



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0054403
(43) 공개일자 2023년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C23C 14/54 (2018.01) C23C 14/02 (2006.01)
C23C 14/16 (2006.01) C23C 14/24 (2006.01)
C23C 14/26 (2006.01) C23C 14/50 (2006.01)
C23C 14/56 (2006.01) C23C 14/58 (2006.01)
H01M 10/052 (2010.01) H01M 4/04 (2006.01)
H01M 4/1395 (2010.01)

(52) CPC특허분류

C23C 14/541 (2013.01)
C23C 14/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-7008944

(22) 출원일자(국제) 2021년08월09일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2023년03월14일

(86) 국제출원번호 PCT/US2021/045261

(87) 국제공개번호 WO 2022/039966

국제공개일자 2022년02월24일

(30) 우선권주장

16/998,872 2020년08월20일 미국(US)

(71) 출원인

어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050

(72) 발명자

로프, 안드레아스
독일 63579 프라이게리히트 하나우어슈트라쎄 26

뱅거트, 슈테판

독일 36396 슈타이나우 자이텐뢰터슈트라쎄 6

부쉬벡, 볼프강

독일 63454 하나우 바움베크 37

(74) 대리인

특허법인 남앤남

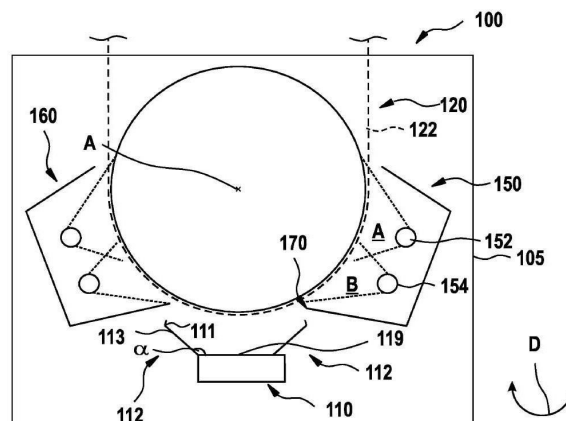
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 적어도 하나의 가열 조립체를 갖는 재료 증착 장치 및 기판을 예열 및/또는 후열하기 위한 방법

(57) 요약

재료 증착 영역에 진입하기 전에 기판을 예열하고 그리고/또는 재료 증착 영역을 빠져나간 후 기판을 후열하기 위한, 재료 증착 장치를 위한 하나 이상의 가열 조립체들이 설명된다.

대표도



(52) CPC특허분류

C23C 14/16 (2013.01)

C23C 14/24 (2013.01)

C23C 14/26 (2013.01)

C23C 14/505 (2013.01)

C23C 14/562 (2013.01)

C23C 14/568 (2013.01)

C23C 14/5806 (2013.01)

H01M 10/052 (2013.01)

H01M 4/0423 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치로서,

기관 운송 방향을 따라 상기 기관을 운송하도록 구성된 기관 운송 디바이스;

상기 증발된 재료를 상기 기관에 제공하기 위해 상기 기관 운송 방향을 따라 배치된 증발 소스 조립체 - 상기 증발 소스 조립체는 증착 영역을 가짐 - ; 및

상기 기관 운송 방향을 따라 배치된 적어도 제1 가열 조립체를 포함하고,

상기 제1 가열 조립체는 상기 기관을 가열하기 위한 제1 가열 영역을 제공하도록 구성되고, 상기 제1 가열 영역은 상기 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅되는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 증발 소스 조립체는,

상기 증발 소스 조립체에 배열된 적어도 하나의 온도 제어 실드를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 온도 제어 실드는 상기 증발 소스 조립체 외향으로 그리고 상기 기관을 향하여 연장되고, 상기 적어도 하나의 온도 제어 실드는 상기 증착 영역의 시작 지점과 상기 증착 영역의 종료 지점 사이에서 상기 증발 소스 조립체의 증착 영역을 한정하는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 가열 영역은 상기 적어도 하나의 온도 제어 실드에 의해 정의된 상기 증착 영역의 시작 지점에 바로 인접하여 로케이팅되는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 4

제1 항 내지 제3 항에 있어서,

상기 제1 가열 조립체는,

제1 온도를 갖는 제1 가열 존을 제공하도록 구성된 제1 가열 엘리먼트, 및

제2 온도를 갖는 제2 가열 존을 제공하도록 구성된 제2 가열 엘리먼트를 포함하고, 상기 제1 온도는 상기 제2 온도와 상이하고,

상기 제1 가열 엘리먼트 및 상기 제2 가열 엘리먼트는 개별적으로 제어 가능한,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 5

제1 항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 가열 조립체는 상기 기관을 예열하도록 구성되는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 6

제1 항 내지 제5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관 운송 방향을 따라 배치된 적어도 제2 가열 조립체를 더 포함하고,

상기 제2 가열 조립체는 상기 증착 영역의 종료 지점에 바로 인접한, 상기 기관을 가열하기 위한 제2 가열 영역을 제공하도록 구성되는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제2 가열 조립체는,

제1 온도를 갖는 제1 가열 존을 제공하도록 구성된 제1 가열 엘리먼트; 및

제2 온도를 갖는 제2 가열 존을 제공하도록 구성된 제2 가열 엘리먼트를 포함하고, 상기 제1 온도는 상기 제2 온도와 상이하고,

상기 제1 가열 엘리먼트 및 상기 제2 가열 엘리먼트는 개별적으로 제어 가능한,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 제2 가열 조립체는 상기 기관을 후열(post-heat)하도록 구성되는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 9

제1 항 내지 제8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 증착 영역의 시작 지점과 상기 제1 가열 영역 사이의 거리는 1cm 미만인,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 10

제6 항 내지 제8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 증착 영역의 종료 지점과 상기 제2 가열 영역 사이의 거리는 1cm 미만인,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 11

제1 항 내지 제10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 증발 소스 조립체는,

상기 기관 상에 재료를 증착하기 위한 제1 증착 영역을 갖는 제1 증발 소스 및 상기 기관 상에 재료를 증착하기 위한 제2 증착 영역을 갖는 제2 증발 소스를 포함하는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제1 가열 조립체 및 제2 가열 조립체는 상기 기관 운송 방향을 따라 상기 제1 증발 소스 및/또는 상기 제2 증발 소스의 대향 측면들 상에 제공되는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치.

청구항 13

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 방법으로서,

기관 운송 방향을 따라 기관 운송 디바이스 상에서 상기 기관을 운송하는 단계 - 상기 기관은 제1 온도를 가짐 - ;

제1 가열 영역에서 제2 온도로 상기 기관을 가열하는 단계 - 상기 제1 가열 영역은 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접함 - ; 및

상기 증발 소스 조립체의 증착 영역에서 상기 기관 상에 재료를 증착하는 단계를 포함하는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 제1 가열 영역을 빠져나갈 때 상기 기관을 상기 증착 영역으로 바로 안내하는 단계를 더 포함하는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 방법.

청구항 15

제13 항 또는 제14 항에 있어서,

상기 제1 가열 영역과 상기 증착 영역 사이의 상기 기관의 온도를 상기 제1 온도 또는 상기 제2 온도의 적어도 50%로 유지하는 단계를 더 포함하는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 방법.

청구항 16

제13 항 내지 제15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 온도로 상기 기관을 가열하는 단계는,

제1 온도를 갖는 제1 가열 존을 제공하도록 제1 가열 조립체의 제1 가열 엘리먼트를 개별적으로 제어하는 단계,

상기 제1 온도와 상이한 제2 온도를 갖는 제2 가열 존을 제공하도록 상기 제1 가열 조립체의 제2 가열 엘리먼트를 개별적으로 제어하는 단계를 포함하는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 방법.

청구항 17

제13 항 내지 제16 항 중 어느 한 항에 있어서,

제2 가열 조립체의 제2 가열 영역에서 제3 온도로 상기 기관을 가열하는 단계를 더 포함하고,

상기 제2 가열 영역은 상기 제1 가열 영역에 대향하는, 상기 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로 케이팅되는,

증발된 재료를 기관 상에 증착하기 위한 방법.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 증착 영역을 빠져나갈 때 상기 제2 가열 영역으로 상기 기관을 바로 안내하는 단계를 더 포함하는,

증발된 재료를 기판 상에 증착하기 위한 방법.

청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 증착 영역과 상기 제2 가열 영역 사이의 상기 기판의 온도를 상기 제2 온도 또는 상기 제3 온도의 적어도 50%로 유지하는 단계를 더 포함하는,

증발된 재료를 기판 상에 증착하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용의 실시예들은 진공 챔버에서 열 증발에 의한 기판 코팅에 관한 것이다. 본 개시내용의 실시예들은 추가로, 특히 배터리들의 제조를 위해 기판 상에 증발된 재료의 재료 증착에 관한 것이다. 본 개시내용의 실시예들은 재료 증착 영역에 진입하기 전에 기판을 예열하고 그리고/또는 재료 증착 영역을 빠져나간 후 기판을 후열하기 위한, 재료 증착 장치를 위한 하나 이상의 가열 조립체들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기판 상의 증착을 위한 다양한 기법들, 예컨대, CVD(chemical vapor deposition) 및 PVD(physical vapor deposition)는 알려져 있다. 높은 증착 레이트들로 증착하기 위해, 열 증발이 PVD 프로세스로서 사용될 수 있다. 열 증발의 경우, 예컨대, 기판 상에 증착될 수 있는 증기를 생성하기 위해 소스 재료가 가열된다. 가열된 소스 재료의 온도를 증가시키는 것은 증기 농도를 증가시키고 높은 증착 레이트들을 촉진할 수 있다. 높은 증착 레이트들을 달성하기 위한 온도는 소스 재료의 물리적 성질들 예컨대, 온도의 함수로서의 증기압, 및 기판의 물리적 한계 예컨대, 용융점에 의존한다.

[0003] 가요성 기판, 예컨대, 구리 기판 상의 금속, 예컨대, 리튬의 증발에 의한 증착은 Li-배터리들과 같은 배터리들의 제조에 사용될 수 있다. 예컨대, 리튬 층은 배터리의 애노드를 생산하기 위해 얇은 가요성 기판 상에 증착될 수 있다. 선택적으로 전해질 및/또는 분리막(separator)을 사이에 두고, 애노드 층 스택 및 캐소드 층 스택의 조립 후, 제조된 층 어레이먼트가 롤링되거나 그렇지 않으면 스택되어 Li-배터리를 생산할 수 있다.

[0004] 증착될 재료는 높은 온도들까지 가열되고 코팅될 기판에 높은 열 부하를 제공한다. 갑작스럽거나 돌연한 온도 변화들은 기판에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 당업계의 문제들을 적어도 부분적으로 극복하기 위해 개선된 재료 증착 장치를 제공하는 것이 유익하다.

발명의 내용

[0005] 일 실시예에 따르면, 증발된 재료를 기판 상에 증착하기 위한 재료 증착 장치가 제공된다. 재료 증착 장치는 기판 운송 방향을 따라 기판을 운송하기 위한 기판 운송 디바이스를 포함한다. 재료 증착 장치는 증발된 재료를 기판에 제공하기 위해 기판 운송 방향을 따라 배치된 증발 소스 조립체를 포함하고, 증발 소스 조립체는 기판 상에 재료를 증착하기 위한 증착 영역을 갖는다. 재료 증착 장치는 기판 운송 방향을 따라 배치된 적어도 제1 가열 조립체를 포함한다. 제1 가열 조립체는 기판을 가열하기 위한 제1 가열 영역을 제공하도록 구성되며, 제1 가열 영역은 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅된다.

[0006] 일 실시예에 따르면, 기판 상에 재료를 증착하기 위한 방법이 제공된다. 방법은 기판 운송 방향을 따라 기판 운송 디바이스 상에서 기판을 운송하는 단계를 포함하며, 여기서 기판은 제1 온도를 갖는다. 방법은 또한 적어도 제1 가열 조립체의 제1 가열 영역에서 제2 온도로 기판을 가열하는 단계를 포함하며, 제1 가열 영역은 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅된다. 방법은 증발 소스 조립체의 증착 영역에서 기판 상에 재료를 증착하는 단계를 더 포함한다.

[0007] 실시예들은 또한, 개시되는 방법들을 수행하기 위한 장치들에 관한 것이고, 그리고 각각의 설명되는 방법 양상을 수행하기 위한 장치 부분들을 포함한다. 이들 방법 양상들은 하드웨어 컴포넌트들에 의해, 적절한 소프트웨어에 의해 프로그래밍된 컴퓨터에 의해, 이들 둘의 임의의 조합에 의해, 또는 임의의 다른 방식으로 수행될 수 있다. 게다가, 본 개시내용에 따른 실시예들은 또한, 설명되는 장치를 동작시키기 위한 방법들에 관한

것이다. 이는 장치의 모든 각각의 기능을 수행하기 위한 방법 양상들을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0008]

[0008] 본 개시내용의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된 본 개시내용의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있다. 첨부 도면들은 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이고, 아래에서 설명된다.

도 1은 본원에서 설명되는 실시예들에 따른 재료 증착 장치의 개략도를 도시한다.

도 2a는 본원에서 설명되는 실시예들에 따른 재료 증착 장치의 개략도를 도시한다.

도 2b는 본원에서 설명된 실시예들에 따른 기관에서의 온도 프로파일을 도시한다.

도 3은 본원에서 설명되는 실시예들에 따른 방법의 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

[0009] 이제, 본 개시내용의 다양한 실시예들이 상세히 참조될 것이고, 그 다양한 실시예들의 하나 이상의 예들이 도면들에 예시된다. 도면들의 아래의 설명 내에서, 동일한 참조 번호들은 동일한 컴포넌트들을 나타낸다. 일반적으로, 개별적인 실시예들에 대한 차이들만이 설명된다. 각각의 예는 본 개시내용의 설명에 의해 제공되고, 본 개시내용의 제한으로서 의도되지 않는다. 추가로, 일 실시예의 부분으로서 예시 또는 설명되는 특징들은 더 추가적인 실시예를 생성하기 위해 다른 실시예들과 함께 또는 다른 실시예들에 대해 사용될 수 있다. 본 설명이 그러한 변형들 및 변동들을 포함하는 것으로 의도된다.

[0010]

[0010] 본원에서 제공된 실시예들은 증발에 의한 박막 코팅, 특히 진공 챔버에서의 박막 코팅에 관한 것이다. 전형적으로, 코팅될 재료는 증발될 재료-특정 온도까지 가열된다. 일반적으로, 더 높은 증발 레이트들은 더 높은 온도들에서 제공될 수 있다. 특정 코팅 레이트에 대한 개개의 온도는 무엇보다도, 예컨대, 재료의 증기압에 의존한다. 높은 증착 레이트 프로세스들의 경우, 재료의 응결 열 부하가 기관 상의 열 부하를 지배할 수 있다.

[0011]

[0011] 증발 시스템들에서, 증발된 재료는 증발된 재료보다 낮은 온도를 갖는 시스템 컴포넌트들의 표면들 상에 응결될 것이다. 기관의 열 코팅을 위해, 기관은 증발된 재료가 기관 상에 증착 또는 코팅되어 기관 상에 박층을 형성할 수 있도록 더 낮은 온도를 포함한다. 그러나 기관의 온도와 코팅될 재료의 온도 간의 차이가 클 때, 결과적인 박층 또는 박막이 손상 예컨대, 찢어질 수 있거나 그의 표면 상에 주름들을 생성할 수 있다.

[0012]

[0012] 따라서 기관에 대한 가열, 특히 증발 소스 조립체의 증착 영역에 진입하기 전의 기관에 대한 가열, 즉 기관에 대한 예열 및/또는 증발 소스 조립체의 증착 영역을 빠져나간 후의 기관에 대한 가열, 즉 기관에 대한 후열(post heating)을 제공하는 시스템들, 장치들 및 방법들을 제공하는 것이 유익하다. 일부 실시예들에 따르면, 예열 또는 후열은 각각 재료 증착 전 또는 후에 원활한 온도 경사를 제공한다.

[0013]

[0013] 본원에서 설명된 시스템들, 장치들 및 방법들은 기관 상의 재료 증착 이전 및 이후에 기관에 열을 제공한다. 따라서, 코팅될 기관을 예열 및/또는 후열함으로써 더 양호한 온도 또는 열 분포가 기관에 제공될 수 있다. 즉, 기관의 온도가 조정 또는 제어될 수 있다. 이렇게 하면 기관이 재료 증착이 발생하지 않는 영역과 재료가 그 위에 증착되는 영역 사이에서, 즉 공간적으로는 증착 영역 이전과 공간적으로 이후에 원활한 또는 끊김없는 온도 트랜지션을 수용하도록 허용한다. 이는 기관의 온도 프로파일의 형상에 영향을 주도록 허용한다. 따라서, 기관의 온도는 재료가 기관 상에 증착되기 전에 원활하게, 균일하게, 천천히 또는 점진적으로 증가될 수 있다.

[0014]

[0014] 도 1은 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는, 본원에서 설명된 실시예들에 따른 재료 증착 장치를 예시적으로 도시한다. 재료 증착 장치(100)는 진공 챔버(105)를 포함할 수 있다. 진공이 진공 챔버에 제공될 수 있다. 예컨대, 재료 증착 장치는 진공 챔버에 진공을 제공하기 위한 진공 펌프를 포함할 수 있다.

[0015]

[0015] 본원에서 사용되는 바와 같이, "진공"이라는 용어는, 예컨대, 10 mbar 미만의 진공 압력을 갖는 기술적 진공의 의미로 이해될 수 있다. 전형적으로, 본원에서 설명되는 바와 같은 진공 챔버 내의 압력은 10^{-4} mbar 내지 약 10^{-8} mbar, 더 전형적으로는 10^{-4} mbar 내지 10^{-7} mbar, 그리고 한층 더 전형적으로는 약 10^{-5} mbar 내지 약 10^{-6} mbar일 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 진공 챔버들 내의 전체 압력은 약 10^{-4} mbar 내지 약

10^{-7} mbar 범위일 수 있다. 따라서, 진공 챔버는 "진공 증착 챔버", 즉, 진공 증착을 위해 구성된 진공 챔버일 수 있다.

- [0016] [00016] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 재료 증착 장치는 증발 소스 조립체를 포함할 수 있다.
- [0017] [00017] 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 용어 "증발 소스 조립체"는 하나 이상의 증발 소스들을 포함하는 조립체, 유닛 또는 장치로서 이해될 수 있다. 따라서, 증발 소스 조립체와 관련하여 본원에서 논의된 특징들은 단일 증발 소스에도 상응하게 적용될 수 있다. 예컨대, 단 하나의 증발 소스만이 증발 소스 조립체에 포함될 수 있다. 그러한 경우들에서, 증발 소스 조립체는 증발 소스로서 지칭될 수 있다. 본원에서 설명된 다른 실시예들과 결합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 2개 이상의 증발 소스들이 증발 소스 조립체에 제공될 수 있다.
- [0018] [00018] 증발 소스 조립체는 기관(122)을 향해 증발된 재료를 제공하도록 구성된다. 증발 소스 조립체는 진공 챔버(105)에 제공될 수 있거나 적어도 부분적으로 진공 챔버(105)에 제공될 수 있다. 증발 소스 조립체는 기관에 재료를 제공하기 위해 기관 운송 방향(D)을 따라 배치될 수 있다.
- [0019] [00019] 그러나, 도 2a와 관련하여 더 상세히 논의될 바와 같이, 증발 소스 조립체는 또한 2개 이상의 증발 소스들을 포함할 수 있다. 예컨대, 증발 소스 조립체는 기관 상에 재료를 증착하기 위한 제1 증착 영역을 갖는 제1 증발 소스 및 기관 상에 재료를 증착하기 위한 제2 증착 영역을 갖는 제2 증발 소스를 포함할 수 있다. 2개 이상의 증발 소스들 각각은 도 1에 예시적으로 도시된 바와 같은 증발 소스(110)일 수 있다. 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 재료 증착 장치는 기관 운송 디바이스(120)를 포함할 수 있다. 기관 운송 디바이스는 기관(122)을 운송하도록 구성될 수 있다. 기관(122)은 기관 운송 디바이스(120) 주위에 배열될 수 있다. 기관 운송 디바이스(120)는 도 1에 예시적으로 도시된 바와 같은 코팅 드럼(coating drum)일 수 있다. 코팅 드럼은 곡선 드럼 표면을 포함할 수 있고, 기관 운송 디바이스는 원주 방향 또는 기관 운송 방향(D)으로 증발 소스(110)를 지나 곡선 드럼 표면 상에서 기관(122)을 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [0020] [00020] 예컨대, 기관은 가요성 웹 또는 포일일 수 있고, 재료 증착 장치는 롤-투-롤(roll-to-roll) 증착 장치일 수 있다. 코팅 드럼은 도 1의 종이 평면에 수직한 길이 방향으로 연장된 원기둥일 수 있다. 기관 운송 디바이스는 이동 가능할 수 있는데, 즉, 코팅 드럼은 축 A를 중심으로 회전될 수 있다. 기관 운송 디바이스는 시계 방향 또는 반시계 방향으로 이동되거나 회전될 수 있다. 기관 운송 디바이스는 증착 동안 방향을 변경할 수 있는데, 예컨대, 기관 운송 디바이스가 증착 동안 시계 방향으로 회전될 때, 회전 방향이 반시계 방향으로 변경될 수 있고 그 반대의 경우도 마찬가지다.
- [0021] [00021] 본원에서 설명된 다른 실시예들과 결합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 코팅 드럼은 가스 쿠션 코팅 드럼일 수 있다. 가스 쿠션 코팅 드럼은 드럼의 표면과 기관 사이에 냉각 가스를 제공한다. 예컨대, 드럼 및 냉각 가스는 실온 아래의 온도로 냉각될 수 있다. 재료가 증착되는 얇은 포일 또는 웹을 손상시키지 않고 더 높은 증착 레이트를 허용하기 위해 기관으로부터 열이 제거될 수 있다.
- [0022] [00022] 가스 쿠션 물러에 대해, 가스 배출구의 제1 서브그룹, 즉 개방 가스 배출구들이 프로세싱 드럼의 웹 안내 구역(web guiding region)에 제공될 수 있다. 가스 배출구들의 제2 서브그룹, 즉 폐쇄 가스 배출구들은 웹 안내 구역 외부에 제공된다. 가스는 호버 쿠션을 형성하는 데 필요한 웹 안내 구역에서만 방출되기 때문에, 웹에 의해 오버랩되지 않는 구역 내로 직접 가스가 전혀 또는 거의 방출되지 않고, 가스 낭비가 감소될 수 있고 그리고/또는 펌프 시스템 상에 더 적은 스트레인(strain)으로 더 양호한 진공이 유지될 수 있다.
- [0023] [00023] 본원에서 설명된 다른 실시예들과 결합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 가스 배출구들의 서브그룹들에 부가적으로 또는 대안적으로, 프로세싱 드럼의 바깥쪽 표면은 미세다공성 표면으로 코팅될 수 있다. 미세다공성 표면은 소량의 냉각 가스가 프로세싱 드럼 내부로부터 프로세싱 드럼의 표면으로 유동하도록 허용할 수 있다. 냉각 가스는 프로세싱 드럼과 그 위에 재료 증착을 위해 프로세싱 드럼 위로 안내되는 웹 또는 포일 사이에 가스 쿠션을 형성할 수 있다.
- [0024] [00024] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 기관은 얇은 기관 예컨대, 포일 또는 웹일 수 있다. 코팅될 기관은 50 μ m 이하, 특히 20 μ m 이하, 또는 심지어 10 μ m 이하의 두께를 가질 수 있다. 예컨대, 금속 호일 또는 가요성 금속 코팅 호일이 증기 증착 장치에서 코팅될 수 있다. 일부 구현들에

서, 기관(10)은 $30\mu\text{m}$ 미만, 예컨대, $10\mu\text{m}$ 이하의 두께를 갖는 얇은 구리 호일 또는 얇은 알루미늄 호일이다.

[0025] [00025] 기관의 두께는 기관이 갑작스러운 온도 변화들에 직면하게 되는 결과를 가져오는데, 즉, 기관이 신속하게 가열되어 기관이 팽창할 것이고 그리고 또한 빠르게 냉각되어 기관이 수축될 것이다. 이러한 갑작스러운 온도 변화들은 인장들, 응력들 및 스트레칭을 초래하여 기관의 손상 및/또는 주름들을 야기한다. 본원에서 설명된 실시예들에 의해 제공되는 온도 프로파일 또는 분포 및 기관에 대한 이들의 효과는 도 2b와 관련하여 논의될 것이다.

[0026] [00026] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 재료 증착 장치는 프로세싱되지 않은 기관을 제공하기 위한 기관 제공 또는 언와인딩 롤(도 1에 도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 기관 제공 또는 언와인딩 롤은 기관이 기관 제공 또는 언와인딩 롤로부터 풀릴(unroll) 수 있도록 이동, 즉 회전될 수 있다. 부가적으로, 재료 증착 장치는, 기관 상에 재료의 증착이 일어난 후에, 프로세싱된 기관을 권취(taking up)하기 위한 기관 수용 롤을 포함할 수 있다. 기관 수용 롤은 이동될 수 있는데, 즉 기관 수용 롤은 프로세싱된 기관을 권취하기 위해 회전될 수 있다. 기관 수용 롤 및 기관 제공 또는 언와인딩 롤은 동일한 방향으로 회전될 수 있는데, 즉, 롤들 둘 모두가 시계 방향으로 회전될 수 있거나 또는 기관 제공 또는 언와인딩 롤은 반대 방향으로 회전될 수 있는데, 즉, 하나의 롤은 시계 방향으로 회전될 수 있고 남은 하나의 롤은 반시계 방향으로 회전될 수 있거나, 그 반대의 경우도 마찬가지다.

[0027] [00027] 도 1에는 도시되지 않았지만, 기관 운송 디바이스는 또한 롤-투-롤 운송 디바이스일 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 롤-투-롤 운송 디바이스는 프로세싱되지 않은 기관이 제공될 수 있는 언와인딩 또는 기관 제공 롤을 포함할 수 있다. 롤-투-롤 운송 디바이스는 프로세싱된 기관을 롤링 업(rolling up)하기 위한 수용 롤을 더 포함할 수 있다. 언와인딩 또는 기관 제공 롤 및 수용 롤은 각각 증발 소스 조립체와 비견되는 상이한 진공 챔버들에 제공될 수 있거나, 증발 소스 조립체와 동일한 진공 챔버에 제공될 수 있다. 언와인딩 롤과 수용 롤 사이에서, 기관은 기관 상에 재료를 증착하기 위해 증발 소스 조립체 부근에 제공될 수 있다. 예컨대, 기관은 언와인딩 롤과 수용 롤 사이에 "걸쳐 있을(spanned)" 수 있고 증발된 재료를 수용하기 위해 증발 소스 조립체 위로 안내될 수 있다. 예컨대, 기관에는 정의된 및/또는 제어된 힘들이 제공될 수 있다. 기관 텐서너(substrate tensioner)가 제공될 수 있다.

[0028] [00028] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 증발 소스 또는 증발 소스 조립체는 제1 단부 및 제1 단부에 대항하는 제2 단부를 가질 수 있다. 제1 단부 및 제2 단부는 그 사이에 공간을 정의할 수 있다. 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같은 "제1 단부에 대항하는 제2 단부"라는 용어는 증발 소스 또는 증발 소스 조립체의 2개의 측들이 서로 대항하여 배열되는 것으로 이해될 수 있다. 예컨대, 증발 소스는, 예컨대, 특히, 하나의 증발 소스에 대해 실질적으로 동일한 방향으로 연장되고 서로 대항하여 배열될 수 있는 제1 벽 및 제2 벽을 포함할 수 있다. 제1 단부 및 제2 단부는 증발 소스 또는 증발 소스 조립체의 측벽 한계들로서 이해될 수 있다. 특히, 제1 단부 및 제2 단부는 그 사이에 표면(119), 즉 증발 소스의 제1 벽 및 제2 벽에 실질적으로 수직일 수 있는 표면을 정의할 수 있다. 증발 소스의 표면은 기관 운송 디바이스와 정렬될 수 있는데, 즉 증발 소스의 표면(119)은 증착될 재료의 제공이 향상될 수 있도록 배향될 수 있다. 증발 소스 조립체 내 상이한 증발 소스들의 표면들은 서로에 대해 기울어질 수 있으며(제1 단부 및 제2 단부와 유사함), 여기서 기울기는 코팅 드럼의 곡률에 대응한다.

[0029] [00029] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 증발 소스 조립체는 증착될 재료를 기관에 제공할 수 있다. 증발 소스 조립체는 재료를 증발시키기에 적합한 재료에 온도를 제공함으로써 증착될 재료가 증발될 수 있는 하나 이상의 도가니들을 포함할 수 있다. 예컨대, 증착될 재료는 예컨대, 금속, 특히 리튬, 금속 합금들, 및 주어진 조건들 하에서 기체상(gaseous phase)을 갖는 다른 기화 가능한 재료들 등을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예들에 따르면, 부가적으로 또는 대안적으로, 재료는 마그네슘(Mg), 이테르븀(Yb) 및 리튬 플루오라이드(LiF)를 포함할 수 있다.

[0030] [00030] 또한, 증발 소스 조립체의 증발 소스는 분배기를 포함할 수 있다. 분배기는 증발된 재료를 분배할 수 있다. 재료는 예컨대, 도가니가 입구 개구를 통해 분배기에 연결됨으로써 분배기에 제공될 수 있다. 분배기는 하나 이상의 개구들을 가질 수 있다. 증착될 증발된 재료는 개구들을 통해 분배기를 빠져나갈 수 있다. 소스 재료는 복수의 노즐들이 개구들을 통해 연장됨으로써 기관(122) 상에 증착될 수 있다. 즉, 증발 소스는 증발된 재료를 기관에 제공하기 위한 하나 이상의 노즐들을 포함할 수 있다. 증착될 재료는 예컨대, 복수의 노즐들에 의해 기관에 분무될 수 있다.

[0031] [00031] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 도 1의 재료 증착 장치는

적어도 제1 가열 조립체(150)를 포함한다. 제1 가열 조립체는 기관 운송 방향을 따라 배치될 수 있다.

- [0032] [00032] 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같은 "가열 조립체"라는 용어는 하나 이상의 가열 엘리먼트들을 포함할 수 있는 조립체, 유닛 또는 장치로서 이해될 수 있다. 예컨대, 가열 조립체는 적어도 하나의 가열 엘리먼트를 포함할 수 있거나 둘 또는 훨씬 더 많은 가열 엘리먼트들을 포함할 수 있다.
- [0033] [00033] 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같은 "가열 엘리먼트"는 흑연 히터일 수 있다. 흑연 히터들은 높은 동작 온도들 예컨대, 500℃ 내지 1800℃ 또는 심지어 그 이상의 범위의 온도들을 제공하고 예컨대, 0.8 내지 0.9 또는 심지어 그 이상의 범위의 높은 방사율 — 이는 기관 상에 고전력 밀도를 실현하도록 허용함 — 을 제공하기 때문에 유리하다. 가열 엘리먼트는 또한 전력을 기관에 대한 방향으로 집중시키기 위해 복사 실드(radiation shield)들을 포함할 수 있다.
- [0034] [00034] 가열 조립체는 제1 단부 및 제1 단부에 대향하는 제2 단부를 가질 수 있다. 제1 단부 및 제2 단부는 그 사이에 공간을 정의할 수 있다. 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같은 "제1 단부에 대향하는 제2 단부"라는 용어는 서로 옆에 배열되는 가열 조립체의 2개의 측들로서 이해될 수 있다. 예컨대, 가열 조립체는 서로 대향하는 제1 벽 및 제2 벽을 포함할 수 있다. 제1 단부 및 제2 단부는 가열 조립체의 측벽 한계들로서 이해될 수 있다.
- [0035] [00035] 도 1에 도시된 바와 같은 제1 가열 조립체(150)는 2개의 가열 엘리먼트들, 즉 제1 가열 엘리먼트(152) 및 제2 가열 엘리먼트(154)를 포함한다. 가열 엘리먼트는 서로 옆에 예컨대, 가열 조립체 내에서 순차적으로 배열될 수 있다. 제1 가열 조립체는 기관을 위한 제1 가열 영역을 제공하도록 구성된다.
- [0036] [00036] 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같은 "가열 영역"이라는 용어는, 기관이 기관 온도보다 높은 온도에 노출되는, 기관에 대한 영역, 즉 기관이 가열되는 영역으로서 이해될 수 있다. 가열 영역은 기관 운송 방향의 2개의 지점들, 예컨대, 기관의 가열이 시작되는 시작 지점 및 기관의 가열이 종료되는 종료 지점 사이에 정의될 수 있다. 가열 영역은 기관의 온도를 증가시키기 위해 제공될 수 있다.
- [0037] [00037] 가열 영역의 시작 지점과 종료 지점 사이에서, 가열 영역은 하나 이상의 온도들을 갖는 하나 이상의 가열 존들을 포함할 수 있다. 예컨대, 가열 영역은 상이한 가열 존들로 분할되거나 파티셔닝될 수 있으며, 여기서 각각의 가열 존은 상이한 온도를 가질 수 있다. 하나 이상의 가열 존들 각각은, 예컨대, 제1 가열 엘리먼트가 제1 가열 존 A를 제공하고 제2 가열 엘리먼트가 제2 가열 존 B를 제공하도록, 가열 조립체에 포함된 개별 가열 엘리먼트에 의해 제공될 수 있다. 따라서, "가열 영역"이라는 용어는 또한 가열 조립체에 포함된 하나 이상의 가열 엘리먼트들에 의해 제공되는 하나 이상의 개별 가열 존들 각각의 합으로서 이해될 수 있다.
- [0038] [00038] 가열 영역은 단일 가열 존에 의해서만 형성될 수 있거나, 둘 이상의 가열 존들에 의해 형성될 수 있다. 단 하나의 가열 존의 경우에, 가열 영역은 하나의 가열 존에 대응할 수 있다. 하나 초과개의 가열 존의 경우에, 각각의 가열 존은 상이한 온도를 가질 수 있다. 대안적으로, 제공된 각각의 가열 존은 또한 동일한 온도를 가질 수 있다. 가열 존들은 전체 가열 영역, 즉 가열 영역의 시작 지점과 가열 영역의 종료 지점 사이를 정의하거나 그 사이에 걸쳐 있도록 차례로, 즉 서로 인접하게 또는 순차적으로 제공될 수 있다. 2개 이상의 가열 존들은 또한 (부분적으로) 오버랩할 수 있다. 하나 이상의 가열 존들 각각은 가열 영역의 더 작은 부분들 또는 구역들로서 간주될 수 있다.
- [0039] [00039] 예컨대, 도 1에 도시된 바와 같이, 기관은 제1 가열 영역의 제2 가열 존 B를 통과하도록 운송되기 전에 제1 가열 영역의 제1 가열 존 A를 통과하도록 기관 운송 방향(D)으로(예컨대, 도 1의 기관 운송 방향(D)을 따라 오른쪽에서 왼쪽으로) 운송될 수 있다. 다시 말해, 기관은 공간적으로 제2 가열 존(B) 이전에 제1 가열 존(A)과 조우할 것이다. 예컨대, 가열 존들이 (부분적으로) 오버랩할 때 제1 가열 존과 제2 가열 존 사이의 트랜지션은 끊김이 없을 수 있다.
- [0040] [00040] 다른 가열 존이 제공되는 경우, 기관은 제2 가열 존 이후에 제1 가열 영역의 제3 가열 엘리먼트(도 1에 도시되지 않음)에 의해 제공되는 제3 가열 존을 통과하도록 추가로 운송될 수 있다. 기관이 하나 이상의 가열 존들을 순차적으로, 예컨대, 차례로 통과하는 것을 가능하게 하는 것은 기관을 상이한 온도들에 노출함으로써 기관의 온도를 점진적으로 증가시키도록 허용한다. 예컨대, 제1 가열 존의 제1 온도는 제2 가열 존의 제2 온도보다 낮을 수 있다.
- [0041] [00041] 도 1의 예에서, 제1 가열 조립체(150)는 기관(122)을 가열하기 위한 제1 가열 영역을 제공하도록 구성된다. 제1 가열 영역은 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅될 수 있다. 도 1의 예에서, 제1 가열 조립체는 증발 소스 조립체의 우측 상에 로케이팅된다. 도 1의 예에서 제1 가열 조립체는 제1 온도를

갖는 제1 가열 존 A를 제공하도록 구성되는 제1 가열 엘리먼트(152) 및 제2 온도를 갖는 제2 가열 존 B를 제공하도록 구성되는 제2 가열 엘리먼트(154)를 포함한다. 제1 가열 존은 기관이 제2 가열 존을 통과하기 전에 제1 가열 존을 통과하여 운송되도록 공간적으로 기관 운송 방향(D)에서 제2 가열 존 이전에 제공된다.

- [0042] [00042] 제1 가열 엘리먼트 및 제2 가열 엘리먼트는 제1 가열 존의 제1 온도 및 제2 가열 존의 제2 온도가 개별적으로 조정 가능하다는 점에서 개별적으로 제어 가능할 수 있다.
- [0043] [00043] 예컨대, 제1 가열 엘리먼트는 제1 온도를 제공하도록 제어될 수 있는 반면, 예컨대, 제1 가열 엘리먼트와 독립적으로 또는 개별적으로, 제2 가열 엘리먼트는 제2 온도를 제공하도록 제어될 수 있으며, 여기서 제1 온도는 제2 온도와 상이할 수 있다. 대안적으로, 제1 온도는 제2 온도와 동일하게 제어될 수 있다. 그러한 경우들에서, 제1 가열 존은 제2 가열 존에 의해 확대되는 것으로 간주될 수 있는데, 예컨대, 온도들이 동일하기 때문에 기관 운송 방향에서 기관에 대해 공간적으로 더 길다. 그러한 경우들에서, 그러한 온도에 대한 기관 노출은 더 길어질 것이다.
- [0044] [00044] 상이한 온도들을 갖는 제1 가열 존 및 제2 가열 존을 제공하는 것은 기관 온도가 제1 가열 존과 제2 가열 존 사이, 특히 제1 온도와 제2 온도 사이에서 끊임없는 온도 트랜지션을 수용하도록 허용할 수 있다. 그와 같이, 기관의 온도는 증착 영역으로 운송되기 전(예컨대, 진입하기 전) 및/또는 증발 소스 조립체의 증착 영역 밖으로 운송된 후(예컨대, 빠져나간 후) 원활하게, 균일하게, 천천히 또는 점진적으로 증가될 수 있다.
- [0045] [00045] 예컨대, 제1 가열 조립체의 제1 가열 영역에 진입하기 전에, 기관은 예컨대 20℃(RT(room temperature)) 이하의 초기 기관 온도, 활성 냉각의 경우 RT 내지 -20℃ 이하의 범위를 가질 수 있다. 기관이 증착 영역에 진입할 때(및 그 위의 재료 증착의 시작 시에) 가질 수 있는 온도는 예컨대, 70℃ 내지 160℃일 수 있다.
- [0046] [00046] 제1 가열 존을 통해 운송된 후, 기관은 예컨대, 30℃ 내지 50℃의 온도를 가질 수 있다. 그 후, 기관은 예컨대, 70℃ 내지 120℃의 제2 온도를 갖는 제2 가열 존을 통과하도록 추가로 운송될 수 있다. 제2 가열 존에 진입할 때, 기관은 기관의 제2 가열을 초래하는 제2 온도에 노출될 것이다.
- [0047] [00047] 기관 온도와 제1 가열 존에서의 제1 온도 사이의 온도 차이가 기관 온도와 제2 가열 존에서의 제2 온도 사이의 차이보다 작기 때문에, 기관의 온도 트랜지션은 원활하거나 끊임없을 것인데, 즉 갑작스런 온도 변화들이 회피된다. 따라서, 기관의 온도는 점진적으로, 순차적으로 또는 꾸준히 증가되어 주름들의 형성이 회피되거나, 최소화하거나, 적어도 감소될 수 있다.
- [0048] [00048] 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 가열 영역은 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅된다.
- [0049] [00049] 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같은 "바로 인접"이라는 용어는 가열 조립체의 가열 영역이 증발 소스 조립체의 증착 영역 바로 옆에 로케이팅된다는 점에서 이해될 수 있다. 기관 운송 방향에서, 이것은 공간적으로 증착 영역 이전에 로케이팅된 공간 또는 영역뿐만 아니라 공간적으로 증착 영역 이후에 로케이팅된 공간 또는 영역을 포함한다.
- [0050] [00050] 본 개시내용 전반에 걸쳐 사용되는 "트랜지션 영역"이라는 용어는 증착 영역과 가열 영역 사이의 공간 또는 영역으로서 이해될 수 있다. 기관 운송 방향(D)에서, 이는 기관이 제1 가열 영역을 떠난 후 그리고 증착 영역에 진입하기 전의 영역뿐만 아니라 기관이 증착 영역을 떠난 후 그리고 제2 가열에 진입하기 전의 영역이다. 트랜지션 영역(170)은 공간적으로 증착 영역 이전 또는 이후에 로케이팅된다. 트랜지션 영역 내에서, 기관은 그 위에 재료 증착을 받지 않고 열에 노출되지도 않을 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 가열 영역은 가열 영역에 바로 인접한데, 즉 트랜지션 영역은 기관이 냉각되는 것을 방지하기 위해 최소 또는 작은 거리 또는 길이를 가질 수 있다. 예컨대, 트랜지션 영역이 1cm 이상일 때, 기관은 가열 영역에 의해 제공되는 온도를 손실할 수 있다. 본원에서 설명된 다른 실시예들과 결합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 트랜지션 영역은 가열 영역과 증착 영역 사이에 끊임없는 온도 트랜지션을 생성하도록 1cm 이하일 수 있다.
- [0051] [00051] 가열 영역이 공간적으로 증착 영역 이전에 로케이팅되는 경우, 증착 영역에 진입하기 전 기관의 온도가 코팅 존에서 연구 상태 온도로서 가열 영역 후에 제공되는 온도의 적어도 50%가 되도록, 기관에 대한 트랜지션 영역이 최소화될 수 있다. 증착 영역에 바로 인접하게 가열 영역을 제공함으로써 트랜지션 영역에서 온도의 50% 이하, 이를테면, 20% 이하가 손실된다.
- [0052] [00052] 가열 영역이 공간적으로 증착 영역 이후에 로케이팅되는 경우에, 가열 영역에 진입하기 전에 기관이 갖

는 온도가 증착 영역을 빠져나간 후 온도의 적어도 50%가 되도록, 기관에 대한 트랜지션 영역이 최소화될 수 있다. 증착 영역에 바로 인접하게 가열 영역을 제공함으로써 트랜지션 영역에서 온도의 50% 이하, 이를테면, 20% 이하가 손실된다.

[0053] [00053] 특히, 가열 영역과 증착 영역 사이의 트랜지션 영역은 가열 영역 및 증착 영역이 바로 인접하게 되도록 예컨대, 1cm 미만, 특히 0.5cm 미만일 수 있다.

[0054] [00054] 추가로, 증발 소스 조립체는 적어도 하나의 온도 제어 실드(112)를 포함할 수 있다. 온도 제어 실드는 증발 소스 또는 증발 소스 조립체에서 제공될 수 있다. 특히, 하나 이상의 온도 제어 실드들이 증발 소스에서 제공될 수 있다. 온도 제어 실드(112)는 일부 실시예들에서, 온도 제어 실드(112)가 동작 온도, 예컨대, 500℃ 이상의 동작 온도로 가열될 때 온도 제어 실드(112) 상의 증기 응결이 감소되거나 방지될 수 있도록 가열 가능할 수 있다.

[0055] [00055] 본 개시내용의 실시예들에 따르면, 온도 제어 실드는 증발 소스의 대응하는 폭보다 적어도 10% 더 큰, 특히 적어도 20% 더 큰, 운송 방향을 따른 폭을 갖는다. 따라서, 재료 증착은 운송 방향에서 증발 소스의 영역으로 제한되지 않는다. 증발 소스의 영역으로 재료의 플룸(plume)을 제한하는 것은 기관의 온도의 갑작스런 증가를 초래할 수 있으며, 이는 기관 예컨대, 얇은 호일 또는 웹의 주름들 및 뒤틀림을 초래할 수 있다. 따라서, 증발 소스로부터의 재료의 플룸은 예열 존 및/또는 후-냉각 존을 갖도록 증발 존의 측면들을 향해 확산하도록 허용된다. 온도 증가는 증착된 재료의 양과 직접 상관되기 때문에, 가열된 실드의 확장된 형상은 입구에서 낮은 증착 레이트를 초래한다. 증착 레이트는 증가하는데, 예컨대, 증발 소스의 메인 바디에서의 최대 증착 레이트까지 지속적으로 증가한다. 본원에서 설명된 바와 같이, 열 부하는 주로 응결 에너지에 의해 제공된다. 따라서 웹 또는 호일의 온도 프로파일은 증착 레이트에 비례한다. 따라서, 온도 프로파일은 위에서 설명된 증착 레이트의 프로파일과 유사하게 증가한다.

[0056] [00056] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 온도 제어 실드는 열 전도 재료를 포함할 수 있다. 온도 제어 실드는 접촉 가열 또는 냉각에 적합한 재료들을 포함할 수 있다. 예컨대, 온도 제어 실드는 금속 재료, 예컨대, 스테인레스 스틸, Mo, Ta, W, Invar 또는 다른 고온 재료 또는 고온 금속들로 만들어질 수 있다. 예컨대, AlN이 또한 양호한 열전도 세라믹으로서 제공될 수 있다.

[0057] [00057] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 하나 이상의 온도 제어 실드들은 증발 소스 또는 증발 소스 조립체의 제1 및 제2 단부에 제공될 수 있다. 특히, 제1 온도 제어 실드가 증발 소스의 제1 단부에 제공될 수 있고 제2 온도 제어 실드가 증발 소스 조립체의 제2 단부에 제공될 수 있다. 대안적으로, 제1 및 제2 온도 제어 실드는 증발 소스 조립체의 제1 단부 및 증발 소스 조립체의 제2 단부 상에 실딩(shielding)을 제공하는 단일 구조로서 제공될 수 있다. 따라서, 적어도 하나의 온도 제어 실드가 사용될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 온도 제어 실드의 제1 부분은 증발 소스 조립체의 제1 단부에 제공될 수 있고 온도 제어 실드의 제2 부분은 증발 소스 조립체의 제2 단부에 제공될 수 있다. 이전과 같이, 증발 소스 조립체 및 증발 소스라는 용어들 단 하나의 증발 소스만이 제공될 때, 즉, 이를테면 도 1의 예에서, 상호 교환 가능하게 사용될 수 있다.

[0058] [00058] 온도 제어 실드(112)는 기관 운송 디바이스(120)와 접촉하지 않아서, 기관 운송 디바이스(120) 상에 지지된 기관은 재료 증착 동안 증발 소스(110)를 지나 그리고 온도 제어 실드(112)를 지나 이동할 수 있다. 온도 제어 실드(112)는 어떠한 증기도 예컨대, 측방향으로 온도 제어 실드를 지나 전파될 수 없도록, 온도 제어 실드(112)와 기관 운송 디바이스(120) 사이에 작은 갭, 예컨대, 5mm 이하, 3mm 이하, 2mm 이하, 또는 심지어 약 1mm의 갭만을 남길 수 있다.

[0059] [00059] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 온도 제어 실드는 원주 방향 또는 기관 운송 방향(D)을 따라 연장될 수 있다. 온도 제어 실드는 기관 운송 디바이스(120)의 축을 따른 폭 치수 및 기관 운송 디바이스(120)의 축과 상이한 방향, 즉 원주 방향 또는 기관 운송 방향(D)의 길이 치수를 포함할 수 있다.

[0060] [00060] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 온도 제어 실드는 증발 소스 조립체 외향으로, 특히 증발 소스 조립체로부터 멀리 방사상으로 또는 측방향으로 연장될 수 있다. 이하에서, 이러한 온도 제어 실드들은 "신장된 실드"로서 또한 지칭될 수 있다. 예컨대, 온도 제어 실드는 증발 소스로부터 멀리 방사상으로 또는 외향으로 연장되는 직선 부분(113)을 포함할 수 있다. 온도 제어 실드 또는 직선 부분은 증발 소스로부터 기관(122)을 향해 지향될 수 있다. 적어도 하나의 온도 제어 실드 또는 직선 부분

(113)은 기관을 향한 증착 영역을 한정할 수 있다.

- [0061] [00061] 온도 제어 실드(112)는 구부러질 수 있거나 구부러진 부분 또는 구부러진 단부(111)를 포함할 수 있다. 구부러진 부분은 직선 부분(113)에 대해 구부러질 수 있다. 구부러진 단부(111)는 증발 소스와 기관 사이의 증착 영역을 추가로 한정할 수 있다. 구부러진 부분 또는 구부러진 단부는 기관을 향해 기울어질 수 있는데, 즉, 구부러진 단부는 직선 부분에 비해 기관에 더 가까울 수 있다. 즉, 직선 부분은 구부러진 단부보다 기관에 대한 더 먼 거리를 가질 수 있다.
- [0062] [00062] 재료 증착 장치는 증발 소스(110)와 기관 운송 디바이스(120) 사이에 증착 영역을 포함할 수 있다. 증착 영역은 증착될 재료가 기관에 제공되는 영역으로서 이해될 수 있다. 증착 영역은 증발 소스로부터 증착될 재료로 채워질 수 있고, 예컨대, 균일한 재료 증착을 제공하기 위해 하나 이상의 온도 제어 실드들에 의해 옆으로 제한될 수 있다. 예컨대, 적어도 하나의 온도 제어 실드는 기관 상으로의 재료 증착이 시작되는 증착 영역의 시작 지점과 기관 상으로의 재료 증착이 종료되는 증착 영역의 종료 지점 사이에서 증발 소스의 증착 영역을 한정할 수 있다. 다시 말해, 적어도 하나의 온도 제어 실드는 기관 상의 재료 증착이 발생하는 시작 지점과 종료 지점 사이의 증착 영역의 경계들을 정의한다.
- [0063] [00063] 도 1의 예에서, 제1 가열 조립체는 제1 가열 조립체에 의해 제공되는 제1 가열 영역이 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅되도록 기관 운송 방향(D)을 따라 배치된다. 도 1에서, 가열 영역은 증착 영역의 우측에 바로 인접하다.
- [0064] [00064] 특히, 제1 가열 영역은 기관이 제1 가열 영역을 빠져나갈 때의 시작 지점에서 증착 영역에 바로 진입하도록 적어도 하나의 온도 제어 실드에 의해 정의된 증착 영역의 시작 지점에 바로 인접하여 로케이팅될 수 있다. "바로 진입하는"이라는 용어는 제1 가열 영역과 증착 영역 사이, 즉 제1 가열 영역과 기관 상의 재료 증착이 일어나는 시작 지점 사이에서 기관에 대해 끊김없는 트랜지션이 제공된다는 점에서 이해될 수 있다. "끊김없는 트랜지션(seamless transition)"은 기관에 대한 갑작스런 온도 변화들이 회피되도록, 즉 기관이 증착 영역과 제1 가열 영역 사이에서 실질적으로 냉각되지 않도록 기관이 운송된다는 점에서 이해될 수 있다.
- [0065] [00065] 하나 이상의 온도 제어 실드들은 당업계의 종래 실드들에 비해 신장될 수 있다. 특히 직선 부분(113)은 신장될 수 있다. 신장된 온도 제어 실드는 당업계의 짧은 실드들 또는 측벽들 예컨대, 증착 소스로부터 기관을 향해 90°의 각도로 연장된 실드에 비해 더 큰 증착 영역을 제공하도록 기관의 넓은 표면적을 커버하거나 에워싸는 실드로서 이해될 수 있다. 따라서, 하나 이상의 온도 제어 실드들은 증발 소스 조립체의 제1 단부 또는 제2 단부 중 적어도 하나에 배열될 수 있고 기관 운송 디바이스를 향해 외향으로 연장될 수 있고, 특히 기관을 향해 90°의 각도로 연장되는 직선 실드와 비교할 때 증착 영역을 확대하도록 구성될 수 있다.
- [0066] [00066] 도 1의 예에 도시된 바와 같은 제1 가열 조립체는 기관을 예열하거나 기관을 후열하도록 구성될 수 있다.
- [0067] [00067] "예열(pre-heating)"이라는 용어는 (공간적으로) 증발 소스 조립체의 증착 영역의 시작 지점 이전에 기관 운송 방향(D)의 방향으로 기관을 가열하는 것으로 이해될 수 있다. "후열(post-heating)"이라는 용어는 (공간적으로) 증발 소스 조립체의 증착 영역의 종료 지점 이후에 기관 운송 방향(D)의 방향으로 기관을 가열하는 것으로 이해될 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 예열 및/또는 후열은 하나 이상의 가열 조립체들에 의해 수행될 수 있다.
- [0068] [00068] 도 1의 예에 도시된 바와 같이, 재료 증착 장치는 기관 운송 방향(D)을 따라 배치된 제2 가열 조립체(160)를 포함한다. 제2 가열 조립체는 기관을 가열하기 위한 제2 가열 영역을 제공하도록 구성된다. 일반적으로, 제2 가열 조립체는 제1 가열 조립체와 동일한 방식으로 구성되며, 제2 가열 영역은 제1 가열 영역과 동일한 방식으로 형성 또는 제공될 수 있다. 제1 가열 조립체에 대해 설명된 세부사항들, 특징들 및 실시예들은 제2 가열 조립체에 대해 유사하게 제공될 수 있다.
- [0069] [00069] 제1 가열 조립체 및 제2 가열 조립체는 증발 소스 조립체의 대향 측면들 상에 배치될 수 있다. 제1 가열 조립체와 유사하게, 제2 가열 조립체는 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여, 예컨대, 제1 가열 조립체에 대향하여 또는 제1 가열 조립체의 대향 측면 상에 로케이팅될 수 있다. 도 1의 증발 소스 조립체는, 제1 가열 영역이 (도 1에 도시된 바와 같이, 증착 영역의 우측 상에서) 증착 영역에 바로 인접하도록 그리고 제2 가열 영역이 (도 1에 도시된 바와 같이, 증착 영역의 좌측 상에서) 제1 가열 영역에 대향하는 증착 영역에 바로 인접하도록, 제1 가열 조립체와 제2 가열 조립체 사이에 기관 운송 방향(D)을 따라 배치될 수 있다.
- [0070] [00070] 도 1에 도시된 바와 같이, 제2 가열 조립체는 기관이 증발 소스 조립체의 증착 영역을 빠져나갈 때 제2

가열 영역에 바로 진입하도록 적어도 하나의 온도 제어 실드에 의해 정의된 증착 영역의 종료 지점에 바로 인접하여 로케이팅된다.

[0071] [00071] 도 1의 예에 도시된 바와 같이, 제2 가열 조립체는 기관을 후열하기 위해, 즉 기관이 증발 소스 조립체의 증착 영역을 빠져나간 후에 가열 영역을 제공하기 위해 구성된다. 제2 가열 조립체는 (공간적으로) 증발 소스 조립체의 증착 영역 후에 기관 운송 방향(D)의 방향으로 기관을 위한 제2 가열 영역을 제공한다. 제2 가열 영역은 증발 소스 조립체의 증착 영역의 종료 지점에서 기관이 빠져나간 후 기관을 후열하기 위한 기관의 후열 영역으로서 간주될 수 있다. 제2 가열 조립체는 증착 영역 이후 갑작스런 온도 강하를 감소시킬 수 있다. 기관의 온도는 재료가 기관 상에 증착된 후에 원활하게, 균일하게, 천천히 또는 점진적으로 감소될 수 있다.

[0072] [00072] 도 2a를 예시적으로 참조하여 그리고 본원에서 설명되는 임의의 다른 실시예들과 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 재료 증착 장치(200)는 적어도 2개의 증발 소스들을 포함할 수 있는 증발 소스 조립체를 포함할 수 있다. 적어도 2개의 증발 소스들은 도 2a에서 화살표 D로서 표시된 기관 운송 방향에 대해 정렬될 수 있다. 적어도 2개의 증발 소스들은 연이어, 예컨대, 기관 운송 방향(D)에 대해 서로의 옆에 또는 뒤에 순차적으로 제공될 수 있다. 적어도 2개의 증발 소스들은 본원에서 설명된 바와 같은, 예컨대, 도 1의 예에서 설명된 바와 같은 증발 소스들일 수 있다.

[0073] [00073] 예컨대, 증발 소스 조립체는 기관 상에 재료를 증착하기 위한 제1 증착 영역을 갖는 제1 증발 소스(110) 및 기관 상에 재료를 증착하기 위한 제2 증착 영역을 갖는 제2 증발 소스(110)를 포함할 수 있다.

[0074] [00074] 적어도 두 개의 증발 소스들(110), 즉 제1 및 제2 증발 소스는 각각 시작 지점과 종료 지점 사이에서 제1 및 제2 증착 영역을 한정하는 적어도 하나의 온도 제어 실드를 포함할 수 있다. 또한, 제1 및 제2 증발 소스 각각은 2개의 비대칭 온도 제어 실드들을 포함하거나 두 부분들이 서로에 대해 비대칭적인 비대칭 온도 제어 실드를 가질 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같은 "비대칭"이라는 용어는 2개의 온도 제어 실드들 또는 온도 제어 실드의 부분들이 형상 및 크기 면에서 상이할 수 있다는 점에서 이해될 수 있다. 또한, 2개의 비대칭 실드들 또는 2개의 부분들은 상이한 길이들을 가질 수 있고, 2개의 비대칭 실드들 또는 2개의 부분들은 둘 모두가 기관을 향해 연장되는 동안 상이한 방향으로 연장될 수 있다는 것이 이해될 수 있다. 비대칭 온도 제어 실드는 적어도 2개의 증발 소스들 각각의 대향 측면들에 배열되는 제1 비대칭 온도 제어 실드(214) 및 제2 비대칭 온도 제어 실드(216)를 포함할 수 있다. 제1 비대칭 온도 제어 실드(214)는 직선 실드일 수 있는데, 즉 제1 온도 제어 실드는 구부러진 단부를 포함하지 않을 수 있다. 제1 비대칭 온도 제어 실드들(214)은 증발 소스들 각각으로부터 외향으로 연장될 수 있는데 즉, 제1 비대칭 온도 제어 실드들(214)은 적어도 2개의 증발 소스들 중 하나의 제1 단부에 그리고 적어도 2개의 증발 소스들 중 남은 하나의 제2 단부에 배열될 수 있거나 그 반대의 경우도 마찬가지일 수 있고, 하나 및 남은 하나의 증발 소스들은 서로 옆에 배열될 수 있다.

[0075] [00075] 제2 비대칭 온도 제어 실드(216)는 직선 부분 및 구부러진 단부를 포함할 수 있다. 구부러진 단부는 기관에서 멀어지거나 다른 실드를 향해 구부러질 수 있다. 인접한 증발 소스들의 제2 비대칭 온도 제어 실드들(216) 사이에 증착 영역이 제공된다. 제2 비대칭 온도 제어 실드(216)는 증발 소스들 각각으로부터 내향으로 연장될 수 있는데 즉, 제2 비대칭 온도 제어 실드들(216)은 적어도 2개의 증발 소스들 중 하나의 제2 단부에 그리고 적어도 2개의 증발 소스들 중 남은 하나의 제1 단부에 배열될 수 있거나 그 반대의 경우도 마찬가지일 수 있고, 서로를 향해 연장될 수 있다. 특히, 구부러진 단부들은 서로를 향해 구부러질 수 있는데 즉, 개개의 직선 부분들은 기관을 향해 지향될 수 있고 개개의 구부러진 단부들은 선택적으로 기관으로부터 멀어지게 지향될 수 있다. 예컨대, 구부러진 단부는 제2 비대칭 온도 제어 실드의 직선 부분에 대해 일정 각도로 구부러질 수 있다.

[0076] [00076] 도 2a의 예에서, 제1 증발 소스의 제1 증착 영역 및 제2 증발 소스의 제2 증착 영역 각각은 제1 비대칭 온도 제어 실드(214) 및 제2 비대칭 온도 제어 실드(216)가 제1 및 제2 증발 소스 각각의 대향 측면들에 배열됨으로써 한정될 수 있다.

[0077] [00077] 유리하게는, 적어도 2개의 증발 소스들 사이에서 위에서 설명된 바와 같은 그러한 개방 실드 설계는 진공 펌핑을 허용하지만, 증착될 재료의 스트레이 코팅을 방지할 수 있다. 추가로 유리하게는, 비대칭 실드 어레이 인지먼트, 특히 위에서 설명된 바와 같은 2개의 제2 비대칭 온도 제어 실드들의 어레이 인지먼트는 활성 입자 증착이 일어나지 않는 2개의 증발 소스들 사이에서 기관의 과도한 냉각을 방지한다. 따라서, 증발된 재료에 의해 재료 증착 장치로 전해지는 온도는 2개의 증발 소스들 사이에서 또한 보다 균일하게 분배될 수 있어서, 예컨대, 호일일 수 있는 기관 내 주름들이 효과적으로 방지되거나 회피될 수 있다. 즉, 재료 입자들이 없거나 거의 없기 때문에 일반적으로 기관이 냉각되는 2개의 증발 소스들 사이의 인터페이스는 2개의 증발 소스들 사이의 빠른

온도 변화에 의해 야기되는 기관의 손상 없이 균일한 코팅을 허용하도록 브리지(bridge)될 수 있다.

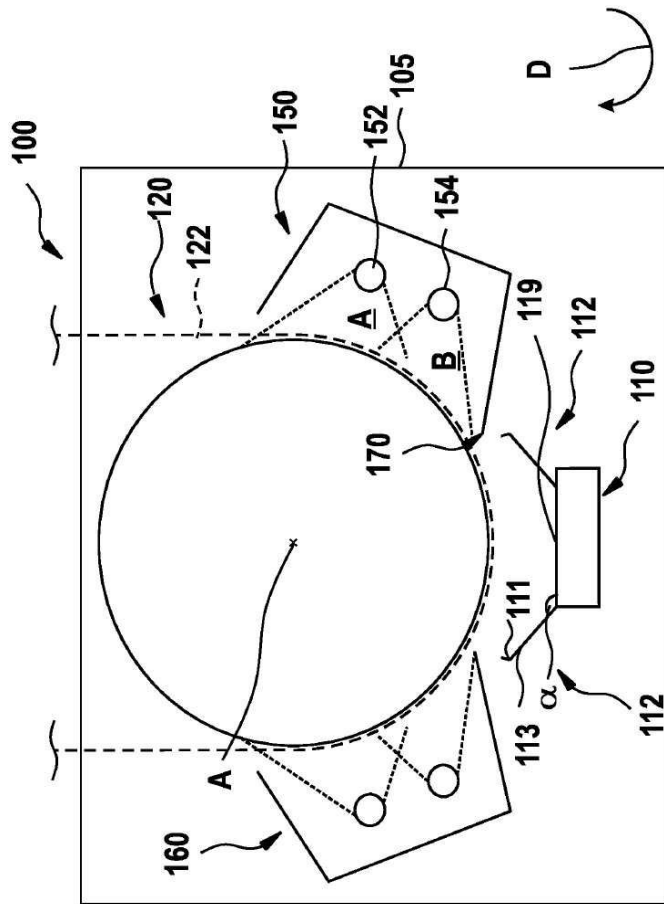
- [0078] [00078] 증발 소스 조립체는 또한 기관 운송 방향을 따라 정렬될 수 있는 2개 초과 증발 소스들에 의해 형성될 수 있고 증발 소스들 각각 사이에 개방 실드 설계, 즉 2개의 구부러진 실드들이 서로 마주보는 비대칭 실드 설계가 제공될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 2개의 증발 소스들이 정렬될 때, 비대칭 온도 제어 실드(214)가 제1 증발 소스의 제1 증착 영역의 시작 지점을 정의할 수 있고, 제2 증발 소스의 비대칭 온도 제어 실드(214)가 제2 증발 소스의 제2 증착 영역의 종료 지점을 정의할 수 있다는 점에서 확대된 증착 영역이 제공될 수 있다. 제1 가열 영역은 제1 증발 소스의 제1 증착 영역의 시작 지점에 바로 인접하여 (예컨대, 도 2a에 도시된 바와 같이 우측 상에) 로케이팅될 수 있고, 제2 가열 영역은 제2 증발 소스의 제2 증착 영역의 종료 점에 바로 인접하여(예컨대, 도 2a에 도시된 바와 같이 좌측 상에) 로케이팅될 수 있다. 제1 가열 영역 및 제2 가열 영역은 제1 증발 소스 및 제2 증발 소스를 포함하는 증발 소스 조립체의 대향 측면들 상에 제공될 수 있다.
- [0079] [00079] 언급된 바와 같이, 도 2a의 예에서의 재료 증착 장치는 제1 가열 조립체 및 제2 가열 조립체를 포함한다. 제1 가열 조립체 및 제2 가열 조립체는 증발 소스 조립체의 대향 측면들 상에 제공될 수 있다. 본원에서 설명된 다른 실시예들과 결합될 수 있는 일부 실시예들에 따르면, 부가적으로 또는 대안적으로, 예컨대, 기관 상의 열 부하 없이 제1 증착 영역과 제2 증발 사이의 트랜지션 영역을 감소시키기 위해 제1 증발 소스와 제2 증발 소스 사이에 가열 조립체가 또한 제공될 수 있다.
- [0080] [00080] 즉, 제1 가열 조립체 및 제2 가열 조립체는 제1 증발 소스의 대향 측면들 상에 제공될 수 있어서, 제1 가열 조립체에 의해 제공되는 제1 가열 영역이 제1 증발 소스의 증착 영역에 바로 인접함으로써, 기관은 제1 증발 소스의 증착 영역에 진입하기 전에 제1 가열 영역을 통과하여 운송될 것인데, 즉 제1 가열 영역은 기관을 위한 예열 영역일 수 있다. 추가의 가열 조립체는 제1 가열 조립체에 대향하여 제공될 수 있어서, 제2 가열 조립체에 의해 제공되는 제2 가열 영역이 제1 증발 소스의 증착 영역에 바로 인접함으로써, 기관은 제1 증발 소스의 증착 영역을 빠져나간 후에 제2 가열 영역을 통과하여 운송될 것인데, 즉 제2 가열 영역은 기관을 위한 후열 영역일 수 있다.
- [0081] [00081] 제2 가열 조립체는 추가 가열 조립체에 대향하여 제공될 수 있어서, 제2 가열 조립체에 의해 제공되는 제2 가열 영역이 제2 증발 소스의 증착 영역에 바로 인접함으로써, 기관은 제2 증발 소스의 증착 영역을 빠져나간 후에 제2 가열 영역을 통과하여 운송될 것인데, 즉 제2 가열 영역은 기관을 위한 후열 영역일 수 있다.
- [0082] [00082] 기관을 예열 및 후열하기 위한 제1 및 제2 가열 조립체(또는 훨씬 더 많음)를 제공하는 유익한 효과는 도 2b의 다이어그램에서 예시적으로 볼 수 있다. 도 2b는 x축이 시간(초)이고 y축이 기관에서의 온도(°C)인 2개의 온도 프로파일들을 도시한다. 라인(234)은 기관을 예열하기 위해 그리고 기관을 후열하기 위해 증발 소스 조립체의 대향 측면들 상에 가열 조립체들이 제공되지 않고, 그리고 증발 소스들 사이의 온도 제어 실드가 소스들 사이에서 "개방"되지 않고, 기관 운송 방향으로 정렬된 2개의 증발 소스들을 포함하는 증발 소스 조립체를 갖는 재료 증착 장치의 온도 프로파일을 도시한다. 실선(232)은, 2개의 가열 조립체들이 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접한 증발 소스 조립체의 대향 측면들 상에 제공된 경우, 기관 운송 방향으로 정렬된 2개의 증발 소스들의 온도 프로파일을 도시한다. 따라서, 제1 안정기에 도달하기 전에, 기관은 공간적으로 제1 가열 영역, 즉 도 2a에 도시된 오른쪽 증발 소스의 우측 상에 있는 것으로 간주될 수 있다. 기관의 낮은 질량으로 인해, 기관이 증착 영역에 들어가기 전에 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 그리고 증착 영역 후 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 어떠한 가열 영역도 제공되지 않을 때, 기관에서의 온도는 순간적인 방식(volatile way)으로 증가한다. 기관이 증착 영역에 진입할 때와 기관이 증발 소스 조립체의 증착 영역을 통과한 후에 온도가 매우 빠르게 강해질 수 있다.
- [0083] [00083] 비교해 보면, 제1 가열 조립체 및 제2 가열 조립체가 증착 영역에 바로 인접하여 대향 측면들 상에 제공되는 증발 소스 조립체의 경우, 기관의 온도는 천천히, 점진적으로 또는 꾸준히 증가하고 그리고/또는 적당한 레벨로 유지된다. 증착 영역에 진입하기 전과 증발 소스 조립체의 증착 영역을 빠져나간 후에, 특히 위에서 언급한 트랜지션 영역 내에서 기관에 대한 끊임없는 온도 트랜지션이 제공된다.
- [0084] [00084] 따라서 기관의 온도가 보다 일정하고 적당한 레벨로 유지될 수 있다. 따라서 기관에 대한 열 관련 손상이 회피하거나 방지될 수 있다. 또한, 시간에 따른 온도 변화가 감소될 수 있으며, 이는 기관의 주름 또는 뒤틀림을 감소시키거나 방지한다.
- [0085] [00085] 본원에서 설명된 임의의 다른 실시예와 결합될 수 있는 실시예들에 따르면, 기관 상에 재료를 증착하기 위한 방법이 제공된다. 동작(302)에서, 기관이 기관 운송 방향(D)을 따라 기관 운송 디바이스 상에서 운송

되며, 기관은 제1 온도를 갖는다. 예컨대, 초기 기관 온도는 RT 이하 범위일 수 있는데 이를테면, -20°C 이하 또는 심지어 그 이하로 내려갈 수 있다. 동작(304)에서, 기관은 적어도 제1 가열 조립체의 제1 가열 영역에서 제2 온도로 가열된다. 제2 온도는 $70-160^{\circ}\text{C}$ 범위일 수 있다. 제1 가열 영역은 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅된다. 동작(306)에서, 재료는 증발 소스 조립체의 증착 영역에서 기관 상에 증착된다. 기관을 제2 온도로 가열하는 것은, 제1 온도를 갖는 제1 가열 존을 제공하도록 제1 가열 조립체의 제1 가열 엘리먼트를 개별적으로 제어하는 것, 제2 온도를 갖는 제2 가열 존을 제공하도록 제1 가열 조립체의 제2 가열 엘리먼트를 개별적으로 제어하는 것 — 제1 온도는 제2 온도와 상이함 — 및 기관에 제1 온도 및 제2 온도를 순차적으로 인가함으로써 기관을 제2 온도로 점진적으로 가열하는 것을 포함할 수 있다.

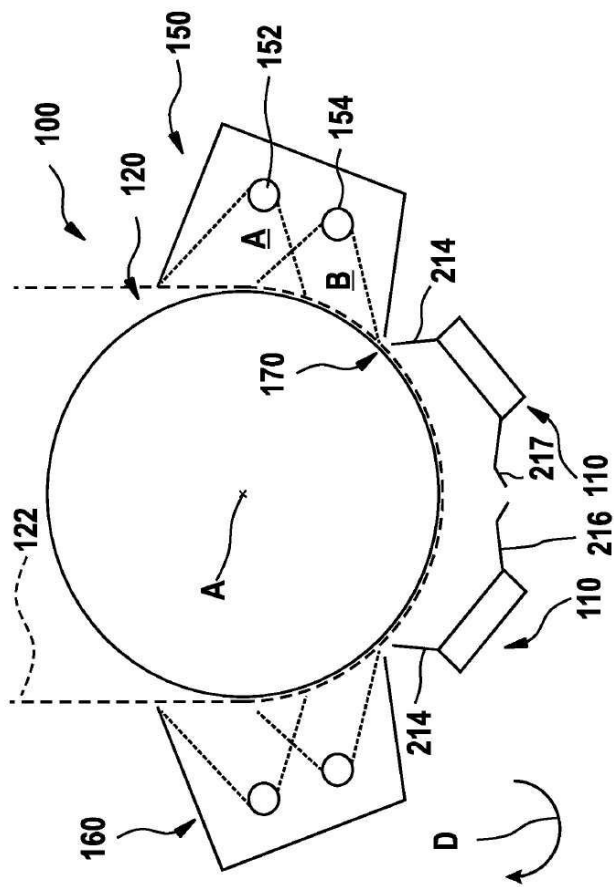
- [0086] [00086] 방법은 기관이 제1 가열 영역을 빠져나갈 때 증착 영역에 바로 진입하도록 제1 가열 영역이 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하게 하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0087] [00087] 방법은 제1 가열 영역과 증착 영역 사이의 기관의 온도를 제1 온도 또는 제2 온도의 적어도 50%로 유지하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0088] [00088] 방법은 제2 가열 조립체의 제2 가열 영역에서 제3 온도로 기관을 가열하는 것을 더 포함할 수 있고, 제2 가열 영역은 제1 가열 영역에 대향하는, 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하여 로케이팅된다.
- [0089] [00089] 기관을 제3 온도로 가열하는 것은, 제1 온도를 갖는 제1 가열 존을 제공하도록 제2 가열 조립체의 제1 가열 엘리먼트를 개별적으로 제어하는 것, 제2 온도를 갖는 제2 가열 존을 제공하도록 제2 가열 조립체의 제2 가열 엘리먼트를 개별적으로 제어하는 것 — 제1 온도는 제2 온도와 상이함 — 및 기관에 제1 온도 및 제2 온도를 순차적으로 인가함으로써 기관을 제3 온도로 점진적으로 가열하는 것을 포함할 수 있다.
- [0090] [00090] 또한, 방법은 기관이 증착 영역을 빠져나갈 때 제2 가열 영역에 바로 진입하도록 제2 가열 영역이 증발 소스 조립체의 증착 영역에 바로 인접하게 하는 것을 더 포함할 수 있다. 방법은 증착 영역과 제2 가열 영역 사이의 기관의 온도를 제1 온도 또는 제2 온도의 적어도 50%로 유지하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0091] [00091] 전술한 바가 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 및 추가적인 실시예들이 본 개시내용의 기본적인 범위로부터 벗어나지 않으면서 고안될 수 있고, 본 개시내용의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

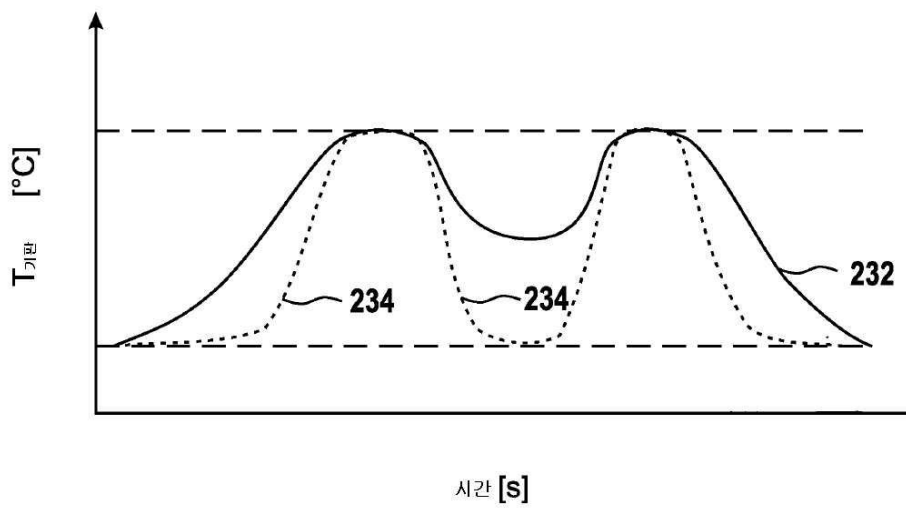
도면1



도면2a



도면2b



도면3

