



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월24일
 (11) 등록번호 10-0977955
 (24) 등록일자 2010년08월18일

(51) Int. Cl.

C23C 16/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7015386
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2003년02월20일
 심사청구일자 2008년02월19일
 (85) 번역문제출일자 2005년08월19일
 (65) 공개번호 10-2005-0113186
 (43) 공개일자 2005년12월01일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2003/005209
 (87) 국제공개번호 WO 2004/076716
 국제공개일자 2004년09월10일

(56) 선행기술조사문헌
 US6397776 B1

전체 청구항 수 : 총 44 항

(73) 특허권자

사빅 이노베이티브 플라스틱 아이피 비.브이.
 네덜란드 베겐 읍 줌 4612 피엑스 플라스틱란
 1

(72) 발명자

샹켄즈 마크
 미국 뉴욕주 12019 볼스톤 레이크 길더 플레이스
 7

(74) 대리인

김창세, 장성구

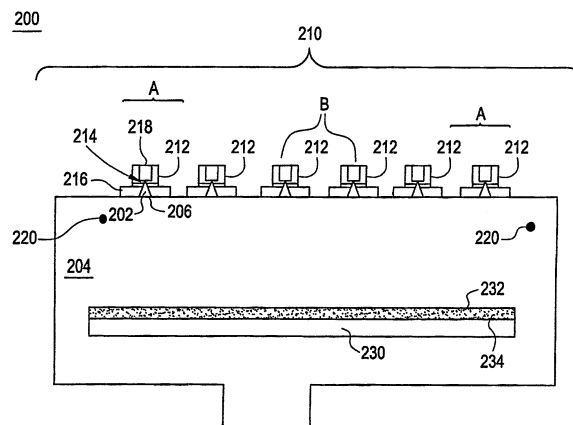
심사관 : 최석진

(54) 큰 면적의 코팅재를 평면에 침착시키기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은, 다수의 플라즈마 소스(212) 및 공동 반응물 기체 주입기(220)로 이루어진 어레이(210)를 사용하여 큰 면적의 평면(234)에 단일 코팅재(232)를 침착시키기 위한 장치(200) 및 방법에 관한 것이다. 장치(200)는, 다수의 플라즈마 소스(212) 및 공동 반응물 기체 주입기(220)로 이루어진 하나 이상의 어레이(210)를 포함하되, 상기 각각의 다수의 플라즈마 소스(212)는 캐소드(214), 애노드(216), 및 플라즈마 챔버(202) 내에 배치된 비반응성 플라즈마 소스 기체를 위한 유입구(218)를 포함하고, 상기 주입기(220)는 기관(230)을 포함하는 침착 챔버(204) 내에 위치한다. 공동 반응물 기체 주입기(220)는 단일 전달 시스템을 통해 다수의 플라즈마가 발생된 다수의 플라즈마 소스(212)로의 하나 이상의 반응물 기체의 균일한 유동을 제공한다. 하나 이상의 반응물 기체는 다수의 플라즈마와 반응하여 기관(230)에서 균일한 코팅(232)을 형성한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

a) 다수의 플라즈마를 발생시키기 위한 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 어레이(210)로서, 상기 다수의 플라즈마 소스(212) 각각은 캐소드(214), 애노드(216) 및 플라즈마 챔버(202)에 배치된 비반응성 플라즈마 소스 기체용 유입구(218)를 포함하는 하나 이상의 어레이(210);

b) 상기 플라즈마 챔버(202)와 유체 교류하고 기관(230)을 함유하는 침착 챔버(204); 및

c) 균일한 유속의 하나 이상의 반응물 기체를 상기 다수의 플라즈마 각각으로 제공하는, 상기 침착 챔버(204)에 배치된 하나 이상의 공동(common) 반응물 기체 주입기(220)

를 포함하며,

상기 플라즈마 챔버(202)는 제 1 예정 압력으로 유지되고, 상기 침착 챔버(204)는 상기 제 1 예정 압력보다 낮은 제 2 예정 압력으로 유지되는,

기관(230)의 평면(234) 상에 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 다수의 플라즈마 소스(212) 중 하나 이상이 팽창 열 플라즈마 소스인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 어레이(210)가 상기 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 선형 어레이를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 어레이(210)가 상기 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 2차원 어레이를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 예정 압력이 약 0.1 기압 이상인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 예정 압력이 약 1 기압인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 예정 압력이 약 1 토르(torr) 미만인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 예정 압력이 약 100 밀리토르 미만인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스 기체가 아르곤, 질소, 수소, 헬륨, 네온, 크립톤 및 제논 중 하나 이상을 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 10

a) 반응물 기체 소스로부터 하나 이상의 반응물 기체를 공급하는 내부 공간을 갖는 관상-벽(tubular-walled) 구조물을 포함하는 반응물 기체 유입구;

b) 각각 상기 관상-벽 구조물을 관통해 상기 내부 공간으로부터 상기 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되는, 제 1 플라즈마에 인접한 제 1 다수의 오리피스(240)로서, 하나 이상의 반응물 기체가 상기 내부 공간으로부터 제 1 다수의 오리피스(240)를 통과하여 제 1 유속으로 제 1 플라즈마로 향하도록 배향된 제 1 다수의 오리피스(240); 및

c) 각각 상기 관상-벽 구조물을 관통해 상기 내부 공간으로부터 상기 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되는, 제 2 플라즈마에 인접한 제 2 다수의 오리피스(242)로서, 하나 이상의 반응물 기체가 상기 내부 공간으로부터 제 2 다수의 오리피스(242)를 통과하여 실질적으로 제 1 유속과 동일한 제 2 유속으로 제 2 플라즈마로 향하도록 배향된 제 2 다수의 오리피스(242)

를 포함하는, 다수의 플라즈마 소스(212)의 어레이(210)에 의해 발생된 다수의 플라즈마 내로 하나 이상의 반응물 기체의 균일한 유동(flow)을 주입하기 위한 공동 반응물 기체 주입기(220).

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240)가 제 1 선형 밀도를 갖는 제 1 예정 개수의 오리피스를 포함하고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242)가 제 1 선형 밀도를 갖는 제 2 예정 개수의 오리피스를 포함하는, 반응물 주입기.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 예정 개수가 상기 제 2 예정 개수와 동일한, 반응물 주입기.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 선형 밀도가 상기 제 2 선형 밀도와 동일한, 반응물 주입기.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240) 각각이 제 1 컨덕턴스를 갖고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242) 각각이 상기 제 1 컨덕턴스와 동일한 제 2 컨덕턴스를 갖는, 반응물 주입기.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 예정 개수가 상기 제 2 예정 개수와 상이한, 반응물 주입기.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240) 각각이 제 1 컨덕턴스를 갖고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242) 각각이 상기 제 1 컨덕턴스와 상이한 제 2 컨덕턴스를 갖는, 반응물 주입기.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 반응물 주입기가, 상기 어레이(210)를 에워싸는 주입기 고리를 포함하는, 반응물 주입기.

청구항 18

a) 다수의 플라즈마를 발생시키기 위한 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 어레이(210)로서, 상기 다수의 플라즈마 소스(212)중 하나 이상은 팽창 열 플라즈마 소스이고, 다수의 플라즈마 소스(212) 각각은 캐소드(214), 애노드(216) 및 플라즈마 챔버(202)에 배치된 비반응성 플라즈마 소스 기체용 유입구(218)를 포함하는 하나 이상의 어레이(210);

b) 상기 플라즈마 챔버(202)와 유체 교류하고 기관(230)을 함유하는 침착 챔버(204); 및

c) 하나 이상의 반응물 기체의 균일한 유동을 상기 다수의 플라즈마 각각 내로 주입하는, 상기 침착 챔버(204)에 배치된 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기(220)

를 포함하고, 이때

상기 플라즈마 챔버(202)는 제 1 예정 압력으로 유지되고, 상기 침착 챔버(204)는 상기 제 1 예정 압력보다 낮은 제 2 예정 압력으로 유지되며,

상기 공동 반응물 기체 주입기(220)는,

i) 하나 이상의 반응물 기체 소스로부터 반응물 기체를 공급하는 내부 공간을 갖는 관상-벽 구조물을 포함하는 반응물 기체 유입구;

ii) 각각 상기 관상-벽 구조물을 통해 상기 내부 공간으로부터 상기 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되는, 제 1 플라즈마에 인접한 제 1 다수의 오리피스(240)로서, 하나 이상의 반응물 기체가 상기 내부 공간으로부터 제 1 다수의 오리피스(240)를 통과하여 제 1 유속으로 제 1 플라즈마로 향하도록 배향되는 제 1 다수의 오리피스(240); 및

iii) 각각 상기 관상-벽 구조물을 관통해 상기 내부 공간으로부터 상기 하나 이상의 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되는, 제 2 플라즈마에 인접한 제 2 다수의 오리피스(242)로서, 하나 이상의 반응물 기체가 상기 내부 공간으로부터 제 2 다수의 오리피스(242)를 통과하여, 실질적으로 제 1 유속과 동일한 제 2 유속으로 제 2 플라즈마로 향하도록 배향되는 제 2 다수의 오리피스(242)

를 포함하는,

기관(230)의 평면(234) 상에 균일한 코팅재(232)를 침착시키기 위한 장치(200).

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240)가 제 1 선형 밀도를 갖는 제 1 예정 개수의 오리피스를 포함하고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242)가 제 2 선형 밀도를 갖는 제 2 예정 개수의 오리피스를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키기 위한 장치(200).

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 예정 개수가 제 2 예정 개수와 동일한, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 예정 개수가 제 2 예정 개수와 상이한, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240) 각각이 제 1 컨덕턴스를 갖고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242) 각각이 상기 제 1 컨덕턴스와 동일한 제 2 컨덕턴스를 갖는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 23

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240) 각각이 제 1 컨덕턴스를 갖고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242) 각각이 상기 제 1 컨덕턴스와 상이한 제 2 컨덕턴스를 갖는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 24

제 18 항에 있어서,

상기 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기(220)가, 상기 어레이(210)를 에워싸는 주입기 고리를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 25

제 18 항에 있어서,

상기 하나 이상의 어레이(210)가 상기 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 선형 어레이를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 26

제 18 항에 있어서,

상기 하나 이상의 어레이(210)가 상기 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 2차원 어레이를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 27

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 예정 압력이 약 0.1 기압 이상인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 제 1 예정 압력이 약 1 기압인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 29

제 18 항에 있어서,

상기 제 2 예정 압력이 약 1 토르 미만인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 제 2 예정 압력이 약 100 밀리토르 미만인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 31

제 18 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스 기체가 아르곤, 질소, 수소, 헬륨, 네온, 크립톤 및 제논 중 하나 이상을 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 장치(200).

청구항 32

- a) 평면(234)을 갖는 기관(230)을 침착 챔버(204)에 제공하는 단계;
 - b) 상기 침착 챔버(204)를 예정 침착 압력으로 배기시키는 단계;
 - c) 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 어레이(210)로부터 다수의 플라즈마를 생성시키는 단계;
 - d) 제 1 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 1 유속이 제 2 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 2 유속과 실질적으로 동일하도록, 하나 이상의 반응물 기체를 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기(220)를 통해 상기 다수의 플라즈마 각각으로 주입하는 단계;
 - e) 상기 하나 이상의 반응물 기체 및 다수의 플라즈마를 기관(230)을 향해 침착 챔버(204)로 유동시키는 단계; 및
 - f) 상기 하나 이상의 반응물 기체를 다수의 플라즈마와 반응시켜 기관(230)의 평면(234) 상에 코팅재(232)를 형성하는 단계
- 를 포함하는, 기관(230)의 평면(234) 상에 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서,
 상기 다수의 플라즈마 소스(212)중 하나 이상이, 캐소드(214), 애노드(216) 및 플라즈마 챔버(202)에 배치된 비 반응성 플라즈마 소스 기체용 유입구(218)를 갖는 팽창 열 플라즈마 소스인, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 34

제 33 항에 있어서,
 상기 하나 이상의 반응물 기체 및 다수의 플라즈마를 기관을 향해 침착 챔버(204)로 유동시키는 단계가

- a) 상기 플라즈마 챔버(202) 내의 제 1 압력 보다 낮은 제 2 예정 압력으로 침착 챔버(204)를 유지시키는 단계; 및
- b) 상기 플라즈마 챔버(202)로부터 기관(230)을 향해 침착 챔버(204)로 다수의 플라즈마를 팽창시키는 단계

를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 35

제 32 항에 있어서,
 상기 반응물 기체를 다수의 플라즈마로 주입하는 단계가

- a) 상기 하나 이상의 반응물 기체를 반응물 기체 소스로부터 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기(220)로 공급하는 단계;
- b) 상기 하나 이상의 반응물 기체를 제 1 플라즈마에 인접한 공동 반응물 기체 주입기(220) 내의 제 1 다수의 오리피스 및 제 2 플라즈마에 인접한 제 2 다수의 오리피스에 통과시키는 단계;
- c) 상기 하나 이상의 반응물 기체를 제 1 다수의 오리피스(240)를 통해 제 1 유속으로 제 1 플라즈마로 향하게 하는 단계;
- d) 상기 하나 이상의 반응물 기체를 제 2 다수의 오리피스(242)를 통해 제 1 유속과 실질적으로 동일한 제 2 유속으로 제 2 플라즈마로 향하게 하는 단계

를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240)가 제 1 예정 개수의 오리피스를 포함하고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242)가 제 1 예정 개수와 동일한 제 2 예정 개수의 오리피스를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 37

제 35 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240)가 제 1 예정 개수의 오리피스를 포함하고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242)가 제 1 예정 개수와 상이한 제 2 예정 개수의 오리피스를 포함하는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 38

제 35 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240) 각각이 제 1 컨덕턴스를 갖고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242) 각각이 제 1 컨덕턴스와 동일한 제 2 컨덕턴스를 갖는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 39

제 35 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240) 각각이 제 1 컨덕턴스를 갖고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242) 각각이 제 1 컨덕턴스와 상이한 제 2 컨덕턴스를 갖는, 균일한 코팅재(232)를 침착시키는 방법.

청구항 40

- a) 반응물 기체 소스로부터 공동 반응물 기체 주입기(220)로 하나 이상의 반응물 기체를 공급하는 단계;
- b) 상기 하나 이상의 반응물 기체를, 상기 하나 이상의 반응물 기체가 제 1 예정 유속으로 제 1 플라즈마로 향하도록 배향된, 제 1 플라즈마에 인접한 공동 반응물 기체 주입기(220) 내의 제 1 다수의 오리피스(240)에 통과시키는 단계; 및
- c) 상기 하나 이상의 반응물 기체를, 하나 이상의 반응물 기체가 상기 제 1 예정 유속과 실질적으로 동일한 제 2 예정 유속으로 제 2 플라즈마로 향하도록 배향된, 제 2 플라즈마에 인접한 공동 반응물 기체 주입기(220) 내의 제 2 다수의 오리피스(242)에 통과시키는 단계

를 포함하는,

제 1 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 1 유속이 제 2 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 2 유속과 실질적으로 동일하도록, 다수의 플라즈마 소스(212)의 어레이(210)에 의해 발생된 다수의 플라즈마 하나 이상의 반응물 기체를 주입하는 방법.

청구항 41

제 40 항에 있어서,

상기 하나 이상의 반응물 기체를 공동 반응물 기체 주입기(220) 내의 제 1 다수의 오리피스(240)에 통과시키는 단계가 제 1 예정 개수의 오리피스를 통해 하나 이상의 반응물 기체를 통과시키는 것을 포함하고, 상기 하나 이상의 반응물 기체를 제 2 다수의 오리피스(242)에 통과시키는 단계가 제 2 예정 개수의 오리피스를 통해 하나 이상의 반응물 기체를 통과시키는 것을 포함하는, 하나 이상의 반응물 기체를 주입하는 방법.

청구항 42

제 40 항에 있어서,

상기 제 1 예정 개수가 제 2 예정 개수와 상이한, 하나 이상의 반응물 기체를 주입하는 방법.

청구항 43

제 40 항에 있어서,

상기 제 1 다수의 오리피스(240) 각각이 제 1 컨덕턴스를 갖고, 상기 제 2 다수의 오리피스(242) 각각이 제 1

컨덕턴스와 상이한 제 2 컨덕턴스를 갖는, 하나 이상의 반응물 기체를 주입하는 방법.

청구항 44

평면(234) 상에 침착된 균일한 코팅재(232)를 갖는 기판(230)으로서,

상기 균일한 코팅재(232)는

- a) 표면(234)을 갖는 기판(230)을 침착 챔버(204)에 제공하는 단계로서, 이때 상기 침착 챔버(204)는 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 어레이(210)와 유체 교류하고, 상기 다수의 플라즈마 소스(212)중 하나 이상은 캐소드(214), 애노드(216) 및 플라즈마 챔버(202)에 배치된 비반응성 플라즈마 소스 기체용 유입구(218)를 갖는 팽창 열 플라즈마 소스이고, 상기 플라즈마 챔버(202)는 침착 챔버(204)와 유체 교류하는 단계;
- b) 상기 침착 챔버(204)를 예정 침착 압력으로 배기시키고, 상기 플라즈마 챔버(202)를 제 1 예정 압력으로 배기시키는 단계로서, 이때 상기 예정 침착 압력은 상기 제 1 예정 압력보다 낮은 단계;
- c) 상기 다수의 플라즈마 소스(212)에서 다수의 플라즈마를 생성시키고, 상기 다수의 플라즈마를 상기 침착 챔버(204)로 유동시키는 단계;
- d) 제 1 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 1 유속이 제 2 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 2 유속과 실질적으로 동일하도록, 상기 다수의 플라즈마를 침착 챔버(204)로 유동시킬 때, 하나 이상의 반응물 기체를 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기를 통해 다수의 플라즈마 각각으로 주입하는 단계;
- e) 상기 하나 이상의 반응물 기체 및 다수의 플라즈마를 기판(230)을 향해 침착 챔버(204)로 유동시키는 단계; 및
- f) 상기 하나 이상의 반응물 기체를 다수의 플라즈마와 반응시켜 기판(230)의 평면(234) 상에 코팅(232)을 형성하는 단계

를 포함하는 방법에 의해 침착되는, 기판(230).

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 균일한 코팅재를 평면에 침착시키기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 다수의 플라즈마 소스를 사용하여 균일한 코팅재를 평면에 침착시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 더 구체적으로, 본 발명은 다수의 팽창 열 플라즈마 소스에 의해 발생하는 다수의 플라즈마 내로 통상의 주입 시스템을 통해 반응물 기체를 주입시킴으로써 균일한 코팅재를 평면에 침착시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 플라즈마 소스는 다양한 코팅재, 예컨대 투명 내마모성 코팅재, 투명 UV-여과 코팅재 및 다층 코팅 패키지를 고 침착률로 기판에 침착시킬 수 있다. 이러한 침착 공정에서, 반응물 기체는 플라즈마와 상호작용하여 기판에 침착된 층을 형성한다. 팽창 열 플라즈마(또한 이후 본원에서 "ETP"로서 언급됨) 소스와 같은 개별 플라즈마 소스가 약 10 내지 15cm의 직경을 갖는 영역을 균일하게 코팅하는데 사용될 수 있다.

[0003] 다수의 플라즈마 소스의 어레이(array)가 더욱 큰 기판 면적을 코팅하는데 사용될 수 있다. 이러한 큰 면적 코팅 작업은 전형적으로 거시적 평탄한 표면 또는 평면에 코팅재를 침착시킴을 취급한다. 이러한 평면에 균일한 코팅을 달성하기 위해, 선형 또는 지그재그 어레이와 같은 2차원 패턴으로 다수의 플라즈마 소스가 이격될 수 있다.

[0004] 큰 면적을 코팅시키는데 다수의 플라즈마 소스가 사용되는 경우, 전형적으로 개별 전달 시스템에 의해 각각의 플라즈마 소스에 반응물 기체가 제공된다. 즉, 각각의 플라즈마 소스는 개별 유동 제어에 요구되는 개별 반응물 기체 소스를 갖는다. 그러나, 더욱 큰 치수를 갖는 표면을 코팅시키는데 스케일링 플라즈마 침착 기술이 사

용되는 경우, 개별 반응물 소스 및 유동 제어제의 사용은 코팅 공정에서 큰 변화를 초래하고 코팅 균일성에서의 감소를 초래할 수 있다. 또한, 코팅 공정에 사용된 플라즈마 소스의 수가 증가함에 따라, 개별 전달 시스템 및 유동 제어로 각각의 플라즈마 소스를 구비하는데 소요되는 비용이 크게 유의적이게 된다.

[0005] 각각의 플라즈마 소스가 개별 반응물 기체 주입기 시스템을 갖는 다수의 플라즈마 소스의 어레이는 큰 평면을 균일하게 코팅시킬 수 없으며 비경제적이다. 따라서, 다수의 플라즈마 소스를 사용하여 큰 면적의 평탄한 기판을 균일하게 코팅시키기 위한 방법 및 장치가 요구된다.

[0006] 발명의 요약

[0007] 본 발명은, 다수의 플라즈마 소스 및 통상의 전구체 - 또는 반응물 기체 - 주입기로 이루어진 어레이를 사용하여 균일한 코팅재를 큰 면적의 평면에 침착시키기 위한 방법 및 장치 모두를 제공함으로써 이들 및 기타 요건을 충족시킨다. 단일 전달 시스템을 통해 반응물 기체(들)을 다수의 플라즈마 소스에 제공함으로써, 각 다수의 플라즈마로의 반응물 기체의 균일한 유동이 용이하게 유지될 수 있다.

[0008] 따라서, 본 발명의 제 1 양태는 기판의 평면 상에 균일한 코팅재를 침착시키는 장치를 제공한다. 이 장치는, 다수의 플라즈마를 발생시키기 위한 다수의 플라즈마 소스의 하나 이상의 어레이(이때, 다수의 플라즈마 소스 각각은 캐소드, 애노드 및 플라즈마 챔버에 배치된 비반응성 플라즈마 소스 기체용 유입구를 포함한다); 기판을 함유하는 침착 챔버(이때, 침착 챔버는 상기 플라즈마 챔버와 유체 교류하고, 상기 플라즈마 챔버는 제 1 예정 압력에서 유지되고, 상기 침착 챔버는 상기 제 1 예정 압력보다 낮은 제 2 예정 압력으로 유지된다); 및 균일한 유속의 하나 이상의 반응물 기체를 상기 다수의 플라즈마 각각으로 제공하는, 상기 침착 챔버에 배치된 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기를 포함한다.

[0009] 본 발명의 제 2 양태는 다수의 플라즈마 소스의 어레이에 의해 발생된 다수의 플라즈마로 균일한 유동의 하나 이상의 반응물 기체를 주입하는 공동 반응물 기체 주입기를 제공한다. 이 공동 반응물 기체 주입기는, 하나 이상의 반응물 기체가 반응물 기체 소스로부터 공급되는, 내부 공간을 갖는 관상-벽(tubular-walled) 구조물을 포함하는 반응물 기체 유입구; 제 1 플라즈마에 인접한 제 1 다수의 오리피스(이때, 제 1 다수의 오리피스 각각은 상기 관상-벽 구조물을 통해 상기 내부 공간으로부터 상기 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되고, 제 1 다수의 오리피스는 하나 이상의 반응물 기체가 내부 공간으로부터 제 1 다수의 오리피스를 통과하여 제 1 유속으로 제 1 플라즈마로 향하도록 배향된다); 및 제 2 플라즈마에 인접한 제 2 다수의 오리피스(이때, 제 2 다수의 오리피스 각각은 상기 관상-벽 구조물을 통해 상기 내부 공간으로부터 상기 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되고, 제 2 다수의 오리피스는 하나 이상의 반응물 기체가 내부 공간으로부터 제 2 다수의 오리피스를 통과하여 실질적으로 제 1 유속과 동일한 제 2 유속으로 제 2 플라즈마로 향하도록 배향된다)를 포함한다.

[0010] 본 발명의 제 3 양태는 기판의 평면 상에 균일한 코팅재를 침착시키는 장치를 제공한다. 이 장치는, 다수의 플라즈마를 발생시키기 위한 다수의 플라즈마 소스의 하나 이상의 어레이(이때, 하나 이상의 다수의 플라즈마 소스는 팽창 열 플라즈마 소스이고, 다수의 플라즈마 소스 각각은 캐소드, 애노드 및 플라즈마 챔버에 배치된 비반응성 플라즈마 소스 기체용 유입구를 포함한다); 기판을 함유하는 침착 챔버(이때, 침착 챔버는 상기 플라즈마 챔버와 유체 교류하고, 상기 플라즈마 챔버는 제 1 예정 압력에서 유지되고, 상기 침착 챔버는 상기 제 1 예정 압력보다 낮은 제 2 예정 압력에서 유지된다); 및 하나 이상의 반응물 기체의 균일한 유동을 상기 다수의 플라즈마 각각으로 주입하는, 상기 침착 챔버에 배치된 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기를 포함한다. 상기 공동 반응물 기체 주입기는, 반응물 기체가 하나 이상의 반응물 기체 소스로부터 공급되는, 내부 공간을 갖는 관상-벽 구조물을 포함하는 반응물 기체 유입구; 제 1 플라즈마에 인접한 제 1 다수의 오리피스(이때, 제 1 다수의 오리피스 각각은 상기 관상-벽 구조물을 통해 상기 내부 공간으로부터 상기 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되고, 제 1 다수의 오리피스는 내부 공간으로부터 제 1 다수의 오리피스를 통과하여, 제 1 유속으로 제 1 플라즈마로 향하도록 배향된다); 및 제 2 플라즈마에 인접한 제 2 다수의 오리피스(이때, 제 1 다수의 오리피스 각각은 상기 관상-벽 구조물을 통해 상기 내부 공간으로부터 상기 하나 이상의 반응물 기체 유입구의 외부 표면으로 연장되고, 제 2 다수의 오리피스는 반응물 기체가 내부 공간으로부터 제 2 다수의 오리피스를 통과하여, 실질적으로 제 1 유속과 동일한 제 2 유속으로 제 2 플라즈마로 향하도록 배향된다)를 포함한다.

[0011] 본 발명의 제 4 양태는 기판의 평면 상에 균일한 코팅재를 침착시키는 방법을 제공한다. 이 방법은, 평면을

갖는 기관을 침착 챔버에 제공하는 단계; 예정 침착 압력으로 침착 챔버를 배기시키는 단계; 다수의 플라즈마 소스의 하나 이상의 어레이로부터 다수의 플라즈마를 생성시키는 단계; 제 1 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 1 유속이 제 2 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 2 유속과 실질적으로 동일하도록, 하나 이상의 반응물 기체를 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기를 통해 다수의 플라즈마 각각으로 주입하는 단계; 하나 이상의 반응물 기체 및 다수의 플라즈마를 기관을 향해 침착 챔버로 유동시키는 단계; 및 하나 이상의 반응물 기체를 다수의 플라즈마와 반응시켜 기관의 평면 상에 코팅을 형성하는 단계를 포함한다.

[0012] 본 발명의 제 5 양태는 제 1 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 1 유속이 제 2 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 2 유속과 실질적으로 동일하도록, 하나의 반응물 기체를 다수의 플라즈마 소스의 어레이에 의해 발생된 다수의 플라즈마로 주입하는 방법을 제공한다. 이 방법은, 반응물 기체 소스로부터 공동 반응물 기체 주입기로 하나 이상의 반응물 기체를 공급하는 단계; 제 1 플라즈마에 인접한 공동 반응물 기체 주입기 내의 제 1 다수의 오리피스를 통해 하나 이상의 반응물 기체를 통과시키는 단계(이때, 제 1 다수의 오리피스는 하나 이상의 반응물 기체가 제 1 예정 유속에서 제 1 플라즈마로 향하도록 배향된다); 및 제 2 플라즈마에 인접한 공동 반응물 기체 주입기 내의 제 2 다수의 오리피스를 통해 하나 이상의 반응물 기체를 통과시키는 단계(이때, 제 2 다수의 오리피스는 하나 이상의 반응물 기체가 제 1 예정 유속과 실질적으로 동일한 제 2 예정 유속에서 제 2 플라즈마로 향하도록 배향된다)를 포함한다.

[0013] 본 발명의 제 6 양태는 평면 상에 침착된 균일한 코팅재를 갖는 기관을 제공하되, 균일한 코팅재는, 표면을 갖는 기관을 침착 챔버에 제공하는 단계(이때, 침착 챔버는 다수의 플라즈마 소스의 하나 이상의 어레이와 유체 교류하고, 하나 이상의 다수의 플라즈마 소스는 캐소드, 애노드 및 플라즈마 챔버에 배치된 비반응성 플라즈마 소스 기체용 유입구를 갖는 팽창 열 플라즈마 소스이고, 플라즈마 챔버는 침착 챔버와 유체 교류한다); 제 1 예정 압력보다 낮은 예정 침착 압력으로 침착 챔버를 배기시키고, 플라즈마 챔버를 제 1 예정 압력으로 배기시키는 단계; 다수의 플라즈마 소스에서 다수의 플라즈마를 생성시키고, 상기 침착 챔버로 다수의 플라즈마를 유동시키는 단계; 제 1 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 1 유속이 제 2 플라즈마로 향하는 하나 이상의 반응물 기체의 제 2 유속과 실질적으로 동일하도록, 다수의 플라즈마가 침착 챔버로 유동 시에 하나 이상의 반응물 기체를 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기를 통해 다수의 플라즈마 각각으로 주입하는 단계; 하나 이상의 반응물 기체 및 다수의 플라즈마를 기관을 향해 침착 챔버로 유동시키는 단계; 및 하나 이상의 반응물 기체를 다수의 플라즈마와 반응시켜 기관의 평면 상에 코팅을 형성하는 단계를 포함하는 방법에 의해 침착된다.

[0014] 본 발명의 이런 상태 및 기타 양태, 장점 및 현저한 특징은 이후의 상세한 설명, 첨부된 도면 및 첨부된 청구 범위로부터 명확해질 것이다.

발명의 상세한 설명

[0021] 다음 설명에서, 유사 참조 기호는 도면 부분에 도시된 몇몇 도면 전반에 걸쳐 유사 또는 상응하는 부분을 지칭한다. 또한, "상부", "하부", "외향", "내향" 등과 같은 용어는 편의 단어이며 제한적인 용어로 생각되지 않는다.

[0022] 일반적으로 도면, 특히 도 1을 참고하면, 설명은 본 발명의 바람직한 실시양태를 설명하기 위한 목적이지만 발명이 그에 국한되고자 하는 것이 아님을 이해할 것이다. 다수의 팽창 열 플라즈마 소스(112)를 포함하는 어레이(110)를 사용하여 균일한 코팅재를 거시적 평면 - 또는 평탄한 표면 - 에 침착시키기 위한 장치(100)가 도 1에 개략적으로 도시되고 있다. 도 1에 도시된 장치(100)는 바리 리-민 양(Barry Lee-Mean Yang) 등의 미국 특허출원 제 09/681,820 호 "Apparatus and Method for Large Area Chemical Vapor Deposition Using Expanding Thermal Plasma Generators", 및 마크 쉐켄츠(Marc Schaepekens)의 미국 특허출원 제 09/683,148 호 "Apparatus and Method for Depositing Large Area Coatings on Non-Planar Surfaces"에 기술되어 있으며, 이들 모두는 본원에서 참고로 전반적으로 인용한다. 다수의 ETP 소스(112) 각각은, 발생된 ETP와 반응하여 기관의 표면에 코팅을 형성하는 하나 이상의 반응물 기체와 함께 공급된다(도시되지 않음). 하나 이상의 반응물 기체는 개별 반응물 기체 주입기(120)를 통해 동일한 유속으로 다수의 ETP 소스(112) 각각에 공급된다. 하나 이상의 반응물 기체는 다수의 ETP 소스(112) 각각에 의해 발생된 플라즈마 내에서 반응하여 코팅이 형성되는 종을 수득한다.

[0023] 다수의 플라즈마 소스가 큰 면적을 코팅하는데 사용되는 경우, 반응물 기체는 별도의 전달 시스템에 의해 각각의 플라즈마 소스에 공급된다. 즉, 각각의 플라즈마 소스는 개별 유동 제어에 요구되는 개별 반응물 기체 소스

를 갖는다. 개별 반응물 기체 주입기(120)는 통상적으로 도 1에 도시된 바와 같이 다수의 ETP 소스(112) 각각에 공급된다. 도 1에서 도시된 실시양태에서, 하나 이상의 반응물 기체는 도 1에서 상면도 및 단면도로 도시된 개별 고리 주입기(120)를 통해서 다수의 ETP 소스(112) 각각에 의해 발생된 각각의 플라즈마 내로 통과한다. 하나 이상의 반응물 기체 각각은 개별 반응물 기체 소스(126)로부터 개별 고리 주입기(120)에 공급되며, 개별 유동 제어기(124)는 개별 반응물 기체 소스(126) 각각으로부터 개별 고리 주입기(120) 각각으로의 하나 이상의 반응물 기체의 유동을 조절한다. 다르게는, 개별 노즐(도시되지 않음)은 개별 고리 주입기(120)를 위해 교체될 수 있다.

[0024] 더욱 큰 치수를 갖는 표면을 코팅하기 위해 스케일링 플라즈마 침착 기술을 사용하는 경우, 개별 고리 주입기(120), 개별 반응성 소스(126) 및 유동 제어기(124)의 사용은 코팅 공정에서의 유의적인 변화성을 초래하며 이로 인해 코팅의 균일성이 감소될 수 있다. 또한, 코팅 공정에서 사용된 플라즈마 소스의 수가 증가함에 따라, 개별 전달 시스템 및 유동 제어로 각각의 플라즈마 소스를 구비하는데 소요되는 비용이 크게 유의적이게 된다.

[0025] 일반적으로, 전체 코팅된 표면을 가로지르는 하나 이상의 선택된 특성의 균일한 프로파일을 갖는 코팅재를 제조하는 것이 바람직하다. 이러한 특성들로는 코팅 두께, 내마모성, 방사선 흡수 및 방사선 반사가 포함되지만 이에 한정되지 않는다. ETP 소스와 같은 단일 플라즈마 소스에 의해 침착된 코팅재 내의 이러한 특성들의 프로파일 각각은 플라즈마 소스의 축에 대해 가우시안(Gaussian) 분포를 갖는다. 가우시안 분포의 크기 및 형태는 플라즈마의 온도에 따라 일부 달라질 것이며, 또한 플라즈마 내로의 하나 이상의 반응물 기체의 유속 및 플라즈마를 생성시키는데 사용되는 파워에 의존적이다. 각각의 다수의 플라즈마 내로의 하나 이상의 반응물 기체의 실질적으로 동일한 유속 및 동일한 파워에서 발생된 플라즈마에 대해, 평면을 가로지르는 소정의 코팅 특성의 균일한 프로파일은, 개별 플라즈마 소스에 의해 발생된 가우시안 분포가 중첩되도록 하는 어레이에서 다수의 플라즈마 소스를 배열시킴으로써 수득될 수 있다.

[0026] 본 발명에 따라 균일한 코팅재를 평탄하지 않은 표면에 침착시키기 위한 장치(200)가 도 2에 도시되고 있다. 장치(200)는 다수의 플라즈마 소스(212)의 하나 이상의 어레이(210)를 포함한다. 장치는 평탄하지 않은 표면을 코팅시키는데 실제적이며 이에 필요한 만큼의 많은 수의 어레이를 포함할 수 있다. 유사하게는, 각각의 어레이(210)는 실제적 또는 필요에 따라 다수의 플라즈마 소스(212)를 포함할 수 있다. 한 실시양태에서, 다수의 플라즈마 소스(212)는 하나 이상의 ETP 플라즈마 소스를 포함한다. 도 2가 6개의 플라즈마 소스(212)를 갖는 단일 어레이(210), 다수의 어레이(210)를 제시하지만, 6개 초과 플라즈마 소스(212)를 갖는 하나 이상의 어레이(210)도 또한 본 발명의 범위 내에 속하는 것으로 간주된다. 어레이(210)는 예컨대 약 12개 이하의 플라즈마 소스(212)를 포함할 수 있다. 어레이(210)는 선형 어레이 또는 2차원 어레이, 예컨대 비제한적으로 플라즈마 소스(212)의 엇갈림(staggered) 어레이, 지그재그 어레이, 그리드(grid) 및 다각형(예: 삼각형, 육각형, 팔각형 등)일 수 있다.

[0027] 다수의 플라즈마 소스(212) 각각은 캐소드(214), 애노드(216) 및 플라즈마 챔버(202) 내에 배치된 플라즈마 소스 기체 유입구(218)를 포함한다. 플라즈마 소스 기체는 비활성 기체, 예컨대 희귀 기체, 즉 아르곤, 헬륨, 네온, 크립톤 또는 제논이다. 다르게는, 다른 화학적으로 비반응성인 기체, 예컨대 비제한적으로 질소 및 수소가 플라즈마 소스 기체로서 사용될 수 있다. 바람직하게는, 아르곤이 플라즈마 소스 기체로서 사용된다. 플라즈마는, 플라즈마 소스 기체 유입구(218)를 통해 플라즈마 소스 기체를 아크 내에 도입시키면서 캐소드(214)와 애노드(216) 사이에 아크를 생성시킴으로써 다수의 플라즈마 소스(212) 각각에서 발생된다.

[0028] 한 실시양태에서, 하나 이상의 다수의 플라즈마 소스(212)는 팽창 열 플라즈마(또한 이후 본원에서 "ETP"로서 언급됨)이다. ETP에서, 플라즈마는 하나 이상의 캐소드와 애노드 사이에서 발생된 아크 내에서 플라즈마 소스 기체를 이온화시켜 양이온 및 전자를 생성시킴으로써 발생된다. 하기 반응은 예컨대 아르곤 플라즈마가 생성되는 경우에 발생된다.

반응식 1



[0030] 그 다음, 플라즈마는 저압에서 고용량으로 팽창되며, 이로 인해 전자 및 양이온이 냉각된다. 본 발명에서, 플라즈마는 플라즈마 챔버(202) 내에서 생성되며, 개구부(206)를 통해 침착 챔버(204) 내로 팽창된다. 이전에 기술된 바와 같이, 침착 챔버(204)는 플라즈마 챔버(202)보다 크게 낮은 압력에서 유지된다. 결과적으로, ETP 내의 전자는 너무 차가우며, 이로 인해 ETP 내 하나 이상의 반응물 기체의 직접적인 해리를 초래할 정도 충분한 에너지를 갖지 못하게 된다. 대신에, 플라즈마 내로 도입된 하나 이상의 반응물 기체는 ETP 내에서 전자들과

전하 교환 및 해리 재조합 반응을 겪을 수 있다. ETP에서, 양이온 및 전자 온도는 거의 동일하며 약 0.1eV(약 1000K)이다. 다른 유형의 플라즈마에서, 전자는 플라즈마의 화학적 특성에 실질적인 영향을 미치기에 충분히 높은 온도를 갖는다. 이러한 플라즈마에서, 양이온은 전형적으로는 약 0.1eV의 온도를 갖고, 전자는 약 1eV 또는 10,000K의 온도를 갖는다.

[0031] 플라즈마 챔버(202)는 개구부(206)를 통해 침착 챔버(204)와 유체 교류한다. 침착 챔버(204)는 진공 시스템(도시되지 않음)과 유체 교류하며, 이는 플라즈마 챔버(202)보다 낮은 압력에서 침착 챔버(204)를 유지시킬 수 있다. 한 실시양태에서, 침착 챔버(204)는 약 1토르(약 133Pa) 미만의 압력, 바람직하게는 약 100밀리토르(약 0.133Pa) 미만의 압력에서 유지되는 한편, 플라즈마 챔버(202)는 약 0.1기압(약 1.01×10^4 Pa) 이상의 압력에서 유지된다. 플라즈마 챔버(202)는 약 1기압(약 1.01×10^5 Pa)의 압력에서 유지되는 것이 바람직하다.

[0032] 하나 이상의 공동 반응물 기체 주입기(220)는, 하나 이상의 반응물 기체를 예정 유속에서 어레이(210) 내의 다수의 플라즈마 소스(212)에 의해 발생된 각각의 다수의 플라즈마 내로 제공하기 위한 침착 챔버(204) 내에 위치시킨다. 공동 반응물 기체 주입기(220)는 도 3에서 단면도 및 상면도로 도시되고 있다. 반응물 기체 소스(226)로부터 공동 반응물 기체 주입기(220)로의 하나 이상의 반응물 기체의 유동을 조절하기 위해 유동 제어기(224)(도 3)가 포함된 반응물 기체 주입기 시스템(222)(도 3)에 의해, 하나 이상의 반응물 기체 소스(226)(도 3)로부터 공동 반응물 기체 주입기(220)에 하나 이상의 반응물 기체가 제공된다. 하나 이상의 반응물 기체 소스(224)는 단일 반응물 기체 소스(이 경우, 단일 유동 제어기(222)가 사용될 수 있다) 또는 매니폴드(manifold)(이는 다수의 플라즈마 내로 주입하기 전에 다양한 반응물 기체 또는 전구체가 혼합된다)일 수 있다.

[0033] 플라즈마가 개구부(206)를 통해 침착 챔버(204) 내로 유입됨에 따라, 어레이(210) 내의 다수의 플라즈마 소스(212)에 의해 발생된 각각의 다수의 플라즈마에 공동 반응물 기체 주입기(220)를 통해 하나 이상의 반응물 기체가 제공된다. 하나 이상의 반응물 기체는 공동 반응물 기체 주입기(220)로부터 실질적으로 동일한 유속으로 각각의 플라즈마 내로 유동한다. 하나 이상의 반응물 기체는 반응물 기체의 혼합물 또는 단일 반응물 기체를 포함할 수 있으며, 별도의 반응물 기체 주입기 시스템(222)에 의해 단일한 반응물 기체 소스 또는 별도의 다수의 반응물 기체 소스(226)로부터 단일한 공동 반응물 기체 주입기(220) 또는 별도의 공동 반응물 기체 주입기(220)에 제공될 수 있다.

[0034] 공동 반응물 기체 주입기(220)는 공동 주입기 고리(226)를 포함하고, 이는 도 4에서 단면도 및 상면도로 도시된다. 별도의 공동 주입 고리(220)는 각각의 반응물 기체를 위해 제공될 수 있고, 또는 단일한 공동 주입 고리(220)는 반응물 기체의 혼합물의 주입을 위해 사용될 수 있다. 공동 주입기 고리(220)는 내부 공간을 가진 관상-벽 구조로부터 형성되고, 상기 내부 공간을 통해 하나 이상의 반응물 기체가 반응물 기체 소스(226)로부터 어레이(210)에서 다수의 플라즈마 소스(212)에 의해 생성되는 각각의 다수의 플라즈마로 공급된다. 공동 반응물 기체 고리(220)는 약 5/8인치(약 15.9mm) 두께를 갖는 스테인리스 강철 연관으로 형성될 수 있다. 상기 공동 주입기 고리(220)는 각각의 다수의 플라즈마에 인접하게 위치한 다수의 오리피스(도시되지 않음)를 포함한다. 각각의 다수의 오리피스는 관상-벽 구조물을 통해 관상-벽 구조의 내부 공간으로부터 공동 주입기 고리(220)의 외부 공간으로 연장된다. 다수의 오리피스는 하나 이상의 반응물 기체가 내부 공간으로부터 다수의 오리피스를 통해 통과하도록 배향되고, 각각의 다수의 플라즈마로 향하게 된다. 세트 스크류를 통해 기계화된 오리피스를 갖는 세트 스크류의 삽입을 허용하기 위해, 공동 주입기 고리(220)는 약 0.5인치(약 12.7mm) 떨어져 위치한 스투드된 구멍을 포함한다. 상기 오리피스는 약 0.040인치(약 1.02mm)의 직경을 가질 수 있다.

[0035] 공동 반응물 기체 주입기(220)는 고리의 배열과는 다른 배열을 가질 수 있다. 예를 들어, 공동 반응물 기체 주입기(220)는 상술한 바와 같이 다수의 오리피스를 갖는 관상-벽 구조로부터 단일한 바 또는 다른 지형적인 형태, 예를 들어, 삼각형, 직사각형 및 구불거리는 모양(이에 한정되지는 않음)으로 형성될 수 있다.

[0036] 일반적으로, 오리피스, 또는 다수의 오리피스를 통한 유속은 오리피스의 컨덕턴스(conductance)에 대한 오리피스를 가로지르는 압력 낙차 ΔP (즉, 공동 반응물 기체 주입기 내부에서 압력 및 침착 챔버(204)의 압력의 차이)의 비에 비례한다.

수학적 1

유속 $\propto \Delta P$ /컨덕턴스

[0037] [0038] 공동 반응물 기체 주입기(220)의 전체적인 압력 및 침착 챔버(204)의 압력이 비교적 변하지 않는 경우, ΔP 는 상수이다. 이어, 각각의 다수의 플라즈마에 대한 실질적으로 균등한 반응물 기체의 속도는, 각각의 다수의 플

라즈마로 하나 이상의 반응물 기체를 보내는 동일한 직경의 같은 수의 오리피스를 갖는 공동 반응물 기체 주입기(220)를 제공함으로써 달성될 수 있다. 따라서, 동일한 크기의 오리피스를 위해, 제 1 플라즈마에 인접한 오리피스의 선형 밀도는 제 2 플라즈마에 인접한 오리피스의 선형 밀도와 실질적으로 균등할 것이다. ΔP 가 상수인 경우 실질적으로 균등한 유속을 달성하는 것은 또한 각각의 다수의 플라즈마에 인접한 다수의 오리피스의 컨덕턴스를 일치시킴으로써 달성될 수 있다. 컨덕턴스는 또한 오리피스의 선형 밀도, 오리피스 직경, 또는 오리피스 길이 중의 어느 하나를 조정함으로써 일치시킬 수 있다.

[0039] 몇몇 예에서, 압력은 공동 반응물 기체 주입기(220)에서 전체적으로 상수가 아닐 수 있다. 이 조건은, 다수의 플라즈마 소스(212)에 의해 발생된 다수의 플라즈마로 반응물 기체의 불균등한 유동을 초래할 수 있다. 예를 들어, 소량의 반응물 기체는, 반응물 기체 소스(226)에 보다 인접하게 위치한 플라즈마 소스(도 3에서 'B')보다 반응물 기체 소스(226)으로부터 보다 먼 거리에 위치한 플라즈마 소스(도 3에서 'A'로 표시됨)에 의해 발생된 플라즈마로 보내질 수 있다. 이러한 조건 하에서, 각각의 다수의 플라즈마에 대한 반응물 기체의 유속은 공동 반응물 기체 주입기(220)에서 오리피스 직경, 오리피스의 선형 밀도, 및 다수의 오리피스의 컨덕턴스 중의 하나 이상을 개질함으로써 균등화시킬 수 있다. 예를 들어, 플라즈마 소스 A 및 B에 의해 발생된 플라즈마로의 반응물 기체의 유속은, 플라즈마 소스 B 부근에 위치한 오리피스의 수보다 많은 수의 오리피스를 가진 플라즈마 소스 A 부근의 공동 반응물 기체 주입기(220)를 제공함으로써 균등화될 수 있다. 다르게는, 상기 유속은 플라즈마 소스 B 부근의 오리피스의 선형 밀도보다 플라즈마 소스 A 부근의 오리피스가 보다 큰 선형 밀도를 가지는 공동 반응물 기체 주입기(220)를 제공함으로써 균등화될 수 있다. 반응물 기체의 유속은 플라즈마 소스 B 부근에 위치한 오리피스의 직경보다 큰 직경을 갖는 플라즈마 소스 A 부근의 오리피스를 가진 공동 반응물 기체 주입기(220)를 제공함으로써 균등화될 수 있다. 마지막으로, 플라즈마 소스 A 부근에 보다 낮은 컨덕턴스를 가진 오리피스를 가진 공동 반응물 기체 주입기(220)를 제공하는 것은 플라즈마 소스 A 및 B에 의해 발생하는 플라즈마에 대한 유속을 균등하게 하는데 사용될 수 있다.

[0040] 예를 들어, 본 발명에서 공동 반응물 기체 주입기 고리(220)에 따르는 선형 오리피스 밀도는 변화되어, 통상의 세트 스크류로 오리피스를 가진 세트 스크류의 일부를 기계화되지 않은 오리피스로 대체함으로써 속도를 균등화할 수 있다. 오리피스 컨덕턴스는 또한 세트 스크류를 통해 기계화된 오리피스로 연장된 세트-스크류를 사용함으로써 변화될 수 있다.

[0041] 각각의 다수의 플라즈마에 주입된 후, 하나 이상의 반응물 기체는 각각의 다수의 플라즈마 내에서 하나 이상의 반응을 겪는다. 이러한 반응은 전하 교환 반응, 분리적 재조합 반응, 및 분열 반응을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 이어, 다수의 플라즈마 내에서 발생하는 반응의 산물은 결합되어 기관(230)의 표면(234) 상에 코팅재(232)를 침착시키고, 이는 침착 챔버(204)에 함유된다. 기관(230)은 기관 홀더(도시되지 않음)에 움직이지 않게 탑재되거나, 운동 작동기(도시되지 않음)에 결합되고, 상기 운동 작동기는 어레이(210)에 대하여 기관(230)을 움직인다(또는 '스캔한다').

[0042] 하기의 실시예는 본 발명에 의해 제공되는 특징 및 장점을 예시하고, 본 발명을 제한하기 위해 의도되지 않는다.

실시예

[0043] 실시예 1

[0044] 본 발명의 공동 반응물 기체 주입기 고리를 제공하는 ETP 소스의 어레이를 사용하여 평평한(즉, 평면의) 폴리카보네이트 기관 상에 침착된 코팅재를 개별 반응물 기체 주입기를 제공하는 ETP 소스의 어레이를 사용하여 침착된 코팅재와 비교함으로써 본 발명이 실험적으로 뒷받침된다. 바이닐트라이메틸실레인(VTMS) 전구물질이 개별 ETP 소스의 노즐로 전달되는 ETP 소스의 어레이로 수득된 무정형 수소화된 탄화규소(이후 본원에서 "a-SiC:H"로 지칭됨) 코팅재의 두께 프로파일은 본 발명의 공동 반응물 기체 주입기 고리를 제공하는 ETP 소스의 어레이를 사용하여 VTMS로 수득된 a-SiC:H 코팅재의 두께 프로파일과 비교되었다. 상기 코팅재의 두께 프로파일은 도 4에 도시되어 있다. 본 발명의 공동 주입기 고리를 사용하여 수득된 코팅재에 대한 ETP 소스 사이에 위치한 평균 두께(시그마/평균)에 대한 두께의 표준편차의 비(3%)는 각각의 ETP 소스에 대한 개별 반응물 기체 주입기를 사용하여 수득한 필름의 표준편차의 비(13%)보다 낮았다. 따라서, 본 발명의 공동 주입기 기체 고리를 사용하여 수득된 코팅재는 개별 반응물 기체 주입기를 사용하여 수득된 코팅재보다 고도의 균일성을 보였다.

[0045] 실시예 2

[0046] a-SiC:H 코팅재의 두께 프로파일은 ETP 소스의 어레이에 의해 발생된 플라즈마에 대한 옥타메틸사이클로테트라실록세인(D4) 반응물 기체가 본 발명의 공동 반응물 기체 주입기에 의해 제공되는 ETP 소스의 어레이로 수득되었다. 침착된 코팅재의 두께 프로파일이 도 5에 개시되어 있다. 그 결과, D4로 침착이 5%(시그마/평균) 내부-ETP 소스 두께인 코팅재를 산출한다는 것을 증명되었다. 따라서, 본 발명의 공동 주입기 기체 고리를 통해 ETP-발생된 플라즈마에 대한 반응물 기체 D4를 제공함으로써 수득되는 코팅재는 고도의 균일성을 보였다.

[0047] 실시예 3

[0048] 부식 방지 코팅재로서 역할하는 무정형 수소화된 규소 옥시카바이드(이후 본원에서 "a-SiO_xC_y:H"로 지칭됨)의 코팅재는 폴리카보네이트 기판 상에 D4 및 산소(O₂)의 혼합물로부터 침착되었다. 하나의 실험에서, 상기 코팅재는 단일한 공동 반응물 기체 주입기 고리를 통해 D4 및 O₂를 둘 다 주입시킴으로써 침착되었다. 또다른 실험에서, 상기 코팅재는 별도의 공동 반응물 기체 주입기 고리를 통해 O₂ 및 D4를 주입시킴으로써 침착되었다. 침착된 코팅재의 코팅재 두께 프로파일이 도 6에서 비교된다. 도 6에서 두께 프로파일은 통계적으로 상이하고, 따라서 고도의 균일성을 갖는 코팅재를 수득하기 위해 개별 반응물 기체가 단일한 공동 반응물 기체 주입기 또는 별도의 공동 반응물 기체 주입기 중의 하나로 다수의 ETP 플라즈마에 의해 생성되는 플라즈마에 제공될 수 있다는 것이 증명되었다.

본 발명을 예시하기 위한 목적으로 전형적인 실시양태가 개시되었지만, 전술한 설명은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 따라서, 본 발명의 정신 및 범위로부터 벗어남 없이, 당분야의 숙련자들은 다양한 개질, 조정, 및 대안을 생각할 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 다수의 ETP 소스의 어레이의 사용으로 반드시 제한되는 것이 아니라, 대신에 본 발명은 넓은 면적의 기판을 코팅하기 위해 사용될 수 있는 다수의 플라즈마 소스의 어레이에서 사용될 수 있다.

[0049] 삭제

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 팽창 열 플라즈마 소스의 어레이를 사용하여 균일한 코팅재를 거시적 평면에 침착시키기 위한 장치의 개략적 대표도이며, 여기서 반응물 기체는 개별 반응물 기체 주입기에 의해 각각의 플라즈마 소스에 제공된다.

[0016] 도 2는 팽창 열 플라즈마 소스의 어레이를 사용하여 균일한 코팅재를 거시적 평면에 침착시키기 위한 본 발명의 장치의 개략적 대표도이다.

[0017] 도 3은 본 발명의 공동 반응물 기체 주입기의 상면도 및 단면도를 도시하는 개략적 대표도이다.

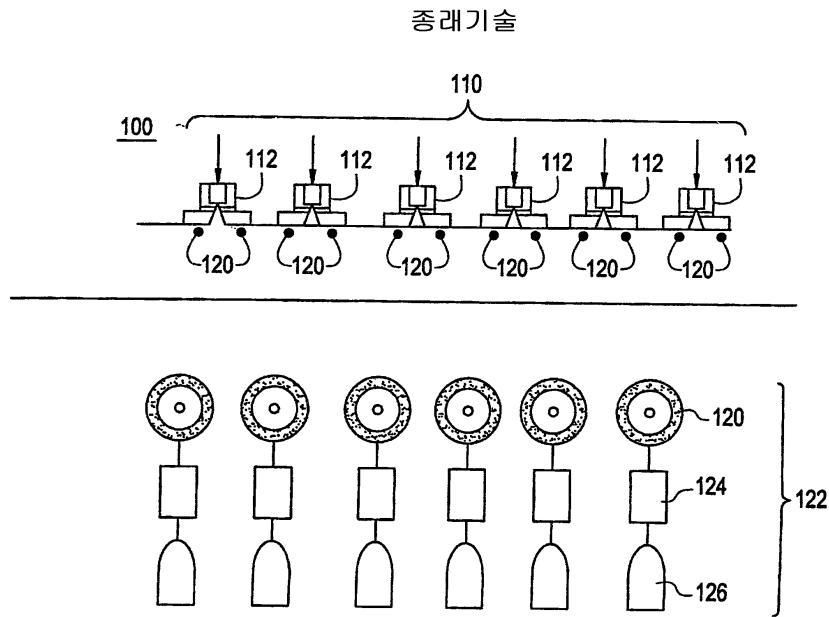
[0018] 도 4는 본 발명의 공동 반응물 기체 주입기 및 개별 기체 주입기를 사용하여 침착된 무정형 수소화 탄화규소(a-SiC:H)의 두께 프로파일을 비교하는 플롯이며, 여기서 반응물 기체는 바이닐트라이메틸실레인(VTMS)이다.

[0019] 도 5는 ETP 소스의 어레이와 함께 수득된 a-SiC:H 코팅재의 두께 프로파일의 플롯으로서, 여기서 옥타메틸사이클로테트라실록세인(D4) 반응물 기체는 본 발명의 공동 반응물 기체 주입기 고리에 의해 ETP 소스의 어레이에 제공된다.

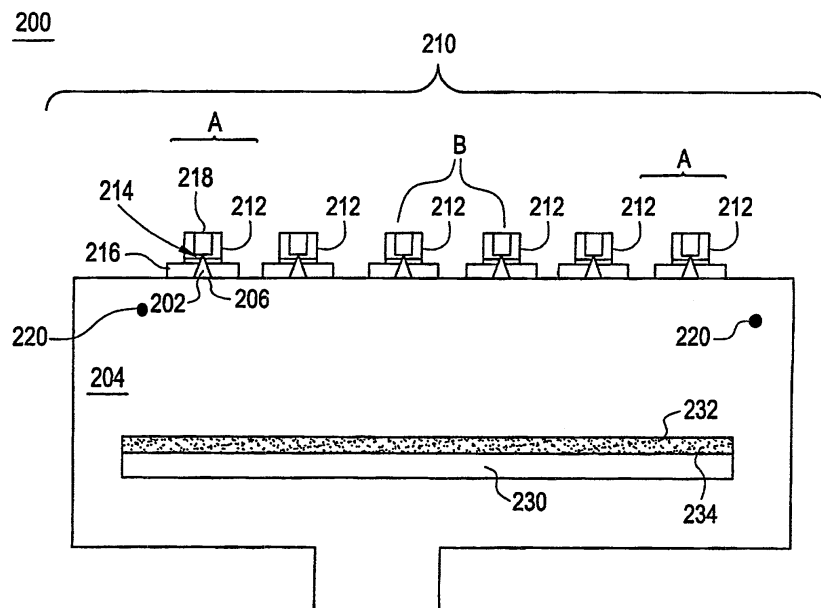
[0020] 도 6은 본 발명의 단일한 공동 반응물 주입기 및 다수의 공동 반응물 주입기를 사용하여 D4와 산소(O₂)의 혼합물로부터 폴리카보네이트 기판 상에 침착된 무정형 수소화 규소 옥시카바이드(a-SiO_xC_y:H)의 두께 프로파일을 비교하는 플롯이다.

도면

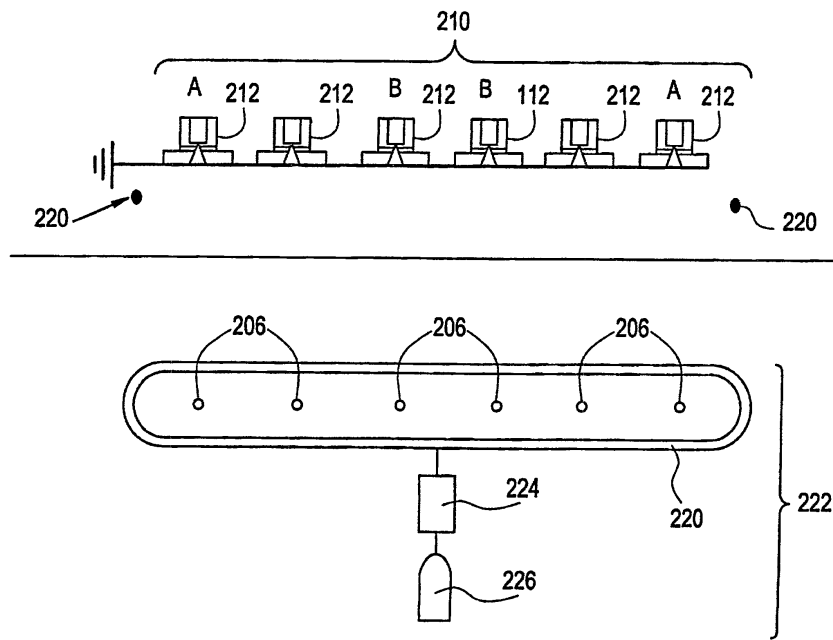
도면1



도면2



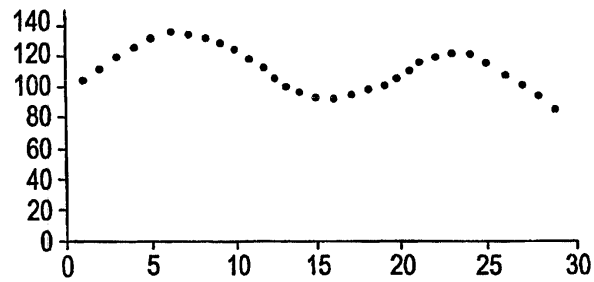
도면3



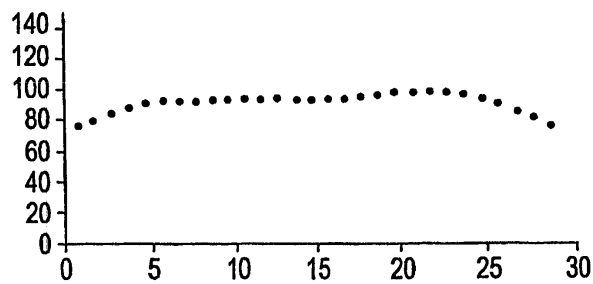
도면4



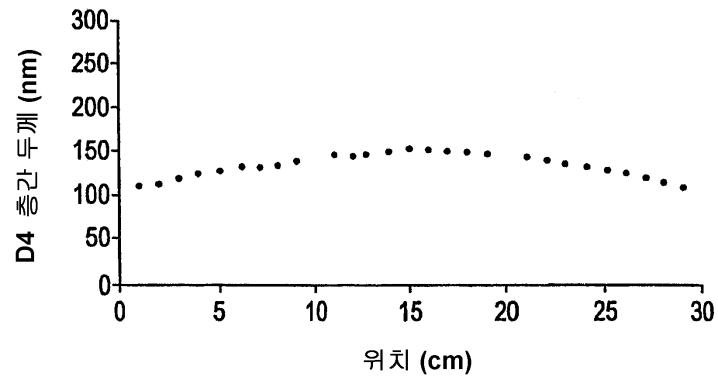
2×0.5ccm VTMS에서의 노즐 주입시의 층간 두께 프로파일



2×0.5ccm VTMS에서의 고리 주입시의 층간 두께 프로파일



도면5



도면6

