 유닛에는 상기 폴리머 방사액을 섬유화하여 토출하는 전기 방사 노즐이 구비되고, 상기 전기 방사 노즐은 별도의 방사 노즐 이송부에 의해 직선 이동하여 상기 회전 드럼과의 거리가 조절되도록 장착될 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 정전기 스프레이 유닛에는 상기 전구체를 대전시켜 분사하는 스프레이 분사 노즐이 구비되고, 상기 스프레이 분사 노즐은 별도의 분사 노즐 이송부에 의해 직선 이동하여 상기 회전 드럼과의 거리가 조절되도록 장착될 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 의하면, 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 이용하여 하나의 연성 기관에 전기 방사 유닛에 의한 섬유와 정전기 스프레이 유닛에 의한 전구체를 동시에 혼합 코팅할 수 있어 다양한 특성을 나타낼 수 있는 혼합 코팅층을 하나의 코팅 작업으로 형성할 수 있는 효과가 있다.
- [0024] 또한, 연성 기관을 회전 드럼에 권취하여 회전시키고 회전 드럼에 대해 전기 방사 유닛과 정전기 스프레이 유닛을 회전 방향을 따라 서로 이격되게 배치함으로써, 연성 기관에 전기 방사 유닛에 의한 섬유와 정전기 스프레이 유닛에 의한 전구체를 동시에 코팅할 수 있으며, 서로에 대한 정전기적인 영향이 배제되어 더욱 균일한 분포 상태를 갖는 혼합 코팅층을 형성할 수 있는 효과가 있다.
- [0025] 또한, 연성 기관을 회전 드럼에 권취하여 회전시키는 방식으로 연성 기관에 코팅 작업을 수행함으로써, 연성 기관의 표면에 연속적이고 반복적인 코팅을 할 수 있고, 회전 드럼의 속도 조절을 통해 코팅 속도를 조절할 수도 있어 더욱 균일하고 양질의 코팅층을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 코팅층의 특성을 다양하게 조절할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 전기 방사 유닛에 의해 토출되는 섬유가 소수성을 갖도록 형성하고, 정전기 스프레이 유닛에 의해 분사되는 전구체는 광촉매 효과에 의해 자외선을 받아 친수성을 발현하도록 형성함으로써, 연성 기관에 형성된 혼합 코팅층을 자외선 조사 여부에 따라 소수성 또는 친수성을 선택적으로 갖도록 형성할 수 있고, 이에 따라 하나의

연성 기관을 다양한 용도로 사용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치의 전체적인 구성을 개략적으로 도시한 개념도,
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치를 통해 형성된 코팅층의 특성을 나타내는 개념도,
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치의 세부 구성을 개략적으로 도시한 개념도,
- 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치의 구성을 개략적으로 도시한 개념도,
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진,
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 폴리머 방사액의 전기 전도도 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진,
- 도 7은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 낮은 상태에서 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진,
- 도 8은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 높은 상태에서 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진,
- 도 9 및 도 10은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 낮은 상태에서 코팅 시간에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면,
- 도 11 및 도 12는 폴리머 방사액의 전기 전도도가 높은 상태에서 코팅 시간에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면,
- 도 13 및 도 14는 폴리머 방사액의 전기 전도도가 낮은 상태에서 회전 드럼의 회전 속도에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면,
- 도 15 및 도 16은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 높은 상태에서 회전 드럼의 회전 속도에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치의 전체적인 구성을 개략적으로 도시한 개념도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치를 통해 형성된 코팅층의 특성을 나타내는 개념도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치의 세부 구성을 개략적으로 도시한 개념도이고, 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치의 구성을 개략적으로 도시한 개념도이다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 방사 및 정전기 스프레이 방식을 이용한 혼합 코팅 장치는 외주면에 연성 기관(S)이 권취되는 회전 드럼(100)과, 연성 기관(S)에 전기 방사 방식으로 섬유를 토출하는 전기 방사 유닛(200)과, 연성 기관(S)에 전구체를 분사하는 정전기 스프레이 유닛(300)과, 회전 드럼에 연결되는 접지 전원(400)을 포함하여 구성된다. 또한, 별도의 제어부(500)가 구비되어 각 구성 요소들의 동작을 제어하도록 구성된다.
- [0031] 회전 드럼(100)은 외주면에 코팅 대상인 연성 기관(S)이 권취되도록 원통형으로 형성되며, 별도의 회전 구동부(110)에 의해 회전 구동되도록 구성된다. 회전 구동부(110)는 별도의 제어부(500)를 통해 동작 제어되며, 제어부(500)는 회전 구동부(110)를 제어하는 방식으로 회전 드럼(100)의 회전 속도를 사용자의 필요에 따라 또는 코

팅 환경에 따라 최적 상태로 조절할 수 있다.

- [0032] 전기 방사 유닛(200)은 회전 드럼(100)에 권취된 연성 기관(S)을 향해 폴리머 방사액을 고전압을 통해 섬유화하여 토출하도록 구성된다. 이러한 전기 방사 유닛(200)은 도 1에 도시된 바와 같이 폴리머 방사액을 섬유화하여 토출하는 전기 방사 노즐(210)과, 전기 방사 노즐(210)에 고전압을 인가하는 고전압 발생기(220)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0033] 전기 방사 노즐(100)은 도 1에 도시된 바와 같이 별도의 폴리머 방사액 공급부(230)로부터 폴리머 방사액을 공급받아 토출하는 방식으로 구성된다. 예를 들면, 폴리머 방사액 공급부는 폴리머 방사액을 정량 공급하는 시린지 펌프(syringe pump)가 사용되고, 전기 방사 노즐(100)은 시린지 펌프로부터 폴리머 방사액을 공급받아 토출하는 콘젯 형태의 노즐이 적용될 수 있다.
- [0034] 폴리머 방사액은 일반적인 전기 방사 장치에 사용되는 용액 등이 사용될 수 있는데, 예를 들면, PVA(Polyvinyl alcohol)와 물이 혼합된 용액이 사용될 수 있고, 나일론 등의 기계적 성질이 우수한 폴리머를 사용하는 경우에는 포름산(Formic Acid) 등의 강한 산성 용액을 사용할 수 있다. 또한, 폴리머 방사액은 전기 방사 유닛(200)에 의해 토출된 섬유(10)가 소수성 특성을 갖도록 본 발명의 일 실시예에 따라 폴리스티렌(PS: Polystyrene) 및 디메틸포름아미드(DMF: Dimethyl Formamide) 혼합 용액으로 적용될 수 있다.
- [0035] 고전압 발생기(220)는 전기 방사 노즐(210)에 고전압을 인가하며, 이를 통해 폴리머 방사액이 전기 방사 노즐(210)을 통해 토출되는 과정에서 섬유화된다. 이러한 고전압 발생기(220)에 대응하여 회전 드럼(100)에는 접지 전원(400)이 연결된다. 이와 같은 구조에 따라 전기 방사 노즐(210)과 회전 드럼(100) 사이 공간에는 전기장이 형성되고, 이에 따라 전기 방사 노즐(210)로부터 토출되는 섬유(10)는 정전기력에 의해 전기 방사 노즐(210)로부터 회전 드럼(100)을 향해 흘러가도록 유도된다.
- [0036] 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이 전기 방사 노즐(210)이 회전 드럼(100)과 수평 상태로 배치된 상태에서 회전 드럼(100)에 접지 전원(400)이 연결된 경우, 전기 방사 노즐(210)로부터 토출되는 섬유는 고전압 발생기(220)로부터 고전압을 인가받아 전하를 띤 상태로 토출되므로, 접지 전원(400)에 의한 회전 드럼(100)과 전기 방사 노즐(210) 사이에 형성되는 전기장에 의해 수평 정전기력을 받으며 회전 드럼(100)을 향해 흘러가도록 유도된다. 따라서, 전기 방사 노즐(210)로부터 토출되는 섬유(10)는 회전 드럼(100)의 외주면에 권취된 연성 기관(S)의 표면에 수집 부착된다.
- [0037] 정전기 스프레이 유닛(300)은 전구체(20)를 고전압을 통해 대전시켜 분사하여 회전 드럼(100)에 권취된 연성 기관(S)에 부착시키는 장치로서, 전구체(20)를 대전시켜 분사하는 스프레이 분사 노즐(310)과, 스프레이 분사 노즐(310)을 통해 분사되는 전구체(20)가 대전되도록 스프레이 분사 노즐(310)에 고전압을 인가하는 고전압 발생기(320)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0038] 스프레이 분사 노즐(310)은 별도의 전구체 공급부(330)로부터 액체 상태의 전구체를 공급받아 에어로졸 상태로 분사하도록 구성되며, 전구체 공급부(330)는 액체 상태의 전구체가 일정 유량으로 콘젯 분사 노즐(310)에 공급될 수 있도록 시린지 펌프(syringe pump)로 구성될 수 있으나, 이와 달리 별도의 저장조(미도시)로부터 유량 조절기(미도시)를 통해 일정 유량 공급되도록 구성될 수도 있는 등 다양하게 변경 가능하다.
- [0039] 여기서, 전구체는 코팅 종류에 따라 순수한 액체 상태의 전구체 또는 별도의 입자를 함유한 전구체가 적용될 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에 따라 정전기 스프레이 유닛(300)에 의해 분사되는 전구체(20)가 광촉매 효과에 의해 자외선을 받아 친수성을 발현하도록 TiO_2 입자를 함유하도록 적용될 수 있다.
- [0040] 이와 같은 전구체는 모두 액체 상태로 공급부(330)에 저장되어 액체 상태로 스프레이 분사 노즐(310)에 공급되고, 스프레이 분사 노즐(310)을 통해 분사되는 과정에서 에어로졸화되며 에어로졸 상태로 분사된다. 이와 같이 분사된 전구체는 연성 기관(S)에 미세한 막 두께로 도포되는 방식으로 코팅 작업이 진행되는데, 이때, 전구체는 스프레이 분사 노즐(310)을 통해 분사되는 과정에서 고전압 발생기(320)를 통해 대전된다. 또한, 전술한 바와 같이 회전 드럼(100)이 접지 전원(400)에 연결되므로, 스프레이 분사 노즐(310)과 회전 드럼(100) 사이 공간에는 전기장이 형성된다. 따라서, 스프레이 분사 노즐(310)로부터 분사된 전구체는 정전기적 인력에 의해 회전 드럼(100)을 향해 유도되어 회전 드럼(100)에 권취된 연성 기관(S)의 표면에 부착된다.
- [0041] 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이 회전 드럼(100)과 스프레이 분사 노즐(310)이 수직 방향으로 배치되면, 스프레이 분사 노즐(310)을 통해 분사되는 전구체(20)는 회전 드럼(100)과 스프레이 분사 노즐(310) 사이에서 하향 정전기력을 받아 회전 드럼(100)을 향해 유동되고, 이에 따라 회전 드럼(100)에 권취된 연성 기관(S)의 표면

에 부착된다.

[0042] 한편, 접지 전원(400)은 전술한 바와 같이 회전 드럼(100)에 연결되어 전기 방사 유닛(200) 및 정전기 스프레이 유닛(300)의 각 고전압 발생기(220, 320)와 대응되게 배치되며, 이를 통해 전기 방사 유닛(200)에 의해 토출되는 섬유(10) 및 정전기 스프레이 유닛(300)에 의해 분사되는 전구체(20)가 각각 정전기력을 받아 회전 드럼(100)에 권취된 연성 기관(S)에 부착된다.

[0043] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치는 전기 방사 유닛(200)과 정전기 스프레이 유닛(300)이 각각 회전 드럼(100)의 회전 방향을 따라 서로 이격되게 배치되며, 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이 회전 드럼(100)의 회전축을 중심으로 회전 방향을 따라 90° 각도를 이루도록 배치될 수 있다.

[0044] 이러한 구조에 따라 회전 드럼(100)에 권취된 연성 기관(S)의 표면에는 전기 방사 유닛(200)로부터 토출된 섬유(10)가 수집 부착됨과 동시에 정전기 스프레이 유닛(300)으로부터 분사된 전구체(20)가 부착된다. 따라서, 이들 에 의해 연성 기관(S)의 표면에 혼합 코팅층이 형성된다. 이때, 전기 방사 유닛(200) 및 정전기 스프레이 유닛(300)은 각각 회전 드럼(100)과의 사이에 정전기력이 작용하도록 구성되는데, 이때, 전기 방사 유닛(200)과 정전기 스프레이 유닛(300)이 회전 드럼(100)의 회전 방향을 따라 서로 이격되게 배치되기 때문에, 각 정전기력의 서로에 대한 영향이 최소화되고 각각 독립적인 정전기력으로 작용하므로, 섬유(10) 및 전구체(20)가 모두 균일한 분포 상태를 갖는 혼합 코팅층이 형성된다.

[0045] 또한, 연성 기관(S)을 회전 드럼(100)에 권취하여 회전시키는 방식으로 연성 기관(S)에 코팅 작업을 수행함으로써, 전기 방사 유닛(200)과 정전기 스프레이 유닛(300)을 통해 연성 기관(S)의 표면에 연속적이고 반복적인 코팅을 할 수 있고, 회전 드럼(100)의 속도 조절을 통해 코팅 속도를 조절할 수도 있어 더욱 균일하고 양질의 코팅층을 얻을 수 있을 뿐만 아니라 코팅층의 특성을 다양하게 조절할 수 있다.

[0046] 이와 같은 혼합 코팅 장치는 전술한 바와 같이 폴리머 방사액은 전기 방사 유닛(200)에 의해 토출되는 섬유(10)가 소수성을 갖도록 형성되고, 정전기 스프레이 유닛(300)에 의해 분사되는 전구체(20)는 광촉매 효과에 의해 자외선을 받아 친수성을 발현하도록 형성될 수 있다. 이에 따라 연성 기관(S)에 형성된 혼합 코팅층은 도 2에 도시된 바와 같이 자외선 조사 여부에 따라 소수성 또는 친수성을 갖도록 형성될 수 있다. 따라서, 자외선 조사 여부 따라 서로 다른 특성을 나타낼 수 있으므로, 하나의 연성 기관(S)을 다양한 용도로 사용할 수 있다.

[0047] 이때, 전기 방사 유닛(200)에 의해 섬유 상태로 토출되는 폴리머 방사액은 소수성을 갖도록 폴리스티렌(Polystyrene) 및 디메틸포름아미드(Dimethyl Formamide) 혼합 용액으로 적용되고, 정전기 스프레이 유닛(300)에 의해 분사되는 전구체는 자외선을 받아 친수성을 발현하도록 TiO₂ 입자를 함유하는 전구체로 적용될 수 있다.

[0048] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치는 전술한 바와 같이 제어부(500)를 통해 회전 구동부(110)를 동작 제어하는 방식으로 회전 드럼(100)의 회전 속도를 조절하고, 이를 통해 코팅층의 특성을 조절할 수 있다.

[0049] 또한, 도 3에 도시된 바와 같이 회전 드럼(100)을 회전축 방향으로 이동시킬 수 있는 드럼 이송부(120)가 구비될 수 있고, 드럼 이송부(120)는 제어부(500)에 의해 동작 제어되도록 구성될 수 있다. 이때, 드럼 이송부(120)는 회전 드럼(100)의 회전축 지지판(101)을 이동시키는 방식으로 구성될 수 있는데, 이외에도 다양한 방식으로 구성 가능하다. 이러한 구조에 따라 회전 드럼(100)을 회전축 방향으로 이송하며 회전 드럼(100)에 권취된 연성 기관(S)의 폭 방향 전체 구간에 대해 균일하게 코팅층을 형성할 수 있다.

[0050] 또한, 전기 방사 유닛(200)의 전기 방사 노즐(210)을 직선 이동시키는 방사 노즐 이송부(211)가 구비될 수 있고, 방사 노즐 이송부(211)는 제어부(500)를 통해 동작 제어되도록 구성될 수 있다. 이때, 방사 노즐 이송부(211)는 전기 방사 노즐(210)을 회전 드럼(100)과 인접한 방향 또는 멀어지는 방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 이러한 구조에 따라 전기 방사 노즐(210)과 회전 드럼(100)과의 사이 거리(S2)가 조절되므로, 이러한 거리 조절에 의해 연성 기관(S)에 수집 부착되는 섬유(10)의 배치 상태가 변화될 수 있고, 이에 따라 코팅층의 특성 또한 변화될 수 있다.

[0051] 아울러, 정전기 스프레이 유닛(300)의 스프레이 분사 노즐(310)을 직선 이동시키는 분사 노즐 이송부(311)가 구비될 수 있고, 분사 노즐 이송부(311)는 제어부(500)를 통해 동작 제어되도록 구성될 수 있다. 이때, 분사 노즐 이송부(311)는 분사 노즐 이송부(211)와 마찬가지로 스프레이 분사 노즐(310)을 회전 드럼(100)과 인접한 방향 또는 멀어지는 방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 이러한 구조에 따라 스프레이 분사 노즐(311)과 회전 드럼(100)과의 사이 거리(S1)가 조절되므로, 이러한 거리 조절에 의해 연성 기관(S)에 수집 부착되는 전구체(20)

의 배치 상태가 변화될 수 있고, 이에 따라 코팅층의 특성 또한 변화될 수 있다.

- [0052] 한편, 이와 같은 혼합 코팅 장치는 전기 방사 유닛(200) 및 정전기 스프레이 유닛(300)이 회전 드럼(100)의 회전 방향을 따라 이격되게 다수개 배치될 수 있다. 예를 들면, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이 회전 드럼(100)의 회전 방향을 따라 이격된 위치에 또 다른 하나의 정전기 스프레이 유닛(300)이 추가로 배치될 수도 있고, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 회전 드럼(100)의 회전 방향을 따라 이격된 위치에 또 다른 하나의 전기 방사 유닛(200)이 추가로 배치될 수 있다. 물론, 도시되지는 않았으나, 각각 90° 각도를 이루도록 2개의 전기 방사 유닛(200)과 2개의 정전기 스프레이 유닛(300)이 배치될 수도 있다.
- [0053] 이와 같이 다수개의 전기 방사 유닛(200) 및 정전기 스프레이 유닛(300)이 구비됨에 따라 각 유닛을 통해 코팅 물질을 서로 다르게 할 수도 있고, 코팅 시간을 단축시킬 수도 있는 등 전체적으로 코팅 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0054] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 폴리머 방사액의 전기 전도도 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진이고, 도 7은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 낮은 상태에서 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진이고, 도 8은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 높은 상태에서 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층의 모습을 확대 도시한 사진이다.
- [0055] 도 5 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 혼합 코팅 장치를 통해 형성된 혼합 코팅층의 모습을 확대하여 나타낸 사진으로, 도 5에는 전구체(20)의 함량 변화와 회전 드럼(100)의 회전 속도 변화에 따라 변화되는 코팅층의 모습이 나타나며, 도 6에는 폴리머 방사액의 전기 전도도(K)에 따라 변화되는 코팅층의 모습이 나타난다.
- [0056] 도 5에 도시된 바와 같이 전구체(20)(TiO₂)의 함량이 증가할수록 전구체 입자간 응집현상이 나타나며, 함량이 너무 감소하면 전구체 입자의 밀도가 감소함을 알 수 있다. 또한, 동일 함량을 기준으로 회전 드럼(100)의 회전 속도가 증가함에 따라 특별한 변화를 알 수 없지만, 이때 코팅층에 나타나는 전구체(20)의 함량 변화는 도 13 내지 도 16에서 살펴본다.
- [0057] 또한, 도 6에 도시된 바와 같이 폴리머 방사액의 전기 전도도(K)의 값이 낮으면, 전기 방사 유닛(200)을 통해 방사된 PS(polystyrene) 섬유(10)에서 비드(beads) 발생이 증가함을 알 수 있고, 전기 전도도(K)의 값이 높으면 이러한 비드 발생이 감소하여 코팅층의 섬유량이 증가함을 알 수 있다.
- [0058] 또한, 도 7은 전기 전도도(K) 값이 1.0 μS/cm 인 상태에서 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층 상태를 나타내고, 도 8은 전기 전도도(K) 값이 20.0 μS/cm 인 상태에서 전구체의 함량 변화에 따른 코팅층 상태를 나타낸다. 이를 통해 전기 전도도(K) 값이 20.0 μS/cm 인 상태에서 코팅층의 PS 섬유에 비드 발생이 현저히 감소하고, 밀도가 높고 균일한 분포를 나타냄을 알 수 있다.
- [0059] 도 9 및 도 10은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 낮은 상태에서 코팅 시간에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면이고, 도 11 및 도 12는 폴리머 방사액의 전기 전도도가 높은 상태에서 코팅 시간에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면이다.
- [0060] 도 9에서 나타난 바와 같이 폴리머 방사액의 전기 전도도(K)가 1.0 μS/cm 인 상태에서는 코팅 시간이 5분, 10분, 15분으로 증가함에 따라 TiO₂의 함량이 증가하고 PS 섬유의 함량이 감소함을 알 수 있으며, 이 경우, 도 10에 나타난 바와 같이 코팅층에 자외선을 조사하더라도 수분 접촉각(WCA)의 변화가 상대적으로 크지 않음을 알 수 있다. 수분 접촉각은 물방울이 코팅층에 접촉한 상태에서 물방울의 표면이 이루는 각을 나타내는 것으로, 수분 접촉각이 커면 코팅층의 소수성 특성이 강하고 수분 접촉각이 작으면 코팅층의 친수성 특성이 강함을 의미한다.
- [0061] 따라서, 폴리머 방사액의 전기 전도도(K)가 1.0 μS/cm 인 상태에서는 자외선 조사 시간을 길게 유지하더라도 수분 접촉각의 변화가 상대적으로 작음을 알 수 있고, 이는 코팅층의 친수성 소수성 특성 변화 정도가 약함을 나타낸다.
- [0062] 반면, 도 11에 나타난 바와 같이 폴리머 방사액의 전기 전도도(K)가 20.0 μS/cm 인 상태에서는 코팅 시간이 5분, 10분, 15분으로 증가함에 따라 PS 섬유의 함량이 급격히 증가함을 알 수 있으며, 이 경우 도 12에 나타난

바와 같이 코팅 시간을 10분으로 한 코팅층에 대해 코팅층에 자외선을 조사하면, 자외선 조사 시간에 따라 수분 접촉각의 변화가 매우 크게 발생함을 알 수 있다. 약 140° 에서 40° 로 변화함을 알 수 있다. 이는 도 9 및 도 10에 도시된 결과와는 매우 상이하며, 이 경우 자외선을 조사하지 않은 상태에서 코팅층은 소수성을 나타내고 자외선을 조사함에 따라 코팅층이 친수성을 나타냄을 의미한다.

[0063] 도 13 및 도 14는 폴리머 방사액의 전기 전도도가 낮은 상태에서 회전 드럼의 회전 속도에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면이고, 도 15 및 도 16은 폴리머 방사액의 전기 전도도가 높은 상태에서 회전 드럼의 회전 속도에 따른 코팅층의 특성을 나타내는 도면이다.

[0064] 도 13 내지 도 16은 회전 드럼(100)의 회전 속도 변화에 따른 TiO_2 전구체 및 PS 섬유의 함량 변화와 이에 따른 수분 접촉각 변화 상태를 나타내는데, 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이 폴리머 방사액의 전기 전도도(K)가 $1.0 \mu\text{S/cm}$ 인 상태에서는 회전 드럼(100)의 회전 속도가 증가함에 따라 TiO_2 의 함량이 증가함을 알 수 있고, 이에 따라 코팅층은 친수성 특성이 강하며, 코팅층에 자외선을 조사하더라도 수분 접촉각의 변화량이 상대적으로 작음을 알 수 있다.

[0065] 반면, 도 15에 도시된 바와 같이 전기 전도도(K)가 20.0 μ S/cm 인 상태에서는 회전 드럼(100)의 회전 속도 증가에 따라 PS 섬유의 함량이 증가함을 알 수 있고, 이 경우, 도 16에 도시된 바와 같이 코팅층에 자외선을 조사함에 따라 수분 접촉각의 변화량이 매우 크게 나타남을 알 수 있다. 즉, 자외선을 조사하지 않은 상태에서 코팅층은 소수성을 나타내고 자외선을 조사함에 따라 코팅층은 친수성을 나타낸다.

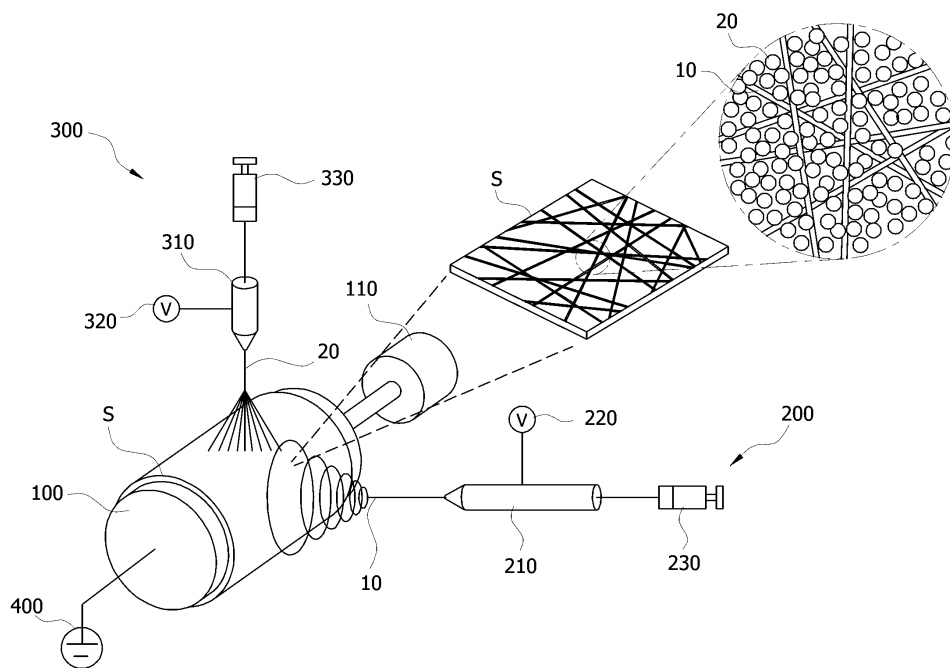
[0066] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

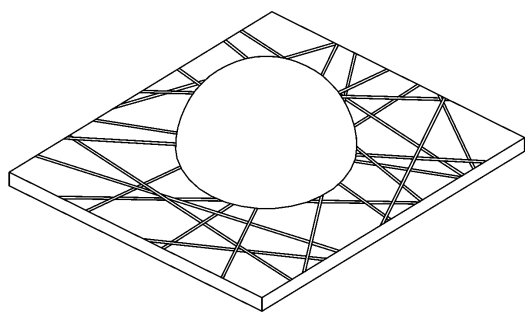
[0067]	10: 섬유	20: 전구체
	100: 회전 드럼	110: 회전 구동부
	200: 전기 방사 유닛	300: 정전기 스프레이 유닛
	400: 접지 전원	500: 제어부
	S: 연성 기판	

도면

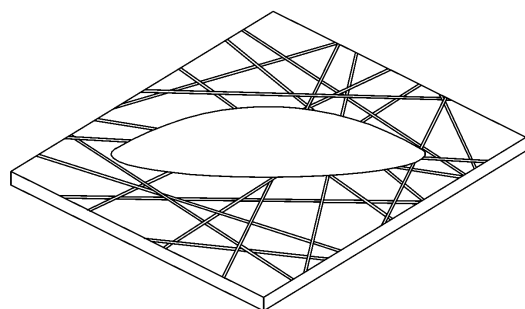
도면1



도면2

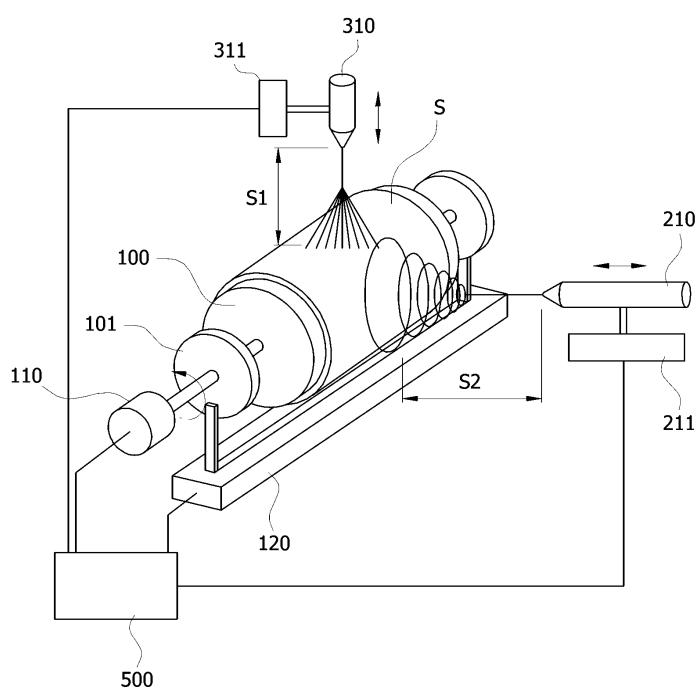


(a) 소수성(자외선조사 X)

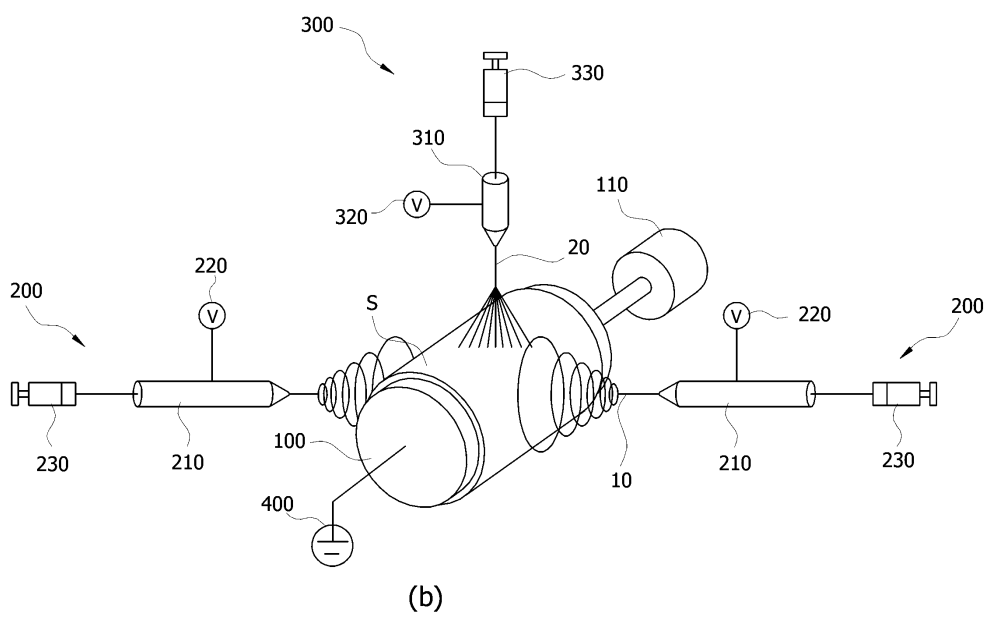
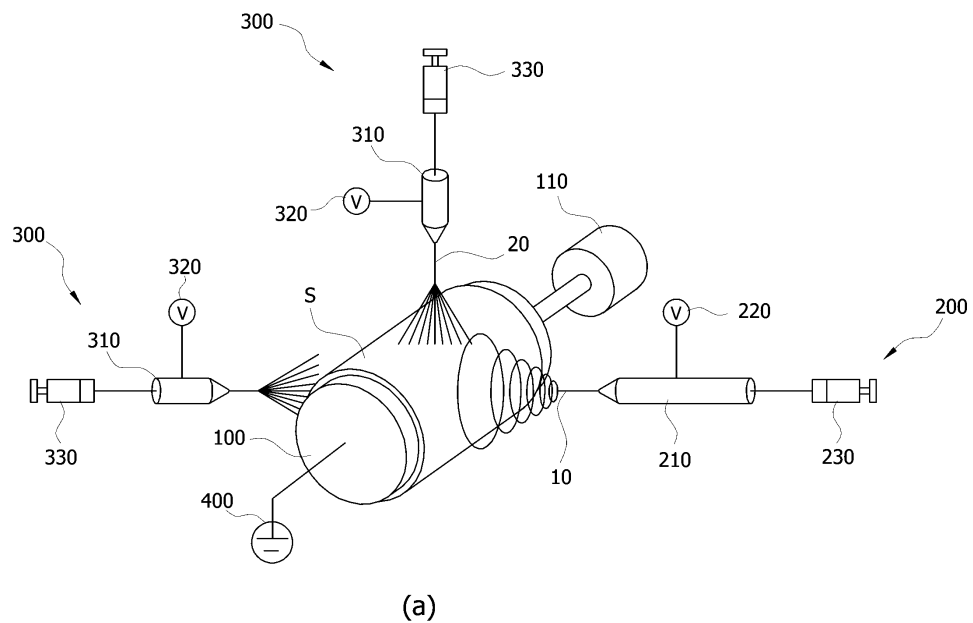


(b) 친수성(자외선조사 O)

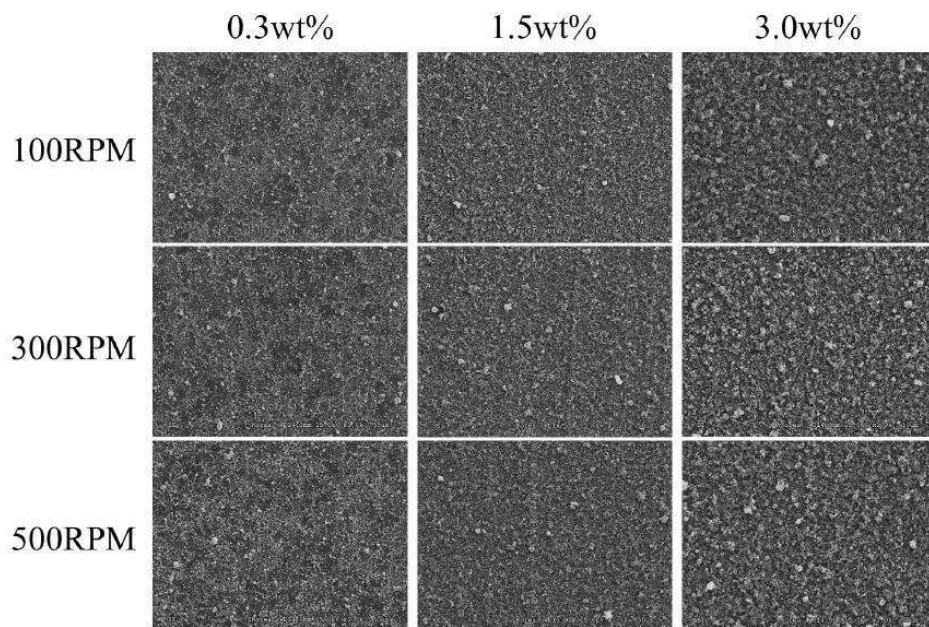
도면3



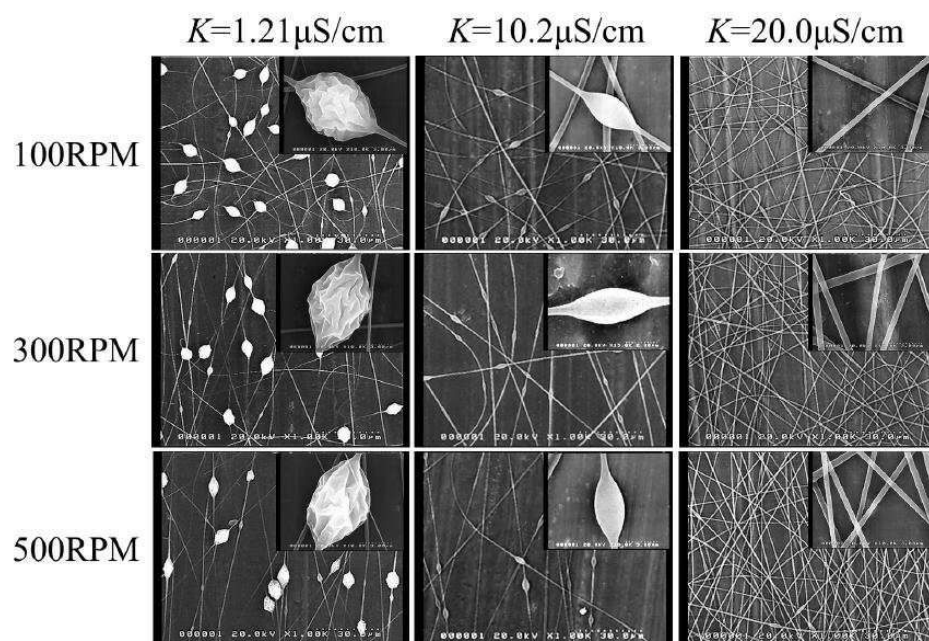
도면4



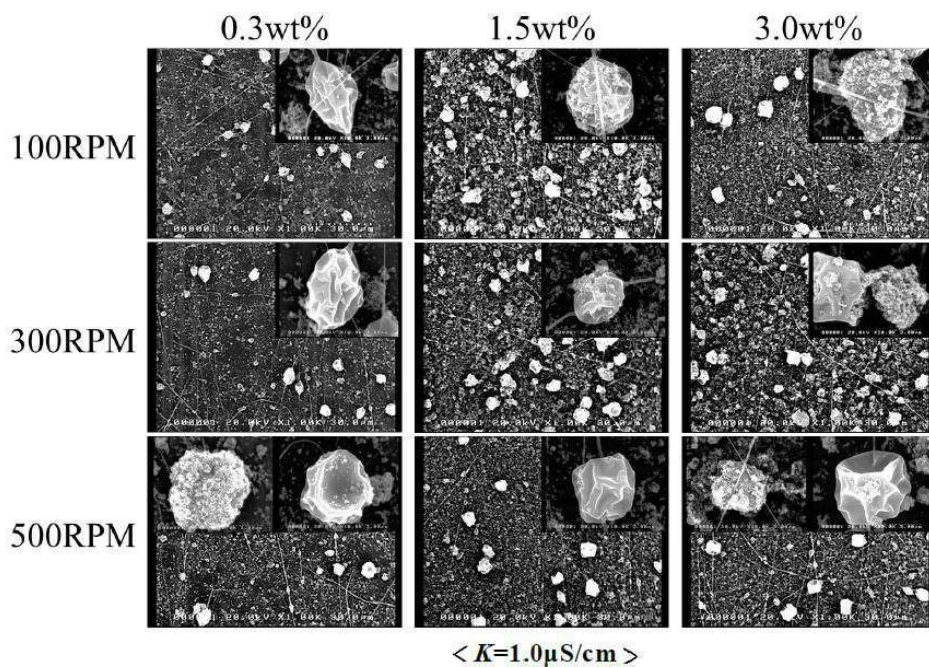
도면5



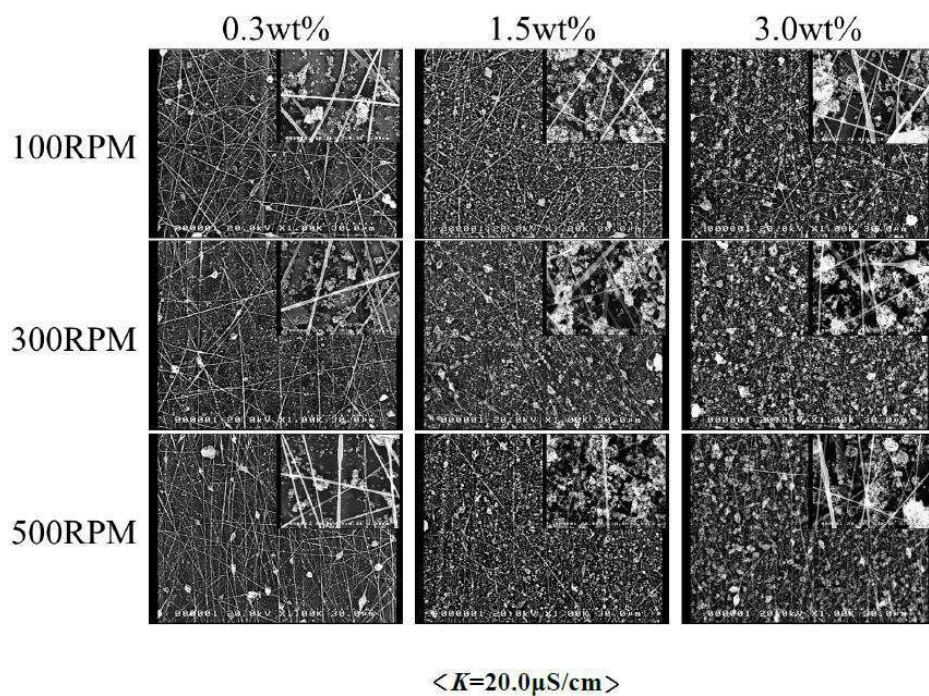
도면6



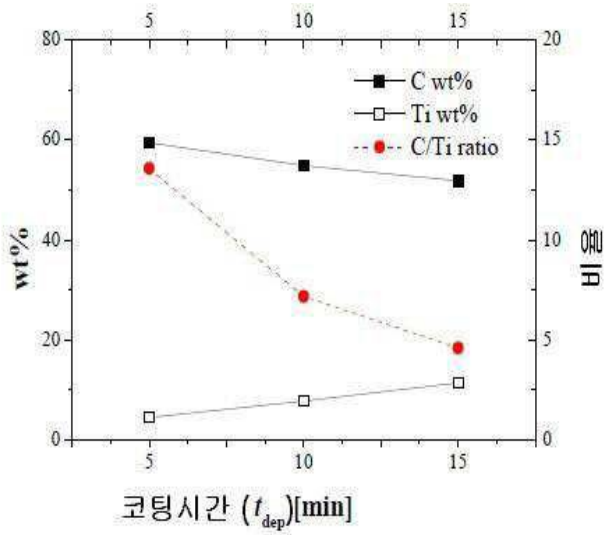
도면7



도면8



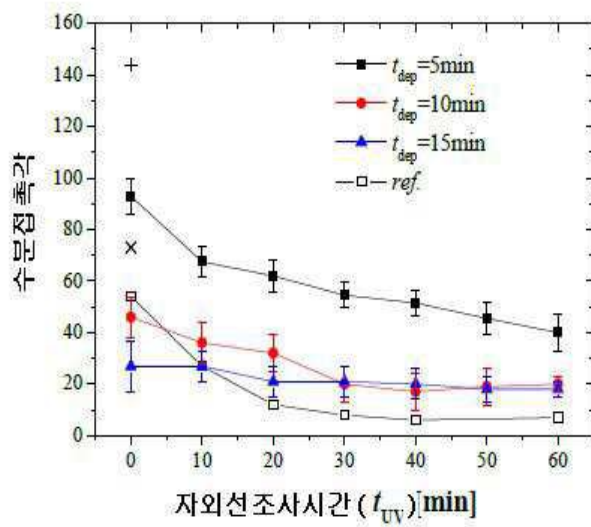
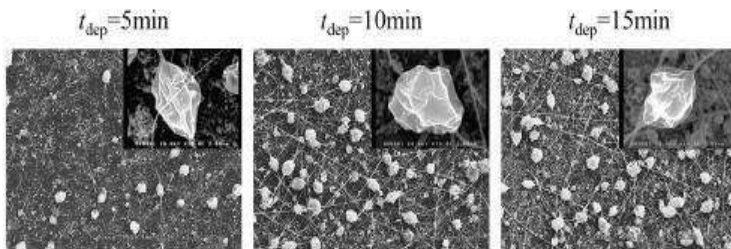
도면9



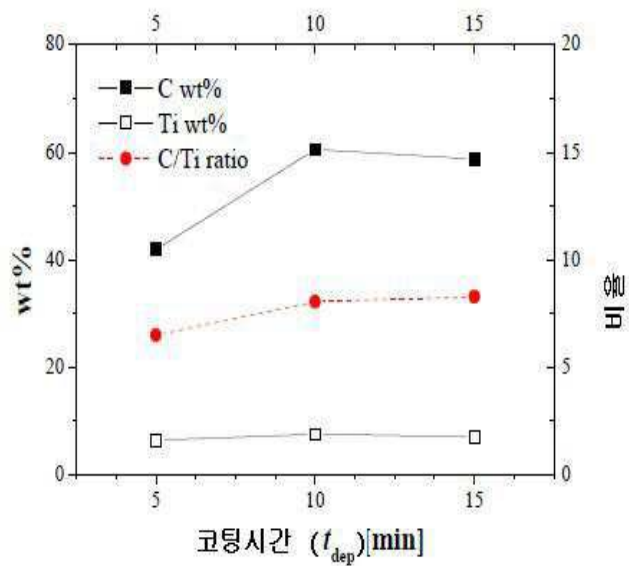
TiO ₂ 0.3wt%	wt%			C/Ti 비율
	Ti (TiO ₂)	C (PS)	O	
100RPM				
$t_{dep}=5min$	4.38	59.45	36.17	13.57
$t_{dep}=10min$	7.66	54.87	37.47	7.16
$t_{dep}=15min$	11.31	51.84	36.85	4.58

< $K=1.0\mu S/cm$ >

도면10



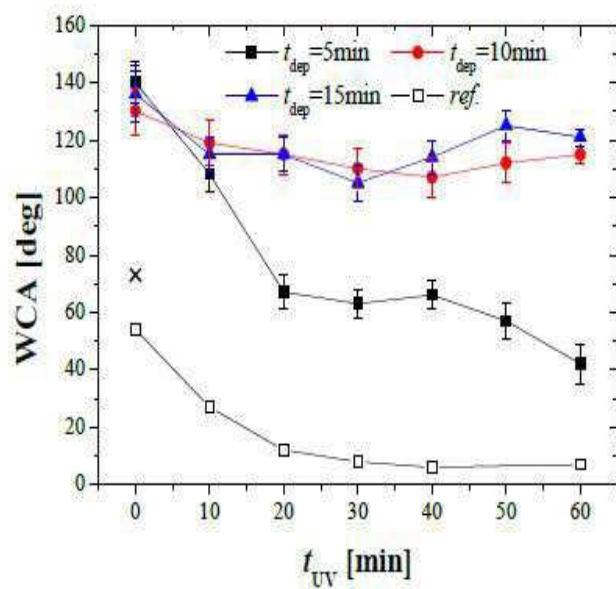
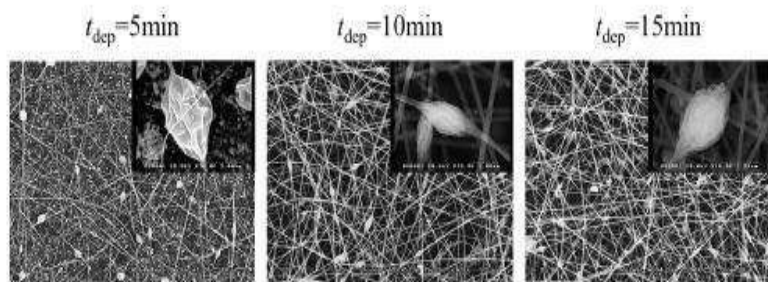
도면11



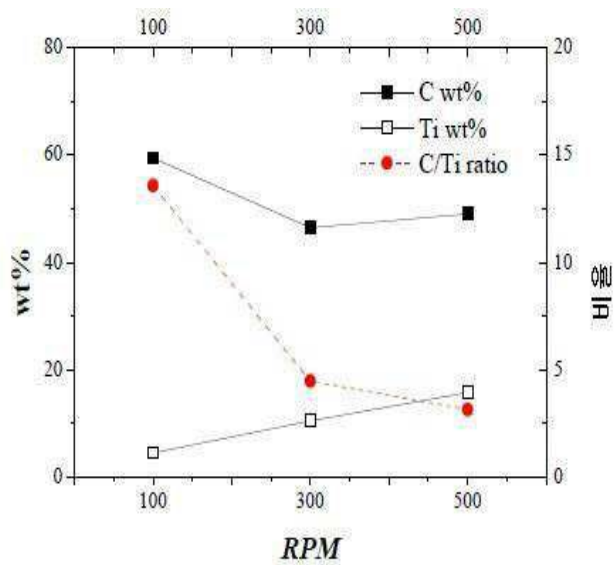
TiO ₂ 0.3wt%	wt%			C/Ti 비율
	Ti (TiO ₂)	C (PS)	O	
100RPM				
$t_{dep}=5min$	6.46	41.91	51.63	6.49
$t_{dep}=10min$	7.52	60.54	31.94	8.05
$t_{dep}=15min$	7.1	58.77	34.13	8.28

$\langle K=20\mu S/cm \rangle$

도면12



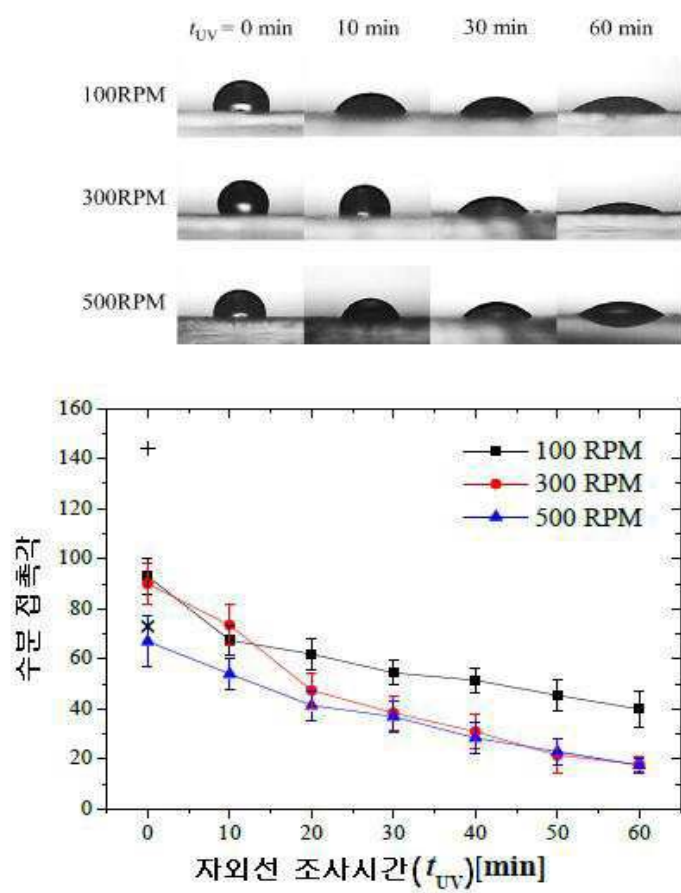
도면13



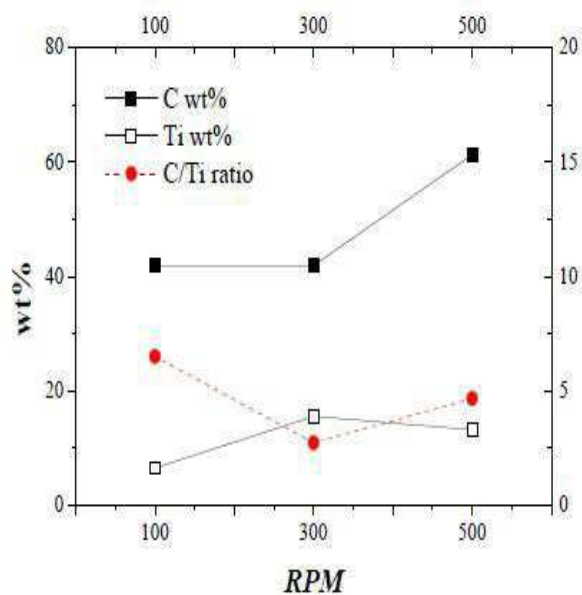
TiO ₂ 0.3wt%	wt%			C/Ti 비
	Ti (TiO ₂)	C (PS)	O	
100 RPM	4.38	59.45	36.17	13.57
300 RPM	10.40	46.42	43.17	4.46
500 RPM	15.70	49.03	35.27	3.12

$\langle K=1.0\mu\text{S}/\text{cm} \rangle$

도면14



도면15



TiO ₂ 0.3wt%	wt%			C/Ti ratio
	Ti (TiO ₂)	C (PS)	O	
100 RPM	6.46	41.91	51.63	6.49
300 RPM	15.48	41.92	42.6	2.71
500 RPM	13.15	61.3	25.55	4.66

$\langle K=20\mu\text{S/cm} \rangle$

도면16

