

KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,
TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(V0), through an injection region (R1) of a thin film formation nozzle (1) by means of a substrate movement mechanism (8). The conveyance operation includes a cyclic conveyance processing in which, of the substrate loading stages (3A and 3B), the substrate loading stage (3) of which all the loaded substrates (10) have passed through the injection region (R1) is cyclically arranged, at a cyclic speed, behind the other substrate loading stage (3).

(57) 要約：本発明は、装置コストを最小限に抑えつつ、成膜対象の基板に反りや割れが発生する現象を効果的に抑制しつつ、高い処理能力を発揮できる成膜装置を提供することを目的とする。そして、本発明は、各々が基板（10）を載置し、載置した基板を吸着する吸着機構（31）及び載置した基板を加熱する加熱機構（32）を有する基板積載ステージ（3A及び3B）を有する。基板積載ステージ（3A及び3B）に対し、基板移動機構（8）によって、薄膜形成ノズル（1）の噴射領域（R1）内を速度（V0）で順次通過する搬送動作が実行される。上記搬送動作は、基板積載ステージ（3A及び3B）のうち、載置した全ての基板（10）が噴射領域（R1）を通過した一方の基板載置ステージ（3）を、巡回速度で他方の基板載置ステージ（3）の後方に巡回配置させる巡回搬送処理を含んでいる。

明 細 書

発明の名称：成膜装置

技術分野

[0001] この発明は、太陽電池、電子デバイス等に用いられ、基板上に薄膜を成膜する成膜装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、基板を搬送しながら基板全面に薄膜を形成する成膜装置では、高い処理能力（スループット）を実現するためには、成膜処理対象となる基板を時間的隙間なく連続的に成膜処理環境下に搬送することが必要であった。

[0003] このため、基板の搬送を行う従来の成膜装置は、複数の基板をコンベア等で搬送し、成膜処理中や搬送中に別途設けられた加熱機構によって加熱処理を行いながら基板上に薄膜を成膜するのが一般的であった。このような成膜装置として例えば特許文献１に開示されたトレイ式インライン成膜装置が挙げられ、上記成膜装置は基板を積載したトレイをローラコンベアで搬送している。基板をローラコンベアで搬送している他の成膜装置として特許文献２で開示されたスパッタリング装置がある。

[0004] また、加熱機構を有しつつ基板を積載するヒータブロックを多数具備し、それらを循環させている半導体製造装置が例えば特許文献３に開示されている。この半導体製造装置は多数のヒータブロックを循環させることにより、高い処理能力を測りながら、比較的緩やかに加熱処理を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開平９－２７９３４１号公報

特許文献２：国際公開第２０１３／１８３２０２号

特許文献３：特開昭６３－１６６２１７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献１で開示された成膜装置においては、基板はトレイに自重で積載しているだけであるため、この状態で成膜処理中に基板（及びトレイ）を急速に加熱すると、基板における（上面と下面との）温度勾配が大きくなり、基板に反りや割れが発生してしまう問題点があった。また、特許文献２に開示されたスパッタリング装置では加熱機構に対する開示がなく、加熱処理を必要とする成膜装置としては不適であった。

[0007] また、特許文献３で開示された半導体製造装置では、ヒータブロックを連続的にガス供給ノズル下に搬送する必要性から、多数（図１から８個以上）のヒータブロックを具備する必要となり、さらに、多数のヒータブロック用の電源配線や真空配管の接続が複雑になる分、装置コストが高くなるという問題点があった。また、ヒータブロックの数を増加させると成膜処理時間が必要以上に長くなって成膜時における処理能力の低下を招く懸念があった。

[0008] 加えて、ヒータブロック上に基板（ウェハ）を単純に載置した状態で加熱処理を行っているため、基板内に温度勾配が生じると直ちに基板に反りや割れが発生してしまうという問題点があった。基板に反りや割れが発生すると、基板の平面度が崩れ成膜品質の均一性が悪化する問題点を誘発することになる。

[0009] 本発明では、上記のような問題点を解決し、装置コストを最小限に抑えつつ、成膜対象の基板に反りや割れが発生する現象を効果的に抑制した、高い処理能力を発揮できる成膜装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] この発明に係る成膜装置は、各々が基板を載置し、載置した基板を吸着する吸着機構及び載置した基板を加熱する加熱機構を有する第１及び第２の基板載置部と、成膜処理領域内の基板載置部に載置された基板に対して薄膜を成膜する成膜処理を実行する成膜処理実行部と、前記第１及び第２の基板載置部を移動させて前記成膜処理領域内を成膜時移動速度で順次通過させる搬送動作を実行する基板載置部移載装置とを備え、前記搬送動作は、前記第１及び第２の基板載置部のうち、載置した基板が全て前記成膜処理領域を通過

した基板載置部である一方の基板載置部を、巡回速度で他方の基板載置部の後方に巡回配置させる巡回搬送処理を含むことを特徴としている。

発明の効果

[0011] この発明における成膜装置の第1及び第2の基板載置部はそれぞれ吸着機構及び加熱機構を有しており、各基板載置部が成膜処理領域に達するまでの準備期間に載置した基板を吸着しつつ加熱することができるため、基板を急速に加熱する必要性がなく、吸着機構により基板を吸着した状態で加熱処理を実行することができるため、加熱処理時に基板内の温度勾配によって反りが発生する現象を効果的に抑制することができる。

[0012] 加えて、基板載置部移載装置は、成膜処理領域を通過した基板載置部である一方の基板載置部を、巡回速度で他方の基板配置部の後方に巡回配置させる巡回搬送処理を実行することにより、第1及び第2の基板載置部を巡回させながら、第1及び第2の基板載置部を効率的に移動させて成膜処理領域を順次通過させることができるため、成膜処理における処理能力の向上を図ることができる。

[0013] さらに、本願発明の成膜装置は、基板載置部の数を必要最小限の2つの基板載置部（第1及び第2の基板積載部）としているため、装置コストを最小限に抑えることができる。

[0014] この発明の目的、特徴、局面、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]この発明に実施の形態である成膜装置の概略構成を示す説明図である。

[図2]基板移載機構及びその周辺を模式的に示す断面図である。

[図3]本実施の形態の成膜装置による2つの基板積載ステージの搬送動作を示す説明図（その1）である。

[図4]本実施の形態の成膜装置による2つの基板積載ステージの搬送動作を示す説明図（その2）である。

[図5]本実施の形態の成膜装置による2つの基板積載ステージの搬送動作を示

す説明図（その３）である。

[図6]本実施の形態の成膜装置による２つの基板積載ステージの搬送動作を示す説明図（その４）である。

[図7]本実施の形態の成膜装置による２つの基板積載ステージの搬送動作を示す説明図（その５）である。

[図8]本実施の形態の成膜装置による２つの基板積載ステージの搬送動作を示す説明図（その６）である。

[図9]本実施の形態の成膜装置による２つの基板積載ステージの搬送動作を示す説明図（その７）である。

[図10]従来の成膜装置の構成を模式的に示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0016] 図１はこの発明に実施の形態である成膜装置の概略構成を示す説明図である。同図に示すように、基板積載ステージ３Ａ及び３Ｂ（第１及び第２の基板載置部）はそれぞれ上面に複数の基板１０を載置している。なお、図１及び以降で示す図２～図１０にはＸＹＺ直交座標系を示している。

[0017] 基板積載ステージ３Ａ及び３Ｂはそれぞれ真空吸着による吸着機構３１を有し、この吸着機構３１により、載置した複数の基板１０それぞれの下面全体を、基板積載ステージ３Ａ及び３Ｂそれぞれの上面上に吸着することができる。さらに、基板積載ステージ３Ａ及び３Ｂはそれぞれ吸着機構３１の下方に加熱機構３２が設けられており、この加熱機構３２により上面に載置した複数の基板１０に対する加熱処理を実行することができる。

[0018] 以下、基板積載ステージ３Ａ及び３Ｂを総称し「基板積載ステージ３」と称して説明する場合がある。

[0019] 成膜処理実行部として機能する薄膜形成ノズル１（ミスト噴射部）は噴射面１Ｓに設けられた噴射口から下方に原料ミストＭＴを噴射することにより、噴射領域Ｒ１（成膜処理領域）内の基板積載ステージ３の上面に載置された基板１０上に薄膜を成膜する成膜処理を実行する。この際、噴射領域Ｒ１内における噴射面１Ｓと基板１０との（Ｚ方向に沿った垂直）距離であるミ

スト噴射距離D1は1mm以上30mm以下に設定される。なお、噴射領域R1の周辺は図示しないチャンバ等で覆われているのが一般的である。

[0020] なお、成膜処理及びその前後の期間で基板積載ステージ3の加熱機構32による加熱処理が併せて実行される。本実施の形態では、加熱機構32による加熱処理時における加熱温度として400℃程度としている。

[0021] なお、原料ミストMTは原料溶液をミスト化して得られるミストであり、原料ミストMTを大気中に噴射することができる。

[0022] 基板積載ステージ3A及び3Bは後述する基板移載機構8（基板載置部移載装置）によって搬送される。基板移載機構8は基板積載ステージ3A及び3Bを移動させて噴射領域R1内を速度V0（成膜時移動速度）で順次通過させる搬送動作を実行する。

[0023] 上記搬送動作は、基板積載ステージ3A及び3Bのうち、載置した全ての基板10が噴射領域R1を通過した基板載置部である一方の基板載置ステージ（例えば、基板積載ステージ3A）を、巡回速度で他方の基板載置ステージ（例えば、基板積載ステージ3B）の後方に巡回配置させる巡回搬送処理を含んでいる。

[0024] なお、薄膜形成ノズル1の上流側に設けられた基板投入部5は成膜処理前の基板10を上部に載置しており、後述する吸着把持器4Aによる基板投入動作M5によって、基板投入部5上の基板10が基板積載ステージ3の上面上に配置される。

[0025] また、薄膜形成ノズル1の下流側に基板取出部6が設けられており、後述する吸着把持器4B（第2の把持器）による基板取出動作M6によって、基板積載ステージ3上の成膜処理後の基板10が基板取出部6上に配置される。

[0026] なお、本明細書において、薄膜形成ノズル1に対して、基板積載ステージ3A及び3Bが噴射領域R1を通過する際の搬送方向（+X方向）側を下流側とし、搬送方向と反対方向となる反搬送方向（-X方向）側を上流側としている。

[0027] 図2は図1のA-A断面における基板移載機構8及びその周辺を模式的に示す断面図である。支持板85上に設けられた基板移載機構8は、互いに独立した動作する一方移載機構8L及び他方移載機構8Rの組み合わせにより構成され、他方移載機構8Rは基板積載ステージ3Aの搬送用に設けられ、一方移載機構8Lは基板積載ステージ3Bの搬送用に設けられる。なお、支持板85は基板投入部5による搬送動作が必要なXY平面で規定される搬送平面領域を少なくとも含んだ平面形状を呈している。

[0028] 一方移載機構8Lは昇降機構81及び横行機構82により構成される。横行機構82は断面視L字状の支持部材82sと、支持部材82sの水平板82sh（L字の横棒部分）の下面に設けられた移動機構82mとにより構成される。移動機構82mは例えば直動ガイドと動力伝達ネジで構成されており、モータの駆動力によって支持板85上をX方向に沿って移動可能に設けられる。

[0029] 昇降機構81は昇降部材81m及び昇降軸81xより構成され、昇降軸81xは支持部材82sの垂直板82sv（L字の縦棒部分）に固着して立設され、昇降部材81mは昇降軸81xに対し昇降自在に取り付けられている。そして、昇降部材81mに連結してステージ固定部材80が設けられ、ステージ固定部材80の上面上に基板積載ステージ3Bの下面が固定される。

[0030] なお、昇降部材81mの昇降動作は、例えば、図示しない回転駆動部の回転駆動力を、昇降軸81x内に設けられ昇降部材81mに連結された図示しないチェーン等の伝達機構に上下運動として伝達する態様が考えられる。その結果、上述した伝達機構の上下運動によって昇降部材81mの昇降動作を実現することができる。

[0031] したがって、一方移載機構8Lは、移動機構82mのX方向（+X方向あるいは-X方向）に沿った横行動作により、基板積載ステージ3Bを搬送方向（+X方向）に沿って移動させたり、反搬送方向（-X方向）に沿って移動させたりすることができる。

[0032] さらに、一方移載機構8Lは、昇降部材81mのZ方向（+Z方向あるい

は-Z方向)に沿った昇降動作により、基板積載ステージ3Bを上昇及び下降させることができる。

[0033] 他方移載機構8Rは図2のZX平面に対して一方移載機構8Lと対称に設けられ、一方移載機構8Lと等価な構成を有している。したがって、他方移載機構8Rは、一方移載機構8Lと同様に、横行機構82の横行動作によって基板積載ステージ3Aを搬送方向及び反搬送方向に沿って移動させたり、昇降機構81の昇降動作によって基板積載ステージ3Aを上昇及び下降させたりすることができる。なお、上述した移載機構8L及び8Rの横行動作及び昇降動作によって、基板積載ステージ3A及び3BのY方向における位置は変化しない。

[0034] このように、一方移載機構8L及び他方移載機構8Rは、支持部材82sの垂直板82sv及び昇降軸81xのY方向の形成位置が互いに異なるものの、共に片持ち支持構造によって、基板積載ステージ3B及び基板積載ステージ3Aを支持しているため、上述した横行動作及び昇降動作を適切に組み合わせることにより、基板積載ステージ3A及び3B間で干渉を生じさせることなく、互いに独立した搬送動作(巡回搬送処理を含む)を実行することができる。

[0035] なお、図2に示す例では、基板積載ステージ3上においてY方向に沿って2個の基板10が載置可能な構成を示している。

[0036] 図3～図9は本実施の形態の成膜装置による基板積載ステージ3A及び3Bの搬送動作を示す説明図である。なお、搬送動作は図2で示した基板移載機構8(一方移載機構8L+他方移載機構8R)によって行われる。

[0037] 図3に示すように、移載機構8R及び8Lの横行動作によって、基板積載ステージ3A及び3Bは共に速度V0で搬送方向(+X方向)に搬送されており、噴射領域R1にある基板積載ステージ3A及び3Bの上面上の基板10に対して原料ミストMTが噴射され、当該基板10の上面に薄膜を成膜する成膜処理が実行される。なお、図3及び以降の図4～図9において、噴射領域R1よりさらに上流側の領域を成膜準備領域R2とする。

[0038] 図3で示す状態は、基板積載ステージ3Aの最後尾の基板10xと、基板積載ステージ3Bの最前部の基板10yが共に噴射領域R1に存在しており、基板積載ステージ3Bの上面上において基板10yより上流側の基板10は成膜準備領域R2に存在し、成膜処理前の状態である。

[0039] ただし、基板積載ステージ3Bは加熱機構32を有しているため、基板10が成膜準備領域R2に存在する状況下においても加熱処理を実行することができ、この際、吸着機構31により基板10の下面全体が基板積載ステージ3Bの上面上に吸着されているため、加熱処理によって基板10に多少の温度勾配が生じて、基板10に反りや割れが生じることはない。

[0040] なお、基板投入部5上に載置された成膜処理前の基板10は吸着把持器4A（第1の把持器）による基板投入動作M5によって、適宜、基板積載ステージ3Bの上面上（成膜準備領域R2に存在）に配置され、吸着把持器4Bによる基板取出動作M6によって、基板積載ステージ3A上において、噴射領域R1を通過した成膜処理後の基板10が基板取出部6上に配置される。

[0041] 以下、基板投入動作M5について詳述する。まず、吸着把持器4A（第1の把持器）は吸着機構41Aにより基板投入部5の上部に載置された基板10を吸着し把持する。そして、基板10を把持した状態で吸着把持器4Aを基板積載ステージ3の基板が載置されていない基板未載領域の上方（吸着機構41Aによる基板10の吸着を解放することによって基板積載ステージ3の上面上に基板10を載置可能な位置）に移動させる。そして、この状態で吸着把持器4Aの吸着機構41Aによる基板10の把持状態を解放する基板解放処理を実行し、基板積載ステージ3の上記基板未載領域上に基板10を配置する。以上の動作が基板投入動作M5である。なお、吸着機構41Aは真空吸着によって基板10を吸着し、基板解放処理は吸着機構41Aから解放用ガスを基板に吹き出すことにより行われる。

[0042] 次に、基板取出動作M6について詳述する。まず、噴射領域R1を通過した成膜処理後の基板10の上方に吸着把持器4B（第2の把持器）を移動させ、この状態で吸着機構41Bにより基板積載ステージ3上の基板10の上

面を把持面 4 1 S で吸着して把持する。そして、基板 1 0 を把持した状態で吸着把持器 4 B を基板取出部 6 の基板が載置されていない基板未載領域の上方（吸着機構 4 1 B による基板 1 0 の吸着が可能な位置）に移動させ、この状態で吸着把持器 4 B の吸着機構 4 1 B による把持面 4 1 S での基板 1 0 の把持状態を解放する基板解放処理を実行し、基板取出部 6 の上記基板未載領域上に基板 1 0 を配置する。以上の動作が基板取出動作 M 6 である。なお、吸着機構 4 1 B は真空吸着によって基板 1 0 を吸着し、基板解放処理は吸着機構 4 1 B から解放用ガスを基板の上面に吹き出すことにより行われる。

[0043] その後、図 4 に示すように、基板積載ステージ 3 A の上面上の最後尾の基板 1 0 x が噴射領域 R 1 を通過すると、基板積載ステージ 3 A の上面上に載置した全ての基板 1 0 が噴射領域 R 1 を通過したことになる。

[0044] この状態の基板積載ステージ 3 A に対し、速度 V 1 ~ V 5 （巡回速度）による巡回搬送処理が実行される。まず、他方移載機構 8 R は横行動作による搬送速度を速度 V 0 から速度 V 1 ($> V 0$) に上昇させる。この際、基板積載ステージ 3 A の上面上の全ての基板 1 0 が吸着把持器 4 B による基板取出動作 M 6 によって基板取出部 6 上に移動される。

[0045] 一方、基板積載ステージ 3 B は、一方移載機構 8 L の横行動作によって、速度 V 0 の搬送速度を維持する。

[0046] その後、図 5 に示すように、基板積載ステージ 3 A の上面上の基板 1 0 が全て取り出された後、他方移載機構 8 R は横行動作から昇降動作に切り替え、基板積載ステージ 3 A を速度 V 2 ($> V 0$) で下降させる。一方、噴射領域 R 1 内に基板 1 0 が存在する基板積載ステージ 3 B は、一方移載機構 8 L の横行動作によって速度 V 0 で搬送方向に沿って搬送される。

[0047] その後、図 6 に示すように、基板積載ステージ 3 A を下降させることにより、基板積載ステージ 3 A 及び 3 B 間に Z 方向において互いに干渉しない高低差を設けた後、他方移載機構 8 R は昇降動作から横行動作に切り替える。

[0048] そして、他方移載機構 8 R の横行動作によって、基板積載ステージ 3 A を速度 V 3 ($> V 0$) で反搬送方向（-X 方向）に沿って水平移動させる。一

方、噴射領域 R 1 内に基板 1 0 が存在する基板積載ステージ 3 B は速度 V 0 で搬送方向に沿った搬送が維持される。

[0049] その後、図 7 に示すように、基板積載ステージ 3 B と X 方向において干渉しない上流側に基板積載ステージ 3 A を水平移動させた後、他方移載機構 8 R は横行動作から昇降動作に切り替える。

[0050] そして、他方移載機構 8 R の昇降動作によって、基板積載ステージ 3 A を速度 V 4 ($> V 0$) で上昇させる。一方、噴射領域 R 1 内に基板 1 0 が存在する基板積載ステージ 3 B は速度 V 0 で搬送方向に沿って搬送が維持される。

[0051] 次に、図 8 に示すように、基板積載ステージ 3 A が基板積載ステージ 3 B と同一高さに達した後、他方移載機構 8 R は昇降動作から横行動作に切り替える。

[0052] そして、他方移載機構 8 R の横行動作によって、基板積載ステージ 3 A を速度 V 5 ($> V 0$) で搬送方向に沿って搬送させる。この際、吸着把持器 4 A による基板投入動作 M 5 によって、適宜、基板積載ステージ 3 A の上面上に成膜処理前の基板 1 0 を配置させる。一方、噴射領域 R 1 内に基板 1 0 が存在する基板積載ステージ 3 B は速度 V 0 で搬送方向に沿った搬送が維持される。

[0053] その後、図 9 に示すように、基板積載ステージ 3 A が基板積載ステージ 3 B の後方に必要最小限の間隔を隔てて配置されると巡回搬送処理が完了する。

[0054] このように、巡回搬送処理は、速度 V 1 の + X 方向移動（搬送方向への水平移動）、速度 V 2 の - Z 方向移動（下降移動）、速度 V 3 の - X 方向移動（反搬送方向への水平移動）、速度 V 4 の + Z 方向移動（上昇移動）及び速度 V 5 の + X 方向の移動（搬送方向への水平移動）の組み合わせによって実行され、基板積載ステージ 3 B（他方の基板載置部）の上面上の複数の基板 1 0 が全て噴射領域 R 1 を通過するまでに完了する。

[0055] 巡回搬送処理が完了した基板積載ステージ 3 A に対し、他方移載機構 8 R

は横行動作による搬送速度を速度V5から速度V0に下降させる。

[0056] その結果、基板積載ステージ3Aは速度V0（成膜時移動速度）で搬送方向に沿って搬送される。以降、基板積載ステージ3Aに基板10を載置する必要がある場合、吸着把持器4Aによる基板投入動作M5によって、適宜、基板積載ステージ3Aの上面上（成膜準備領域R2内に存在）に成膜処理前の基板10が配置される。

[0057] 一方、噴射領域R1内に一部が存在する基板積載ステージ3Bは速度V0で搬送方向に沿って搬送される。

[0058] 以降、基板積載ステージ3Bの上面上の全ての基板10が噴射領域R1を通過した後、基板積載ステージ3Bに対し、図4～図9で示した基板積載ステージ3Aと同様に巡回搬送処理が実行される。この際、基板積載ステージ3Aは搬送方向に沿って速度V0で搬送される。

[0059] このように、移載機構8L及び8Rからなる基板移載機構8によって、2つの基板積載ステージ3A及び3Bを順次巡回させながら、噴射領域R1内に常に成膜処理前の基板10が存在するように、基板積載ステージ3A及び3Bに対する搬送動作（巡回搬送処理を含む）が実行される。

[0060] 本実施の形態の成膜装置における基板積載ステージ3A及び3B（第1及び第2の基板載置部）はそれぞれ吸着機構31及び加熱機構32を有しており、基板積載ステージ3A及び3Bがそれぞれ噴射領域R1（成膜処理領域）に達するまでの、成膜準備領域R2に存在する準備期間に載置した成膜処理前の基板10を加熱することにより基板10を急速に加熱する必要性をなくしている。加えて、基板積載ステージ3が内蔵する吸着機構31により基板10の下面を吸着した状態で加熱処理を実行している。その結果、本実施の形態の成膜装置は、加熱処理時に基板10内に発生する温度勾配を低く抑え、さらに、吸着状態で基板10を加熱することによって、基板10に反りや割れが発生する現象を効果的に抑制することができる。

[0061] 加えて、移載機構8L及び8Rからなる基板移載機構8（基板載置部移載装置）は、噴射領域R1を通過した一方の基板積載ステージ3（図3～図9

の基板積載ステージ 3 A) を、巡回速度 $V_1 \sim V_5$ で他方の基板積載ステージ 3 (図 3 ~ 図 9 の基板積載ステージ 3 B) の後方に配置させる巡回搬送処理を実行している。その結果、基板積載ステージ 3 A 及び 3 B を巡回させながら、基板積載ステージ 3 A 及び 3 B を効率的に移動させて、載置した基板 10 を噴射領域 R 1 内に順次通過させることができるため、成膜処理における処理能力の向上を図ることができる。

[0062] さらに、本実施の形態では、各々が吸着機構 31 及び加熱機構 32 を有する基板積載ステージ 3 の数を必要最小限の 2 つ (基板積載ステージ 3 A 及び 3 B) に抑えており、基板移載機構 8 は基板積載ステージ 3 A 及び 3 B それぞれを独立に移動させる移載機構 8 R 及び 8 L からなる比較的簡単な構成で実現できる。したがって、本実施の形態の成膜装置は装置コストを最小限に抑えることができる。

[0063] 図 10 は複数の基板 10 を従来のコンベア 53 による搬送処理で行った場合の従来の成膜装置の構成を模式的に示す説明図である。

[0064] 同図に示すように、ローラ 51 及びベルト 52 からなるコンベア 53 によってベルト 52 上の複数の基板 10 を搬送方向 (X 方向) に沿って搬送している。従来の成膜装置では、ベルト 52 の下方に 3 台の加熱ステージ 50 A ~ 50 C を設けることにより、ベルト 52 を介して基板 10 を加熱する加熱処理を行っている。

[0065] また、本実施の形態と同様、薄膜形成ノズル 1 から原料ミスト MT を噴射領域 R 1 内で噴射させ、上流側の基板投入部 5 上の基板 10 を基板投入動作 M5 によりベルト 52 上に載置し、噴射領域 R 1 を通過後のベルト 52 上の基板 10 は基板取出動作 M6 により下流側の基板取出部 6 上に取り出される。

[0066] 従来の成膜装置において、コンベア 53 により複数の基板 10 が順次、噴射領域 R 1 を通過させることができ、3 台の加熱ステージ 50 A ~ 50 C を設けることにより、成膜処理前、成膜処理中、成膜処理後における比較的長期間の基板 10 に対する加熱処理を可能にしている。

- [0067] しかしながら、図10で示した従来の成膜装置はベルト52上に基板10を載置しているにすぎないため、加熱ステージ50A～50Cによる加熱処理時に、基板10内に温度勾配が発生すると反りが発生するという問題点がある。
- [0068] さらに、基板10に対する長期間の加熱処理を実現するために、比較的大きな加熱ステージ50A～50Cを3つも設ける必要があり、装置コストが高くなるという問題点もある。
- [0069] このように、本実施の形態の成膜装置は、装置コストを最小限に抑えつつ、成膜対象の基板10に反りや割れを発生させることなく、高い処理能力を発揮できるという、従来の成膜装置から達成不可能な効果を奏している。
- [0070] また、実施の形態の成膜装置は、巡回速度V1～V5を成膜時移動速度V0より高速にすることにより、巡回搬送処理により、一方の基板積載ステージ3を速やかに他方の基板積載ステージ3の後方に配置させることができる。上記効果は、少なくとも巡回速度V1～V5全体の平均値を成膜時移動速度V0より高速にすることにより達成することができる。
- [0071] 以下、速度V0と巡回速度V1～V5について詳述する。ここで、速度V0～V5と関連がある距離L0～L5について説明する。
- [0072] 図4に示すように、搬送方向（X方向）における基板積載ステージ3の形成長SL3から噴射領域R1の長さを差し引いた距離を距離L0とし、基板積載ステージ3Aが速度V1の搬送方向への水平移動動作を行う前後における水平距離を距離L1とする。
- [0073] また、図5に示すように、基板積載ステージ3Aが速度V2の下降動作を行う前後における高低差を距離L2とする。さらに、図6に示すように、基板積載ステージ3Aが速度V3の反搬送方向への水平移動動作を行う前後における水平距離を距離L3とする。
- [0074] さらに、図7に示すように、基板積載ステージ3Aが速度V4の上昇動作を行う前後における高低差を距離L4とし、図9に示すように、基板積載ステージ3Aが速度V5の水平移動動作を行う前後における水平距離を距離L

5とする。

[0075] したがって、図3～図9で示した実施の形態の成膜装置の動作例において、基板積載ステージ3B（他方の基板載置部）に載置した全ての基板10が成膜処理領域である噴射領域R1を通過するまでに、基板積載ステージ3A（一方の基板載置部）の巡回搬送処理が完了するためには、以下の式(1)を満足する必要がある。

$$[0076] \quad L_0 / V_0 \geq L_1 / V_1 + L_2 / V_2 + L_3 / V_3 + L_4 / V_4 + L_5 / V_5 \dots (1)$$

この際、距離 L_0 は、噴射領域R1が予め決定されている場合、基板積載ステージ3の搬送方向への形成長 $S L_3$ によって決定する。そして、基板積載ステージ3の形成長 $S L_3$ によって上面上に載置する基板10の数（基板載置枚数）が決定する。

[0077] また、距離 $L_1 \sim L_5$ 、速度 $V_0 \sim V_5$ を成膜処理時間、成膜装置の規模等を鑑みて、予め設定されている場合、式(1)を満足する最小の形成長 $S L_3$ の基板積載ステージ3の上面上に最大載置可能な基板10の数が最適基板載置枚数となる。

[0078] 例えば、156mm角形の矩形状の基板10を使用する際、式(1)を満足するX方向に沿った最小の形成長 $S L_3$ が800mmであったとすると、X方向の形成長 $S L_3$ が800mmの基板積載ステージ3上にX方向に沿って5個の基板10を載置することができるため、図2で示したようにY方向に沿って2個の基板10が載置可能な場合、10個（ 5×2 ）が最適基板載置枚数となる。

[0079] このように、本実施の形態の成膜装置の基板積載ステージ3A及び3B（第1及び第2の基板載置部）はそれぞれ上記最適基板載置枚数（所定数）の基板10を搭載している。すなわち、最適基板載置枚数は、他方の基板載置部（図3～図9の基板積載ステージ3B）の全ての基板10が成膜処理領域である噴射領域R1を通過するまでに、一方の基板載置部（図3～図9の基板積載ステージ3A）の巡回搬送処理が完了するように、設定されている。

[0080] 実施の形態は、上記最適基板載置枚数の基板 10 を基板積載ステージ 3 A 及び 3 B それぞれの上面上に配置することにより、搬送動作によって基板積載ステージ 3 A 及び 3 B の上面上に載置した基板 10 を連続的に噴射領域 R 1 に到達させることができるため、成膜処理における処理能力の向上を最大限に発揮することができる。

[0081] また、基板 10 としてシリコン基板が考えられる。この場合、本実施の形態の成膜装置は、成膜処理時にシリコン基板内の温度勾配によって反りが発生する現象を効果的に抑制することができる。

[0082] 本実施の形態では、成膜処理実行部として薄膜形成ノズル 1（ミスト噴射部）を用い、成膜処理領域を噴射領域 R 1 としている。

[0083] このため、実施の形態の成膜装置は、原料ミスト M T の噴射による成膜処理時に基板 10 内の温度勾配によって反りが発生する現象を効果的に抑制し、かつ、原料ミスト M T の噴射による成膜処理における処理能力の向上を図ることができる。

[0084] 本実施の形態では、薄膜形成ノズル 1 から原料ミストを噴射するミスト噴出口が形成される噴射面 1 S と（基板積載ステージ 3 A 及び 3 B に載置された）基板 10 の上面との噴射領域 R 1 内における垂直距離であるミスト噴射距離 D 1（図 1 参照）が、1 mm 以上 30 mm 以下に設定されている。

[0085] このように、本実施の形態の成膜装置は、薄膜形成ノズル 1 のミスト噴射距離 D 1 を 1 mm 以上 30 mm 以下に設定することにより、原料ミスト M T の噴射による成膜処理をより精度よく行うことができる。

[0086] <その他>

なお、本実施の形態では、基板載置部として 2 つの基板積載ステージ 3 A 及び 3 B を示したが、移載機構 8 L 及び 8 R にそれぞれ 2 つの基板積載ステージ 3 を設ける等の改良により、4 つ以上の基板積載ステージ 3 を用いて成膜装置を実現することも可能である。ただし、本実施の形態のように、2 つの基板積載ステージ 3 A 及び 3 B のみで成膜装置を実現する方が、基板積載ステージ 3 の数を最小限に抑え、基板載置部移載装置である基板移載機構 8

の構成の簡略化、巡回搬送処理の制御内容の容易性等、装置コスト面で優れている。

[0087] なお、吸着把持器 4 A 及び 4 B それぞれに加熱機構を持たせ、基板投入動作 M 5 及び基板取出動作 M 6 中においても基板 1 0 に対する加熱処理を行うように成膜処理を改良しても良い。

[0088] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

符号の説明

- [0089] 1 薄膜形成ノズル
 3, 3 A, 3 B 基板積載ステージ
 4 A, 4 B 吸着把持器
 4 吸着把持器
 5 基板投入部
 6 基板取出部
 8 基板移載機構
 1 0 基板
 3 1 吸着機構
 3 2 加熱機構
 4 1 A, 4 1 B 吸着機構

請求の範囲

- [請求項1] 各々が基板（10）を載置し、載置した基板を吸着する吸着機構（31）及び載置した基板を加熱する加熱機構（32）を有する第1及び第2の基板載置部（3A, 3B）と、
- 成膜処理領域（R1）内の基板載置部に載置された基板に対して薄膜を成膜する成膜処理を実行する成膜処理実行部（1）と、
- 前記第1及び第2の基板載置部を移動させて前記成膜処理領域内を成膜時移動速度で順次通過させる搬送動作を実行する基板載置部移載装置（8L, 8R）とを備え、
- 前記搬送動作は、前記第1及び第2の基板載置部のうち、載置した基板が全て前記成膜処理領域を通過した基板載置部である一方の基板載置部を、巡回速度で他方の基板載置部の後方に巡回配置させる巡回搬送処理を含むことを特徴とする、
- 成膜装置。
- [請求項2] 請求項1記載の成膜装置であって、
- 前記巡回速度の平均値は前記成膜時移動速度より高速であることを特徴とする、
- 成膜装置。
- [請求項3] 請求項2記載の成膜装置であって、
- 前記第1及び第2の基板載置部はそれぞれ所定数の基板を搭載し、前記所定数は、前記他方の基板載置部に載置した全ての基板が前記成膜処理領域を通過するまでに前記巡回搬送処理が完了するように、設定されることを特徴とする、
- 成膜装置。
- [請求項4] 請求項1から請求項3のうち、いずれか1項に記載の成膜装置であって、
- 前記第1及び第2の基板載置部に載置される基板はシリコン基板である、

成膜装置。

[請求項5] 請求項1から請求項3のうち、いずれか1項に記載の成膜装置であって、

前記成膜処理実行部は、原料溶液をミスト化して得られる原料ミスト（MT）を大気中に噴射して前記成膜処理を実行するミスト噴射部を含み、

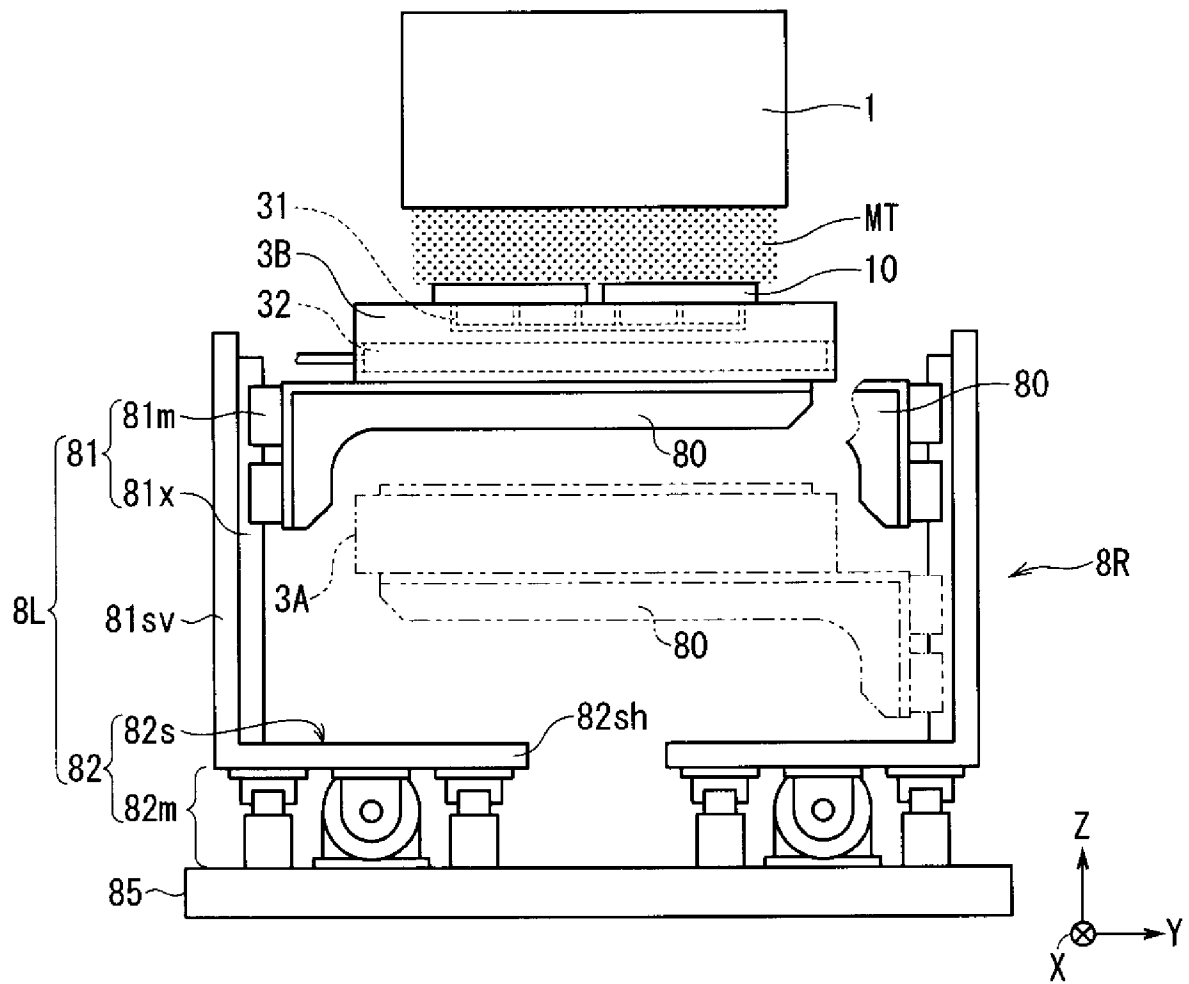
前記成膜処理領域は前記原料ミストの噴射領域である、
成膜装置。

[請求項6] 請求項5記載の成膜装置であって、

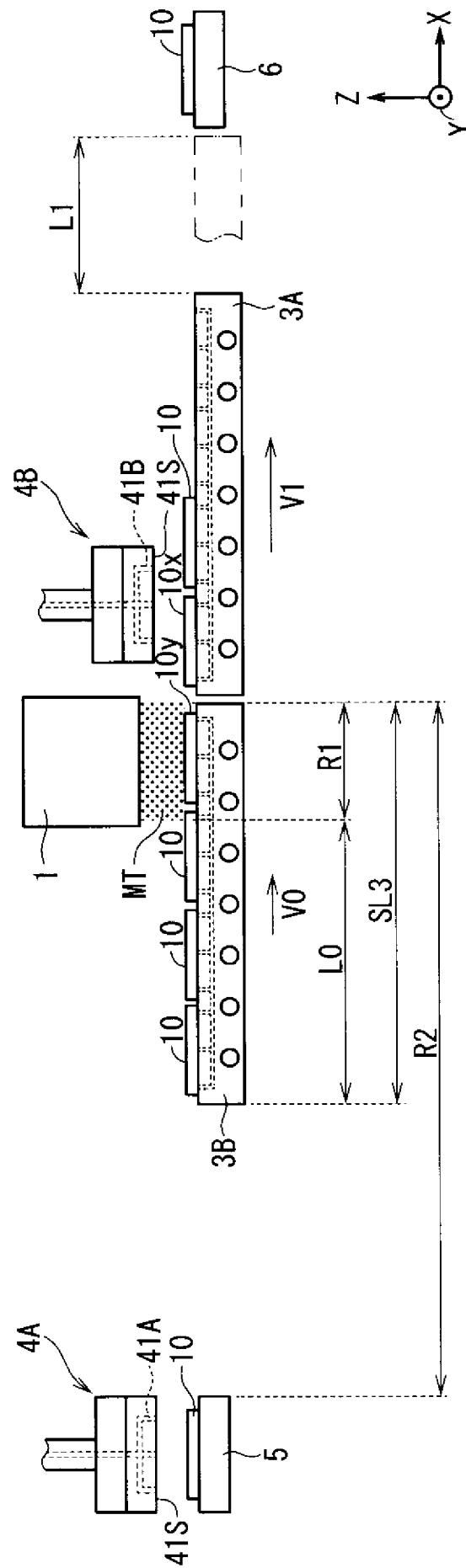
前記ミスト噴射部は前記原料ミストを噴射するミスト噴出口が形成される噴射面（1S）を有し、

前記噴射面と前記第1及び前記第2の基板載置部に載置された基板との前記噴射領域内における距離であるミスト噴射距離（D1）が、
1mm以上30mm以下に設定されることを特徴とする、
成膜装置。

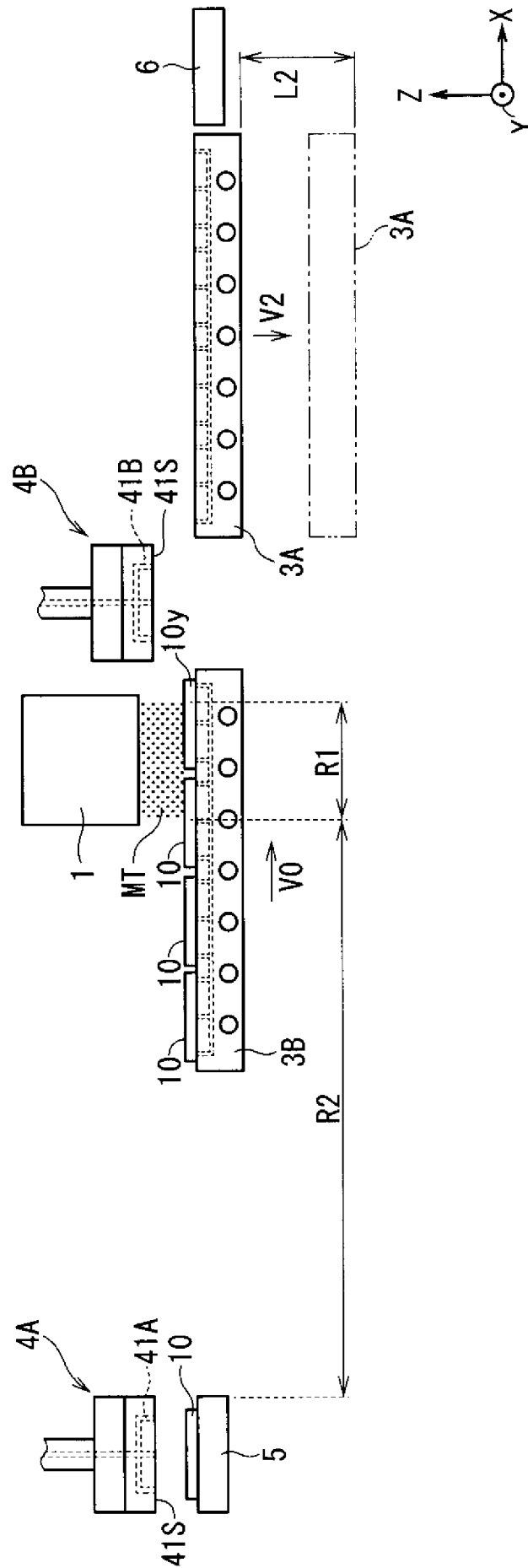
[図2]



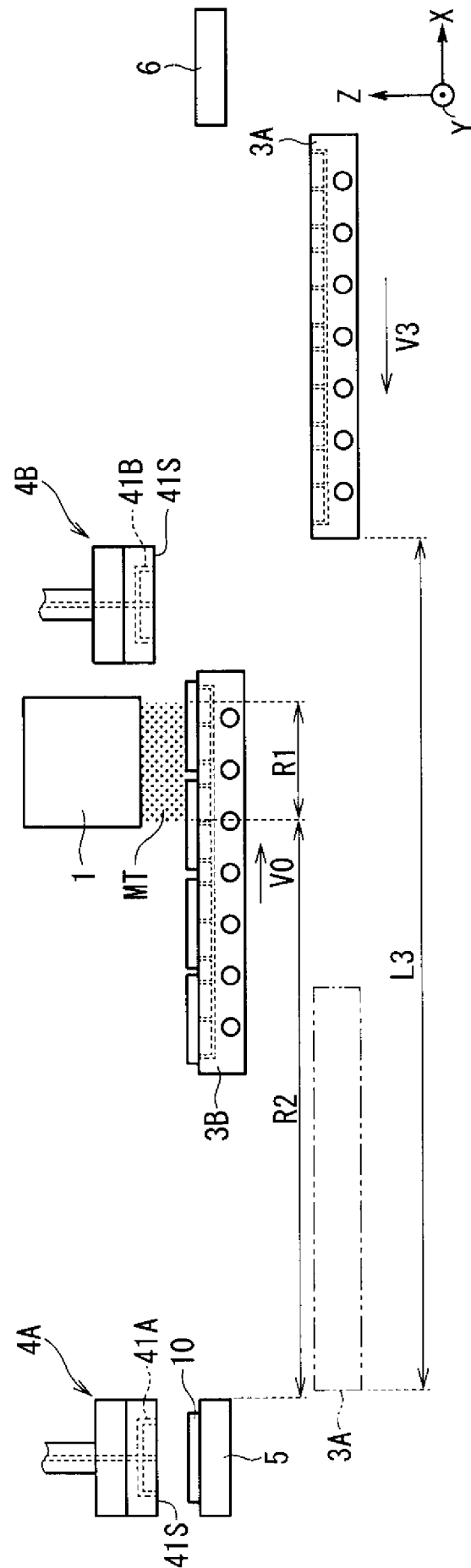
[図4]



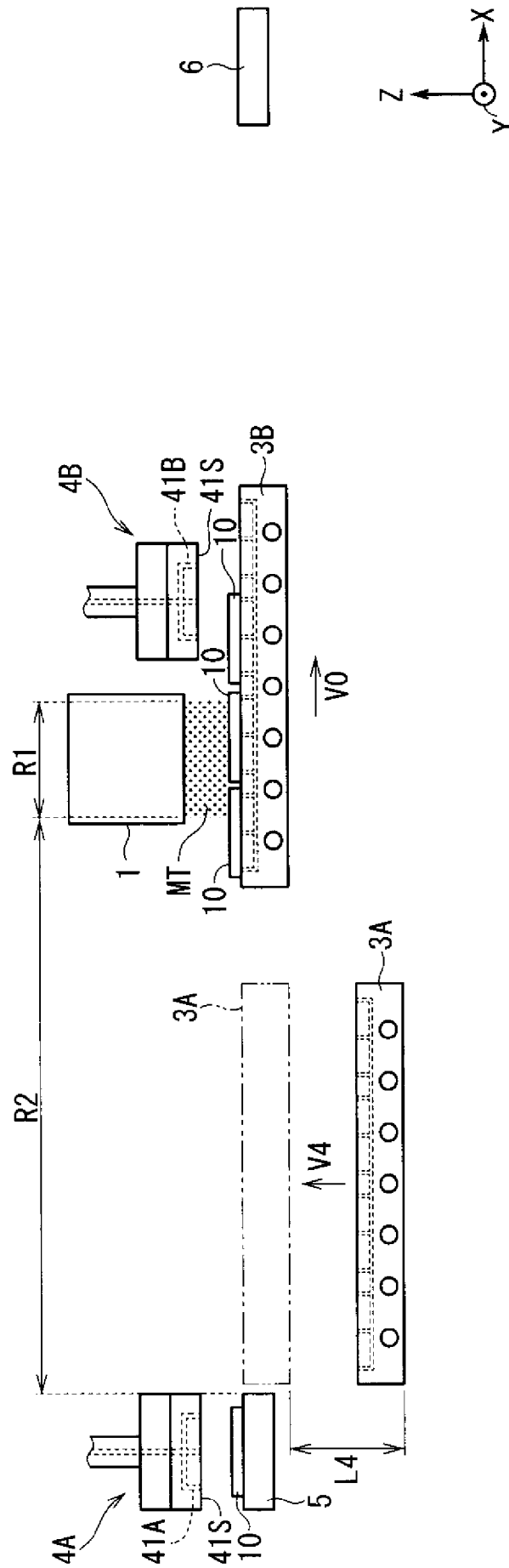
[図5]



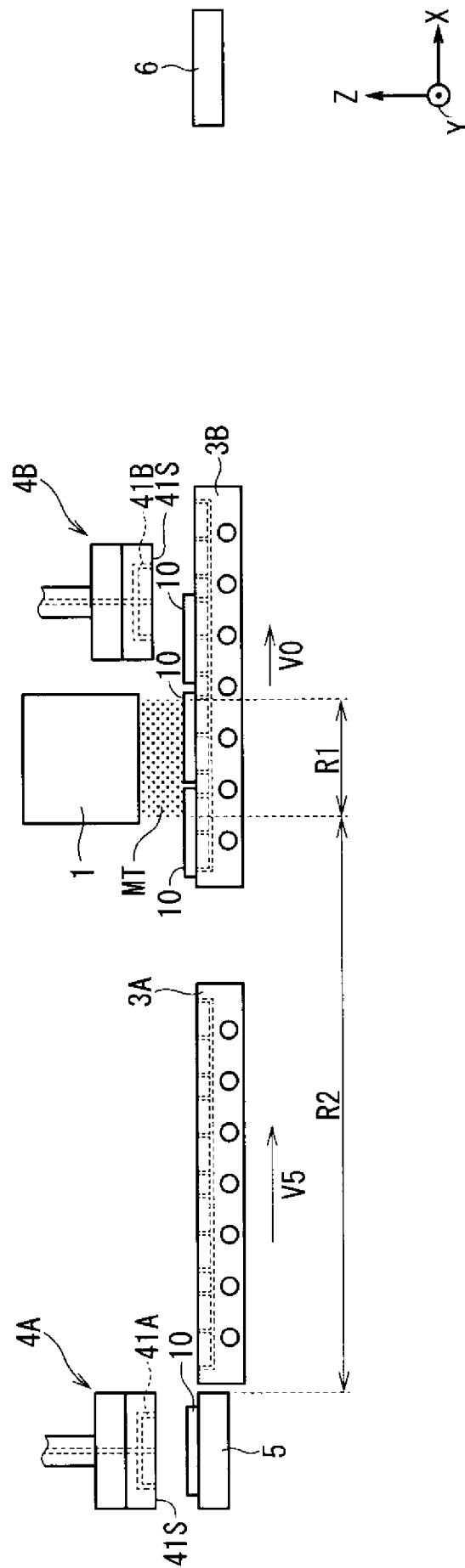
[図6]



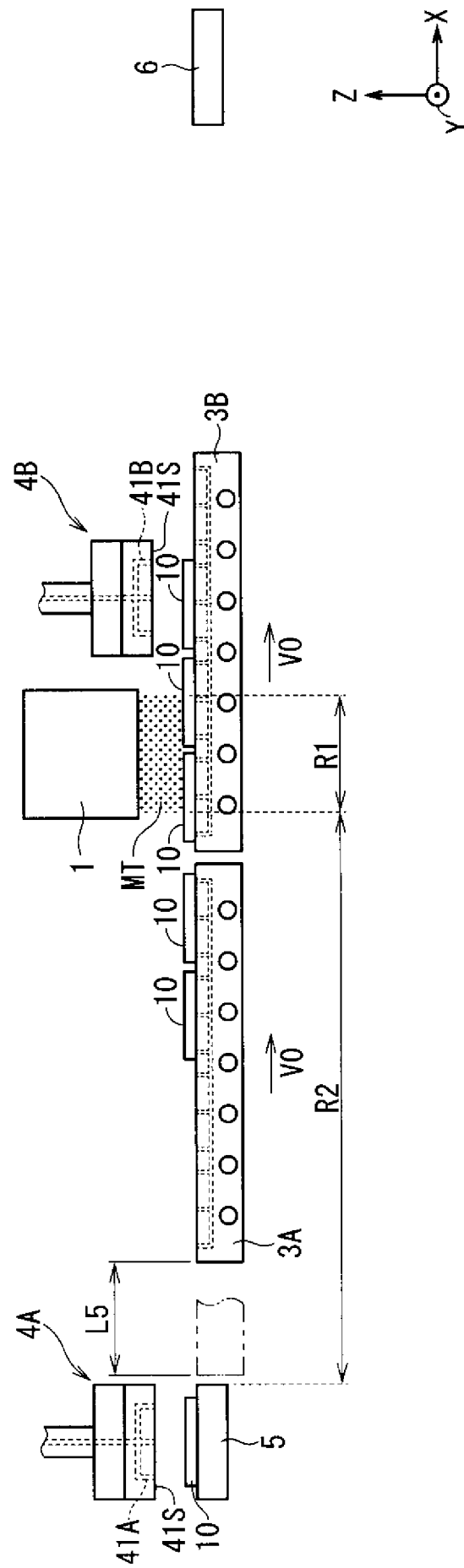
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063000

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C16/54(2006.01)i, C23C16/44(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)

C23C16/00-16/56, H01L21/205, H01L21/31, H01L21/677-21/687,
C23C14/00-14/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-166217 A (Toshiba Corp.), 09 July 1988 (09.07.1988), claims; page 2, lower right column, line 2 to page 3, upper right column, line 20; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 2014-72352 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 21 April 2014 (21.04.2014), paragraphs [0016] to [0021], [0063] to [0064]; fig. 1, 5 (Family: none)	1-6
Y	JP 8-31816 A (Sony Corp.), 02 February 1996 (02.02.1996), paragraphs [0024] to [0025]; fig. 2 (Family: none)	1-6

☒ 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

"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
15 July 2016 (15.07.16)

Date of mailing of the international search report
26 July 2016 (26.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063000

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-55917 A (Sony Corp.), 20 March 1986 (20.03.1986), page 3, upper right column, line 1 to page 6, lower right column, line 2; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-6
Y	WO 2013/038484 A1 (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 21 March 2013 (21.03.2013), claim 1; paragraphs [0036] to [0037]; fig. 1 & US 2014/0141170 A1 claim 1; paragraphs [0038] to [0039]; fig. 1 & TW 201311363 A & KR 10-2014-0012153 A & CN 103648974 A	5, 6
A	US 2011/0312189 A1 (SEMES CO., LTD.), 22 December 2011 (22.12.2011), fig. 1 & KR 10-2011-0138731 A & CN 102286728 A & TW 201201315 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C16/54(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C16/00-16/56, H01L21/205, H01L21/31, H01L21/677-21/687, C23C14/00-14/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 63-166217 A (株式会社東芝) 1988.07.09, 特許請求の範囲, 2頁右下欄2行-3頁右上欄20行, 第1図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2014-72352 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2014.04.21, [0016]-[0021], [0063]-[0064], 図1, 5 (ファミリーなし)	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.07.2016

国際調査報告の発送日

26.07.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

安齋 美佐子

4G

9439

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 8-31816 A (ソニー株式会社) 1996.02.02, [0024] - [0025], 図2 (ファミリーなし)	1 - 6
Y	JP 61-55917 A (ソニー株式会社) 1986.03.20, 3頁右上欄1行 - 6頁右下欄2行, 第1 - 2図 (ファミリーなし)	1 - 6
Y	WO 2013/038484 A1 (東芝三菱電機産業システム株式会社) 2013.03.21, 請求項1, [0036] - [0037], 図1 & US 2014/0141170 A1, Claim 1, [0038]-[0039], FIG.1 & TW 201311363 A & KR 10-2014-0012153 A & CN 103648974 A	5, 6
A	US 2011/0312189 A1 (SEMES CO., LTD.) 2011.12.22, Fig.1 & KR 10-2011-0138731 A & CN 102286728 A & TW 201201315 A	1 - 6