

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-192573

(P2012-192573A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 4 1 J 2/16 (2006.01)</b>	B 4 1 J 3/04 1 0 3 H	2 C 0 5 7
<b>B 4 1 J 2/045 (2006.01)</b>	B 4 1 J 3/04 1 0 3 A	
<b>B 4 1 J 2/055 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/18 1 0 1 D	
<b>H O 1 L 41/187 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/18 1 0 1 C	
<b>H O 1 L 41/22 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/18 1 0 1 J	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-57143 (P2011-57143)  
 (22) 出願日 平成23年3月15日 (2011. 3. 15)

(71) 出願人 000006747  
 株式会社リコー  
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号  
 (74) 代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (72) 発明者 田嶋 行利  
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式  
 会社リコー内  
 (72) 発明者 上田 恵司  
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式  
 会社リコー内  
 Fターム(参考) 2C057 AF21 AG14 AP14 AP42 AP57  
 BA04 BA14

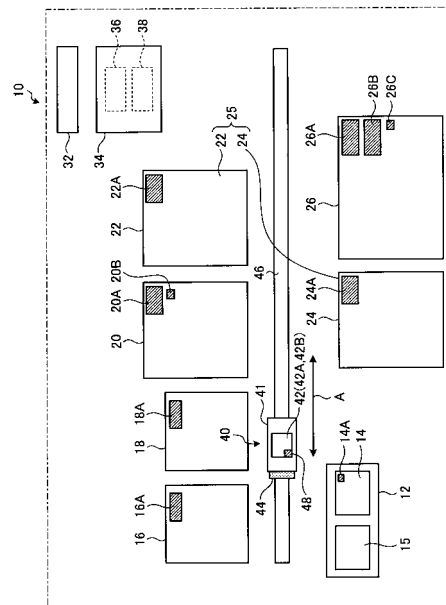
(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッドの製造装置、液滴吐出ヘッドの製造方法、液滴吐出ヘッド、液滴吐出装置、及び印刷装置

(57) 【要約】

【課題】 液滴吐出ヘッド間における吐出特性のばらつきを抑制する。

【解決手段】 本実施の形態の製造装置 10 では、シリコンウェハを一枚ずつ搬送し、各シリコンウェハについて、位置調整部 16 による位置調整工程、洗浄部 18 による洗浄工程、成膜部 20 による成膜工程、第 1 加熱部 22 による第 1 の加熱工程、第 2 加熱部 24 による第 2 の加熱工程、及び冷却部 26 による冷却工程を、この順に繰り返し実行する。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

下部電極、複数の強誘電体層の積層体である圧電体、及び上部電極がこの順に積層された圧電素子を有する液滴吐出ヘッドを製造する液滴吐出ヘッド製造装置であって、

導電層の形成されたシリコンウェハ上に強誘電体前駆体膜を成膜する成膜手段と、

前記強誘電体前駆体膜を加熱して焼成することによって前記強誘電体層を形成する加熱手段と、

前記強誘電体層を冷却する冷却手段と、

前記シリコンウェハを 1 枚ずつ搬送する搬送手段と、

前記成膜手段による前記強誘電体前駆体膜の成膜、前記加熱手段による前記強誘電体層の加熱、及び前記冷却手段による前記強誘電体層の冷却、の一連の処理を、1 枚の前記シリコンウェハ毎に、予め定められた回数繰り返すように、前記成膜手段、前記加熱手段、前記冷却手段、及び前記搬送手段を制御する制御手段と、

を備えた液滴吐出ヘッドの製造装置。

**【請求項 2】**

前記シリコンウェハ上に形成された該シリコンウェハを識別するための管理番号を読み取る読取手段と、

前記管理番号と、該管理番号に対応する前記シリコンウェハにおける前記強誘電体前駆体膜の成膜回数情報と、を対応づけて記憶すると共に、前記成膜回数情報に対応する加熱条件を予め記憶した記憶手段と、

を更に備え、

前記制御手段は、前記一連の処理を実行する度に、該一連の処理が実行された前記シリコンウェハの前記管理番号に対応する前記成膜回数情報をカウントアップし、該成膜回数情報に対応する加熱条件で前記強誘電体前駆体膜を加熱するように前記加熱手段を更に制御する請求項 1 に記載の液滴吐出ヘッドの製造装置。

**【請求項 3】**

前記加熱手段は、前記強誘電体前駆体膜を予め定められた第 1 の温度で加熱する第 1 加熱手段と、該第 1 の温度で加熱された前記強誘電体前駆体膜を該第 1 の温度より高い第 2 の温度で加熱する第 2 加熱手段と、を有する、請求項 1 または請求項 2 に記載の液滴吐出ヘッドの製造装置。

**【請求項 4】**

導電層の形成されたシリコンウェハを複数枚収納した収納手段を更に備え、

前記成膜手段は、該成膜手段で成膜中のシリコンウェハが無い事を検知する検知手段を有し、

前記制御手段は、前記検知手段によってシリコンウェハが無いことが検知されたときに、1 枚のシリコンウェハを前記収納手段から前記成膜手段に搬送するように前記搬送手段を制御する請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの製造装置。

**【請求項 5】**

前記収納手段は、製造装置本体において所定時間内に上記一連の処理を実行可能な枚数のシリコンウェハを収納する請求項 4 に記載の液滴吐出ヘッドの製造装置。

**【請求項 6】**

前記冷却手段は、複数のシリコンウェハを保持する保持手段を更に備え、

前記制御手段は、前記シリコンウェハを前記冷却手段に搬送した時間を冷却開始時間として該シリコンウェハの管理番号に対応づけて前記記憶手段に記憶し、該冷却開始時間から予め定めた所定時間経過した管理番号に対応するシリコンウェハに再度前記一連の処理を実行するように、前記成膜手段、前記加熱手段、前記冷却手段、及び前記搬送手段を制御する、請求項 2 ~ 請求項 5 の何れか 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの製造装置。

**【請求項 7】**

下部電極、複数の強誘電体層の積層体である圧電体、及び上部電極がこの順に積層された圧電素子を有する液滴吐出ヘッドを製造する液滴吐出ヘッド製造方法であって、

10	10
20	20
30	30
40	40
50	50

導電層の形成されたシリコンウェハ上に強誘電体前駆体膜を成膜する成膜工程と、  
前記強誘電体前駆体膜を加熱して焼成することによって前記強誘電体層を形成する加熱  
工程と、  
前記強誘電体層を冷却する冷却工程と、  
前記成膜工程、前記加熱工程、及び前記冷却工程、の一連の処理をこの順で、1枚の前  
記シリコンウェハ毎に、予め定められた回数繰り返す繰返工程と、  
を備えた液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項 8】

請求項 1～請求項 6 の何れか 1 項に記載の液滴吐出ヘッドの製造装置によって製造され  
た液滴吐出ヘッド。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の液滴吐出ヘッドを備えた液滴吐出装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の液滴吐出装置を備えた印刷装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液滴吐出ヘッドの製造装置、液滴吐出ヘッドの製造方法、液滴吐出ヘッド、  
液滴吐出装置、及び印刷装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プリンタ、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として使用さ  
れるインクジェット記録装置等の液滴吐出装置の液滴吐出ヘッドは、インク滴を吐出する  
ノズルと、このノズルが連通する加圧室（インク流路、加圧液室、圧力室、吐出室、液室  
等とも称される）と、加圧室内のインクを加圧する圧電素子と、を備え、圧電素子に電圧  
を印加することによって発生したエネルギーを用いて振動板を変位させ、加圧室内のイン  
クを加圧することによってノズルからインク滴を吐出させている。

【0003】

圧電素子としては、d33 方向の変位を利用した縦振動型、d31 方向の変位を利用し  
た横振動型（たわみモードと称する場合がある）が知られている。これらの中でも、画像  
の高精細化を狙いとして、半導体プロセスや MEMS (Micro Electro Mechani-  
cal Systems) 技術を利用することにより、Si 基板上に圧力室  
、圧力室の一部を構成する振動板、および横振動型の圧電体を振動板の表面に直接作り込  
んだ薄膜の圧電素子が知られている。

【0004】

このような圧電素子は、シリコンウェハ表面に形成した下部電極上に、各種の真空成膜  
法やゾルゲル法、水熱合成法、AD（エアロゾルデポジション）法、塗布・熱分解法など  
の周知の成膜技術を用いて、強誘電体層の構成材料を堆積させて所望の厚みの強誘電体層  
を形成した後に、上部電極層を形成する。そして、リソグラフィ法等を用いて所望の形  
状に切り分けることで、圧力室毎に独立した圧電素子を形成することが行われている。そ  
して、複数の圧電素子の形成されたシリコンウェハを、ダイシングラインに沿って切断し  
て複数のシリコンチップに分離し、さらに各シリコンチップに各種加工処理等を施すこと  
で、複数の液滴吐出ヘッドを作製することが行われている。

【0005】

このような強誘電体層は、例えば、ゾル-ゲル法等によって強誘電体前駆体（強誘電体  
層の構成材料を含む液体）による塗膜である強誘電体前駆体膜を形成した後に、加熱処理  
（焼成し結晶化）することによって形成される（例えば、特許文献 1）。

【0006】

特許文献 1 には、強誘電体前駆体膜の形成された複数枚のシリコンウェハを固定治具に  
固定することが記載されている。そして、特許文献 1 では、この固定治具を、所定速度で

10

20

30

40

50

拡散炉に挿入することで、固定治具に固定された複数枚のシリコンウェハに加熱・焼成処理を施して強誘電体層を形成し、その後、固定治具を拡散炉から排出することが開示されている。

【0007】

しかし、特許文献1等が開示されている製法を用いると、加熱・焼成処理時において、各シリコンウェハにかかる熱（熱履歴）にばらつきが生じる。このため、結果的に、各シリコンウェハ間における圧電素子の強誘電体層の熱履歴にばらつきが生じ、圧電素子の変位による振動板の変位にばらつきが生じる場合があった。また、このような振動板の変位のばらつきによって、液滴吐出ヘッドの吐出特性にもばらつきが生じる場合があった。

【0008】

そこで、シリコンウェハ間における強誘電体層の熱履歴のばらつきを抑制する技術が開示されている（例えば、特許文献2参照）。

【0009】

特許文献2には、一列に並べられた複数のステージの各々に、強誘電体前駆体膜の形成された複数のシリコンウェハを固定することが記載されている。そして、特許文献2では、この一列に並べられたステージを該ステージの一端側から加熱炉内に挿入した後に、後退させて該加熱炉から排出している。そして、特許文献2には、所定回数ごとに、ステージの順序を入れ替えることが開示されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、特許文献2では、一列に配列された複数のステージを該ステージの一端側から加熱炉内に挿入した後に、後退させて該加熱炉から排出している。このため、複数のステージの内の最初に加熱炉内に挿入されるステージに保持されたシリコンウェハと、最後に加熱炉内に挿入されるステージに保持されたシリコンウェハと、では、加熱炉内での滞在時間に差がある。このため、ステージの順序を入れ替えても、シリコンウェハ間の強誘電体膜の熱履歴のばらつきを抑制することは出来ないという問題があった。また、各シリコンウェハに積層された強誘電体層間における熱履歴にもばらつきが生じていた。

【0011】

このため、液滴吐出ヘッド間における、強誘電体層の熱履歴のばらつきに起因する吐出特性のばらつきを抑制することは困難であった。

【0012】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、液滴吐出ヘッド間における吐出特性のばらつきを抑制することができる、液滴吐出ヘッドの製造装置、液滴吐出ヘッドの製造方法、液滴吐出ヘッド、液滴吐出装置、及び印刷装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、下部電極、複数の強誘電体層の積層体である圧電体、及び上部電極がこの順に積層された圧電素子を有する液滴吐出ヘッドを製造する液滴吐出ヘッド製造装置であって、導電層の形成されたシリコンウェハ上に強誘電体前駆体膜を成膜する成膜手段と、前記強誘電体前駆体膜を加熱して焼成することによって前記強誘電体層を形成する加熱手段と、前記強誘電体層を冷却する冷却手段と、前記シリコンウェハを1枚ずつ搬送する搬送手段と、前記成膜手段による前記強誘電体前駆体膜の成膜、前記加熱手段による前記強誘電体層の加熱、及び前記冷却手段による前記強誘電体層の冷却、の一連の処理を、1枚の前記シリコンウェハ毎に、予め定められた回数繰り返すように、前記成膜手段、前記加熱手段、前記冷却手段、及び前記搬送手段を制御する制御手段と、を備えた液滴吐出ヘッドの製造装置である。

【0014】

また、本発明は、下部電極、複数の強誘電体層の積層体である圧電体、及び上部電極がこの順に積層された圧電素子を有する液滴吐出ヘッドを製造する液滴吐出ヘッド製造方法

10

20

30

40

50

であって、導電層の形成されたシリコンウェハ上に強誘電体前駆体膜を成膜する成膜工程と、前記強誘電体前駆体膜を加熱して焼成することによって前記強誘電体層を形成する加熱工程と、前記強誘電体層を冷却する冷却工程と、前記成膜工程、前記加熱工程、及び前記冷却工程、の一連の処理をこの順で、1枚の前記シリコンウェハ毎に、予め定められた回数繰り返す繰返工程と、を備えた液滴吐出ヘッドの製造方法である。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、液滴吐出ヘッド間おける、強誘電体層の熱履歴のばらつきに起因する吐出特性のばらつきを抑制することが出来る、液滴吐出ヘッドの製造装置、液滴吐出ヘッドの製造方法、液滴吐出ヘッド、液滴吐出装置、及び印刷装置を提供することができる、

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、本実施の形態の液滴吐出ヘッドの製造装置の一の形態を模式的に示した平面図である。

【図2】図2は、シリコンウェハの一例を示す平面図である。

【図3】図3は、液滴吐出ヘッドを分解して模式的に示した斜視図である。

【図4】図4は、液滴吐出ヘッドを模式的に示した断面図である。

【図5】図5は、液滴吐出ヘッドの製造装置で形成する強誘電体の積層状態を示す模式図である。

20

【図6】図6は、第2加熱部の構成の一例を示す模式図であり、(A)は第2加熱部にシリコンウェハが搬送されてきた状態を示し、(B)は第2加熱部内にシリコンウェハが保持され加熱されている状態を示し、(C)は第2加熱部内に保持されたシリコンウェハを冷却している状態を示し、(D)は第2加熱部からシリコンウェハを排出する状態を示す図である。

【図7】図7は、冷却部の構成の一例を示す斜視図である。

【図8】図8は、液滴吐出ヘッドの製造装置における各工程の流れを示した図である。

【図9】図9は、本実施の形態の製造装置の制御部で実行される製造処理を示すフローチャートである。

【図10】図10は、本実施の形態の製造装置の制御部で実行される、図9に示す製造処理への割り込み処理を示すフローチャートである。

30

【図11】図11は、本実施の形態の製造装置で実行される工程を示す模式図であり、(A)はパターンAの工程の流れを示す模式図であり、(B)はパターンBの工程の流れを示す模式図であり、(C)は、強誘電体層の成膜工程の流れを示す模式図である。

【図12】図12は、本実施の形態の液滴吐出ヘッドを搭載した液滴吐出装置の一の形態を模式的に示した斜視図である。

【図13】図13は、本実施の形態の液滴吐出ヘッドを搭載した液滴吐出装置の一の形態を模式的に示した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

40

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる液滴吐出ヘッドの製造装置、及び液滴吐出ヘッドの製造方法の一の実施の形態を詳細に説明する。

【0018】

(第1の実施の形態)

図1には、本実施の形態の液滴吐出ヘッドの製造装置(以下、単に「製造装置」と称する)10の構成を模式的に示した。本実施の形態の製造装置10は、液滴吐出ヘッドの製造装置であって、特に、液滴吐出ヘッドに設けられる圧電素子の圧電体を形成する装置である。

【0019】

具体的には、本実施の形態の製造装置10は、図2に示すように、複数のシリコンチップ

50

プ52に分割されるシリコンウェハ50を1枚ずつ搬送し、シリコンウェハ50に圧電体となる強誘電体層(詳細後述)の積層体を形成する装置である。

【0020】

まず、圧電素子を備えた液滴吐出ヘッド62の構成の一例を説明する。

【0021】

図3には、液滴吐出ヘッド62を分解した斜視図を示した。また、図4には、液滴吐出ヘッド62の断面図を示した。本実施の形態では、液滴吐出ヘッド62は、ノズル基板58と、液室基板56と、保護基板54と、の3枚の基板の積層体である場合を説明する。なお、液室基板56と保護基板54との積層体が、上記図2に示すシリコンウェハ50を分離することによって得られるシリコンチップ52である。

10

【0022】

なお、本実施の形態では、液滴吐出ヘッド62は、液滴としてインク滴を吐出する場合を説明する。

【0023】

ノズル基板58は、インク滴を吐出する複数のノズル孔58Aを有する。このノズル孔58Aは、ノズル基板58の厚み方向に貫通した貫通孔であり、ノズル基板58の面方向に沿って複数配列されている。

【0024】

液室基板56には、ノズル孔58Aの各々に連通した複数の加圧液室56A、共通液室56E、及び流体抵抗部56Bが設けられている。流体抵抗部56Bは、複数の加圧液室56Aと共通液室56Eとを連通すると共に流体抵抗部として機能する。共通液室56Eにインクが供給されると、該共通液室56Eに供給されたインクは、流体抵抗部56Bを介して複数の加圧液室56Aの各々に供給され、ノズル孔58Aを介して吐出可能な状態となる。

20

【0025】

この液室基板56には、加圧液室56Aを構成する振動板56及び圧電素子60が設けられている。すなわち、液室基板56には、振動板56及び圧電素子60が直接形成されている。

【0026】

圧電素子60は、振動板56Cを介して各加圧液室56Aの各々に対応して配置されている。圧電素子60は、下部電極60C、圧電体60A、及び上部電極60Bを順に積層することによって構成されている。圧電素子60は、振動板56における対向面に対して平行な方向(d31方向)への変位を該振動板16に与える、横振動型(所謂、バンドモード型)とされている。

30

【0027】

圧電体60Aの構成材料は、圧電特性を示す層を構成しうる圧電材料であればいかなる材料であってもよい。圧電材料としては、例えば、ペロブスカイト構造を有し且つ金属としてPb、Zr、及びTiを含む、チタン酸ジルコニウム酸鉛(PZT)等の強誘電体材料や、これに酸化ニオブ、酸化ニッケル又は酸化マグネシウム等の金属酸化物を添加したもの等が挙げられる。具体的には、圧電材料としては、チタン酸鉛(PbTiO<sub>3</sub>)、チタン酸ジルコニウム酸鉛(Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub>)、ジルコニウム酸鉛(PbZrO<sub>3</sub>)、チタン酸鉛ランタン((Pb, La), TiO<sub>3</sub>)、ジルコニウム酸チタン酸鉛ランタン((Pb, La)(Zr, Ti)O<sub>3</sub>)又は、マグネシウムニオブ酸ジルコニウムチタン酸鉛(Pb(Zr, Ti)(Mg, Nb)O<sub>3</sub>)等を用いることができる。

40

【0028】

下部電極60C及び上部電極60Bは、導電性を有する層であり、電極として機能する。保護基板54は、圧電素子60の各々を保護する基板である。

【0029】

上述のように構成された液滴吐出ヘッド62では、共通液室56E及び流体抵抗部56Bを介して、複数の加圧液室56Aの各々に液体が供給される。そして、各液室が液体に

50

よって満たされた状態で、下部電極 60C と上部電極 60B に電圧を印加する。これにより、電圧を印加された各圧電素子 60 の圧電体 60A が、振動板 56C の面方向に沿って縮む。なお、この下部電極 60C 及び上部電極 60B への電圧印加による圧電体 60A の変形を、以下では、圧電素子 60 の駆動、と称して説明する場合がある。

【0030】

この圧電素子 60 の駆動による圧電体 60A の変形によって、振動板 56C における、該圧電素子 60 に対応する領域が、加圧液室 56A 側に向かって突出した凸状に変形する。この振動板 56C の変形によって、加圧液室 56A 内の体積が減少して圧力が上昇し、該加圧液室 56A に連通するノズル孔 58A から液滴が吐出する。

【0031】

上記構成の液滴吐出ヘッド 62 は、下記工程を経由することによって製造する。

【0032】

図 5 に示すように、まず、流路基板 56 となるシリコンウェハ 50 上に、圧電素子 60 の下部電極 60C となる下部導電層 61C を形成した後に、強誘電体層 61A (強誘電体層 61A<sub>1</sub> ~ 強誘電体層 61A<sub>n</sub>) を複数積層させて所望の厚みの圧電体層 61A を形成する。そして、更に、上部電極 60B (図 5 では図示省略) となる上部電極層 (図示省略) を形成する。その後、これらの層をパターニングする。これによって、図 3 及び図 4 に示すような圧電素子 60 を、シリコンウェハ 50 上に形成する。そして、さらに、図 3 に示す保護部材 54 の設置を行う。

【0033】

そして、圧電素子 60 の設けられた流路基板 56 と保護部材 54 との積層体であるシリコンウェハ 50 を、ダイシングソー等によって切断して複数のシリコンチップ 52 に分離する (図 2 参照)。そして、各シリコンチップ 52 に、図 3 に示すノズル基板 58 の接合や駆動部等の各種部材の搭載や加工等を行うことによって、複数の液滴吐出ヘッド 62 を製造する。

【0034】

本実施の形態の製造装置 10 は、上記構成の液滴吐出ヘッド 62 の、特に、特に圧電体 60A を形成する装置各部を備えた装置である。

【0035】

図 1 に戻り、製造装置 10 の詳細を説明する。

【0036】

図 1 に示すように、本実施の形態の製造装置 10 は、供給排出ステージ 12、収納部材 14、排出部材 15、位置調整部 16、洗浄部 18、成膜部 20、加熱部 25、冷却部 26、搬送部 40、入力部 32、及び主制御部 34 を含んで構成されている。

【0037】

収納部材 14 は、下部電極 60C となる導電層 61C の形成されたシリコンウェハ 50 を収納する (図 6 も参照)。

【0038】

排出部材 15 は、製造装置 10 によって、複数の強誘電体層 61A が積層された後のシリコンウェハ 50 を収納する部材である。供給排出ステージ 12 は、これらの収納部材 14 及び排出部材 15 を支持する。

【0039】

位置調整部 16 は、シリコンウェハ 50 の中心位置やオリフラ (オリエーションフラット) 50B (図 2 参照) を、予め定めた方向及び予め定めた位置に位置合わせして位置調整する。この位置調整されたシリコンウェハ 50 の予め定められた領域を、後述する搬送部 40 で保持して搬送し、洗浄部 18、成膜部 20、第 1 加熱部 22、第 2 加熱部 24、冷却部 26 等の各部へ搬送する。これによって、洗浄部 18、成膜部 20、第 1 加熱部 22、第 2 加熱部 24、及び冷却部 26 等の各部には、位置調整されたシリコンウェハ 50 が搬送される。

【0040】

10

20

30

40

50

なお、位置調整部 16 において、同時に位置調整可能なシリコンウェハ 50 の数は、1 枚である。位置調整部 16 には、位置制御部 16 A が設けられている。位置制御部 16 A は、主制御部 34 に電氣的に接続されている。位置制御部 16 A は、位置調整部 16 の装置各部を駆動する駆動部（図示省略）に電氣的に接続されており、該駆動部を制御することによって、シリコンウェハ 50 の位置合わせを行う。

【0041】

洗浄部 18 は、シリコンウェハ 50 を洗浄する。洗浄部 18 は、一度に 1 枚のシリコンウェハ 50 を洗浄する装置である。洗浄部 18 は、公知のウェット式やドライ式等の洗浄方法を用いてシリコンウェハ 50 を洗浄する。洗浄部 18 には、主制御部 34 に電氣的に接続された洗浄制御部 18 A が設けられている。洗浄制御部 18 A は、洗浄部 18 におけるシリコンウェハ 50 の洗浄タイミングや洗浄時間等を制御する。

10

【0042】

成膜部 20 は、シリコンウェハ 50 上に、強誘電体前駆体膜を成膜する。この強誘電体前駆体膜は、強誘電体前駆体溶液（ゾル）による塗膜である。強誘電体前駆体溶液（ゾル）とは、圧電体 60 A の構成材料として挙げた上記圧電材料を溶媒に溶解した溶液である。

【0043】

この強誘電体前駆体溶液としては、ゾルゲル法により成膜される圧電体材料、具体的には酢酸鉛、イソプロポキシドジルコニウム、イソプロポキシドチタンを出発材料にし、これらの出発材料を、共通溶媒としてのメトキシエタノールに溶解させたチタン酸ジルコ酸鉛（PZT）系の材料が挙げられる。

20

【0044】

成膜部 20 による強誘電体前駆体膜の成膜方法は、限定されないが、例えば、スピニング法が用いられる。

【0045】

成膜部 20 には、この成膜条件を調整するための成膜制御部 20 A が設けられている。成膜制御部 20 A は、主制御部 34 に電氣的に接続されており、主制御部 34 の制御によって、シリコンウェハ 50 上に強誘電体前駆体膜を成膜する。なお、成膜部 20 では、同時に成膜可能なシリコンウェハ 50 の数は 1 枚とされている。

【0046】

また、成膜部 20 には、検知部 20 B が設けられている。検知部 20 B は、成膜部 20 内にシリコンウェハ 50 が位置されているか否かを検知する。検知部 20 B は、主制御部 34 に電氣的に接続されている。検知部 20 B としては、公知の赤外線センサ等が挙げられる。

30

【0047】

なお、詳細は後述するが、成膜部 20 には、洗浄部 18 で洗浄されたシリコンウェハ 50 が搬入されるため、強誘電体前駆体膜の膜間にゴミ等の付着物が混入することを抑制することができ、膜欠陥を防止することができる。なお、成膜部 20 内にも、洗浄部 18 を設けた構成としてもよい。

【0048】

加熱部 25 は、シリコンウェハ 50 上に形成された強誘電体前駆体膜に熱を加える装置である。加熱部 25 は、第 1 加熱部 22 と、第 2 加熱部 24 を含んでいる。

40

【0049】

第 1 加熱部 22 は、成膜部 20 によって成膜された強誘電体前駆体膜を第 1 の温度に加熱することによって、該強誘電体前駆体膜を乾燥する。第 1 加熱部 22 には、主制御部 34 に電氣的に接続された加熱制御部 22 A が設けられている。主制御部 34 は、加熱制御部 22 A を制御することによって、第 1 加熱部 22 内を所定の乾燥温度に保持する。第 1 加熱部 22 の構成は、第 1 加熱部 22 内に搬送されてきたシリコンウェハ 50 の強誘電体前駆体膜に熱を加えることが出来る構成であればよく、限定されない。例えば、第 1 加熱部 22 としては、ホットプレート等の加熱部材を直接シリコンウェハ 50 に接触させる接

50

触方式の装置が挙げられる。

【0050】

第2加熱部24は、第1加熱部22より高い第2の温度で強誘電体前駆体膜を加熱する装置である。具体的には、第2加熱部24は、強誘電体前駆体膜を所定温度に加熱して一定時間保持することによって脱脂する脱脂処理、及び脱脂された強誘電体前駆体膜を結晶化させる焼成処理を行う。なお、脱脂とは、強誘電体前駆体膜に含まれる有機成分を、例えば、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 等として離脱させることである。

【0051】

第2加熱部24には、加熱制御部24Aが設けられており、第2加熱部24内の温度条件を調整する。具体的には、加熱制御部24Aは、第2加熱部24内の温度を、上記脱脂処理可能な温度に一定時間保持したり、上記焼成処理可能な温度に一定時間保持する等の、第2加熱部24内の温度条件を調整する。第2加熱部24は、主制御部34に電氣的に接続されており、主制御部34の制御によって、第2加熱部24内の温度制御を行う。

10

【0052】

第2加熱部24としては、第2加熱部24内に搬送されてきたシリコンウェハ50の強誘電体前駆体膜に、上記脱脂処理や焼成処理可能な温度(第2の温度)の熱を加えることができる構成であればよく、その構成は限定されない。第2加熱部24としては、例えば、ホットプレートや、赤外線ランプの照射により加熱するRTP(Rapid Thermal Processing)装置などを用いることができる。

【0053】

図6には、第2加熱部24の具体的な構成の一例を示した。

20

【0054】

第2加熱部24は、一对のフレーム63A及びフレーム63Bを備えている。フレーム63A及びフレーム63Bは、一面が開口した箱状となっており、この開口面が互いに対向するように配置されている。また、これらのフレーム63A及びフレーム63Bは、図示を省略する支持部材によって支持されており、図6(A)に示すように、フレーム63Aとフレーム63Bとが離間した状態(以下、離間状態と称する)、または図6(B)に示すようにフレーム63Aとフレーム63Bとが互いの開口面を覆うように接触した状態(以下、接触状態と称する)、の何れかの状態となるように駆動可能に支持されている。なお、これらのフレーム63A及びフレーム63Bを駆動する駆動部(図示省略)は、加熱制御部24Aに電氣的に接続されており、加熱制御部24Aの制御によって、上記離間状態または上記接触状態の何れかの状態となるように制御される。

30

【0055】

フレーム63A及びフレーム63Bの内部の空間64A内には、図示を省略する支持部材によって支持されたホルダー70が設けられている。ホルダー70は、空間64A内に搬送されてきたシリコンウェハ50を空間64A内で支持する。このホルダー70は、加熱制御部24Aに電氣的に接続されており、主制御部34の制御によってシリコンウェハ50を保持した保持状態、またはシリコンウェハ50の保持を解除した解放状態の何れかの状態に制御される。

【0056】

また、フレーム63A及びフレーム63B内の空間64Aには、加熱部68A及び加熱部68Bが設けられている。これらの加熱部68A及び加熱部68Bとしては、加熱機構を有するものであれば限定されないが、例えば、赤外線ランプが挙げられる。これらの加熱部68A及び加熱部68Bは、加熱制御部24Aに電氣的に接続されており、加熱制御部24Aの制御によって加熱条件が制御される。

40

【0057】

各フレーム63A及びフレーム63B内には、冷却部66A及び冷却部66Bが設けられている。これらの冷却部66A及び冷却部66Bは、加熱制御部24Aに電氣的に接続されており、加熱制御部24Aの制御によってフレーム66A及びフレームB内を冷却する。

50

## 【 0 0 5 8 】

図 1 に戻り、冷却部 2 6 は、第 2 加熱部 2 4 によって加熱されたシリコンウェハ 5 0 を冷却する装置である。冷却部 2 6 には、温度制御部 2 6 A、が設けられている。温度制御部 2 6 A は、主制御部 3 4 に電氣的に接続されており、冷却部 2 6 内の温湿度条件を制御する。

## 【 0 0 5 9 】

冷却部 2 6 は、複数のシリコンウェハ 5 0 を保持可能な構成となっており、保持したシリコンウェハ 5 0 を室温にまで冷却する。

## 【 0 0 6 0 】

図 7 には、本実施の形態における冷却部 2 6 の構成の一例を示した。

10

## 【 0 0 6 1 】

冷却部 2 6 は、図 7 に示すように、円盤状のインデックステーブル 2 7 A が複数設けられている。これらの複数のインデックステーブル 2 7 A は、間隔を空けて複数配列されており、円盤の周方向（図 7 中、矢印 C 方向）に回転可能に設けられている。なお、冷却部 2 6 には、回転制御部 2 6 B が設けられており（図 1 参照）、この回転制御部 2 6 B の駆動によって、各インデックステーブル 2 7 A が周方向に回転可能に設けられている。なお、この回転制御部 2 6 B は、温度制御部 2 6 A（図 1 参照）に電氣的に接続されている。

## 【 0 0 6 2 】

各インデックステーブル 2 7 A には、シリコンウェハ 5 0 を 1 枚ずつ保持するステージ 2 7 B が設けられている。

20

## 【 0 0 6 3 】

また、冷却部 2 6 には、検知部 2 6 C が設けられている。検知部 2 6 C は、各インデックステーブル 2 7 A 上のシリコンウェハ 5 0 の有無を検知する。検知部 2 6 C は、主制御部 3 4 に電氣的に接続されており、検知結果を主制御部 3 4 に送信する。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 に戻り、搬送部 4 0 は、支持部 4 1、レール 4 6、搬送アーム 4 2、駆動部 4 4、及び読取部 4 8 を備えている。

## 【 0 0 6 5 】

レール 4 6 は、上記供給排出ステージ 1 2、位置調整部 1 6、洗浄部 1 8、成膜部 2 0、第 1 加熱部 2 2、第 2 加熱部 2 4、及び冷却部 2 6 の配列方向に長い長尺状のレール部材である。なお、本実施の形態では、図 1 に示すように、位置調整部 1 6、洗浄部 1 8、成膜部 2 0、及び第 1 加熱部 2 2 と、供給排出ステージ 1 2、第 2 加熱部 2 4、及び冷却部 2 6 と、が各々一列に配列された、合計 2 列の配列となっている。そして、レール 4 6 は、これらの 2 列に配列された各部の間に、該各部の配列方向に沿って長い長尺状とされている。このため、本実施の形態では、搬送部 4 0 は、供給排出ステージ 1 2、位置調整部 1 6、洗浄部 1 8、成膜部 2 0、第 1 加熱部 2 2、第 2 加熱部 2 4、及び冷却部 2 6 の間で、短時間にシリコンウェハ 5 0 を搬送可能な構成となっている。

30

## 【 0 0 6 6 】

駆動部 4 4 は、主制御部 3 4 に電氣的に接続されている。駆動部 4 4 としては、モータ等が挙げられる。支持部 4 1 は、搬送アーム 4 2 を支持する部材である。支持部 4 1 は、レール 4 6 の長尺方向に移動可能に支持されたリニアガイド（図示省略）に支持されている。

40

## 【 0 0 6 7 】

搬送アーム 4 2 には、腕部 4 2 A 及び保持部 4 2 B が設けられている。保持部 4 2 B は、シリコンウェハ 5 0 を 1 枚ずつ保持した保持状態、またはシリコンウェハ 5 0 の該保持状態を解除した解除状態の何れかの状態を維持する部材である。また、腕部 4 2 A は、位置調整部 1 6、洗浄部 1 8、成膜部 2 0、第 1 加熱部 2 2、第 2 加熱部 2 4、冷却部 2 6、排出部材 1 5 の各々の方向に図示を省略する折り曲げ部で折り曲げられることで伸縮するアーム状の部材である。これらの腕部 4 2 A 及び保持部 4 2 B は、駆動部 4 4 に電氣的に接続されている。

50

## 【 0 0 6 8 】

このため、主制御部 3 4 の制御によって駆動部 4 4 が駆動することで、支持部 4 1 がレール 4 6 の長尺方向に沿って移動する。また、主制御部 3 4 の制御によって駆動部 4 4 が駆動することで、腕部 4 2 A 及び保持部 4 2 B が駆動し、収納部材 1 4 から 1 枚のシリコンウェハ 5 0 を取り出し、位置調整部 1 6 へ搬送する。また同様に、主制御部 3 4 の制御による支持部 4 1 の移動や腕部 4 2 A 及び保持部 4 2 B の駆動によって、位置調整部 1 6 、洗浄部 1 8 、成膜部 2 0 、第 1 加熱部 2 2 、第 2 加熱部 2 4 、冷却部 2 6 、供給排出ステージ 1 2 、及び排出部材 1 5 の間を、シリコンウェハ 5 0 が 1 枚ずつ搬送される。

## 【 0 0 6 9 】

なお、本実施の形態では、搬送部 4 0 は、レール 4 6 を設けた構成とし、支持部 4 1 及び搬送アーム 4 2 がレール 4 6 に沿って移動可能に構成されている場合を説明するが、レール 4 6 を設けない構成であってもよい。この場合には、支持部 4 1 を固定し、搬送アーム 4 2 が各部（供給排出ステージ 1 2 、位置調整部 1 6 、洗浄部 1 8 、成膜部 2 0 、第 1 加熱部 2 2 、第 2 加熱部 2 4 、及び冷却部 2 6 ）の各々に届く構成とすればよい。

10

## 【 0 0 7 0 】

また、搬送部 4 0 には、読取部 4 8 が設けられている。読取部 4 8 は、シリコンウェハ 5 0 に設けられた管理 ID（管理番号）を読み取る。読取部 4 8 としては、公知のスキャナ等を用いる。図 2 に示すように、シリコンウェハ 5 0 の、予め定められた領域 5 0 A には、各シリコンウェハ 5 0 を一意に識別するための管理 ID が刻印されている。そして、読取部 4 8 は、このシリコンウェハ 5 0 上の該領域 5 0 A に刻印された管理 ID を読み取る装置である。読取部 4 8 は、主制御部 3 4 に電氣的に接続されており、読み取った管理 ID を主制御部 3 4 に送信する。

20

## 【 0 0 7 1 】

なお、本実施の形態では、上述のように、搬送部 4 0 に読取部 4 8 が設けられているため、搬送部 4 0 で搬送する対象のまたは搬送中のシリコンウェハ 5 0 の管理 ID を読み取ることの可能な構成となっている。

## 【 0 0 7 2 】

図 1 に戻り、入力部 3 2 は、各種情報を入出力する。入力部 3 2 は、主制御部 3 4 に電氣的に接続されている。入力部 3 2 としては、例えば、キーボード、タッチパネル付のディスプレイ等が挙げられる。本実施の形態では、例えば、入力部 3 2 のユーザによる操作によって、該入力部 3 2 から、位置調整部 1 6 、洗浄部 1 8 、成膜部 2 0 、第 1 加熱部 2 2 、加熱部 2 5 、及び冷却部 2 6 における、加熱温度や冷却温度等の各種処理条件が入力される。

30

## 【 0 0 7 3 】

主制御部 3 4 は、制御部 3 6 と、記憶部 3 8 を含んで構成されている。制御部 3 6 は、CPU（Central Processing Unit）、後述する製造処理を実行するプログラム等を記憶した ROM（Read Only Memory）、データ等を記憶する RAM（Random Access Memory）、及びこれらを接続するバスを含んで構成されている。制御部 3 6 は、製造装置 1 0 に設けられた装置各部に電氣的に接続されている。具体的には、制御部 3 6 は、駆動部 4 4 、読取部 4 8 、位置制御部 1 6 A、洗浄制御部 1 8 A、成膜制御部 2 0 A、検知部 2 0 B、加熱制御部 2 2 A、加熱制御部 2 4 A、温度制御部 2 6 A、回転制御部 2 6 B、検知部 2 6 C、入力部 3 2、及び記憶部 3 8 等に電氣的に接続されている。

40

## 【 0 0 7 4 】

記憶部 3 8 は、ハードディスクドライブ装置（HDD）等の記憶媒体である。

## 【 0 0 7 5 】

ここで、本実施の形態の製造装置 1 0 における、液滴吐出ヘッド 6 2 の強誘電体層 6 1 A の形成工程の概要を、図 8 を用いて説明する。

## 【 0 0 7 6 】

強誘電体層 6 1 A は、製造装置 1 0 において、下記の工程を経ることによって形成され

50

る。

【0077】

まず、複数のシリコンウェハ50を収納した収納部材14から、1枚のシリコンウェハ50を搬送部40によって取り出し、位置調整部16へ搬送する。そして、位置調整部16において、シリコンウェハ50の中心位置及びオリフラ50Bの位置調整を行う(ウェハ位置調整工程：ステップS402)。

【0078】

次に、位置調整されたシリコンウェハ50を、搬送部40によって洗浄部18へ搬送する。そして、洗浄部18において、シリコンウェハ50の洗浄を行う(ウェハ洗浄工程：ステップS404)。

10

【0079】

そして、位置調整及び洗浄のなされた該1枚のシリコンウェハ50を、搬送部40によって成膜部20へ搬送する。成膜部20では、シリコンウェハ50上に、強誘電体前駆体膜を成膜する(塗布工程：ステップS406)。

【0080】

次に、この強誘電体前駆体膜の成膜されたシリコンウェハ50を、搬送部40によって第1加熱部22に搬送する。第1加熱部22では、強誘電体前駆体膜を乾燥する(第1の加熱工程：ステップS408)。

【0081】

次に、シリコンウェハ50を、第1加熱部22から第2加熱部24へ搬送部40によって搬送する。第2加熱部24では、第1加熱部22によって乾燥した強誘電体前駆体膜を加熱して、脱脂または脱脂及び焼成を行う(第2の加熱工程：ステップ410)。

20

【0082】

そして、上記第2の加熱工程を経たシリコンウェハ50を、搬送部40によって冷却部26に搬送し、室温にまで冷却する(冷却工程：ステップS412)。

【0083】

上記ウェハ位置調整工程、ウェハ洗浄工程、成膜工程、第1の加熱工程、第2の加熱工程、及び冷却工程(ステップS402～ステップS412)の一連の工程が行われることによって、シリコンウェハ50には、1層の強誘電体層61Aが形成される。

【0084】

なお、該一連によって形成される強誘電体層61Aの厚みは、目的とする厚みの圧電体60Aに比べて非常に薄い。このため、製造装置10では、ウェハ位置調整工程、ウェハ洗浄工程、成膜工程、第1の加熱工程、第2の加熱工程、及び冷却工程(ステップS402～ステップS412)の一連の工程を、この順に繰り返し実行する。これによって、複数の強誘電体層61A<sub>1</sub>～強誘電体層61A<sub>n</sub>が(nは2以上の整数)積層されて、所望の厚みの強誘電体層61Aが形成される(上記図5も参照)。

30

【0085】

なお、第2の加熱工程における焼成処理は、上記一連の工程を1回行う度に行ってもよいし、上記一連の工程を複数回繰り返して最上層となるM層目の強誘電体層61A<sub>M</sub>の形成時に、まとめて焼成処理を行うようにしてもよい。

40

【0086】

次に、本実施の形態に係る製造装置10における製造処理の詳細を説明する。

【0087】

図9は、本実施の形態に係る製造装置10における、液滴吐出ヘッド62の強誘電体層61Aの製造処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【0088】

制御部36では、液滴吐出ヘッド62の製造処理プログラムをROM(図示省略)から読み取り、所定時間毎に、図9に示す製造処理ルーチンを実行する。

【0089】

なお、図9に示す製造処理ルーチンの実行前に、収納部材14には、例えば、所定時間

50

内に処理可能な枚数のシリコンウェハ50として、24時間以内に製造装置10で処理可能な枚数のシリコンウェハ50が収納されているものとして説明する。

【0090】

なお、収納部材14に収納されるシリコンウェハ50は、上述のように、下部電極60Cとなる導電層61Cが既に成膜されたシリコンウェハ50である。

【0091】

制御部36は、収納部材14にシリコンウェハ50が有るか否かを判別する(ステップS100)。制御部36は、検知部14Aからの検知信号を読み取ることによって、収納部材14におけるシリコンウェハ50の有無を判別する。

【0092】

制御部36は、収納部材14にシリコンウェハ50が収納されていると判断すると(ステップS100:Yes)、成膜部20にシリコンウェハ50が無いかなかを判別する(ステップS102)。制御部36では、検知部20Bからの検知信号を読み取ることによって、成膜部20におけるシリコンウェハ50の有無を判別する。

【0093】

そして、制御部36は、成膜部20にシリコンウェハ50の無い事を判断するまで否定判断を繰り返す(ステップS102:No)。そして、制御部36は、成膜部20に成膜中のシリコンウェハ50が無いと判断したときに(ステップS102:Yes)、収納部材14に収納されているシリコンウェハ50の内の1枚のシリコンウェハ50の管理IDを読み取る(ステップS104)。制御部36は、読取部48によって読み取られた管理IDを示す信号を読み取ることによって、シリコンウェハ50の管理IDを読み取る。

【0094】

そして、制御部36は、該読み取った管理IDに対応する強誘電体層61Aの成膜回数を示す成膜回数Nとして、1回目の成膜を示す「1」をセットする(ステップS106)。

【0095】

次に、制御部36は、上記ステップS104で読み取った管理IDと、ステップS106でセットした成膜回数Nを示す情報である「1」と、を対応づけて記憶部38に記憶する(ステップS108)。

【0096】

次に、制御部36は、ステップS104で管理IDを読みとったシリコンウェハ50を、収納部材14から位置調整部16へ搬送することを示す搬送指示信号を、搬送部40へ出力する(ステップS110)。

【0097】

搬送部40は、該搬送指示信号を駆動部44で受け付ける。そして、該搬送指示信号を受け付けた駆動部44は、搬送アーム42が収納部材14と位置調整部16との間でシリコンウェハ50を搬送することの出来る位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを収納部材14方向に伸ばして保持部42Bによって上記ステップS104で読み取った管理IDのシリコンウェハ50を保持し、腕部42Aの伸縮及び方向転換によって位置調整部16へシリコンウェハ50を搬送した後、保持部42Bによるシリコンウェハ50の保持を解除する。

【0098】

なお、保持部42BによるステップS104で読み取った管理IDのシリコンウェハ50の保持は、例えば、以下のようにして行えばよい。具体的には、保持部42Bの先端部に読取部48を設けた構成とする。そして、読取部48による読取りは、保持部42Bがシリコンウェハ50を保持可能な位置に移動したときに行えるようにする。そして、ステップS104の処理では、駆動部44が、1枚のシリコンウェハ50を保持可能な位置に腕部42A及び保持部42B移動させた後に、管理IDの読取りを行い、管理IDを読み取った後に該シリコンウェハ50を保持部42Bで保持した状態とすればよい。そして、制御部36から位置調整部への搬送指示を受け付けたときに、駆動部44は、該保持して

10

20

30

40

50

いる50を収納部材14から位置調整部16へ搬送すればよい。

【0099】

制御部36が上記ステップ100～ステップS110の処理を実行することによって、1枚のシリコンウェハ50が収納部材14から位置調整部16へ搬送される。また、該搬送された1枚のシリコンウェハ50の管理ID及び成膜回数Nを示す情報に対応づけて記憶部38に記憶される。

【0100】

次に制御部36は、位置制御部16Aへ位置調整の実行を指示する位置調整実行指示信号を出力する(ステップS112)。位置調整実行指示信号を受け付けた位置制御部16Aは、位置調整部16に設けられた装置各部を制御することによって、シリコンウェハ50の中心位置及びオリフラ50Bの位置を、予め定めた位置となるように位置調整を行う。そして、位置調整が終了すると、位置制御部16Aは、位置調整終了を示す信号を制御部36に出力する。

10

【0101】

制御部36は、位置制御部16Aから位置調整終了を示す信号を受け付けるまで否定判断を繰り返し(ステップS114:No)。そして制御部36は、位置調整終了を示す信号を受け付けたと判断すると(ステップS114:Yes)、位置調整部16から洗浄部18へシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を搬送部40の駆動部44へ出力する(ステップS116)。

【0102】

位置調整部16から洗浄部18へのシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部44は、搬送アーム42が位置調整部16と洗浄部18との間でシリコンウェハ50を搬送することの出来る位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを位置調整部16方向に伸ばして保持部42Bによってシリコンウェハ50を保持し、腕部42Aの伸縮等によって洗浄部18へシリコンウェハ50を搬送した後に、保持部42Bによるシリコンウェハ50の保持を解除する。

20

【0103】

ステップS116の処理によって、位置調整部16によって位置調整された1枚のシリコンウェハ50が、位置調整部16から洗浄部18へ搬送される。

30

【0104】

次に制御部36は、洗浄制御部18Aに、洗浄開始指示を示す洗浄開始指示信号を出力する(ステップS118)。洗浄開始指示信号を受け付けた洗浄制御部18Aは、洗浄部18に配置されたシリコンウェハ50の洗浄を開始し、洗浄終了時に、洗浄終了を示す信号を制御部36へ出力する。

【0105】

次に、制御部36は、洗浄部18から洗浄終了を示す信号を受け付けるまで否定判断を繰り返し(ステップS120:No)。そして制御部36は、洗浄終了を示す信号を受け付けたと判断すると(ステップS120:Yes)、洗浄部18から成膜部20へシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を搬送部40の駆動部44へ出力する(ステップS122)。

40

【0106】

洗浄部18から成膜部20へのシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部44は、搬送アーム42が洗浄部18と成膜部20との間でシリコンウェハ50を搬送することの出来る位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを洗浄部18方向に伸ばして保持部42Bによってシリコンウェハ50を保持し、腕部42Aの伸縮及び方向転換によって成膜部20へシリコンウェハ50を搬送した後に、保持部42Bによるシリコンウェハ50の保持を解除する。

【0107】

これによって、1枚のシリコンウェハ50が、洗浄部18から成膜部20へ搬送される

50

。

【0108】

次に、制御部36は、成膜制御部20Aに成膜開始を示す成膜開始指示信号を出力する(ステップS124)。成膜開始指示信号を受け付けた成膜制御部20Aは、成膜部20に搬送されてきたシリコンウェハ50上に、圧電体前駆体溶液による塗膜を塗布することによって、1層の圧電体前駆体層を成膜する(ステップ124)。そして、成膜処理が終了すると、成膜制御部20Aは、成膜終了を示す信号を制御部36へ出力する。

【0109】

制御部36は、成膜制御部20Aから成膜終了を示す信号を受け付けるまで否定判断を繰り返し(ステップS126:No)、成膜終了を示す信号を受け付けると成膜終了と肯判断する(ステップS126:Yes)。

10

【0110】

そして制御部36は、成膜終了を示す信号を受け付けたと判断すると(ステップS126:Yes)、成膜部20から第1加熱部22へシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を搬送部40の駆動部44へ出力する(ステップS128)。

【0111】

成膜部20から第1加熱部22へのシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部44は、搬送アーム42が成膜部20と第1加熱部22との間でシリコンウェハ50を搬送することの出来る位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを成膜部20方向に伸ばして保持部42Bによってシリコンウェハ50を保持し、腕部42Aの伸縮及び方向転換によって第1加熱部22へシリコンウェハ50を搬送した後に、保持部42Bによるシリコンウェハ50の保持を解除する。

20

【0112】

これによって、1枚のシリコンウェハ50が、成膜部20から第1加熱部22へ搬送される。

【0113】

制御部36は、加熱制御部22Aに、第1の加熱(乾燥)の開始を示す信号を出力する(ステップS130)。該第1の加熱の開始を示す信号を受け付けた加熱制御部22Aは、第1加熱部22内を、強誘電体層61Aを乾燥する温度に加熱し、乾燥処理を行う。なお、本実施の形態では、第1加熱部22内にシリコンウェハ50が搬送された後に、第1加熱部22内を加熱する場合を説明するが、第1加熱部22は、予め第1の加熱のための温度に維持されているものとしてもよい。

30

【0114】

そして、加熱制御部22Aでは、乾燥開始またはシリコンウェハ50が第1加熱部22内に搬送されてきてから、乾燥のために必要な予め設定された乾燥時間を経過したときに、加熱制御部22Aは、第1加熱終了を示す信号を制御部36へ出力する。

【0115】

そして制御部36は、第1加熱終了を示す信号を受け付けたと判断すると(ステップS132:Yes)、第1加熱部22から第2加熱部24へシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を搬送部40の駆動部44へ出力する(ステップS134)。

40

【0116】

第1加熱部22から第2加熱部24へのシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部44は、搬送アーム42が第1加熱部22と第2加熱部24との間でシリコンウェハ50を搬送することの出来る位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを第1加熱部22の方向に伸ばして保持部42Bによってシリコンウェハ50を保持し、腕部42Aの伸縮等によって第2加熱部24へシリコンウェハ50を搬送する。

【0117】

次に、制御部36は、搬送部40の保持部42Bが保持しているシリコンウェハ50の

50

管理 ID を読取部 48 から読み取る (ステップ S 136)。そして、シリコンウェハ 50 の保持を解除する信号を搬送部 40 に出力した後に、そして、読み取った管理 ID に対応する成膜回数 N を示す情報を、記憶部 38 から読み取る (ステップ S 138)。そして、更に、制御部 36 は、該読み取った成膜回数 N に対応する第 2 加熱条件と、記憶部 38 から読み取る (ステップ S 140)。

【0118】

例えば、最上層の強誘電体層 61A を成膜するときの成膜回数を M とする。そして、記憶部 38 は、最上層の成膜回数を示す M を予め記憶している。また、記憶部 38 は、最上層の強誘電体層  $A_M$  以外の強誘電体層  $61A_1 \sim 61A_{M-1}$  の加熱条件として、成膜回数 1 ~ 成膜回数 M - 1 の各々に対応づけて、脱脂処理を示す加熱条件を記憶部 38 に記憶している。また、記憶部 38 は、最上層となる強誘電体層  $61A_M$  の成膜回数を示す M に対応づけて、脱脂処理を行った後に焼成処理を行うことを示す 2 種類の加熱条件を記憶しているものとする。

10

【0119】

次に、制御部 36 は、上記ステップ 140 で読み取った第 2 加熱条件で第 2 加熱を行うことを示す第 2 加熱開始信号を加熱制御部 24A に出力する (ステップ S 142)。

【0120】

第 2 加熱開始信号を受け付けた加熱制御部 24A は、受け付けた第 2 加熱信号に含まれる加熱条件で、シリコンウェハ 50 を加熱する。そして、第 2 加熱処理が終了すると、第 2 加熱終了を示す信号を制御部 36 へ出力する。

20

【0121】

詳細には、第 2 加熱部 24 が図 6 に示す構成である場合には、第 2 加熱部 24 は以下の処理を行う。

【0122】

第 2 加熱部 24 では、後述する搬送部 40 によって 1 枚のシリコンウェハ 50 が搬送されてくると、加熱制御部 24A の制御によって、フレーム 63A 及びフレーム 63B が離間した状態となる (図 6 (A) 参照)。そして、シリコンウェハ 50 が空間 64A 内に位置されると、加熱制御部 24A の制御によって、該シリコンウェハ 50 をホルダー 70 によって保持し、フレーム 63A 及びフレーム 63B を接触状態とする (図 6 (B) 参照)。

30

【0123】

そして、加熱制御部 24A の制御によって、加熱部 68A 及び加熱部 68B を、第 2 加熱開始信号に応じた加熱条件に応じた温度にまで昇温させる。なお、このとき加熱部 68A 及び加熱部 68B の何れか一方のみで加熱してもよいし、双方で加熱してもよい。そして、更に、第 2 加熱開始信号が脱脂の後に焼成を示す加熱条件を含む場合には、脱脂処理の温度に保持した後に、更に連続して加熱部 68A 及び加熱部 68B を焼成温度にまで昇温させる。

【0124】

そして、加熱制御部 24A は、予め定めた脱脂時間または脱脂時間と焼成時間との合計時間を経過した後に、冷却部 66A 及び冷却部 66B に冷却媒体を供給するように制御する。これによって、フレーム 63A 及びフレーム 63B を冷却し、空間 64A 内のシリコンウェハ 50 を冷却する。そして、加熱制御部 24A は、該冷却媒体を供給するように制御してから予め定めた温度までの冷却に要する時間を経過したときに、フレーム 63A 及びフレーム 63B を離間状態に制御する。そして、加熱制御部 24A は、第 2 加熱終了を示す信号を、制御部 36 に出力すると共に、ホルダー 70 を解放状態とする。

40

【0125】

制御部 36 は、ステップ S 136 ~ ステップ S 142 の処理を実行することによって、各シリコンウェハ 50 の成膜回数に応じた加熱条件で、第 2 加熱を行うことができる。

【0126】

制御部 36 は、加熱制御部 24A から第 2 加熱終了を示す信号を受け付けるまで否定判

50

断を繰り返し（ステップ S 1 4 4 : N o ）、第 2 加熱終了を示す信号を受け付けると第 2 加熱終了と肯判断する（ステップ S 1 4 4 : Y e s ）。

【 0 1 2 7 】

そして制御部 3 6 は、第 2 加熱終了を示す信号を受け付けたと判断すると（ステップ S 1 4 4 : Y e s ）、第 2 加熱部 2 4 から冷却部 2 6 へシリコンウェハ 5 0 の搬送を指示する信号を搬送部 4 0 の駆動部 4 4 へ出力する（ステップ S 1 4 6 ）。

【 0 1 2 8 】

第 2 加熱部 2 4 から冷却部 2 6 へのシリコンウェハ 5 0 の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部 4 4 は、搬送アーム 4 2 が第 2 加熱部 2 4 と冷却部 2 6 との間でシリコンウェハ 5 0 を搬送することの出来る位置に支持部 4 1 をレール 4 6 の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部 4 4 は、腕部 4 2 A を第 2 加熱部 2 4 方向に伸ばして保持部 4 2 B によってシリコンウェハ 5 0 を保持し、腕部 4 2 A の伸縮等によって冷却部 2 6 へシリコンウェハ 5 0 を搬送する。

10

【 0 1 2 9 】

これによって、1枚のシリコンウェハ 5 0 が、第 2 加熱部 2 4 から冷却部 2 6 へ搬送される。

【 0 1 3 0 】

次に、制御部 3 6 は、搬送部 4 0 の保持部 4 2 B が保持しているシリコンウェハ 5 0 の管理 ID を読取部 4 8 から読み取る（ステップ S 1 4 8 ）。そして、制御部 3 6 は、シリコンウェハ 5 0 の保持を解除する信号を搬送部 4 0 に出力する（図示省略）。そして、制御部 3 6 は、内部タイマから現在時刻を読み取り、読み取った時間を冷却開始時間として、ステップ S 1 4 8 で読み取った管理 ID に対応づけて記憶部 3 8 に記憶する（ステップ S 1 5 0 ）。なお、このシリコンウェハ 5 0 の保持を解除する信号を受け付けた搬送部 4 0 は、保持していたシリコンチップ 5 2 を冷却部 2 6 のホルダー 2 7 B に載置する。

20

【 0 1 3 1 】

次に、制御部 3 6 は、冷却部 2 6 に冷却終了のシリコンウェハ 5 0 が有るか否かを判断する（ステップ S 1 5 4 ）。制御部 3 6 は、記憶部 3 8 に記憶されている冷却開始時間からの経過時間が、予め定めた冷却時間以上となっている管理 ID が有るか否かを判別することによって、冷却終了のシリコンウェハ 5 0 が有るか否かを判断する。なお、この予め定めた冷却時間とは、第 2 加熱部 2 4 によって加熱されたシリコンウェハ 5 0 が冷却部 2 6 に搬送されて冷却を開始してから室温となるまでの時間を示している。この時間は、予め計測して記憶部 3 8 に記憶しておけばよい。

30

【 0 1 3 2 】

制御部 3 6 は、冷却部 2 6 に冷却終了のシリコンウェハ 5 0 無しと判断した場合には（ステップ S 1 5 4 : N o ）、上記ステップ S 1 0 0 へ戻る。

【 0 1 3 3 】

一方、制御部 3 6 は、冷却部 2 6 に冷却終了のシリコンウェハ 5 0 有りを判断した場合には（ステップ S 1 5 4 : Y e s ）、最も先に冷却終了したシリコンウェハ 5 0 の管理 ID を記憶部 3 8 から読み取る（ステップ S 1 5 6 ）。詳細には、制御部 3 6 は、記憶部 3 8 に記憶されている冷却開始時間からの経過時間が、予め定めた冷却時間以上となっている管理 ID の内の、最も冷却開始時間の早い管理 ID を読み取る。

40

【 0 1 3 4 】

そして、制御部 3 6 は、ステップ S 1 5 6 で読み取った管理 ID に対応する成膜回数 N が、最上層を示す M であるか否かを判断する（ステップ S 1 5 8 ）。そして、該成膜回数 N が、最上層を示す M であると判断した場合には（ステップ S 1 5 8 : Y e s ）、成膜対象の全ての強誘電体層 6 1 A の成膜が終了していることから、制御部 3 6 は、該管理 ID のシリコンウェハ 5 0 の排出指示を搬送部 4 0 の駆動部 4 4 へ出力する（ステップ S 1 8 0 ）。

【 0 1 3 5 】

シリコンウェハ 5 0 の排出指示を受け付けた駆動部 4 4 は、搬送アーム 4 2 が冷却部 2

50

6に届く位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを冷却部26に伸ばして、該受け付けた排出指示信号に含まれる管理IDに対応する管理IDが読取部48によって読み取られるまで、腕部42Aを動かす。そして、該管理IDが読取部48によって読み取られたときに、保持部42Bを駆動して該管理IDのシリコンウェハ50を保持し、冷却部26から排出部材15へと搬送する。

【0136】

これによって、目的とする数の(Mの)複数の強誘電体層61Aの積層されたシリコンウェハ50が、排出部材15に排出される。

【0137】

そして、制御部36は、ステップS124と同様に、成膜開始指示信号を駆動部44へ出力した後に(ステップS178)、上記ステップS126へ戻る。

10

【0138】

一方、上記ステップS158で否定判断すると(ステップS158:No)、制御部36は、ステップS156で読み取った管理IDに対応する成膜回数Nを1カウントアップし、該管理IDに対応づけて記憶部38に上書き保存する(ステップS160、ステップS162)。

【0139】

そして、上記ステップS156で読み取った管理IDのシリコンウェハ50を、冷却部26から位置調整部16へ搬送することを示す搬送指示を駆動部44へ出力する(ステップS164)。

20

【0140】

冷却部26から第2加熱部24へのシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部44は、搬送アーム42が冷却部26に届く位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを冷却部26に伸ばして、該受け付けた排出指示信号に含まれる管理IDに対応する管理IDが読取部48によって読み取られるまで、腕部42Aを動かす。そして、該管理IDが読取部48によって読み取られたときに、保持部42Bを駆動して該管理IDのシリコンウェハ50を保持し、冷却部26から位置調整部16へと搬送する。

【0141】

次に制御部36は、位置制御部16Aへ位置調整の実行を指示する位置調整実行指示信号を出力する(ステップS166)。位置調整実行指示信号を受け付けた位置制御部16Aは、位置調整部16に設けられた装置各部を制御することによって、シリコンウェハ50の中心位置及びオリフラ50Bの位置を、予め定めた位置となるように位置調整を行う。そして、位置調整が終了すると、位置制御部16Aは、位置調整終了を示す信号を制御部36に出力する。

30

【0142】

制御部36は、位置制御部16Aから位置調整終了を示す信号を受け付けるまで否定判断を繰り返し(ステップS168:No)。そして制御部36は、位置調整終了を示す信号を受け付けたと判断すると(ステップS168:Yes)、位置調整部16から洗浄部18へシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を搬送部40の駆動部44へ出力する(ステップS170)。

40

【0143】

位置調整部16から洗浄部18へのシリコンウェハ50の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部44は、搬送アーム42が位置調整部16と洗浄部18との間でシリコンウェハ50を搬送することの出来る位置に支持部41をレール46の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部44は、腕部42Aを位置調整部16方向に伸ばして保持部42Bによってシリコンウェハ50を保持し、腕部42Aの伸縮等によって洗浄部18へシリコンウェハ50を搬送した後に、保持部42Bによるシリコンウェハ50の保持を解除する。

【0144】

50

ステップ S 1 7 0 の処理によって、位置調整部 1 6 によって位置調整された 1 枚のシリコンウェハ 5 0 が、位置調整部 1 6 から洗浄部 1 8 へ搬送される。

【 0 1 4 5 】

次に制御部 3 6 は、洗浄制御部 1 8 A に、洗浄開始指示を示す洗浄開始指示信号を出力する（ステップ S 1 7 2）。洗浄開始指示信号を受け付けた洗浄制御部 1 8 A は、洗浄部 1 8 に配置されたシリコンウェハ 5 0 の洗浄を開始し、洗浄終了時に、洗浄終了を示す信号を制御部 3 6 へ出力する。

【 0 1 4 6 】

次に、制御部 3 6 は、洗浄部 1 8 から洗浄終了を示す信号を受け付けるまで否定判断を繰り返し（ステップ S 1 7 4 : N o）。そして制御部 3 6 は、洗浄終了を示す信号を受け付けたと判断すると（ステップ S 1 7 4 : Y e s）、洗浄部 1 8 から成膜部 2 0 へシリコンウェハ 5 0 の搬送を指示する信号を搬送部 4 0 の駆動部 4 4 へ出力する（ステップ S 1 7 6）。

【 0 1 4 7 】

洗浄部 1 8 から成膜部 2 0 へのシリコンウェハ 5 0 の搬送を指示する信号を受け付けた駆動部 4 4 は、搬送アーム 4 2 が洗浄部 1 8 と成膜部 2 0 との間でシリコンウェハ 5 0 を搬送することの出来る位置に支持部 4 1 をレール 4 6 の長尺方向に沿って移動させる。そして、駆動部 4 4 は、腕部 4 2 A を洗浄部 1 8 方向に伸ばして保持部 4 2 B によってシリコンウェハ 5 0 を保持し、腕部 4 2 A の伸縮等によって成膜部 2 0 へシリコンウェハ 5 0 を搬送した後に、保持部 4 2 B によるシリコンウェハ 5 0 の保持を解除する。

【 0 1 4 8 】

次に、制御部 3 6 は、成膜制御部 2 0 A に成膜開始を示す成膜開始指示信号を出力する（ステップ S 1 7 8）。成膜開始指示信号を受け付けた成膜制御部 2 0 A は、成膜部 2 0 に搬送されてきたシリコンウェハ 5 0 上に、圧電体前駆体溶液による塗膜を塗布することによって、1 層の圧電体前駆体層を成膜する。そして、成膜処理が終了すると、成膜制御部 2 0 A は、成膜終了を示す信号を制御部 3 6 へ出力する。

【 0 1 4 9 】

次に、ステップ S 1 7 8 の処理終了後、制御部 3 6 は、上記ステップ S 1 2 6 へ戻る。

【 0 1 5 0 】

一方、上記ステップ S 1 5 2 において、冷却部 2 6 にシリコンウェハ 5 0 が無いことを判断した場合には（ステップ S 1 5 2 : N o）、全てのシリコンウェハ 5 0 について処理が終了したため、本ルーチンを終了する。

【 0 1 5 1 】

また、制御部 3 6 では、図 9 に示す製造処理ルーチンにおいて、所定時間毎に、上記ステップ S 1 0 2 ~ ステップ 1 2 4 と同様の割り込み処理を実行する（図 1 0 参照）。

【 0 1 5 2 】

具体的には、制御部 3 6 では、所定時間毎に、図 1 0 に示す割り込み処理を実行する。

【 0 1 5 3 】

制御部 3 6 は、成膜部 2 0 にシリコンウェハ 5 0 が無いか否かを判断する（ステップ S 2 1 0）。そして、制御部 3 6 は、成膜部 2 0 にシリコンウェハ 5 0 が有ると判断した場合には（ステップ S 2 1 0 : N o）、本ルーチンを終了する。

【 0 1 5 4 】

一方、制御部 3 6 は、成膜部 2 0 にシリコンウェハ 5 0 が無いと判断した場合には（ステップ S 2 1 0 : Y e s）、収納部材 1 4 に収納されているシリコンウェハ 5 0 の内の 1 枚のシリコンウェハ 5 0 の管理 ID を読み取る（ステップ S 2 1 2）。

【 0 1 5 5 】

そして、制御部 3 6 は、該読み取った管理 ID に対応する強誘電体層 6 1 A の成膜回数を示す成膜回数 N として、1 回目の成膜を示す「 1 」をセットする（ステップ S 2 1 4）。

【 0 1 5 6 】

10

20

30

40

50

次に、制御部 36 は、上記ステップ S 2 1 2 で読み取った管理 ID と、ステップ S 2 1 4 でセットした成膜回数 N を示す情報である「1」と、を対応づけて記憶部 38 に記憶する（ステップ S 2 1 6）。

【0157】

次に、制御部 36 は、ステップ S 2 1 2 で管理 ID を読みとったシリコンウェハ 50 を、収納部材 14 から位置調整部 16 へ搬送することを示す搬送指示信号を、搬送部 40 へ出力する（ステップ S 2 1 8）。

【0158】

次に制御部 36 は、位置制御部 16 A へ位置調整の実行を指示する位置調整実行指示信号を出力する（ステップ S 2 2 0）。そして次に、制御部 36 は、位置制御部 16 A から位置調整終了を示す信号を受け付けるまで否定判断を繰り返し（ステップ S 2 2 2 : No）、位置調整終了を示す信号を受け付けたと判断すると（ステップ S 2 2 2 : Yes）、位置調整部 16 から洗浄部 18 へシリコンウェハ 50 の搬送を指示する信号を搬送部 40 の駆動部 44 へ出力する（ステップ S 2 2 4）。

10

【0159】

次に制御部 36 は、洗浄制御部 18 A に、洗浄開始指示を示す洗浄開始指示信号を出力する（ステップ S 2 2 6）。次に、制御部 36 は、洗浄部 18 から洗浄終了を示す信号を受け付けるまで否定判断を繰り返し（ステップ S 2 2 8 : No）。そして制御部 36 は、洗浄終了を示す信号を受け付けたと判断すると（ステップ S 2 2 8 : Yes）、洗浄部 18 から成膜部 20 へシリコンウェハ 50 の搬送を指示する信号を搬送部 40 の駆動部 44 へ出力する（ステップ S 2 3 0）。

20

【0160】

次に、制御部 36 は、成膜制御部 20 A に成膜開始を示す成膜開始指示信号を出力した後に（ステップ S 2 3 2）、本ルーチンを終了する。

【0161】

上記ステップ S 2 1 0 ~ ステップ S 2 3 2 に示す割り込み処理が実行されることによって、成膜部 20 にシリコンウェハ 50 が存在しない場合には、収納部材 14 から順次シリコンウェハ 50 が搬送されて、位置調整部 16 及び洗浄部 18 を経た後に、成膜部 20 へ搬送される。

【0162】

以上説明したように、本実施の形態の製造装置 10 では、シリコンウェハ 50 を一枚ずつ搬送し、各シリコンウェハ 50 について、位置調整部 16 による位置調整工程、洗浄部 18 による洗浄工程、成膜部 20 による成膜工程、第 1 加熱部 22 による第 1 の加熱工程、第 2 加熱部 24 による第 2 の加熱工程、及び冷却部 26 による冷却工程を、この順に繰り返し実行する。

30

【0163】

このため、各シリコンウェハ 50 に形成される強誘電体層 61 A 間における熱履歴のばらつきを抑制することができる。また、シリコンウェハ 50 間における強誘電体層 61 A の熱履歴のばらつきも抑制することができる。

【0164】

従って、液滴吐出ヘッド 62 間における吐出特性のばらつきを抑制することができる。

40

【0165】

また、本実施の形態の製造装置 10 では、第 2 の加熱工程における加熱条件を、成膜回数に応じて調整することができる。このため、シリコンウェハ 50 の管理 ID に対応する成膜回数に応じた加熱条件で、第 2 の加熱を行うことができる。

【0166】

なお、上記実施の形態では、最上層となる強誘電体層 61 A<sub>M</sub> と、この層以外の強誘電体層 61 A<sub>1</sub> ~ 強誘電体層 61 A<sub>M-1</sub> の加熱条件と、を定めたが、このような設定方法に限られない。例えば、所定の成膜回数毎に、脱脂処理の後に焼成処理を行う、といった第 2 の加熱工程における加熱条件を、成膜回数に対応づけて記憶部 38 に記憶してもよい

50

。

【0167】

例えば、所定の成膜回数として、3の倍数を示す値（例えば3N）を定め、この成膜回数3Nに対応づけて、第2の加熱工程における加熱条件として脱脂処理の後に焼成処理を行うことを示す加熱条件を記憶部38に記憶する。そして、成膜回数が3の倍数以外である場合には、第2の加熱工程における加熱条件として脱脂処理を行うことを示す加熱条件を記憶部38に記憶する。

【0168】

この場合には、成膜回数が3の倍数以外である場合には、製造装置10では、図11（A）に示すパターンAの一連の処理を実行することができる。そして、成膜回数が3の倍数である場合には、図11（B）に示すパターンBの一連の処理を実行することができる。

10

。

【0169】

すなわち、成膜回数が3の倍数以外の強誘電体層61Aの成膜時には、図11（A）に示すように、ウェハ位置調整工程（ステップS302）、ウェハ洗浄工程（ステップS304）、成膜工程（ステップS306）、第1の加熱工程としての乾燥工程（ステップS308）、第2の加熱工程としての脱脂工程（ステップS310）、及び冷却工程（ステップS312）の一連の工程を実行する。そして、成膜回数が3の倍数の強誘電体層61Aの成膜時には、図11（B）に示すように、ウェハ位置調整工程（ステップS302）、ウェハ洗浄工程（ステップS304）、成膜工程（ステップS306）、第1の加熱工程としての乾燥工程（ステップS308）、第2の加熱工程としての脱脂工程の後の焼成工程（ステップS311）、及び冷却工程（ステップS312）の一連の工程を実行する。

20

【0170】

そして、1枚のシリコンウェハ50について、図11（C）に示すように、パターンAの一連の処理を2回繰り返した後にパターンBの一連の処理を1回行うといった処理を、最上層の強誘電体層61Aを形成するまで繰り返し行うことができる。

【0171】

また、本実施の形態の製造装置10では、上述のように、1枚のシリコンウェハ50ごとに、位置調整部16による位置調整、洗浄部18による洗浄を行った後に、成膜部20へ搬送する。このため、成膜部20では、安定した成膜を行うことができる。

30

【0172】

すなわち、位置調整のなされた状態のシリコンウェハ50が成膜部20に搬送されるため、成膜時に強誘電体前駆体溶液（ゾル）を吐出するノズルとシリコンウェハ50との位置ずれを抑制することができる。このため、該ノズルから吐出された強誘電体前駆体溶液がシリコンウェハ50上で不均一に広がることが抑制され、厚みの不均一な強誘電体前駆体膜が成膜されることを抑制することができる。また、このように位置調整のなされたシリコンウェハ50が成膜部20に搬送されることで、成膜時におけるミストの発生も抑制することができ、該ミストによるシリコンウェハ50表面の汚染を抑制することができる。

。

【0173】

また、本実施の形態の製造装置10では、上述のように、図10に示す割り込み処理を所定時間毎に実行する。このため、製造装置10では、成膜部20で成膜中のシリコンウェハ50が無いときには、収納部材14から新たなシリコンウェハ50を一枚取り出して、位置調整部16による位置調整、洗浄部18による洗浄を行った後に、成膜部20に供給することができる。このため、製造装置10における休止時間を短縮することができ、効率良く強誘電体層61Aを順次形成することができる。

40

【0174】

なお、収納部材14は、製造装置10において所定時間内に上記一連の処理を実行可能な枚数のシリコンウェハ50を収納する構成であることが好ましい。この所定時間とは、例えば、24時間等が挙げられる。このように、収納部材14が、製造装置10で所定時

50

間内に上記一連の処理を実行可能な枚数のシリコンウェハ50を収納することによって、製造装置10で処理するシリコンウェハ50の処理状況を時間単位で容易に管理することができる。

【0175】

また、本実施の形態の製造装置10は、上記構成に加えて更に、各種画像を表示する表示部(図示省略)を設けた構成としてもよい。この場合には、該表示部を主制御部34に電氣的に接続した構成とすればよい。そして、主制御部34は、該表示部に、記憶部38に記憶されている管理番号と、該管理番号に対応する情報(例えば、成膜回数、冷却開始時間等)を表示してもよい。このようにすれば、製造装置10で処理するシリコンウェハ50の処理状況をユーザに視認可能に提示することができる。

10

【0176】

(第2の実施の形態)

次に、上述した液滴吐出ヘッド62を搭載した液滴吐出装置の一例について図12及び図13を参照して説明する。

【0177】

図12、及び図13に示すように、液滴吐出装置80は、装置本体81の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ93、キャリッジ93に搭載し、上述した液滴吐出ヘッド62からなる記録ヘッド94、記録ヘッド94へインクを供給するインクカートリッジ95等で構成される印字機構部89等を収納する。装置本体81の下方部には前方側から多数枚の用紙83を積載可能な給紙カセット85(或いは給紙トレイでもよい)を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙83を手差しで給紙するための手差しトレイ(図示省略)を開倒することができ、給紙カセット85或いは手差しトレイ(図示省略)から給送される用紙83を取り込み、印字機構部89によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ87に排紙する。

20

【0178】

印字機構部89は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド91と従ガイドロッド92とでキャリッジ93を主走査方向に摺動自在に保持し、このキャリッジ93にはイエロー(Y)、シアン(C)、マゼンタ(M)、ブラック(Bk)の各色のインク滴を吐出する、上述した薄膜形成で形成された液滴吐出ヘッドからなる記録ヘッド94を複数のインク吐出口(ノズル)を主走査方向と交差する方向に配列し、インク滴吐出方向を下方に向けて装着している。また、キャリッジ93には記録ヘッド94に各色のインクを供給するための各インクカートリッジ95を交換可能に装着している。

30

【0179】

インクカートリッジ95は上方に大気と連通する大気口、下方にはインクジェットヘッドへインクを供給する供給口を、内部にはインクが充填された多孔質体を有しており、多孔質体の毛管力により記録ヘッド94へ供給されるインクをわずかな負圧に維持している。また、記録ヘッド94としてここでは各色のヘッドを用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。

【0180】

ここで、キャリッジ93は後方側(用紙搬送方向下流側)を主ガイドロッド91に摺動自在に嵌装し、前方側(用紙搬送方向上流側)を従ガイドロッド92に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ93を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ97で回転駆動される駆動プーリ98と従動プーリ99との間にタイミングベルト100を張装し、このタイミングベルト100をキャリッジ93に固定しており、主走査モータ97の正逆回転によりキャリッジ93が往復駆動される。

40

【0181】

一方、給紙カセット85にセットした用紙83を記録ヘッド94の下方側に搬送するために、給紙カセット85から用紙83を分離給装する給紙ローラ101及びフリクションパッド102と、用紙83を案内するガイド部材103と、給紙された用紙83を反転させて搬送する搬送ローラ104と、この搬送ローラ104の周面に押し付けられる搬送コ

50

口 1 0 5 及び搬送ローラ 1 0 4 からの用紙 8 3 の送り出し角度を規定する先端コ口 1 0 6 とを設けている。搬送ローラ 1 0 4 は副走査モータ 1 0 7 によってギヤ列を介して回転駆動される。

【 0 1 8 2 】

そして、キャリッジ 9 3 の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ 1 0 4 から送り出された用紙 8 3 を記録ヘッド 9 4 の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材 1 0 9 を設けている。この印写受け部材 1 0 9 の用紙搬送方向下流側には、用紙 8 3 を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コ口 1 1 1、拍車 1 1 2 を設け、さらに用紙 8 3 を排紙トレイ 8 7 に送り出す排紙ローラ 1 1 3 及び 1 1 4 と、排紙経路を形成するガイド部材 1 1 5 とを配設している。

10

【 0 1 8 3 】

記録時には、キャリッジ 9 3 を移動させながら画像信号に応じて記録ヘッド 9 4 を駆動することにより、停止している用紙 8 3 にインク滴を吐出して 1 行分を記録し、用紙 8 3 を所定量搬送後次の行の記録を行う。記録終了信号または、用紙 8 3 の後端が記録領域に到達した信号を受けることにより、記録動作を終了させ用紙 8 3 を排紙する。

【 0 1 8 4 】

また、キャリッジ 9 3 の移動方向右端側の記録領域を外れた位置には、記録ヘッド 9 4 の吐出不良を回復するための回復装置 1 1 7 を配置している。回復装置 1 1 7 はキャップ手段と吸引手段とクリーニング手段を有している。キャリッジ 9 3 は印字待機中にはこの回復装置 1 1 7 側に移動されてキャッピング手段で記録ヘッド 9 4 をキャッピングされ、吐出口部を湿潤状態に保つことによりインク乾燥による吐出不良を防止する。また、記録途中などに記録と関係しないインクを吐出することにより、全ての吐出口のインク粘度を一定にし、安定した吐出性能を維持する。

20

【 0 1 8 5 】

吐出不良が発生した場合等には、キャッピング手段で記録ヘッド 9 4 の吐出口（ノズル）を密封し、チューブを通して吸引手段で吐出口からインクとともに気泡等を吸い出し、吐出口面に付着したインクやゴミ等はクリーニング手段により除去され吐出不良が回復される。また、吸引されたインクは、本体下部に設置された廃インク溜（図示しない）に排出され、廃インク溜内部のインク吸収体に吸収保持される。

【 0 1 8 6 】

上述のように、本実施の形態の液滴吐出装置 8 0 は、製造装置 1 0 によって製造された液滴吐出ヘッド 6 2 を備えている。このため本実施の形態の液滴吐出装置 5 1 は、安定した吐出特性が得られ、画像品質も向上する。

30

【 0 1 8 7 】

また、液滴吐出装置 8 0 を、各種印刷装置に搭載することができる。この液滴吐出装置 8 0 を、各種印刷装置に搭載することによって、画像品質の向上した印刷装置を提供することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 8 8 】

- 1 0 製造装置
- 1 4 収納部材
- 1 6 位置調整部
- 1 8 洗浄部
- 2 0 成膜部
- 2 2 第 1 加熱部
- 2 4 第 2 加熱部
- 2 6 冷却部
- 3 6 制御部
- 3 8 記憶部

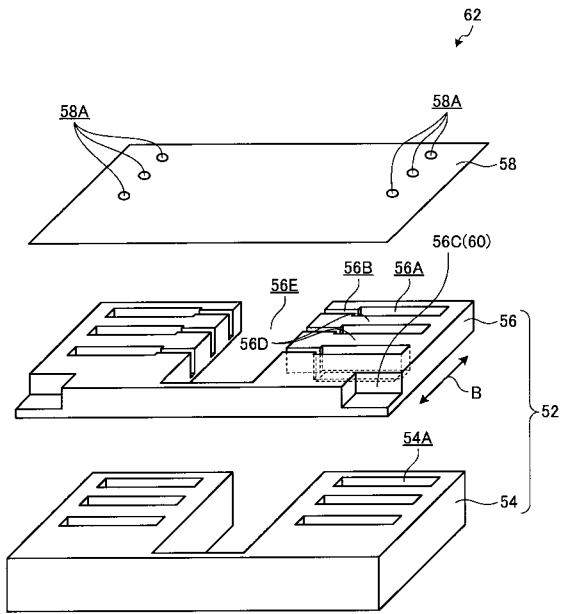
40

【 先行技術文献 】

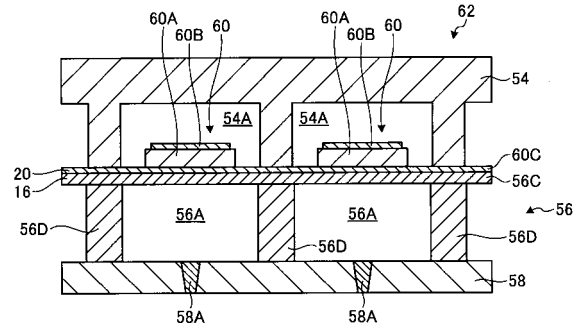
50



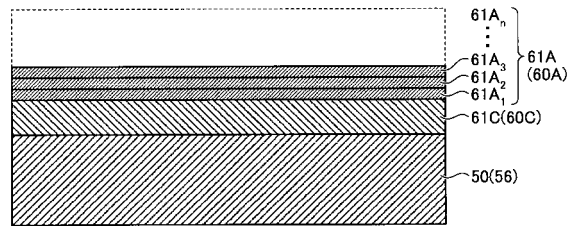
【 図 3 】



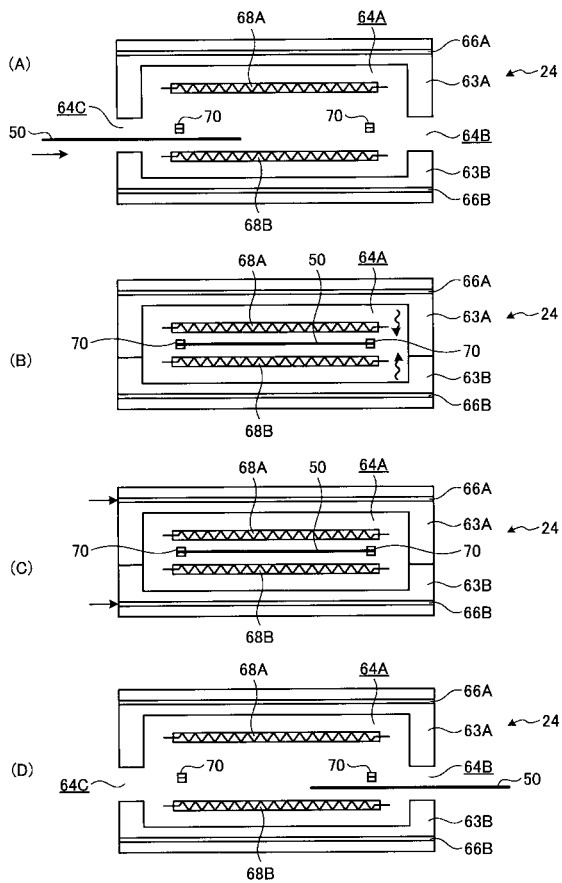
【 図 4 】



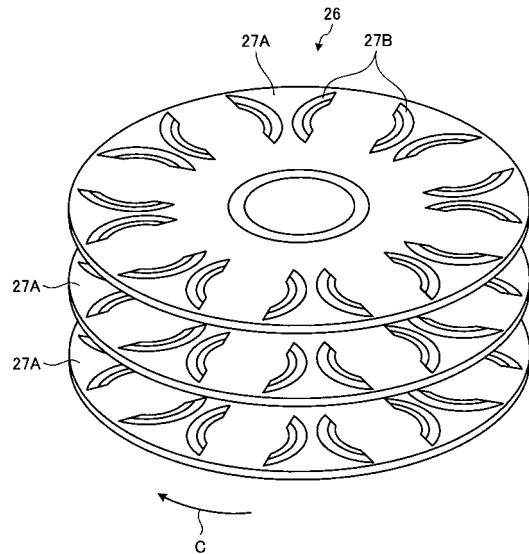
【 図 5 】



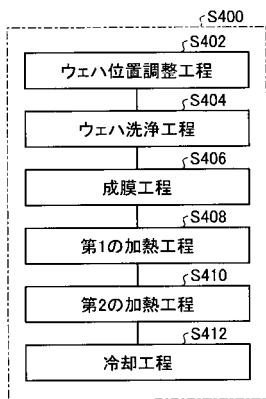
【 図 6 】



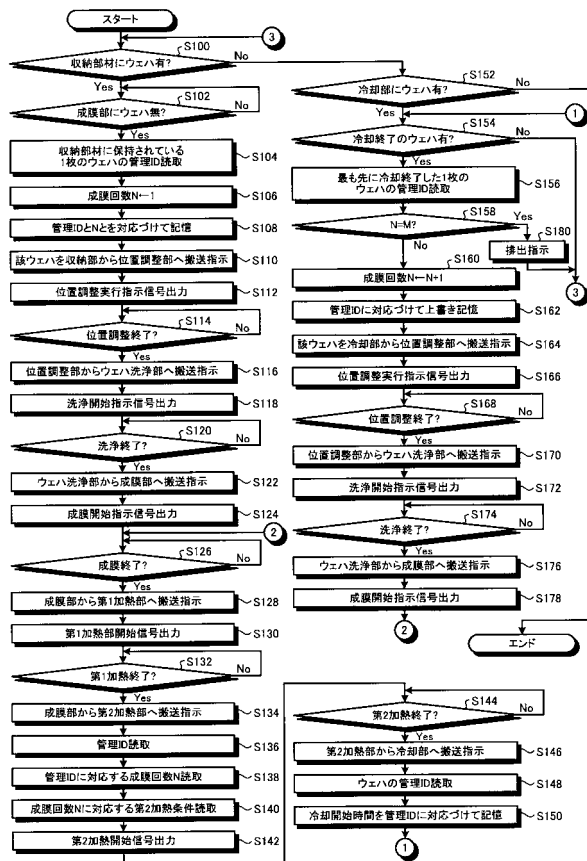
【 図 7 】



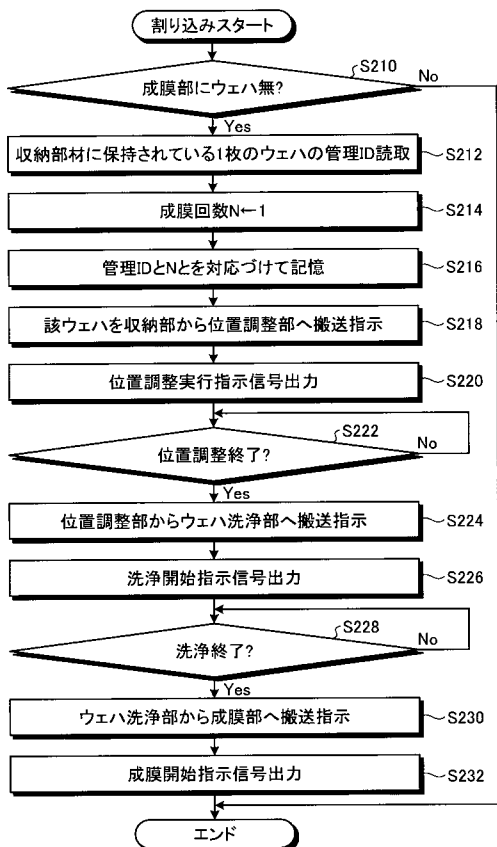
【図8】



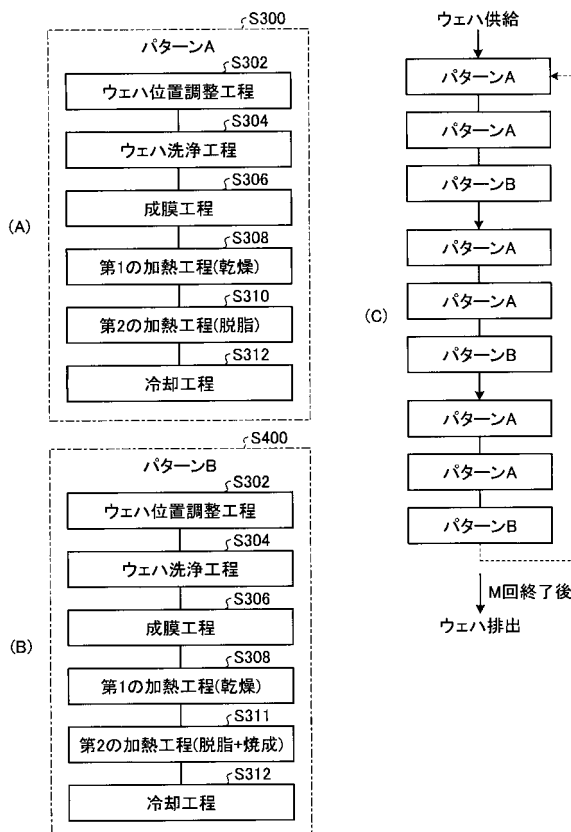
【図9】



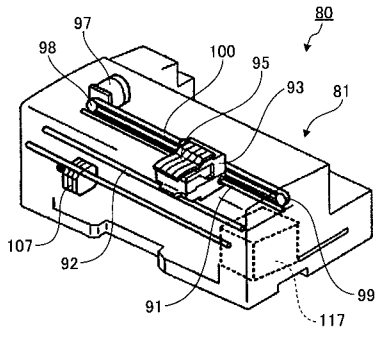
【図10】



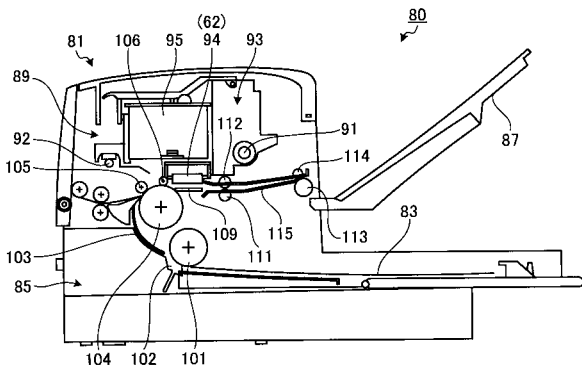
【図11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>H 0 1 L 41/18</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 1 L	41/18	1 0 1 B
		H 0 1 L	41/22	Z
		H 0 1 L	41/18	1 0 1 Z