



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월20일
(11) 등록번호 10-1136879
(24) 등록일자 2012년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/00 (2006.01) HO1L 21/70 (2006.01)
HO1L 21/76 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7017022
(22) 출원일자(국제) 2005년02월11일
심사청구일자 2010년02월11일
(85) 번역문제출일자 2006년08월24일
(65) 공개번호 10-2006-0123578
(43) 공개일자 2006년12월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/004394
(87) 국제공개번호 WO 2005/083145
국제공개일자 2005년09월09일
(30) 우선권주장
10/786,859 2004년02월25일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

EP01342808 A1
KR1020030074317 A
KR1020040069281 A

전체 청구항 수 : 총 39 항

심사관 : 이한우

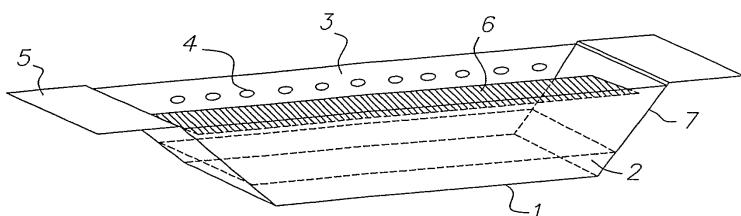
(54) 발명의 명칭 열 물리적 증착 소스 및 면적이 큰 기판을 피복하는 방법

(57) 요약

기판상에 물질을 부착시키기 위한 열 물리적 증착 소스는 물질을 수납하기 위한 기다란 용기로서, 길이 방향으로 컨덕턴스(C_B)를 갖는 용기와; 용기 내의 물질을 가열하여 물질을 부분 압력(P_m)으로 기화시키는 히터를 포함한다.

용기는 적어도 하나의 부재를 구비하며, 이 부재의 길이를 따라 복수의 구멍이 배열되고, 구멍은 총 컨덕턴스(C_A)를 가지며, 여기서 식(I) 및 용기의 각 측면을 가열하여 용기 상의 물질의 응축을 감소시키는 단부 히터.

대 표 도



(72) 발명자

클릭 저스틴 헤이거

미국 메사추세츠주 02163 보스톤 원 웨스턴 애비뉴

레던 네일 패트릭

미국 뉴욕주 14555 소더스 포인트 메이든 레인

7429

특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 물질을 증착시키기 위한 열 물리적 증착 소스에 있어서,

a) 물질을 수납하기 위한 것으로서, 연장된 방향으로의 컨덕턴스(C_B)를 갖는 기다란 용기와,

b) 상기 용기 내의 물질을 가열하여 물질을 부분 압력(P_m)으로 기화시키는 히터와,

c) 상기 용기가 적어도 하나의 부재를 구비하며, 이 부재가 그의 길이를 따라 배열된 복수의 구멍을 규정하고 있고, 상기 구멍은 총 컨덕턴스(C_A)를 가지며, 여기서 $C_A/C_B \leq 0.5$ 이고,

d) 용기의 각 측면을 가열하여 용기상으로의 물질의 응축을 감소시키기 위한 단부 가열 수단을 포함하는 열 물리적 증착 소스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단부 가열 수단은 도전성이고 저항력을 가지며 그를 통해 전류를 인가하기 위한 수단을 더 포함하는 열 물리적 증착 소스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전류 인가 수단은 조정 가능한

열 물리적 증착 소스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 단부 가열 수단은 상기 용기의 각 단부에 인접하게 배치된 개별 가열 소자를 더 포함하는 열 물리적 증착 소스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 용기는 경사진 단부 벽 또는 상기 용기의 단부 부근의 상향 경사 바닥면을 포함하는 열 물리적 증착 소스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 단부 가열 수단은 용기의 단부로의 열전달을 향상시키도록 히터에 부착된 연장부 또는 내부 배플을 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 단부 가열 수단은 상기 용기의 단부의 외부에 적용되는

열 물리적 증착 소스.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 용기와 상기 기판간의 상대 이동을 제공하는 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 용기 내에 불활성 가스를 도입하여 C_A/C_B 를 감소시키기 위한 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 아르곤 또는 질소인

열 물리적 증착 소스.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 물질은 인광 물질, 전기발광 물질, 광전도성 물질 또는 이온화 복사 작용에 의한 발광 물질인

열 물리적 증착 소스.

청구항 14

기판상에 물질을 열 물리적 증착시키기 위한 소스에 있어서,

- a) 물질을 수납하기 위한 영역을 규정하는 벽을 갖는 기다란 용기로서, 길이 방향으로 컨덕턴스(C_B)를 가지며, 구멍을 규정하는 부재를 구비하고, 그리고 기화된 물질이 용기의 벽에 먼저 결합함이 없이 부재의 구멍을 통과하는 것을 방지하도록 구멍과 물질 사이에 위치하는 배풀을 더 포함하는, 용기와,
 - b) 상기 용기 내의 물질을 가열하여 물질을 부분 압력(P_m)으로 기화시키기 위해 벽에 대해 배치된 하나 이상의 가열 소자와,
 - c) 상기 부재의 구멍은 길이를 따라 배열되고, 상기 구멍은 총 컨덕턴스(C_A)를 가지며, 여기서 $C_A/C_B \leq 0.5$ 이고,
 - d) 상기 용기의 단부를 가열하여 상기 용기상으로의 물질의 응축을 감소시키기 위한 단부 가열 수단을 포함하는
- 열 물리적 증착 소스.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 가열 수단은 전도성이고 저항성을 가지며, 그를 통해 전류를 인가하기 위한 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 전류 인가 수단은 조정 가능한

열 물리적 증착 소스.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 단부 가열 수단은 저항 가열기, 외부 단부 가열기 또는 내부 가열기에 부착된 연장부 또는 배풀 또는 그 양자를 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 용기는 경사진 단부 벽 또는 상기 용기의 단부 부근의 상향 경사 바닥면을 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 용기는 용기의 단부 부근에 경사진 단부 벽 또는 위로 경사진 바닥면을 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

제 14 항에 있어서,

상기 용기와 상기 기판간의 상대 이동을 제공하는 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 23

제 14 항에 있어서,

상기 용기 내에 불활성 가스를 도입하여 C_A/C_B 를 감소시키기 위한 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 아르곤 또는 질소인

열 물리적 증착 소스.

청구항 25

제 14 항에 있어서,

상기 물질은 인광 물질, 전기발광 물질, 광전도성 물질 또는 이온화 복사 작용에 의한 발광 물질인
열 물리적 증착 소스.

청구항 26

면적이 큰 기판을 피복하는 방법에 있어서,

- a) 길이 방향으로 컨덕턴스(C_B)를 갖는 기다란 용기 내에 공작물상에 부착될 물질을 탑재하는 단계와,
- b) 상기 용기 내의 물질을 가열하여 물질을 부분 압력(P_m)으로 기화시키기 는 단계와,
- c) 상기 용기는 구멍을 통해 기화된 물질을 방출하기 위해 길이 방향으로 기다란 패턴으로 하나 이상의 구멍을
규정하며, 상기 하나 이상의 구멍은 컨덕턴스(C_A)를 가지며, 여기서 $C_A/C_B \leq 0.5$ 이고,
- d) 상기 용기의 각 단부를 가열하여 상기 용기상으로의 물질의 응축을 감소시키는 단계와,
- e) 상기 기판과 상기 기다란 용기 사이에 길이 방향에 수직인 방향으로 상대 운동을 제공하는 단계를 포함하는
면적이 큰 기판을 피복하는 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

작동 범위에 걸쳐 $C_A/C_B \leq 0.1$ 인

면적이 큰 기판을 피복하는 방법.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 구멍은, 상기 용기의 길이 방향을 따라 기화된 물질의 균일한 유출을 제공하도록 선택된 크기, 형상 또는
인접 구멍 사이의 간격 또는 그들의 조합을 갖는

면적이 큰 기판을 피복하는 방법.

청구항 29

제 26 항에 있어서,

상기 방법은 OLED를 제조하는데 사용되는

면적이 큰 기판을 피복하는 방법.

청구항 30

제 26 항에 있어서,

상기 용기 내에 수납되는 물질은, 도핑 또는 비 도핑 유기 구멍 주입 물질, 도핑 또는 비 도핑 유기 구멍 반송
물질, 도핑 또는 비 도핑 유기 발광 물질, 또는 도핑 또는 비 도핑 전자 운반 물질을 포함하는

면적이 큰 기판을 피복하는 방법.

청구항 31

제 26 항에 있어서,

상기 용기 내에 불활성 가스를 도입하여 C_A/C_B 를 감소시키는 단계를 더 포함하는

면적이 큰 기판을 회복하는 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 아르곤 또는 질소인

면적이 큰 기판을 회복하는 방법.

청구항 33

제 26 항에 있어서,

상기 물질은 인광 물질, 전기발광 물질, 광전도성 물질 또는 이온화 복사 작용에 의한 발광 물질인

면적이 큰 기판을 회복하는 방법.

청구항 34

기판상에 물질을 열 물리적 증착시키기 위한 소스에 있어서,

- a) 벽을 갖는 도가니를 구비하는 폐쇄체를 규정하고 또한 물질을 수납하기 위한 영역을 규정하는 기다란 용기로서, 길이 방향으로 컨덕턴스(C_B)를 가지며, 상기 용기는 구멍을 규정하는 부재를 구비하고, 그리고 기화된 물질이 용기의 벽에 먼저 결합함이 없이 부재의 구멍을 통과하는 것을 방지하도록 구멍과 물질 사이에 위치하는 배풀을 더 포함하는, 용기와,
- b) 상기 물질을 가열하여 물질을 부분 압력(P_m)으로 기화시키기 위해 상기 도가니의 벽에 대해 상대적으로 배치된 하나 이상의 가열 소자와,
- c) 상기 부재의 구멍은 길이를 따라 배열되고, 상기 구멍은 총 컨덕턴스(C_A)를 가지며, 여기서 $C_A/C_B \leq 0.5^\circ$ 이고,
- d) 상기 용기의 단부 및 상기 도가니를 가열하여 상기 용기 및 도가니상으로의 물질의 응축을 감소시키기 위한 단부 가열 수단을 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 가열 수단은 전도성이고 저항성을 가지며, 그를 통해 전류를 인가하기 위한 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 전류 인가 수단은 조정 가능한

열 물리적 증착 소스.

청구항 37

제 34 항에 있어서,

상기 단부 가열 수단은 저항 가열기, 외부 단부 가열기 또는 내부 가열기에 부착된 연장부 또는 배풀 또는 그 양자를 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 38

제 34 항에 있어서,

용기의 단부를 가열하기 위한 상기 단부 가열 수단은, 용기의 단부를 우선적으로 가열하여 응축을 감소시키도록 형성된 가열 소자인

열 물리적 증착 소스.

청구항 39

제 34 항에 있어서,

상기 용기는 경사진 단부 벽 또는 상기 용기의 단부 부근의 상향 경사 바닥면을 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

제 34 항에 있어서,

상기 용기와 상기 기판 사이의 상대 이동을 제공하는 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 43

제 34 항에 있어서,

상기 용기 내에 불활성 가스를 도입하여 C_A/C_B 를 감소시키기 위한 수단을 더 포함하는

열 물리적 증착 소스.

청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 아르곤 또는 질소인

열 물리적 증착 소스.

청구항 45

제 34 항에 있어서,

상기 물질은 인광 물질, 전기발광 물질, 광전도성 물질 또는 이온화 복사 작용에 의한 발광 물질인

열 물리적 증착 소스.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 균일성이 향상된 기판상에 재료를 증착하는 개선된 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 유기 전장발광 장치라고도 칭하는 유기 발광 장치는, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 둘 이상의 유기 층을 끼워 넣는 것에 의해서 구성될 수 있다.
- [0003] 종래의 수동 매트릭스 유기 발광 장치(passive matrix organic light-emitting device : OLED) 구조에 있어서, 복수의 측방향 이격 광투과 애노드, 예컨대 인-주석 산화물(ITP)이 유리 기판 등의 광 투과 기판상에 제 1 전극으로서 형성되어 있다. 그 다음 통상적으로 10^{-3} Torr(1.33×10^{-1} Pa) 미만의 감압으로 유지된 챔버 내에, 각 소스로부터 각 유기 재료의 중착에 의해서 둘 이상의 유기 층이 연속적으로 형성된다. 도핑 또는 비도핑된 유기 발광 재료 이외에, OLEDs의 제조에 사용된 전형적인 유기 층이 도핑 또는 비도핑된 유기 구멍 주입 물질이고, 도핑 또는 비도핑 유기 구멍 이송 물질이며, 도핑 또는 비도핑 유기 전자 운반 물질이며, 여기서 도핑(doping)이란, 소정의 물질 또는 그것으로 구성된 장치의 전기적 성능, 광학 성능, 안정도 또는 수명을 향상시키기 위해 부 성분을 추가하는 것을 의미한다. 복수의 측방향 이격 캐소드가 유기 층의 최상층 위에 제 2 전극으로서 부착된다. 캐소드는 애노드에 대해 소정 각도, 전형적으로는 직각으로 배향된다.
- [0004] 전위를 인가함으로써 적절한 가로열(애노드)과 순차적으로 각 세로열(캐소드) 사이에서 그러한 종래의 팻브 매트릭스 유기 발광 장치가 작동한다. 캐소드가 애노드에 대해 소극적으로 가압되면, 캐소드와 애노드의 중첩 영역에 의해 규정된 화소로부터 광이 방출하고, 방출된 광은 애노드와 기판을 통해서 관찰자에게 도달한다.
- [0005] 능동 매트릭스 유기 발광장치(OLED)에서, 박막 트랜지스터(TFT)에 의해서 제 1 전극으로서 애노드의 열이 제공되는데, 이것은 각 광 전달부에 접속되어 있다. 상술한 수동 매트릭스 장치의 구성과 실질적으로 동일한 방법으로 중착에 의해 둘 이상의 유기층이 연속적으로 형성된다. 유기 층의 최상층 위에 제 2 전극으로서 공통 캐소드가 부착된다. 능동 매트릭스 유기 발광 장치의 구성 및 기능은, 그 내용이 본 명세서에 참고로 인용되는 미국 특허 제 5,550,066 호에 개시되어 있다.
- [0006] 유기 발광 장치의 구성에 유용한 유기 재료, 중착된 유기 층의 두께 및 층의 형상은, 예컨대 그 내용이 본 명세서에 참고로 인용되는 미국 특허 제 4,356,429 호, 제 4,539,507 호, 4,720,432 호 및 제 4,769,292 호에 개시되어 있다.
- [0007] 연산된 방사선 사진술을 위한 화상 인광물질 등의 다른 종류의 화상 장치 및 디지털 방사선 사진술을 위한 x 선 광전도 장치는, 넓은 영역에 걸쳐 활성 물질을 균일하게 피복하는 능력에 의존한다.
- [0008] 충분히 작은 기판의 경우, 점광원 접근법(point source approach)을 실행할 수 있는데, 여기서는 부착될 물질이 국부적으로 가열된 도가니로부터 흘러나오고 또 기판을 따라 피복이 충분히 균일하게 되어 있는 국소 중착 영역으로부터 충분히 멀리 기판이 배치된다. 기판의 크기가 증가하거나 또는 작업 거리가 감소함에 따라, 소망하는 균일성을 얻기 위해서 국부적 소스에 대한 기판의 회전 또는 행성 운동이 종종 필요하다.
- [0009] 중착 소스를 연장시키고 또 소스 및 기판을 서로에 대해 이동시키는 것에 의해서, 상당히 작은 작동 거리에서 소망하는 균일성을 얻을 수 있고, 그에 따라서 소망하는 경우 상당히 높은 비율과 양호한 재료 이용을 제공할 수 있다. 영역을 넓히기 위한 그러한 방법의 비례축소(적어도 하나의 치수가 15cm 이상인 기판)가 점광원의 경우보다 상당히 용이하다.
- [0010] 유기 발광 장치를 제조하기 위한 구조체상에 유기 층을 열 물리적으로 증축하기 위한 기다란 소스는, 스판 로버트 지(Spahn Robert G.)에 의해 공개된 미국 특허 제 6,237,529 호에 개시되어 있다. 스판이 공개한 소스는, 기화될 수 있는 고체 유기 물질을 수납하기 위한 폐쇄체를 규정하는 하우징을 포함하고 있다. 이 하우징은 상부 판에 의해 추가로 규정되는데, 상부 판은 기화된 유기 물질이 슬릿을 통하여 구조체의 표면상으로 나아가게 하는 증기 유출 슬릿 구멍을 규정하고 있다. 폐쇄체를 규정하는 하우징은 상부 판에 연결되어 있다. 스판이 공개한 소스는, 상부 판에 부착된 도전성 배플 부재를 더 포함한다. 이 배플 부재는, 폐쇄체 내의 고체 유기 물질의 표면으로부터 시선 접근을 방지하는 것에 의해서 유기 물질의 입자가 상부 판 내의 슬릿을 통하여하는 것을 방지한다. 하우징에 전위가 인가되어 폐쇄체 내의 고체 유기 물질에 열이 가해짐으로써 고체 유기 물질이 증발하면, 입자가 고체 물질의 표면으로부터 방출될 수 있다. 배플의 적절한 크기 및 간격에 의해서, 증발된 물질 및 임의의 방출된 입자가, 슬릿을 통해 방출되기 전에 소스 내부의 적어도 하나의 내부면에 충돌해야 한다. 프리먼 데니스 알(Freeman Dennis R.)의 미국 특허 출원 공개 2003/0168013 A1 호에 개시된 바와 같이, 상부 판의 슬릿을 구멍의 열로 대체하는 것에 의해서, 공동으로 양도된 미국 특허 제 6,237,529 호에 개시된 중착 소스를 개량시킬 수 있다. 슬릿의 기하학적 형상과 관련된 불균일성을 극복하는 것 외에, 프리먼 등은 구멍 사이의 간격을 변화시키는 것(단부 근처에서 보다 긴밀하게 이격되게 하는 것)에 의해서 단 효과(end effect)를 보상하는 능력(즉, 소스 단부의 상대 부착 속도에서 유한 소스 길이 및 후속 액적)을 설명하고 있다.

- [0011] 또한, 히터로부터의 열 발생 또는 부착될 물질에 의한 열 흡수 또는 소스 내부의 상기 재료의 분포에 있어서의 임의의 불균일성이 소스의 길이를 따르는 부착의 불균일성을 발생시킬 수 있다. 불균일성의 다른 잠재적인 소스는 물질의 중력을 전달하는데 사용되는 구멍 이외의 소스 폐쇄체의 의도하지 않는 누출이다. 소스의 단부에서 그러한 누출이 존재하면, 소스의 중앙으로부터 단부까지의 증기의 유동에 의해 소스 내부에 압력 변화가 발생하여, 결과적인 부착의 불균일이 생긴다.
- [0012] 포레스트(미국 특허 제 6,337,102 B1 호) 등은, 유기 물질 및 유기 전구체를 증발시키고 이것들을 기판이 위치되고 운반 가스의 사용에 의해 고체 또는 액체로부터 발생한 증기가 반송되는 원자로 용기로 반송하는 방법을 개시하고 있다. 상기 발명의 일 실시예에서, 포레스트 등은 기판을 적절히 큰 원자로 용기의 내부에 설치하고 그곳으로 운반되는 증기가 기판과 혼합되고 반응하거나 또는 응축된다. 상기 발명의 다른 실시예는, 넓은 면적의 기판의 피복 및 그러한 여러 부착 공정을 서로 연속된 형태로 설정하는 것을 포함하는 적용에 관한 것이다. 이 실시예의 경우에, 포레스트 등은 기판 이동 방향에 수직으로 증착(depositing) 물질의 연속 선을 형성하기 위해서 가스 매니폴드(“구멍의 선을 갖는 중공형 관”으로서 개시됨)에 의해서 공급되는 가스 커튼(gas curtain)의 사용을 개시하고 있다.
- [0013] 포레스트 등이 개시한 바와 같은 증기 반송에 대한 접근은, “원격 기화(remote vaporization)”를 특징으로 하는데, 여기서 증착 구역 및 보다 적절하게는 증착 챔버의 외부의 장치에서 물질이 증기로 변환된다. 유기 증기만이 또는 운반 가스와 조합하여 증착 챔버 내로 운반되고 최종적으로 기판 표면에 운반된다. 이러한 접근법을 이용하는 경우에는, 적절한 가열 방법을 사용하여 운반 선 내의 원치 않는 응축을 피하도록 상당한 주의를 기울여야 한다. 이러한 문제점은 실질적으로 고온에서 원하는 정도까지 기화하는 무기 물질의 사용을 기도하는 경우에 보다 중요하다. 또한, 넓은 영역을 피복하기 위한 기화된 물질의 반송은 한결같이 가스 매니폴드의 사용을 필요로 한다. 포레스트 등의 특허에는 그러한 가스 매니폴드의 요건에 대해서는 어떠한 언급도 되어 있지 않다.
- [0014] 포레스트 등의 특허로부터 알 수 있는 바와 같이, 당업자는 증착 구역 내의 증착 소스의 길이를 따라 물질이 기화하는 기다란 소스로부터 균일한 막을 제공하기가 어렵다는 것을 예상할 것이다.
- [0015] 발명의 요약
- [0016] 본 발명에 따르면, 선형 열 증착 소스를 사용하는 물질의 부착 층에 불균일성이 존재하는 이유 중 하나가 소스 내부, 특히 한 쪽 단부의 내벽에서의 증발 물질의 응축이고, 그에 따라 부착 공정 도중에 소스의 중앙으로부터 한 쪽 단부로 길이방향으로의 증기 유동이 발생하는 것을 발견하였다.
- [0017] 본 발명의 목적은, 내부 응축 효과를 최소화하고 또 상술한 문제점을 회피하는 증착 구역 내부의 증착 소스의 길이를 따라 물질이 증발하는 개선된 물리적 증착 시스템을 제공하는 것이다.
- [0018] 상기 목적은, 기판상에 물질을 부착하기 위한 열 물리적 증착 소스에 의해서 달성되는바, 이 열 물리적 증착 소스는,
- [0019] a) 물질을 수납하기 위한 것으로, 연장된 방향으로 컨덕턴스(C_B)를 갖는 기다란 용기와,
- [0020] b) 용기 내의 물질을 가열하여 물질을 부분 압력(P_m)으로 기화시키는 히터와,
- [0021] c) 부재의 길이를 따라 배열된 복수의 구멍을 규정하는 적어도 하나의 부재를 갖는 용기로서, 상기 구멍인 총 컨덕턴스(C_A)를 가지며, 여기서 $C_A/C_B \leq 0.5$ 인, 용기와,
- [0022] d) 용기의 각 측면을 가열하여 용기상의 재료의 응축을 감소시키는 단부 가열 수단을 포함한다.
- [0023] 본 발명에 따르면, 구멍을 갖는 기다란 용기로부터의 물질의 증착은, 증착 도중에 그러한 물질의 내부 응축을 감소시키는 것에 의해서 상당히 개선될 수 있다. 이것은, 물질의 응축을 감소시키기 위해 용기의 단부를 가열하는 다수의 상이한 장치에서 달성된다.

발명의 상세한 설명

- [0031] 하기의 설명은 유기 발광장치에 관한 것이지만, 알칼리 할로겐화 인광물질, 비결정 반도체 및 이온 방사 작용에 의해서 발광되는 것(예컨대, x 선, 감마 선, 전자 또는 원자나 분자를 이온화시키기에 충분한 에너지를 갖는 다

른 에너지 종)을 포함하는 다른 발광성 층, 인 함유 층 또는 광활성 층 뿐만 아니라 그러한 발광성 층 또는 광활성 층에 기초한 장치에 사용되는 다양한 다른 물질에도 본 발명이 동일하게 적용될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

[0032] 본 발명은 용기의 단부를 가열하여 용기상의 재료의 응축을 감소시키는 장치를 제공함으로써 내부 응축 효과를 최소화하는 방법을 제공한다.

[0033] 소스의 길이를 따라 증기 유동을 발생시키는 누출 뿐만 아니라 재료의 분배 및 가열의 불균일성에 강한 선형 열증발 소스의 설계는, 그레이스 제레미 엠(Grace Jeremy M.)이 2003년 1월 28일자로 출원한 “열 물리적 증착 시스템의 설계 방법”이라는 명칭의 미국 특허 출원 제 10/352,558 호에 개시되어 있으며, 상기 특허는 본 명세서에 참고로 인용된다. 이러한 강한 성능을 달성하는데 중요한 설계 변수는 컨덕턴스 비, 즉 그의 길이를 따른 소스 본체 또는 “보트”의 컨덕턴스(C_B)에 대한 구멍의 컨덕턴스(C_A)의 비이다.

[0034] 소스 본체 또는 보트는 기화될 물질을 직접 수납하는 용기이거나 또는 그러한 물질을 수납하는 용기에 제공된 도가니와 조합된 용기 또는 소스의 내부에 물질을 수납하고 또 증발된 물질을 구멍에 분배하는 임의의 구조체일 수 있다는 것을 이해해야 한다. C_B 는 보트의 길이 방향으로의 증기 유동에 대한 순 컨덕턴스를 나타낸다. 컨덕턴스 C_A 는 구멍의 증기 유동에 대한 컨덕턴스를 나타낸다.

[0035] 증착될 기화 물질의 압력(P_m)으로부터 또는 기화 물질의 부분 압력(P_m)과 조합한 추가의 가스에 의해서 증기 유동이 발생할 수 있다. 추가의 가스는 아르곤, 모든 다른 희 가스(noble gas) 또는 열적 및 화학적으로 안정된 분자 가스 등의 불활성 가스인 것이 바람직하다. 본 명세서에 참고로 인용되는 그레이스 제레미 엠 등이 2003년 1월 28일자로 출원한 “열 물리적 증착 시스템의 설계 방법”이라는 명칭의 공통으로 양도된 미국 특허 출원 제 10/352,558 호에 개시되어 있는 바와 같이, 컨덕턴스 비에 대한 낮은 값, 즉 0.5 미만, 바람직하게는 0.1 미만이 보트의 길이를 따른 압력 불균일성을 최소화하는데 중요하다.

[0036] 구멍의 크기를 감소시키거나 또는 소스 본체의 단면 치수(단면 치수는 높이 및 폭이며, 여기서 길이는 구멍 판의 긴 축을 따른 방향으로 규정된다)를 증가시키는 것에 의해서 컨덕턴스 비가 낮아질 수 있다. 전자의 경우에, 소정의 증착 속도를 발생시키는데 필요한 압력은 구멍의 크기가 감소할수록 증가할 것이며, 그에 따라 유기 물질은 보다 높은 작동 온도로 가열될 필요가 있으며, 이것은 열 분해하기 쉬운 유기 물질에는 바람직하지 않다. 후자의 경우에, 확장된 단면은 한 쪽 단부에서 넓은 벽 영역을 나타낸다.

[0037] 또한, C_A/C_B 의 비는, 이행 또는 점착성 유동 체제에 도달하도록 압력(P_m)을 증가시키는 것에 의해서 또는 소스 본체에서 불활성 가스의 부분 압력 및 압력(P_m)을 포함하는 것에 의해 낮아질 수 있으며, 그에 따라서 컨덕턴스(C_B)는 압력에 따라 증가한다. 구멍이 상승된 소스 본체 압력에서 분자 유동 또는 조기 이행 유동으로 유지되면 [즉, 구멍에 대한 누드센 수(Knudsen number)가 1 이상 또는 거의 1로 유지되면], C_B 가 C_A 이상으로 비례적으로 증가함에 따라, 컨덕턴스 비가 감소할 것이다. 여기서, 누드센 수(K)는 이 누드센 수가 평가되는 대상의 최소 치수에 대한 가스 분자의 평균 자유 경로의 비이다.

[0038] K 의 범위가 $0.01 < K < 1$ 인 경우 이행 유동 체제가 적용된다. $K > 1$ 인 경우, 증기 유동은 분자이고 분자와 벽의 충돌 및 그로부터의 재방출에 의해서 발생한다. $K < 0.01$ 인 경우, 점성 유동이 발생한다. 점성 유동에 있어서, 컨덕턴스는 점도에 대한 압력의 비와 기하학적 인자에 의존한다. 알루미늄 트리-큐이놀레이트(Alq) 사이즈의 분자의 경우에, 약 0.5mm의 작은 치수를 갖는 구멍이 $P_m < 13\text{Pa}$ 에 대해 분자 유동을 나타낼 것이다. 이러한 압력 이상과 큰 구멍 치수의 경우에, P_m 또는 구멍의 치수가 계속 증가함에 따라 유동은 이행에서 점성 유동으로 진행할 것이다.

[0039] 용기 또는 도가니의 단부 벽이 소스의 중앙 영역의 벽 및 다른 표면에 비해서 상당히 냉각되면, 상기 단부 벽에서 물질이 응축하는 경향이 있고, 이것에 의해서 소스의 중앙에서 각 단부까지 압력 강하가 발생하여, 소스의 길이를 따른 증착 속도의 불균일이 생긴다. 응축된 물질의 표면이 가열 및 기화되어, 물질의 불량한 열 전도율 또는 열 소스에 대한 물질 표면의 보다 긴밀한 균접을 통해서, 응축 물질의 유동에 대항할 때까지, 증발 물질은 소스의 단부에서 계속 응축한다. 이 시점에서, 압력 불균일성은 실질적으로 완화되고, 성능 균일성이 향상된다.

[0040] 소스의 균일성이 소스 본체 내의 응축 효과에 의해서 악영향을 받게 되는 이행 기간은, 소스로부터의 증기의 소

망하는 질량 유동, 소스 내부의 기하학적 인자, 소스에 공급되는 열의 세부 사항, 및 컨덕턴스 비에 따라 좌우된다. 실제적인 소스 기하학적 형상 및 비의 경우에, 이행 기간은 많은 시간일 수 있고, 그 결과 제작 시간이 많이 소모되고 재료가 낭비된다.

[0041] 도 1로 돌아가서, 직사각 단면을 가진 기다란 용기(1)를 갖는 기다란 증착 소스의 개략도가 도시되어 있다. 기다란 용기(1)는 증발할 수 있는 물질(2)(증발 물질)로 채워져 있다. 커버 또는 뚜껑(3)이 소스 본체를 밀봉한다. 도 1에서, 구멍(4)은 커버(3)의 중심 축을 따라 일렬로 배치된다. 구멍이 용기를 밀봉하는데 사용되는 상부에 도시되어 있지만, 구멍(4)은 상부에 배치될 필요는 없고 밀봉면(즉, 커버 또는 뚜껑)은 용기의 상부면에 위치할 필요는 없다. 구멍을 포함하는 ‘부재(member)’라는 용어는 임의의 상기 구성을 포함하는데 사용될 것이다.

[0042] 구멍(4)은 엇갈리거나 정렬된 복수의 열을 포함하는 임의의 기다란 패턴일 수 있으며, 원형, 직사각형, 타원형, 알모양 또는 정사각형을 포함한다. 용기(1)의 단면은 직사각형 이외의 형태일 수 있다(예컨대, 원형, 타원형, 다각형). 또한, 커버 또는 뚜껑(3)은 용기(1)에 직접 밀봉되거나 또는 용기(1)의 구멍을 덮을 수 있다. 신장밴드, 스크류 바이스 클램프, 볼트 및 암나사 구멍을 갖는 내부 플랜지 또는 구멍 및 너트를 갖는 외부 플랜지 등의 다양한 종류의 클램프 또는 와이어를 사용하여 커버 또는 뚜껑을 용기와 접촉시켜 부착시킬 수 있다.

[0043] 구멍(4)은 다양한 크기, 형상 또는 간격으로 정렬되어 증착 소스의 단부 부근의 증착 속도의 감소를 보상할 수 있고, 그에 따라서 피복 두께의 균일성을 향상시킬 수 있다. 구멍(4)의 크기는, (존 애프 오하놀에 제공되는 식에 따르는 계산에 의해 얻는 바와 같음, 1989년 뉴욕주 존 월리&선즈의 진공 기술에 대한 사용자 가이드 제3장) 전체의 구멍 컨덕턴스(C_A)가 $0.5 < C_B$, 바람직하게는 $0.1C_B$ 가 되도록 선택되며, 여기서 C_B 는 길이 방향으로의 보트(용기)의 증기 유동에 대한 컨덕턴트이다. C_B 는 존 애프 오하놀, 1989년 뉴욕주 존 월리&선즈의 진공 기술에 대한 사용자 가이드 제3장에 제공되는 식에 따르는 계산에 의해 얻을 수 있다. 공통 양도된 제레미 앤 그레이스 등이 2003년 1월 28일자로 출원한 미국 특허 출원 제 10/352,558 호에 개시되어 있는 바와 같이, 소스의 작동 압력은, 소망하는 대향 처리량(소망하는 피복 속도로부터 결정됨) 및 전체의 구멍 컨덕턴스(C_A)에 의해서 결정된다. 이 작동 압력은 컨덕턴스(C_A, C_B)를 계산할 때 고려해야 한다.

[0044] 배플(6)은 입자 물질이 구멍쪽으로 방출되는 것을 방지하며, 구멍에 존재하는 증가가 용기의 내부면과 충돌하도록 보장하여 물질의 흐름이 양호하게 확립되도록 한다. 커버 또는 뚜껑 부재(3)는 전기 전도성일 수 있고, 본체 또는 용기는 전기 절연성일 수 있으며, 또는 그 반대이거나, 그 양자가 절연성 또는 전도성일 수 있다. 상부면이 저항 가열기로 사용되는 경우, 기계적 고정을 위해 또 상부면에 전기적인 접촉을 형성하기 위해 단부 접점(5)을 사용할 수 있다. 변형예로, 용기의 표면을 통해 전기 피드스루(electrical feedthrough)(도시 안됨)를 설치하여 배플(6)에 대해 또는 용기(1) 내부의 추가의 히터(도시 안됨)에 접촉하게 할 수 있다. 구멍(4)이 있는 부재(3)의 표면은 배플(6)과는 별도로 가열되거나 또는 배플(6)(또는 내부 히터)과 직렬 또는 병렬로 가열될 수 있다. 변형예로, 외부 소스(도시 안됨)에 의해서 소스가 복사 가열될 수 있다.

[0045] 용기의 경사진 단부 벽(7)(또는 단부에서 상축으로 경사진 바닥면)은, 열원에 대한 뷰 팩터(view factor)를 증가시키고 그에 따라 수직 단부벽에 의해 얻는 것 보다 소스의 단부 부근에서 더 높은 온도를 유지하는 것에 의해서 내부 응축을 감소시킨다. 경사진 단부 벽(7)(또는 변형예로 단부 벽(7) 부근의 상향으로 경사진 바닥면)도 기다란 소스의 중앙부보다 상당히 냉각되는 영역에서 물질이 축적되는 것을 방지한다. 경사진 벽(7)은 용기(1)의 벽보다는 물질이 유지되는 도가니(도시 안됨)의 내벽에 형성될 수도 있다. 또한, 도가니(도시 안됨)의 내벽 및 외벽은 용기(1)의 경사진 벽(7)에 맞는 형상으로 될 수 있다.

[0046] 내부 응축 효과를 완화시키는 다른 접근법이 도 2에 도시되어 있는데, 도 2는 직사각형 단면을 갖는 기다란 증착 소스의 개략도를 도시한 것이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 용기(11)는 증발물질(12)로 채워져 있다. 증발물질을 가열하기 위해서 구멍(14) 및 단부 접점(15)을 갖는 커버(13)가 사용된다. 배플(16)은 입자 물질이 구멍쪽으로 방출되는 것을 방지하고 그리고 구멍에서 유출하는 증기가 용기의 내면과 충돌하여 물질의 유동이 양호하게 달성되도록 한다. 상술한 성분의 다양한 구성 뿐만아니라 열을 가하는 다양한 구성 및 기술이 도 1에 도시되어 있다. 구멍(14) 및 용기(11)의 치수는 상술한 컨덕턴스 기준에 따라 선택된다. 또한, 2개의 연장부(18)가 가열 부재에 부착되고 수직 단부 벽을 따라 하향으로 돌출하여 용기(11)의 단부를 복사 가열하고, 그에 따라 소스의 단부에서 내부 응축 효과를 완화시킨다. 변형예로, 또는 부가하여, 연장부(19)가 용기(11)의 단부를 복사 가열하도록 배플(16)에 부착되어, 소스의 단부에서의 내부 응축 효과를 완화시킬 수 있다.

[0047] 도 1 및 2에 도시된 내부 단부 응축 효과를 감소시키는 기술은 수동적 기술이다. 단부 응축 효과를 제거하는

능동적 기술은 도 3에 도시되어 있다. 도 3은 기다란 중착 소스의 종방향 단면의 개략도를 도시하고 있다. 상기 도면에서 설명한 바와 같이, 소스는 용기(21), 증발물질(22), 가열 커버(23), 구멍(24), 단부 접점(25) 및 배플(26)을 갖는다. 구멍(24) 및 용기(21)의 치수는 상술한 컨덕턴스 기준에 따라 선택된다.

[0048] 또한, 가열 소자(29)가 용기(21)의 단부 부근에 위치되어 수직 단부 벽을 가열한다. 단부 가열 소자(29)는 커버의 각 측면상의 용기(21)의 단부와 각 단부 구멍(24)에 인접한 위치의 뚜껑(23)을 가열하여 용기(21)상의 물질의 응축을 감소시키고, 그에 따라 용기(21)의 단부 벽상의 내부 응축을 방지하는 방법을 제공한다. 이들 소자(29)는 용기(21)의 단부 및 그 내부의 도가니(34)를 우선적으로 가열하도록 성형될 수 있다. 전기 리드(30)를 사용하여 가열 커버(23)와는 별도로 단부 가열 소자(29)를 구동시킨다. 변형예로, 소스의 단부의 복사 가열은 외부 소스에 의해서 달성될 수 있다.

[0049] 또한, 도 3에는, 하부 복사 쉴드(31), 상부 복사 쉴드(32) 및 절연판(33)이 도시되어 있다. 복사 쉴드(31 또는 32) 및 절연판(33)은 도 1,2에 도시된 소스에서도 실행될 수 있지만, 이들 도면에는 도시되어 있지 않다. 이들은 단부의 외부 복사 가열(도시 안됨) 또는 도 3에 도시된 단부의 내부 복사 가열을 허용하도록 구성될 수 있다. 상부 복사 쉴드(32)는 증발물질을 소스로부터 기판으로 통과시키는 개방 영역을 그의 상부면에 갖는다. 절연판(33)도 이와 동일한 목적으로 개방 영역을 가지며, 이것은 가열 커버(23)를 용기(21)로부터 열적 및 전기적으로 격리시키는 역할을 한다.

[0050] 또한, 기판(36)을 고정 및 이동시키는 기판 이동 조립체(35)와, 용기(21)를 이동시키는 소스 이동 조립체(37)가 제공되어 있다. 이동 조립체(35, 37)는 용기(21)와 기판(36) 사이에 상대 운동을 제공한다. 도가니(34), 기판 이동 조립체(35), 및 소스 이동 조립체(37)는 도 1 및 2에 도시된 소스와 함께 실행될 수 있다. 기판(36) 및 용기(21)의 이동은, 모터 구동 웜 기어, 리드 스크류 종동기와 조합된 모터 구동 리드 스크류(36), 자기 결합 활주 기구 또는 기판(36)과 용기(21) 사이에 상대 운동을 제공하여, 기판의 이동이 용기(21)의 종축에 수직이 되게 하는 다른 장치일 수 있다. 용기(21) 또는 기판(36)을 이동시키는 방법은, 축적된 중착 물질로부터 이동 기구를 보호하기 위해 벨로우즈 조립체 또는 포개지거나 절접식의 쉴드를 포함할 수 있다.

[0051] 단일의 전원(38) 또는 복수의 전원(38)을 사용하여 전기 리드(30)를 통해 단부 가열 소자(29)에 전류가 공급된다. 전원(38)을 사용하여, 가변 변압기 및 가변 저항기를 사용하거나 또는 반복 파형(전압 또는 전류) 등의 듀티 사이클을 변화시키는 것 등에 의해 인가되는 전류를 조정할 수 있다.

실시예

[0053] 본 발명 및 그 이점을 하기의 특정 실시예에 의해서 추가로 설명한다. 각 실시예에는, 물질을 수납하기 위한 기다란 용기가 제공되는데, 각 용기는 길이 방향으로의 컨덕턴스(C_B)를 갖는다. 히터가 용기내의 물질을 가열하여 물질을 부분 압력(P_m)으로 기화시킨다. 용기는 부재의 길이를 따라 배열된 복수의 구멍을 규정하는 적어도 하나의 부재를 가지며, 구멍은 총 컨덕턴스(C_A)를 갖고, 여기서 $C_A/C_B < 0.5$ 이다.

실시예 1: 단부 히터 없음

[0055] 스테인레스 강 시트 재료로 제조된 A 50cm 길이의 용기를 구멍 판/히터 조립체로 피복하였다. 그라포일(Grafoil)(상표명) 가스켓을 사용하여 커버를 용기에 대해 밀봉하고, 코제미카(Cogemica)(상표명)로 제조된 카스켓을 사용하여 용기에 대한 커버의 단락을 방지하였다. 가스켓, 커버 및 클램핑 고정물은 그 주변부 둘레에 구멍을 가지며, 이 구멍을 통해서 볼트를 용기에 고정하고 커버를 용기에 부착하도록 조인다.

[0056] 구멍 판은 판의 중앙의 32cm 상부에서 1cm 이격된 중심을 갖는 구멍을 구비한다. 단부에서, 이 간격은 다음과 같이 변화된다. 구멍 1-9는 0, 6, 12, 19, 26, 34, 42, 51 및 60mm의 각 중심 위치를 갖는다. 구멍 40-49는 380, 389, 398, 406, 414, 421, 428, 434 및 440mm의 각 중심 위치를 갖는다. 이러한 구멍 간격 패턴은, 소스의 단부 부근의 중착 속도의 손상을 발생시키는 유한 소스 크기 효과를 보상하도록 선택되었다. 구멍은 폭 0.0125cm, 길이 0.5cm의 직사각형 슬롯이다.

[0057] 50cm 길이의 용기는 폭이 3.3cm이고 깊이가 4.6cm인 직사각형 단면이다. 구멍 조립체가 부착된 용기의 내부 치구는 폭이 약 3.2cm이고 깊이가 약 4.6cm이다. 용기는 진공 챔버 내의 스테인레스 강 복사 쉴드 폐쇄체에 설치되고 각 단부(접속부)에서 구멍 판(커버)에 고 전류의 리드가 부착되었다.

[0058] 구멍과 기판간의 거리는 12.5cm이다. 기판 평면에, 소스의 길이를 따라 소스의 중심 종축의 바로 위에 8개의 석영 크리스탈 모니터의 어레이가 배치되었다. 센서의 위치는 다음과 같다. 센서 1은 구멍 1의 바로 위에(상

술한 바와 같이 12.5cm의 높이) 배치되었다. 그 다음, 센서 2-8이 센서 1로부터 6.3, 12.6, 18.9, 25.1, 31.4, 37.7 및 44cm의 각 위치에서 소스 축을 따라 배치되었다. 센서 1 및 8은 유한 소스 크기 효과로부터 소스 단부에서의 출력 하강을 감시하기 위해 사용되었다. 센서 2-7은 불균일도[균일도=(최대 속도-최소 속도)/(최대 속도+최소 속도)] 및 평균 속도(센서 2-7의 표시의 평균)를 계산하는데 사용되었다. 기다란 전공 소스로부터의 증착 프로파일은 중심 주의에서 대체로 대칭이므로, 센서 표시는 센서 동작과 관련된 소음을 감소시키기 위해 쌍(2 및 7, 3 및 6, 4 및 5)으로 평균화되었다. 세 쌍의 센서에 대한 평균을 바탕으로 불균일도를 계산하였다.

[0059]

이 소스는 12.5cm의 소스-기판 거리에 대해 알루미늄 트리 큐놀레이트(Alq)에 대한 5A/s의 부착 속도(중앙 영역에서)를 발생시키도록 약 6.5Pa의 압력(P_m)으로 작동한다. 표시된 입자 크기에 의해서, 무릴이 2.6cm 깊이로 탑재되면, 컨덕턴스 비 C_A/C_B 는 <0.4 가 되도록 계산되고, 상술한 바와 같이 부착 속도는 1A/s이며 50A/s의 속도에서 0.05 이하로 하강한다. 물질이 1.3cm 깊이로 탑재되고 상술한 부착 속도가 1A/s이면, 컨덕턴스 비는 <0.2 가 되도록 계산되고 50A/s의 속도에서 0.02 이하로 하강한다. 이러한 제한 컨덕턴스 비(무시할만한 양의 물질이 탑재되는 경우)는 1A/s($P_m \sim 0.13\text{Pa}$)의 부착 속도에서 <0.1 이고, 50A/s($P_m \sim 6.5\text{Pa}$)에서 <0.01 이다.

[0060]

소스는 200g의 알루미늄 트리 큐놀레이트(Alq)와 함께 1.3cm 깊이로 탑재되고, 알루미늄 배풀이 소스의 길이를 따라 배치되고 구멍 판 밑에 2.7mm에 위치하도록 소스의 단부로부터 매달려졌다. 소스 조립체는 석영 크리스탈 모니터 어레이의 밑에 배치되고, 한 쪽 단부에서 전류 리드에 부착되고(구멍 판에 접속하는 것에 의해), 시스템은 2×10^{-6} mbar의 기저 압력으로 펌핑되었다.

[0061]

구멍 판을 따라 히터 전류를 인가하고, 센서 어레이상에서 주목할만한 부착 속도를 발생시키도록 소스 출력을 위로 올렸다. 속도를 제어하기 위한 히터 전류를 사용하여, 4 내지 8A/s로 감소된 후에 8시간 동안 0에서 약 50A/s까지 평균 속도를 증가시킨 다음, 14시간동안 유지하였다. 그 다음, 3시간동안 약 50A/s까지 속도를 다시 증가시키고 나서 2시간동안 10A/s로 감소시킨 다음, 4시간동안 2A/s로 감소시켰다. 그 다음, 소스를 0의 속도로 냉각시켜 유지하였다.

[0062]

도 4에는, 최초 8시간의 속도 상승(중공 원 ○) 및 다음 24시간 동안의 후속 작동(중실형 다이아몬드 ◆)의 결과를 도시하고 있다. 불균일도는 평균 속도의 함수로서 작도되어 있다. 도 4에서 알 수 있는 바와 같이, 초기 작동 단계에서, 속도(및 작동 시간)가 증가함에 따라 불균일도가 감소한다.

[0063]

속도와 함께 불균일도의 초기 감소는 소스 작동 압력의 증가 및 소스의 내부 컨덕턴스의 부수적인 증가로부터 발생하고(본 명세서에 참고로 인용되는 그레이스 제레이미 엠 등의 2003년 1월 28일자 출원된 “열 물리적 증착 시스템의 설계 방법”이라는 명칭의 미국 특허 출원 제 10/352,558 호에 개시되어 있는 바와 같음), 이것에 의해 소스의 길이를 따른 증기 유동에 대한 허용 오차가 향상되며, 이 유동은 소스의 말단에서 내부 응축에 의해 추진된다. 보다 높은 속도(40-50A/s)에서 불균일도의 후속적인 급격한 강하는, 단부 응축 효과가 감퇴함에 따라 소스의 길이를 따른 증기 유동의 감소와 관련되어 있다. 이러한 작동 시점을 초과하여, 소스의 길이를 따른 증기 유동은 그 효과가 무시할 만한 시점까지 감소되며, 넓은 증착 속도 범위에 걸쳐 불균일도는 약 5%이다.

[0064]

소스가 냉각되어 몇시간 동안 유지된 후에, 소스는 Alq 증발물질의 위치를 변화시킴이 없이 챔버로부터 제거되고 검사되었으며, Alq 증발물질은 소스 용기의 내부의 주변으로 명백히 이동하였다. 그 다음, 소스를 재 조립하고 챔버 내에 다시 설치하였다. 히터 전류를 인가하고 소스는 3시간동안 10A/s 출력으로 상승하였으며, 그 후 소스는 10시간동안 그 속도로 유지되었다. 그 다음, 소스는 14시간동안 50A/s로 상승하고, 14A/s로 다시 하강하였다. 12시간에 걸쳐 추가적인 50A/s로의 상승 및 10A/s로의 하강이 수행된 다음, 속도는 2시간 동안 2A/s로 감소되었다. 그 다음, 소스를 끄고 냉각시켰다.

[0065]

도 5에는, 미리 이동한 물질(내부 응축 효과로부터)로 개시한 최초의 속도 상승(중공 원 ○) 및 나머지 작동 기간에 걸친 후속 후속 동작(중실형 다이아몬드 ◆)의 결과를 도시하고 있다. 도 5에서 알 수 있는 바와 같이, 불균일도는 넓은 속도 범위에 걸친 작동 속도와는 대체로 무관하여, 도 5에 도시된 바와 같이 불균일도 대 속도의 이력 현상은 나타내지 않는다. 이러한 실험은 후술하는 바와 같이 불균일도의 이력 현상 작용이 내부 응축 효과와 관련된 일시적 현상이라는 것을 추가로 실증하고 있다.

[0066]

실시예 2

[0067]

용기상의 물질의 응축을 감소시키기 위해 용기의 단부를 추가로 가열하여 상기 실시예 1과 동일한 실험 장치를 사용하였다. 실시예 1의 직사각형 용기는 경사진 단부 벽(도 1의 용기에 대해 개략적으로 도시된 바와 같이)을

갖는 용기로 대체되었다. 벽은 수평면에서 약 35° 의 각도로 경사졌다. 소스에 200g의 Alq를 탑재하고 실시예 1에서 설명한 바와 같이 센서 어레이 밑의 진공 챔버에 설치하였다. 소정 속도에 대한 컨덕턴스 비 및 작동 압력은 실시예 1에서 설명한 것과 동일하였다.

[0068] 구멍 판을 따라 히터 전류를 인가하고, 센서 어레이상의 뚜렷한 증착 속도를 생성하기 위해 소스 출력이 상향으로 증가되었다. 속도를 제어하기 위한 히터 전류를 사용하여, 8시간 동안 0에서 약 50A/s까지 평균 속도를 증가시킨 다음, 14시간동안 4 내지 8A/s로 감소하였다. 그 다음, 2시간동안 약 50A/s까지 속도를 다시 증가시키고 나서 30A/s로 감소시킨 다음 12시간동안 유지하였다. 그 다음, 속도를 4시간동안 10A/s로 감소시킨 다음, 2A/s까지 추가로 감소시키고 10 시간동안 유지하였다. 그 다음, 소스를 끄고 냉각시켜 유지하였다.

[0069] 도 6에는, 최초 8시간의 속도 상승(중공 원 ○) 및 다음 32시간 동안의 후속 작동(중실형 다이아몬드 ◆)의 결과를 도시하고 있다. 불균일도는 평균 속도의 함수로서 작도되어 있다. 도 6에서 알 수 있는 바와 같이, 불균일도의 이력 현상은 종래 기술의 실시예 1에 대해 도 4에 도시한 것에 비해서 상당히 감소하였다.

[0070] 실시예 1에서와 같이, 실시예 2의 소스를 제거하고 용기 내의 Alq 증발물질의 분배를 방해함이 없이 검사하였다. 그 다음, 소스를 재조립하고 최초의 작동과 유사한 형태로 작동하였다(8시간 동안 50A/s까지 상승하고, 이어서 낮은 속도로 상승 및 유지됨, 다음 22 시간동안 50A/s로의 제 2 상승 및 그 후 소스를 끄고 몇 시간동안 냉각상태로 유지함). 미리 이동한 물질에 의한 이러한 제 2 작동에 대한 속도의 함수로서의 불균일도는 도 5에 도시한 것과 동일하였으며, 도 6에 도시된 상당히 감소된 이력 현상은 일시적 효과였다.

실시예 3

[0072] 용기상의 물질의 응축을 감소시키기 위해 용기의 각 측면을 가열하기 위한 구조체를 추가하여 실시예 1과 동일한 실험 장치를 사용하였다. 시트 금속 텁[도 2의 연장부(18)]을 구멍 판[도 2의 커버(13)]의 각 단부에 스포용접하였다. 소스에 200g의 Alq를 탑재하고 실시예 1에서 설명한 바와 같이 센서 어레이 밑의 진공 챔버내에 설치하였다. 소정 속도에 대한 응축 비 및 작동 압력은 실시예 1에서 설명한 것과 동일하였다.

[0073] 구멍 판을 따라 히터 전류를 인가하고, 센서 어레이상의 뚜렷한 증착 속도를 발생시키기 위해 소스 출력이 상향으로 증가되었다. 속도를 제어하기 위한 히터 전류를 사용하여, 8시간 동안 0에서 약 50A/s까지 평균 속도를 증가시킨 다음, 14시간동안 4 내지 8A/s로 감소하였다. 그 다음, 1/2시간동안 약 50A/s까지 속도를 다시 증가시키고 나서 12시간동안 유지하였다. 그 다음, 속도를 2시간동안 20A/s로 감소시키고 나서, 2시간동안 10A/s까지 추가로 감소시켰다. 그 다음, 소스를 끄고 냉각시켜 유지하였다.

[0074] 도 7에는, 최초 8시간의 속도 상승(중공 원 ○) 및 다음 32시간 동안의 후속 작동(중실형 다이아몬드 ◆)의 결과를 도시하고 있다. 불균일도는 평균 속도의 함수로서 작도되어 있다. 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 불균일도의 이력 현상은 종래 기술의 실시예 1에 대해 도 4에 도시한 것에 비해서 상당히 감소하였다.

[0075] 실시예 1에서와 같이, 실시예 3의 소스를 제거하고 용기 내의 Alq 증발물질의 분배를 방해함이 없이 검사하였다. 그 다음, 소스를 재조립하고 최초의 작동과 유사한 형태로 작동하였다(8시간 동안 50A/s까지 상승하고, 이어서 낮은 속도로 상승 및 유지됨, 다음 22 시간동안 50A/s로의 제 2 상승 및 그 후 소스를 끄고 몇 시간동안 냉각상태로 유지함). 미리 이동한 물질에 의한 이러한 제 2 작동에 대한 속도의 함수로서의 불균일도는 도 5에 도시한 것과 동일하였으며, 도 7에 도시된 상당히 감소된 이력 현상은 일시적 효과를 나타낸다.

도면 부호의 설명

[0077] 1, 11, 21 : 용기 2, 12, 22 : 물질

[0078] 3, 13, 33 : 커버 4, 14, 24 : 구멍

[0079] 5, 15, 25 : 단부 접점 6, 16, 26 : 배풀

[0080] 7 : 경사진 단부 벽(위로 경사진 바닥면)

[0081] 18, 19 : 연장부 29 : 단부 가열 소자

[0082] 30 : 전기 리드 31 : 하부 복사 셀드

[0083] 32 : 상부 복사 셀드 33 : 절연 판

[0084] 34 : 도가니 35 : 기판 이동 조립체

- [0085] 36 : 기판
 [0086] 38 : 전원

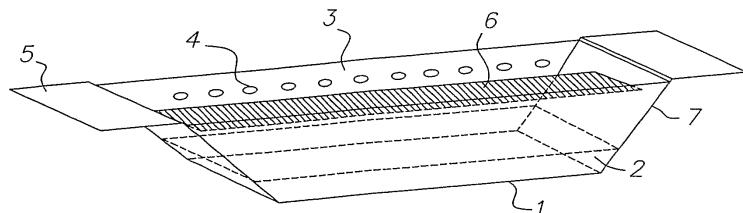
37 : 소스 이동 조립체

도면의 간단한 설명

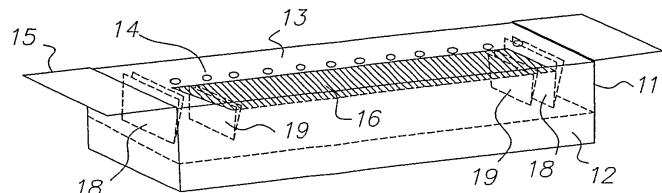
- [0024] 도 1은 바닥면을 갖는 본 발명의 기다란 증착 소스의 개략도로서, 바닥면이 소스의 단부 영역에서 물질을 보다 양호하게 가열하도록 단부에서 상측으로 경사져 있는 것을 도시하는 도면,
- [0025] 도 2는 가열 연장부를 갖는 본 발명의 기다란 증착 소스의 개략도로서, 상기 가열 연장부가 소스의 단부 영역에서의 물질의 가열을 향상시키도록 단부에서 하방으로 돌출하고 있는 것을 도시하는 도면,
- [0026] 도 3은 소스의 나머지 부분에 대한 열 입력으로부터 열이 별도로 가해지는 능동적으로 가열된 단부를 갖는 본 발명의 기다란 증착 소스의 개략도,
- [0027] 도 4는 소스가 처음 가열되었을 때와 몇 시간의 작동 후의 상태에서의, 종래 기술의 소스에 대한 증착 속도의 함수로서의 불균일성의 그래프,
- [0028] 도 5는 도 4에서 데이터를 얻기 위해 몇 시간동안 소스를 작동한 후에 밤새 냉각시킨 상태에서의, 종래 기술의 소스에 대한 증착 속도의 함수로서의 불균일성의 그래프,
- [0029] 도 6은 소스가 처음 가열되었을 때와 몇 시간의 작동 후의 상태에서의, 도 1에 도시한 본 발명에 따라 제조된 소스에 대한 증착 속도의 함수로서의 불균일성의 그래프,
- [0030] 도 7은 소스가 처음 가열되었을 때와 몇 시간의 작동 후의 상태에서의, 도 2에 도시한 본 발명에 따라 제조된 소스에 대한 증착 속도의 함수로서의 불균일성의 그래프.

도면

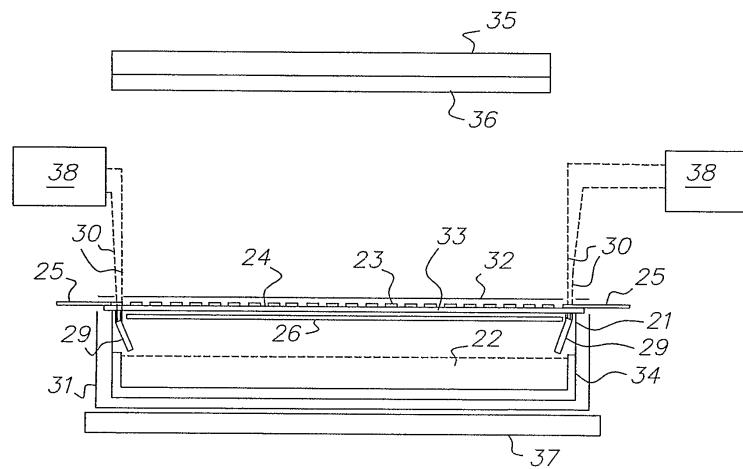
도면1



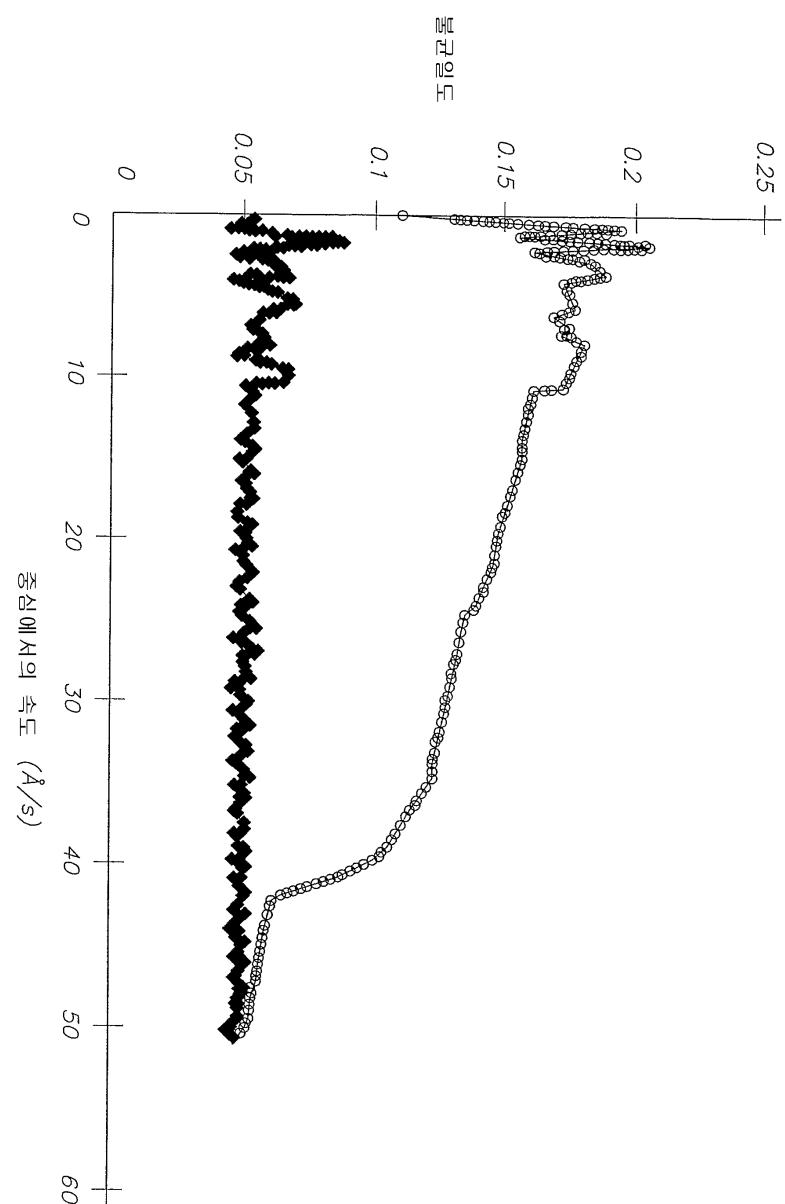
도면2



도면3

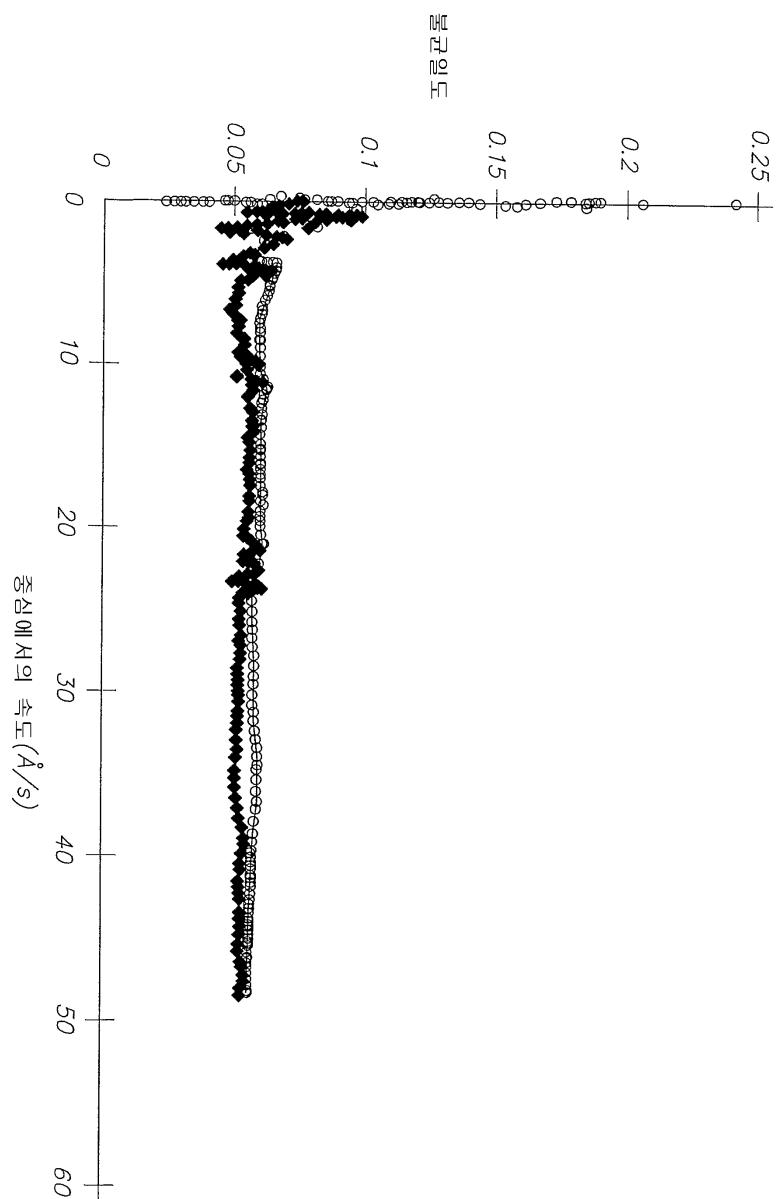


도면4

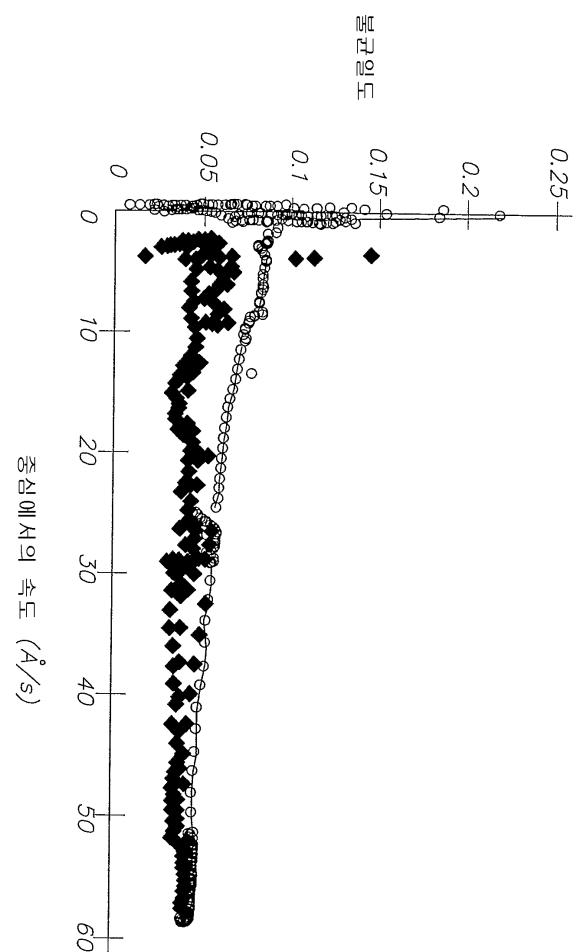


(종래기술)

도면5



도면6



도면7

