



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0098049
(43) 공개일자 2020년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 1/22 (2006.01) B01D 39/20 (2006.01)
C23C 14/14 (2006.01) C23C 14/30 (2006.01)
C23C 14/34 (2006.01) G01N 21/65 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 1/2205 (2013.01)
B01D 39/2027 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0015662

(22) 출원일자 2019년02월11일

심사청구일자 2019년02월11일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

변경민

경기도 수원시 영통구 태장로82번길 32, 109동 1104호(망포동, 동수원자이1차)

박재완

경기도 오산시 권리사로29번길 11, 제102동 2005호(권동, 제일하이빌아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

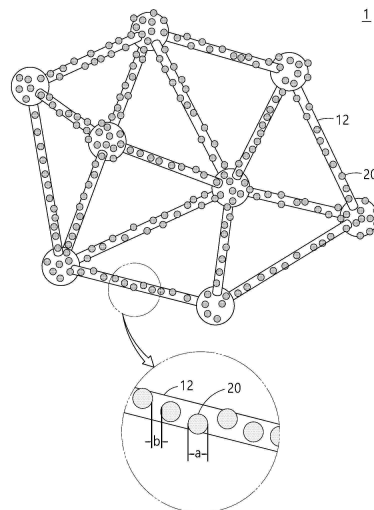
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 금속 나노 미세면지 필터 및 제조방법

(57) 요약

본 발명은 미세면지를 포집하고, 포집된 미세면지를 라만 분광법으로 측정 가능하게 하는 필터에 관한 것으로, 상세하게는 필터의 표면에 금속 나노를 추가하여 금속 나노가 라만 신호를 증폭시켜 증폭된 라만 신호를 통해 미세면지의 측정과 분석을 가능하게 하는 금속 나노 미세면지 필터 및 제조방법은 금속 나노와, 복수개의 기공이 형성된 섬유가 교차 형성되어 있으며, 상기 섬유의 표면에 상기 금속 나노가 증착하는 필터부를 포함하며, 기설정된 동일한 크기의 상기 금속 나노가 균일한 간격으로 상기 섬유에 증착되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 14/14 (2013.01)

C23C 14/30 (2013.01)

C23C 14/34 (2013.01)

G01N 21/658 (2013.01)

(72) 발명자

허재혁

경기도 광주시 오포읍 능평로 46-15(아트리움)

신동민

서울특별시 용산구 원효로90길 11, 103동 2104호(
원효로1가, 용산더프라임)

최문식

경기도 용인시 기흥구 서그내로 46-10, 202호(서천
동)

유선우

인천광역시 남동구 구월로 192, 1204동 703호(구월
동, 힐스테이트롯데캐슬골드1단지아파트)

정선용

서울특별시 강서구 초록마을로18길 25-17, 301호(
화곡동, 현대파크빌)

명세서

청구범위

청구항 1

금속 나노;

복수개의 기공이 형성된 섬유가 교차 형성되어 있으며, 상기 섬유의 표면에 상기 금속 나노가 증착하는 필터부;
를 포함하며,

기설정된 동일한 크기의 상기 금속 나노가 균일한 간격으로 상기 섬유에 증착되는 것을 특징으로 하는 금속 나노 미세면지 필터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속 나노는 적어도 20nm보다 작은 두께를 형성하여 라만 신호를 증폭시켜 고감도로 라만 신호를 얻을 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 금속 나노 미세면지 필터.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속 나노는 금을 사용하여, 금속 나노가 쉽게 산화되지 않아 금속의 성질을 유지하는 금속 나노 미세면지 필터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 금속 나노는 전자 빔 증착(E-beam evaporation) 또는 스퍼터(Sputtering deposition) 중 적어도 하나의 공정을 적용하여 상기 섬유의 표면에 증착하는 증착 속도의 조절을 가능하게 하는 금속 나노 미세면지 필터.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전자 빔 증착 공정은 상기 금속 나노를 0.2/s 이하의 속도로 상기 섬유 표면에 증착하여, 상기 금속 나노가 균일한 크기와 간격으로 상기 섬유에 증착되는 금속 나노 미세면지 필터.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 스퍼터 공정은 플라즈마 형성이 이루어지는 20/s의 속도에서 상기 금속 나노가 상기 섬유 표면에 증착되는 금속 나노 미세면지 필터.

청구항 7

섬유의 표면에 다수의 기공이 형성된 필터부를 생산 또는 준비하는 단계;

상기 기공에 기설정된 동일한 크기의 금속 나노가 균일한 간격으로 증착할 수 있도록 상기 금속 나노를 성장시키는 단계;

를 포함하는 금속 나노 미세면지 필터 제작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 금속 나노를 성장시키는 단계는,

상기 금속 나노의 두께는 적어도 20nm 보다 작은 크기로 증착시켜, 라만 신호의 증폭을 가능하게 하는 금속 나노 미세먼지 필터 제작 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 금속 나노는 금을 사용하여, 상기 금속 나노가 쉽게 산화되지 않아 금속의 성질을 유지하는 것을 특징으로 하는 금속 나노 미세먼지 필터 제작 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 금속 나노는 전자 빔 증착(E-beam evaporation) 또는 스퍼터(Sputtering deposition) 중 적어도 하나의 공정을 적용하여 상기 금속 나노의 증착 속도를 조절 하는 금속 나노 미세먼지 필터 제작 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 전자 빔 증착 공정은 상기 금속 나노를 0.2/s 이하의 속도로 상기 섬유 표면에 증착하여, 상기 금속 나노가 균일한 크기와 간격으로 상기 섬유에 증착되는 금속 나노 미세먼지 필터 제작 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 스퍼터 공정은 플라즈마 형성이 이루어지는 20/s의 속도에서 상기 금속 나노가 상기 섬유 표면에 증착되는 금속 나노 미세먼지 필터 제작 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 전자 빔 또는 스퍼터에서 발생하는 상기 금속 나노가 증착되는 상기 필터부의 증착각도를 조절하여 상기 필터 표면의 거칠기를 조절하는 빗각 증착(Oblique deposition) 방법을 더 포함하는 금속 나노 미세먼지 필터 제작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미세먼지를 포집하고, 포집된 미세먼지를 라만 분광법으로 측정 가능하게 하는 필터에 관한 것으로, 상세하게는 필터의 표면에 금속 나노를 추가하여 금속 나노가 라만 신호를 증폭시켜 증폭된 라만 신호를 통해 미세먼지의 측정과 분석을 가능하게 하는 금속 나노 미세먼지 필터 및 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업 발전에 따라 과도한 화석연료의 사용으로 대기 오염이 심각해짐에 따라 미세먼지가 많은 이슈가 되고 있으며, 미세먼지의 성분을 판별하고, 발생 원인을 파악하기 위한 다양한 방법을 통해 조사되고 있다.

[0003] 미세먼지를 조사하는 다양한 방법 중 하나인 라만 분광법(Raman spectroscopy)은 비탄성 산란과 탄성 산란을 비교하여 얼마만큼 에너지를 잃었는지 관찰함으로써 진동에너지를 측정하는 진동 분광학(Vibrational spectroscopy)의 일종이다. 진동 스펙트럼은 산란된 빛이 탄성 산란인 레일리 산란을 기준으로 했을 때 얼마만큼 이동했는지를 라만 이동(Raman shift)으로 표시하며, 이는 분자의 진동 주파수에 해당한다.

[0004] 이때, 진동 주파수는 앞서 언급한 에너지 변화와 관련이 있으며, 이는 파장 변화와 관련이 있다. 특히, 라만 분광법의 경우 분자마다 고유의 라만 이동을 가지고 있기 때문에 분자의 구조를 연구하거나 물질의 정성 및 정량

분석에 사용될 수 있다.

[0005] 물질 분석에 있어 우수한 장점을 가지고 있는 라만 분광법의 경우 같은 진동 분광학의 일종인 적외선 분광법(Infrared spectroscopy)에 비해 많이 활용되지 못하고 있는 실정이다. 이는 스토크스 산란의 세기가 매우 약하기 때문에 라만 신호 측정에 있어 기술적으로 어려움이 있다.

[0006] 하지만 기술의 진보에 의해 하드웨어적인 성능이 좋아지고, 금속 나노 구조를 기반으로 하여 라만 신호를 증폭시켜 고감도로 라만 신호를 얻을 수 있는 기술인 표면 증강 라만 산란(Surface enhanced Raman scattering, SERS)의 등장으로 그 활용도가 높아지고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제 10-1249799호 (등록일자: 2013.03.27)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 미세먼지 포집과 동시에 포집된 미세먼지의 정량, 정성 분석이 가능한 필터를 제공하고자 한다.

[0009] 본 발명은 미세먼지의 발생 원인을 규명하는데 사용이 가능한 필터를 제공하고자 한다.

[0010] 본 발명은 포집된 미세먼지를 라만 분광법을 통해 분석이 가능한 필터를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 금속 나노와, 복수개의 기공이 형성된 섬유가 교차 형성되어 있으며, 상기 섬유의 표면에 상기 금속 나노가 증착하는 필터부를 포함하며, 기설정된 동일한 크기의 상기 금속 나노가 균일한 간격으로 상기 섬유에 증착되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 금속 나노는 적어도 20nm보다 작은 두께를 형성하여 라만 신호를 증폭시켜 고감도로 라만 신호를 얻을 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 금속 나노는 금을 사용하여, 금속 나노가 쉽게 산화되지 않아 금속의 성질을 유지한다.

[0014] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 금속 나노는 전자 빔 증착(E-beam evaporation) 또는 스퍼터(Sputtering deposition) 중 적어도 하나의 공정을 적용하여 상기 섬유의 표면에 증착하는 증착 속도의 조절을 가능하게 한다.

[0015] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 전자 빔 증착 공정은 상기 금속 나노를 0.2/s 이하의 속도로 상기 섬유 표면에 증착하여, 상기 금속 나노가 균일한 크기와 간격으로 상기 섬유에 증착된다.

[0016] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 스퍼터 공정은 플라즈마 형성이 이루어지는 20/s의 속도에서 상기 금속 나노가 상기 섬유 표면에 증착된다.

[0017] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 섬유의 표면에 다수의 기공이 형성된 필터부를 생산 또는 준비하는 단계와, 상기 기공에 기설정된 동일한 크기의 금속 나노가 균일한 간격으로 증착할 수 있도록 상기 금속 나노를 성장시키는 단계를 포함한다.

[0018] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 금속 나노를 성장시키는 단계는 상기 금속 나노의 두께는 적어도 20nm 보다 작은 크기로 증착시켜, 라만 신호의 증폭을 가능하게 한다.

[0019] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 금속 나노는 금을 사용하여, 상기 금속 나노가 쉽게 산화되지 않아 금속의 성질을 유지하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 금속 나노는 전자 빔 증착(E-beam evaporation) 또는 스퍼터(Sputtering

deposition) 중 적어도 하나의 공정을 적용하여 상기 금속 나노의 증착 속도를 조절한다.

[0021] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 전자 빔 증착 공정은 상기 금속 나노를 0.2/s 이하의 속도로 상기 섬유 표면에 증착하여, 상기 금속 나노가 균일한 크기와 간격으로 상기 섬유에 증착된다.

[0022] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 스퍼터 공정은 플라즈마 형성이 이루어지는 20/s의 속도에서 상기 금속 나노가 상기 섬유 표면에 증착된다.

[0023] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 전자 빔 또는 스퍼터에서 발생하는 상기 금속 나노가 증착되는 상기 필터부의 증착각도를 조절하여 상기 필터 표면의 거칠기를 조절하는 빗각 증착(Oblique deposition) 방법을 더 포함한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 금속 나노 미세면지 필터는 미세면지를 포집하고, 이를 표면 증강 라만 산란을 이용하여 미세면지 측정이 가능한 효과가 있다.

[0025] 본 발명은 미세면지가 포집된 필터를 라만 분광법으로 분석할 경우, 한 번의 측정을 통해 다양한 종류의 미세면지 성분을 검출하는 효과가 있다.

[0026] 본 발명은 미세면지가 포집된 필터를 라만 분광하여 정량 분석이 가능함에 따라 미세면지 예보에도 활용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 금속 나노 미세면지 필터의 사시도,

도 2는 본 발명에 따른 금속 나노 미세면지 필터의 부분 확대도,

도 3은 본 발명에 따른 금속 나노 미세면지 필터의 표면에 금속 나노를 증착시키는 공정의 실시예,

도 4는 본 발명에 따른 금속 나노 미세면지 필터의 표면에 금속 나노를 증착시키는 공정의 다른 실시예,

도 5는 본 발명에 따른 금속 나노 미세면지 필터의 제작 방법에 대한 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

[0030] 도 1과 도 2는 각각 본 발명에 따른 금속 나노 미세면지 필터의 사시도와 금속 나노 미세면지 필터의 부분 확대도에 관한 것이다.

[0031] 금속 나노 미세면지 필터(1)(이하 '필터'라 함)는 공기 중 미세면지를 포집하고, 필터(1)에 포집된 미세면지를 정량 및 정성 분석하는데 사용된다. 상세하게는 미세면지 포집과 동시에 미세면지가 포집된 필터(1)에 라만 분광법을 통해 미세면지의 라만 신호를 획득하고 이를 분석하여 미세면지의 성분을 분석하고, 발생 원인 등을 파악할 수 있도록 하는 필터(1)에 관한 것이다.

[0032] 필터(1)는 금속 나노(20)와, 복수개의 섬유(12)가 교차 형성되어 있으며, 섬유(12)의 표면에 적어도 20nm보다 작은 두께의 금속 나노(20)가 증착하는 필터부(10)를 포함한다.

[0033] 필터부(10)는 미세면지를 포집할 수 있도록 섬유(12)가 복잡하게 교차 형성되어 촘촘한 간격으로 이루어지는 것이 유리할 것이다. 또한 필터부(10)에 구비된 섬유(12)는 표면에 다수의 기공이 형성되어 있어, 이 기공에 금속 나노(20)가 안착하게 된다. 필터부(10)는 2.5m 이하의 크기인 미세면지를 포집할 수 있을 정도의 성능을 갖는다면 충분할 것이며, 필터부(10)를 형성하는 섬유(12)의 표면에는 다수의 기공을 포함하는 것이 유리할 것이다. 필터부(10)는 직접 생산 또는 제작하여 사용할 수 있을 것이며, 시중에 판매하고 있는 필터부(10)를 사용해도 무방할 것이다.

- [0034] 금속 나노(20)는 포집된 미세먼지를 필터(1)에 라만 분광법을 통해 검출할 때, 라만 신호를 증폭시켜 고감도로 라만 신호를 얻기 위한 것으로, 라만 신호를 증폭시킬 수 있는 금속 재질이라면 어느 종류의 금속을 사용하더라도 족할 것이다. 바람직하게는 인체에 악영향을 미치지 않는 금속을 사용하는 것이 좋을 것이다. 금속을 사용할 경우, 금속 나노(20)가 쉽게 산화되지 않아 금속의 성질을 유지하는 것이 유리할 것이다. 금속 나노(20)를 금속으로 사용함에 따라 금속 나노(20)가 산화되거나 쉽게 손상되지 않기 때문에 필터(1)를 재사용이 가능하여 반복적으로 사용할 수 있을 것이다.
- [0035] 다만, 은 나노는 인체에 유해한 독성을 갖고 있기 때문에 사용하지 않는 것이 좋을 것이다. 또한 은 나노는 금 나노보다 화학적 안정성이 낮아 산화될 가능성이 높아 금속의 기능을 상실할 수 있을 것이다.
- [0036] 또한 나노 입자를 섬유(12) 표면에 증착하게 되면, 본 발명과 달리 섬유(12) 표면에 고르게 균일한 간격으로 배치되지 않고, 서로 엉키거나 나노 입자가 한 곳에 뭉치게 되어, 라만 신호를 증폭하기 위한 구성으로 적합하지 않을 것이다.
- [0037] 한편, 미세먼지를 포집하는 필터(1)는 라만 분광시, 고감도의 라만 신호를 얻기 용이하도록 섬유(12)의 표면에 복수개의 금속 나노(20)가 증착된다. 하지만 금속 나노(20)의 크기(a)가 클 경우, 크기가 큰 금속 나노(20)가 섬유(12)의 표면에 증착하게 되면, 금속 나노(20)가 섬유(12) 표면의 전체를 감싸게 되어 코팅하게 되는 필름화 효과가 나타날 수 있다. 금속 나노(20)가 섬유(12)의 표면을 코팅하게 되면, 라만 측정이 불가능하게 된다.
- [0038] 따라서 필터(1)의 효과적인 라만 분광을 위하여 섬유(12)의 표면에 증착되는 금속 나노(20) 전체의 두께는 20nm 이하로 형성되게 하고, 금속 나노(20)의 크기(a)는 기설정된 크기를 최대 크기로 설정하여, 적어도 기설정된 크기보다 작은 크기의 금속 나노(20)를 섬유(12)의 표면에 증착한다. 또한 섬유(12)의 표면에 증착하는 금속 나노(20) 사이의 간격(b)을 균일한 간격으로 증착하는 것이 고감도의 라만 신호를 얻기 유리할 것이다. 바람직하게는 금속 나노(20)의 크기(a)는 적어도 20nm보다 작은 크기로 형성하고, 섬유(12)의 표면에 금속 나노(20)가 10nm 이하의 균일한 간격(b)으로 배치되는 것이 좋을 것이다.
- [0039] 다만, 금속 나노(20)의 크기(a)와 간격(b)을 반드시 상기와 같은 수치로 한정할 필요는 없을 것이다. 라만 신호를 증폭하여 라만 분광법을 통해 미세먼지를 효과적으로 분석할 수 있다면 금속 나노(20)의 크기(a)와 간격(b)은 각각 20nm, 10nm보다 조금 더 크기가 크거나 작아도 무방할 것이다.
- [0040] 도 3과 도 4는 본 발명에 따른 금속 나노 미세먼지 필터의 표면에 금속 나노를 증착시키는 공정의 다양한 실시예이다.
- [0041] 필터부(10)에 구비된 섬유(12)의 표면에 금속 나노(20)를 증착하기 위해서는 별도의 증착 공정을 통해 금속 나노(20)의 증착이 이루어지게 된다. 금속 나노(20)는 전자 빔 증착(E-beam evaporation) 또는 스퍼터(Sputtering deposition) 중 적어도 하나의 공정을 적용하게 된다. 또한 섬유(12)의 표면에 균일한 크기와 간격으로 금속 나노(20)가 증착될 수 있도록 상기 공정을 통해 금속 나노(20)의 증착 속도를 조절하게 된다.
- [0042] 바람직하게는 금속 나노(20)를 0.2/s 이하의 속도로 성장시켜, 섬유(12)의 표면에 금속 나노(20)가 균일한 크기와 간격으로 증착될 수 있을 것이다. 만약 일반적인 금속 나노(20) 증착 속도인 1/s로 금속 나노(20)를 섬유(12)에 증착하게 되면, 라만 신호를 증폭하기 용이한 금속 나노(20)의 크기로 형성하기 어렵고, 섬유(12)의 표면에 금속 나노(20)가 균일한 간격으로 배치되지 않게 된다. 따라서 금속 나노(20)가 섬유(12)의 표면에 일정한 크기와 간격으로 배치될 수 있도록 0.2/s 이하의 속도로 증착하는 것이 좋을 것이다.
- [0043] 금속 나노(20)의 증착 속도는 반드시 0.2/s 이하의 속도로 설정할 필요는 없을 것이다. 필터(1)의 크기나, 섬유(12)의 두께에 따라 금속 나노(20)의 증착 속도는 언제든지 달리 설정할 수 있을 것이다.
- [0044] 증착 공정별 과정을 살펴보면, 우선 전자 빔 증착 공정(E-beam evaporation)은 챔버(30)의 내부에 전자빔(36)을 발생시키는 필라멘트(34)와, 전자빔(36)을 유도하는 자석(38)과, 자석(38)의 상단에 위치하는 증착재료(22)가 구비되어 있으며, 증착재료(22)와 필터부(10)가 이격되게 위치하여 증착재료(22)에서 발생하는 금속 나노(20)가 필터부(10)로 증착할 수 있도록 이루어져 있다.
- [0045] 상세하게는 필라멘트(34)에 전류를 공급하게 되면, 필라멘트(34)에서 전자빔(36)이 발생하게 되며, 전자빔(36)은 자석(38)의 자기장에 유도되어 증착재료(22)와 충돌하게 된다. 전자빔(36)이 자석(38)에 의해 증착재료(22)와 충돌이 집중되며, 전자빔(36)과 충돌이 집중된 증착재료(22)는 가열로 인해 기화되어 기화된 금속 나노(20)가 필터부(10)에 증착하게 된다.
- [0046] 이때, 금속 나노는 0.2/s 이하의 속도로 섬유(12) 표면에 증착하게 된다. 본 실시예에 따른 증착 속도는 금속

나노(20)가 균일한 크기로 성장할 수 있도록 하며, 또한 섬유(12)에 증착된 금속 나노(20) 간의 간격을 10nm 이하로 균일하게 조정하여 신호를 증폭시키기 위한 핫스팟(Hot spot) 형성에 중요한 역할을 하게 된다. 증착재료(22)의 재질로는 금을 사용하게 되며, 필라멘트(34)에 공급하는 전류의 양을 조절하여 증착 속도를 조절할 수 있을 것이다.

[0047] 또 다른 증착 공정인 스퍼터(Sputtering deposition)는 챔버(30) 내부에 기체 상태의 아르곤(Ar)(32)을 공급하여 아르곤(32) 가스와 증착재료(22)가 반응하여 필터부(10)에 금속 나노(20)가 증착하게 된다.

[0048] 상세하게는 진공 상태의 챔버(30) 내부에 아르곤(32)과 같은 불활성 기체를 공급하고, 음극(미도시)에 음전압을 가하게 되면, 음극에서 전자가 방출되며, 음극에서 방출된 전자는 아르곤(32) 기체와 충돌하여 아르곤(32)을 이온화 하게 된다.

[0049] 여기(excitation) 상태가 된 아르곤(32)에서 전자가 방출되며, 전자의 방출로 챔버(30) 내부는 이온과 전자가 공존하는 플라즈마(plazma) 상태의 글로우 방전(glow discharge)이 된다. 플라즈마 상태에서 아르곤(32) 이온은 큰 전위차에 의해 증착재료(22)를 향해 가속하게 되며, 아르곤(32) 이온과 충돌한 증착재료(22)에서 금속 나노(20)가 발생하여 필터부(10)의 표면에 증착하게 된다. 즉, 플라즈마 상태에서 아르곤(32)과 증착재료(22)가 충돌하게 되면, 증착재료(22)에서 금속 나노(20)가 발생하게 되며, 이 금속 나노(20)가 필터부(10)와 증착하게 된다.

[0050] 스퍼터에서 금속 나노(20)의 증착 속도는 플라즈마 형성이 가능한 최소 속도인 20 /s로 설정해야 할 것이며, 음극에 공급하는 전류의 양을 조절하여 증착 속도를 조절할 수 있을 것이다. 전자 빔 증착 공정과 마찬가지로 사용되는 증착재료(22)는 금을 사용하는 것이 좋을 것이다.

[0051] 스퍼터는 단차 피복성(Step coverage)이 우수하여 필터부(10)의 더 많은 면적에 금속 나노(20)를 증착할 수 있기 때문에 금속 나노(20)가 필터부(10) 전체에 증착하지 않도록 주의해야 할 것이다.

[0052] 전자 빔 증착 공정과 스퍼터 공정은 상온에서 이루어지기 때문에 섬유(12) 재질로 이루어진 필터부(10)가 손상될 수 있는 열처리 공정인 고온에서 이루어지는 공정을 하지 않아도 되며, 생산비용이 저렴하여 필터(1)의 생산 가격을 낮추는 효과가 있다.

[0053] 한편, 섬유(12)의 표면에 금속 나노(20)가 균일한 크기와 간격으로 증착하도록 할 수 있도록 하는 또 다른 방법 중 하나로, 필터부(10)의 표면에 증착되는 금속 나노(20)의 증착 속도를 조절할 필요없이, 금속 나노(20)가 발생하는 증착재료(22)로부터 필터부(10)의 증착각도를 조절하는 방법도 있을 것이다.

[0054] 상세하게는 금속 나노(20)가 증착되는 필터부(10)의 증착각도를 조절하여 필터(1) 표면의 거칠기를 조절하는 빗각 증착(Oblique deposition) 방법을 이용하여 전자 빔 또는 스퍼터에서 발생하는 금속 나노(20)가 필터부(10)의 표면에 증착하게 된다.

[0055] 즉, 기존에는 증착재료(22)와 금속 나노(20)가 증착되는 필터부(10)가 이격되게 위치하며, 서로 평행하게 설치되는 반면에, 빗각 증착 공정의 경우, 필터부(10)를 비스듬하게 기울여 설치하게 된다. 필터부(10)가 소정의 각도로 조절되어 위치함에 따라 필터부(10)의 표면에 금속 나노(20)는 톱니와 같은 요철을 형성하며 증착이 이루어지기 때문에 금속 나노(20)의 증착 속도 조절하지 않아도 금속 나노(20)가 균일한 크기와 간격으로 배치되는 유사한 효과를 얻을 수 있다.

[0056] 다시 말하자면, 필터(1)에 포집된 미세먼지를 라만 분광법으로 측정시 라만 신호를 증폭하기 위해 섬유(12)의 표면에 증착된 금속 나노(20)를 균일한 크기와 간격으로 배치하기 위한 공정으로 전자 빔 증착 공정과 스퍼터 공정 및 빗각 증착 공정을 사용할 수 있을 것이다.

[0057] 전자 빔 증착 공정과 스퍼터 공정은 필터부(10)에 증착하는 금속 나노(20)의 증착 속도를 조절 가능하여 금속 나노(20)를 균일한 크기와 간격으로 배치하게 된다. 반면에 빗각 증착 공정은 금속 나노(20)의 증착 속도와 상관없이 금속 나노(20)가 증착하는 필터부(10)의 각도를 조절하여 증착하게 된다. 이때 소정의 각도로 기울어진 상태로 위치하는 필터부(10)의 표면에 금속 나노(20)가 톱니와 같은 요철 형상으로 증착되어 라만 신호를 증폭하는데 이용될 수 있을 것이다.

[0058] 도 5는 본 발명에 따른 금속 나노 미세먼지 필터의 제작 방법에 대한 순서도에 관한 것이다.

[0059] 필터(1)의 제작 과정으로 섬유의 표면에 다수의 기공이 형성된 필터부를 생산 또는 준비하는 단계(S10)와, 기공에 기설정된 동일한 크기의 금속 나노가 균일한 간격으로 증착할 수 있도록 금속 나노를 성장시키는 단계(S20)

를 포함한다. 이때, 금속 나노를 성장시키는 단계(S20)에서 금속 나노(20)의 두께는 적어도 20nm 보다 작은 크기로 증착시켜, 라만 신호의 증폭을 가능하게 한다.

- [0060] 필터부를 생산 또는 준비하는 단계(S10)에서 필터부(10)를 형성하는 섬유(12)의 표면에 다수의 기공이 형성되어 있다면, 직접 필터부(10)를 생산하여 사용할 수 있을 것이며, 시중에 판매 중인 제품을 사용할 수도 있을 것이다. 즉, 미세먼지를 포집하는 필터(1)에 형성된 홀의 크기가 수 나노 단위에서 수 마이크로 단위로 이루어진 필터(1)에 모두 적용 될 수 있을 것이다.
- [0061] 금속 나노를 성장시키는 단계(S20)는 섬유(12)의 표면에 형성된 다수의 기공에 기설정된 크기로 나노 금속을 증착시키며, 균일한 간격으로 배치될 수 있도록 한다.
- [0062] 금속 나노(20)는 전자 빔 증착 또는 스퍼터 중 적어도 하나의 공정을 적용하여 금속 나노(20)의 증착 속도를 조절하며, 섬유(12)의 표면에 금속 나노(20)를 성장시킬 수 있을 것이다. 이때 금속 나노(20)는 0.2/s 이하의 속도로 성장하여, 섬유(12)의 표면에 금속 나노(20)가 균일한 크기와 간격으로 증착하게 된다.
- [0063] 한편, 금속 나노(20)는 전자 빔 증착 공정과 스퍼터 공정 이외에도 금속 나노(20)가 증착되는 상기 필터부(10)의 증착각도를 조절하여 필터(1) 표면의 거칠기를 조절하는 빗각 증착 방법을 사용할 수도 있을 것이다.
- [0064] 나노 금속이 증착된 필터(1)는 공기 중에 포함된 미세먼지와 같은 다양한 이물질을 걸러내는데 사용할 수 있으며, 미세먼지가 포집된 필터(1)를 통해 미세먼지의 측정뿐만 아니라, 미세먼지 이외에도 공기 중 다양한 종류의 이물질을 포집하여 성분 조사를 하는데 활용될 수도 있을 것이다.
- [0065] 일례로, 본 실시예에 따른 필터(1)는 환경 분야에서 적용될 수 있을 것이며, 특히 미세 플라스틱 검출에 활용될 수 있을 것이다.
- [0066] 또한 수질 검사와 같이 용매에 녹아있는 특정 물질을 검출할 때에도 사용될 수 있을 것이다. 수질 검사시, 용매가 물인 경우 대부분 물질이 물에 거의 영향을 받지 않고 라만 신호를 획득할 수 있기 때문에 수질 검사에서도 활용될 수 있을 것이다.
- [0067] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

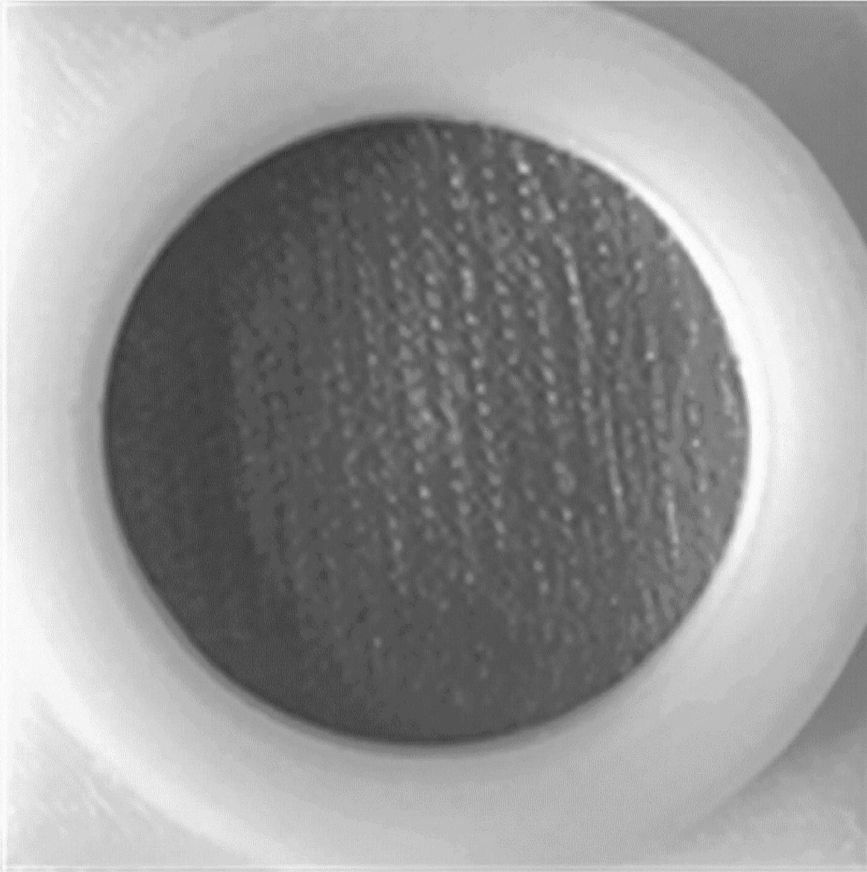
부호의 설명

- [0068] 1 : 금속 나노 미세먼지 필터 10 : 필터부
12 : 섬유 20 : 금속 나노
22 : 증착재료 30 : 챔버
32 : 아르곤 34 : 필라멘트
36 : 전자빔 38 : 자석

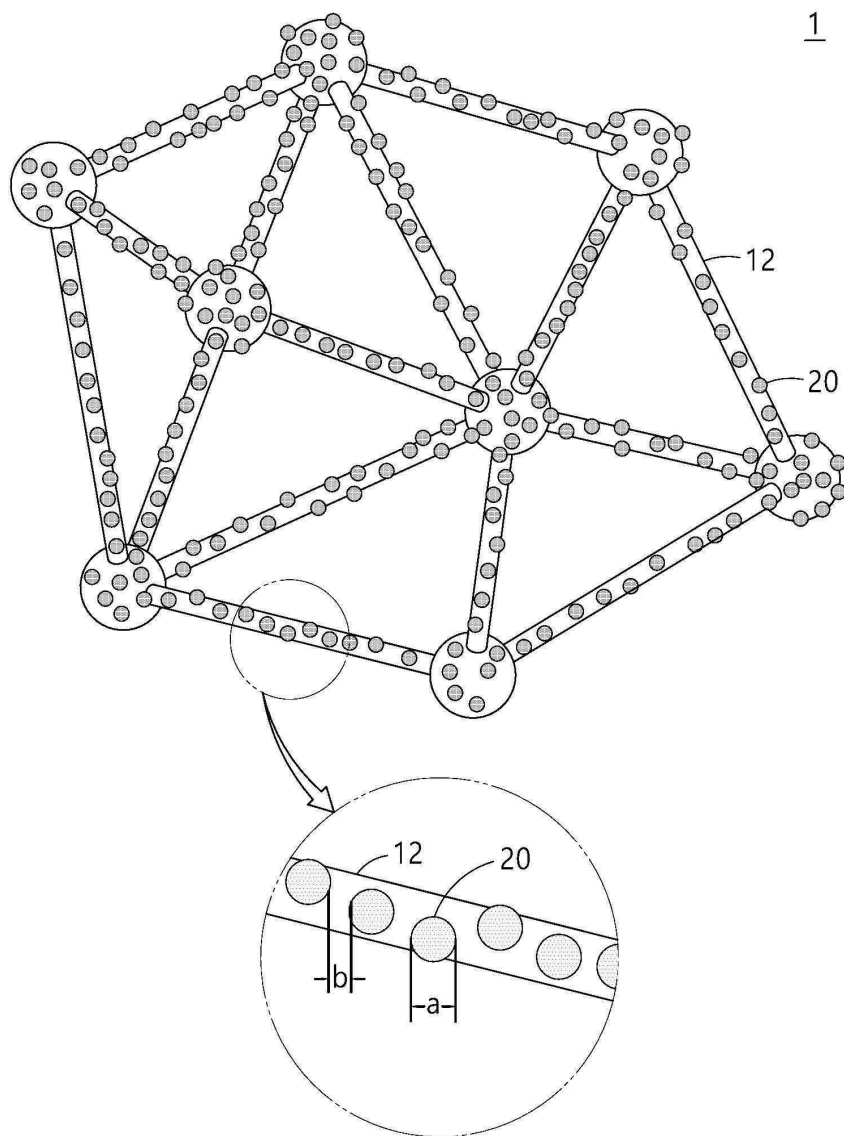
도면

도면1

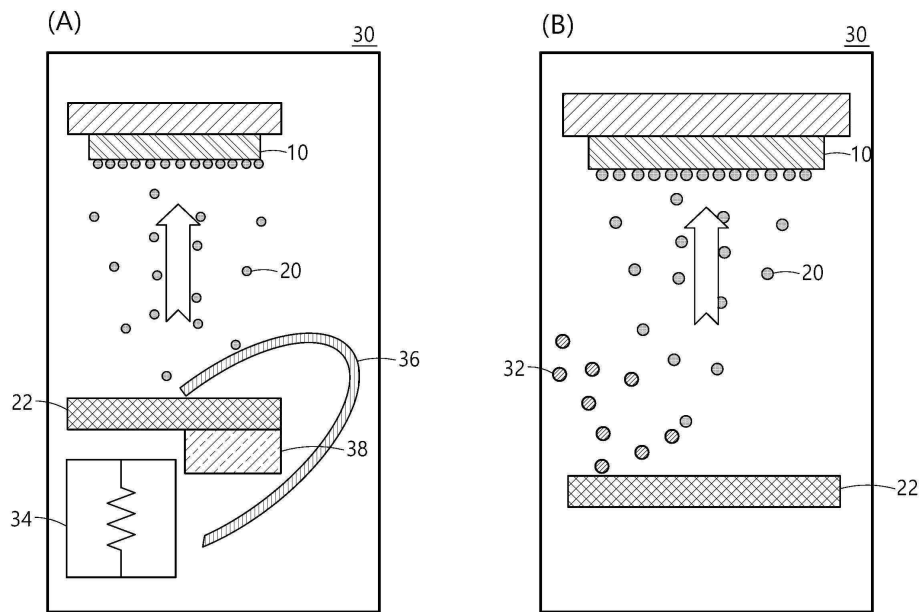
1



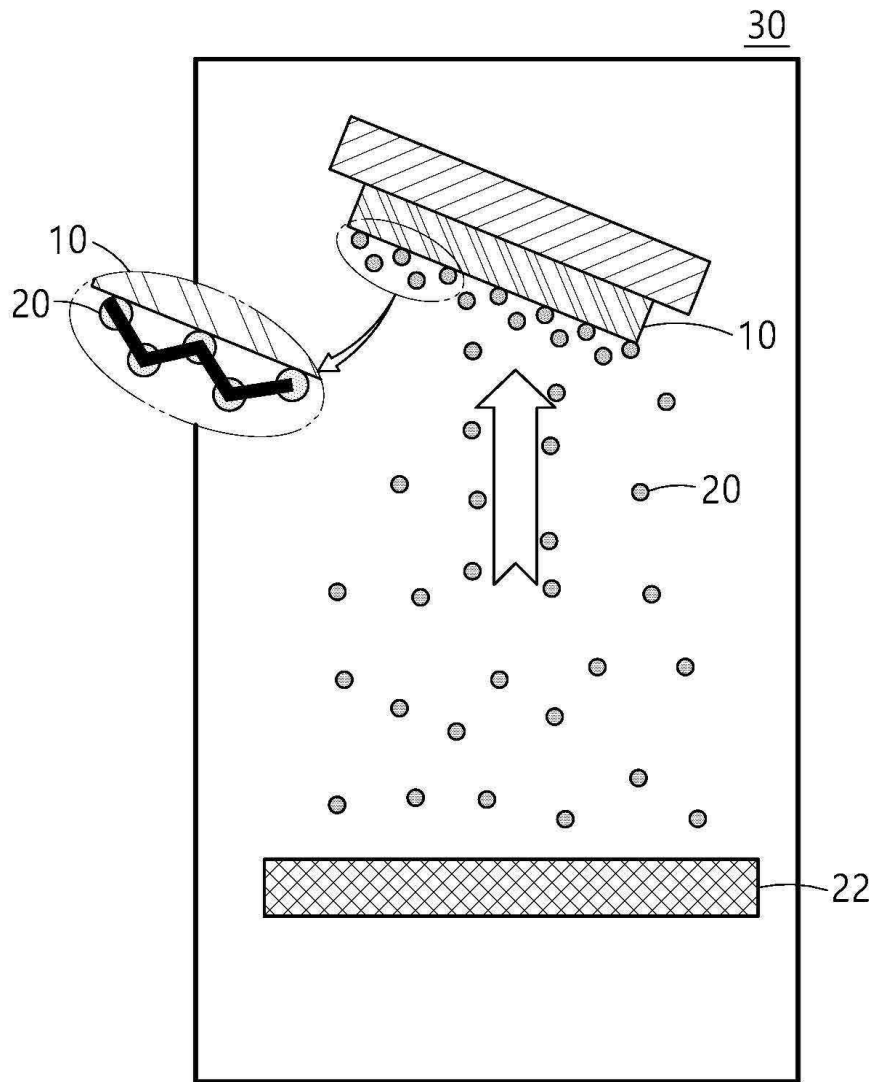
도면2



도면3



도면4



도면5

