

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5298189号
(P5298189)

(45) 発行日 平成25年9月25日(2013.9.25)

(24) 登録日 平成25年6月21日(2013.6.21)

(51) Int.Cl. F1
C23C 14/24 (2006.01) C23C 14/24 A

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-515002 (P2011-515002)	(73) 特許権者	391032358 平田機工株式会社 東京都品川区戸越3丁目9番20号
(86) (22) 出願日	平成22年12月13日(2010.12.13)	(74) 代理人	100111707 弁理士 相川 俊彦
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/072410	(72) 発明者	平賀 靖英 東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田 機工株式会社内
(87) 国際公開番号	W02011/074551	(72) 発明者	松村 和幸 東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田 機工株式会社内
(87) 国際公開日	平成23年6月23日(2011.6.23)	(72) 発明者	井芹 隆史 東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田 機工株式会社内
審査請求日	平成23年4月12日(2011.4.12)		
(31) 優先権主張番号	特願2009-288521 (P2009-288521)		
(32) 優先日	平成21年12月18日(2009.12.18)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空蒸着方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

減圧可能な内部空間を有するチャンパーと、
蒸着材料が収容され、その蒸着材料を気化させる少なくとも2つの蒸着源と、
前記チャンパー内に設けられ、同じく前記チャンパー内に配置される基板に対して前記蒸着材料の蒸気を噴射するノズルと、

前記少なくとも2つの蒸着源と前記ノズルとをそれぞれ接続する配管と、
前記ノズル及び前記配管の少なくとも一方の部材に設けられるヒータと、
前記ノズルを前記基板に沿って往復移動させる移動手段と、を備え、
前記各配管は折曲自在なフレキシブルホースであり、

前記ノズルは、その内部に、前記各蒸着材料の蒸気を混合させる混合室を有すると共に

、
円筒状部材の前記ノズルは、その周面に、混合された前記蒸気を前記基板に向けて噴射させる少なくとも1つの開口を有し、

前記ノズルの両端面に前記配管が接続されることを特徴とする蒸着装置。

【請求項2】

前記移動手段は、前記ノズルを前記基板の蒸着面に沿って平行に往復移動させるLMガイドであることを特徴とする請求項1に記載の蒸着装置。

【請求項3】

前記各蒸着源、前記各配管、及び前記ノズルには、前記蒸着材料及び前記蒸気を加熱す

るヒータがそれぞれ独立に設けられ、

前記各蒸着源、前記各配管、及び前記ノズル内の圧力を制御すべく、前記各ヒータによる加熱温度を制御する制御手段と、

前記各蒸着源から蒸発する前記各蒸着材料の流量を検出するものであって、前記各蒸着源から近い位置に配置された検出手段と、を更に備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蒸着装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記検出手段により検出した流量により、前記各蒸着源の加熱温度をリアルタイムに制御することを特徴とする請求項 3 に記載の蒸着装置。

【請求項 5】

前記少なくとも 2 つの蒸着源が、前記チャンバーの外部に配置され、
前記チャンバーの外部に配置された前記各蒸着源と前記チャンバーとを接続する前記各配管の中途部に、前記各蒸着材料の蒸気の流れを ON / OFF する ON / OFF バルブをそれぞれ設けたことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 つに記載の蒸着装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記各蒸着源の前記各ヒータを独立に制御して所定の蒸発レートで前記各蒸着材料を蒸発させることを特徴とする請求項 3 に記載の蒸着装置。

【請求項 7】

前記移動手段は、

前記チャンバー内に離間して、かつ、前記基板の蒸着面に対して平行に設けられた LM ガイドと、

前記ノズルが固定され、前記 LM ガイドに沿って往復移動されるビーム部材と、を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の蒸着装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、前記各フレキシブルホースの前記ヒータを独立に制御して、前記各フレキシブルホースを、その長手方向に亘って蒸気の連続飛行温度以上の温度に加熱、保温することを特徴とする請求項 3 に記載の蒸着装置。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記ノズルの前記ヒータを独立に制御して、前記ノズルを、混合された前記蒸気の内、前記連続飛行温度が最も低い蒸気の連続飛行温度以上に加熱、保温することを特徴とする請求項 3 に記載の蒸着装置。

【請求項 10】

前記ノズルの周面に、長手方向に沿って複数の前記開口を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の蒸着装置。

【請求項 11】

第 1 の蒸着材料及び第 2 の蒸着材料の各蒸気を合流させた合流蒸気を導通させる合流配管が前記ノズルの一端面に接続され、

第 3 の蒸着材料の蒸気を導通させる配管がノズルの他端面に接続される、ことを特徴とする請求項 1 から 10 の何れか 1 つに記載の蒸着装置。

【請求項 12】

蒸着材料を收容し、蒸発させる少なくとも 2 つの蒸着源と、

前記各蒸着源に接続され、前記各蒸着材料の蒸気を導通させる折曲自在なフレキシブルホースである配管と、

これらの配管が接続されるものであって前記各蒸着材料の蒸気を混合させることが可能な混合室を備え、その混合された蒸気を基板に対して噴射させる開口を備える円筒状部材であるノズルと、

前記ノズルを前記基板に沿って往復移動させる移動手段と、

前記各蒸着源から蒸発する前記各蒸着材料の流量を検出するものであって、前記各蒸着源に近い位置に備えられる検出手段と、を有する蒸着装置を用い、

前記ノズルの一方の端面接続された第 1 の配管と、前記ノズルの他方の端面に接続され

10

20

30

40

50

た第2の配管とから、前記混合室内に同じ種類の又は異なる種類の前記各蒸着材料の蒸気を対向して流入させ、

混合室内で前記各蒸着材料の蒸気を混合して前記基板に噴射し、混合蒸着膜として基板に蒸着させる際、前記各蒸着源を、それぞれの前記各蒸着材料の蒸気が所定の蒸発レートを持つ或いはそれに相当する状態となるように加熱制御し、

前記各配管及びノズルの内壁を、前記各蒸気の連続飛行温度以上、前記各蒸着材料の蒸発温度以下になるように加熱制御し、

前記検出手段により検出された前記各蒸着材料の流量に基づき、前記各蒸着源の加熱温度を調整、制御し、

前記各蒸着材料の蒸気を前記混合室内に供給して前記各蒸気を均一に攪拌、混合し、その混合蒸気を前記開口から実質的に拡散のない平行な流れとして基板に噴射し、

前記基板上に混合蒸着膜を成膜する、ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蒸着装置に関し、特に、複数の種類の蒸着材料を用いる蒸着装置及び蒸着方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数の坩堝から複数の種類の蒸発材料を蒸発させ、これらの蒸発材料を合流させて被蒸着部材に蒸着させる蒸着装置はあったが、もっぱら、キャリアガスを使用するものであった（例えば、特許文献1又は2）。このような装置では、第1の処理容器及び第2の処理容器を備え、第2の処理容器に内蔵された蒸着源が連結管を介して第1の処理容器に内蔵された吹き出し器に連結される。前記蒸着源としての各坩堝には、ガス供給源から不活性ガス（例えば、Arガス）が供給され、各成膜ガスは連結管を介して吹き出し器まで運ぶキャリアガスとして機能する。このため、キャリアガスが蒸着膜内に残存し易く、膜品質に問題があるばかりでなく、キャリアガスを供給するための設備が必要となり、装置が複雑化し易く、高価となり易い。

【0003】

また、蒸着材料の蒸気の均一な流れを形成し、蒸気分布を制御して、蒸着を均一化すべく、分離された2つの蒸発室からそれぞれスプールシャッタを介して混合室へ蒸発材料を流入させ、混合室で混合された蒸発材料の蒸気の流れを多孔板シャッタ及び多孔整流板を通して、ガラス基板に蒸着する蒸着装置が開示されている（例えば、特許文献3）。この発明においては、各蒸発室と混合室はスプールシャッタによって仕切られるのみで、近い位置にあり、各室は互いに熱的影響を受け、近い温度になってしまう可能性が高い。そのため、適正な蒸着材料の蒸発量の比として各蒸発温度を各々管理することは不可能である。また、蒸発室、スプールシャッタ、混合室は、複数のヒータにより加熱される壁により仕切られており、蒸着材料の蒸気流れを自在に変化させることが難しい。また、互いに共通する壁を備えているので、これら各室及び部材の壁温が高くなり易く、蒸着されるガラス基板も、これらから近いので、熱の影響を受け易い。

【0004】

更に、異種材料の放出量を個別に温度管理し得ると共に被蒸着部材に形成された膜の成分比をほぼ均一にすべく、蒸発材料を蒸着用容器内で保持されたガラス基板に蒸着させる蒸着装置において、異なる種類の蒸着材料を加熱して蒸発材料を得るための2つの蒸着用容器を設け、蒸着用容器内に、蒸発材料を放出するための放出孔をそれぞれ複数個ずつ設けられた放出用容器を配置し、各蒸着用容器で得られた蒸発材料を放出用容器内にそれぞれ導く蒸発材料誘導管を設け、さらに一方の放出用容器に形成された放出孔内に、他方の放出用容器に突設された放出用ノズルの先端の放出孔を同心状に配置したものが開示されている（例えば、特許文献4）。この方法では、蒸着用容器外に、蒸発用容器が設けられているため、蒸発のための熱の影響を受け難いが、いわゆる混合室がなく、ノズルも別

10

20

30

40

50

々に設けられているので、均一な混合は容易ではない。

【0005】

一方、チャンバーと、基板上に蒸着する有機物を受け入れる少なくとも一つの有機物格納所からなる有機物格納部と、基板上に蒸着する有機物を噴射する有機物噴射ノズル部と、有機物噴射ノズル部と有機物格納部とを連結させる連結ラインと、少なくとも有機物噴射ノズルを垂直方向に移動させることができる移送装置を備える蒸着装置が開示されている（例えば、特許文献5）。しかし、この蒸着装置では、異なる種類の蒸着材料を混合することができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0006】

【特許文献1】特開2008-81778号公報

【特許文献2】特開2008-88490号公報

【特許文献3】特開2005-213570号公報

【特許文献4】特開2005-336527号公報

【特許文献5】特開2006-63447号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記従来技術の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、複合材料からなる均質な蒸着膜を得ようとするものである。また、蒸着される基板及び蒸着された膜が、蒸着材料を蒸発させるためのヒータ等から生じる熱によって劣化しないような蒸着装置を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明において、異なる種類の蒸着材料を気化させる少なくとも2つの蒸着源と、これらの蒸着材料を混合可能な空間を備えるノズルと、前記少なくとも2つの蒸着源から、各蒸着材料を前記ノズルまで導入可能な各配管と、前記ノズルに設けられ、前記混合蒸着材料を噴射する少なくとも1つの開口と、前記ノズル若しくは前記配管の少なくとも何れかに備えられるヒータと、を備える蒸着装置であって、前記ノズル若しくは前記配管の少なくとも何れかの内壁の温度を、各蒸着材料の連続飛行温度以上であって、各蒸着材料の蒸発温度以下に保つことができる蒸着装置を提供する。

30

【0009】

より具体的には、以下の通りである。

(1) 減圧可能な内部空間を有するチャンバーと、蒸着材料が収容され、その蒸着材料を気化させる少なくとも2つの蒸着源と、前記チャンバー内に設けられ、同じく前記チャンバー内に配置される基板に対して前記蒸着材料の蒸気を噴射するノズルと、前記少なくとも2つの蒸着源と前記ノズルとをそれぞれ接続する配管と、前記ノズル及び前記配管の少なくとも一方の部材に設けられるヒータと、を備え、前記ノズルは、その内部に、前記各蒸着材料の蒸気を混合させる混合室を有すると共に、前記ノズルの表面に、混合された前記蒸気を前記基板に向けて噴射させる少なくとも1つの開口を有する、ことを特徴とする蒸着装置を提供することができる。

40

【0010】

このような真空蒸着装置は、真空チャンバーと、複数の坩堝と、真空チャンバー内に設けられたノズルと、複数坩堝とノズルを接続する配管と、少なくともノズルと配管のどちらかに配置されたヒータと、を備える。また、真空蒸着装置は、基板を支持したり、吊り下げる基板ホルダーを更に備えていてもよい。ノズルは、内部に混合室を有し、表面に一個以上の噴射口を有する。この装置の基本部分は、チャンバー、ノズル（複数噴射口）、配管、複数の坩堝（又は、更に混合室）からなる装置の基本構成であり、ノズル、配管にヒータを配置することができる。また、ノズルは複数噴射口を備えてもよい。ここで言

50

う「蒸気」とは、蒸着材料を気化や昇華させることによって生じた蒸発分子を示している。また、「蒸発」とは、狭義の意味ではなく、昇華も含む気化全般という意味である。

【0011】

(2) 前記各配管は折曲自在なフレキシブルホースであり、前記ノズルを前記基板に沿って往復移動させる移動手段を更に備えることを特徴とする上記(1)に記載の蒸着装置を提供することができる。

ここで、移動手段の往復移動方向は、基板の長手方向、短手方向、又は斜め方向(対角方向)の何れであってもよい。

【0012】

各配管はフレキシブルホースであってもよい。ノズルを基板の延長方向へ移動する手段を備えてもよい。また、フレキシブルホース及びノズル移動手段を一体化してもよい。そして、ノズルの移動機構を備えることができる。また、配管のフレキシブル構造としては、蛇腹、多関節等を例としてあげることができる。坩堝は固定が好ましいが、可動としてもよい。詳細は後述する。フレキシブルホースは、移送管として機能する。坩堝とノズルを接続する管のタイプ、仕様、詳細は、装置の特徴に合わせて決定される。

【0013】

管のフレキシブル構造は蛇腹構造、多関節構造等、何れも用いることができる。例えば、蛇腹構造の場合、配管の内壁は円筒面ではなく、長手方向に周期的に波を打つ(凹凸の)曲面となっていてよい。また、配管は、例えば、複数の短い金属管をボールジョイント(球面軸受等)で連結したような多関節構造であってもよい。各種具体的構造は、装置の特性に合わせて調整することができる。配管のフレキシブル構造とヒータ配置については、以下の通りである。配管の厚みを配管の長手方向に対して周期的に変えてもよいが、その場合、ヒータの配置を周期的(粗密)とするか、ヒータの配置間隔は一定とし、ヒータの加熱温度(例えば、出力)を配管長手方向に変化させることが好ましい。ヒータの加熱温度を配管長手方向に変化させるのは、配管の厚みが配管長手方向に均一である場合にも適用可能であり、例えば、配管の湾曲部は高温に、直線部は低温に制御するようにしてもよい。移動手段としては、多関節ロボットアーム(水平多関節ロボット)であってもよい。この場合、各アームと関節の内部に配管を通してよく、若しくは、各アームと関節の外部に管を這わせてもよい。また、多関節ロボットアーム自体の内部を、配管として用いてもよい。この場合、移動手段である多関節ロボットアームが直接移動させる対象物(被移動物)は、配管であっても、ノズルであってもよい。配管が多関節構造の場合、各関節に駆動モータを設け、各関節をモータ制御し、配管自体に移動機構をもたせる(配管と移動機構とを一体とする)ようにしてもよい。

【0014】

配管構造だけでなく配管の温度制御も重要になる場合がある。直管に比べ蛇腹構造は分子の衝突量が増える(すなわち、分子の持つエネルギーが減る)事から直管の場合よりも高温の保温(加温)がより好ましい。また保温は、蒸発分子のエネルギー流出を防ぐことができるものであれば特に限定するものではなく、直接保温、間接保温の何れであってもよい。また配管の内壁の温度と、蒸発分子の持つ温度とが近い方が、蒸発分子の持つ熱が奪われにくいのでより好ましい。ここでは、配管の温度の高低に言及しているが、蒸気の連続飛行に必要なエネルギー量の「大小」で規定することも可能である。またエネルギー量は総量としての熱量だけでなく、配管の各部位のエネルギー密度で制御することもできる。例えば、配管の場所に応じてヒータ分布を疎にしたり密にしたりする等もできる。またヒータは、シースヒータ等の抵抗加熱型のヒータでもよく、高周波等による誘導加熱ヒータや、渦電流ヒータ(IHヒータ)等も用いることができる。誘導加熱のパターンとしては2つ挙げられ、材料(金属系の蒸着材料)自体を誘導加熱する場合と、蒸着源(坩堝)自体を誘導加熱する場合とがある。

【0015】

「坩堝の固定 - ノズルの可動 - 配管のフレキシビリティ」は、種々の条件により、適宜変更や選択がなされてよい。例えば、坩堝の大きさ、真空チャンパーとの固定、配管との

10

20

30

40

50

接続等は、公知の如何なる技術をも適用することができる。ノズルは、移動手段に固定(支持、連結)されるが、ヒータから加えられる熱量を不必要に逃がさない固定構造とすることが好ましい。またノズルは、ノズル用のヒータを取り付け易い固定構造が好ましい。配管のフレキシビリティは、移動手段による移動の距離、移動の速度、移動のための駆動力等を考慮して、適宜選択されてよい。

【0016】

ここで、「減圧可能な」の“減圧”状態とは、大気圧より低い圧力状態を意味している。また、チャンバーは、ベルジャー等、真空装置に一般に用いられる真空容器、真空槽(真空室)を構成する部材を含んでよい。蒸着源は、坩堝を含んでよく、加熱して蒸着材料を蒸発させるものを含んでよい。加熱は、抵抗加熱等のヒータによる加熱を含んでよく、高周波誘導加熱、レーザー、イメージ炉、電子ビーム等、公知の如何なる加熱手段も適宜用いることができる。配管とは、円筒形状を含み如何なる形状でもよいが、内部に気体を含む流体を流すことのできる管やチューブ、その他の導管を含んでよい。また、配管としては、自在に曲げられるフレキシブル管部を少なくとも一部に含むものが好ましい。全体がフレキシブル管であってもよい。そして、上記基板は、保持治具によって保持されてよいが、保持治具は、該基板を保持できれば如何なるものでもよく、留め金、フック、釘、その他の固定部材を含んでよい。

【0017】

(3) 前記各蒸着源、前記各配管、及び前記ノズルには、前記蒸着材料及び前記蒸気を加熱するヒータがそれぞれ独立に設けられ、前記各蒸着源、前記各配管、及び前記ノズル内の圧力を制御すべく、前記各ヒータによる加熱温度を制御する制御手段と、前記各蒸着源から蒸発する前記各蒸着材料の流量を検出するものであって、前記各蒸着源から近い位置に配置された検出手段と、を更に備えたことを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の蒸着装置を提供することができる。

【0018】

坩堝を個々に加熱するヒータを備えてもよい。また、坩堝、配管、ノズルの圧力を制御する温度制御手段を備えてもよい。ヒータは、独立3系統(坩堝、フレキシブルホース、ノズル)としてもよい。そして、蛇腹の保温は、ハード構造に依存したものであってもよい。坩堝個々のヒータによる制御を行ってもよい。制御内容の詳細は後述する。

【0019】

ここで、制御手段は、公知のあらゆる制御装置を含んでよく、シーケンサ、マイコン、パソコン等を例としてあげることができる。蒸着源のヒータにより加熱すると、蒸着源からより多くの蒸着材料(物質)が蒸発し、圧力も上昇する。つまり、混合前の各蒸着源(例えば坩堝)の温度を制御することで、個々の蒸発レート(蒸発量)を変えることができる。そして、それにより成膜において、目的の混合比を得ることができる。前記配管の各部の温度制御も重要である。直管に比べ蛇腹構造は分子の衝突量が増える事から高温の保温がより好ましい。また、また保温は直接保温、間接保温の何れであってもよい。尚、ここでは、種々の部材の温度の高低に言及しているが、蒸発及び再蒸発に必要なエネルギー量の「大小」が重要であり、温度が上昇すると付与可能なエネルギー量が増える。また、エネルギー量は総量だけでなく、エネルギー密度についても制御することが好ましい。また、例えば坩堝のような蒸着源の温度、ノズルの内壁の温度、管の内壁の温度の3系統について独立に制御可能であることが好ましい。また、配管の構造によっては、場所によって(例えば、直線位置と曲線位置で)温度を変えてもよい。

【0020】

(4) 前記制御手段は、前記検出手段により検出した流量により、前記各蒸着源の加熱温度をリアルタイムに制御することを特徴とする上記(3)に記載の蒸着装置を提供することができる。

【0021】

また、上記の検出手段は、それぞれの蒸着源から蒸発するそれぞれの蒸着材料(単体、化合物、複合物、混合物を含んでよい)の流量を検出するが、この検出結果からそれぞれ

10

20

30

40

50

の蒸着源にこの流量に影響を及ぼす因子をフィードバック制御可能な位置に配置されてよい。例えば、それぞれの蒸着源（例えば坩堝）から延びる蒸気等の排出管にそれぞれ設けることができる。この流量は、例えば、蒸発量及び／又は蒸気や分散粒子となった蒸着材料の単位時間当たりの移動量（体積又は重量）として考えることができる。検出手段は、検出装置を含み、該検出装置には一般に用いられるセンサーが使用可能である。例えば、水晶発振子等を含む水晶センサーを用いることができる。このような検出手段の結果に基づいて、蒸着源の加熱温度をその場で制御可能である。例えば、本番前のプレ蒸着において、何れかの蒸着源の蒸発レートが低いとき、その蒸着源の温度を上げるようにすることにより、プレ蒸着において所望の蒸発レートに調整することができる。また、蒸着作業中に、仮に何れかの蒸着源からの蒸発レートが低い／高いとき、その蒸着源の温度を上げる／下げることに、調整が可能である。

10

【0022】

(5) 前記少なくとも2つの蒸着源が、前記チャンバーの外部に配置され、前記チャンバーの外部に配置された前記各蒸着源と前記チャンバーとを接続する前記各配管の中途部に、前記各蒸着材料の蒸気の流れをON/OFFするON/OFFバルブをそれぞれ設けたことを特徴とする上記(1)から(4)の何れか1つに記載の蒸着装置を提供することができる。

【0023】

坩堝を真空チャンバー外に配置してもよい。坩堝を外に出すことができる。また、バルブは、ON/OFFできるバルブであれば、その形状は特に限定するものではなく、ゲートバルブ（仕切弁）、グローブバルブ、ボールバルブ、バタフライバルブ、ニードルバルブ、ストップバルブ、チェックバルブ（逆止弁）等を含んでもよい。

20

【0024】

前記チャンバーの外部に配置されるとは、蒸発源の熱の影響がノズルにまで及ばないことを含んでよい。また、前記容器との接続部が限定されることを含んでよい。限定とは、例えば、前記容器から突出する配管に接続されることを含んでよい。

【0025】

(6) 前記制御手段は、前記各ヒータをそれぞれ独立に制御することを特徴とする上記(3)に記載の蒸着装置を提供することができる。

【0026】

制御手段は、3系統の独立ヒーティング制御を行うことができる。

30

【0027】

(7) 前記制御手段は、前記各蒸着源の前記ヒータを独立に制御して所定の蒸発レートで各蒸着材料を蒸発させることを特徴とする上記(3)に記載の蒸着装置を提供することができる。

【0028】

制御手段は、坩堝の温度制御を行うことができる。すなわち、各坩堝の温度を蒸着材料の蒸発温度以上に加熱し、各蒸着材料の蒸発レート（蒸発量）をセンサーでリアルタイムに測定すると共に、それらの測定値を制御手段にフィードバックして各坩堝の温度を制御し、所望の蒸発レートが得られるよう各蒸着材料の温度制御を行う。それらの温度制御された各蒸着材料の蒸気を混合することで、目的の混合比の蒸着膜（成膜）を得ることができる。ここで言う「蒸発温度」とは、蒸着材料が蒸発（気化）する温度を示している。また、「蒸発レート」とは、単位時間当たりに蒸発する蒸気の量を示している。バルブは、ON/OFFを制御するON/OFFバルブであってよい。例えば、チャンバーの外に置いた坩堝に当該バルブを設けると、蒸着材料の交換（坩堝チェンジ）が簡便となる。高温でON/OFF可能なバルブが好ましい。

40

【0029】

制御の特徴としてセンサーを混合前の各管に設けて蒸発レートを測定し、基板上に蒸着した成膜の結果として目的の混合比にすることがある。ここで、各坩堝から蒸発（気化、昇華を含んだ概念）する各材料の蒸発レートは、坩堝に通じた各配管に設けられたセンサ

50

ー（水晶モニター等）によって計測される。各坩堝で蒸発した材料はノズルの混合室にて混合され、ノズルから出て基板に達し成膜される。ここで、ノズル及び配管が連続飛行温度以上に保たれていれば、各蒸気は、理論上はノズル及び配管の内壁に付着、残留することはない。このように材料の温度制御を行うことで、成膜の混合比が、各配管でのセンサーによって計測された材料の蒸発レート（蒸発量）の比、すなわち、目的とした混合比と一致することになる。更に、配管付近のセンサーの値を坩堝の温度制御にフィードバックすることにより、正確に成膜の混合比を制御することができる。この場合、ノズル、配管の連続飛行温度以上の温度管理が必要条件となる。ここで言う「連続飛行温度」とは、蒸気（蒸発分子）が壁面に蒸着（固着）することなく、すなわち坩堝で与えられたエネルギーをロスすることなく、連続的に飛んでいくことが可能な温度を示している。

10

【0030】

ヒーティング制御は、坩堝、ノズル、配管の3系統で制御していくことが好ましい。坩堝、配管、ノズルについて、独立して温度制御を行うように、坩堝、配管、ノズルのそれぞれに独立してヒータが配置されてよい。坩堝のヒータは、目的の蒸発レートで材料を蒸発できるよう、蒸発温度 T_0 よりも少し高い温度（ $T_{01} (> T_0)$ ）で制御される。配管のヒータは、材料ガスが連続的に飛行できる連続飛行温度 T_1 よりも少し高い温度（ $T_{11} (> T_1)$ ）に制御される。ノズルのヒータは、混合室内の混合蒸気がノズル内壁に蒸着することなく飛行でき、開口から噴射される連続飛行温度 T_2 よりも少し高い温度（ $T_{21} (> T_2)$ ）に制御される。また、配管の構造によっては、配管長手方向の場所によって（例えば、直線位置と曲線位置で）温度を変えてもよい。従って、ヒータの場所毎に独立に若しくは従属するように制御してもよい。

20

【0031】

（8）前記制御手段は、前記各フレキシブルホースの前記ヒータを独立に制御して、前記各フレキシブルホースを、その長手方向に亘って蒸気の連続飛行温度以上の温度に加熱、保温することを特徴とする上記（3）に記載の蒸着装置を提供することができる。

【0032】

制御手段は、フレキシブルホースの周方向及び長手方向の温度制御を行うことができる。また、フレキシブルホースの保温（連続飛行温度以上に制御）等を行うことができる。

【0033】

（9）前記制御手段は、前記ノズルの前記ヒータを独立に制御して、前記ノズルを、混合された前記蒸気の内、前記連続飛行温度が最も低い蒸気の連続飛行温度以上に加熱、保温することを特徴とする上記（3）に記載の蒸着装置を提供することができる。

30

【0034】

制御手段は、ノズルの温度制御を行うことができる。また、ノズルの保温（連続飛行温度以上に制御）等を行うことができる。

【0035】

（10）前記ノズルは円筒状部材であり、前記ノズルに前記配管がそれぞれ接続され、前記ノズルの周面に、長手方向に沿って複数の前記開口を設けたことを特徴とする上記（1）に記載の蒸着装置を提供することができる。

【0036】

ノズルの形状は円筒状で、両端面に配管を接続することができる。また、ノズルの円筒面に複数の噴射口を設けることができる。このように、形状によりノズルに混合機能を持たせることができる。この混合機能は、より詳細な形状により変化することができる。ノズルの形状と配管取付位置を「円筒形で対向面」としてもよいが、他の形状にしてもよい。またノズル内に仕切板等を設けることができる。

40

【0037】

ここで、開口は被塗布部材である上述した基板に対して実質的に垂直な方向にあてることが好ましい。また、円筒状部材であるノズルの軸方向が上述する基板に対して実質的に平行であることが好ましい。従って、ノズルと基板を平行移動して近付けると、円筒の外周面に基板が実質的に接する関係になることが好ましい。上記開口は、この円筒の外

50

周面と基板とが接して形成される接線に沿って備えられることが好ましく、また、円筒状部材の軸方向における中央近傍に配置されることが好ましい。

【0038】

(11) 第1の蒸着材料及び第2の蒸着材料の各蒸気を合流させた合流蒸気を導通させる合流配管が前記ノズルの一端面に接続され、第3の蒸着材料の蒸気を導通させる配管がノズルの他端面に接続される、ことを特徴とする上記(1)から(10)の何れか1つに記載の蒸着装置を提供することができる。

【0039】

第一の坩堝及び第二の坩堝の合流する配管をノズル一端面に接続することができる。また、第三の坩堝の配管をノズルの他端面に接続することができる。このようにして、3種以上の坩堝による混合を行うことができる。

10

【0040】

(12) 蒸着材料を収容し、蒸発させる少なくとも2つの蒸着源と、前記各蒸着源に接続され前記各蒸着材料の蒸気を導通させるそれぞれの配管と、これらの配管が接続されるものであって前記各蒸着材料の蒸気を混合させることが可能な混合室を備え、その混合された蒸気を噴射させる開口を備えるノズルと、前記各蒸着源から蒸発する前記各蒸着材料の流量を検出するものであって、前記各蒸着源に近い位置に備えられる検出手段と、を、減圧された空間の内部に有する蒸着装置を用いて、同じ種類の又は異なる種類の前記各蒸着材料の蒸気を混合して基板に噴射し、混合蒸着膜として基板に蒸着させる際、前記各蒸着源を、それぞれの前記各蒸着材料の蒸気が所定の蒸発レートを持つ或いはそれに相当する状態となるように加熱制御し、前記各配管及びノズル又は前記ノズルの内壁を、前記各蒸気の連続飛行温度以上、前記各蒸着材料の蒸発温度以下になるように加熱制御し、前記検出手段により検出された前記各蒸着材料の流量に基づき、前記各蒸着源の加熱温度を調整、制御し、前記各蒸着材料の蒸気を前記混合室内に供給して前記各蒸気を均一に攪拌、混合し、その混合蒸気を前記開口から実質的に拡散のない平行な流れとして基板に噴射し、前記基板上に混合蒸着膜を成膜する、ことを特徴とする方法を提供することができる。

20

【0041】

複数の坩堝と、各々の坩堝に接続された配管と、その配管が接続され混合室を備え、混合された蒸気を噴射するノズルが、真空チャンバー内に収納された蒸着装置を使用して、各蒸着材料が一定の蒸発レートを持つように坩堝を加熱制御し、ノズル及びノズル又は配管を連続飛行温度以上、蒸発温度以下に加熱制御し、混合室内で均一に攪拌、混合し、平行な流れとして噴射し、混合蒸着膜を成膜する真空蒸着方法を提供することができる。

30

【0042】

また、それぞれ異なる蒸発温度若しくは蒸発レートを備える複数種の蒸着材料を用いる場合は、それぞれの蒸着源はそれぞれの蒸着材料の蒸発温度以上に保たれてよい。一方、それぞれの配管の内壁の温度は、それぞれの蒸気の連続飛行温度以上であって、それぞれの蒸着材料の蒸発温度以下に保つことが好ましい。一方、ノズルの内壁は、各蒸気の連続飛行温度の内、最も温度が低い連続飛行温度以上に保たれるのが好ましい。

【発明の効果】

【0043】

以上のように、異なる種類の蒸着材料を蒸発させる蒸着源と、これらの蒸着材料を混合する空間及び混合された蒸着材料を噴射可能な開口を備えるノズルと、蒸着源からノズルまで蒸着材料を流すことが可能な配管と、を備える蒸着装置によれば、同じ種類の又は異なる種類の蒸着材料を均一に混合することが可能である。そして、均一に混合した混合材料により成膜を行うことで、均質な膜を形成することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1A】本発明の実施例の蒸着装置の部分断面概略図である。

【図1B】本発明の実施例の蒸着装置の部分透視側面概略図である。

【図2】本発明の別の実施例の蒸着装置の概略図である。

50

【図3】本発明の別の実施例の蒸着装置の制御模式図である。

【図4】本発明の更に別の実施例において用いることができるノズルの部分破断斜視図である。

【図5】本発明の更に別の実施例の蒸着装置の略式模式図である。

【図6】本発明のまた別の実施例の蒸着装置の模式図である。

【図7】本発明の実施例において、図1Bとは異なる移動装置を備える蒸着装置の部分透視側面概略図である。

【図8】本発明の実施例において、更に別の移動装置例を備える蒸着装置の主要部の部分透視概略斜視図である。

【図9】本発明の実施例において、また別の移動装置例を備える蒸着装置内のノズルと基板の位置関係を示す概略斜視図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0045】

次に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。各図面において同一の構成又は機能を有する構成要素及び相当部分には、同一の符号を付し、その説明は省略する。また、以下の説明では、本発明に係る実施の態様の例を示したに過ぎず、当業者の技術常識に基づき、本発明の範囲を超えることなく、適宜変更可能である。従って、本発明の範囲はこれらの具体例に限定されるものではない。また、これらの図面は、説明のために強調されて表されており、実際の寸法とは異なる場合がある。

【実施例1】

20

【0046】

図1A及び1Bは、本発明の実施例である蒸着装置の部分断面概略図及び部分透視側面概略図である。本実施例の蒸着装置10は、図示しない真空ポンプ（例えば、クライオポンプ）により減圧可能なチャンパー12と、該チャンパー12外であるが、蒸着材料Aの蒸着源14及び蒸着材料Bの蒸着源16が備えられる。これらの蒸着源14及び16は、それぞれの気化された蒸着材料（蒸気）が流れる配管18及び20に接続され、これらの配管18及び20は、それぞれ、フレキシブル管部18a及び20aを先端側に備える。そして、これらのフレキシブル管部18a及び20aが、チャンパー12内に備えられた円筒形のノズル22の左右の端面（底面及び上面）に接続され、ノズル22内の空間である混合室24に対向して流入する。これにより、特に攪拌することなく、蒸着材料A及びBの蒸気は混合され、A+Bの混合蒸気として混合室24内に滞留する。この円筒形状のノズル22の側面部（周面部）に開けられる1以上（図1Aでは4個）の開口26から、ノズル22に対向して設置される基板（被蒸着部材）28の表面に向かって混合蒸気が噴射される。開口26は、ノズル22の周面の、基板28と対向する位置に配設される。チャンパー12内に複数の基板28が設けられる場合、ノズル22の各基板28と対向する位置に、開口26がそれぞれ設けられる。基板28は、基板ホルダー29によってチャンパー12内で支持される。基板28の支持は、底面支持、側端面支持、上面吸着支持、吊り下げ支持の何れであってもよい。蒸着材料A、Bの蒸気及び混合された蒸気（混合蒸気）は、配管18、20及びノズル22内を飛んでいく（流れる）際に、分子流のように流れる。尚、フレキシブル管部18a及び20aは、必ずしもノズル22の左右の端面に接続する必要はなく、一方の管部を端面に他方の管部を側面部に、両方の管部を側面部に、及び両方の管部を一方の端面に接続するようにしてもよい。

30

40

【0047】

蒸着源（例えば、坩堝）14及び16の周りには、ヒータ30a及び30bが配置され、ヒータ30a及び30bにより、蒸着材料A及びBがそれぞれ上述する温度以上に加熱される。蒸着材料A及びBは、同種材料、又は異種材料のいずれであってもよい。ここで、蒸着材料A及びBとして同種材料を用いる例として、温度に制約がある蒸着材料（あまり高温に加熱できない蒸着材料）を使用する際、蒸着材料の蒸発レートを稼ぐ（増やす）場合などが挙げられる。尚、蒸着材料A及びBの蒸発温度が異なる場合は、それぞれのヒータ30a及び30bは、別々に制御することができて、それぞれ、最も好ましい

50

温度に設定される。蒸着材料 A 及び B の蒸気は、それぞれの蒸着源 1 4 及び 1 6 の内部空間に分散され、配管 1 8 及び 2 0 に向かって（図 1 A 中の矢印で示す方向）流れる。このときの、蒸着源 1 4 及び 1 6 の内圧は、少なくともチャンバー 1 2 内の内圧よりも高くなるように設定され、蒸着材料の種類に応じて加熱温度を調整することで、蒸着材料 A 及び B の蒸気圧が適宜調整される。ここで、蒸着源である坩堝は、チャンバー 1 2 から突出して設けられた配管 1 8 及び 2 0 に接続してもよい。坩堝をチャンバー 1 2 に直接接続すると、坩堝加熱に伴う熱がチャンバー 1 2 に熱伝導するおそれがあるため、坩堝を、チャンバー 1 2 外に設け、配管 1 8 及び 2 0 に接続する方がより好ましい。ノズル 2 2 は、配管 1 8 及び 2 0 に接続されることによって固定されてもよく、また別の固定治具により固定されてもよい。ノズル 2 2 は、後述する移動手段に固定されてもよい。配管 1 8 及び 2 0 がフレキシビリティを備えると、移動手段によりノズル 2 2 が移動しても配管 1 8 及び 2 0 はそれを妨げないので好ましい。

10

【 0 0 4 8 】

配管 1 8 及び 2 0 としては、流体用の管として慣用的に用いられる管が適用可能であるが、特に少なくとも部分的にフレキシブル管部 1 8 a 及び 2 0 a を備えるのが好適である。また、配管 1 8 及び 2 0 全体がフレキシブル管であってもよい。配管 1 8 及び 2 0 の周りにはヒータ 3 2 a 及び 3 2 b が配置され、配管 1 8 及び 2 0 の内壁の温度がそれぞれの連続飛行温度以上になるように調整される。この連続飛行温度は、蒸着源 1 4 及び 1 6 のそれぞれの蒸発温度よりも低く、ノズル 2 2 及び基板 2 8 に及ぶ熱影響は少ない。また、蒸着源 1 4 及び 1 6 は、チャンバー 1 2 外に設置されているので、チャンバー 1 2 の壁体にて放射熱（真空状態での主要な熱伝達）が遮られ、ノズル 2 2 及び基板 2 8 に及ぶ熱影響は少ない。ここで、内壁とは、上記流体が前記ノズル若しくは前記配管を流れるときに接触し得る壁を意味してよい。

20

【 0 0 4 9 】

各配管 1 8 及び 2 0 は、ノズル 2 2 の壁面（本実施例では、端面。周面にも可能。）に接続される。ノズル 2 2 の混合室 2 4 は、その容積が、各配管を流れる各蒸着材料の蒸気の、単位時間当たりの蒸発量の総和よりも十分に大きくなるようにする。これにより、混合室 2 4 に導入された各蒸気は十分に攪拌され、均一に混合される。

【 0 0 5 0 】

ノズル 2 2 内で十分に混合された混合蒸気は、ノズル 2 2 の内圧とチャンバー 1 2 内の内圧の圧力差により開口 2 6 より噴射され、基板 2 8 の被蒸着面（図 1 A 中では下面）に混合蒸気の蒸着膜が成膜される。基板 2 8 の被蒸着面に緩衝しない位置で、かつ、被蒸着面に臨む位置に、膜厚モニタとしての水晶発振子からなるセンサー 3 6 が設けられる。この膜厚モニタにより、混合蒸気の噴射量（付着量）、付着速度等がリアルタイムで計測される。ここで、水晶発振子からなるセンサー 3 6 は、蒸着膜の膜厚を計測するものであり、その計測データに基づいて各蒸気の蒸発レートのフィードバック制御を行うものではない。

30

【 0 0 5 1 】

また、ノズル 2 2 の少なくとも一部外周を覆うようにノズルヒータ 3 4 が設けられる。このノズルヒータ 3 4 により、ノズル 2 2 の内壁は蒸着材料の連続飛行温度以上であって、蒸発温度未満に加熱される。仮に、蒸着材料 A 及び B において、連続飛行温度が異なる場合は、連続飛行温度がより低い蒸着材料の連続飛行温度に合わせて、ノズル 2 2 の内壁を加熱することが好ましい。

40

【 0 0 5 2 】

また、ノズル 2 2 に接続して、チャンバー 1 2 内において基板 2 8 の長手方向（図 1 B では上下方向）に移動自在な移動手段 3 5 が設けられる。本実施例において、この移動手段 3 5 は、ボールねじによって実現されている。移動手段 3 5 たるボールねじは、ノズル 2 2 の移動方向に延びるねじ 3 5 a、それを両端で支え図示しない駆動装置（例えばモータ）により回転駆動可能に軸支する軸受け部 3 5 b、ノズル 2 2 を好ましくは断熱的に固定しねじ 3 5 a の回転に伴ってねじの軸方向に移動するナット部 3 5 c、そして、ナット

50

部 3 5 c の回転を係止するサポート 3 5 d から構成される。このような移動手段 3 5 及び配管（フレキシブル管部 1 8 a 及び 2 0 a 付）1 8 , 2 0 によって、ノズル 2 2 を基板 2 8 の長手方向に走査させることができ、基板 2 8 の全面に蒸着膜が成膜可能となる。尚、移動手段 3 5 は、本実施例のボールねじに限らず、ノズル 2 2 を、基板 2 8 の平面方向（長手方向、幅方向、又は対角線方向）に移動自在なものであってもよい。例えば、図 7 に示すように、ノズルを移動（走査）させる移動装置 4 0 は、チャンパー 1 2 の外部にシリンダー本体部 5 2 を配置し、ノズル 2 2 を先端部により支持する内部ロッド 4 4 が固定されるフランジ部を支持する外部ロッド 4 8 がシリンダー本体部 5 2 側からチャンパー下壁の開口を介してチャンパー 1 2 内側に突出し、シリンダーの駆動によって外部ロッド 4 8 をスライドしてノズル 2 2 を移動（走査）する。外部ロッド 4 8 のチャンパー 1 2 側の先端からチャンパー壁の開口までの間は外部ロッドを包囲するように蛇腹 4 6 が設けられ、外部ロッド 4 8 のある蛇腹 4 6 の内側（外部ロッド 4 8 側）は大気状態、チャンパー 1 2 側は減圧状態に保っている。外部ロッド 4 8 はノズル 2 2 が移動する際のガイドの役目を兼ねているが、別に、ガイド機構を設けてもよい。又、駆動源としてはシリンダー以外に、ラックピニオン他も使用可能である。この移動機構はノズル 2 2 の中心部に内部ロッド 4 4 先端の支持部が配置するように一つのみ設けてもいいが、内部ロッド 4 4 の端に一つまたは両端に二つ設けてもいい。以上の構造・配置とすることによって、駆動源や摺動部分等の駆動機構の本体主要部分をチャンパー 1 2 外に配置してチャンパーサイズのコンパクト化へ寄与し、又、摺動部も含めてチャンパー 1 2 外の大気状態に配置することによりゴミ等のチャンパー内への侵入を防ぐことができる。尚、図 7 は蛇腹がチャンパー内側に突出する構造の図となっているが、蛇腹がチャンパーの外に突出するような構造も可能である。

【 0 0 5 3 】

蒸着源 1 4 , 1 6 から飛散された蒸着材料 A、B の蒸気は、配管 1 8、2 0 を介してノズル 2 2 へと導かれる。ここで、配管 1 8、2 0 と接続されたノズル 2 2 はヘッダとして機能する。すなわち、ノズル 2 2 の内部は各蒸気の混合室（マニホールド）2 4 となり、各蒸気は混合室 2 4 で攪拌、混合された後、その混合蒸気がノズル 2 2 の開口 2 6 から噴射され、基板 2 8 上に蒸着膜が蒸着（共蒸着）され、成膜される。ここで基板 2 8 に噴射される混合蒸気は、多成分の蒸着材料蒸気が均一に混合されたものであり、この均一に混合された多成分の蒸着材料蒸気が一元的に基板 2 8 に噴射される。また、混合室 2 4 が十分な容積を有している場合は、各開口 2 6 から噴射される混合蒸気の流れは開口 2 6 から基板に向けて直線方向に進む流れであるが、直線方向からある角度幅を有した流れ、又は殆ど拡散されない流れ（以下、「ストレート流」という）となる。そして、各開口 2 6 の間隔が短ければ、各開口 2 6 から噴射される混合蒸気の各流れは重なり合い、基板 2 8 上に成膜される蒸着膜の膜厚は、開口 2 6 の並び方向において膜の重なりによって平準化される。よって、基板 2 8 上に、各蒸着材料が所望の組成比で均質に化合した化合物で構成され、均一な厚さの蒸着膜を成膜することができる。

【 0 0 5 4 】

また、配管 1 8 , 2 0 における各蒸気の蒸発量（飛散量）は、検出手段として配管 1 8、2 0 に設けられるセンサー 2 1 a 及び 2 1 b により測定される。このセンサー 2 1 a 及び 2 1 b は、例えば、各蒸気の蒸発レート（単位時間当たりの蒸発量）を測定するものである。図 1 A では、これらのセンサー 2 1 a 及び 2 1 b はノズル 2 2 との接合部に近いところに設けられているが、各配管上のセンサー 2 1 a 及び 2 1 b の取り付け位置はノズルから遠く、坩堝（蒸発源）に近い場合も想定できる。また、両方の位置に配置してもよい。各センサーを各々自身の蒸発源に最も近く、相手方の蒸発源から最も遠く配置することによって、混じりのない単体としての材料のコントロールがより容易となる。このようなセンサーとしては、他に、例えば、水晶発振子の上に塗膜を付着させてその振動特性が変化することを利用した計測装置を用いることができる。配管 1 8 , 2 0 は直接に対向接続（合流接続）されるものではなく、配管 1 8 , 2 0 がそれぞれノズル 2 2 に接続される。このため、配管 1 8（又は 2 0）におけるセンサー 2 1 a（又は 2 1 b）にて蒸着材料 A

(又はB)の蒸気の蒸発量を測定する際に、配管20(又は18)からの蒸着材料B(又はA)の蒸気の、飛散の影響を受けることはない。その結果、各蒸気の飛散量を、センサー21a及び21bにて正確に測定することができる。このとき、センサー21a(又は21b)において、測定対象ではない蒸気の飛散の影響を低減させるためには、混合室24の容積を各蒸気の単位時間当たりの流量と比べて十分に大きく設けると共に、ノズル22の長さ(配管18,20の接続口間の距離)が十分に長く設けられればよい。混合室24内に導入された各蒸気はランダムに飛散されるため、ノズル22をこのように構成することで、配管18(又は20)からノズル22に供給された蒸気はランダムに飛散してノズル22の内壁と衝突され、蒸気が配管20(又は18)へと達する可能性は殆どなくなる。よって、混合室24内で各蒸気のみキシング(混合)が高いレベルで行われるようになる。

10

【0055】

更に、ノズル22において、ノズル22への各蒸気の供給方向(図1A中では左右方向)と、ノズル22からの混合蒸気の噴射方向(図1A中では上方向)とが異なるように、配管18,20の接続位置及び開口26の開口位置を設けている。その結果、混合室24での各蒸気の攪拌、混合性が更に高まる。各蒸気の供給方向と混合蒸気の噴射方向とは、直交させることが好ましい。蒸着材料を3種類以上用いる場合の蒸着源及び配管等の構成を図5において略式模式図で示す。基本構造は、図1Aの場合と同様であるので、異なる部分のみを説明すれば、蒸着材料Aの蒸着源14、蒸着材料Bの蒸着源16、更に、蒸着材料Cの蒸着源15、がそれぞれ図示しないチャンパー外に設けられる。蒸着源16から

20

30

40

50

20

30

40

50

【0056】

追加された蒸着源15の周りには、ヒータ30cが配置され、蒸着材料Cが蒸発する温度以上に加熱されるが、ヒータ30a及び30bとは独立に制御することができる。蒸着材料Cの蒸気は、蒸着源15の内部空間に分散され、配管19に向かって流れる。このときの、蒸着源15の内圧は、少なくともチャンパー12内の内圧よりも高くなるように設定され、蒸着材料の種類に応じて加熱温度を調整することで、蒸着材料Cの蒸気圧が適宜調整される。配管19としては、流体用の管として慣用的に用いられる管が適用可能であるが、特に少なくとも部分的にフレキシブル管部を備えるのが好適である。また、配管19全体がフレキシブル管であってもよい。配管19の周りにはヒータ32cが配置され、配管19の内壁の温度が蒸着材料Cの連続飛行温度以上になるように調整される。この連続飛行温度は、蒸着源15の蒸着材料Cの蒸発温度よりも低い。また、蒸着源15は、チャンパー12外に設置されているので、チャンパー12の壁体にて放射熱(真空状態での主要な熱伝達)が遮られ、ノズル22及び基板28に及ぶ熱影響は少ない。蒸着源14及び15から延びる配管18及び19は、上述する合流配管17の二股になった2つの入り口に接続される。これにより、蒸着材料A及びCの蒸気が先に混合される。尚、それぞれの流量センサー21a及び21cは、この合流配管17に接続される手前に配置される。この合流配管17の出口は、ノズル22に接続され、蒸着材料A及びCの混合蒸気がノズル22内の混合室24に導入される。このような構成にすると、蒸着材料A及びCが先に

混合され相互に何らかの結合（化学結合を含んでよい）をした場合、蒸着材料 B がこのような混合（又は結合）物と混合されることになり、選択的に、蒸着材料 A 及び B のみが結合（又は反応）することを防止することができる。この合流配管 17 にもヒータを備えることができ、他の配管 18、19、20 と同様に温度を制御することができる。

【0057】

以上より、ノズル 22 から噴射させる混合蒸気の混合比を、所望の比率に精度よく制御することができ、基板 28 上に成膜させる蒸着膜を所望の組成比に正確に制御することができる。

【0058】

本実施例に係る発明の蒸着装置は有機 EL の蒸着膜の成膜にも適用できる。有機 EL では、近年、基板の大型化の要求が高まっており、その結果、成膜される有機 EL 薄膜については、高い生産性（成膜速度の高速化）が求められることは言うまでもなく、膜の均質化（膜全面に亘って膜質、膜厚が均一であること）が求められている。

10

【0059】

そこで、本実施例に係る発明の蒸着装置は、ノズル 22 から基板 28 に対して点状に混合蒸気を噴射させるのではなく、複数の開口 26 からライン状に混合蒸気を噴射（線状に噴射）させている。このため、本実施例に係る発明の蒸着装置は、有機 EL 薄膜の成膜速度の高速化に対応可能である。

【0060】

また、本実施例に係る発明の蒸着装置は、前述したように、ノズル 22 の混合室 24 の容積を十分に大きく設け、十分に均一化された混合蒸気を開口 26 から噴射させ、基板 28 に蒸着させるようにしている。このため、本実施例に係る発明の蒸着装置は、有機 EL 薄膜の均質化に対応可能である。

20

【0061】

一方、有機 EL の基板 28 として、可撓性のあるフレキシブル基板が用いられる場合がある。このフレキシブル基板は樹脂製であるため、熱に弱いという問題がある。

【0062】

そこで、本実施例に係る発明の蒸着装置は、高温に加熱される蒸着源 14、16 をチャンバー 12 の外側に配置させている。配管やノズルの加熱温度は、蒸着源 14、16 と比べて低くて十分であるので、本実施例に係る発明の蒸着装置は、蒸着源をチャンバーの内に配置する従来装置と比較して、基板 28 への熱影響を少なくできる。これにより、基板 28 や、基板 28 に蒸着される蒸着膜に対する熱影響も少なくなる。よって、基板 28 に熱劣化が生じる（例えば、可撓性が損なわれる）おそれは少なく、また、蒸着膜においても熱劣化が生じるおそれは少ない（高品質の蒸着膜が得られる）。

30

【0063】

また、蒸着源 14、16 と基板 28 とはチャンバー 12 により物理的、熱的に遮断されているので、基板 28 に対する蒸着源 14、16 の熱影響を避けるべく、必要以上に蒸着源 14、16 とチャンバー 12 との距離を離す必要はなく、必要最低限の配管長さがあればよい。よって、本実施例に係る発明の蒸着装置では、蒸着源 14、16 がチャンバー 12 の外側に配置されているものの、蒸着源 - 基板間距離（T - S 距離）は比較的短く保つ

40

【0064】

更に、前述したように、本実施例に係る発明の蒸着装置は、噴射源がノズル 22 であり、かつ、蒸着源 14、16 と比べてノズル 22 の温度は低いので、坩堝を噴射源とし、坩堝から基板に直接噴射する従来装置と比べて、噴射源と基板との距離を短くすることができる。このため、噴射源と基板との間での、混合蒸気/materialロス（基板に蒸着されない混合蒸気の割合）を減らすことができる。噴射源と基板との距離を短くすることもまた、T - S 距離を短くすることに寄与している。また、配管 18、20 及びノズル 22 の各温度は、制御装置 102 により、連続飛行温度以上、蒸発温度以下に制御、すなわち配管 18、20 及びノズル 22 の内壁で固着が生じないように制御されていることか

50

ら、これによっても、混合蒸気の材料ロス（基板に蒸着されない混合蒸気の割合）を減らすことができる。これらより、本実施例に係る発明の蒸着装置は、材料を高い効率で使用することができ、材料コストを低減することができる。

【0065】

又、蒸着源14, 16をチャンパー12の外に配置することによって、大型基板に対するチャンパーのサイズを相対的に小さく（コンパクト化）することも可能となる。

【実施例2】

【0066】

図2に、別の実施例である蒸着装置の概略を図解する。図1と共通する部材には、同一の符号を付しており、重複する説明は割愛する。この実施例である蒸着装置100では、チャンパー12に配管140を介してクライオポンプ（真空ポンプ）120が接続される。配管140の中途には、チャンパーバルブ142が設けられる。また、上述するようにチャンパー12内は、クライオポンプ120により、配管140及びチャンパーバルブ142を介して真空引きされる。この実施例では、配管18及び20は、ノズル22に対して、両端面にそれぞれ接続されているが、各蒸着材料の蒸気は、混合室24に真っ直ぐな流れ（ストレート流）として供給されるのではなく、混合室24にノズル22の内壁に沿って旋回する旋回流として供給される。このように旋回流として混合室24に各蒸着材料の蒸気を供給することにより、各蒸気同士の攪拌効果がより高まる。また、それぞれの配管18及び20には、流量のON/OFFが可能なオンオフ弁（ON/OFFバルブ）130及び132が配置される。これらの弁130、132を閉じることで、それぞれの蒸着源14及び16を、チャンパー12の真空を破ることなく、交換することができ便利である。

【0067】

図3は、モニタ及び制御系を示す概略図である。蒸着装置100Aは、1又はそれ以上の制御装置（モニター装置を含んでよい）102により、制御することができる。この制御装置102は、各蒸着材料の蒸気の温度をモニターしつつ、蒸着源である坩堝のヒータA（30a）及びヒータB（30b）、並びに、配管18及び20（フレキシブル管部18a及び20aを含む）のヒータA（32a）及びヒータB（32b）、そしてノズルヒータ34を制御し、各蒸着材料の蒸気の温度が上述してきたような最適な温度に制御される。各蒸着材料の蒸気の蒸発レートは、センサーをモニターしながら、専ら蒸着材料A及びBのそれぞれの蒸着源14及び16へ加える熱量（若しくは保持温度）を調整することによって変更できる。このような温度（若しくは熱量）制御により、ノズル22内にて各蒸気が所望の混合比に調整され、均一に混合された混合蒸気が得られ、ターゲットである基板28の表面に混合蒸着材料からなる均質な蒸着膜が成膜される。このように、各蒸気の蒸発レートをセンサー21a及び21bで測定し、各蒸着源の温度制御にフィードバックすることによって、所望の蒸発レートで各蒸気を蒸発させることができる。従って、各蒸着材料A及びBの混合比も混合前の各蒸気の蒸発レートを各々独立して制御することにより混合後の蒸気を目的の混合比として得ることができる。実際の混合比となっているかは、センサー36に付着した被膜の成分を図示しない分析装置により解析することにより検証が可能である。上述したように、蒸着源14及び16を交換するときは、オンオフ弁130及び132を締めた後に、交換対象の蒸着源14及び16が取り外され、新しい蒸着源14及び16が取り付けられる。その後、オンオフ弁130及び132を再び開放し、新しい蒸着材料で蒸着が行えるように制御する。また、チャンパー12そのものを開放する際には、チャンパーバルブ142を閉じた後にチャンパー12が開放される。チャンパー12を閉じた後は、チャンパーバルブ142を開けて再びチャンパー12内が真空引きされる。

【0068】

図4は、本実施例に用いることができるノズルを部分破断斜視図で示す。ほぼ円筒形を呈するノズル22は、左右端面（又は底面及び上面）に、フレキシブル管18a及び20aからなる配管が接続される。フレキシブル管20aの先端部を見れば分かるように、こ

10

20

30

40

50

のフレキシブル管 20 a は、ノズル 22 の右端面にノズル 22 の混合室 24 に臨んで接合されているのではなく、混合室 24 にまでフレキシブル管 20 a を挿通した状態で接合されている。また、フレキシブル管 20 a の先端は、ノズル 22 の混合室 24 において、内壁に沿って渦を巻くように固定されている。図示されないフレキシブル管 18 a の先端も同様に、ノズル 22 の混合室 24 で、ノズル 22 の内壁に沿って渦を巻くように固定されている。このようにすれば、フレキシブル管 18 a 及び 20 a から供給される各蒸着材料の蒸気同士の攪拌効果がより高まる。また、ノズル 22 の内壁には、少なくとも 1 つの拡散板（邪魔板）25 を配置してもよい。拡散板 25 により、各蒸着材料の蒸気同士の攪拌効果を更に高めることができる。拡散板 25 は、開口 26 を取り囲む位置に配置することが好ましく、これにより、混合室 24 に供給された各蒸着材料の蒸気が、十分に混合されないまま開口 26 から噴射されにくくなり、各蒸着材料の蒸気同士がより混合し易くなる。ノズル 22 の周面には開口 26、27 が設けられ、図中奥側に 4 つの開口 26 が穿孔され、それらの開口 26 と対向する位置（円筒形で対向面）に別の 4 つの開口 27（図 4 では 2 個のみを図示）が穿孔される。このようにノズル 22 の周面における対向する 2 種類の位置に、混合蒸着材料を噴射する開口 26、27 を設けたことにより、ノズル 22 の両側に配置された基板 28 に対して、同時に、かつ、均質に蒸着を行うことができる。尚、このようなノズル 22 に開けられる開口 26、27 の方向、数、大きさは、供給する蒸着源 14 及び 16 からの蒸着材料の流量に応じて適宜決定することができる。

【実施例 3】

【0069】

図 8 は、本発明の実施例において、更に別の移動装置例を備える蒸着装置の主要部 10 a の部分透視概略斜視図である。ここでは、透明に示した真空チャンバー 12 と、その中に上方に水平に置かれた被塗装材であるガラス基板 28 a（同様に透明として図示）と、その下に円筒形であって、その軸方向がこのガラス基板 28 a とほぼ平行に配置され、上向きに塗料等を噴射可能な開口を複数備えるノズル 22 と、このノズルの両端にそれぞれ接続された全体がフレキシブル管からなるフレキシブルホース 18 a と、ノズル 22 を固定する板状のビーム 62 及びこの両端を移動可能に支持する LM ガイド 64 からなる移動装置 60 と、が描かれている。描かれていない他の構成要素については、図 1 A 及び 1 B と同様に装置を構成するが、簡単のためにここでは省かれている。図 1 A 及び 1 B 又は 7 の蒸着装置と異なり、この装置では、ガラス基板 28 a が水平に置かれ、その下を水平にノズル 22 が移動することにより、ガラス基板 28 a の下面に所定の混合蒸着膜が形成される。このノズル 22 は、真空チャンバー 12 内の幅方向いっぱい離れて平行かつ水平に置かれた LM ガイド（Linear Motion Guide）64 に両端を移動可能に支持されるビーム 62 に断熱的にねじで固定されている。このノズル 22 の両端に接続されるフレキシブルホース 18 a は、下に垂れ下がらないように簡易的に図示しない支持部材により支持されている。このビーム 62 は、移動装置 60 の駆動源 13 により LM ガイド上をスライドする。この駆動源は、真空チャンバー 12 内であってもよいが、ここでは真空チャンバー外に配置される。このような移動装置 60 の例としては、例えば、真空用リニアスライダや、シリンダ又はボールネジ等の駆動源 13 で駆動されるスライダがある。

【0070】

フレキシブルホース 18 a は、蛇腹式や、直管をジョイントしていく方式（多関節式）でもよい。また、ノズル 22 が移動する際のフレキシブルホース 18 a の支持（ガイド）方法としては、ケーブルペア内にフレキシブルホース 18 a（又は、蛇腹を介した）を収納して LM ガイド 64 に沿わせ、ノズル 22 の移動と共にケーブルペア先端が LM ガイド 64 に沿って移動する方式でもよい。ノズル 22 の両端に接続されたフレキシブルホース 18 a により、それぞれ異種又は同種の蒸着材料をノズル 22 へと導くことができる。フレキシブルホース 18 a は、伸縮が可能であるので、移動装置 60 を作動させ、ビーム 62 がガラス基板 28 a の延長方向（図中左右方向）に水平に移動すると、ノズル 22 の動きに合わせて、フレキシブルホース 18 a が伸縮される。つまり、配管であるフレキシブ

ルホース 18 a は、ノズル 22 の動きに従従する。若しくは、フレキシブルホース 18 a を、それらを支持する支持部材と共に移動させるようにしてもよい。このときは、LM ガイド 64 の上面にビーム 62 が載り支持されることがより好ましい。ここでは、ガラス基板 28 a が上側に配置された例を示しているが、上下逆さまにして、ガラス基板 28 a を下側に配置し、ガラス基板 28 a の上側を水平に延長方向に移動するノズル 22 によって蒸着膜が形成されてもよい。

【実施例 4】

【0071】

図 9 は、本発明の実施例において、また別の移動装置例を備える蒸着装置内のノズル 22 とガラス基板 28 a の位置関係を示す概略斜視図である。図 8 の場合と異なり、こ
 10
 こでは、ガラス基板 28 a が縦向きに配置されている。ノズル 22 には、その両端にフレキシブルホース 18 a が接続され、それぞれ異種又は同種の蒸着材料をノズル 22 へと導くことができる。ここでは、移動装置は特に図示していないが、図 8 と同様な又は異なる移動装置を備えることができる。この移動装置によりノズル 22 は、上及びノ又は下にガラス基板 28 a に対して平行に移動し、ガラス基板 28 a 上に蒸着膜を形成する。フレキシブルホース 18 a は伸縮でき、縮んだ状態でその形状を記憶させることにより、つるまきバネのように引張り抵抗力を備えさせることができる。従って、移動装置により上下に移動される場合であっても、フレキシブルホース 18 a は、垂れることなく伸縮することができる。

【0072】

以上述べてきたように、本発明によれば、複数の種類の蒸着材料を均一に混合することができ、基板全面に亘って均質な混合蒸着膜を基板に形成することができる。また、蒸着源であり、高温に加熱される坩堝はチャンバー外に配置しており、チャンバー内に配置されるノズルは坩堝よりも低い加熱温度で十分であるため、ノズルから混合蒸気を噴射する際に、基板に対する熱影響を抑制することができる。尚、ノズル内の内圧（混合室内圧）と、ノズル外の圧力（チャンバー内圧）の圧力差によって蒸着材料の混合蒸気は開口より噴射させることも可能である。また、ノズルに形成する開口の位置を調整することで、混合蒸気の噴射方向を自在に決定することができる。尚、ここでは物理蒸着を中心に述べているが、化学蒸着であってもよく、また混合には、蒸着物質同士の化学反応を含めても
 20
 30

【符号の説明】

【0073】

10、100、100A	蒸着装置	12	チャンバー
14、15、16	蒸着源	17	合流配管
18、19、20、122、124、140	フレキシブルホース（配管）		
21a、21b、21c、36	センサー	22	ノズル
23	混合タンク	24	混合室
		25	拡散板
26、27	開口	28	基板
		28a	ガラス基板
30a、30b、30c、32a、32b、32c、34	ヒータ		
35、40、60	移動装置（移動手段）	102	制御装置
120	クライオポンプ		
126、128、130、132、142	バルブ		

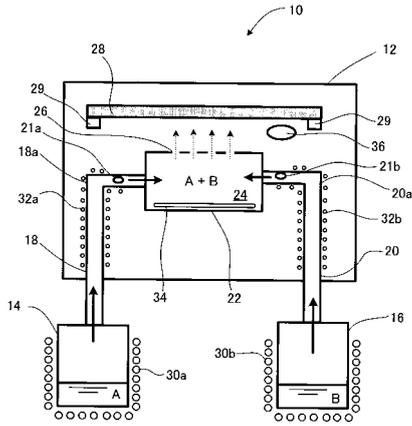
10

20

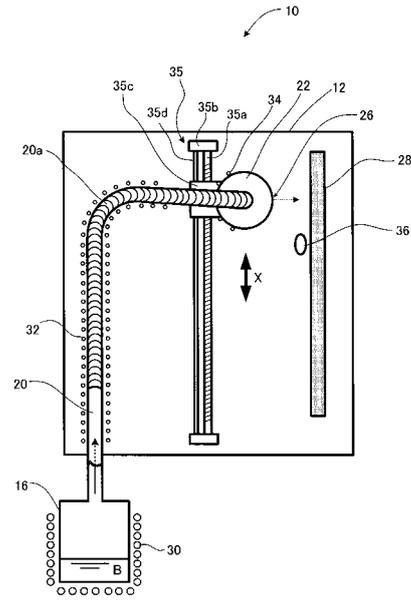
30

40

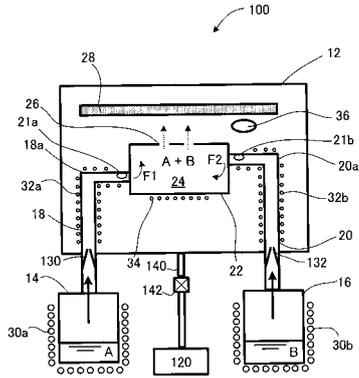
【図1A】



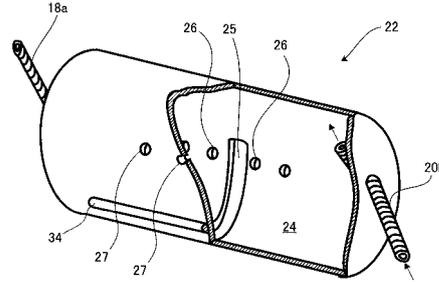
【図1B】



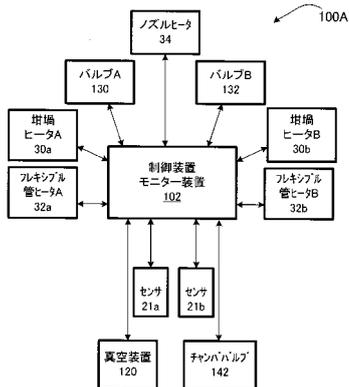
【図2】



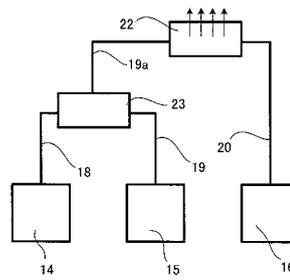
【図4】



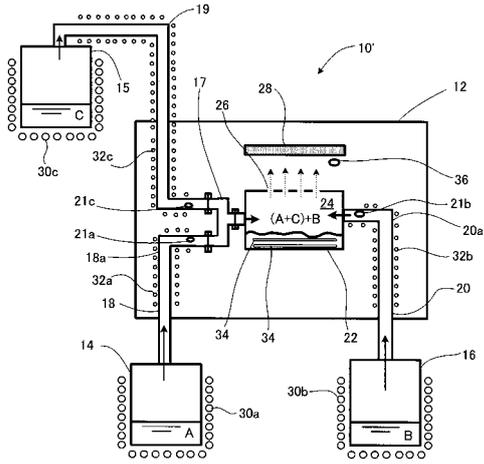
【図3】



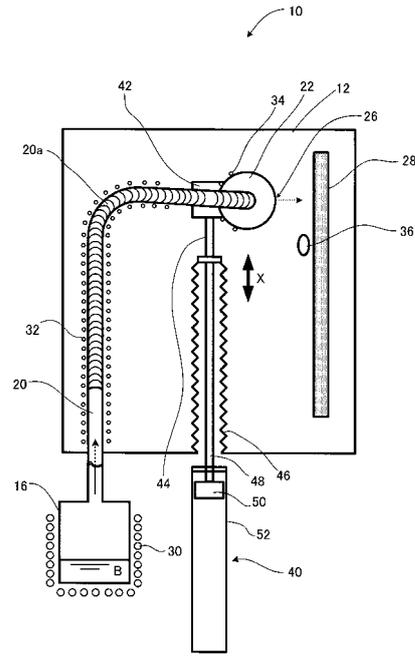
【図5】



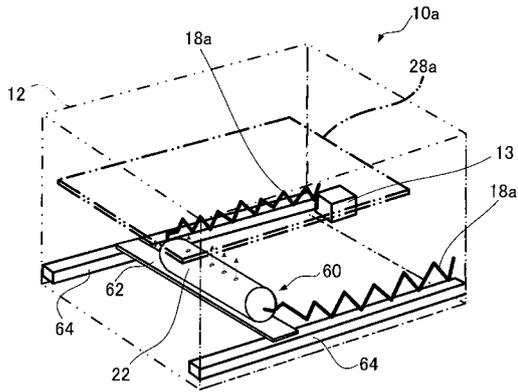
【 図 6 】



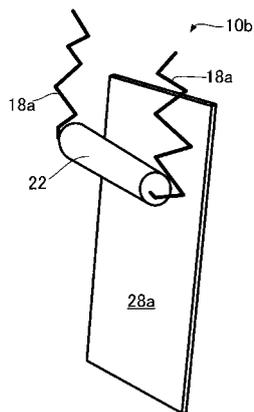
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮村 照明
東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田機工株式会社内
- (72)発明者 村田 武
東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田機工株式会社内
- (72)発明者 巢山 大輔
東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田機工株式会社内
- (72)発明者 野田 恭平
東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田機工株式会社内
- (72)発明者 西村 茂春
東京都品川区戸越3丁目9番20号 平田機工株式会社内

審査官 伊藤 光貴

- (56)参考文献 特開2003-317957(JP,A)
特開2009-097044(JP,A)
特開2006-063447(JP,A)
特開2009-041098(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 14/00 - 14/58