(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0021641
(43) 공개일자 2023년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C23C 14/00* (2018.01) *A61L 27/30* (2006.01)
*A61L 27/50* (2006.01) *A61L 31/08* (2006.01)
*C23C 14/08* (2006.01) *C23C 14/14* (2006.01)
*C23C 14/35* (2006.01) *C23C 14/58* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*C23C 14/0063* (2013.01)
*A61L 27/30* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7038451
(22) 출원일자(국제) 2021년04월05일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년11월02일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2021/000245
(87) 국제공개번호 WO 2021/205232
국제공개일자 2021년10월14일
(30) 우선권주장
63/006,044 2020년04월06일 미국(US)

(71) 출원인
**케프리온, 인크.**
미국 94945 캘리포니아 노바토 그랜트 에비뉴 823 비
(72) 발명자
**버렐 로버트 이**
미국 94945 캘리포니아 노바토 그랜트 에비뉴 823 비
(74) 대리인
**김진희, 김태홍**

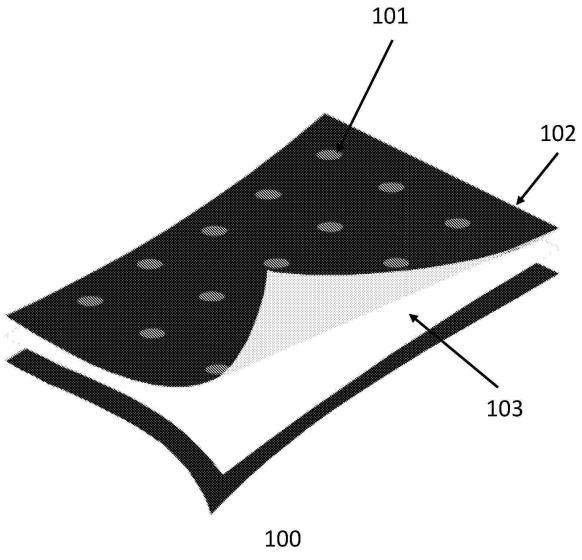
전체 청구항 수 : 총 82 항

(54) 발명의 명칭 **항염증, 항세균, 항진균 및 살바이러스 재료의 제조 방법**

## (57) 요 약

증착 공정에 의해 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 제공된다. 본 출원에서 기재된 금속 매트릭스 복합 재료는 항염증, 항세균, 항진균 및 살바이러스 적용에 유용하다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*A61L 27/50* (2013.01)
*A61L 31/082* (2013.01)
*C23C 14/0042* (2013.01)
*C23C 14/085* (2013.01)
*C23C 14/14* (2013.01)
*C23C 14/35* (2013.01)
*C23C 14/5853* (2013.01)

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

금속 매트릭스 복합 재료의 제조 방법으로서, 상기 방법이 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 공급원으로부터의 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 공급원이 적어도 5 센티미터의 거리만큼 기판으로부터 분리되고, 추가로, 상기 방법이 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 및/또는 동안에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는 것인 제조 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 증착 동안의 기저 압력이 약 $10^{-7}$ Torr 이상인 제조 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 추가로, 상기 방법이 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는 것인 제조 방법.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 기체가 불활성 기체를 추가로 포함하는 것인 제조 방법.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 증착 챔버 외부에서 불활성 기체의 스트림 내로 주입되어 수증기로서 증착 챔버에 진입하는 것인 제조 방법.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 기체가 분자 산소 기체를 포함하는 것인 제조 방법.

### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 분자 산소 기체가 임의의 형태의 분자 산소 기체를 포함하는 것인 제조 방법.

### 청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 분자 산소 기체가 $O_2$, $O_3$, $O_3^+$, $O_2^+$, $O_2^-$, $O_3$, O, $O^+$, $O^-$, 이온화 오존, 준안정 여기 산소, 자유 전자, $H_2O_2$ 및 OH로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 것인 제조 방법.

### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 불활성 기체가 약 80% 내지 약 100%로 존재하고, 산소 기체가 약 1% 내지 약 10%로 존재하고, 수증기가 하나 이상의 기체의 전체 몰 조성의 약 1% 내지 약 15%로 존재하는 것인 제조 방법.

**청구항 11**

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 불활성 기체가 약 92% 내지 약 94%로 존재하고, 산소 기체가 약 3% 내지 약 5%로 존재하고, 수증기가 하나 이상의 기체의 전체 조성의 약 2% 내지 약 3%로 존재하는 것인 제조 방법.

**청구항 12**

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 불활성 기체가 약 92.95%로 존재하고, 산소 기체가 약 4.25%로 존재하고, 수증기가 하나 이상의 기체의 전체 조성의 약 2.8%인 제조 방법.

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 주사기 펌프에 의해 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 분 당 약 0.5 마이크로리터 내지 분 당 약 11 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 분 당 약 7 마이크로리터 내지 분 당 약 10 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 16**

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 분 당 약 9 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 17**

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 18**

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 불활성 기체 질량 유량 제어기의 다운스트림에서 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 19**

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 전체 조성의 1.02% 조성을 초과할 때, 액체 물이 불활성 기체 질량 유량 제어기의 다운스트림에서 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 20**

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 증기가 증착 챔버 내로 직접 주입되는 것인 제조 방법.

**청구항 21**

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하는 것인 제조 방법.

**청구항 22**

제1항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하는 것인 제조 방법.

**청구항 23**

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하는 것인 제조 방법.

**청구항 24**

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하는 것인 제조 방법.

**청구항 25**

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하는 것인 제조 방법.

**청구항 26**

제1항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 8 SCCM으로 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하는 것인 제조 방법.

**청구항 27**

제1항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 주사기 펌프와 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 20 ℃ 내지 약 80℃의 온도로 가열되는 것인 제조 방법.

**청구항 28**

제1항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 주사기 펌프와 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 40 ℃ 내지 약 60℃의 온도로 가열되는 것인 제조 방법.

**청구항 29**

제1항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서, 액체 물이 주사기 펌프와 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 50 ℃의 온도로 가열되는 것인 제조 방법.

**청구항 30**

제1항 내지 제29항 중 어느 한 항에 있어서, 거리가 약 1 센티미터 내지 약 20 센티미터인 제조 방법.

**청구항 31**

제1항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서, 거리가 약 5 센티미터 내지 약 15 센티미터인 제조 방법.

**청구항 32**

제1항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서, 거리가 약 10 센티미터인 제조 방법.

**청구항 33**

제1항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법이 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$, $10^{-6}$, $10^{-5}$, $10^{-4}$, $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는 것인 제조 방법.

**청구항 34**

제1항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 금속이 귀금속인 제조 방법.

**청구항 35**

제1항 내지 제34항 중 어느 한 항에 있어서, 귀금속이 은, 금, 백금, 팔라듐 또는 이들의 조합인 제조 방법.

**청구항 36**

제1항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법이 적어도 2개의 금속을 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 37**

제1항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 38**

제1항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 은이 65%로 존재하고, 금이 35%로 존재하는 것인 제조 방법.

**청구항 39**

제1항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 은이 35%로 존재하고, 금이 65%로 존재하는 것인 제조 방법.

**청구항 40**

제1항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법이 추가의 금속 또는 금속 산화물을 기판 상에 증착시키는 단계를 추가로 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 41**

제1항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서, 불활성 기체가 아르곤인 제조 방법.

**청구항 42**

제1항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서, 증착 동안 증착 챔버의 내부 압력이 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지되는 것인 제조 방법.

**청구항 43**

제1항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서, 증착 동안 증착 챔버의 내부 압력이 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지되는 것인 제조 방법.

**청구항 44**

제1항 내지 제43항 중 어느 한 항에 있어서, 증착 동안 증착 챔버의 내부 압력이 약 40 mTorr로 유지되는 것인 제조 방법.

**청구항 45**

제1항 내지 제44항 중 어느 한 항에 있어서, 기판이 고체인 제조 방법.

**청구항 46**

제1항 내지 제45항 중 어느 한 항에 있어서, 고체가 금속 호일, 유리 또는 실리콘을 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 47**

제1항 내지 제46항 중 어느 한 항에 있어서, 기판이 낮은 탈기체(outgassing)를 나타내는 것인 제조 방법.

**청구항 48**

제1항 내지 제47항 중 어느 한 항에 있어서, 기판이 임플란트인 제조 방법.

**청구항 49**

제1항 내지 제48항 중 어느 한 항에 있어서, 임플란트가 스텐트인 제조 방법.

**청구항 50**

제1항 내지 제49항 중 어느 한 항에 있어서, 스텐트가 금속 스텐트인 제조 방법.

**청구항 51**

제1항 내지 제50항 중 어느 한 항에 있어서, 기판이 중합체를 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 52**

제1항 내지 제51항 중 어느 한 항에 있어서, 중합체가 고밀도 폴리에틸렌인 제조 방법.

**청구항 53**

제1항 내지 제52항 중 어느 한 항에 있어서, 기판이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 54**

제1항 내지 제53항 중 어느 한 항에 있어서, 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 55**

제1항 내지 제54항 중 어느 한 항에 있어서, 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 56**

제1항 내지 제55항 중 어느 한 항에 있어서, 증착이 스퍼터링을 포함하는 것인 제조 방법.

**청구항 57**

제1항 내지 제56항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링이 DC 마그네트론 스퍼터링인 제조 방법.

**청구항 58**

제1항 내지 제57항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링 전력이 약 190 와트 내지 약 950 와트인 제조 방법.

**청구항 59**

제1항 내지 제58항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링 전력이 약 380 와트 내지 약 760 와트인 제조 방법.

**청구항 60**

제1항 내지 제59항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링 전력이 약 570 와트 내지 약 684 와트인 제조 방법.

**청구항 61**

제1항 내지 제60항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링 전력 밀도가 약 0.7 와트/$cm^2$ 내지 약 3.3 와트/$cm^2$인 제조 방법.

**청구항 62**

제1항 내지 제61항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링 전력 밀도가 약 1.3 와트/$cm^2$ 내지 약 2.7 와트/$cm^2$인 제조 방법.

**청구항 63**

제1항 내지 제62항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링 전력 밀도가 약 2.0 와트/$cm^2$ 내지 약 2.4 와트/$cm^2$인 제조 방법.

**청구항 64**

제1항 내지 제63항 중 어느 한 항에 있어서, 스퍼터링 전력 밀도가 약 2.4 와트/$cm^2$인 제조 방법.

**청구항 65**

제1항 내지 제64항 중 어느 한 항에 있어서, 불활성 기체가 약 95% 내지 약 96%로 존재하고, 산소 기체가 약 1% 내지 약 4.5%로 존재하고, 수증기가 약 2.8%이고, 스퍼터링 전력 밀도가 약 2.4 W/$cm^2$인 제조 방법.

**청구항 66**

제1항 내지 제65항 중 어느 한 항에 있어서, 금속 매트릭스 복합 재료가 증착 후에 적어도 200 ppm의 이산화탄소 환경에 노출되는 것인 제조 방법.

**청구항 67**

금속 매트릭스 복합 재료의 제조 방법으로서, 상기 방법이 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 방법이 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 및/또는 동안에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는 것인 제조 방법.

**청구항 68**

금속의 입자간(intergrain) 원자, 금속 산화물 및 금속의 결정립을 포함하는 금속 매트릭스 복합 재료로서, 결정립이 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 입자간 원자가 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 약 20%를 차지하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 69**

제68항에 있어서, 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 결정립이 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 입자간 원자가 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 약 20%를 차지하고, 산소가 금속 매트릭스 복합 재료의 적어도 2 중량%를 차지하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 70**

제68항 또는 제69항에 있어서, 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 결정립이 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 입자간 원자가 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 약 20%를 차지하고, 물이 금속 매트릭스 복합 재료의 4 중량% 미만을 차지하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 71**

제68항 내지 제70항 중 어느 한 항에 있어서, 결정립의 중간 크기가 약 2 nm 내지 약 15 nm이고, 금속의 입자간 원자가 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 72**

제68항 내지 제71항 중 어느 한 항에 있어서, 결정립의 중간 크기가 약 5 nm 내지 약 15 nm이고, 금속의 입자간 원자가 재료의 단위 표면적 당 약 40% 내지 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 73**

제68항 내지 제72항 중 어느 한 항에 있어서, 제2 금속의 입자간 원자 및 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖는 제2 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 제2 금속의 입자간 원자가 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 약 20%를 차지하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 74**

제68항 내지 제73항 중 어느 한 항에 있어서, $Ag_2CO_3$를 포함하는 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 75**

금속 매트릭스 복합 재료의 제조 방법으로서, 상기 방법이 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착이 적어도 5 센티미터의 거리만큼 기판으로부터 분리된 공급원으로부터 유래하고, 추가로, 상기 방법이 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는 것인 방법.

**청구항 76**

금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖는 금속의 결정립을 포함하는 금속 매트릭스 복합 재료로서, 여기서, 입자간 원자가 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 약 20%를 차지하고, 금속 매트릭스 복합 재료가 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는 방법에 의해 제조되고, 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착이 적어도 5 센티미터의 거리만큼 기판으로부터 분리된 공급원으로부터 유래하고, 추가로, 상기 방법이 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 77**

제76항에 있어서, 증착 동안 증착 챔버의 내부 압력이 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지되는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 78**

제76항 또는 제77항에 있어서, 증착 동안 증착 챔버의 내부 압력이 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지되는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 79**

제76항 내지 제78항 중 어느 한 항에 있어서, 증착 동안 증착 챔버의 내부 압력이 약 40 mTorr로 유지되는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 80**

제76항 내지 제79항 중 어느 한 항에 있어서, 산소 기체가 분자 산소 기체를 포함하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 81**

제80항에 있어서, 분자 산소 기체가 임의의 형태의 분자 산소 기체를 포함하는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

**청구항 82**

제81항에 있어서, 분자 산소 기체가 $O_2$, $O_3$, $O_3^+$, $O_2^+$, $O_2^-$, $O_3$, O, $O^+$, $O^-$, 이온화 오존, 준안정 여기 산소, 자유 전자, $H_2O_2$ 및 OH로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 것인 금속 매트릭스 복합 재료.

## *발명의 설명*

### *발명의 내용*

[0001] 상호 참조

[0002] 본 출원은 2020년 4월 6일로 출원된 미국 가출원 63/006,044의 이익을 주장하며, 상기 출원은 그 전문이 본 출원에 참조로 포함된다.

[0003] 개요

[0004] 다양한 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 상기 방법은 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 공급원으로부터의 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 하나 이상의 기체는 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 공급원은 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리되고, 추가로, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 및/또는 동안에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안의 기저 압력은 약 $10^{-7}$ Torr 이상이다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 하나 이상의 기체는 불활성 기체를 추가로 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 상기 증착 챔버 외부에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되어 수증기로서 상기 증착 챔버에 진입한다. 일부 실시 형태에서, 상기 산소 기체는 분자 산소 기체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 분자 산소 기체는 임의의 형태의 분자 산소 기체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 분자 산소 기체는 $O_2$, $O_3$, $O_3^+$, $O_2^+$, $O_2^-$, $O_3$, O, $O^+$, $O^-$, 이온화 오존, 준안정 여기 산소, 자유 전자, $H_2O_2$ 및 OH로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 약 80% 내지 약 100%로 존재하고, 상기 산소 기체는 약 1% 내지 약 10%로 존재하고, 상기 수증기는 상기 하나 이상의 기체의 전체 몰 조성의 약 1% 내지 약 15%로 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 약 92% 내지 약 94%로 존재하고, 상기 산소 기체는 약 3% 내지 약 5%로 존재하고, 상기 수증기는 상기 하나 이상의 기체의 전체 조성의 약 2% 내지 약 3%로 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 약 92.95%로 존재하고, 상기 산소 기체는 약 4.25%로 존재하고, 상기 수증기는 상기 하나 이상의 기체의 전체 조성의 약 2.8%이다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 분 당 약 0.5 마이크로리터 내지 분 당 약 11 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 분 당 약 7 마이크로리터 내지 분 당 약 10 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 분 당 약 9 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 불활성 기체 질량 유량 제어기의 다운스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 전체 조성의 1.02% 조성을 초과할 때, 상기 액체 물은 불활성 기체 질량 유량 제어기의 다운스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 증기는 상기 증착 챔버 내로 직접 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 20℃ 내지 약 80℃의 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 40℃ 내지 약 60℃의 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 50℃의 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 상기 거리는 약 1 센티미터 내지 약 20 센티미터이다. 일부 실시 형태에서, 상기 거리는 약 5 센티미터 내지 약 15 센티미터이다. 일부 실시 형태에서, 상기 거리는 약 10 센티미터이다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$, $10^{-6}$, $10^{-5}$, $10^{-4}$, $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속은 귀금속이다. 일부

실시 형태에서, 상기 귀금속은 은, 금, 백금, 팔라듐, 또는 이들의 조합이다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 적어도 2개의 금속을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 적어도 2개의 금속은 은 및 금을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 적어도 2개의 금속은 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은은 65%로 존재하고, 상기 금은 35%로 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 적어도 2개의 금속은 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은은 35%로 존재하고, 상기 금은 65%로 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 추가의 금속 또는 금속 산화물을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 추가로 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 아르곤이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 40 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 고체이다. 일부 실시 형태에서, 상기 고체는 금속 호일, 유리 또는 실리콘을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 낮은 탈기체(outgassing)를 나타낸다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 임플란트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 임플란트는 스텐트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스텐트는 금속 스텐트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 중합체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 중합체는 고밀도 폴리에틸렌이다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 드레싱은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 드레싱은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착은 스퍼터링을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링은 DC 마그네트론 스퍼터링이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터링 전력은 약 190 와트 내지 약 950 와트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력은 약 380 와트 내지 약 760 와트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력은 약 570 와트 내지 약 684 와트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력 밀도는 약 0.7 와트/$cm^2$ 내지 약 3.3 와트/$cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력 밀도는 약 1.3 내지 약 2.7 와트/$cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력 밀도는 약 2.0 내지 약 2.4 와트/$cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력 밀도는 약 2.4 와트/$cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 약 95 내지 약 96%로 존재하고, 상기 산소 기체는 약 1 내지 약 4.5%로 존재하고, 상기 수증기는 약 2.8%로 존재하고, 상기 스퍼터링 전력 밀도는 약 2.4 W/$cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 상기 증착 후에 적어도 200 ppm의 이산화탄소 환경에 노출된다.

[0005] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 상기 방법은 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 하나 이상의 기체는 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 및/또는 동안에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다.

[0006] 금속의 입자간(intergrain) 원자, 금속 산화물 및 상기 금속의 결정립을 포함하는 다양한 금속 매트릭스 복합 재료가 본 출원에서 기재되며, 여기서, 상기 결정립은 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 상기 입자간 원자는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지한다. 일부 실시 형태에서, 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 상기 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 상기 결정립은 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 상기 입자간 원자는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하고, 상기 산소는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 적어도 2 중량%를 차지한다. 일부 실시 형태에서, 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 상기 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 상기 결정립은 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 상기 입자간 원자는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하고, 상기 물은 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 4 중량% 미만을 차지한다. 일부 실시 형태에서, 상기 결정립의 중간 크기는 약 2 nm 내지 약 15 nm이고, 상기 금속의 입자간 원자는 상기 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 상기 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지한다. 일부 실시 형태에서, 상기 결정립의 중간 크기는 약 5 nm 내지 약 15 nm이고, 상기 금속의 입자간 원자는 상기 재료의 단위 표면적 당 약 40% 내지 상기 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지한다. 일부 실시 형태에서, 제2 금속의 입자간 원자 및 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖는 상기 제2 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 상기 제2 금속의 입자간 원자는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지한다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 $Ag_2CO_3$을 포함한다.

[0007] 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시

키는 단계를 포함하는, 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 상기 하나 이상의 기체는 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착은 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리된 공급원으로부터 유래하고, 추가로, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다.

[0008] 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖는 상기 금속의 결정립을 포함하는 다양한 금속 매트릭스 복합 재료가 본 출원에서 기재되며, 여기서, 상기 입자간 원자는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하고, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는 방법에 의해 제조되고, 상기 하나 이상의 기체는 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착은 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리된 공급원으로부터 유래하고, 추가로, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 40 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 산소 기체는 분자 산소 기체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 분자 산소 기체는 임의의 형태의 분자 산소 기체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 분자 산소 기체는 $O_2$, $O_3$, $O_3^+$, $O_2^+$, $O_2^-$, $O_3$, O, $O^+$, $O^-$, 이온화 오존, 준안정 여기 산소, 자유 전자, $H_2O_2$ 및 OH로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0009] 참조에 의한 포함

[0010] 본 명세서에서 언급된 모든 간행물, 특허 및 특허 출원은, 각각의 개별 간행물, 특허 또는 특허 출원이 참조로 포함되는 것으로 구체적이고 개별적으로 명시된 것처럼, 동일한 정도로 참조로 본 출원에 포함된다.

## *도면의 간단한 설명*

[0011] 본 발명의 신규한 특징들은 첨부된 청구 범위에서 구체적으로 제시된다. 본 발명의 특징 및 이점에 대한 보다 나은 이해는, 본 발명의 원리가 이용되는 예시적인 실시 형태를 제시하는 하기 상세한 설명 및 첨부된 도면을 참조하여 수득될 것이다:

**도 1**은 흡수층을 둘러싸는 2개의 메쉬 층으로 제조된 드레싱을 도시한 것이다. 상기 메쉬 층은 금속 매트릭스 복합재로 코팅된다. 상기 드레싱은 초음파 용접에 의해 함께 접착된다.

**도 2a**는 수산화 암모늄 가용성 은 및 684 와트 (380 볼트에서 1.8 Amp)의 스퍼터 전력에 대한 아르곤 작동 기체에 첨가된 물의 효과를 도시한 것이다. **도 2b**는 항미생물 검정의 성능을 도시한 것이다.

**도 3a**는 수산화 암모늄 가용성 은 및 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)의 스퍼터 전력에 대한 아르곤 작동 기체에 첨가된 물의 효과를 도시한 것이다. **도 3b**는 은 박막의 항미생물 활성에 대한 아르곤 작동 기체에 첨가된 물의 효과를 도시한 것이다.

**도 4**는 아르곤 작동 기체에 첨가된 다양한 수준의 물 및 2% 산소에 의해 생성된 암모늄 가용성 은의 양에 대한 효과를 도시한 것이다.

**도 5a**는 수산화 암모늄 가용성 Ag 및 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)의 스퍼터 전력에 대한 아르곤 작동 기체에 첨가된 물 및 산소의 효과를 도시한 것이다. **도 5b**는 항미생물 검정의 성능을 도시한 것이다.

**도 6a**는 다양한 유량의 액체 물에 산소가 존재하지 않는 아르곤에서 증착된 35% 은과 65% 금의 합금으로 구성된 금속 매트릭스 복합재의 항미생물 활성에 대한 아르곤 작동 기체에 첨가된 물의 효과를 도시한 것이다. **도 6b**는 물의 존재 및 부재하에 다양한 수준의 산소에서 증착된 35% 은과 65% 금의 합금으로 구성된 금속 매트릭스 복합재의 항미생물 활성에 대한 아르곤 작동 기체에 첨가된 물의 효과를 도시한 것이다.

**도 7a 및 7b**는 본 출원에서 기재된 수계 스퍼터링 공정을 사용하는 재료에 대한 결과를 도시한 것이다. 이러한 모든 재료는 **도 7a**에서 도시된 바와 같이 액티코트 (Acticoat) 드레싱보다 보다 더 빨리 홍반을 감소시키는 것

으로 관찰되었다. 유사한 결과가 **도 7b**에서 도시된 바와 같이 부종에서 관찰되었다.

**도 8a~8c**는 상업적으로 이용 가능한 나노결정질 재료 (**도 8a**) 및 본 출원에서 기재된 방법에 의해 합성된 금속 매트릭스 복합 재료 (**도 8b 및 8c**)에 대한 X선 회절 스펙트럼을 도시한 것이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0012] **I. 일반 개요**

[0013] 증착 공정에 의해 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 제공된다. 본 출원에서 개시된 금속 매트릭스 복합 재료는 항염증, 항세균, 항진균 및 살바이러스 적용에 유용하다. 본 출원에서 기재된 금속 매트릭스 복합재는 화상, 만성 상처, 수술 흉터, 건선 습진 및 아토피성 피부염을 비롯한 염증성 피부 병태의 치료를 위한 드레싱, 용액 및 키트를 포함하는 상처용 드레싱, 용액 및 키트 적용에 사용될 수 있다. 용액 제제를 포함하는 드레싱, 코팅, 용액 및 키트는 방광 병태 (예를 들어, 요로 감염, 요관 생물막 및 간질성 방광염), 폐 (예를 들어, 급성 호흡 곤란 증후군, 바이러스 및 세균성 폐렴), 안과 (예를 들어, 바이러스 결막염, 만성 눈 감염 및 눈 수술), 일반 외과 (예를 들어, 정형 외과, 수술 유착, 복강경 검사 및 로봇 수술), 사마귀, 심장, 외상성 손상, 이식물 및 감염된 임플란트를 비롯한 부위 특이적 적용에 유용하다.

[0014] 복합 작동 기체 혼합물을 사용하는 물리적 기상 증착 공정을 포함하는 다양한 방법이 본 출원에서 개시된다. 일부 실시 형태에서, 작동 기체 조성은 아르곤 (80~99.9%), 산소 (0~20%) 및 수증기를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 수증기는 물의 증기압을 제어하고 필요에 따라 작업에 어느 정도 동반되도록 하는 아르곤 유동 라인에서 0~100℃의 수온에 의해 제어된다. 50~90℃의 수온이 전형적으로 사용된다. 대안으로, 스파저와 함께 보다 낮은 수온을 사용하여 작은 기포를 도입하여 작동 기체 유동 내로 보다 많은 물을 동반할 수 있다.

[0015] 특정 양태에서, 증착 공정을 이용하는 방법이 본 출원에서 개시된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 공정은 독특한 나노구조의 금속 매트릭스를 형성하는 금속 기반 플라즈마의 독특한 구조 및 조성을 포함하는 스퍼터링 공정이다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합재는 은, 산화 은 및 수산화 은으로 구성될 수 있다. 다양한 양태에서, 상기 증착 공정 동안 형성되는 산화물 및 수산화물은 이러한 원자를 나노구조로서 보다 높은 에너지의 위치에 효과적으로 포획하는 유입 은 원자의 흡착 원자 확산을 제한한다. 일부 실시 형태에서, 이는 다수의 입자간 원자를 생성하는 추가 이점을 갖는다. 전형적으로, 이러한 원자는 모든 재료에서 발견되지만, 입자 결정 크기가 20 nm 미만으로 떨어지면, 결정립계의 수가 증가함에 따라 이들의 수는 중요해진다. 일부 양태에서, 입자간 원자는 입자 크기가 5 nm에 접근할 때 매트릭스 조성의 40~50%에 접근할 수 있다. 입자간 원자의 양은 생물학적 특성을 극적으로 변경시키는 재료의 화학적 및 물리적 특성에 영향을 미친다.

[0016] 물을 제거하기 위해 시스템을 저압 (고진공)으로 펌핑할 필요가 없는 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 물이 상기 증착 공정에 포함된다. 상기 재료의 생물학적 특성을 변화시키는 것에 추가하여, 본 출원에서 기재된 다양한 방법은 다른 물리적 기상 증착 공정보다 실행 비용이 훨씬 덜 든다. 본 출원에서 기재된 방법을 포함하지 않는 이러한 다른 물리적 기상 증착 공정에서, 증착 챔버는 상기 공정이 시작되기 전에 $10^{-7}$ Torr의 압력으로 배기되어 시스템으로부터 물을 제거하는데, 이는 물이 표면 상에 산화물을 형성하여 Al 및 Ta와 같은 타깃을 "오염시킬 (poison)" 것이기 때문이다. 이 경우, Ag-O 결합이 Ag-Ag 결합보다 더 약하므로, 이들은 형성될 때 표면에서 스퍼터링 제거되어 타깃은 결코 오염되지 않는다. 따라서, 본 출원에서 기재된 다양한 방법의 일부 실시 형태에서의 물의 함유는 물이 제거될 필요가 없기 때문에 스퍼터링이 개시되기 전에 증착 챔버의 보다 적은 배기 (보다 높은 기저 압력)를 가능하게 한다. 일부 실시 형태에서, 증착 전 증착 챔버의 보다 적은 배기는 보다 경제적인 공정을 가능하게 한다.

[0017] **II. 정의**

[0018] 본 명세서 및 첨부된 청구 범위에서 사용되는 단수 형태 ("한", "하나" 및 "상기")는 문맥이 명확히 달리 지시하지 않는다면 복수의 지시 대상을 포함한다. 따라서, 예를 들어, "상기 방법"에 대한 언급은 본 개시 내용 등을 정독할 때 당해 분야의 통상의 기술자들에게 명백해질 본 출원에서 기재된 유형의 하나 이상의 방법 및/또는 단계를 포함한다.

[0019] 양, 시간적 지속 기간 등과 같은 측정 가능한 값을 언급할 때 본 출원에서 사용되는 "약"은 명시된 값으로부터 ±20% 또는 ±10% 또는 ±5% 또는 심지어 ±1%의 변동을 포함하는 것을 의미하는데, 이는 이러한 변동이 개시된 조성물 또는 개시된 방법을 수행하기에 적절하기 때문이다. 특정 양태에서, 금속 매트릭스 복합재를 제조하는 방법이 본 출원에서 개시된다.

[0020] 금속 매트릭스 복합재 (metal matrix composite: MMC)는 적어도 2개의 구성 부분을 갖는 복합 재료이며, 하나는 반드시 금속이고, 나머지 재료는 세라믹 또는 유기 화합물과 같은 다른 금속 또는 또 다른 재료일 수 있다. 적어도 3개의 재료가 존재할 때, 이는 하이브리드 복합재라고 한다. (https://en.wikipedia.org/wiki/Metal_matrix_composite).

[0021] 플라즈마는 준중성 이온화 기체이다. 따라서, 이들은 양이온 및 음이온, 전자, 자유 라디칼, 광자, 준안정 및 여기 및 중성 원자와 분자로 이루어진다. (Fatemeh Rezaei,1,* Patrick Vanraes,2 Anton Nikiforov,1 Rino Morent,1 and Nathalie De Geyter1. Applications of Plasma-Liquid Systems: A Review. Materials (Basel). 2019 Sep; 12(17): 2751. Pub. online 2019 Aug 27. doi: 10.3390/ma12172751, PMCID: PMC674778, PMID: 31461960 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6747786/).

[0022] 산소 종 ($O_2^+$, $O_2^-$, $O_3$, O, $O^+$, $O^-$, 이온화 오존, 준안정 여기 산소 및 자유 전자)은 플라즈마에서 생성된다 (https://allwin21.com/plasma-cleaning/).

[0023] 물은 주로 수소 원자와 하이드록실 라디칼로 분해되는 것으로 공지되어 있으며, 하이드록실 라디칼은 수소와 산소 원자를 추가로 형성할 수 있다. (Shuaibov, AK & Shimon, L. & Dashchenko, AI & Shevera, Igor. (2001). Optical characteristics of the plasma of a glow discharge in a He/H2O mixture. Plasma Physics Reports. 27. 897-900. 10.1134/1.1409723.)

[0024] "SCCM"은 분 당 표준 입방 센티미터를 지칭한다.

[0025] "CFU"는 콜로니 형성 단위를 지칭한다.

[0026] "AAS"는 원자 흡수 분광법을 지칭한다.

[0027] 달리 정의되지 않는다면, 본 출원에서 사용된 모든 기술 용어 및 과학 용어는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 통상적으로 이해되는 바와 동일한 의미를 갖는다.

[0028] **III. 방법**

[0029] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 상기 방법은 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 공급원으로부터의 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 하나 이상의 기체는 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 공급원은 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리되고, 추가로, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 동안에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다.

[0030] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 액체 물이 상기 증착 챔버 외부에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되어 수증기로서 상기 증착 챔버에 진입한다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 분 당 약 0.5 마이크로리터 내지 분 당 약 11 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 분 당 약 7 마이크로리터 내지 분 당 약 10 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 분 당 약 9 마이크로리터의 유량으로 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된다.

[0031] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 액체 물은 주사기 펌프와 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 20℃ 내지 약 90℃의 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 40℃ 내지 약 60℃의 온도로 가열된다. 일부 실시 형태에서, 상기 액체 물은 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 50℃의 온도로 가열된다.

[0032] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 하나 이상의 기체가

증착 챔버 내에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 하나 이상의 기체는 불활성 기체이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 아르곤이다. 일부 실시 형태에서, 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어한다.

[0033] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 하나 이상의 기체가 증착 챔버 내에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 하나 이상의 기체는 불활성 기체이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 아르곤이다. 일부 실시 형태에서, 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 100 $cm^2$ 내지 1000 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 100 $cm^2$ 내지 1000 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 100 $cm^2$ 내지 1000 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 100 $cm^2$ 내지 1000 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 100 $cm^2$ 내지 1000 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 100 $cm^2$ 내지 1000 $cm^2$이다.

[0034] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 하나 이상의 기체가 증착 챔버 내에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 하나 이상의 기체는 불활성 기체이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 아르곤이다. 일부 실시 형태에서, 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 250 $cm^2$ 내지 약 300 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 250 $cm^2$ 내지 약 300 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 250 $cm^2$ 내지 약 300 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 250 $cm^2$ 내지 약 300 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 250 $cm^2$ 내지 약 300 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 250 $cm^2$ 내지 약 300 $cm^2$이다.

[0035] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 하나 이상의 기체가 증착 챔버 내에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 하나 이상의 기체는 불활성 기체이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 아르곤이다. 일부 실시 형태에서, 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 284 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기는 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 불활성 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 284 $cm^2$이다. 일부 실시

형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 284 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 284 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 284 $cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 산소 기체 질량 유량 제어기는 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하고, 여기서, 타깃의 활성 면적은 약 284 $cm^2$이다.

[0036] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 공급원과 상기 기판은 일정 거리만큼 분리되어 있다. 일부 실시 형태에서, 상기 공급원은 금속을 포함하는 타깃이다. 일부 실시 형태에서, 상기 거리는 약 1 센티미터 내지 약 20 센티미터이다. 일부 실시 형태에서, 상기 거리는 약 5 센티미터 내지 약 15 센티미터이다. 일부 실시 형태에서, 상기 거리는 약 10 센티미터이다.

[0037] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 1 x $10^{-7}$, 1 x $10^{-6}$, 1 x $10^{-5}$, 1 x $10^{-4}$, 1 x $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다.

[0038] 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-8}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-6}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-5}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-5}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-4}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-3}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 x $10^{-2}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 0.1 Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 1 Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 10 Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 100 Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 760 Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다.

[0039] 금속을 증착시키는 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속은 귀금속이다. 일부 실시 형태에서, 상기 귀금속은 은, 금, 백금, 팔라듐, 또는 이들의 조합이다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 적어도 2개의 금속을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 적어도 2개의 금속은 은 및 금을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 적어도 2개의 금속은 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은은 65%로 존재하고, 상기 금은 35%로 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 적어도 2개의 금속은 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은은 35%로 존재하고, 상기 금은 65%로 존재한다.

[0040] 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 추가의 금속 또는 금속 산화물을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 추가로 포함한다.

[0041] 금속 매트릭스 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 하나 이상의 기체가 증착 챔버 내로 도입된다. 일부 실시 형태에서, 상기 하나 이상의 기체는 불활성 기체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 불활성 기체는 아르곤이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 40 mTorr로 유지된다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 1 mTorr 내지 약 100 mTorr이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 1 mTorr 내지 약 10 mTorr, 약 1 mTorr 내지 약 20 mTorr, 약 1 mTorr 내지 약 30 mTorr, 약 1 mTorr 내지 약 40 mTorr, 약 1 mTorr 내지 약 50 mTorr, 약 1 mTorr 내지 약 100 mTorr, 약 10 mTorr 내지 약 20 mTorr, 약 10 mTorr 내지 약 30 mTorr, 약 10 mTorr 내지 약 40 mTorr, 약 10 mTorr 내지 약 50 mTorr, 약 10 mTorr 내지 약 100 mTorr, 약 20 mTorr 내지 약 30 mTorr, 약 20 mTorr 내지 약 40 mTorr, 약 20 mTorr 내지 약 50 mTorr, 약 20 mTorr 내지 약 100 mTorr, 약 30 mTorr 내지 약 40 mTorr, 약 30 mTorr 내지 약 50 mTorr, 약 30 mTorr 내지 약 100 mTorr, 약 40 mTorr 내지 약 50 mTorr, 약 40 mTorr 내지 약 100 mTorr, 또는 약 50 mTorr 내지 약 100 mTorr이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 챔버의 내부 압력은 약 1 mTorr, 약 10 mTorr, 약 20 mTorr, 약 30 mTorr, 약 40 mTorr, 약 50 mTorr 또는 약 100 mTorr이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 챔버의 내부 압력은 적어도 약 1 mTorr, 약 10 mTorr, 약 20 mTorr, 약 30 mTorr, 약 40 mTorr 또는 약 50 mTorr이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착 챔버의 내부 압력은 최대한으로 약 10 mTorr, 약 20 mTorr, 약 30 mTorr, 약 40 mTorr, 약 50 mTorr 또는 약 100 mTorr이다.

[0042] 기판 상에 증착된 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 고체이다. 일부 실시 형태에서, 상기 고체는 금속 호일, 유리 또는 실리콘을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 낮은 탈기체를 나타낸다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 임플란트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 임플란트는 스텐트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스텐트는 금속 스텐트이다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 중합체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 중합체는 고밀도 폴리에틸렌이다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 드레싱은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 드레싱은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 상기 증착 챔버 내부에서 선형 방식으로 이동한다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 상기 증착 챔버 내부에서 회전 방식으로 이동한다.

[0043] 금속 매트릭스 복합재를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 상기 방법은 금속을 증착시키는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착은 스퍼터링을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링은 DC 마그네트론 스퍼터링이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터링 전력은 약 190 와트 내지 약 950 와트 (380 볼트에서 0.5 내지 2.5 Amp)이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력은 약 380 와트 내지 약 760 와트 (380 볼트에서 1 Amp 내지 2 Amp)이다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링 전력은 약 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터 전력은 약 10 와트 내지 약 1,000 와트이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터 전력은 약 10 와트 내지 약 100 와트, 약 10 와트 내지 약 200 와트, 약 10 와트 내지 약 500 와트, 약 10 와트 내지 약 1,000 와트, 약 100 와트 내지 약 200 와트, 약 100 와트 내지 약 500 와트, 약 100 와트 내지 약 1,000 와트, 약 200 와트 내지 약 500 와트, 약 200 와트 내지 약 1,000 와트, 또는 약 500 와트 내지 약 1,000 와트이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터 전력은 약 10 와트, 약 100 와트, 약 200 와트, 약 500 와트 또는 약 1,000 와트이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터 전력은 적어도 약 10 와트, 약 100 와트, 약 200 와트 또는 약 500 와트이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터 전력은 최대한으로 약 100 와트, 약 200 와트, 약 500 와트 또는 약 1,000 와트이다.

[0044] 금속 매트릭스 복합재를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 여기서, 상기 방법은 금속을 증착시키는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착은 스퍼터링을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 스퍼터링은 DC 마그네트론 스퍼터링이다. 일부 실시 형태에서, 스퍼터링 전력 밀도는 약 0.1 $W/cm^2$ 내지 약 3 $W/cm^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 전력 밀도는 약 0.1 $W/cm^2$ 내지 약 0.9 $W/cm^2$, 약 0.1 $W/cm^2$ 내지 약 1.5 $W/cm^2$, 약 0.1 $W/cm^2$ 내지 약 1.8 $W/cm^2$, 약 0.1 $W/cm^2$ 내지 약 2 $W/cm^2$, 약 0.1 $W/cm^2$ 내지 약 2.5 $W/cm^2$, 약 0.1 $W/cm^2$ 내지 약 3 $W/cm^2$, 약 0.9 $W/cm^2$ 내지 약 1.5 $W/cm^2$, 약 0.9 $W/cm^2$ 내지 약 1.8 $W/cm^2$, 약 0.9 $W/cm^2$ 내지 약 2 $W/cm^2$,

약 0.9 W/cm$^2$ 내지 약 2.5 W/cm$^2$, 약 0.9 W/cm$^2$ 내지 약 3 W/cm$^2$, 약 1.5 W/cm$^2$ 내지 약 1.8 W/cm$^2$, 약 1.5 W/cm$^2$ 내지 약 2 W/cm$^2$, 약 1.5 W/cm$^2$ 내지 약 2.5 W/cm$^2$, 약 1.5 W/cm$^2$ 내지 약 3 W/cm$^2$, 약 1.8 W/cm$^2$ 내지 약 2 W/cm$^2$, 약 1.8 W/cm$^2$ 내지 약 2.5 W/cm$^2$, 약 1.8 W/cm$^2$ 내지 약 3 W/cm$^2$, 약 2 W/cm$^2$ 내지 약 2.5 W/cm$^2$, 약 2 W/cm$^2$ 내지 약 3 W/cm$^2$, 또는 약 2.5 W/cm$^2$ 내지 약 3 W/cm$^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 전력 밀도는 약 0.1 W/cm$^2$, 약 0.9 W/cm$^2$, 약 1.5 W/cm$^2$, 약 1.8 W/cm$^2$, 약 2 W/cm$^2$, 약 2.5 W/cm$^2$ 또는 약 3 W/cm$^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 전력 밀도는 적어도 약 0.1 W/cm$^2$, 약 0.9 W/cm$^2$, 약 1.5 W/cm$^2$, 약 1.8 W/cm$^2$, 약 2 W/cm$^2$ 또는 약 2.5 W/cm$^2$이다. 일부 실시 형태에서, 상기 전력 밀도는 최대한으로 약 0.9 W/cm$^2$, 약 1.5 W/cm$^2$, 약 1.8 W/cm$^2$, 약 2 W/cm$^2$, 약 2.5 W/cm$^2$ 또는 약 3 W/cm$^2$이다.

[0045] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 상기 방법은 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 하나 이상의 기체는 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 방법은 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$ mTorr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는다.

[0046] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 상기 방법은 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 방법은 하나 이상의 불활성 기체와 산소 기체의 조합으로 상기 증착 챔버를 가압하는 단계를 포함하고, 여기서, 상기 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착은 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리된 공급원으로부터 유래한다.

[0047] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재되며, 상기 방법은 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 여기서, 복합 작동 기체 혼합물은 불활성 기체, 산소 기체 및 수증기를 포함한다.

[0048] 일부 실시 형태에서, 상기 증착의 지속 기간은 약 0.01 시간 내지 약 100 시간이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착의 지속 기간은 약 0.01 시간 내지 약 0.1 시간, 약 0.01 시간 내지 약 1 시간, 약 0.01 시간 내지 약 50 시간, 약 0.01 시간 내지 약 100 시간, 약 0.1 시간 내지 약 1 시간, 약 0.1 시간 내지 약 50 시간, 약 0.1 시간 내지 약 100 시간, 약 1 시간 내지 약 50 시간, 약 1 시간 내지 약 100 시간, 또는 약 50 시간 내지 약 100 시간이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착의 지속 기간은 약 0.01 시간, 약 0.1 시간, 약 1 시간, 약 50 시간 또는 약 100 시간이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착의 지속 기간은 적어도 약 0.01 시간, 약 0.1 시간, 약 1 시간 또는 약 50 시간이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착의 지속 기간은 최대한으로 약 0.1 시간, 약 1 시간, 약 50 시간 또는 약 100 시간이다.

[0049] 일부 실시 형태에서, 상기 증착은 100 시간 초과이다. 일부 실시 형태에서, 상기 증착은 20개의 캐소드를 갖는 기계에서 50 시간이고, 여기서, 상기 기판은 롤투롤 공정 (roll to roll process)에서 시간 당 20.8 미터의 선형 속도로 이동한다.

[0050] 일부 실시 형태에서, 물이 나노결정질 귀금속을 기판 상에 증착시키기 위해 산소 및 불활성 기체와 함께 사용된다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 불활성 기체의 존재하에 물과 산소 사이의 상승 작용 관계를 이용한다.

[0051] 일부 실시 형태에서, 물과 산소의 존재는 산소만이 사용되는 경우에 가능한 것보다 훨씬 더 높은 전력으로 본 출원에서 기재된 바와 같은 금속 매트릭스 복합 재료의 증착을 가능하게 한다. 이러한 실시 형태에서, 보다 높은 전력은 보다 높은 반응 속도를 초래한다. 이러한 실시 형태에서, 아르곤은 95.75%로 존재하며, 4.25%의 산소가 2.4 와트/cm$^2$로 사용된다.

[0052] 일부 실시 형태에서, 낮은 기저 압력이 스퍼터링 전에 수득된다. 이러한 실시 형태에서, 상기 공정은 플라즈마를 타격하기 전에 작동 기체에 산소를 도입함으로써 개시된다.

[0053] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 본 출원에서 기재된 바와 같은 방법의 증착 단계 후에 이산화 탄소 환경에 노출된다. 일부 실시 형태에서, 이산화 탄소는 약 100 ppm 내지 약 1,000,000 ppm으로 이산화 탄소 환경에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 이산화 탄소는약 100 ppm 내지 약 200 ppm, 약 100 ppm 내지 약 400 ppm, 약 100 ppm 내지 약 1,000 ppm, 약 100 ppm 내지 약 1,000,000 ppm, 약 200 ppm 내지 약 400 ppm, 약 200 ppm 내지 약 1,000 ppm, 약 200 ppm

내지 약 1,000,000 ppm, 약 400 ppm 내지 약 1,000 ppm, 약 400 ppm 내지 약 1,000,000 ppm, 또는 약 1,000 ppm 내지 약 1,000,000 ppm으로 이산화 탄소 환경에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 이산화 탄소는 약 100 ppm, 약 200 ppm, 약 400 ppm, 약 1,000 ppm 또는 약 1,000,000 ppm으로 이산화 탄소 환경에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 이산화 탄소는 적어도 약 100 ppm, 약 200 ppm, 약 400 ppm 또는 약 1,000 ppm으로 이산화 탄소 환경에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 이산화 탄소는 최대한으로 약 200 ppm, 약 400 ppm, 약 1,000 ppm 또는 약 1,000,000 ppm으로 이산화 탄소 환경에 존재한다. 일부 실시 형태에서, 상기 이산화 탄소 환경은 순수한 이산화 탄소이다.

[0054] **A. 항미생물 효과에 대한 검정**

[0055] 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 항미생물 효과를 검정하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 코팅의 항미생물 효과는 로그 감소 테스트를 사용하여 테스트되었다. 일부 실시 형태에서, 슈도모나스 아에루기노사 (*P. aeruginosa*)의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 일부 실시 형태에서, 상기 방법은 1.05 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 일부 실시 형태에서, 드레싱은 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조되었다. 일부 실시 형태에서, 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 일부 실시 형태에서, 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 일부 실시 형태에서, 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (sodium thioglycolate saline: STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 펩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 일부 실시 형태에서, 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다. 일부 실시 형태에서, 하기 식이 사용되었다:

[0056] [식 1]

[0057] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0058] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0059] 일부 실시 형태에서, 상기 CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0060] **B. 드레싱 내의 은 총량의 측정**

[0061] 드레싱 내의 은 총량을 측정하는 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (Atomic Absorption Spectrophotometer: AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0062] **C. 드레싱 내의 수산화 암모늄 가용성 은 양의 측정**

[0063] 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 드레싱 내의 산화 은 양의 추정은 상기 금속 매트릭스 복합 재료를 용해시킴으로써 이루어졌다. 일부 실시 형태에서, 1 인치$^2$의 드레싱을 14.5 몰 수산화 암모늄 20 mL에서 10분 동안 침지시켰다. 일부 실시 형태에서, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, 원자 흡수 분광법 (AAS)을 사용하여 분석하였다.

[0064] 일반적으로, 본 개시 내용의 방법은 금속 매트릭스 복합재를 제조하는 것을 포함한다. 전형적으로, 상기 금속 매트릭스 복합재는 이를 수산화 암모늄에 용해시키고 AAS를 사용하여 용해된 물질을 분석함으로써 특성화된다. **도 2a**는 수산화 암모늄 가용성 은 및 684 와트 (380 볼트에서 1.8 Amp)에 대한 물의 효과를 도시한 것이다. y 축은 AAS에 의해 특성화될 때 수산화 암모늄 가용성 은의 백분율을 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버 내로 진입할 때 또는 그 전에 수증기를 형성하는, 상기 방법에 사용된 액체 물의 유량을 표시한 것이다. **도 2b**는, 일부 경우에서 684와트가 사용되고 액체 물이 분 당 마이크로리터의 다양한 유량으로 도입될 때, 상기 금속 매트릭스 복합재의 항미생물 활성에 대한 물의 효과를 도시한 것이다. y 축은 밀리리터 당 CFU의 로그 감소를 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버 내로 진입할 때 또는 그 전에 수증기를 형성하는, 상기 방법에 사용된 액체 물의 유량을 표시한 것이다.

[0065] 본 출원에서 기재된 다양한 예에서, 본 개시 내용의 방법은 금속 매트릭스 복합재를 제조하는 것을 포함한다. 전형적으로, 상기 금속 매트릭스 복합재는 이를 수산화 암모늄에 용해시키고 AAS를 사용하여 용해된 물질을 분석함으로써 특성화된다. **도 3a**는 수산화 암모늄 가용성 은 및 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)에 대한 물의 효과를 도시한 것이다. y 축은 AAS에 의해 특성화될 때 수산화 암모늄 가용성 은의 백분율을 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버 내로 진입할 때 또는 그 전에 수증기를 형성하는, 상기 방법에 사용된 액체 물의 유량을 표시한 것이다. **도 3b**는, 일부 경우에서 685와트 (380 볼트에서 1.8 Amp)의 스퍼터 전력이 사용되고 액체 물이 분 당 마이크로리터의 다양한 유량으로 도입될 때, 상기 금속 매트릭스 복합재의 항미생물 활성에 대한 물의 효과를 도시한 것이다. y 축은 CFU/mL의 로그 감소를 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버 내로 진입할 때 또는 그 전에 수증기를 형성하는, 상기 방법에 사용된 액체 물의 유량을 표시한 것이다.

[0066] 본 출원에서 기재된 다양한 예에서, 본 개시 내용의 방법은 금속 매트릭스 복합재를 제조하는 것을 포함한다. 전형적으로, 상기 금속 매트릭스 복합재는 이를 수산화 암모늄에 용해시키고 AAS를 사용하여 용해된 물질을 분석함으로써 특성화된다. **도 4**는 실행 당 사용된 다양한 수준의 액체 물 및 일정한 2% 산소에 의해 생성된 암모늄 가용성 은의 양에 대한 효과를 도시한 것이다. y 축은 AAS에 의해 특성화될 때 수산화 암모늄 가용성 은의 백분율을 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버 내로 진입할 때 또는 그 전에 수증기를 형성하는, 상기 방법에 사용된 액체 물의 유량을 표시한 것이다.

[0067] 금속 매트릭스 복합재를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합재는 수산화 암모늄 가용성 은의 양에 대해 특성화된다. **도 5a**는 수산화 암모늄 가용성 Ag 및 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)에 대한 $H_2O$ 및 $O_2$의 효과를 도시한 것이다. y 축은 AAS에 의해 특성화될 때 수산화 암모늄 가용성 은의 백분율을 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버 내로 흐르는 다양한 백분율의 산소를 표시한 것이다. 실선 기록은 571 와트의 스퍼터 전력 및 분 당 9 마이크로리터의 액체 물 유량을 사용하여 상기 방법의 일부 실시 형태에서 형성된 금속 매트릭스 복합재로부터 취해진 데이터를 플롯팅한 것이다. 파선 기록은 571 와트의 스퍼터 전력 및 액체 물 부재를 사용하여 상기 방법의 일부 실시 형태에서 형성된 금속 매트릭스 복합재로부터 취해진 데이터를 플롯팅한 것이다. **도 5b**는 물의 존재 및 부재하에 산소 농도에 따른 슈도모나스 아에루기노사의 로그 감소를 도시한 것이다. y 축은 밀리리터 당 CFU의 로그 감소를 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버 내로 흐르는 다양한 백분율의 산소를 표시한 것이다. 파선 기록은 571 와트의 스퍼터 전력 및 액체 물 부재를 사용하여 상기 방법의 일부 실시 형태에서 형성된 금속 매트릭스 복합재로부터 취해진 데이터를 플롯팅한 것이다. 실선 기록은 571 와트의 스퍼터 전력 및 분 당 9 마이크로리터의 액체 물 유량을 사용하여 상기 방법의 일부 실시 형태에서 형성된 금속 매트릭스 복합재로부터 취해진 데이터를 플롯팅한 것이다.

[0068] **도 6a**는 아르곤하에 증착된 Ag/Au (35%/65%) 합금의 항미생물 활성에 대한 물의 효과를 도시한 것이다. y 축은 밀리리터 당 CFU의 로그 감소를 표시한 것이다. x 축은 분 당 마이크로리터의 다양한 유량으로 사용되는 액체 물의 양을 표시한 것이다. **도 6b**는 다양한 산소 농도에서 증착된 35% 은 및 65% 금 박막으로 구성된 금속 매트릭스 복합재의 항미생물 활성에 대한 물의 효과를 도시한 것이다. y 축은 밀리리터 당 CFU의 로그 감소를 표시한 것이다. x 축은 증착 챔버에 존재하는 산소의 백분율을 표시한 것이다. 실선 기록은 분 당 8 마이크로리터의 액체 물 유량으로 35% 은 및 65% 금을 포함하는 금속 매트릭스 복합재의 검정 성능을 표시한 것이다. 파선 기록은 물이 사용되지 않고 35% 은 및 65% 금을 포함하는 금속 매트릭스 복합재의 검정 성능을 표시한 것이다.

[0069] **IV. 재료**

[0070] 금속 매트릭스 복합 재료의 다양한 조성이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 금속 매트릭스 복합 재료는 금속의 입자간 원자를 포함하고, 여기서, 상기 금속의 결정립은 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 상기 입자간 원자는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지한다. 일부 실시 형태에서, 상기 결정립의 중간 크기는 약 2 nm 내지 약 15 nm이고, 상기 금속의 입자간 원자는 상기 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 상기 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지한다. 일부 실시 형태에서, 상기 결정립의 중간 크기는 약 5 nm 내지 약 15 nm이고, 상기 금속의 입자간 원자는 상기 재료의 단위 표면적 당 약 40% 내지 상기 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지한다.

[0071] 일부 실시 형태에서, 제2 금속의 입자간 원자 및 상기 제2 금속의 결정립은 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 여기서, 상기 제2 금속의 입자간 원자는 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지한다.

[0072] 일부 실시 형태에서, 상기 금속은 은 또는 금이다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속은 은과 금 합금이다. 일부

실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 막은 금속, 반응 생성물, 미반응 산소 및 물을 함유한다. 일부 실시 형태에서, 상기 반응 생성물은 상기 금속의 산화물이다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속은 귀금속이다.

[0073] 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 20% 미만의 산소를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 1% 초과의 산소를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 6% 미만의 산소를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 2% 초과의 산소를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 은 복합 재료는 6% 미만의 산소를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 은 매트릭스 복합 재료는 6% 산소를 함유하는데, 4% 산소는 산화 은에 함유되어 있고, 나머지 산소는 물 및 분자 산소로부터 유래한다. 일부 실시 형태에서, 상기 은 매트릭스 복합 재료는 암모니아에 가용성인 재료를 60% 함유하는데, 여기서, 약 38% 내지 약 40%의 은은 은 금속에 함유되어 있고, 약 52 내지 56%의 은은 산화 은에 함유되어 있다. 이러한 실시 형태에서, 상기 은 매트릭스 복합 재료는 산화 은, 물 및 분자 산소 형태의 약 4 내지 6%의 산소를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 산화 은, 물 및 분자 산소로부터의 적어도 2%의 산소를 함유한다.

[0074] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료는 적어도 상처 치료를 포함하는 적용을 위한 드레싱으로 사용된다. 일부 실시 형태에서, 드레싱은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 드레싱은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 중합체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 상기 중합체는 고밀도 폴리에틸렌이다. 일부 실시 형태에서, 상기 기판은 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함한다. **도 1**은 면 흡수층을 둘러싸는 두 개의 메쉬 층으로 제조된 드레싱을 도시한 것이다. 상기 메쉬 층은 금속 매트릭스 복합재로 코팅된다. 상기 드레싱은 초음파 용접에 의해 함께 접착된다.

[0075] 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합재는 상기 기판으로부터 제거된다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합재는 용액에서 적어도 부분적인 용해에 의해 제거된다. 일부 실시 형태에서, 상기 금속 매트릭스 복합재는 수용액에서 적어도 부분적인 용해에 의해 제거된다. 일부 실시 형태에서, 상기 수용액은 약 3~10의 pH를 나타낸다. 일부 실시 형태에서, 상기 수용액은 약 4~9의 pH 범위를 나타낸다. 일부 실시 형태에서, 상기 수용액은 약 6~8의 pH 범위를 나타낸다. 일부 실시 형태에서, 상기 수용액은 약 7의 pH를 나타낸다. 일부 실시 형태에서, 상기 수용액은 폐 적용을 위한 전달 장치에 의해 환자에게 투여된다. 일부 실시 형태에서, 상기 전달 장치는 네불라이저이다. 일부 실시 형태에서, 상기 수용액은 기관지 폐포 세척 (bronchial alveolar lavage: BAL)에 사용된다.

[0076] 홍반 및 부종의 치료를 위한 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하기 위한 다양한 방법이 본 출원에서 기재된다. 일부 실시 형태에서, 본 출원에서 기재된 다양한 방법 및 조성물에 의해 제조된 금속 매트릭스 복합 재료를 포함하는 드레싱은 홍반 또는 부종을 치료하는데 사용된다. 이러한 치료에 대한 결과는 **도 7a 및 7b**에 요약되어 있다. 본 출원에서 기재된 방법을 사용하여 제조된 금, 은 또는 이들의 조합을 다양한 양으로 포함하는 다양한 금속 매트릭스 복합 재료는 **도 7a**에서 도시된 바와 같이 액티코트 드레싱보다 훨씬 더 빨리 홍반을 감소시키는 것으로 밝혀졌다. **도 7a**의 y 축은 홍반 점수를 표시한 것이며, x 축은 시간을 일 단위로 표시한 것이다. 홍반 점수 범위는 1 내지 4이며, 보다 큰 수치는 병태의 보다 높은 중증도를 의미한다. 첫 번째 치료는 식염수 대조군을 사용하였으며, 굵은 선 시리즈로 표시된다. 두 번째 치료는 액티코트를 사용하였으며, 작은 파선으로 표시된다. 세 번째 치료는 본 출원에서 기재된 방법에 의해 제조된 금속 매트릭스 복합 재료를 사용하였고, 은보다 더 많은 백분율의 금을 함유하고, 큰 파선으로 표시된다. 네 번째 치료는 본 출원에서 기재된 방법에 의해 제조된 금속 매트릭스 복합 재료를 사용하였고, 은보다 더 적은 백분율의 금을 함유하고, 큰 파선-점선 시리즈로 표시된다. 다섯 번째 치료는 본 출원에서 기재된 방법에 의해 제조된 은, 산소, 아르곤, 물 또는 이들의 조합을 함유하는 금속 매트릭스 복합 재료를 사용하였으며, 중간 파선 시리즈로 표시된다. **도 7b**는 부종의 치료를 위한, 본 출원에서 기재된 바와 같은 방법에 의해 제조된 금속 매트릭스 복합재의 다양한 실시 형태를 포함하는 다양한 드레싱의 적용에 대한 결과를 플롯팅한 것이다. 상기 결과는 **도 7a**에 대해 기재된 바와 동일한 방식으로 제시된다.

[0077] 일부 실시 형태에서, x선 회절은 상기 재료를 특성화하는데 사용된다. **도 8a~8c**는 상업적으로 이용 가능한 나노결정질 재료 (**도 8a**) 및 본 출원에서 기재된 방법에 의해 합성된 금속 매트릭스 복합 재료 (**도 8b 및 8c**)에 대한 X선 회절 스펙트럼을 도시한 것이다.

[0078] **번호화된 실시 형태**

[0079] 하기 실시 형태는 본 출원에서 개시된 특징의 조합의 비제한적인 순열을 인용한다. 특징의 조합의 다른 순열도 또한 고려된다. 특히, 이들 번호의 실시 형태 각각은 열거된 순서와 관계 없이 모든 이전 또는 후속 번호의 실시 형태에 종속되거나 이와 관련되는 것으로 고려된다. 실시 형태 1. 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법으로서, 상기 방법이 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 공급원으로부터의 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 공급원이 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리되고, 추가로, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 및/또는 동안에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 2. 실시 형태 1에 있어서, 상기 증착 동안의 기저 압력이 약 $10^{-7}$ Torr 이상인, 방법. 실시 형태 3. 실시 형태 1 또는 2에 있어서, 추가로, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 4. 실시 형태 1 내지 3 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 하나 이상의 기체가 불활성 기체를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 5. 실시 형태 1 내지 4 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 액체 물이 상기 증착 챔버 외부에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되어 수증기로서 상기 증착 챔버에 진입하는, 방법. 실시 형태 6. 실시 형태 1 내지 5 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 산소 기체가 분자 산소 기체를 포함하는, 방법. 실시 형태 7. 실시 형태 1 내지 6 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 분자 산소 기체가 임의의 형태의 분자 산소 기체를 포함하는, 방법. 실시 형태 8. 실시 형태 1 내지 6 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 분자 산소 기체가 $O_2$, $O_3$, $O_3^+$, $O_2^+$, $O_2^-$, $O_3$, O, $O^+$, $O^-$, 이온화 오존, 준안정 여기 산소, 자유 전자, $H_2O_2$ 및 OH로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 방법. 실시 형태 9. 실시 형태 1 내지 8 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 10. 실시 형태 1 내지 9 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 약 90% 내지 약 99%로 존재하고, 상기 산소 기체가 약 1% 내지 약 10%로 존재하고, 상기 수증기가 상기 하나 이상의 기체의 전체 몰 조성의 약 0.01% 내지 약 5%로 존재하는, 방법. 실시 형태 11. 실시 형태 1 내지 10 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 약 94% 내지 약 96%로 존재하고, 상기 산소 기체가 약 1% 내지 약 5%로 존재하고, 상기 수증기가 상기 하나 이상의 기체의 전체 조성의 약 0.01% 내지 약 2%로 존재하는, 방법. 실시 형태 12. 실시 형태 1 내지 11 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 약 95% 내지 약 96%로 존재하고, 상기 산소 기체가 약 1% 내지 약 4.5%로 존재하고, 상기 수증기가 상기 하나 이상의 기체의 약 0.03% 내지 약 1.02%로 존재하는, 방법. 실시 형태 13. 실시 형태 1 내지 12 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 14. 실시 형태 1 내지 13 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 0.5 마이크로리터 내지 분 당 약 11 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 15. 실시 형태 1 내지 14 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 7 마이크로리터 내지 분 당 약 10 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 16. 실시 형태 1 내지 15 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 9 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 17. 실시 형태 1 내지 16 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 액체 물이 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 18. 실시 형태 1 내지 17 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기의 다운스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 19. 실시 형태 1 내지 18 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 전체 조성의 1.02 퍼센트 조성을 초과할 때, 상기 액체 물이 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기의 다운스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 20. 실시 형태 1 내지 19 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 증기가 상기 증착 챔버 내로 직접 주입되는, 방법. 실시 형태 21. 실시 형태 1 내지 20 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 22. 실시 형태 1 내지 21 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 23. 실시 형태 1 내지 22 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 24. 실시 형태 1 내지 23 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 25. 실시 형태 1 내지 24 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기

증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 26. 실시 형태 1 내지 25 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 27. 실시 형태 1 내지 26 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 20℃ 내지 약 80℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 28. 실시 형태 1 내지 27 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 40℃ 내지 약 60℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 29. 실시 형태 1 내지 28 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 50℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 30. 실시 형태 1 내지 29 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 1 센티미터 내지 약 20 센티미터인, 방법. 실시 형태 31. 실시 형태 1 내지 30 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 5 센티미터 내지 약 15 센티미터인, 방법. 실시 형태 32. 실시 형태 1 내지 31 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 10 센티미터인, 방법. 실시 형태 33. 실시 형태 1 내지 32 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$, $10^{-6}$, $10^{-5}$, $10^{-4}$, $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 34. 실시 형태 1 내지 33 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 금속이 귀금속인, 방법. 실시 형태 35. 실시 형태 1 내지 34 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 귀금속이 은, 금, 백금, 팔라듐 또는 이들의 조합인, 방법. 실시 형태 36. 실시 형태 1 내지 35 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 적어도 2개의 금속을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는, 방법. 실시 형태 37. 실시 형태 1 내지 36 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하는, 방법. 실시 형태 38. 실시 형태 1 내지 37 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 65%로 존재하고, 상기 금이 35%로 존재하는, 방법. 실시 형태 39. 실시 형태 1 내지 37 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 35%로 존재하고, 상기 금이 65%로 존재하는, 방법. 실시 형태 40. 실시 형태 1 내지 39 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 추가의 금속 또는 금속 산화물을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 41. 실시 형태 1 내지 40 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 아르곤인, 방법. 실시 형태 42. 실시 형태 1 내지 41 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 43. 실시 형태 1 내지 42 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 44. 실시 형태 1 내지 43 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 40 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 45. 실시 형태 1 내지 44 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고체인, 방법. 실시 형태 46. 실시 형태 1 내지 45 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 고체가 금속 호일, 유리 또는 실리콘을 포함하는, 방법. 실시 형태 47. 실시 형태 1 내지 46 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 낮은 탈기체를 나타내는, 방법. 실시 형태 48. 실시 형태 1 내지 47 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 임플란트인, 방법. 실시 형태 49. 실시 형태 1 내지 48 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 임플란트가 스텐트인, 방법. 실시 형태 50. 실시 형태 1 내지 49 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스텐트가 금속 스텐트인, 방법. 실시 형태 51. 실시 형태 1 내지 50 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 중합체를 포함하는, 방법. 실시 형태 52. 실시 형태 1 내지 51 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 중합체가 고밀도 폴리에틸렌인, 방법. 실시 형태 53. 실시 형태 1 내지 52 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 54. 실시 형태 1 내지 53 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 55. 실시 형태 1 내지 54 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함하는, 방법. 실시 형태 56. 실시 형태 1 내지 55 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착이 스퍼터링을 포함하는, 방법. 실시 형태 57. 실시 형태 1 내지 56 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링이 DC 마그네트론 스퍼터링인, 방법. 실시 형태 58. 실시 형태 1 내지 57 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 스퍼터링 전력이 약 190 와트 내지 약 950 와트인, 방법. 실시 형태 59. 실시 형태 1 내지 58 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 380 와트 내지 약 760 와트인, 방법. 실시 형태 60. 실시 형태 1 내지 59 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 570 와트 내지 약 684 와트인, 방법. 실시 형태 61. 실시 형태 1 내지 60 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력 밀도가 약 0.7 와트/$cm^2$ 내지 약 3.3 와트/$cm^2$인, 방법. 실시 형태 62. 실시 형태 1 내지 61 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력 밀도가 약 1.3 내지 약 2.7 와트/$cm^2$인, 방법. 실시 형태 63. 실시 형태 1 내지 62 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력 밀도가 약 2.0 내지

약 2.4 와트/$cm^2$인, 방법. 실시 형태 64. 실시 형태 1 내지 63 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력 밀도가 약 2.4 와트/$cm^2$인, 방법. 실시 형태 65. 실시 형태 1 내지 64 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 약 95 내지 약 96%로 존재하고, 상기 산소 기체가 약 1 내지 약 4.5%로 존재하고, 상기 수증기가 약 2.8%로 존재하고, 상기 스퍼터링 전력 밀도가 약 2.4 W/$cm^2$인, 방법. 실시 형태 66. 실시 형태 1 내지 65 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 금속 매트릭스 복합 재료가 상기 증착 후에 적어도 200 ppm의 이산화탄소 환경에 노출되는, 방법. 실시 형태 67. 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법으로서, 상기 방법이 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 및/또는 동안에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 68. 실시 형태 67에 있어서, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전에 약 $10^{-7}$ mTorr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 69. 실시 형태 67 또는 68에 있어서, 추가로, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ mTorr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 70. 실시 형태 67 내지 69 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 액체 물이 상기 증착 챔버 외부에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되어 수증기로서 상기 증착 챔버에 진입하는, 방법. 실시 형태 71. 실시 형태 67 내지 70 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 72. 실시 형태 67 내지 71 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 73. 실시 형태 67 내지 72 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 0.5 마이크로리터 내지 분 당 약 11 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 74. 실시 형태 67 내지 73 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 7 마이크로리터 내지 분 당 약 10 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 75. 실시 형태 67 내지 74 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 9 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 76. 실시 형태 67 내지 75 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 77. 실시 형태 67 내지 76 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 78. 실시 형태 67 내지 77 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 79. 실시 형태 67 내지 78 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 80. 실시 형태 67 내지 79 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 81. 실시 형태 67 내지 80 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 82. 실시 형태 67 내지 81 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 20℃ 내지 약 80℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 83. 실시 형태 67 내지 82 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 40℃ 내지 약 60℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 84. 실시 형태 67 내지 83 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 50℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 85. 실시 형태 67 내지 84 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 공급원과 상기 기판 사이의 거리가 약 1 센티미터 내지 약 20 센티미터인, 방법. 실시 형태 86. 실시 형태 67 내지 85 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 5 센티미터 내지 약 15 센티미터인, 방법. 실시 형태 87. 실시 형태 67 내지 86 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 10 센티미터인, 방법. 실시 형태 88. 실시 형태 67 내지 87 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$, $10^{-6}$, $10^{-5}$, $10^{-4}$, $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 89. 실시 형태 67 내지 88 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 금속이 귀금속인, 방법. 실시 형태 90. 실시 형태 67 내지 89 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 귀금속이 은, 금, 백금, 팔라듐 또는 이들의 조합인, 방법. 실시 형태 91. 실시 형태 67 내지 90 중 어느 한 실시 형태에 있

어서, 상기 방법이 적어도 2개의 금속을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는, 방법. 실시 형태 92. 실시 형태 67 내지 91 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하는, 방법. 실시 형태 93. 실시 형태 67 내지 92 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 65%로 존재하고, 상기 금이 35%로 존재하는, 방법. 실시 형태 94. 실시 형태 67 내지 92 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 35%로 존재하고, 상기 금이 65%로 존재하는, 방법. 실시 형태 95. 실시 형태 67 내지 94 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 추가의 금속 또는 금속 산화물을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 96. 실시 형태 67 내지 95 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 하나 이상의 기체가 불활성 기체를 포함하는, 방법. 실시 형태 97. 실시 형태 67 내지 96 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 아르곤인, 방법. 실시 형태 98. 실시 형태 67 내지 97 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 99. 실시 형태 67 내지 98 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 100. 실시 형태 67 내지 99 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 40 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 101. 실시 형태 67 내지 100 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고체인, 방법. 실시 형태 102. 실시 형태 67 내지 101 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 고체가 금속 호일, 유리 또는 실리콘을 포함하는, 방법. 실시 형태 103. 실시 형태 67 내지 102 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 낮은 탈기체를 나타내는, 방법. 실시 형태 104. 실시 형태 67 내지 103 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 임플란트인, 방법. 실시 형태 105. 실시 형태 67 내지 104 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 임플란트가 스텐트인, 방법. 실시 형태 106. 실시 형태 67 내지 105 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스텐트가 금속 스텐트인, 방법. 실시 형태 107. 실시 형태 67 내지 106 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 중합체를 포함하는, 방법. 실시 형태 108. 실시 형태 67 내지 107 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 중합체가 고밀도 폴리에틸렌인, 방법. 실시 형태 109. 실시 형태 67 내지 108 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 110. 실시 형태 67 내지 109 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 111. 실시 형태 67 내지 110 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함하는, 방법. 실시 형태 112. 실시 형태 67 내지 111 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착이 스퍼터링을 포함하는, 방법. 실시 형태 113. 실시 형태 67 내지 112 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링이 DC 마그네트론 스퍼터링인, 방법. 실시 형태 114. 실시 형태 67 내지 113 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 스퍼터링 전력이 약 190 와트 내지 약 950 와트인, 방법. 실시 형태 115. 실시 형태 67 내지 114 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 380 와트 내지 약 760 와트인, 방법. 실시 형태 116. 실시 형태 67 내지 115 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 571 와트인, 방법. 실시 형태 117. 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법으로서, 상기 방법이 하나 이상의 불활성 기체와 산소 기체의 조합의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 여기서, 상기 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착이 공급원으로부터 유래하고, 상기 공급원이 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리되는, 방법. 실시 형태 118. 실시 형태 117에 있어서, 상기 방법이 상기 증착 전에 상기 챔버를 배기시키는 단계를 포함하는, 방법. 실시 형태 119. 실시 형태 117 또는 118에 있어서, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$, $10^{-6}$, $10^{-5}$, $10^{-4}$, $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 120. 실시 형태 117 내지 119 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 챔버를 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 재가압하는 단계를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 121. 실시 형태 117 내지 120 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 챔버를 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 재가압하는 단계를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 122. 실시 형태 117 내지 121 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 챔버를 약 40 mTorr로 재가압하는 단계를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 123. 실시 형태 117 내지 122 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 액체 물이 상기 증착 챔버 외부에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되어 수증기로서 상기 증착 챔버에 진입하는, 방법. 실시 형태 124. 실시 형태 117 내지 123 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 불활성 기체 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 125. 실시 형태 117 내지 124 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 126. 실시 형태 117 내지 125 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 0.5 마이크로리터 내지 분 당 약 11 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 127. 실시 형태 117 내지 126

중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 7 마이크로리터 내지 분 당 약 10 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 128. 실시 형태 117 내지 127 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 9 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 129. 실시 형태 117 내지 128 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 130. 실시 형태 117 내지 129 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 131. 실시 형태 117 내지 130 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 132. 실시 형태 117 내지 131 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 133. 실시 형태 117 내지 132 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 134. 실시 형태 117 내지 133 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 135. 실시 형태 117 내지 134 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 20℃ 내지 약 80℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 136. 실시 형태 117 내지 135 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 40℃ 내지 약 60℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 137. 실시 형태 117 내지 136 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 50℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 138. 실시 형태 117 내지 137 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 1 센티미터 내지 약 20 센티미터인, 방법. 실시 형태 139. 실시 형태 117 내지 138 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 5 센티미터 내지 약 15 센티미터인, 방법. 실시 형태 140. 실시 형태 117 내지 139 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 10 센티미터인, 방법. 실시 형태 141. 실시 형태 117 내지 140 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$, $10^{-6}$, $10^{-5}$, $10^{-4}$, $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 142. 실시 형태 117 내지 141 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 금속이 귀금속인, 방법. 실시 형태 143. 실시 형태 117 내지 142 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 귀금속이 은, 금, 백금, 팔라듐 또는 이들의 조합인, 방법. 실시 형태 144. 실시 형태 117 내지 143 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 적어도 2개의 금속을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는, 방법. 실시 형태 145. 실시 형태 117 내지 144 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하는, 방법. 실시 형태 146. 실시 형태 117 내지 145 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 65%로 존재하고, 상기 금이 35%로 존재하는, 방법. 실시 형태 147. 실시 형태 117 내지 145 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 35%로 존재하고, 상기 금이 65%로 존재하는, 방법. 실시 형태 148. 실시 형태 117 내지 147 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 추가의 금속 또는 금속 산화물을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 149. 실시 형태 117 내지 148 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 하나 이상의 기체가 불활성 기체를 포함하는, 방법. 실시 형태 150. 실시 형태 117 내지 149 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 아르곤인, 방법. 실시 형태 151. 실시 형태 117 내지 150 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 152. 실시 형태 117 내지 151 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 153. 실시 형태 117 내지 152 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 40 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 154. 실시 형태 117 내지 153 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고체인, 방법. 실시 형태 155. 실시 형태 117 내지 154 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 고체가 금속 호일, 유리 또는 실리콘을 포함하는, 방법. 실시 형태 156. 실시 형태 117 내지 155 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 낮은 탈기체를 나타내는, 방법. 실시 형태 157. 실시 형태 117 내지 156 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 임플란트인, 방법. 실시 형태 158. 실시 형태 117 내지 157 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 임플란트가 스텐트인, 방법. 실시 형태 159. 실시 형태 117 내지 158 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스텐트가 금속 스텐트인, 방법. 실시 형태 160. 실시 형태 117 내지 159 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 중합체를 포함하는, 방법. 실시 형태 161. 실시 형태 117 내지 160 중 어느 한 실시 형태에

있어서, 상기 중합체가 고밀도 폴리에틸렌인, 방법. 실시 형태 162. 실시 형태 117 내지 161 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 163. 실시 형태 117 내지 162 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 164. 실시 형태 117 내지 163 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함하는, 방법. 실시 형태 165. 실시 형태 117 내지 164 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착이 스퍼터링을 포함하는, 방법. 실시 형태 166. 실시 형태 117 내지 165 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링이 DC 마그네트론 스퍼터링인, 방법. 실시 형태 167. 실시 형태 117 내지 166 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 스퍼터링 전력이 약 190 와트 내지 약 950 와트인, 방법. 실시 형태 168. 실시 형태 117 내지 167 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 380 와트 내지 약 760 와트인, 방법. 실시 형태 169. 실시 형태 117 내지 168 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 571 와트인, 방법. 실시 형태 170. 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법으로서, 상기 방법이 불활성 기체, 산소 기체 및 수증기의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는, 방법. 실시 형태 171. 실시 형태 170에 있어서, 상기 수증기가 상기 증착 챔버의 외부에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입된 액체 물로서 유래하는, 방법. 실시 형태 172. 실시 형태 170 또는 171에 있어서, 상기 주입이 상기 증착 챔버의 업스트림에서 일어나는, 방법. 실시 형태 173. 실시 형태 170 내지 172 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 질량 유량 제어기의 업스트림에서 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 174. 실시 형태 170 내지 173 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 질량 유량 제어기가 상기 불활성 기체에 대해 구성되는, 방법. 실시 형태 175. 실시 형태 170 내지 174 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 176. 실시 형태 170 내지 175 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 0.5 마이크로리터 내지 분 당 약 11 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 177. 실시 형태 170 내지 176 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 7 마이크로리터 내지 분 당 약 10 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 178. 실시 형태 170 내지 177 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 분 당 약 9 마이크로리터의 유량으로 상기 주사기 펌프에 의해 상기 불활성 기체의 스트림 내로 주입되는, 방법. 실시 형태 179. 실시 형태 170 내지 178 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 100 SCCM 내지 약 600 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 180. 실시 형태 170 내지 179 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체 질량 유량 제어기가 약 350 SCCM 내지 약 450 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 불활성 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 181. 실시 형태 170 내지 180 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 0.1 SCCM 내지 약 100 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 182. 실시 형태 170 내지 181 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 1 SCCM 내지 약 20 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 183. 실시 형태 170 내지 182 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 5 SCCM 내지 약 10 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 184. 실시 형태 170 내지 183 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 산소 기체 질량 유량 제어기가 약 8 SCCM으로 상기 증착 챔버 내로의 상기 산소 기체의 유량을 제어하는, 방법. 실시 형태 185. 실시 형태 170 내지 184 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 20℃ 내지 약 80℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 186. 실시 형태 170 내지 185 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 40℃ 내지 약 60℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 187. 실시 형태 170 내지 186 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 액체 물이 상기 주사기 펌프와 상기 질량 유량 제어기 사이의 영역에서 약 50℃의 온도로 가열되는, 방법. 실시 형태 188. 실시 형태 170 내지 187 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 1 센티미터 내지 약 20 센티미터인, 방법. 실시 형태 189. 실시 형태 170 내지 188 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 5 센티미터 내지 약 15 센티미터인, 방법. 실시 형태 190. 실시 형태 170 내지 189 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 거리가 약 10 센티미터인, 방법. 실시 형태 191. 실시 형태 170 내지 190 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 약 $10^{-7}$, $10^{-6}$, $10^{-5}$, $10^{-4}$, $10^{-3}$, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 760 Torr 또는 대기압 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 192. 실시 형태 170 내지 191 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 금속이 귀금속인, 방법. 실시 형태 193. 실시 형태 170 내지 192 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 귀금속이 은, 금, 백금, 팔라듐 또는 이들의 조합인, 방법. 실시 형태 194. 실시 형태 170 내지 193 중 어느 한 실시 형

태에 있어서, 상기 방법이 적어도 2개의 금속을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는, 방법. 실시 형태 195. 실시 형태 170 내지 194 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하는, 방법. 실시 형태 196. 실시 형태 170 내지 195 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 65%로 존재하고, 상기 금이 35%로 존재하는, 방법. 실시 형태 197. 실시 형태 170 내지 195 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 적어도 2개의 금속이 은 및 금을 포함하고, 여기서, 상기 은이 35%로 존재하고, 상기 금이 65%로 존재하는, 방법. 실시 형태 198. 실시 형태 170 내지 197 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 방법이 추가의 금속 또는 금속 산화물을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법. 실시 형태 199. 실시 형태 170 내지 198 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 하나 이상의 기체가 불활성 기체를 포함하는, 방법. 실시 형태 200. 실시 형태 170 내지 199 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 불활성 기체가 아르곤인, 방법. 실시 형태 201. 실시 형태 170 내지 200 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 202. 실시 형태 170 내지 201 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 203. 실시 형태 170 내지 202 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 40 mTorr로 유지되는, 방법. 실시 형태 204. 실시 형태 170 내지 203 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고체인, 방법. 실시 형태 205. 실시 형태 170 내지 204 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 고체가 금속 호일, 유리 또는 실리콘을 포함하는, 방법. 실시 형태 206. 실시 형태 170 내지 205 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 낮은 탈기체를 나타내는, 방법. 실시 형태 207. 실시 형태 170 내지 206 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 임플란트인, 방법. 실시 형태 208. 실시 형태 170 내지 207 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 임플란트가 스텐트인, 방법. 실시 형태 209. 실시 형태 170 내지 208 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스텐트가 금속 스텐트인, 방법. 실시 형태 210. 실시 형태 170 내지 209 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 중합체를 포함하는, 방법. 실시 형태 211. 실시 형태 170 내지 210 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 중합체가 고밀도 폴리에틸렌인, 방법. 실시 형태 212. 실시 형태 170 내지 211 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 기판이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 213. 실시 형태 170 내지 212 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 메쉬 구조를 포함하는, 방법. 실시 형태 214. 실시 형태 170 내지 213 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 드레싱이 고밀도 폴리에틸렌으로 제조된 2개의 메쉬 구조 사이에 흡수층을 포함하는, 방법. 실시 형태 215. 실시 형태 170 내지 214 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착이 스퍼터링을 포함하는, 방법. 실시 형태 216. 실시 형태 170 내지 215 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링이 DC 마그네트론 스퍼터링인, 방법. 실시 형태 217. 실시 형태 170 내지 216 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 스퍼터링 전력이 약 190 와트 내지 약 950 와트인, 방법. 실시 형태 218. 실시 형태 170 내지 217 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 380 와트 내지 약 760 와트인, 방법. 실시 형태 219. 실시 형태 170 내지 218 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 스퍼터링 전력이 약 571 와트인, 방법. 실시 형태 220. 금속의 입자간 원자, 금속 산화물 및 상기 금속의 결정립을 포함하는 금속 매트릭스 복합 재료로서, 상기 결정립이 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 상기 입자간 원자가 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 221. 실시 형태 220에 있어서, 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 상기 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 상기 결정립이 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 상기 입자간 원자가 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하고, 상기 산소가 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 적어도 2 중량%를 차지하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 222. 실시 형태 220 또는 221에 있어서, 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 상기 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 상기 결정립이 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖고, 상기 입자간 원자가 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하고, 상기 물이 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 4 중량% 미만을 차지하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 223. 실시 형태 220 내지 222 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 결정립의 중간 크기가 약 2 nm 내지 약 15 nm이고, 상기 금속의 입자간 원자가 상기 재료의 단위 표면적 당 약 50% 내지 상기 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 224. 실시 형태 220 내지 223 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 결정립의 중간 크기가 약 5 nm 내지 약 15 nm이고, 상기 금속의 입자간 원자가 상기 재료의 단위 표면적 당 약 40% 내지 상기 재료의 단위 표면적 당 약 20%를 차지하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 225. 실시 형태 220 내지 224 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 제2 금속의 입자간 원자 및 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖는 상기 제2 금속의 결정립을 포함하고, 여기서, 상기 제2 금속의 입자간 원자가 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 226. 실시 형태 220 내지 225 중 어느 한 실시 형태에 있어서, $Ag_2CO_3$를 포함하는, 금속 매트릭스 복합 재

료. 실시 형태 227. 금속 매트릭스 복합 재료를 제조하는 방법으로서, 상기 방법이 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하고, 상기 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착이 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리된 공급원으로부터 유래하고, 추가로, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 방법. 실시 형태 228. 금속의 입자간 원자, 금속 산화물, 산소, 물 및 약 2 nm 내지 약 15 nm의 중간 크기를 갖는 상기 금속의 결정립을 포함하는 금속 매트릭스 복합 재료로서, 여기서, 상기 입자간 원자가 상기 금속 매트릭스 복합 재료의 단위 표면적 당 약 50 내지 약 20%를 차지하고, 상기 금속 매트릭스 복합 재료가 수증기 및 하나 이상의 기체의 존재하에 금속 및 금속 산화물 중 하나 이상을 증착 챔버 내의 기판 상에 증착하는 단계를 포함하는 방법에 의해 제조되고, 상기 하나 이상의 기체가 산소 기체를 포함하고, 여기서, 상기 적어도 하나의 금속 및 금속 산화물의 증착이 적어도 5 센티미터의 거리만큼 상기 기판으로부터 분리된 공급원으로부터 유래하고, 추가로, 상기 방법이 상기 증착 챔버의 내부 압력을 상기 증착 전 24 시간, 12 시간, 6 시간, 3 시간 이내에 약 $10^{-7}$ Torr 미만으로 감소시키는 단계를 포함하지 않는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 229. 실시 형태 228에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 5 mTorr 내지 약 50 mTorr로 유지되는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 230. 실시 형태 228 또는 229에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 35 mTorr 내지 약 45 mTorr로 유지되는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 231. 실시 형태 228 내지 230 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 증착 동안 상기 증착 챔버의 내부 압력이 약 40 mTorr로 유지되는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 232. 실시 형태 228 내지 231 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 상기 산소 기체가 분자 산소 기체를 포함하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 233. 실시 형태 232에 있어서, 상기 분자 산소 기체가 임의의 형태의 분자 산소 기체를 포함하는, 금속 매트릭스 복합 재료. 실시 형태 234. 실시 형태 233에 있어서, 상기 분자 산소 기체가 $O_2$, $O_3$, $O_3^+$, $O_2^+$, $O_2^-$, $O_3$, O, $O^+$, $O^-$, 이온화 오존, 준안정 여기 산소, 자유 전자, $H_2O_2$ 및 OH로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 금속 매트릭스 복합 재료.

[0080] **실시예**

[0081] 하기 실시예는 예시적 목적으로만 포함되며, 본 발명의 범위를 한정하려는 것이 아니다.

[0082] **실시예 1**

[0083] 작동 기체: 수증기 (물 컬럼은 20C이었음)를 함유하는 아르곤 96%, 산소 4%

[0084] 전력: 0.9 Amp

[0085] 타깃: 99.99% 은

[0086] 타깃 치수: 20.25" X 5" X 0.25"

[0087] 스퍼터링 거리 (캐소드에서 기판까지): 10 cm

[0088] 기체 유량: Ar + 수증기 384 SCCM; $O_2$ 16 SCCM

[0089] 작동 기체 압력: 40 mTorr

[0090] 수온: 20℃

[0091] 플라즈마 생성 색상: 보라색

[0092] 테스트 조건: 1" 정사각형 단일 층의 면 직물 거즈 주위에 샌드위칭된 1" 정사각형 조각으로 드레싱 (3)을 제조하였다 (도 1). 37℃의 TSB에서 성장한 그람 음성 장내 간균의 6 시간 배양물 (1.6 X $10^8$ CFU) 250 ul를 이들에 접종하였다. 드레싱을 37℃에서 30분 동안 인큐베이션하였다. 그 다음, 드레싱을 2.25 ml 부피의 티오글리콜레이트 식염수에 배치하여 은을 불활성화시키고, 계수를 위해 희석물을 제조하였다. 5 X $10^4$의 집단을 회수하였다. 로그 감소는 8.2-4.7 = 3.5이었다. 이는 드레싱이 살세균성이었으며, 즉, 3 초과의 로그 감소를 나타냈다는 것을 나타낸다.

[0093] 공정

[0094] 이는 복합 작동 기체 혼합물을 사용하는 물리적 기상 증착 공정이다. 작동 기체 조성: 아르곤 (80~99.9%), 산소 (0~20%) 및 수증기. 물의 증기압을 제어하고 필요에 따라 작업에 어느 정도 동반되도록 하는 아르곤 유동 라인에서 20℃의 수온에 의해 상기 수증기를 제어한다.

[0095] **실시예 2**

[0096] 공정 파라미터:

[0097] 작동 기체: 수증기 (수주는 20C이었음)를 함유하는 아르곤 96%, 산소 4%

[0098] 전력: 0.9 Amp

[0099] 타깃: 99.99% 은

[0100] 타깃 치수: 20.25" X 5" X 0.25"

[0101] 스퍼터링 거리 (캐소드에서 기판까지): 10 cm

[0102] 기체 유량: Ar + 수증기 384 SCCM; $O_2$ 16 SCCM

[0103] 작동 기체 압력: 40 mTorr

[0104] 수온: 70℃

[0105] 플라즈마 생성 색상: 분홍색

[0106] 테스트 조건: 1" 정사각형 단일 층의 면 직물 거즈 주위에 샌드위칭된 1" 정사각형 조각으로 드레싱 (3)을 제조하였다 (도 1). 37℃의 TSB에서 성장한 그람 음성 장내 간균의 6 시간 배양물 ($1.6 \times 10^8$ CFU) 250 ul를 이들에 접종하였다. 드레싱을 37℃에서 30분 동안 인큐베이션하였다. 그 다음, 드레싱을 2.25 ml 부피의 티오글리콜레이트 식염수에 배치하여 은을 불활성화시키고, 계수를 위해 희석물을 제조하였다. $7 \times 10^5$의 집단을 회수하였다. 로그 감소는 3.4이었다. 이는 드레싱이 살세균성이었으며, 즉, 3 초과의 로그 감소를 나타냈다는 것을 나타낸다.

[0107] 이는 복합 작동 기체 혼합물을 사용하는 물리적 기상 증착 공정이다. 작동 기체 조성: 아르곤 (80~99.9%), 산소 (0~20%) 및 수증기. 물의 증기압을 제어하고 필요에 따라 작업에 어느 정도 동반되도록 하는 아르곤 유동 라인에서 70℃의 수온에 의해 상기 수증기를 제어한다.

[0108] **실시예 3: 수산화 암모늄 가용성 은의 수준에 대한 물의 효과**

[0109] 본 실시예는 물이 증착 챔버 내로 주입될 때 항미생물 코팅이 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성될 수 없다는 것을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.9% Ag의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 마이크로 밸브를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 물 (100 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 35 uL/분으로 챔버에 주입하였다. 스퍼터링 전력은 40 mTorr의 작동 기체 압력에서 1.5 Amp이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 15분이었으며, HDPE 메쉬는 고정되었다.

[0110] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 $1.05 \times 10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0111] [식 1]

[0112] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0113] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0114] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0115] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0116] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0117] 35 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 1012 ug/인치$^2$의 총 Ag; 22% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 220 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 <2이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0118] 물에서의 단순 스퍼터링은 높은 수준의 수산화 암모늄 가용성 은 또는 항미생물 활성의 생성을 초래하지 않는다.

[0119] **실시예 4: 수산화 암모늄 가용성 은의 수준에 대한 물 (0~8 ul/분) 및 아르곤의 효과**

[0120] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 항미생물 코팅이 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성될 수 없다는 것을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.9% Ag의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar (100 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 0, 2, 4, 6 및 8 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 1.8 Amp이고, 아르곤의 유량은 400 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 15 cm/분으로 이동 중이었다.

[0121] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1.05 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀜톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0122] [식 1]

[0123] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0124] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0125] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0126] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0127] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0128] 상기 결과는 **도 2a 및 2b**에 요약되어 있다.

[0129] $O_2$ 0% 및 8 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4320 ug/인치$^2$의 총 Ag; 3.2% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 136 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 2.2이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0130] $O_2$ 0% 및 6 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4160 ug/인치$^2$의 총 Ag; 2.4% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 150 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 2.1이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0131] $O_2$ 0% 및 4 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4800 ug/인치$^2$의 총 Ag; 2.1% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 102 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 2.1이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0132] $O_2$ 0% 및 2 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4960 ug/인치$^2$의 총 Ag; 2.1% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 104 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 2.7이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0133] $O_2$ 0% 및 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 5040 ug/인치$^2$의 총 Ag; 3.3% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 168 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 2.8이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0134] 아르곤과 물의 혼합물에서의 단순 스퍼터링은 높은 수준의 수산화 암모늄 가용성 은 또는 항미생물 활성의 생성을 초래하지 않는다.

[0135] **실시예 5: 수산화 암모늄 가용성 은의 수준에 대한 물 (9~33 ul/분) 및 아르곤의 효과**

[0136] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 항미생물 코팅이 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성될 수 없다는 것을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.9% Ag의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar (100 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 9, 20 및 33 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 1.5 Amp이고, 아르곤의 유량은 400 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 15 cm/분으로 이동 중이었다.

[0137] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1.05 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0138] [식 1]

[0139] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU = CFU/mL

[0140] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0141] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0142] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0143] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0144] 상기 결과는 **도 3a 및 3b**에 요약되어 있다.

[0145] $O_2$ 0% 및 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4320 ug/인치$^2$의 총 Ag; 1% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 136 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 <2이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0146] $O_2$ 0% 및 20 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4160 ug/인치$^2$의 총 Ag; 3% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 150 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 <2이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0147] $O_2$ 0% 및 33 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4800 ug/인치$^2$의 총 Ag; 8% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 102 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 <2이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0148] 아르곤과 물의 혼합물에서의 단순 스퍼터링은 높은 수준의 수산화 암모늄 가용성 은 또는 항미생물 활성의 생성을 초래하지 않는다.

[0149] **실시예 6: 수산화 암모늄 가용성 은의 수준에 대한 물 (1~9 ul/분) 및 아르곤의 효과**

[0150] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 항미생물 코팅이 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성될 수 있다는 것을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.9% Ag의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar/$O_2$ (98/2 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 1, 3, 5, 7 및 9 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 570 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이고, 아르곤/$O_2$의 유량은 392/8 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 15 cm/분으로 이동 중이었다.

[0151] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1.05 X 109 CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염

수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0152] [식 1]

[0153] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0154] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0155] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0156] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0157] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0158] 상기 결과들은 **도 4**에 요약되어 있다.

[0159] $O_2$ 2% 및 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 6672 ug/인치$^2$의 총 Ag; 19% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1290 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >7이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0160] $O_2$ 2% 및 7 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4032 ug/인치$^2$의 총 Ag; 26% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1050 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >7이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0161] $O_2$ 2% 및 5 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 5664 ug/인치$^2$의 총 Ag; 22% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1270 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >7이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0162] $O_2$ 2% 및 3 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 6856 ug/인치$^2$의 총 Ag; 24% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1620 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >7이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0163] $O_2$ 2% 및 1 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4704 ug/인치$^2$의 총 Ag; 24% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1140 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >7이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0164] 물이 아르곤 98% 및 산소 2%의 혼합물에 첨가되는 경우, 이는 보다 높은 수준의 수산화 암모늄 가용성 은의 생성을 초래하지 않는다.

[0165] **실시예 7: 수산화 암모늄 가용성 은의 수준에 대한 물, 산소 및 아르곤의 효과**

[0166] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 가변적 항미생물 효과가 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 생성될 수 있다는 것을 입증하기 위해 포함된다. 항미생물 활성을 Ar, $O_2$ 및 물의 비에 의해 측정한다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.9% Ag의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 질량 유량 제어기 - 하나는 Ar의 경우 및 다른 하나는 $O_2$의 경우 -를 통해 진공 챔버에 첨가되는 고순도 상업용 Ar/$O_2$ (100/0, 99/2, 98/2, 97/3 및 96/4 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 0 또는 9 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내

로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 570 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이고, 아르곤/$O_2$의 유량은 396/4, 392/8, 388/12 및 384/16 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 15 cm/분으로 이동 중이었다.

[0167] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1.05 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0168] [식 1]

[0169] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0170] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0171] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0172] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0173] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0174] 상기 결과는 **도 5a 및 5b**에 요약되어 있다.

[0175] $O_2$ 0% 및 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 3212 ug/인치$^2$의 총 Ag; 1% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 56 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 2.4이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0176] $O_2$ 1% 및 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2472 ug/인치$^2$의 총 Ag; 32% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 812 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 6.2이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0177] $O_2$ 2% 및 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 3292 ug/인치$^2$의 총 Ag; 39% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1290 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 6.0이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0178] $O_2$ 3% 및 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2736 ug/인치$^2$의 총 Ag; 63% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1730 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 6.3이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0179] $O_2$ 4% 및 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2988 ug/인치$^2$의 총 Ag; 74% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는

2210 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 6.6이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0180] $O_2$ 0% 및 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2520 ug/인치$^2$의 총 Ag; 3% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 85 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 2.1이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0181] $O_2$ 1% 및 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2832 ug/인치$^2$의 총 Ag; 9% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 267 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 4.9이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0182] $O_2$ 2% 및 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2320 ug/인치$^2$의 총 Ag; 21% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 495 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 4.9이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0183] $O_2$ 3% 및 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2932 ug/인치$^2$의 총 Ag; 22% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 653 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 5.0이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0184] $O_2$ 4% 및 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2644 ug/인치$^2$의 총 Ag; 26% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 698 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 5.0이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0185] 아르곤과 산소의 혼합물에 첨가되는 물의 양의 증가는 수산화 암모늄 가용성 은의 생성의 유의한 증가를 초래한다. 상기 증가는 물 자체 또는 물과 Ar 혼합물에서 스퍼터링에 의해 생성된 활성에 기초하여 예상되는 상가 작용적 결과를 훨씬 능가한다. 물의 존재에 의해 유발된 박막의 화학적 조성의 이러한 변화는 항미생물 활성을 10배 초과로 증가시키는데, 이는 예상치 못한 상승 효과이다.

[0186] **실시예 8: MFC의 업스트림에 물을 첨가하는 가열된 컬럼**

[0187] 본 실시예는 작동 기체 중의 물의 존재하에 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (99/1 중량%의 최종 농도)이었다. 질량 유량 제어기 전에 1400 ml의 HPLC 등급 $H_2O$를 함유하는 가열된 스테인레스 스틸 높이 컬럼 (134 cm X 4.8 cm)을 통해 아르곤을 버블링시켰다. 상기 컬럼은 베이스에 설치된 자동 온도 조절식 전기 히터를 갖추었다. 외부 온도를 65℃ +/- 3℃로 유지하여 88℃ +/- 3℃의 내부 수온을 제공하였다. 스퍼터링 전력은 570 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이고, 아르곤의 유량은 396 SCCM이고, $O_2$의 유량은 4 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 움직이지 않았다.

[0188] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 펩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하

였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0189] [식 1]

[0190] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0191] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0192] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0193] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0194] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0195] 드레싱은 5144 ug/인치$^2$의 총 Ag; 41% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 2109 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 6.9이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0196] **실시예 9: MFC의 업스트림에 물을 첨가하는 가열된 컬럼**

[0197] 본 실시예는 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅이, Ar이 증착 챔버에 진입하기 전에 통과한 물의 부피에 의해 영향을 받지 않았다는 것을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (99/1 중량%의 최종 농도)이었다. 질량 유량 제어기 전에 1500 ml의 HPLC 등급 $H_2O$를 함유하는 가열된 스테인레스 스틸 높이 컬럼 (134 cm X 4.8 cm)을 통해 아르곤을 버블링시켰다. 상기 컬럼은 베이스에 설치된 자동 온도 조절식 전기 히터를 갖추었다. 외부 온도를 65℃ +/- 3℃로 유지하여 88℃ +/- 3℃의 내부 수온을 제공하였다. 스퍼터링 전력은 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이고, 아르곤의 유량은 396 SCCM이고, $O_2$의 유량은 4 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 움직이지 않았다.

[0198] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 펩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0199] [식 1]

[0200] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0201] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0202] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0203] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0204] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0205] 드레싱은 5320 ug/인치$^2$의 총 Ag; 46% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 2430 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >6이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0206] **실시예 10: 마이크로 밸브를 통한 MFC의 다운스트림 물 주입**

[0207] 본 실시예는, 물이 MFC 후 증착 챔버에 진입하기 전에 마이크로 밸브를 통해 첨가된 경우, 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (98/2 중량%의 최종 농도)이었다. 21℃ HPLC 등급의 물을 51.6 ul/분의 유량으로 마이크로 밸브 장착 뷰렛을 통해 Ar/$O_2$에 첨가하였다. 스퍼터링 전력은 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이고, 아르곤의 유량은 392 SCCM이고, $O_2$의 유량은 8 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 움직이지 않았다.

[0208] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0209] [식 1]

[0210] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0211] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0212] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0213] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0214] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0215] 드레싱은 4108 ug/인치$^2$의 총 Ag; 17.2% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 710 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 7.5이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0216] **실시예 11: 마이크로 밸브를 통한 MFC의 다운스트림 물 주입**

[0217] 본 실시예는, 물이 MFC 후 증착 챔버에 진입하기 전에 마이크로 밸브를 통해 첨가된 경우, 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (98/2 중량%의 최종 농도)이었다. 21℃ HPLC 등급의 물을 9.1 ul/분의 유량으로 마이크로 밸브 장착 뷰렛을 통해 Ar/$O_2$에 첨가하였다. 스퍼터링 전력은 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이고, 아르곤의 유량은 392 SCCM이고, $O_2$의 유량은 8 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 움직이지 않았다.

[0218] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0219] [식 1]

[0220] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0221] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0222] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0223] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0224] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0225] 드레싱은 3196 ug/인치$^2$의 총 Ag; 26% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 830 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 7.5이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0226] **실시예 12: 주사기 펌프를 통한 MFC의 업스트림 물 주입**

[0227] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (98/2 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 1, 3, 5, 7 및 9 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 571 와트 (380 볼트에서 1.5 Amp)이고, 아르곤의 유량은 392 SCCM이고, $O_2$의 유량은 8 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 움직이지 않았다.

[0228] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0229] [식 1]

[0230] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0231] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0232] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0233] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0234] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0235] 9 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 6672 ug/인치$^2$의 총 Ag; 19% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1050 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >8.3이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0236] 7 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4032 ug/인치$^2$의 총 Ag; 26% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1050 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >8.3이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0237] 5 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 5664 ug/인치$^2$의 총 Ag; 22% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1270 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >8.3이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0238] 3 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 6856 ug/인치$^2$의 총 Ag; 24% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1620 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >8.3이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0239] 1 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 4704 ug/인치$^2$의 총 Ag; 24% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1140 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 >8.3이었는데, 이는 은 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0240] **실시예 13: 65% Ag/35% Au 합금에 대한 주사기 펌프를 통한 MFC의 업스트림 물 주입 데이터**

[0241] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 은/금 합금의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 65% Ag/35% Au 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상

업용 Ar 및 $O_2$ (96/4 중량% 또는 95.5/4.5 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 8 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 1.8 Amp이고, 아르곤의 유량은 384 SCCM이고, $O_2$의 유량은 16 SCCM 또는 382 SCCM이었으며, $O_2$의 유량이 18 SCCM인 경우, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 1.5 cm/분으로 이동 중이었다.

[0242] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1.05 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은/금 합금 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퀩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0243] [식 1]

[0244] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFUmL

[0245] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0246] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0247] 드레싱 내의 은 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 50% 질산 용액 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0248] 드레싱 내 산화 은의 양의 추정치인 수산화 암모늄 가용성 은의 양을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 20 mL의 수산화 암모늄에 10분 동안 용해시키고, 10 mL의 상기 용액을 40 mL의 물에 희석하고, AAS를 사용하여 분석하였다.

[0249] 드레싱 내의 금 총량을 측정하기 위해, 1 인치$^2$의 드레싱을 증류수 중의 왕수 20 mL에서 20분 동안 용해시킨 다음, 추가의 증류수 20 mL에 희석하고, 원자 흡수 분광 광도계 (AAS)를 사용하여 분석하였다.

[0250] $O_2$ 4% 및 8 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2956 ug/인치$^2$의 총 Ag; 38.9% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1150 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 드레싱 내의 금 수준은 1520 ug/인치$^2$ 또는 코팅의 34%이었다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 5.4이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0251] $O_2$ 4.5% 및 8 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 2896 ug/인치$^2$의 총 Ag; 60% 수산화 암모늄 가용성 은에 해당하는 1740 ug/인치$^2$의 수산화 암모늄 가용성 Ag를 함유하였다. 드레싱 내의 금 수준은 1488 ug/인치$^2$ 또는 코팅의 34%이었다. 슈도모나스 아에루기노사 로그 감소는 5.4이었는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0252] **실시예 14: 35% Ag/65% Au 합금에 대한 주사기 펌프를 통한 MFC의 업스트림 물 주입 데이터**

[0253] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 은/금 합금의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 35% Ag/65% Au의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업

용 Ar 및 $O_2$ (99/1, 97.5/2.5 및 95.75 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 2, 4 또는 8 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 684 와트 (380 볼트에서 1.8 Amp)이고, 아르곤의 유량은 396, 390 및 383 SCCM이고, $O_2$의 유량은 4, 10 및 17 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분 동적 실행 (웹 속도 1.56 cm/분)이었다.

[0254] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 3.5 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은/금 합금 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 250 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 2.25 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 퐵톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0255] [식 1]

[0256] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFUmL

[0257] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0258] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0259] 상기 데이터는 **도 6a 및 6b**에 요약되어 있다.

[0260] 1% $O_2$와 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 0.9의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0261] 2.5% $O_2$와 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 1.0의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0262] 4.25% $O_2$와 0 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 4.2의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0263] 0% $O_2$와 2 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 1.0의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0264] 0% $O_2$와 4 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 0.9의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0265] 0% $O_2$와 8 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 0.9의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0266] 1% $O_2$와 8 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 1.2의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이 아니었다는 것을 나타낸다.

[0267] 2.5% $O_2$와 8 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 4.4의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0268] 4.25% $O_2$와 8 ul/분의 물로 제조된 드레싱은 슈도모나스 아에루기노사에 대해 5.5의 로그 감소를 나타냈는데, 이는 습한 환경에서 증착된 은/금 코팅이 송아지 혈청에서 살세균성이었다는 것을 나타낸다.

[0269] 물은 그자체로 매우 제한된 효과를 갖는 반면, 보다 높은 농도 (4.25%)의 산소는 약간의 항미생물 활성을 갖는

다. 물 (8 ul/분)이 $Ar/O_2$ 작동 기체에 첨가되는 경우, 상승 효과가 관찰되고, 생성된 재료는 $Ar/O_2$ 작동 기체 자체보다 더 큰 10배 초과의 항미생물 활성을 갖는다.

[0270] **실시예 15: 다양한 스퍼터링 전력의 입증**

[0271] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (95.75/4.25 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 6 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 684, 342 및 190 와트 (380 볼트에서 1.8, 0.9 또는 0.5 Amp)의 값이었고; 아르곤의 유량은 383 SCCM이었고; $O_2$의 유량은 17 SCCM이었고, 작동 기체 압력은 각각의 실행에 대해 50, 40 또는 13 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 움직이지 않았다.

[0272] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 펩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0273] [식 1]

[0274] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFUmL

[0275] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0276] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0277] 상기 로그 감소 데이터는 **표 1**에 요약되어 있다. 최대 활성 드레싱은 크기 순서로 40 mTorr에 이어서, 50 mTorr 및 13 mTorr에서 증착된 것들이었다. 시스템 내의 작동 기체 압력은 스퍼터링된 박막의 항미생물 활성에 영향을 미치지만, 모든 필름은 13 내지 50 mTorr의 범위에서 적어도 살세균성이었다 (3 초과의 로그 감소). 이들 실시예에서, 기체 압력이 >35%의 수산화 암모늄 가용성 은 함량을 유지하기 위해 감소됨에 따라, 전력은 감소하였다. 상기 압력이 감소됨에 따라, 기체 원자 사이의 평균 자유 거리는 증가하고, 스퍼터링된 플럭스가 높은 경우, 증착된 막은 주로 금속성일 것이다. 즉, 작동 기체와 스퍼터링된 플럭스 사이의 다중 충돌 없이, 기체 상의 산화 반응 시간이 감소되어 금속 막의 증착이 초래된다.

[0278] **표 1**은 다양한 스퍼터 전력 수준에 대한 수산화 암모늄 가용성 은을 요약한 것이다.

[0279]

| 스퍼터 전력 (와트) | 산소 (%) | 물 (uL/분) | 압력 (mTorr) | 로그 감소 (슈도모나스 아에루기노사) | $NH_4OH$ 가용성 Ag (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 684 | 4.25 | 6 | 40 | 5.5 | 35 |
| 684 | 4.25 | 6 | 50 | 4.2 | 48 |
| 342 | 4.25 | 6 | 13 | 4.1 | 35 |
| 190 | 4.25 | 6 | 13 | 3.2 | 35 |

[0280] **실시예 16: 다양한 타깃-기판 거리의 입증**

[0281] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅에 대한 캐소드-기판

거리의 효과를 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (95.75/4.25 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 9 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 1.8 Amp이고, 아르곤의 유량은 383 SCCM이고, $O_2$의 유량은 17 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 30분이었으며, HDPE 메쉬는 움직이지 않았다.

[0282] 로그 감소 테스트를 사용하여 코팅의 항미생물 효과를 테스트하였다. 슈도모나스 아에루기노사의 16 시간 배양물을 50 mL의 송아지 혈청에 접종하여 37℃에서 송아지 혈청에서 세균 접종물을 생성하고, 16 시간 동안 인큐베이션하였다. 이는 1 X $10^9$ CFU 접종물을 생산하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (2.5 x 2.5 cm)과 그 사이의 면 거즈 조각 (2.5 x 2.5 cm)으로 제조하였다. 클래스 2 층류 후드에서 페트리 접시의 뒤집힌 뚜껑 내의 멸균 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm) 상에 드레싱을 배치하였다. 200 uL의 접종물을 페트리 접시 내의 드레싱에 적용한 다음, 두 번째 플라스틱 조각 (3.2 x 3.2 cm)으로 덮고, 37℃에서 1 시간 동안 인큐베이션하였다. 세균이 있는, 플라스틱 베이스 및 커버 조각을 포함하는 드레싱을 1.8 mL의 나트륨 티오글리콜레이트 식염수 (STS)에 배치하여 은을 불활성화시킨 다음, 펩톤수를 사용하여 추가로 희석하고, Mueller-Hinton 한천에 플레이팅하였다. 24 시간 인큐베이션 후에 플레이트를 점검하고, 총 세균 콜로니 형성 단위를 계산하였다.

[0283] [식 1]

[0284] 1/(ID x SD x FD) X 50 X CFU=CFU/mL

[0285] 여기서, ID는 초기 희석물이고, SD는 후속 희석물이고, FD는 최종 희석물이고, 50은 mL로 전환되고, CFU는 계산에 사용된 희석물에서 계수된 콜로니 형성 단위이다.

[0286] 그 다음, CFU/mL를 로그 수로 전환하였다. 접종물의 로그로부터 회수된 CFU의 로그를 공제하여 로그 감소를 계산하였다. 3 초과의 로그 감소를 살세균성으로 간주하였다.

[0287] 상기 데이터는 **표 2**에 요약되어 있다. 타깃-기판 거리가 감소됨에 따라, 스퍼터링된 원자와 아르곤 사이의 평균 충돌 수가 감소되어 플럭스가 활동적으로 된다. 작동 기체와 스퍼터링된 플럭스 사이의 다중 충돌 없이, 기체 상의 산화 반응 시간이 감소되어 금속 막의 증착이 또한 초래된다. 이러한 두 가지 문제의 조합은 웹이 실패를 유발하는 금속화점 (metaling point)보다 높은 온도에 노출되도록 하였다.

[0288] **표 2**는 다양한 표적에서 기판까지의 거리에 대한 슈도모나스 아에루기노사의 로그 감소에서 검정 효과를 요약한 것이다.

| 타깃-기판 거리 (cm) | Amp | 유수량 (uL/분) | 산소 (%) | 아르곤 (%) | 총 은 (mg/인치$^2$) | $NH_4OH$ 가용성 은 (%) | 로그 감소 (슈도모나스 아에루기노사) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 1.8 | 9 | 4.25 | 95.75 | 3.460 | 48.2 | 7 |
| 5 | 1.8 | 9 | 4.25 | 95.75 | -* | -* | -* |

[0289] -* HDPE 웹이 실행 4분만에 실패하였기 때문에 데이터가 없다.

[0290] **실시예 17: 항염증 효과**

[0291] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입될 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항염증 코팅을 입증하기 위해 포함되었다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은, 65% Ag/35% Au, 또는 20% Ag/80% Au의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (95.75/4.25 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 9 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 1.8 Amp이고, 아르곤의 유량은 383 SCCM이고, $O_2$의 유량은 17 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 6 시간이었으며, HDPE 메쉬는 0.69 인치/분으로 이동 중이었다.

[0292] 대형 백돼지에서 DNCB (디니트로클로로벤젠) 유발된 염증 반응을 사용하여 상기 코팅의 항염증 효과를 테스트하였다. 드레싱을 2개의 은 코팅된 HDPE 조각 (8 x 12 인치)과 그 사이의 폴리에스테르 거즈 조각 (8 x 12 인치)으로 제조하였다.

[0293] 대형 백색 요크셔/랜드레이스 동물 (암컷, 10~15 Kg 시작 체중)을 본 연구를 위해 선택하는데, 이는 이들의 피부가 사람과 가장 유사하고 이들이 유사한 항염증 반응을 나타내기 때문이다. 총 9개의 다른 그룹에 대한 각 테스트 그룹 또는 대조군에 3 마리의 동물을 할당한다. 테스트를 3회 반복하였다. 간단히 말하자면, 동물을 -17 일차에 시험에 도입하고, 테스트 시설에 순화하도록 한다. -13 일차에, 돼지의 좌측을 면도한다. 처리된 각 돼지는 흉곽을 지나는 견갑골의 미부이고 등 중앙선에서 5 cm 떨어져 있는 약 25 cm × 15 cm의 면도 부위 (전체 체표면적의 약 5%를 나타냄)에 걸쳐 4:1 아세톤-올리브 오일 중의 10% v/v 1,2-디니트로클로로벤젠 (DNCB) 약 3 mL를 제공 받을 것이다. 이러한 절차를 -7 및 -3 일차에 반복하였다. -1 일차에, 모든 돼지는 피부 염증에 영향을 주지 않으면서 불편함을 경감시키기 위해 펜타닐 패치를 제공 받는다. 대조군인 그룹 '0'의 동물은 치료를 위해 식염수 위약을 제공 받는다. 동물 취급 직원의 부상 및 동물에 대한 교차 오염을 방지하기 위해, DNCB 처리를 완전 마취하에 수행하였으며, 처리 부위를 Elastoplast로 고정된 Opsite®로 덮는다. DNCB의 최종 적용 후, 동물을 전신 마취하에 두었다. 0 일차에, 시각적 관찰이 디지털 이미지와 함께 이루어졌다. 1, 2 및 3 일차에, 돼지를 홍반 및 부종에 대해 평가하였다. 치료를 다시 적용하였다. 모든 드레싱을 Opsite®로 추가로 고정하여 수분 조절을 유지하고, Elastoplast로 고정하였다. 각 동물을 통증 관리를 위해 펜타닐 패치로 처리하였다. 평가 및 드레싱 교체를 1 및 2 일차에 수행하였다. 3 일차에, 평가 후 돼지를 안락사시키고, 전체 부검을 수행하였다. 0 내지 3 일차에 임상 관찰하고, 발진 사진을 촬영하였다. 홍반과 부종을 0 내지 4의 척도로 등급화하였다. 대조군 동물은 DNCB 무함유 식염수, 식염수와 DNCB, 또는 액티코트와 DNCB 처리를 포함하였다.

[0294] 상기 결과는 **도 7a~7b**에 요약되어 있다. 신규한 수계 스퍼터링 공정을 사용하여 생성된 재료는 모두 **도 7a**에서 도시된 바와 같이 액티코트 드레싱보다 훨씬 더 빨리 홍반을 감소시켰다. 유사한 결과가 **도 7b**에서 도시된 바와 같이 부종에서 관찰되었다.

[0295] **실시예 18: 헤르페스 바이러스의 치료**

[0296] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입되었을 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하는 것이다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (95.75/4.25 중량%의 최종 농도)이다. 물을 9 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 1.8 Amp이고, 아르곤의 유량은 383 SCCM이고, $O_2$의 유량은 17 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 6 시간이며, HDPE 메쉬는 0.69 인치/분으로 이동 중이었다.

[0297] 4 인치$^2$의 코팅된 HDPE 메쉬를 15 mL의 물에 배치하고 37℃에서 6 시간 동안 인큐베이션하여 용액을 제조하였다. 상기 용액을 사용하여 환자의 입술과 단순 헤르페스 I 감염을 치료하였다. 내부 콧구멍은 수포가 생기고, 환자의 아랫 입술은 새로운 구순 헤르페스를 가리키는 작열감이나 자통을 나타냈다. 상기 치료는 면 큐팁 (Q-tip)을 사용하여 자기 전에 입술과 콧구멍 내부를 칠하는 것을 포함한다. 6 시간 후에, 치료를 반복하였다. 12 시간 후, 입술에 작열감이나 자통이 없었고, 내부 콧구멍을 만질 때의 통증이 극적으로 감소하였다. 치료를 2회 더 사용하였으며, 24 시간 후에는 통증이 입술이나 콧구멍에 없었다. 이러한 치료는 이러한 환자에 대한 단순 헤르페스 I 발병을 제어하였는데, 이는 나노은 유래 용액의 항바이러스 활성을 나타낸다.

[0298] **실시예 19: 사람 유두종 바이러스의 치료**

[0299] 본 실시예는 물이 증착 챔버에 진입하기 전에 주사기 펌프를 통해 MFC의 Ar 업스트림 내로 주입되었을 때 상업용 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 메쉬 상에 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 형성된 항미생물 코팅을 입증하기 위해 포함된다. 다음 조건을 사용하여 표면 상에 99.99% 순도 은의 DC 마그네트론 스퍼터링에 의해 상기 메쉬를 코팅하였다. 사용된 작동 기체는 별도의 질량 유량 제어기를 통해 진공 챔버에 직접 첨가되는 고순도 상업용 Ar 및 $O_2$ (95.75/4.25 중량%의 최종 농도)이었다. 물을 9 uL/분의 유량으로 Ar 스트림 내로 주입하였다. 물을 기체 상

태로 유지하기 위해 스테인리스 스틸 배관을 주입 포트와 MFC 사이에서 50℃로 가열하였다. 스퍼터링 전력은 1.8 Amp이고, 아르곤의 유량은 383 SCCM이고, $O_2$의 유량은 17 SCCM이고, 작동 기체 압력은 40 mTorr이었다. 타깃에서 기판까지의 거리는 10 cm이었다. 타깃은 직사각형이었으며 12.7 cm X 51.4 cm로 측정되었다. 타깃을 냉각시키고, 냉각기를 사용하여 15℃로 유지하였다. 실행은 6 시간이었으며, HDPE 메쉬는 0.69 인치/분으로 이동 중이었다.

[0300] 환자는 우측 발의 볼에 재발성 발바닥 사마귀를 갖고 있었다. 은 코팅된 HDPE와 면 거즈로 제조된 드레싱으로 감염된 부위를 치료하였다. 면 거즈를 멸균수로 적시고, 감염된 부위의 은 코팅된 HDPE 위에 놓았다. 상기 부위를 촉촉하게 유지하기 위해 투명 막 드레싱으로 덮었다. 상기 드레싱을 2주 동안 3일마다 교체한 후, 두꺼워진 발바닥 사마귀 피부가 박피되어 새로운 건강한 조직을 남겼다. 사마귀는 6 개월 후에 재발되지 않았는데, 이는 드레싱이 감염을 유발한 사람 유두종 바이러스를 효과적으로 제어하였다는 것을 나타낸다. 상기 결과들은 **도 7a~7b**에 요약되어 있다. 신규한 수계 스퍼터링 공정을 사용하여 생성된 재료는 모두 액티코트 드레싱보다 훨씬 더 빨리 홍반을 감소시켰다. 유사한 결과가 부종에서 관찰되었다.

[0301] **실시예 20: 작동 기체의 조성**

[0302] 본 실시예의 목적은 본 출원에서 기재된 실시예의 작동 기체의 다양한 조성을 제시하는 것이다. **표 3**은 작동 기체의 유량이 400 SCCM일 때 작동 기체의 조성을 나타낸다.

[0303] [표 3]

[0304] 400 SCCM의 유량에서의 작동 기체의 조성

[0305]

| 전류 | 1.5 Amp | 1.8 Amp |
|---|---|---|
| 작동 기체 구성 성분 | 조성 (%) | 조성 (%) |
| | | |
| 아르곤 | 93.2 | 92.95 |
| 산소 | 4 | 4.25 |
| 물 | 2.8 | 2.8 |
| 총 | 100 | 100 |

[0306] 본 출원에서 기재된 실시예에서 사용된 물의 범위는 약 2.8% 내지 11.2%의 범위이었으며, 산소 수준은 1 내지 4.5% 범위이었으며, 여기서, 작동 기체 유량은 400 SCCM이었다. 산소가 증가함에 따라, 암모니아 가용성 함량은 상승 작용적으로 증가하였다. 3% 초과의 물에서, 물을 기체 형태로 유지하기 위해 보다 높은 온도를 필요로 하였다. 그러나, 이러한 실험에 사용된 질량 유량 제어기는 50℃ 이상의 온도를 허용하지 않는다. 수증기 생성에 필요한 고온의 대안은 증착 챔버 내로 증기를 직접 주입하는 것이다.

[0307] **실시예 21: 스퍼터 전력 밀도의 계산**

[0308] 본 실시예의 목적은 다양한 수준에서 스퍼터 전력 밀도에 대한 계산을 입증하는 것이다. 본 출원에서 기재된 실시예에서 사용된 스퍼터 시스템의 전력은 전류를 변화시킴으로써 제어된다. 기재된 바와 같은 실시예에 대한 전류는 0.1에서 2.5 Amp (A)까지 다양하였다. 시스템의 전압은 약 380 볼트 (V)이다. 스퍼터 타깃의 활성 면적 또는 에칭 트랙 면적은 284.39 $cm^2$로 측정되었다. 전압 (V)에 전류 (A)를 곱하여 전력 와트 (W)를 계산하였다. 전력 (W)을 타깃의 활성 면적으로 나누어 전력 밀도 ($W/cm^2$)를 계산하였다. 다양한 전력 밀도를 **표 4**에서 나타낸 바와 같이 계산하였다.

[0309] [표 4]

[0310] 전력 밀도

| Amp (A) | 볼트 (V) | 전력 (W) | 타깃 활성 면적 ($cm^2$) | 전력 밀도 ($W/cm^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 0.1 | 380 | 38 | 284.39 | 0.1 |
| 0.5 | 380 | 190 | 284.39 | 0.7 |
| 0.9 | 380 | 342 | 284.39 | 1.2 |
| 1.0 | 380 | 380 | 284.39 | 1.3 |
| 1.5 | 380 | 570 | 284.39 | 2.0 |
| 1.8 | 380 | 684 | 284.39 | 2.4 |
| 2.0 | 380 | 760 | 284.39 | 2.7 |
| 2.5 | 380 | 950 | 284.39 | 3.3 |

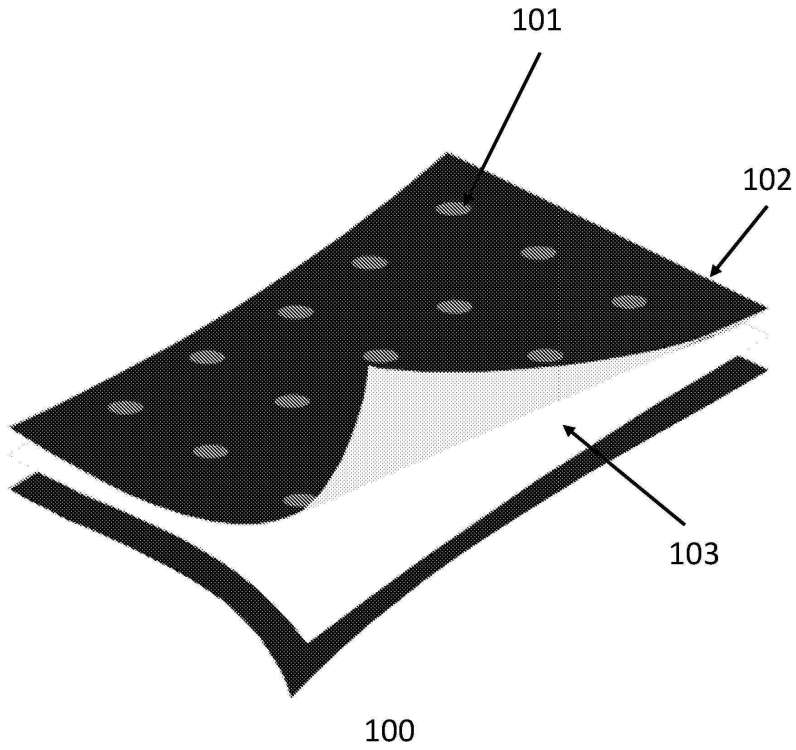
[0311]

[0312] 실시예 22:

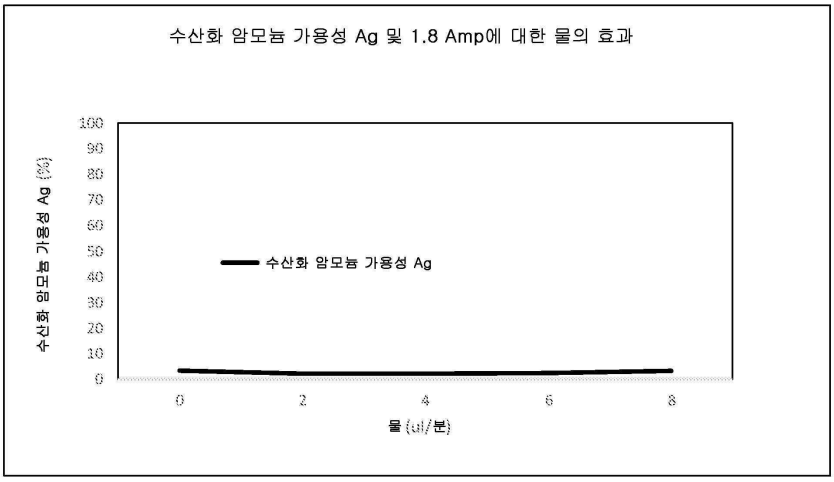
[0313] 본 실시예는 본 출원에서 기재된 방법에 의해 생성된 은 기반 금속 매트릭스 복합 재료가 $CO_2$ 함유 환경에 노출될 때 결정질 탄산 은 $Ag_2CO_3$ (s)을 포함한다는 것을 입증한다. 이는 다른 나노결정질 물질과의 X선 회절 비교에 의해 확인된다. 한 예로서, 상업적으로 이용 가능한 나노결정질 재료인 액티코트를 도 8a에 도시된 바와 같이 x선 회절에 의해 특성화하였다. 상기 재료는 탄산 은을 가리키는 스펙트럼 피크를 나타내지 않았다. 그러나, 본 출원에서 기재된 바와 같은 방법에 의해 제조된 은 기반 금속 매트릭스 복합 재료는 도 8b~8c에서 도시된 바와 같이 탄산 은을 확인하는 x선 회절 스펙트럼 피크를 나타냈다. 도 8a는 대기에 노출된 샘플의 x선 회절 스펙트럼을 도시한 것인데, 여기서, $CO_2$는 증착 후와 X선 회절 전 수십 분 이하의 기간 동안 400 ppm으로 존재한다. 이러한 샘플의 경우, 물을 50℃로 질량 유량 제어기의 업스트림에 주입하였고, 전력을 380 V에서 1.8 A로 설정하였고, 물의 유량은 20 uL 물/분이었다. 타깃 활성 면적 또는 에칭 트랙 면적은 284.39 $cm^2$로 측정되었다. 샘플은 70% 암모니아 가용성인 것으로 측정되었다. 탄산 은을 확인하는 두드러진 x선 회절 스펙트럼 피크가 도 8b에 도시된 바와 같이 32.8도에서 관찰된다. 33 uL 물/분으로 물을 주입하기 위해 질량 유량 제어기의 업스트림에 있는 마이크로 밸브를 사용하여 본 출원에서 기재된 바와 같은 공정에서 두 번째 샘플을 합성하고, 산소 기체는 전체 작동 기체 조성의 2%로 존재하고, 스퍼터링 전력를 380 V에서 1.5 A로 설정하였다. 타깃 활성 면적 또는 에칭 트랙 면적은 284.39 $cm^2$로 측정되었다. 도 8c는 2개의 피크, 즉, 산화 은을 확인하는 32.2에서의 하나의 피크 및 탄산 은을 확인하는 32.8에서의 하나의 피크를 도시한 것이다. 본 출원에서 기재된 방법에 의해 제조된 재료 중의 탄산 은의 존재는 상업적으로 이용 가능한 은 나노결정질 재료와 비교하여 $CO_2$ 환경에 노출될 때 구조의 차이를 추론할 수 있다.

도면

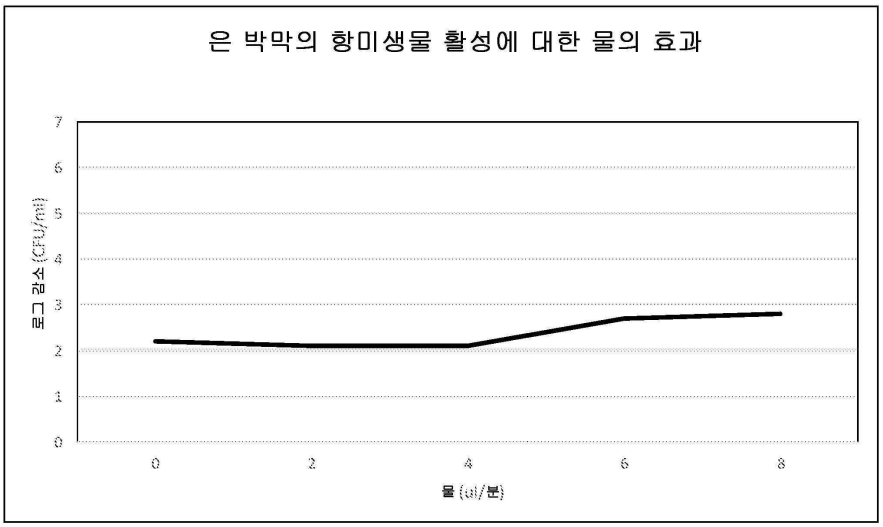
도면1



도면2

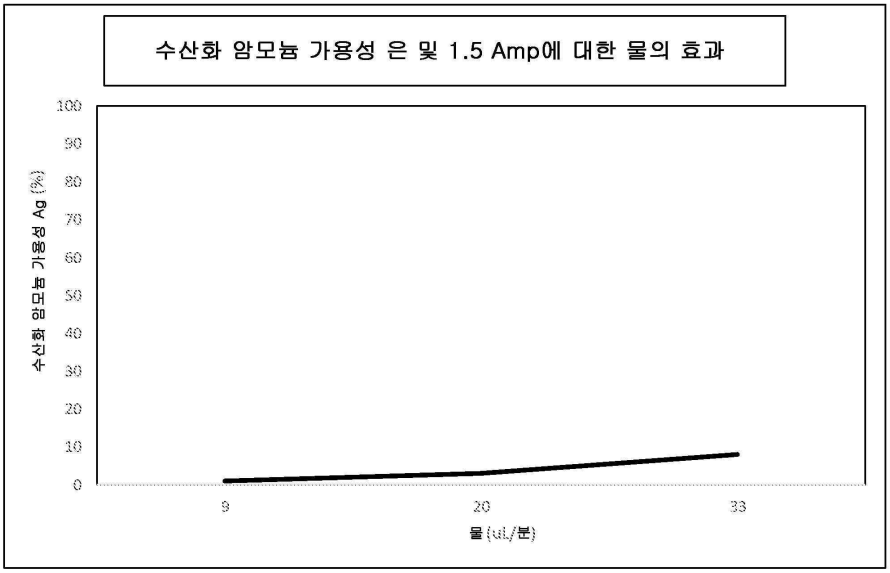

수산화 암모늄 가용성 Ag 및 1.8 Amp에 대한 물의 효과
수산화 암모늄 가용성 Ag (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
수산화 암모늄 가용성 Ag
0
2
4
6
8
물 (ml/분)

A

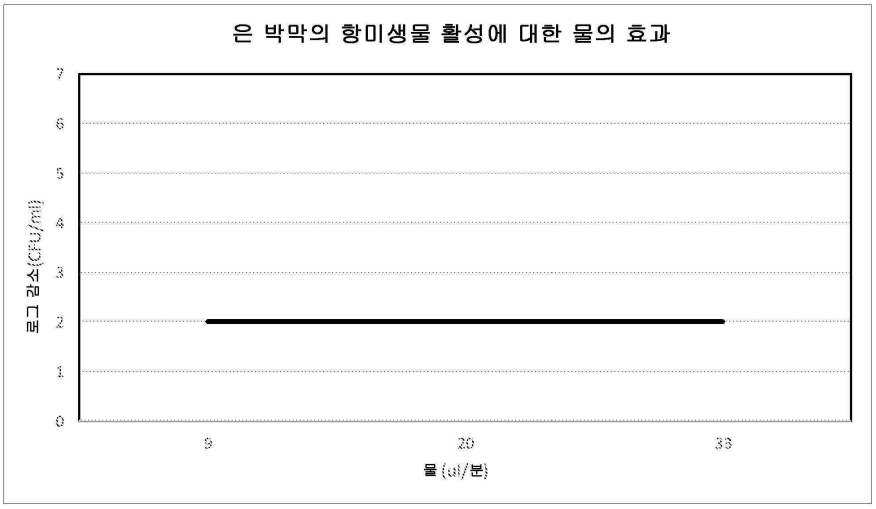

은 박막의 항미생물 활성에 대한 물의 효과
로그 감소 (CFU/ml)
7
6
5
4
3
2
1
0
0
2
4
6
8
물 (ml/분)

B

도면3

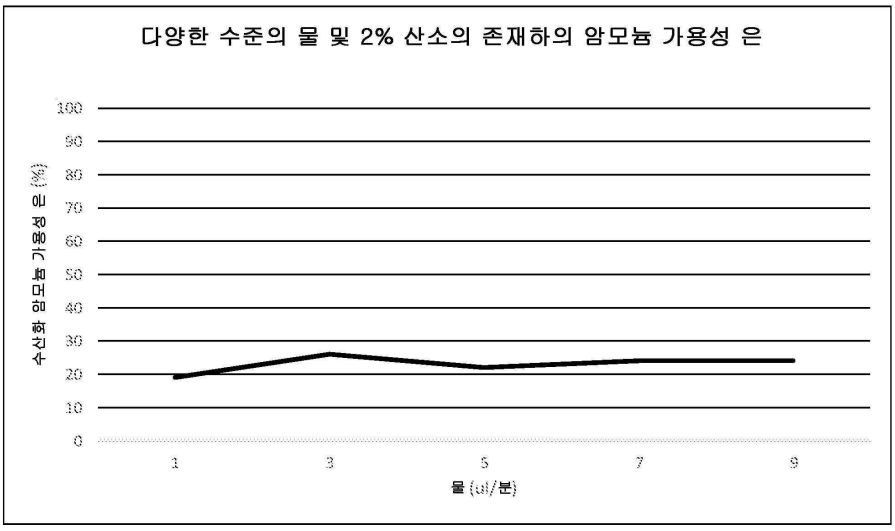

수산화 암모늄 가용성 은 및 1.5 Amp에 대한 물의 효과
수산화 암모늄 가용성 Ag (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
9
20
33
물(ul/분)

A

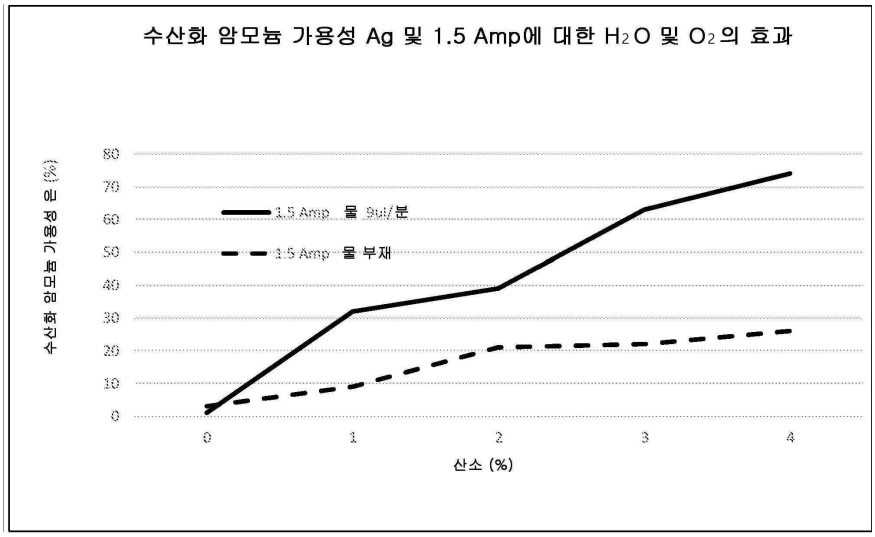

은 박막의 항미생물 활성에 대한 물의 효과
로그 감소(CFU/ml)
7
6
5
4
3
2
1
0
9
20
33
물(ul/분)

B

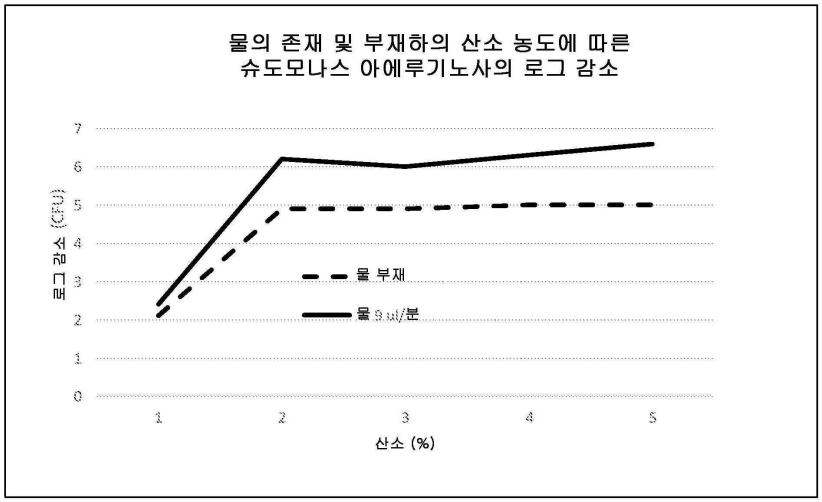
도면4


다양한 수준의 물 및 2% 산소의 존재하의 암모늄 가용성 은
수산화 암모늄 가용성 은 (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
3
5
7
9
물 (ul/분)

도면5

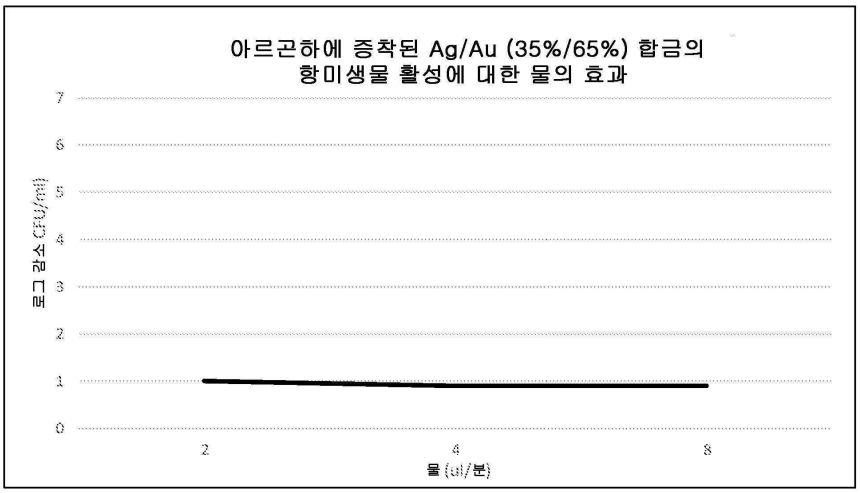

수산화 암모늄 가용성 Ag 및 1.5 Amp에 대한 H2O 및 O2의 효과
수산화 암모늄 가용성 은 (%)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1.5 Amp 물 9ul/분
1.5 Amp 물 부재
0
1
2
3
4
산소 (%)

A

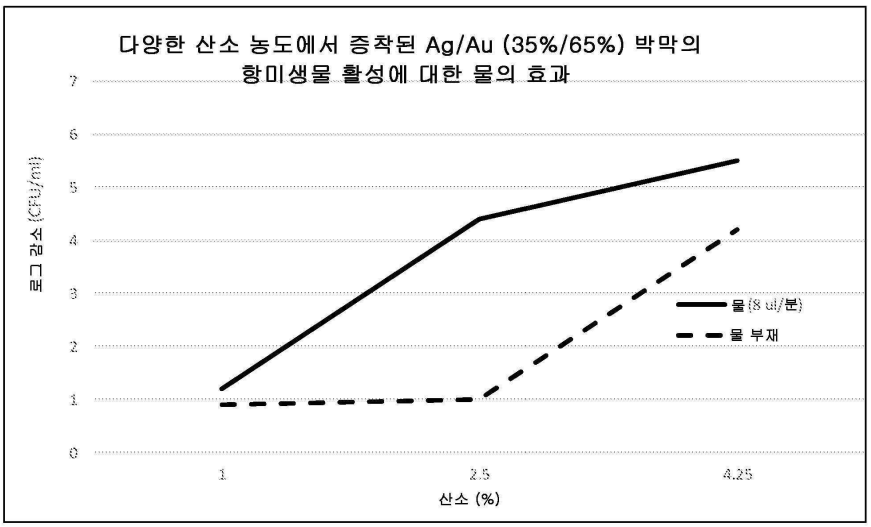

물의 존재 및 부재하의 산소 농도에 따른
슈도모나스 아에루기노사의 로그 감소
로그 감소 (CFU)
7
6
5
4
3
2
1
0
물 부재
물 9 ul/분
1
2
3
4
5
산소 (%)

B

도면6

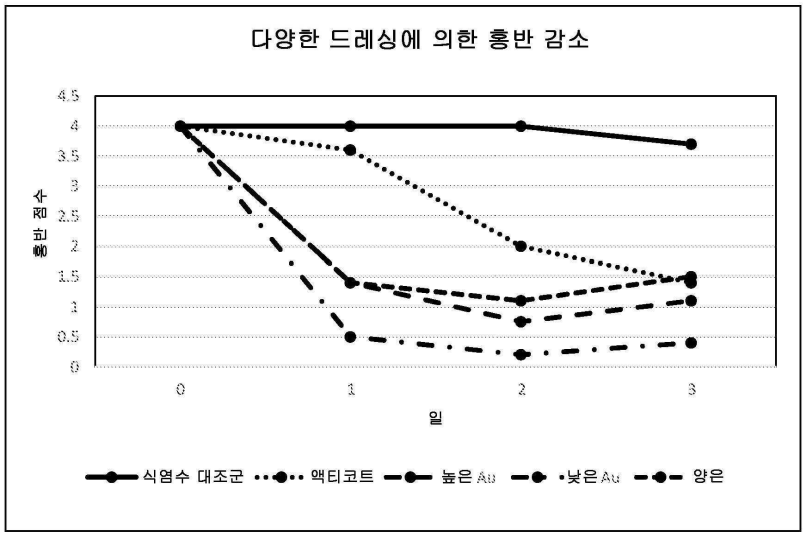

아르곤하에 증착된 Ag/Au (35%/65%) 합금의
항미생물 활성에 대한 물의 효과
로그 감소 CFU/ml
0
1
2
3
4
5
6
7
2
4
8
물 (ul/분)

A

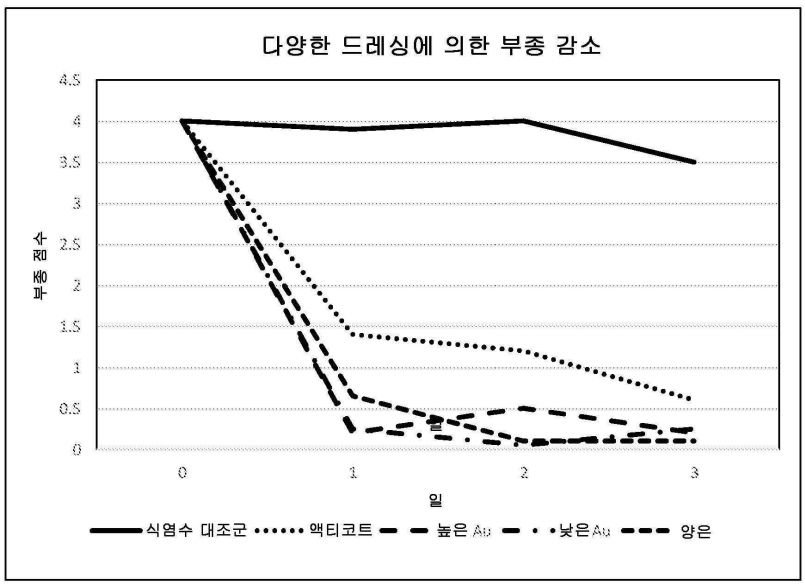

다양한 산소 농도에서 증착된 Ag/Au (35%/65%) 박막의
항미생물 활성에 대한 물의 효과
로그 감소 (CFU/ml)
0
1
2
3
4
5
6
7
1
2.5
4.25
산소 (%)
물 (8 ul/분)
물 부재

B

도면7


다양한 드레싱에 의한 홍반 감소
홍반 점수
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
1
2
3
일
식염수 대조군
액티코트
높은 Au
낮은 Au
양은

A

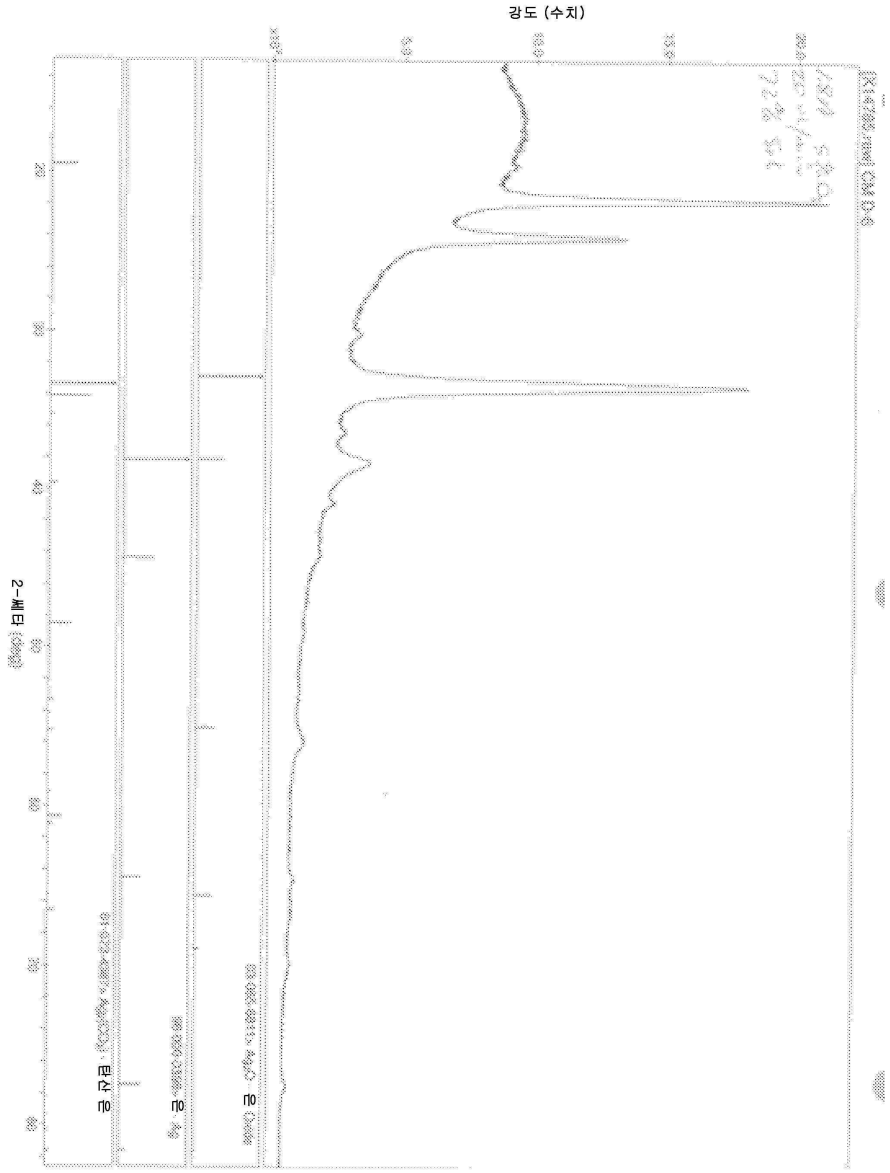

다양한 드레싱에 의한 부종 감소
부종 점수
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
1
2
3
일
식염수 대조군
액티코트
높은 Au
낮은 Au
양은

B

도면8a



도면8b



도면8c

