

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2023-538027
(P2023-538027A)

(43)公表日 令和5年9月6日(2023.9.6)

(51)国際特許分類
C 2 3 C 14/56 (2006.01)

F I
C 2 3 C 14/56

D

テーマコード (参考)
4 K 0 2 9

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全22頁)

(21)出願番号	特願2023-511554(P2023-511554)	(71)出願人	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050 3050 Bowers Avenue Santa Clara CA 95054 U. S. A.
(86)(22)出願日	令和3年8月9日(2021.8.9)	(74)代理人	110002077 園田・小林弁理士法人
(85)翻訳文提出日	令和5年4月11日(2023.4.11)	(72)発明者	ロップ, アンドレアス ドイツ国 63579 フライゲリヒト, 最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/US2021/045261		
(87)国際公開番号	WO2022/039966		
(87)国際公開日	令和4年2月24日(2022.2.24)		
(31)優先権主張番号	16/998,872		
(32)優先日	令和2年8月20日(2020.8.20)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 少なくとも1つの加熱アセンブリを有する材料堆積装置並びに基板を予加熱及び／又は後加熱するための方法

(57)【要約】
材料堆積エリアに入る前に基板を予加熱するため、及び／又は材料堆積エリアを出た後に基板を後加熱するための材料堆積装置用の1つ又は複数の加熱アセンブリが記載される。
【選択図】 図1

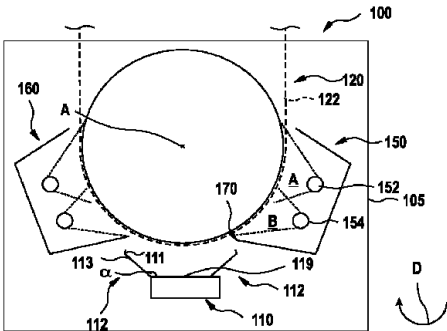


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に蒸発材料を堆積させるための材料堆積装置であって、
基板搬送方向に沿って前記基板を搬送するように構成された基板搬送デバイスと、
前記基板搬送方向に沿って配置されて、前記基板に前記蒸発材料を提供する蒸発源アセンブリであって、前記蒸発源アセンブリが堆積エリアを有する、蒸発源アセンブリと、
前記基板搬送方向に沿って配置された少なくとも第 1 の加熱アセンブリであって、前記第 1 の加熱アセンブリが、前記基板を加熱するための第 1 の加熱エリアを提供するように構成されており、前記第 1 の加熱エリアが、前記蒸発源アセンブリの前記堆積エリアに直接隣接して位置している、少なくとも第 1 の加熱アセンブリと
を含む、材料堆積装置。

10

【請求項 2】

前記蒸発源アセンブリが、前記蒸発源アセンブリに配置された少なくとも 1 つの温度制御シールドをさらに含み、前記少なくとも 1 つの温度制御シールドが、前記蒸発源アセンブリから外向き且つ前記基板へ向かって延びており、前記少なくとも 1 つの温度制御シールドが、前記堆積エリアの始点と前記堆積エリアの終点との間の前記蒸発源アセンブリの前記堆積エリアの範囲を定める、請求項 1 に記載の材料堆積装置。

【請求項 3】

前記第 1 の加熱エリアが、前記少なくとも 1 つの温度制御シールドによって画定される前記堆積エリアの前記始点に直接隣接して位置している、請求項 2 に記載の材料堆積装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 の加熱アセンブリが、
第 1 の温度を有する第 1 の加熱ゾーンを提供するように構成された第 1 の加熱素子と、
第 2 の温度を有する第 2 の加熱ゾーンを提供するように構成された第 2 の加熱素子であって、前記第 1 の温度と前記第 2 の温度とが異なる、第 2 の加熱素子とを含み、
前記第 1 の加熱素子及び第 2 の加熱素子が、個別に制御可能である、
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の材料堆積装置。

【請求項 5】

前記第 1 の加熱アセンブリが、前記基板を予加熱するように構成されている、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の、材料堆積装置。

30

【請求項 6】

前記基板搬送方向に沿って配置された少なくとも第 2 の加熱アセンブリをさらに含み、前記第 2 の加熱アセンブリが、前記堆積エリアの終点に直接隣接する前記基板を加熱するための第 2 の加熱エリアを提供するように構成されている、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の材料堆積装置。

【請求項 7】

前記第 2 の加熱アセンブリが、
第 1 の温度を有する第 1 の加熱ゾーンを提供するように構成された第 1 の加熱素子と、
第 2 の温度を有する第 2 の加熱ゾーンを提供するように構成された第 2 の加熱素子であって、前記第 1 の温度と前記第 2 の温度とが異なる、第 2 の加熱素子とを含み、
前記第 1 の加熱素子及び第 2 の加熱素子が、個別に制御可能である、
請求項 6 に記載の材料堆積装置。

40

【請求項 8】

前記第 2 の加熱アセンブリが、前記基板を後加熱するように構成されている、請求項 7 に記載の材料堆積装置。

【請求項 9】

前記堆積エリアの始点と前記第 1 の加熱エリアとの間の距離が、1 cm 未満である、請

50

求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の材料堆積装置。

【請求項 10】

前記堆積エリアの前記終点と前記第 2 の加熱エリアとの間の距離が 1 c m 未満である、請求項 6 から 8 のいずれか一項に記載の材料堆積装置。

【請求項 11】

前記蒸発源アセンブリが、前記基板上に材料を堆積させるための第 1 の堆積エリアを有する第 1 の蒸発源と、前記基板上に材料を堆積させるための第 2 の堆積エリアを有する第 2 の蒸発源とを含む、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の材料堆積装置。

【請求項 12】

前記第 1 の加熱アセンブリ及び第 2 の加熱アセンブリが、前記基板搬送方向に沿って前記第 1 の蒸発源及び／又は前記第 2 の蒸発源の反対側に提供されている、請求項 11 に記載の材料堆積装置。

10

【請求項 13】

基板上に蒸発材料を堆積させるための方法であって、

基板搬送方向に沿って基板搬送デバイス上で前記基板を搬送することであって、前記基板が第 1 の温度を有する、前記基板を搬送することと、

第 1 の加熱エリアで前記基板を第 2 の温度に加熱することであって、前記第 1 の加熱エリアが蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接している、前記基板を第 2 の温度に加熱することと、

前記蒸発源アセンブリの前記堆積エリアで前記基板上に材料を堆積させることとを含む、方法。

20

【請求項 14】

前記第 1 の加熱エリアを出るときに、前記基板を前記堆積エリア中に直接誘導することをさらに含む、請求項 13 に記載の、基板上に蒸発材料を堆積させるための方法。

【請求項 15】

前記第 1 の加熱エリアと前記堆積エリアとの間の前記基板の温度を、前記第 1 の温度又は前記第 2 の温度の少なくとも 50 % に維持することをさらに含む、請求項 13 又は 14 に記載の、基板上に蒸発材料を堆積させるための方法。

【請求項 16】

前記基板を前記第 2 の温度に加熱することが、第 1 の加熱アセンブリの第 1 の加熱素子を個別に制御して、第 1 の温度を有する第 1 の加熱ゾーンを提供することと、

30

前記第 1 の加熱アセンブリの第 2 の加熱素子を個別に制御して、前記第 1 の温度とは異なる第 2 の温度を有する第 2 の加熱ゾーンを提供することを含む、請求項 13 から 15 のいずれか一項に記載の、基板上に蒸発材料を堆積させるための方法。

【請求項 17】

第 2 の加熱エリア第 2 の加熱アセンブリで前記基板を第 3 の温度に加熱することであって、前記第 2 の加熱エリアが前記第 1 の加熱エリアの反対側の前記蒸発源アセンブリの前記堆積エリアに直接隣接して位置する、前記基板を第 3 の温度に加熱することをさらに含む、請求項 13 から 16 のいずれか一項に記載の、基板上に蒸発材料を堆積させるための方法。

40

【請求項 18】

前記堆積エリアを出るときに、前記基板を前記第 2 の加熱エリア中に直接誘導することをさらに含む、請求項 17 に記載の、基板上に蒸発材料を堆積させるための方法。

【請求項 19】

前記堆積エリアと前記第 2 の加熱エリアとの間の前記基板の温度を、前記第 2 の温度又は前記第 3 の温度の少なくとも 50 % に維持することをさらに含む、請求項 18 に記載の、基板上に蒸発材料を堆積させるための方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

【0001】本開示の実施態様は、真空チャンバ内での熱蒸発による基板コーティングに関する。本開示の実施態様は、さらに、特に電池の製造のための、基板上への蒸発材料の材料堆積に関する。本開示の実施態様は、材料堆積エリアに入る前に基板を予加熱するため、及び／又は材料堆積エリアを出た後に基板を後加熱するための材料堆積装置用の1つ又は複数の加熱アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

【0002】基板上への堆積のための様々な技法、例えば、化学気相堆積（CVD）及び物理的気相堆積（PVD）が知られている。速い堆積速度での堆積のために、熱蒸発がPVDプロセスとして使用され得る。熱蒸発のために、ソース材料は、例えば基板上に堆積され得る蒸気を生成するために加熱される。加熱されたソース材料の温度を上昇させると、蒸気濃度を増加させ、速い堆積速度を促進することができる。速い堆積速度を達成するための温度は、ソース材料の物理的特性、例えば、温度の関数としての蒸気圧、及び基板の物理的限界、例えば、融点に依存する。

【0003】

【0003】蒸発によるフレキシブル基板、例えば銅基板上への金属、例えばリチウムの堆積は、Li電池のような電池の製造に使用され得る。例えば、電池のアノードを製造するための薄いフレキシブル基板にリチウム層が堆積し得る。アノード層スタックとカソード層スタック、任意でその間に電解質及び／又はセパレータを組み込んだ後、製造した層配置を圧延又はその他の方法で積層してLi電池を製造することができる。

【0004】

【0004】堆積する材料は高温に加熱され、コーティングされる基板に高い熱負荷を与える。急激な又は突然の温度変化は、基板に悪影響を及ぼし得る。したがって、当該技術分野の問題点を少なくとも部分的に克服するために、改良された材料堆積装置を提供することが有益である。

【発明の概要】

【0005】

【0005】一実施態様によれば、基板上に蒸発材料を堆積させるための材料堆積装置が提供される。材料堆積装置は、基板を基板搬送方向に沿って搬送する基板搬送デバイスを含む。材料堆積装置は、蒸発材料を基板に提供するための基板搬送方向に沿って配置される蒸発源アセンブリを含み、蒸発源アセンブリは、材料を基板上に堆積させるための堆積エリアを有する。材料堆積装置は、基板搬送方向に沿って配置された少なくとも第1の加熱アセンブリを含む。第1の加熱アセンブリは、基板を加熱するための第1の加熱エリアを提供するように構成され、第1の加熱エリアは、蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して位置する。

【0006】

【0006】一実施態様によれば、基板上に材料を堆積させるための方法が提供される。本方法は、基板搬送方向に沿って基板搬送デバイス上で基板を搬送することを含み、基板は第1の温度を有する。本方法はまた、少なくとも第1の加熱アセンブリの第1の加熱エリアで基板を第2の温度に加熱することを含み、第1の加熱エリアは蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して位置する。本方法は、蒸発源アセンブリの堆積エリアで基板上に材料を堆積させることをさらに含む。

【0007】

【0007】実施態様は、開示される方法を実施するための装置も対象としており、説明されている各方法の態様を実施するための装置部分を含む。これらの方法の態様は、ハードウェア構成要素を用いて、適切なソフトウェアによってプログラミングされたコンピュータを用いて、これらの2つの任意の組み合わせによって、又はそれ以外の任意の態様で、実施され得る。さらに、本開示による実施態様は、説明されている装置を動作させるための方法も対象とする。これは、装置のあらゆる機能を実施するための方法態様を含む

。

【0008】

【0008】本開示の上記の特徴を詳細に理解することができるように、実施態様を参照することによって、上で簡単に概説した本開示のより具体的な説明を得ることができる。添付の図面は、本開示の実施態様に関し、以下において説明される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本明細書に記載の実施態様による材料堆積装置の概略図を示す。

【図2A】本明細書に記載の実施態様による材料堆積装置の概略図を示す。

【図2B】本明細書に記載の実施態様による基板での温度プロファイルを示す。

【図3】本明細書に記載の実施態様による方法のフロー図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0010】

【0009】本開示の様々な実施態様について、これより詳細に参照する。これらの実施態様の1つ又は複数の実施例は、図面に示されている。図面の以下の説明において、同じ参照番号は同じ構成要素を表す。概して、個々の実施態様に関する相違点のみが説明される。各実施例は、本開示の説明のために提供されているが、本開示を限定することは意図していない。さらに、1つの実施態様の一部として図示又は説明された特徴は、さらに別の実施態様を創出するために、他の実施態様で使用され得るか又は他の実施態様と併せて使用され得る。説明は、そのような修正及び変形を含むことが意図される。

【0011】

【00010】本明細書で提供される実施態様は、蒸発による薄膜コーティング、特に、真空チャンバ内での薄膜コーティングに関する。通常、コーティングされる材料は、材料固有の温度まで加熱して蒸発させる。概して、温度が高いほど高い蒸発率を提供することができる。特定のコーティング速度に対応する温度は、とりわけ、材料の蒸気圧に依存する。高堆積速度プロセスでは、材料の凝縮熱負荷が基板上の熱負荷を支配する場合がある。

【0012】

【00011】蒸発システムでは、蒸発材料は、蒸発材料よりも低い温度を有するシステム構成要素の表面で凝縮することになる。基板の熱コーティングでは、基板は、蒸発材料が基板上に堆積又はコーティングされて基板上に薄層を形成し得るような低い温度を含む。しかし、基板の温度とコーティングされる材料の温度との差が大きいと、得られる薄層又は膜が、破損、例えば破れるか、又は表面にしわが発生する場合がある。

【0013】

【00012】したがって、基板に対する加熱、特に、蒸発源アセンブリの堆積エリアに入る前の基板に対する加熱、すなわち基板に対する予加熱及び／又は蒸発源アセンブリの堆積エリアから出た後の基板に対する加熱、すなわち基板に対する後加熱を提供するシステムと、装置と、方法とを提供することが有益である。いくつかの実施態様によれば、予加熱又は後加熱は、それぞれ、材料堆積の前又は後に滑らかな温度傾斜を提供する。

【0014】

【00013】本明細書に記載のシステム、装置、及び方法は、その上に材料が堆積する前及び後に、基板に熱を提供する。したがって、コーティングされる基板を予加熱及び／又は後加熱することにより、基板に対してより良い温度又は熱の分布が提供され得る。言い換えれば、基板の温度は、調整又は制御され得る。そうすることにより、基板は、材料の堆積が生じないエリアと材料が堆積されるエリアとの間、すなわち堆積エリアの前の空間的なエリアとその後の空間的なエリアに、滑らかな又はシームレスな温度遷移を受けることができる。これにより、基板の温度プロファイルの形状に影響を与えることができる。したがって、基板上に材料を堆積させる前に、基板の温度を滑らかに、均一に、ゆっくりと、又は徐々に上昇させることができる。

【0015】

【00014】図1は、本明細書に記載の任意の他の実施態様と組み合わせることができる本明細書に記載の実施態様による材料堆積装置を例示的に示している。材料堆積装置100は、真空チャンバ105を含み得る。真空は、真空チャンバ内に提供され得る。例えば、材料堆積装置は、真空チャンバ内に真空を提供するための真空ポンプを含み得る。

【00016】

【00015】本明細書で使用される「真空 (vacuum)」という語は、例えば10 mbar未満の真空圧を有する、技術的真空の意味に理解され得る。典型的には、本明細書に記載の真空チャンバ内の圧力は、 10^{-4} mbarと約 10^{-8} mbarの間、より典型的には、 10^{-4} mbarと 10^{-7} mbarの間、さらにより典型的には、約 10^{-5} mbarと約 10^{-6} mbarの間であり得る。いくつかの実施態様では、1つ又は複数の真空チャンバ内の総圧は、約 10^{-4} mbarから約 10^{-7} mbarの範囲であり得る。したがって、真空チャンバは、「真空堆積チャンバ」、すなわち、真空堆積のために構成された真空チャンバであり得る。

【00017】

【00016】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、材料堆積装置は、蒸発源アセンブリを含み得る。

【00018】

【00017】本開示全体を通して使用される「蒸発源アセンブリ」という用語は、1つ又は複数の蒸発源を含むアセンブリ、ユニット又は装置として理解され得る。このように、蒸発源アセンブリに関して本明細書で論じた特徴は、単一の蒸発源にも対応して適用することができる。例えば、蒸発源アセンブリには、1つの蒸発源のみが含まれる場合がある。このような場合、蒸発源アセンブリは、蒸発源と呼ばれ得る。本明細書に記載の他の実施態様と組み合わされ得るいくつかの実施態様によれば、蒸発源アセンブリには2つ以上の蒸発源が提供され得る。

【00019】

【00018】蒸発源アセンブリは、基板122に向かって蒸発材料を提供するように構成される。蒸発源アセンブリは、真空チャンバ105内に提供され得るか、又は少なくとも部分的に真空チャンバ105内に提供され得る。蒸発源アセンブリは、基板に材料を提供するために、基板搬送方向(D)に沿って配置され得る。

【00020】

【00019】しかしながら、図2Aに関してより詳細に説明するように、蒸発源アセンブリは、2つ以上の蒸発源を含み得る。例えば、蒸発源アセンブリは、基板上に材料を堆積させるための第1の堆積エリアを有する第1の蒸発源と、基板上に材料を堆積させるための第2の堆積エリアを有する第2の蒸発源とを含み得る。2つ以上の蒸発源のそれぞれは、図1に例示的に示されるような蒸発源110であり得る。本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、材料堆積装置は、基板搬送デバイス120を含み得る。基板搬送デバイスは、基板122を搬送するように構成され得る。基板122は、基板搬送デバイス120の周囲に配置され得る。基板搬送デバイス120は、図1に例示的に示されるようなコーティングドラムであり得る。コーティングドラムは、湾曲したドラム表面を含む場合があり、基板搬送デバイスは、湾曲したドラム表面上の基板122を周方向又は基板搬送方向Dに蒸発源110を越えて移動させるように構成され得る。

【00021】

【00020】例えば、基板は、フレキシブルなウェブ又はホイルであってもよく、材料堆積装置は、ロールツーロール堆積装置であってもよい。コーティングドラムは、図1の紙面に対して垂直な長さ方向に延びる円筒であり得る。基板搬送デバイスは、移動可能であってもよく、すなわち、コーティングドラムは、軸Aの周囲に回転してもよい。基板搬送デバイスは、時計回り又は反時計回りに移動又は回転し得る。基板搬送デバイスは、堆積中に方向を変えてもよく、例えば、堆積中に基板搬送デバイスが時計回りに回転するとき、回転方向を反時計回りに変えてもよく、その逆も同様である。

【0022】

【00021】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができるいくつかの実施態様によれば、コーティングドラムは、ガスクッションコーティングドラムであり得る。ガスクッションコーティングドラムは、ドラム表面と基板との間に冷却ガスを提供する。例えば、ドラム及び冷却ガスは、室温未満の温度まで冷却され得る。基板から熱が除去されて、材料が堆積する薄いホイル又はウェブを損傷することなく、より高い堆積速度が可能になる。

【0023】

【00022】ガスクッションローラの場合、ガス出口の第1のサブグループ、すなわち開放ガス出口が、処理ドラムのウェブ誘導領域内に提供され得る。ガス出口の第2のサブグループ、すなわち閉鎖ガス出口は、ウェブ誘導領域の外側に提供されている。ホバークッションを形成するために必要なウェブ誘導領域でのみガスが放出されるため、ウェブと重なっていない領域中にはガスは直接放出されないか又はほとんど排出されず、ガスの浪費が減少し、且つ／又はポンプシステムへの負担が減少された状態でより良好な真空が得られる場合がある。

【0024】

【00023】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができるいくつかの実施態様によれば、ガス出口のサブグループに対して追加的又は代替的に、処理ドラムの外面は、微多孔質表面でコーティングされ得る。微多孔質表面は、処理ドラムの内部から処理ドラムの表面へ少量の冷却ガスが流れることを可能にし得る。冷却ガスは、処理ドラムと、上に材料を堆積させるための処理ドラムの上方に誘導されるウェブ又はホイルとの間に、ガスクッションを形成し得る。

【0025】

【00024】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、基板は、薄い基板、例えば、ホイル又はウェブであり得る。コーティングされる基板は、50 μm 以下、特に20 μm 以下、さらには10 μm 以下の厚さを有し得る。例えば、金属ホイル又はフレキシブルな金属コーティングホイルが、蒸気堆積装置内でコーティングされ得る。いくつかの実装形態では、基板10は、30 μm 以下、例えば10 μm 以下の厚さを有する薄い銅ホイル又は薄いアルミニウムホイルである。

【0026】

【00025】基板の厚さは、基板が急激な温度変化に直面することになる、すなわち、基板が迅速に加熱することによって基板が膨張し、また、迅速に冷却することによって基板が収縮するという結果をもたらす。このような急激な温度変化は、基板に損傷及び／又はしわを生じさせる張力、応力、及び伸長をもたらす。本明細書に記載の実施態様によって提供される温度プロファイル又は分布、及び基板に対するそれらの影響は、図2Bに関して説明される。

【0027】

【00026】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、材料堆積装置は、未処理の基板を提供するための基板提供又は巻き戻しロール（図1では図示せず）を含み得る。基板提供又は巻き戻しロールは、基板提供又は巻き戻しロールから基板が巻き戻され得るように、移動、すなわち回転され得る。さらに、材料堆積装置は、基板上への材料の堆積が行われた後、処理された基板を取り上げるための基板受けロールを含み得る。基板受けロールは、移動し得る。すなわち、基板受けロールは、処理された基板を取り上げるために回転し得る。基板受けロールと、基板提供又は巻き戻しロールとは、同じ方向に回転してもよく、すなわち両方のロールは時計回りに回転してもよいし、あるいは基板提供又は巻き戻しロールは反対方向に回転してもよく、すなわち一方のロール時計回りに回転し、他方のロールは反時計回りに回転してもよく、又はその逆である。

【0028】

【00027】図1には示されていないが、基板搬送デバイスは、ロールツーロール搬

10

20

30

40

50

送デバイスでもあり得ることを理解されたい。ロールツーロール搬送デバイスは、未処理基板が提供され得る巻き戻し又は基板提供ロールを含み得る。ロールツーロール搬送デバイスは、処理された基板を巻き取るための受けロールをさらに含み得る。巻き戻し又は基板提供ロールと、受けロールとはそれぞれ、蒸発源アセンブリと比較して異なる真空チャンバに提供されてもよいし、又は、蒸発源アセンブリと同じ真空チャンバ内に提供されてもよい。巻き戻しロールと受けロールの間に、基板上に材料を堆積させるための蒸発源アセンブリに近接して基板が提供され得る。例えば、基板は、巻き戻しロールと受けロールとの間に「及ぶ」場合があり、蒸発材料を受け取るために蒸発源アセンブリの上方に誘導される場合がある。例えば、基板には定義された力及び／又は制御された力が提供され得る。基板テンショナーが提供されてもよい。

10

【0029】

【00028】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、蒸発源又は蒸発源アセンブリは、第1の端部及び第1の端部の反対側の第2の端部を有し得る。第1の端部及び第2の端部は、その間に空間を画定し得る。本開示全体を通して使用される「第1の端部の反対側の第2の端部」という用語は、蒸発源又は蒸発源アセンブリの2つの側面が互いに反対側に配置されると理解することができる。例えば、蒸発源は、第1の壁と第2の壁とを含み、これらは、例えば、特に1つの蒸発源について、実質的に同じ方向に延び、互いに反対側に配置され得る。第1の端部及び第2の端部は、蒸発源又は蒸発源アセンブリの側壁の制限として理解することができる。特に、第1の端部及び第2の端部は、その間の表面119、すなわち、蒸発源の第1の壁及び第2の壁に対して実質的に垂直であり得る表面を画定し得る。蒸発源の表面は、基板搬送デバイスと整列してもよく、すなわち、蒸発源の表面119は、堆積される材料の提供が強化され得るように配向されてもよい。蒸発源アセンブリの異なる蒸発源の表面は、互いに対して傾斜していてもよく（第1の端部及び第2の端部と同様）、その傾斜はコーティングドラムの曲率に対応する。

20

【0030】

【00029】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、蒸発源アセンブリは、堆積される材料を基板に提供し得る。蒸発源アセンブリは、材料を蒸発させるのに適した温度を材料に提供することによって堆積される材料が蒸発し得る1つ又は複数のるつぼを含み得る。たとえば、堆積される材料は、例えば、所与の条件下で気相を有する金属、特にリチウム、金属合金、及び他の気化可能な材料などを含むことができる。さらなる実施態様によれば、追加的又は代替的に、材料は、マグネシウム（Mg）、イッテルビウム（Yb）及びフッ化リチウム（LiF）を含み得る。

30

【0031】

【00030】さらに、蒸発源アセンブリの蒸発源は、分配器を含み得る。分配器は、蒸発材料を分配し得る。材料は、例えば、るつぼが入口開口部を介して分配器に接続されることによって、分配器内に提供され得る。分配器は、1つ又は複数の開口部を有し得る。堆積される蒸発材料は、開口部を通して分配器を出ることができる。ソース材料は、開口部を通して延びる複数のノズルによって基板122上に堆積し得る。言い換えれば、蒸発源は、蒸発材料を基板に提供するための1つ又は複数のノズルを含み得る。堆積される材料は、例えば、複数のノズルによって基板に噴霧され得る。

40

【0032】

【00031】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、図1の材料堆積装置は、少なくとも第1の加熱アセンブリ150を含む。第1の加熱アセンブリは、基板搬送方向に沿って配置され得る。

【0033】

【00032】本開示全体を通して使用される「加熱アセンブリ」という用語は、1つ又は複数の加熱素子を含むアセンブリ、ユニット又は装置として理解され得る。例えば、加熱アセンブリは、少なくとも1つの加熱素子を含んでもよいし、又は2つ若しくはさらに多くの加熱素子を含んでもよい。

50

【0034】

【00033】本開示全体を通して使用される「加熱素子」は、グラファイトヒータであってもよい。グラファイトヒータは、高い動作温度、例えば500℃から1800℃の範囲、又はそれを超える温度と、高い放射率、例えば0.8から0.9の範囲、又はそれを超える放射率を提供するため、基板上で高い電力密度を実現することを可能にすることから、有利である。加熱素子は、基板への方向に電力を集中させるために、放射シールドも含み得る。

【0035】

【00034】加熱アセンブリは、第1の端部と、第1の端部の反対側の第2の端部とを有し得る。第1の端部及び第2の端部は、その間に空間を画定し得る。本開示全体を通して使用される「第1の端部の反対側の第2の端部」という用語は、加熱アセンブリの2つの側面が互いに隣り合って配置されると理解することができる。例えば、加熱アセンブリは、互いに反対にある第1の壁と第2の壁とを含み得る。第1の端部及び第2の端部は、加熱アセンブリの側壁の制限として理解することができる。

10

【0036】

【00035】図1に示すような第1の加熱アセンブリ150は、2つの加熱素子、すなわち第1の加熱素子152及び第2の加熱素子154を含む。加熱素子は、加熱アセンブリ内で、互いに隣り合って、例えば連続的に、配置され得る。第1の加熱アセンブリは、基板に第1の加熱エリアを提供するように構成される。

【0037】

【00036】本開示全体を通して使用される「加熱エリア」という用語は、基板が基板温度よりも高い温度に曝される基板に対するエリア、すなわち、基板が加熱されるエリアとして理解され得る。加熱エリアは、基板搬送方向における2点間、例えば、基板の加熱が開始される始点と、基板の加熱が終了する終点との間に定義され得る。加熱エリアは、基板の温度を上昇させるために提供されてもよい。

20

【0038】

【00037】加熱エリアの始点と終点との間で、加熱エリアは、1つ又は複数の温度を有する1つ又は複数の加熱ゾーンを含み得る。例えば、加熱エリアは、異なる加熱ゾーンに分割又は仕切られてもよく、各加熱ゾーンは異なる温度を有してもよい。1つ又は複数の加熱ゾーンのそれぞれは、例えば、第1の加熱素子が第1の加熱ゾーンAを提供し、第2の加熱素子が第2の加熱ゾーンBを提供するように、加熱アセンブリに含まれる個々の加熱素子によって提供されてもよい。よって、「加熱エリア」という用語は、加熱アセンブリに含まれる1つ又は複数の加熱素子によって提供される1つ又は複数の個々の加熱ゾーンのそれぞれの合計として理解され得る。

30

【0039】

【00038】加熱エリアは、単一の加熱ゾーンのみによって形成されてもよいし、2つ以上の加熱ゾーンによって形成されてもよい。1つの加熱ゾーンのみの場合、加熱エリアは、1つの加熱ゾーンに対応し得る。複数の加熱ゾーンの場合、各加熱ゾーンは、異なる温度を有し得る。あるいは、提供された各加熱ゾーンは、同じ温度を有し得る。加熱ゾーンは、加熱エリア全体、すなわち加熱エリアの始点と加熱エリアの終点との間を画定する又は及ぶように、次々に、すなわち互いに隣接して又は連続的に、提供され得る。2つ以上の加熱ゾーンはまた、（部分的に）重なっていてもよい。1つ又は複数の加熱ゾーンのそれぞれは、加熱エリアのより小さな部分又は領域とみなされ得る。

40

【0040】

【00039】例えば、図1に示すように、基板は、第1の加熱エリアの第2の加熱ゾーンBを通過するように搬送される前に、基板搬送方向D（例えば、図1の基板搬送方向Dに沿って右から左へ）に搬送されて、第1の加熱エリアの第1の加熱ゾーンAを通過する。言い換えれば、基板は、第2の加熱ゾーンBの空間的に前に、第1の加熱ゾーンAに遭遇する。第1の加熱ゾーンと第2の加熱ゾーンの間での推移は、例えば、加熱ゾーンが（部分的に）重なっているとき、シームレスであり得る。

50

【0041】

【00040】別の加熱ゾーンが提供されている場合、基板は、第2の加熱ゾーンの後に、第1の加熱エリアの第3の加熱素子（図1では図示せず）によって提供された第3の加熱ゾーンを通過するようにさらに搬送され得る。基板が1つ又は複数の加熱ゾーンを連続的に、例えば次々に通過できるようにすることは、基板を異なる温度に曝すことによって、基板の温度を徐々に上げることが可能にする。例えば、第1の加熱ゾーンの第1の温度は、第2の加熱ゾーンの第2の温度より低くてもよい。

【0042】

【00041】図1の例では、第1の加熱アセンブリ150は、基板122を加熱するための第1の加熱エリアを提供するように構成される。第1の加熱エリアは、蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して位置し得る。図1の例では、第1の加熱アセンブリは、蒸発源アセンブリの右側に位置している。図1の例における第1の加熱アセンブリは、第1の温度を有する第1の加熱ゾーンAを提供するように構成されている第1の加熱素子152と、第2の温度を有する第2の加熱ゾーンBを提供するように構成されている第2の加熱素子154とを含む。第1の加熱ゾーンは、基板が第2の加熱ゾーンを通過する前に第1の加熱ゾーンを通過するように搬送されるように、第2の加熱ゾーンの空間的に前に基板搬送方向（D）に提供されている。

【0043】

【00042】第1の加熱素子及び第2の加熱素子は、第1の加熱ゾーンの第1の温度及び第2の加熱ゾーンの第2の温度が個別に調整可能である点において、個別に制御可能であり得る。

【0044】

【00043】例えば、第1の加熱素子は、第1の温度を提供するように制御されてもよいし、一方、例えば、それとは個別に、独立して、第2の加熱素子は、第2の温度を提供するように制御されてもよく、ここで、第1の温度は、第2の温度と異なってもよい。あるいは、第1の温度は、第2の温度と同じになるように制御され得る。このような場合、温度が同じであるため、第1の加熱ゾーンは、第2の加熱ゾーンによって拡大され、例えば基板搬送方向において基板に対して空間的に長くなっているとみなされ得る。このような場合、基板は、そのような温度への基板の曝露は長くなる。

【0045】

【00044】異なる温度を有する第1及び第2の加熱ゾーンを提供することは、基板温度が、第1の加熱ゾーンと第2の加熱ゾーンとの間、特に第1の温度と第2の温度との間でシームレスな温度推移を受けることを可能にし得る。そのようにして、基板の温度は、蒸発源アセンブリの堆積エリアに搬送される前（例えば、入る前）及び／又は蒸着領域から搬送された後（例えば、出た後）に、滑らかに、均一に、ゆっくりと又は徐々に上昇し得る。

【0046】

【00045】例えば、基板は、第1の加熱アセンブリの第1の加熱エリアに入る前に、室温（RT）から−20℃以下の範囲の能動的な冷却の場合、例えば20℃（室温（RT））以下の初期基板温度を有し得る。堆積エリアに入るとき（及び上に材料の堆積を開始するとき）に基板が有し得る温度は、例えば、70℃から160℃であり得る。

【0047】

【00046】第1の加熱ゾーンを通過して搬送された後、基板は、例えば30℃から50℃の温度を有し得る。その後、基板は、例えば70℃から120℃の第2の温度を有する、第2の加熱ゾーンを通過するようにさらに搬送され得る。第2の加熱ゾーンに入ると、基板は第2の温度に曝されて、基板の第2の加熱が生じる。

【0048】

【00047】第1の加熱ゾーンにおける基板温度と第1の温度との間の温度差は、第2の加熱ゾーンにおける基板温度と第2の温度との間の差よりも小さいため、基板の温度推移は、滑らか又はシームレスになり、すなわち急激な温度変化が回避される。よって、

10

20

30

40

50

基板の温度は、徐々に、連続的に、又は漸進的に上昇し得ることによって、しわの形成が回避され、最小化され、又は少なくとも低減される。

【0049】

【00048】図1に示されるように、第1の加熱エリアは、蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して位置し得る。

【0050】

【00049】本開示全体を通して使用される「直接隣接する」という用語は、加熱アセンブリの加熱エリアが蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣り合って位置するという意味で理解され得る。基板搬送方向では、この用語は、堆積エリアの空間的に前に位置する空間又はエリアと、堆積エリアの空間的に後に位置する空間又はエリアとを含む。

10

【0051】

【00050】本開示全体を通して使用される「推移エリア」という用語は、堆積エリアと加熱エリアとの間の空間又はエリアとして理解され得る。基板搬送方向Dでは、この用語は、基板が第1の加熱エリアを出た後、堆積エリアに入る前のエリアと、基板が堆積エリアを出た後、第2の加熱エリアに入る前のエリアである。推移エリア170は、堆積エリアの空間的に前又は後に位置する。推移エリア内では、基板は、上に材料が堆積されることも、熱に曝されることもない。上述したように、加熱エリアは加熱エリアに直接隣接しており、すなわち、基板が冷却されるのを防ぐために、推移エリアは、最小限又は小さな距離又は長さを有し得る。例えば、推移エリアが1cm以上であるとき、基板は、加熱エリアによって提供される温度を失っている場合がある。本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができるいくつかの実施態様によれば、推移エリアは、1cm以下にすることができ、加熱エリアと堆積エリアとの間にシームレスな温度推移を作り出す。

20

【0052】

【00051】加熱エリアが堆積エリアの空間的に前に位置する場合、堆積エリアに入る前の基板の温度が、コーティングゾーンの学習状態温度として加熱エリアの後に提供される温度の少なくとも50%であるように、基板の推移エリアは最小限にすることができる。加熱エリアを堆積エリアに直接隣接して提供することにより、温度の50%以下、例えば20%以下が推移エリアで失われる。

【0053】

【00052】加熱エリアが堆積エリアの空間的に後に位置する場合、加熱エリアに入る前に基板が有する温度が、堆積エリアを出た後の温度の少なくとも50%であるように、基板の推移エリアは最小限にすることができる。加熱エリアを堆積エリアに直接隣接して提供することにより、温度の50%以下、例えば20%以下が推移エリアで失われる。

30

【0054】

【00053】特に、加熱エリアと堆積エリアとの間の推移エリアは、加熱エリアと堆積エリアとが直接隣接するために、例えば1cm未満、特に0.5cm未満であり得る。

【0055】

【00054】さらに、蒸発源アセンブリは、少なくとも1つの温度制御シールド112を含み得る。温度制御シールドは、蒸発源又は蒸発源アセンブリに提供され得る。特に、1つ又は複数の温度制御シールドが、蒸発源に提供され得る。温度制御シールド112は、温度制御シールド112が動作温度、例えば、いくつかの実施態様では500℃以上の動作温度に加熱されたときに温度制御シールド112の蒸気凝縮が低減又は防止されるように、加熱可能である。

40

【0056】

【00055】本開示の実施態様によれば、温度制御シールドは、蒸発源の対応する幅よりも少なくとも10%大きい、特に少なくとも20%大きい、搬送方向に沿った幅を有する。したがって、材料の堆積は、輸送方向における蒸発源のエリアに限定されない。材料のブルームを蒸発源のエリアに限定すると、基板の温度が急激に上昇し、基板、例えば薄いホイル又はウェブにしわや反りが生じる場合がある。したがって、蒸発源からの材料のブルームは、予加熱ゾーン及び／又は後冷却ゾーンを有するための蒸発ゾーンの側面に

50

向かって広がることのできる。温度上昇は堆積する材料の量に直接関連するため、加熱されたシールドが伸びた形状では、入り口での堆積速度が小さくなる。堆積速度は、例えば、蒸発源本体での最大堆積速度まで連続的に上昇する。本明細書で説明するように、熱負荷は主に凝縮エネルギーによって提供される。したがって、ウェブ又はホイルの温度プロファイルは、堆積速度に比例する。したがって、温度プロファイルは、上述した堆積速度のプロファイルと同様に増加する。

【0057】

【00056】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、温度制御シールドは、熱伝導材料を含み得る。温度制御シールドは、接触加熱又は冷却に適した材料を含み得る。例えば、温度制御シールドは、例えば、ステンレス鋼、Mo、Ta、W、インバー、若しくは他の高温材料の、金属材料、又は高温金属で作製され得る。例えば、熱伝導の良いセラミックとしてAlNも提供され得る。

10

【0058】

【00057】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、1つ又は複数の温度制御シールドが、蒸発源又は蒸発源アセンブリの第1の端部及び第2の端部に提供され得る。特に、蒸発源の第1の端部に第1の温度制御シールドが提供されてもよいし、蒸発源アセンブリの第2の端部に第2の温度制御シールドが提供されてもよい。あるいは、第1及び第2の温度制御シールドは、蒸発源アセンブリの第1の端部及び蒸発源アセンブリの第2の端部にシールドを提供する単一の構造体として提供されてもよい。このように、少なくとも1つの温度制御シールドが使用され得る。追加的に又は代替的に、蒸発源アセンブリの第1の端部に温度制御シールドの第1の部分が提供されてもよいし、蒸発源アセンブリの第2の端部に温度制御シールドの第2の部分が提供されてもよい。すでに述べたように、蒸発源アセンブリ及び蒸発源という用語は、蒸発源が1つだけ提供されているとき、すなわち図1の例のような場合に、互換的に使用され得る。

20

【0059】

【00058】温度制御シールド112は、基板搬送デバイス120に接触しないため、基板搬送デバイス120上に支持された基板は、材料堆積中に蒸発源110を通過し、温度制御シールド112を通過して移動することができる。温度制御シールド112は、温度制御シールド112と基板搬送デバイス120との間に小さな間隙のみ、例えば5mm以下、3mm以下、2mm以下、又は約1mmの間隙を残し得るため、蒸気は温度制御シールドを通過して、例えば横方向に、伝播することがほとんどできない。

30

【0060】

【00059】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、温度制御シールドは、周方向又は基板搬送方向Dに沿って延び得る。温度制御シールドは、基板搬送デバイス120の軸に沿った幅寸法と、基板搬送デバイス120の軸とは異なる方向、すなわち周方向又は基板搬送方向Dにおける長さ寸法とを含み得る。

【0061】

【00060】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、温度制御シールドは、蒸発源アセンブリの外向きに、特に、蒸発源アセンブリから離れて放射状又は横方向に延び得る。以下では、このような温度制御シールドは「細長いシールド」とも呼ぶことがある。例えば、温度制御シールドは、蒸発源から放射状に離れるか又は外向きに延びる直線部分113を含み得る。温度制御シールド又は直線部分は、蒸発源から基板122へ向かって向けられ得る。少なくとも1つの温度制御シールド又は直線部分113は、基板に向かって堆積エリアの範囲を定める場合がある。

40

【0062】

【00061】温度制御シールド112は、屈曲されてもよく、又は屈曲部分若しくは屈曲端部111を含み得る。屈曲部分は、直線部分113に対して屈曲され得る。屈曲端部111は、さらに、蒸発源と基板との間の堆積エリアの範囲を定める場合がある。屈曲部分又は屈曲端部は、基板に向かって傾斜していてもよく、すなわち、屈曲端部は、直線

50

部分と比較して基板に近くてもよい。言い換えれば、直線部分は、屈曲端部よりも基板との距離が大きくてもよい。

【0063】

【00062】材料堆積装置は、蒸発源110と基板搬送デバイス120との間に堆積エリアを含み得る。堆積エリアは、堆積される材料が基板に提供されるエリアと理解され得る。堆積エリアは、蒸発源から堆積される材料で充填することができ、例えば均一な材料堆積を提供するために、1つ又は複数の温度制御シールドによって側方に制限され得る。例えば、少なくとも1つの温度制御シールドは、基板上への材料堆積が始まる堆積エリアの始点と、基板への材料堆積が終わる堆積エリアの終点との間に、蒸発源の堆積エリアの範囲を定め得る。言い換えれば、少なくとも1つの温度制御シールドは、基板への材料堆積が生じる始点と終点の間の堆積エリアの境界を画定する。

10

【0064】

【00063】図1の例では、第1の加熱アセンブリは、第1の加熱アセンブリによって提供される第1の加熱エリアが蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して位置するように、基板搬送方向(D)に沿って配置される。図1では、加熱エリアは堆積エリアの右側に直接隣接している。

【0065】

【00064】特に、第1の加熱エリアは、基板が第1の加熱エリアを出るときに出発点で堆積エリアに直接入るように、少なくとも1つの温度制御シールドによって画定される堆積エリアの始点に直接隣接して位置し得る。「直接入る」という用語は、第1の加熱エリアと堆積エリアとの間、すなわち第1の加熱エリアと基板上への材料堆積が生じる始点との間で、基板にシームレスな推移が提供されるという点で理解され得る。「シームレスな推移」とは、基板に対する急激な温度変化が回避されるように基板が搬送されるという点、すなわち、堆積エリアと第1の加熱エリアとの間で基板が実質的に冷却されないという点で理解され得る。

20

【0066】

【00065】1つ又は複数の温度制御シールドは、当該技術分野における従来のシールドと比較して細長くてもよい。特に、直線部部分113は、細長くてもよい。細長い温度制御シールドは、基板の大きな表面積を覆うか又は囲み、それにより、当該技術分野における短いシールド又は側壁と比較してより大きな堆積エリアを提供するシールド、例えば、堆積源から基板に向かって90°の角度で延びたシールドとして理解され得る。したがって、1つ又は複数の温度制御シールドは、蒸発源アセンブリの第1の端部又は第2の端部の少なくとも一方に配置されてもよく、基板搬送デバイスに向かって外向きに延びてもよく、堆積エリアを、特に基板に向かって90°の角度で延びる直線シールドと比較して、拡大するように構成されてもよい。

30

【0067】

【00066】図1の例に示すような第1の加熱アセンブリは、基板を予加熱するために、又は基板を後加熱するために構成され得る。

【0068】

【00067】「予加熱」という用語は、蒸発源アセンブリの堆積エリアの始点の(空間的に)前に、基板搬送方向(D)において基板を加熱することとして理解され得る。「後加熱」という用語は、蒸発源アセンブリの堆積エリアの終点の(空間的に)後に、基板搬送方向(D)において基板を加熱することとして理解され得る。上述のように、予加熱及び／又は後加熱は、1つ又は複数の加熱アセンブリで実施され得る。

40

【0069】

【00068】図1の例に示すように、材料堆積装置は、基板搬送方向(D)に沿って配置された第2の加熱アセンブリ160を含む。第2の加熱アセンブリは、基板を加熱するための第2の加熱エリアを提供するように構成される。概して、第2の加熱アセンブリは、第1加熱アセンブリと同様に構成され、第2の加熱エリアは第1の加熱エリアと同様に形成又は提供され得る。第1の加熱アセンブリに関して説明した詳細、特徴、及び実施

50

態様は、第2の加熱アセンブリに関しても同様に提供され得る。

【0070】

【0069】第1の加熱アセンブリ及び第2の加熱アセンブリは、蒸発源アセンブリの反対側に配置され得る。第1の加熱アセンブリと同様に、第2の加熱アセンブリは、蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して、例えば、第1の加熱アセンブリの反対に又は第1の加熱アセンブリの反対側上に位置し得る。図1の蒸発源アセンブリは、第1の加熱エリアが堆積エリアに直接隣接するように（図1において堆積エリアの右側に示されるように）、かつ第2の加熱エリアが第1の加熱エリアと反対側の堆積エリアに直接隣接するように（図1において堆積エリアの左側に示されるように）、基板搬送方向（D）に沿って第1の加熱アセンブリと第2の加熱アセンブリとの間に配置され得る。

10

【0071】

【0070】図1に示されるように、第2の加熱アセンブリは、少なくとも1つの温度制御シールドによって画定される堆積エリアの終点に直接隣接して位置しているため、基板は、蒸発源アセンブリの堆積エリアを出るときに第2の加熱エリアに直接入る。

【0072】

【0071】図1の例に示すように、第2の加熱アセンブリは、基板を後加熱するように、すなわち、基板が蒸発源アセンブリの堆積エリアを出た後に加熱エリアを提供するように、構成される。第2の加熱アセンブリは、蒸発源アセンブリの堆積エリアの（空間的に）後に、基板搬送方向（D）において基板を加熱するための第2の加熱エリアを提供する。第2の加熱エリアは、蒸発源アセンブリの堆積エリアの終点で基板が出た後に基板を後加熱するための、基板の後加熱エリアとみなされ得る。第2の加熱アセンブリは、堆積エリアの後の急激な温度低下を低減し得る基板上に材料を堆積させた後に、基板の温度を滑らかに、均一に、ゆっくりと、又は徐々に低下させることができる。

20

【0073】

【0072】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができ、図2Aを例示的に参照した実施態様によれば、材料堆積装置200は、少なくとも2つの蒸発源を含み得る蒸発源アセンブリを含み得る。少なくとも2つの蒸発源は、図2Aにおいて矢印Dで示される基板搬送方向に対して並んでもよい。少なくとも2つの蒸発源は、基板搬送方向Dに関して、一列に、例えば、連続的に隣り合って、又は後ろ同士で提供されていてもよい。少なくとも2つの蒸発源は、例えば、図1の例で説明したような、本明細書に記載の蒸発源であり得る。

30

【0074】

【0073】例えば、蒸発源アセンブリは、基板上に材料を堆積させるための第1の堆積エリアを有する第1の蒸発源110と、基板上に材料を堆積させるための第2の堆積エリアを有する第2の蒸発源110とを含み得る。

【0075】

【0074】少なくとも2つの蒸発源110、すなわち第1及び第2の蒸発源は、それぞれ、第1及び第2の堆積エリアを始点と終点との間で範囲を定める少なくとも1つの温度制御シールドを含み得る。また、第1の蒸発源及び第2の蒸発源のそれぞれは、2つの非対称な温度制御シールドを含んでもよいし、又は2つの部分が互いに対して非対称である非対称な温度制御シールドを有していてもよい。本明細書で使用される「非対称」という用語は、2つの温度制御シールド又は温度制御シールドの部分が、形状及びサイズが異なる場合があるという点で理解され得る。さらに、2つの非対称シールド又は2つの部分は、異なる長さを有していてもよいこと、及び2つの非対称シールド又は2つの部分は、共に基板に向かって延びている一方で、異なる方向に延びていてもよいことが理解され得る。非対称温度制御シールドは、少なくとも2つの蒸発源のそれぞれの反対側に配置されている、第1の非対称温度制御シールド214及び第2の非対称温度制御シールド216を含み得る。第1の非対称温度制御シールド214は、直線シールドであってもよく、すなわち、第1の温度制御シールドは、屈曲端部を含まなくてもよい。第1の非対称温度制御シールド214は、蒸発源のそれぞれから外向きに延びていてもよく、すなわち

40

50

、第1の非対称温度制御シールド214は、少なくとも2つの蒸発源の一方の第1の端部と、少なくとも2つの蒸発源の他方の第2の端部とに、又はその逆に配置されていてよく、一方と他方の蒸発源は互いに隣接して配置されていてよい。

【0076】

【00075】第2の非対称温度制御シールド216は、直線部分と屈曲端部とを含み得る。屈曲端部は、基板から離れて、又は他方のシールドに向かって屈曲され得る。隣接する蒸発源の第2の非対称温度制御シールド216の間に、堆積エリアが提供され得る。第1の非対称温度制御シールド216は、蒸発源のそれぞれから内向きに延びていてもよく、すなわち、第2の非対称温度制御シールド216は、少なくとも2つの蒸発源の一方の第2の端部と、少なくとも2つの蒸発源の他方の第1の端部とに、又はその逆に配置されていてもよく、互いに向かって延びてもよい。特に、屈曲端部は、互いに向かって屈曲されてもよく、すなわち、それぞれの直線部分は、基板に向けられていてもよく、それぞれの屈曲端部は、任意選択的に、基板から離れるように向けられていてもよい。例えば、屈曲端部は、第2の非対称温度制御シールドの直線部分に対して角度を持って屈曲されてもよい。

10

【0077】

【00076】図2Aの例では、第1の蒸発源の第1の堆積エリア及び第2の蒸発源の第2の堆積エリアのそれぞれは、第1の非対称温度制御シールド214及び第2の非対称温度制御シールド216が第1の蒸発源及び第2の蒸発源のそれぞれの反対側に配置されることによって範囲を定められ得る。

20

【0078】

【00077】有利には、少なくとも2つの蒸発源の間の上記のようなオープンシールド設計は、真空ポンプを可能にするが、堆積される材料の漂遊コーティングを防ぐことができる。さらに有利には、非対称シールドの配置、特に上記のような2つの第2の非対称温度制御シールドの配置は、活性粒子堆積が行われない2つの蒸発源の間の基板の過剰な冷却を防止する。したがって、蒸発材料によって材料堆積装置中にもたらされる温度は、2つの蒸発源の間でもより均一に分布させることができるため、例えばホイルであり得る基板のしわを効果的に防止又は回避することができる。言い換えれば、通常であれば材料粒子が存在しないか又は少ないため基板が冷却されることになる2つの蒸発源の間の界面を橋渡しすることで、2つの蒸発源の間の速い温度変化による基板へのダメージを与えることなく、均一なコーティングを可能にすることができる。

30

【0079】

【00078】蒸発源アセンブリはまた、基板搬送方向に沿って並ぶことができる2つを超える蒸発源によって形成されてもよいこと、及び蒸発源のそれぞれの間に、オープンシールド設計、すなわち2つの屈曲シールドが互いに向き合った非対称シールド設計が提供され得ることが、理解されたい。2つの蒸発源が並ぶとき、非対称温度制御シールド214が第1の蒸発源の第1の堆積エリアの始点を画定し、第2の蒸発源の非対称温度制御シールド214が第2の蒸発源の第2の堆積エリアの終点を画定し得る点で、拡大した堆積エリアが提供され得る。第1の加熱エリアは、第1の蒸発源の第1の堆積エリアの始点（例えば、図2Aに示すように右側）に直接隣接して位置してもよく、第2の加熱エリアは、第2の蒸発源の第2の堆積エリアの終点（例えば、図2Aに示すように左側）に直接隣接して位置してもよい。第1の加熱エリア及び第2の加熱エリアは、第1の蒸発源及び第2の蒸発源を含む蒸発源アセンブリの反対側に提供することができる。

40

【0080】

【00079】前述のように、図2Aの例における材料堆積装置は、第1の加熱アセンブリ及び第2の加熱アセンブリを含む。第1の加熱アセンブリ及び第2の加熱アセンブリは、蒸発源アセンブリの反対側に提供され得る。本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができるいくつかの実施態様によれば、追加的又は代替的に、例えば、基板に熱負荷をかけずに第1の堆積エリアと第2の堆積の間の推移エリアを低減するために、第1の蒸発源と第2の蒸発源の間に加熱アセンブリを提供することもできる。

50

【0081】

【00080】つまり、第1の加熱アセンブリによって提供された第1の加熱エリアが第1の蒸発源の堆積エリアに直接隣接するように、第1の加熱アセンブリ及び第2の加熱アセンブリが第1の蒸発源の反対側に提供され得るため、基板は、第1の蒸発源の堆積エリアに入る前に第1の加熱エリアを通過するように搬送されることになる、すなわち、第1の加熱エリアが基板のために予加熱され得る。第2の加熱アセンブリによって提供された第2の加熱エリアが第1の蒸発源の堆積エリアに直接隣接するように、さらなる加熱アセンブリが第1の蒸発源の反対側に提供され得るため、基板は、第1の蒸発源の堆積エリアを出た後に第2の加熱エリアを通過するように搬送されることになる、すなわち、第2の加熱エリアが基板のために後加熱され得る。

10

【0082】

【00081】第2の加熱アセンブリによって提供された第2の加熱エリアが第2の蒸発源の堆積エリアに直接隣接するように、第2の加熱アセンブリがさらなる加熱アセンブリの反対側に提供され得るため、基板は、第2の蒸発源の堆積エリアを出た後に第2の加熱エリアを通過するように搬送されることになる、すなわち、第2の加熱エリアが基板のために後加熱され得る。

【0083】

【00082】基板を予加熱及び後加熱するための第1及び第2の加熱アセンブリ（又はそれ以上）を提供することの有益な効果は、図2Bの図において例示的に見ることができる。図2Bは、X軸が秒単位の時間であり、Y軸が℃単位の基板の温度である、2つの温度プロファイルを示す。線234は、基板搬送方向に並んだ2つの蒸発源を有する材料堆積装置の温度プロファイルを示す。この材料堆積装置は、基板を予加熱するため及び基板を後加熱するために蒸発源アセンブリの反対側に加熱アセンブリが提供されておらず、蒸発源の間の温度制御シールドが蒸発源の間で「開放」されていない。実線232は、基板搬送方向に並んだ2つの蒸発源の温度プロファイルを示し、蒸発源アセンブリの反対側に提供された2つの加熱アセンブリは、蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接している。したがって、第1のプラトーに到達する前に、基板は、空間的に第1の加熱エリア、すなわち図2Aに示す右の蒸発源の右側にあると見なすことができる。基板の質量が小さいため、加熱エリアが、基板が堆積エリアに入る前に蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接し、堆積エリアの後に蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して提供されていないとき、基板における温度は揮発的に上昇する。基板が堆積エリアに入るとき、及び基板が蒸発源アセンブリの堆積エリアを通過した後、温度が急速に低下することがある。

20

30

【0084】

【00083】比較すると、堆積エリアに直接隣接する反対側に提供された第1の加熱アセンブリ及び第2の加熱アセンブリを有する蒸発源アセンブリの場合、基板の温度は、ゆっくりと、徐々に又は漸進的に上昇し、且つ／又は中程度のレベルに留まる。蒸発源アセンブリの堆積エリアに入る前と堆積エリアから出た後、特に上記の推移エリア内で、基板のシームレスな温度推移が提供される。

【0085】

【00084】したがって、基板の温度をより一定に、及び中程度に維持することができる。そのため、基板への熱によるダメージを回避又は防止することができる。さらに、時間的な温度変化を少なくすることで、基板のしわや反りを軽減又は防止することができる。

40

【0086】

【00085】本明細書に記載の他の実施態様と組み合わせることができる実施態様によれば、基板上に材料を堆積させるための方法が提供される。動作302では、基板は、基板搬送方向Dに沿って基板搬送デバイス上で搬送され、基板は第1の温度を有する。例えば、最初の基板温度は、RT以下の範囲、例えば、-20℃以下であり得る。動作304では、基板は、少なくとも第1の加熱アセンブリの第1の加熱エリアで第2の温度まで加熱される。第2の温度は、70～160℃の範囲内であり得る。第1の加熱領域は、蒸

50

発源アセンブリの蒸着領域に直接隣接して位置する。動作 306 では、材料が、蒸発源アセンブリの堆積エリアで基板上に堆積する。基板を第 2 の温度に加熱することは、第 1 の加熱アセンブリの第 1 の加熱素子を個別に制御して、第 1 の温度を有する第 1 の加熱ゾーンを提供することと、第 1 の加熱アセンブリの第 2 の加熱素子を個別に制御して、第 1 の温度とは異なる第 2 の温度を有する第 2 の加熱ゾーンを提供することと、第 1 の温度及び第 2 の温度を基板に連続的に適用することによって、基板を第 2 の温度に徐々に加熱することとをさらに含み得る。

【0087】

【0086】本方法は、第 1 の加熱エリアを出るときに基板が堆積エリアに直接入るように、第 1 の加熱エリアを蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接させることをさらに含み得る。

10

【0088】

【0087】本方法は、第 1 の加熱エリアと堆積エリアとの間の基板の温度を、第 1 の温度又は第 2 の温度の少なくとも 50 % に維持することをさらに含み得る。

【0089】

【0088】本方法はまた、第 2 の加熱アセンブリの第 2 の加熱エリアで基板を第 3 の温度に加熱することであって、第 2 の加熱エリアが第 1 の加熱エリアの反対側の蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接して位置する、基板を第 3 の温度に加熱することをさらに含み得る。

【0090】

20

【0089】基板を第 3 の温度に加熱することは、第 2 の加熱アセンブリの第 1 の加熱素子を個別に制御して、第 1 の温度を有する第 1 の加熱ゾーンを提供することと、第 2 の加熱アセンブリの第 2 の加熱素子を個別に制御して、第 1 の温度とは異なる第 2 の温度を有する第 2 の加熱ゾーンを提供することと、第 1 の温度及び第 2 の温度を基板に連続的に適用することによって、基板を第 3 の温度に徐々に加熱することとを含み得る。

【0091】

【0090】また、本方法は、堆積エリアを出るときに基板が第 2 の加熱エリアに直接入るように、第 2 の加熱エリアを蒸発源アセンブリの堆積エリアに直接隣接させることを含み得る。本方法は、堆積エリアと第 2 の加熱との間の基板の温度を、第 1 の温度又は第 2 の温度の少なくとも 50 % に維持することをさらに含み得る。

30

【0092】

【0091】以上の記述は、本開示の実施態様を対象としているが、本開示の基本的な範囲から逸脱することなく、本開示の他の実施態様及びさらなる実施態様が考案されてよく、本開示の範囲は、下記の特許請求の範囲によって決定される。

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2021/045261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
C23C 14/56(2006.01)i; C23C 14/54(2006.01)i; C23C 14/24(2006.01)i; C23C 14/02(2006.01)i; C23C 14/58(2006.01)i; C23C 16/54(2006.01)i; C23C 16/46(2006.01)i; C23C 16/02(2006.01)i; C23C 16/56(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C23C 14/56(2006.01); C23C 14/04(2006.01); C23C 14/14(2006.01); C23C 14/24(2006.01); C23C 14/28(2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: deposition, evaporated material, transportation, heating, shield, control, roll to roll, pre-heat, post-heat, evaporation source		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-226877 A (TOSHIBA CORP.) 25 August 1998 (1998-08-25) paragraphs [0029]-[0030], [0042]-[0043], [0045], [0049]-[0051] and figures 1, 7	1,4-5,9,11-16
Y		2-3,6-8,10,17-19
Y	US 2003-0145792 A1 (HONDA et al.) 07 August 2003 (2003-08-07) paragraphs [0117], [0126] and figure 3	2-3,6-8,10,17-19
A	US 2005-0008778 A1 (UTSUGI et al.) 13 January 2005 (2005-01-13) paragraphs [0043]-[0048] and figures 1, 3	1-19
A	CN 102766843 A (ETANSI INC.) 07 November 2012 (2012-11-07) claim 1 and figure 1	1-19
A	JP 11-323535 A (TORAY IND., INC.) 26 November 1999 (1999-11-26) paragraphs [0044]-[0059] and figure 1	1-19
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 December 2021		Date of mailing of the international search report 03 December 2021
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea		Authorized officer LEE, Eon Su
Facsimile No. +82-42-481-8578		Telephone No. +82-42-481-8539

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2019)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2021/045261

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	10-226877	A	25 August 1998	None			
US	2003-0145792	A1	07 August 2003	CN	1166810	C	15 September 2004
				CN	1177652	A	01 April 1998
				CN	1314014	C	02 May 2007
				CN	1591604	A	09 March 2005
				EP	0808667	A2	26 November 1997
				EP	0808667	A3	16 December 1998
				EP	0808667	B1	11 May 2011
				EP	1473723	A2	03 November 2004
				EP	1473723	A3	10 October 2007
				JP	09-310172	A	02 December 1997
				JP	10-251833	A	22 September 1998
				JP	10-278171	A	20 October 1998
				JP	11-209870	A	03 August 1999
				JP	2004-335079	A	25 November 2004
				JP	2008-293651	A	04 December 2008
				JP	2010-272206	A	02 December 2010
				JP	3398563	B2	21 April 2003
				JP	3485297	B2	13 January 2004
				JP	3500395	B2	23 February 2004
				JP	4633831	B2	16 February 2011
				JP	4870833	B2	08 February 2012
				KR	10-0292099	B1	01 June 2001
				KR	10-0330111	B1	27 November 2002
				KR	10-1033795	B1	13 May 2011
				KR	10-1033799	B1	13 May 2011
				KR	10-1049695	B1	19 July 2011
				KR	10-1997-0077147	A	12 December 1997
				KR	10-2004-0088988	A	20 October 2004
				KR	10-2009-0045180	A	07 May 2009
				KR	10-2010-0134542	A	23 December 2010
				MY	119154	A	30 April 2005
				MY	139695	A	30 October 2009
				MY	143286	A	15 April 2011
				TW	448236	B	01 August 2001
				US	2003-0148038	A1	07 August 2003
				US	2003-0157742	A1	21 August 2003
				US	2005-0078579	A1	14 April 2005
				US	2006-0067189	A1	30 March 2006
				US	2008-0165651	A1	10 July 2008
				US	2009-0103412	A1	23 April 2009
				US	2010-0192858	A1	05 August 2010
				US	6153259	A	28 November 2000
				US	6488985	B1	03 December 2002
				US	6602559	B1	05 August 2003
				US	6714401	B2	30 March 2004
				US	6942903	B2	13 September 2005
				US	7038869	B2	02 May 2006
				US	7417815	B2	26 August 2008
				US	7453658	B2	18 November 2008

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2019)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2021/045261

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)			Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)		
							US	8018810	B2	13 September 2011		
							US	8480804	B2	09 July 2013		
US	2005-0008778	A1	13 January 2005				CN	1332060	C	15 August 2007		
							CN	1578847	A	09 February 2005		
							JP	2003-162999	A	06 June 2003		
							JP	4336869	B2	30 September 2009		
							KR	10-0620664	B1	13 September 2006		
							KR	10-2004-0063916	A	14 July 2004		
							US	7462244	B2	09 December 2008		
							WO	03-046246	A1	05 June 2003		
CN	102766843	A	07 November 2012				TW	201245478	A	16 November 2012		
							US	2012-0282401	A1	08 November 2012		
JP	11-323535	A	26 November 1999				JP	3861457	B2	20 December 2006		

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,K
E,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,N
G,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ハーナウアーシュトラッセ 2 6

(72)発明者 バンゲルト, シュテファン
ドイツ国 シュタイナウ 3 6 3 9 6, ザイデンレーターシュトラッセ 6

(72)発明者 ブッシュベック, ヴォルフガング
ドイツ国 6 3 4 5 4 ハーナウ, バウムヴェーク 3 7

Fターム(参考) 4K029 AA02 AA25 BA02 BA21 BA42 CA01 DA08 DB14 JA10 KA03