

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7162845号

(P7162845)

(45)発行日 令和4年10月31日(2022.10.31)

(24)登録日 令和4年10月21日(2022.10.21)

(51)国際特許分類

F I

C 2 3 C 14/50 (2006.01)

C 2 3 C 14/50

A

C 2 3 C 14/04 (2006.01)

C 2 3 C 14/04

A

H 0 1 L 51/50 (2006.01)

H 0 5 B 33/14

A

H 0 5 B 33/10 (2006.01)

H 0 5 B 33/10

請求項の数 21 (全24頁)

(21)出願番号 特願2019-168647(P2019-168647)

(22)出願日 令和1年9月17日(2019.9.17)

(65)公開番号 特開2020-50951(P2020-50951A)

(43)公開日 令和2年4月2日(2020.4.2)

審査請求日 令和3年9月7日(2021.9.7)

(31)優先権主張番号 10-2018-0113763

(32)優先日 平成30年9月21日(2018.9.21)

(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)

(73)特許権者 591065413

キヤノントッキ株式会社

新潟県見附市新幸町10番1号

(73)特許権者 593075418

株式会社アオイ

静岡県御殿場市神場757番地の1

(74)代理人 110002860弁理士法人秀和特許事務所

(72)発明者 柏倉 一史

新潟県見附市新幸町10番1号 キヤノ

ントッキ株式会社内

(72)発明者 石井 博

新潟県見附市新幸町10番1号 キヤノ

ントッキ株式会社内

(72)発明者 細谷 映之

静岡県御殿場市神場757-1 株式会

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 静電チャックシステム、成膜装置、吸着及び分離方法、成膜方法及び電子デバイスの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極部を含む静電チャックと、

前記静電チャックの前記電極部に電圧を印加するための電圧印加部と、を備え、

前記電圧印加部は、

第1被吸着体を前記静電チャックに吸着させるための第1吸着電圧を前記電極部に印加し、

前記第1吸着電圧を前記電極部に印加した後に前記静電チャックに前記第1被吸着体が吸着された状態で、前記静電チャックに前記第1被吸着体を介して第2被吸着体を吸着させるための第2吸着電圧を前記電極部に印加し、

前記静電チャックに前記第1被吸着体及び前記第2被吸着体が吸着された状態で、前記静電チャックに前記第1被吸着体を吸着したまま前記第2被吸着体を前記第1被吸着体から分離するための第1剥離電圧を、前記電極部に印加する

ことを特徴とする静電チャックシステム。

【請求項2】

前記第2被吸着体を前記静電チャックから分離させるための前記第1剥離電圧は、前記静電チャックに、前記第1被吸着体を介して前記第2被吸着体を吸着させるための前記第2吸着電圧よりも小さい

ことを特徴とする請求項1に記載の静電チャックシステム。

【請求項3】

10

20

前記電圧印加部は、前記第 2 被吸着体を前記第 1 被吸着体から分離させるための前記第 1 剥離電圧を印加した後に、前記第 1 被吸着体を前記静電チャックから分離するための第 2 剥離電圧を印加する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 4】

前記第 1 被吸着体を前記静電チャックから分離するための前記第 2 剥離電圧は、前記第 2 被吸着体を前記第 1 被吸着体から分離させるための前記第 1 剥離電圧よりも小さい

ことを特徴とする請求項 3 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 5】

前記第 1 被吸着体を前記静電チャックから分離するための前記第 2 剥離電圧は、ゼロ電圧、または、前記第 1 剥離電圧と逆極性の電圧である

ことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 6】

前記静電チャックに前記第 2 被吸着体を吸着させるための前記第 2 吸着電圧は、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を吸着させるための前記第 1 吸着電圧より小さい

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の静電チャックシステム。

【請求項 7】

前記電圧印加部は、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を吸着させるための前記第 1 吸着電圧を前記電極部に印加した後に、前記第 1 吸着電圧より小さく、前記第 1 被吸着体の吸着を維持するための第 1 保持電圧を前記電極部に印加し、

前記電圧印加部は、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を介して前記第 2 被吸着体を吸着させるための前記第 2 吸着電圧を印加した後に、前記第 2 吸着電圧より小さく、前記第 2 被吸着体の吸着を維持するための第 2 保持電圧を前記電極部に印加する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の静電チャックシステム。

【請求項 8】

前記第 2 保持電圧は、前記第 1 保持電圧より大きい

ことを特徴とする請求項 7 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 9】

前記静電チャックは複数の電極部を有し、

前記電圧印加部は、前記複数の電極部のそれぞれに対して独立に、前記第 2 吸着電圧、及び前記第 1 剥離電圧を印加する

ことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の静電チャックシステム。

【請求項 10】

前記電圧印加部は、前記複数の電極部に対して異なる時期に前記第 1 剥離電圧を印加することを特徴とする請求項 9 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 11】

前記電圧印加部は、前記複数の電極部に対して順に前記第 2 吸着電圧を印加し、その後、前記第 2 吸着電圧を印加した順序と同じ順序で前記複数の電極部に対して順に前記第 1 剥離電圧を印加する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 12】

前記第 1 被吸着体は、基板であり、前記第 2 被吸着体は、マスクである

ことを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の静電チャックシステム。

【請求項 13】

電極部を含む静電チャックと、

前記静電チャックの前記電極部に電圧を印加するための電圧印加部と、を備え、

前記電圧印加部は、第 1 被吸着体を前記静電チャックに吸着させるための第 1 電圧と、前記第 1 電圧よりも小さい第 2 電圧と、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を介して第 2 被吸着体を吸着させるための第 3 電圧と、前記第 3 電圧よりも小さい第 4 電圧とを、前記電極部に順次に印加する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする静電チャックシステム。

【請求項 1 4】

前記電圧印加部は、前記第 1 電圧と、前記第 2 電圧と、前記第 3 電圧と、前記第 4 電圧と、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を吸着したまま前記第 2 被吸着体を前記第 1 被吸着体から分離させるための第 5 電圧とを、前記電極部に順次に印加することを特徴とする請求項 1 3 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 1 5】

前記第 5 電圧は、前記第 4 電圧よりも小さいことを特徴とする請求項 1 4 に記載の静電チャックシステム。

【請求項 1 6】

前記第 1 被吸着体は、基板であり、前記第 2 被吸着体は、マスクであることを特徴とする請求項 1 3 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の静電チャックシステム。

【請求項 1 7】

前記電極部は、第 1 極性の電位が印加される 状の第 1 電極と、前記第 1 極性と逆極性の電位が印加される 状の第 2 電極とを含み、 状の前記第 1 電極の 歯部と 状の前記第 2 電極の 歯部とは交互に配置されることを特徴とする請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一項に記載の静電チャックシステム。

【請求項 1 8】

基板にマスクを介して成膜を行うための成膜装置であって、
第 1 被吸着体である基板と第 2 被吸着体であるマスクを吸着及び分離するための静電チャックシステムを含み、
前記静電チャックシステムは、請求項 1 ~ 1 7 のうちいずれか一項に記載の静電チャックシステムであることを特徴とする成膜装置。

【請求項 1 9】

静電チャックの電極部に第 1 電圧を印加して第 1 被吸着体を前記静電チャックに吸着させる段階と、
前記電極部に前記第 1 電圧より小さい第 2 電圧を印加する段階と、
前記静電チャックに、前記第 1 被吸着体を介して第 2 被吸着体を吸着させるように前記電極部に第 3 電圧を印加する段階と、
前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を吸着させた状態で前記第 2 被吸着体を前記静電チャックから分離させるように、前記電極部に前記第 3 電圧より小さい第 5 電圧を印加する段階と、
を含むことを特徴とする吸着及び分離方法。

【請求項 2 0】

基板にマスクを介して蒸着材料を成膜する方法であって、
真空容器内にマスクを搬入する段階と、
真空容器内に基板を搬入する段階と、
静電チャックの電極部に第 1 電圧を印加して、前記基板を静電チャックに吸着させる段階と、
前記電極部に前記第 1 電圧より小さい第 2 電圧を印加する段階と、
前記電極部に前記第 2 電圧以上の第 3 電圧を印加して、前記静電チャックに前記基板を介して前記マスクを吸着させる段階と、
前記静電チャックに前記基板と前記マスクを吸着させた状態で、蒸着材料を蒸発させ、前記マスクを介して前記基板に蒸着材料を成膜する段階と、
前記静電チャックに前記基板を吸着させた状態で、前記マスクを前記静電チャックから分離させるための第 5 電圧を前記電極部に印加する段階とを含み、
前記第 5 電圧は、前記第 3 電圧より小さいことを特徴とする成膜方法。

【請求項 2 1】

10

20

30

40

50

請求項 20 に記載の成膜方法を用いて、電子デバイスを製造することを特徴とする電子デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静電チャックシステム、成膜装置、吸着及び分離方法、成膜方法及び電子デバイスの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機 EL 表示装置（有機 EL ディスプレイ）の製造においては、有機 EL 表示装置を構成する有機発光素子（有機 EL 素子；OLED）を形成する際に、成膜装置の蒸発源から蒸発した蒸着材料を、画素パターンが形成されたマスクを介して、基板に蒸着させることで、有機物層や金属層を形成する。

【0003】

上向き蒸着方式（デポアップ）の成膜装置において、蒸発源は成膜装置の真空容器の下部に設けられ、基板は真空容器の上部に配置され、基板の下面に蒸着される。このような上向き蒸着方式の成膜装置の真空容器内において、基板はその下面の周辺部だけが基板ホルダによって保持されるので、基板がその自重によって撓み、これが蒸着精度を落とす一つの要因となっている。上向き蒸着方式以外の方式の成膜装置においても、また、基板の自重による撓みが生じる可能性がある。

【0004】

基板の自重による撓みを低減するための方法として、静電チャックを使う技術が検討されている。すなわち、基板の上面をその全体にわたって静電チャックで吸着することで、基板の撓みを低減することができる。

【0005】

特許文献 1 では、静電チャックで基板及びマスクを吸着する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】韓国特許公開第 2007 - 0010723 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献 1 には、静電チャックから基板及びマスクを分離する際の電圧制御については、開示がない。

【0008】

本発明は、第 1 被吸着体と第 2 被吸着体の両方を良好に静電チャックに吸着し、また、吸着された第 1 被吸着体及び第 2 被吸着体の両方を良好に静電チャックから分離することを目的にする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第 1 態様による静電チャックシステムは、電極部を含む静電チャックと、前記静電チャックの前記電極部に電圧を印加するための電圧印加部と、を備え、前記電圧印加部は、第 1 被吸着体を前記静電チャックに吸着させるための第 1 吸着電圧を前記電極部に印加し、前記第 1 吸着電圧を前記電極部に印加した後に前記静電チャックに前記第 1 被吸着体が吸着された状態で、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を介して第 2 被吸着体を吸着させるための第 2 吸着電圧を前記電極部に印加し、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体及び前記第 2 被吸着体が吸着された状態で、前記静電チャックに前記第 1 被吸着体を吸着したまま前記第 2 被吸着体を前記第 1 被吸着体から分離するための第 1 剥離電圧を、前記電極部に印加することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明の第2態様による静電チャックシステムは、電極部を含む静電チャックと、前記静電チャックの前記電極部に電圧を印加するための電圧印加部と、を備え、前記電圧印加部は、第1被吸着体を前記静電チャックに吸着させるための第1電圧と、前記第1電圧よりも小さい第2電圧と、前記静電チャックに前記第1被吸着体を介して第2被吸着体を吸着させるための第3電圧と、前記第3電圧よりも小さい第4電圧とを、前記電極部に順次に印加することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明の第3態様による成膜装置は、基板にマスクを介して成膜を行うための成膜装置であって、第1被吸着体である基板と第2被吸着体であるマスクを吸着及び分離するための静電チャックシステムを含み、前記静電チャックシステムは本発明の第1態様～第2態様のいずれかによる静電チャックシステムであることを特徴とする。

10

【 0 0 1 3 】

本発明の第4態様による吸着及び分離方法は、静電チャックの電極部に第1電圧を印加して第1被吸着体を前記静電チャックに吸着させる段階と、前記電極部に前記第1電圧より小さい第2電圧を印加する段階と、前記静電チャックに、前記第1被吸着体を介して前記第2被吸着体を吸着させるように前記電極部に第3電圧を印加する段階と、前記静電チャックに前記第1被吸着体を吸着させた状態で前記第2被吸着体を前記静電チャックから分離させるように、前記電極部に前記第3電圧より小さい第5電圧を印加する段階とを含むことを特徴とする。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の第5態様による成膜方法は、基板にマスクを介して蒸着材料を成膜する方法であって、真空容器内にマスクを搬入する段階と、真空容器内に基板を搬入する段階と、静電チャックの電極部に第1電圧を印加して、前記基板を静電チャックに吸着させる段階と、前記電極部に前記第1電圧より小さい第2電圧を印加する段階と、前記電極部に前記第2電圧以上の第3電圧を印加して、前記静電チャックに前記基板を介して前記マスクを吸着させる段階と、前記静電チャックに前記基板と前記マスクを吸着させた状態で、蒸着材料を蒸発させ、前記マスクを介して前記基板に蒸着材料を成膜する段階と、前記静電チャックに前記第1被吸着体を吸着させた状態で、前記第2被吸着体を前記静電チャックから分離させるための第5電圧を前記電極部に印加する段階とを含み、前記第5電圧は、前記第3電圧より小さいことを特徴とする。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の第6態様による電子デバイスの製造方法は、本発明の第5態様による成膜方法を用いて電子デバイスを製造することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、静電チャックに第1被吸着体と第2被吸着体の両方を良好に吸着することができ、また、静電チャックに吸着された第1被吸着体及び第2被吸着体を良好に分離することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 1 7 】

【図1】図1は、電子デバイスの製造装置の一部の模式図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態による成膜装置の模式図である。

【図3】図3(a)～図3(c)は、本発明の一実施形態による静電チャックシステムの概念図及び模式図である。

【図4A】図4Aは、基板及びマスクの静電チャックへの吸着、保持及び分離のシーケンスを示す模式図の一つである。

【図4B】図4Bは、基板及びマスクの静電チャックへの吸着、保持及び分離のシーケンスを示す模式図の一つである。

【図4C】図4Cは、基板及びマスクの静電チャックへの吸着、保持及び分離のシーケン

50

スを示す模式図の一つである。

【図４Ｄ】図４Ｄは、基板及びマスクの静電チャックへの吸着、保持及び分離のシーケンスを示す模式図の一つである。

【図４Ｅ】図４Ｅは、基板及びマスクの静電チャックへの吸着、保持及び分離のシーケンスを示す模式図の一つである。

【図４Ｆ】図４Ｆは、基板及びマスクの静電チャックへの吸着、保持及び分離のシーケンスを示す模式図の一つである。

【図５】図５は、静電チャックに印加される電圧の制御を示すグラフである。

【図６】図６は、電子デバイスを示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

10

【００１８】

以下、図面を参照しつつ本発明の好適な実施形態及び実施例を説明する。ただし、以下の実施形態及び実施例は本発明の好ましい構成を例示的に示すものにすぎず、本発明の範囲はそれらの構成に限定されない。また、以下の説明における、装置のハードウェア構成及びソフトウェア構成、処理フロー、製造条件、寸法、材質、形状などは、特に特定の記載がないかぎり、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【００１９】

本発明は、基板の表面に各種材料を堆積させて成膜を行う装置に適用することができ、真空蒸着によって所望のパターンの薄膜（材料層）を形成する装置に望ましく適用することができる。基板の材料としては、ガラス、高分子材料のフィルム、金属などの任意の材料を選択することができ、基板は、例えば、ガラス基板上にポリイミドなどのフィルムが積層された基板であってもよい。また、蒸着材料としても、有機材料、金属性材料（金属、金属酸化物など）などの任意の材料を選択することができる。なお、以下の説明において説明する真空蒸着装置以外にも、スパッタ装置やＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）装置を含む成膜装置にも、本発明を適用することができる。本発明の技術は、具体的には、有機電子デバイス（例えば、有機発光素子、薄膜太陽電池）、光学部材などの製造装置に適用可能である。その中でも、蒸着材料を蒸発させてマスクを介して基板に蒸着させることで有機発光素子を形成する有機発光素子の製造装置は、本発明の好ましい適用例の一つである。

20

【００２０】

30

< 電子デバイスの製造装置 >

図１は、電子デバイスの製造装置の一部の構成を模式的に示す平面図である。

【００２１】

図１の製造装置は、例えば、スマートフォン用の有機ＥＬ表示装置の表示パネルの製造に用いられる。スマートフォン用の表示パネルの場合、例えば、第４．５世代の基板（約７００ｍｍ×約９００ｍｍ）や第６世代のフルサイズ（約１５００ｍｍ×約１８５０ｍｍ）又はハーフカットサイズ（約１５００ｍｍ×約９２５ｍｍ）の基板に、有機ＥＬ素子の形成のための成膜を行った後、該基板を切り抜いて複数の小さなサイズのパネルを製作する。

【００２２】

40

電子デバイスの製造装置は、一般的に、複数のクラスタ装置１と、クラスタ装置の間を繋ぐ中継装置とを含む。

クラスタ装置１は、基板Ｓに対する処理（例えば、成膜）を行う複数の成膜装置１１と、使用前後のマスクＭを収納する複数のマスクストック装置１２と、その中央に配置される搬送室１３と、を具備する。搬送室１３は、図１に示すように、複数の成膜装置１１およびマスクストック装置１２のそれぞれと接続されている。

【００２３】

搬送室１３内には、基板およびマスクを搬送する搬送ロボット１４が配置されている。搬送ロボット１４は、上流側に配置された中継装置のパス室１５から成膜装置１１へと基板Ｓを搬送する。また、搬送ロボット１４は、成膜装置１１とマスクストック装置１２と

50

の間でマスクMを搬送する。搬送ロボット14は、例えば、多関節アームに、基板S又はマスクMを保持するロボットハンドが取り付けられた構造を有するロボットである。

【0024】

成膜装置11（蒸着装置とも呼ぶ）では、蒸発源に収納された蒸着材料がヒータによって加熱されて蒸発し、マスクを介して基板上に蒸着される。搬送ロボット14での基板Sの受け渡し、基板SとマスクMの相対位置の調整（アライメント）、マスクM上への基板Sの固定、成膜（蒸着）などの一連の成膜プロセスは、成膜装置11によって行われる。

【0025】

マスクストック装置12には、成膜装置11での成膜工程に使われる新しいマスクと、使用済みのマスクとが、二つのカセットに分けて収納される。搬送ロボット14は、使用済みのマスクを成膜装置11からマスクストック装置12のカセットに搬送し、マスクストック装置12の他のカセットに収納された新しいマスクを成膜装置11に搬送する。

10

【0026】

クラスタ装置1には、基板Sの流れ方向において上流側からの基板Sを当該クラスタ装置1に受け渡すパス室15と、当該クラスタ装置1で成膜処理が完了した基板Sを下流側の他のクラスタ装置に受け渡すためのバッファ室16が連結される。搬送室13の搬送ロボット14は、上流側のパス室15から基板Sを受け取って、当該クラスタ装置1内の成膜装置11の一つ（例えば、成膜装置11a）に搬送する。また、搬送ロボット14は、当該クラスタ装置1での成膜処理が完了した基板Sを複数の成膜装置11の一つ（例えば、成膜装置11b）から受け取って、下流側に連結されたバッファ室16に搬送する。

20

【0027】

バッファ室16とパス室15との間には、基板の向きを変える旋回室17が設置される。旋回室17には、バッファ室16から基板Sを受け取って基板Sを180°回転させ、パス室15に搬送するための搬送ロボット18が設けられる。これにより、上流側のクラスタ装置と下流側のクラスタ装置で基板Sの向きが同じくなり、基板処理が容易になる。

【0028】

パス室15、バッファ室16、旋回室17は、クラスタ装置間を連結する、いわゆる中継装置であり、クラスタ装置の上流側及び/又は下流側に設置される中継装置は、パス室、バッファ室、旋回室のうち少なくとも1つを含む。

30

【0029】

成膜装置11、マスクストック装置12、搬送室13、バッファ室16、旋回室17などは、有機発光素子の製造の過程で、高真空状態に維持される。パス室15は、通常低真空状態に維持されるが、必要に応じて高真空状態に維持されてもよい。

【0030】

本実施例では、図1を参照して、電子デバイスの製造装置の構成について説明したが、本発明はこれに限定されず、他の種類の装置やチャンバーを有してもよく、これらの装置やチャンバー間の配置が変わってもよい。

【0031】

以下、成膜装置11の具体的な構成について説明する。

40

【0032】

<成膜装置>

図2は、成膜装置11の構成を示す模式図である。以下の説明においては、鉛直方向をZ方向とするXYZ直交座標系を用いる。成膜時に基板Sが水平面（XY平面）と平行となるよう固定された場合、基板Sの短手方向（短辺に平行な方向）をX方向、長手方向（長辺に平行な方向）をY方向とする。また、Z軸まわりの回転角をθで表す。

【0033】

成膜装置11は、真空雰囲気又は窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気に維持される真空容器21と、真空容器21の内部に設けられる、基板支持ユニット22と、マスク支持ユニット23と、静電チャック24と、蒸発源25とを含む。

50

【 0 0 3 4 】

基板支持ユニット 2 2 は、搬送室 1 3 に設けられた搬送ロボット 1 4 が搬送してくる基板 S を受取って保持する手段であり、基板ホルダとも呼ばれる。

【 0 0 3 5 】

基板支持ユニット 2 2 の下方には、マスク支持ユニット 2 3 が設けられる。マスク支持ユニット 2 3 は、搬送室 1 3 に設けられた搬送ロボット 1 4 が搬送してくるマスク M を受取って保持する手段であり、マスクホルダとも呼ばれる。

【 0 0 3 6 】

マスク M は、基板 S 上に形成する薄膜パターンに対応する開口パターンを有し、マスク支持ユニット 2 3 の上に載置される。特に、スマートフォン用の有機 E L 素子を製造するのに使われるマスクは、微細な開口パターンが形成された金属製のマスクであり、F M M (F i n e M e t a l M a s k) と呼ぶ。

【 0 0 3 7 】

基板支持ユニット 2 2 の上方には、基板を静電引力によって吸着し固定するための静電チャック 2 4 が設けられる。静電チャック 2 4 は、誘電体（例えば、セラミック材質）マトリックス内に金属電極などの電気回路が埋設された構造を有する。静電チャック 2 4 は、グラジエント力タイプの静電チャックであることが好ましい。静電チャック 2 4 がグラジエント力タイプの静電チャックであることによって、基板 S が絶縁性基板である場合であっても、静電チャック 2 4 によって良好に吸着することができる。ただし、静電チャック 2 4 は、クーロン力タイプの静電チャックであってもよい。静電チャック 2 4 がクーロン力タイプの静電チャックである場合には、金属電極にプラス（＋）及びマイナス（－）の電位が印加されると、誘電体マトリックスを通じて基板 S などの被吸着体に金属電極と逆極性の分極電荷が誘導され、これら間の静電引力によって基板 S が静電チャック 2 4 に吸着固定される。また、静電チャック 2 4 は、ジョンソン・ラーベック力タイプの静電チャックであってもよい。

【 0 0 3 8 】

静電チャック 2 4 は、一つのプレートで形成されてもよく、複数のサブプレートを有するように形成されてもよい。また、一つのプレートで形成される場合にも、その内部に複数の電気回路を含み、一つのプレート内で位置によって静電引力が異なるように制御してもよい。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、後述のように、成膜前に静電チャック 2 4 で基板 S（第 1 被吸着体）だけでなく、マスク M（第 2 被吸着体）をも吸着し保持する。その後、静電チャック 2 4 で基板 S（第 1 被吸着体）とマスク M（第 2 被吸着体）を保持した状態で、成膜を行い、成膜を完了した後は基板 S（第 1 被吸着体）とマスク M（第 2 被吸着体）に対する静電チャック 2 4 による保持を解除する。

【 0 0 4 0 】

即ち、本実施例では、静電チャック 2 4 の鉛直方向の下側に置かれた基板 S（第 1 被吸着体）を静電チャックで吸着及び保持し、その後、基板 S（第 1 被吸着体）を挟んで静電チャック 2 4 と反対側に置かれたマスク M（第 2 被吸着体）を、基板 S（第 1 被吸着体）越しに静電チャック 2 4 で吸着し保持する。そして、静電チャック 2 4 で基板 S（第 1 被吸着体）とマスク M（第 2 被吸着体）を保持した状態で成膜を行った後は、基板 S（第 1 被吸着体）とマスク M（第 2 被吸着体）を静電チャック 2 4 から剥離する。その際、基板 S（第 1 被吸着体）を介して吸着されたマスク M（第 2 被吸着体）を先に剥離してから、基板 S（第 1 被吸着体）を剥離してもよい。または、マスク M（第 2 被吸着体）と基板 S（第 1 被吸着体）を同時に静電チャック 2 4 から剥離してもよい。これについては、図 3～図 5 を参照して後述する。

【 0 0 4 1 】

図 2 には図示しなかったが、静電チャック 2 4 の吸着面とは反対側に基板 S の温度上昇を抑える冷却機構（例えば、冷却板）を設けることで、基板 S 上に堆積された有機材料の

10

20

30

40

50

変質や劣化を抑制する構成としてもよい。

【0042】

蒸発源25は、基板に成膜される蒸着材料が収納されるるつぼ（不図示）、るつぼを加熱するためのヒータ（不図示）、蒸発源からの蒸発レートが一定になるまで蒸着材料が基板に飛散することを阻むシャッタ（不図示）などを含む。蒸発源25は、点（point）蒸発源や線状（linear）蒸発源など、用途に従って多様な構成を有することができる。

【0043】

図2に図示しなかったが、成膜装置11は、基板に蒸着された膜の厚さを測定するための膜厚モニタ（不図示）及び膜厚算出ユニット（不図示）を含む。

10

【0044】

真空容器21の上部外側（大気側）には、基板Zアクチュエータ26、マスクZアクチュエータ27、静電チャックZアクチュエータ28、位置調整機構29などが設けられる。これらのアクチュエータと位置調整機構は、例えば、モータとボールねじ、或いはモータとリニアガイドなどで構成される。基板Zアクチュエータ26は、基板支持ユニット22を昇降（Z方向移動）させるための駆動手段である。マスクZアクチュエータ27は、マスク支持ユニット23を昇降（Z方向移動）させるための駆動手段である。静電チャックZアクチュエータ28は、静電チャック24を昇降（Z方向移動）させるための駆動手段である。

【0045】

20

位置調整機構29は、静電チャック24のアライメントのための駆動手段である。位置調整機構29は、静電チャック24全体を基板支持ユニット22及びマスク支持ユニット23に対して、X方向移動、Y方向移動、回転させる。なお、本実施形態では、基板Sを吸着した状態で、静電チャック24をX、Y、方向に位置調整することで、基板SとマスクMの相対的位置を調整するアライメントを行う。

【0046】

真空容器21の外側上面には、上述した駆動機構の他に、真空容器21の上面に設けられた透明窓を介して、基板S及びマスクMに形成されたアライメントマークを撮影するためのアライメント用カメラ20を設置してもよい。本実施例においては、アライメント用カメラ20は、矩形の基板S、マスクM及び静電チャック24の対角線に対応する位置または、矩形の4つのコーナー部に対応する位置に設置しても良い。

30

【0047】

本実施形態の成膜装置11に設置されるアライメント用カメラ20は、基板SとマスクMとの相対的な位置を高精度で調整するのに使われるファインアライメント用カメラであり、その視野角は狭いが高解像度を持つカメラである。成膜装置11は、ファインアライメント用であるアライメント用カメラ20の他に相対的に視野角が広くて低解像度であるラフアライメント用カメラを有してもよい。

【0048】

尚、位置調整機構29は、アライメント用カメラ20によって取得した基板S（第1被吸着体）及びマスクM（第2被吸着体）の位置情報に基づいて、基板S（第1被吸着体）とマスクM（第2被吸着体）を相対的に移動させて位置調整するアライメントを行う。

40

【0049】

成膜装置11は、制御部（不図示）を具備する。制御部は、基板Sの搬送及びアライメント、蒸発源25の制御、成膜の制御などの機能を有する。制御部は、例えば、プロセッサ、メモリー、ストレージ、I/Oなどを持つコンピューターによって構成可能である。この場合、制御部の機能はメモリーまたはストレージに格納されたプログラムをプロセッサが実行することにより実現される。コンピューターとしては、汎用のパーソナルコンピューターを使用してもよく、組込み型のコンピューターまたはPLC（programmable logic controller）を使用してもよい。または、制御部の機能の一部または全部をASICやFPGAのような回路で構成してもよい。また、成膜装置

50

ごとに制御部が設置されていてもよく、一つの制御部が複数の成膜装置を制御するように構成してもよい。

【 0 0 5 0 】

< 静電チャックシステム >

図 3 (a) ~ 図 3 (c) を参照して本実施形態による静電チャックシステム 3 0 について説明する。

【 0 0 5 1 】

図 3 (a) は、本実施形態の静電チャックシステム 3 0 の概念的なブロック図であり、図 3 (b) は、静電チャック 2 4 の模式的な断面図であり、図 3 (c) は、静電チャック 2 4 の模式的な平面図である。

10

【 0 0 5 2 】

本実施形態の静電チャックシステム 3 0 は、図 3 (a) に示したように、静電チャック 2 4 と、電圧印加部 3 1 と、電圧制御部 3 2 とを含む。

【 0 0 5 3 】

電圧印加部 3 1 は、静電チャック 2 4 の電極部に静電引力を発生させるための電圧を印加する。

【 0 0 5 4 】

電圧制御部 3 2 は、静電チャックシステム 3 0 の吸着工程または成膜装置 1 1 の成膜工程の進行に応じて、電圧印加部 3 1 から電極部に加えられる電圧の大きさ、電圧の印加開始時点、電圧の維持時間、電圧の印加順番などを制御する。電圧制御部 3 2 は、例えば、静電チャック 2 4 の電極部に含まれる複数のサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 への電圧印加をサブ電極部別に独立的に制御することができる。本実施形態では、電圧制御部 3 2 が成膜装置 1 1 の制御部とは別途に設けられるが、本発明はこれに限定されず、成膜装置 1 1 の制御部に統合されてもよい。

20

【 0 0 5 5 】

静電チャック 2 4 は、吸着面に被吸着体（例えば、基板 S、マスク M）を吸着するための静電吸着力を発生させる電極部を含み、電極部は、複数のサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 を含むことができる。例えば、本実施形態の静電チャック 2 4 は、図 3 (c) に示したように、静電チャック 2 4 の長手方向（Y 方向）および/または、静電チャック 2 4 の短手方向（X 方向）に沿って、分割された複数のサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 を含む。

30

【 0 0 5 6 】

各々のサブ電極部は、静電吸着力を発生させるためにプラス（第 1 極性）及びマイナス（第 2 極性）の電位が印加される電極対 3 3 を含む。例えば、それぞれの電極対 3 3 は、プラス電位が印加される第 1 電極 3 3 1 と、マイナス電位が印加される第 2 電極 3 3 2 とを含む。

【 0 0 5 7 】

第 1 電極 3 3 1 及び第 2 電極 3 3 2 は、図 3 (c) に図示したように、それぞれ形状を有する。例えば、第 1 電極 3 3 1 及び第 2 電極 3 3 2 は、それぞれ複数の歯部と、複数の歯部に連結される基部とを含む。各電極 3 3 1 , 3 3 2 の基部は歯部に電位を供給し、複数の歯部は、被吸着体との間で静電吸着力を生じさせる。一つのサブ電極部において、第 1 電極 3 3 1 の各歯部は、第 2 電極 3 3 2 の各歯部と対向するように、交互に配置される。このように、各電極 3 3 1 , 3 3 2 の各歯部が対向しかつ互に入り組んだ構成とすることで、異なる電位が印加される電極間の間隔を狭くすることができ、大きな不平等電界を形成し、グラジエント力によって基板 S を吸着することができる。

40

【 0 0 5 8 】

本実施例においては、静電チャック 2 4 のサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 の各電極 3 3 1 , 3 3 2 が形状を有すると説明したが、本発明はこれに限定されず、被吸着体との間で静電引力を発生させることができる限り、多様な形状を持つことができる。

【 0 0 5 9 】

本実施形態の静電チャック 2 4 は、複数のサブ電極部に対応する複数の吸着部を有する

50

。例えば、本実施例の静電チャック 2 4 は、図 3 c に図示したように、9 つのサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 に対応する 9 つの吸着部を有するが、これに限定されず、基板 S の吸着をより精緻に制御するため、他の個数の吸着部を有してもよい。

【 0 0 6 0 】

吸着部は、静電チャック 2 4 の長手方向（Y 軸方向）及び短手方向（X 軸方向）に分割されるように設けられるが、これに限定されず、静電チャック 2 4 の長手方向または短手方向だけに分割されてもよい。複数の吸着部は、物理的に一つのプレートが複数の電極部を持つことで具現されてもよく、物理的に分割された複数のプレートそれぞれが一つまたはそれ以上の電極部を持つことで具現されてもよい。

【 0 0 6 1 】

図 3（c）に示した実施例において、複数の吸着部それぞれが複数のサブ電極部それぞれに対応するように具現されてもよく、一つの吸着部が複数のサブ電極部を含むように具現されてもよい。

【 0 0 6 2 】

例えば、電圧制御部 3 2 によるサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 への電圧の印加を制御することで、後述するように、基板 S の吸着進行方向（X 方向）と交差する方向（Y 方向）に配置された 3 つのサブ電極部 2 4 1、2 4 4、2 4 7 が一つの吸着部を成すようにすることができる。すなわち、3 つのサブ電極部 2 4 1、2 4 4、2 4 7 それぞれは、独立的に電圧制御が可能であるが、これら 3 つのサブ電極部 2 4 1、2 4 4、2 4 7 に同時に電圧が印加されるように制御することで、これら 3 つのサブ電極部 2 4 1、2 4 4、2 4 7 が一つの吸着部として機能するようにすることができる。複数の吸着部それぞれに独立的に基板の吸着が行われることができる限り、その具体的な物理的構造及び電気回路的構造は変わり得る。

【 0 0 6 3 】

＜静電チャックシステムによる吸着及び分離方法と電圧の制御＞

以下、図 4 A ~ 図 4 F 及び図 5 を参照して、静電チャック 2 4 に基板 S 及びマスク M を吸着及び分離する工程、及びその電圧の制御について説明する。

なお、以下の電圧制御についての説明は、静電チャック 2 4 による基板 S 及びマスク M の吸着力の大きさを制御する観点から、静電チャック 2 4 の各電極部に印加する電圧の大きさ（各電極部における電極間の電位差の絶対値の大きさ）を制御するものである。以下の説明において、電圧の大きさの最小や高低に関する記述や、電圧の上げ下げに関する記述は、比較される電圧が互いに同極性の場合を前提とし、その絶対値の大きさを比較する内容が主となる。ただし、電圧の大きさの差を、同極性内での大きさの差よりもさらに大きくするような場合には、一方の電圧を逆極性の電圧まで変化させる場合も含まれる。

【 0 0 6 4 】

図 4 A は、静電チャック 2 4 に基板 S を吸着する工程を図示する。

本実施形態においては、図 4 A に示したように、静電チャック 2 4 の下面に基板 S の全面が同時に吸着されるのではなく、静電チャック 2 4 の第 1 辺（短辺）に沿って一端から他端に向かって順次に吸着が進行される。ただし、本発明はこれに限定されず、例えば、静電チャック 2 4 の対角線上の一つの角からこれと対向する他の角に向かって基板の吸着が進行されてもよい。また、静電チャック 2 4 の中央部から周縁部に向かって基板の吸着が行われてもよい。

【 0 0 6 5 】

静電チャック 2 4 の第 1 辺に沿って基板 S が順次に吸着されるようにするために、複数のサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 に基板吸着のための第 1 電圧を印加する順番を制御してもよく、複数のサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 に同時に第 1 電圧を印加するが、基板 S を支持する基板支持ユニット 2 2 の支持部の構造や支持力を異ならせてもよい。

【 0 0 6 6 】

図 4 A は、静電チャック 2 4 の複数のサブ電極部 2 4 1 ~ 2 4 9 に印加される電圧の制御によって、基板 S を静電チャック 2 4 に順次に吸着させる実施形態を示す。ここでは、

10

20

30

40

50

静電チャック 2 4 の長辺方向 (Y 方向) に沿って配置される 3 つのサブ電極部 2 4 1 , 2 4 4 , 2 4 7 が第 1 吸着部 4 1 を成し、静電チャック 2 4 の中央部の 3 つのサブ電極部 2 4 2 、 2 4 5 、 2 4 8 が第 2 吸着部 4 2 を成し、残り 3 つのサブ電極部 2 4 3 、 2 4 6 、 2 4 9 が第 3 吸着部 4 3 を成すことを前提に説明する。

【 0 0 6 7 】

まず、図 4 A に示したように、成膜装置 1 1 の真空容器 2 1 内に基板 S が搬入され、基板支持ユニット 2 2 の支持部によって支持される。

【 0 0 6 8 】

続いて、静電チャック 2 4 が下降し、基板支持ユニット 2 2 の支持部に支持された基板 S に向かって移動する。

【 0 0 6 9 】

静電チャック 2 4 が基板 S に十分に近接または接触すると、電圧制御部 3 2 は、静電チャック 2 4 の第 1 辺 (短手) に沿って第 1 吸着部 4 1 から第 3 吸着部 4 3 に向かって順次に第 1 電圧 (V_1) が印加されるよう制御する。

【 0 0 7 0 】

つまり、図 4 A に示したように、第 1 吸着部 4 1 に先に第 1 電圧が印加され、次いで、第 2 吸着部 4 2 に第 1 電圧が印加され、最終的に第 3 吸着部 4 3 に第 1 電圧が加えられるように制御する。

【 0 0 7 1 】

第 1 電圧 (V_1) は、基板 S を静電チャック 2 4 に確実に吸着させるために十分な大きさの電圧に設定される。

【 0 0 7 2 】

これにより、基板 S の静電チャック 2 4 への吸着は、基板 S の第 1 吸着部 4 1 に対応する側から基板 S の中央部を経て、第 3 吸着部 4 3 側に向かって、進行していき (すなわち、X 方向に基板 S の吸着が進行していき)、基板 S は、基板中央部にしわを残さず、平らに静電チャック 2 4 に吸着される。

【 0 0 7 3 】

本実施形態においては、静電チャック 2 4 が基板 S に十分に近接或いは接触した状態で第 1 電圧 (V_1) を印加すると説明したが、静電チャック 2 4 が基板 S に向かって下降を始める前に、或いは、下降の途中に第 1 電圧 (V_1) を印加してもよい。

【 0 0 7 4 】

基板 S の静電チャック 2 4 への吸着工程が完了した後の所定の時点で、電圧制御部 3 2 は、図 4 b に示したように、静電チャック 2 4 の電極部に印加される電圧を、第 1 電圧 (V_1) から第 1 電圧 (V_1) より小さい第 2 電圧 (V_2) に下げる。

【 0 0 7 5 】

第 2 電圧 (V_2) は、基板 S を静電チャック 2 4 に吸着された状態に維持するための吸着維持電圧であり、基板 S を静電チャック 2 4 に吸着させる際に印加した第 1 電圧 (V_1) より低い電圧である。静電チャック 2 4 に印加される電圧が第 2 電圧 (V_2) に下がると、これに対応して基板 S に誘導される分極電荷量も、図 4 b に示したように、第 1 電圧 (V_1) が加えられた場合に比べて減少するが、基板 S が一旦第 1 電圧 (V_1) によって静電チャック 2 4 に吸着された以後は、第 1 電圧 (V_1) より低い第 2 電圧 (V_2) を印加しても基板の吸着状態を維持することができる。

【 0 0 7 6 】

このように、静電チャック 2 4 の電極部に印加される電圧を第 2 電圧 (V_2) に下げることで、基板を静電チャック 2 4 から分離するのにかかる時間を短縮することができる。

【 0 0 7 7 】

つまり、静電チャック 2 4 から基板 S を分離しようとする時、静電チャック 2 4 の電極部に加えられる電圧をゼロ (0) にしても、直ちに静電チャック 2 4 と基板 S との間の静電引力が消えるのではなく、静電チャック 2 4 と基板 S との界面に誘導された電荷が消えるのに相当な時間 (場合によっては、数分程度) がかかる。特に、静電チャック 2 4 に基

10

20

30

40

50

板 S を吸着させる際は、通常、その吸着を確実にするために、静電チャック 24 に基板を吸着させるのに必要な最小静電引力 (F_{th}) よりも十分に大きい静電引力が作用するように第 1 電圧 (例えば、図 5 に示した V_{max}) を設定するが、このような第 1 電圧から基板の分離が可能な状態になるまでは相当な時間がかかる。

【0078】

本実施例では、このような静電チャック 24 からの基板 S の分離にかかる時間により全体的な工程時間 (T_{act}) が増加してしまうことを防止するために、基板 S が静電チャック 24 に吸着した後に、所定の時点で、静電チャック 24 に印加される電圧を第 2 電圧に下げる。

【0079】

図 4 b に示した実施例では、静電チャック 24 の第 1 吸着部 41 ~ 第 3 吸着部 43 に印加される電圧を同時に第 2 電圧に下げることと示したが、本発明はこれに限定されず、吸着部別に第 2 電圧に下げる時点や印加される第 2 電圧の大きさがそれぞれ異なるようにしてもよい。例えば、第 1 吸着部 41 から第 3 吸着部 43 に向かって順次に第 2 電圧に下げてもよい。

【0080】

このように、静電チャック 24 の電極部に印加される電圧が第 2 電圧に下がった後、静電チャック 24 に吸着した基板 S とマスク支持ユニット 23 に支持されたマスク M の相対的位置を調整 (アライメント) する。本実施例では、静電チャック 24 の電極部に印加される電圧が第 2 電圧に下がった後に基板 S とマスク M と間の相対的な位置調整 (アライメント) を行うことと説明したが、本発明はこれに限定されず、静電チャック 24 の電極部に第 1 電圧が印加されている状態でアライメント工程を行ってもよい。

【0081】

続いて、図 4 c に図示したように、静電チャック 24 の電極部に第 3 電圧 (V_3) を印加することで、基板 S を介してマスク M を静電チャック 24 に吸着させる。つまり、静電チャック 24 に吸着した基板 S の下面にマスク M を吸着させる。

【0082】

このため、まず、基板 S が吸着した静電チャック 24 を静電チャックアクチュエータ 28 によりマスク M に向かって下降させる。

【0083】

静電チャック 24 に吸着した基板 S の下面がマスク M に十分に近接乃至接触すれば、電圧制御部 32 は、電圧印加部 31 が静電チャック 24 の電極部に第 3 電圧 (V_3) を印加するように制御する。

【0084】

第 3 電圧 (V_3) は、第 2 電圧 (V_2) より大きく、基板 S を介してマスク M が静電誘導によって帯電できる程度の大きさであることが好ましい。これによって、マスク M を基板 S を介して静電チャック 24 に吸着させることができる。ただし、本発明はこれに限定されず、第 3 電圧 (V_3) は、第 2 電圧 (V_2) と同じ大きさを有してもよい。第 3 電圧 (V_3) が第 2 電圧 (V_2) と同じ大きさを有しても、前述した通り、静電チャック 24 の下降によって静電チャック 24 または基板 S とマスク M と間の相対的な距離が縮まるので、静電チャック 24 の電極部に印加される電圧の大きさをより大きくしなくても、基板に静電誘導された分極電荷によってマスク M にも静電誘導を起こせることができ、マスク M を基板を介して静電チャック 24 に吸着させることができる程度の吸着力が得られる。

【0085】

第 3 電圧 (V_3) は、第 1 電圧 (V_1) より小さくしてもよく、工程時間 (T_{act}) の短縮を考慮して第 1 電圧 (V_1) と同等な程度の大きさにしてもよい。

【0086】

図 4 c に図示したマスク吸着工程では、マスク M がシワを残さず、基板 S の下面に吸着できるように、電圧制御部 32 は、第 3 電圧 (V_3) を静電チャック 24 全体にわたっ

10

20

30

40

50

て同時に印加するのではなく、第 1 辺に沿って第 1 吸着部 4 1 から第 3 吸着部 4 3 に向かって順次に印加する。

【 0 0 8 7 】

つまり、図 4 c に示したように、第 1 吸着部 4 1 に先に第 3 電圧が印加され、次いで、第 2 吸着部 4 2 に第 3 電圧が印加され、第 3 吸着部 4 3 には最終的に第 3 電圧が加えられるように制御する。

【 0 0 8 8 】

これにより、マスク M の静電チャック 2 4 への吸着は、マスク M の第 1 吸着部 4 1 に対応する側からマスク M の中央部を経て、第 3 吸着部 4 3 側に向かって、進行され（すなわち、X 方向にマスク M の吸着が進行され）、マスク M は、マスク M の中央部にしわを残すことなく、平らに静電チャック 2 4 に吸着される。

10

【 0 0 8 9 】

本実施形態においては、静電チャック 2 4 がマスク M に近接或いは接触した状態で第 3 電圧（ V 3 ）を印加すると説明したが、静電チャック 2 4 がマスク M に向かって下降を始める前に、或いは、下降の途中に第 3 電圧（ V 3 ）を印加してもよい。

【 0 0 9 0 】

マスク M の静電チャック 2 4 への吸着工程が完了した後の所定の時点で、電圧制御部 3 2 は、図 4 d に示したように、静電チャック 2 4 の電極部に印加される電圧を、第 3 電圧（ V 3 ）から第 3 電圧（ V 3 ）より小さい第 4 電圧（ V 4 ）に下げる。

【 0 0 9 1 】

20

第 4 電圧（ V 4 ）は、静電チャック 2 4 に基板 S を介して吸着されたマスク M の吸着状態を維持するための吸着維持電圧であり、マスク M を静電チャック 2 4 に吸着させる時の第 3 電圧（ V 3 ）より低い電圧である。静電チャック 2 4 に印加される電圧が第 4 電圧（ V 4 ）に下がると、これに対応してマスク M に誘導される分極電荷量も、図 4 d に示したように、第 3 電圧（ V 3 ）が加えられた場合に比べて減少するが、マスク M が一旦第 3 電圧（ V 3 ）によって静電チャック 2 4 に吸着された以後は、第 3 電圧（ V 3 ）より低い第 4 電圧（ V 4 ）を印加してもマスクの吸着状態を維持することができる。

【 0 0 9 2 】

このように、静電チャック 2 4 の電極部に印加される電圧を第 4 電圧（ V 4 ）に下げることで、マスク M を静電チャック 2 4 から分離するのにかかる時間を減らすことができる。

30

【 0 0 9 3 】

つまり、静電チャック 2 4 からマスク M を分離しようとする時、静電チャック 2 4 の電極部に加えられる電圧をゼロ（ 0 ）にしても、直ちに静電チャック 2 4 とマスク M との間の静電引力が消えるのではなく、基板 S とマスク M との界面に誘導された電荷が消えるのに相当な時間（場合によっては、数分程度）がかかる。特に、静電チャック 2 4 にマスク M を吸着させる際は、通常、その吸着を確実にし、吸着にかかる時間を短縮するために、十分に大きい電圧を印加するが、このような第 3 電圧からマスクの分離が可能な状態になるまでは相当な時間がかかる。

【 0 0 9 4 】

40

本実施例では、このような静電チャック 2 4 からのマスク M の分離にかかる時間により全体的な工程時間（ T a c t ）が増加してしまうことを防止するために、マスク M が静電チャック 2 4 に吸着した後に、所定の時点で、静電チャック 2 4 に印加される電圧を第 4 電圧に下げる。

【 0 0 9 5 】

図 4 d に図示した実施例では、静電チャック 2 4 の第 1 吸着部 4 1 ～第 3 吸着部 4 3 に印加される電圧を同時に第 4 電圧に下げることにしたが、本発明はこれに限定されず、吸着部別に第 4 電圧に下げる時点や印加される第 4 電圧の大きさがそれぞれ異なるようにしてもよい。例えば、第 1 吸着部 4 1 から第 3 吸着部 4 3 に向かって順次に第 4 電圧に下げてもよい。

50

【0096】

このようにして、マスクMを基板Sを介して静電チャック24に吸着させた状態で、蒸発源25から蒸発された蒸着材料がマスクMを介して基板Sに成膜される成膜工程が行われる。本実施例では、静電チャック24による静電吸着力でマスクMを保持すると説明したが、本発明はこれに限定されず、静電チャック24の上部に設置されたマグネット板によって金属製のマスクMに磁力を印加することで、より確実にマスクMを基板Sに密着させてもよい。

【0097】

基板SとマスクMを静電チャック24に吸着した状態で成膜工程が完了した後、電圧制御部32は、静電チャック24の電極部に印加される電圧を第4電圧(V4)から第5電圧(V5)に変更する。ここで、第5電圧(V5)は、図4eに示したように、静電チャック24による基板Sの吸着状態を維持しながら、基板Sを介して吸着されたマスクMのみを分離するためのマスク分離電圧である。したがって、第5電圧(V5)は、マスクMを静電チャック24に吸着させる際に印加した第3電圧(V3)はもちろん、マスクMを静電チャック24に吸着維持させる際に印加した第4電圧(V4)よりも低い電圧である。また、第5電圧(V5)は、マスクMが分離されても、静電チャック24による基板Sの吸着状態は維持できる大きさの電圧である。

【0098】

一例として、第5電圧(V5)は、前述した第2電圧(V2)と実質的に同じ大きさを有する電圧であってもよい。ただし、本実施例はここに限定されず、静電チャック24による基板Sの吸着状態を維持しながら、マスクMのみを分離することができる限り、第5電圧(V5)は、第2電圧(V2)より高くてもよく、第2電圧(V2)より低くてもよい。ただし、この場合にも、第5電圧(V5)は、第3電圧(V3)と第4電圧(V4)より低い電圧である。

【0099】

静電チャック24に印加される電圧が第2電圧(V2)と実質的に同一の第5電圧(V5)に下げると、これに応じて、マスクMに誘導される電荷量も、図4eに示したように、第2電圧(V2)が加えられた場合と実質的に同じ程度に減少する。その結果、静電チャック24による基板Sの吸着状態は維持されるが、マスクMの吸着状態は維持されず、静電チャック24から分離される。

【0100】

図4eに示した実施例では、静電チャック24の第1吸着部41から第3吸着部43に印加される電圧を同時に第5電圧(V5)に下げることと示したが、本発明はこれに限定されず、吸着部別に第5電圧(V5)に下げる時点や印加される第5電圧の大きさを異ならせてもよい。例えば、第1吸着部41から第3吸着部43に向かって順次に第5電圧(V5)に下げても良い。

【0101】

続いて、マスクMが分離されて基板Sだけが静電チャック24に吸着維持された状態で、電圧制御部32は、静電チャック24の電極部に印加される電圧を第5電圧(V5)から第6電圧(V6)に変更する。ここで、第6電圧(V6)は、図4fに示したように、静電チャック24に吸着されている基板Sを静電チャック24から分離するための基板分離電圧である。したがって、第6電圧(V6)は、基板Sのみ静電チャック24に吸着維持されている時に印加した第5電圧(V5)より低い電圧である。

【0102】

例えば、電圧制御部32は、静電チャック24の電極部にゼロ(0)の電圧(つまり、オフさせる)を第6電圧(V6)に印加するか、または、第5電圧とは逆極性の電圧を第6電圧(V6)として印加してもよい。その結果、基板Sに誘導された分極電荷が除去されて、基板Sが静電チャック24から分離される。そして、図4fに示した実施例では、静電チャック24の第1吸着部41～第3吸着部43に印加される電圧を同時にゼロ(0)、すなわち第6電圧(V6)に変更することと図示したが、本発明はこれに限定

10

20

30

40

50

されず、吸着部別にゼロ（０）に変更する時点を異ならせてもよい。例えば、第１吸着部４１から第３吸着部４３に向かって順次にゼロ（０）に下げてもよい。

【０１０３】

図４e及び図４fを参照して説明したように、静電チャック２４から基板ＳとマスクＭを分離する工程では、マスクＭを先に分離した後、基板Ｓを分離する。しかし、本発明はこれに限定されず、静電チャック２４から基板ＳとマスクＭを分離する際に、基板ＳとマスクＭを同時に静電チャック２４から分離してもよい。この場合、静電チャック２４から基板ＳとマスクＭが同時に分離することができるように、電圧制御部３２は、静電チャック２４の電極部に印加される電圧を第４電圧（ V_4 ）から直ちにゼロ（０）に下げるか、または逆極性電圧にすることもできる。

10

【０１０４】

以下、図５を参照して、静電チャック２４により基板ＳおよびマスクＭを吸着して保持する過程において、静電チャック２４の電極部またはサブ電極部に印加される電圧の制御について説明する。

【０１０５】

まず、基板Ｓを静電チャック２４に吸着させるために、所定の時点（ t_1 ）で静電チャック２４の電極部またはサブ電極部に第１電圧（ V_1 ）を印加する。

【０１０６】

第１電圧（ V_1 ）は、基板Ｓを静電チャック２４に吸着させるのに十分な静電吸着力が得られる大きさを有し、静電チャック２４の電極部またはサブ電極部に第１電圧が印加されてから基板Ｓに分極電荷が発生するまでかかる時間を短縮するために可能な限り大きい電圧であることが好ましい。例えば、電圧印加部３１によって印加可能な最大電圧（ V_{max} ）を印加してもよい。

20

【０１０７】

続いて、印加された第１電圧によって基板Ｓに分極電荷が誘導され、基板Ｓが静電チャック２４に十分な静電吸着力で吸着した後（ $t = t_2$ ）に、静電チャック２４の電極部またはサブ電極部に印加される電圧を第２電圧（ V_2 ）に下げる。第２電圧（ V_2 ）は、例えば、基板Ｓが静電チャック２４に吸着した状態を維持できる最も低い電圧（ V_{min} ）であっても良い。

【０１０８】

30

続いて、マスクＭを基板Ｓを介して静電チャック２４に吸着させるために、静電チャック２４の電極部またはサブ電極部に印加される電圧を第３電圧（ V_3 ）に上げる（ $t = t_3$ ）。第３電圧（ V_3 ）は、マスクＭを基板Ｓを介して静電チャック２４に吸着させるための電圧であるので、第２電圧（ V_2 ）以上の大きさを有することが好ましく、工程時間を考慮して電圧印加部３１が印加できる最大電圧（ V_{max} ）であることがより好ましい。

【０１０９】

本実施形態では、成膜工程後に基板ＳおよびマスクＭを静電チャック２４から分離するのにかかる時間を短縮するために、静電チャック２４の電極部またはサブ電極部に印加される電圧を第３電圧（ V_3 ）に維持せず、より小さい第４電圧（ V_4 ）に下げる（ $t = t_4$ ）。ただし、マスクＭが基板Ｓを介して静電チャック２４に吸着された状態を維持するために、第４電圧（ V_4 ）は、基板Ｓのみが静電チャック２４に吸着された状態を維持するのに必要な第２電圧（ V_2 ）以上の電圧であることが好ましい。

40

【０１１０】

成膜工程が完了した後（ t_5 ）に、マスクＭを静電チャック２４から分離するために、まず、静電チャック２４の電極部に印加される電圧を、基板Ｓのみの吸着状態が維持可能な第５電圧（ V_5 ）に下げる。第５電圧（ V_4 ）は、マスクＭが分離され、基板Ｓのみが静電チャック２４に吸着した状態を維持するための第２電圧（ V_2 ）と実質的に同じ大きさの電圧である。一例として、第５電圧（ V_5 ）は、マスクＭが分離され、基板Ｓのみが静電チャック２４に吸着された状態を維持するための最小電圧（ V_{min} ）で

50

あることが好ましい。

【0111】

これによって、マスクMが分離した後、静電チャック24の電極部に印加される電圧をゼロ(0)に下げるか(すなわち、オフにするか)、逆極性の電圧を印加する($t = t_6$)。これにより、基板Sに誘導された分極電荷が除去されて、基板Sが静電チャック24から分離できる。

【0112】

基板SとマスクMを静電チャック24から分離するための他の実施例では、成膜工程が完了した後に、第5電圧(V_5)に下げる段階を省いて、基板SとマスクMを同時に静電チャック24から分離する。このために、電圧印加部31をオフにするか、静電チャック24の電極部またはサブ電極部に逆極性の電圧を印加する。これにより、基板SとマスクMは同時に静電チャック24から分離され、以後、別途の機構を使用して基板とマスクを分離する。

【0113】

<成膜プロセス>

以下、本実施形態による静電チャックの電圧制御を採用した成膜方法について説明する。

【0114】

真空容器21内のマスク支持ユニット23にマスクMが支持された状態で、搬送室13の搬送ロボット14によって成膜装置11の真空容器21内に基板が搬入される。

【0115】

真空容器21内に進入した搬送ロボット14のハンドが下降し、基板Sを基板支持ユニット22の支持部上に載置する。

【0116】

続いて、静電チャック24が基板Sに向かって下降し、基板Sに十分に近接或いは接触した後に、静電チャック24に第1電圧(V_1)を印加し、基板Sを吸着する。

【0117】

本発明の一実施形態においては、基板を静電チャック24から分離するのに必要な時間を最大限に確保するために、基板の静電チャック24への吸着が完了した後に、静電チャック24に加えられる電圧を第1電圧(V_1)から第2電圧(V_2)に下げる。静電チャック24に加えられる電圧を第2電圧(V_2)に下げても、第1電圧(V_1)によって基板に誘導された分極電荷が放電されるまでに時間がかかるため、以降の工程で静電チャック24による基板への吸着力を維持することができる。

【0118】

静電チャック24に基板Sが吸着された状態で、基板SのマスクMに対する相対的な位置ずれを計測するために、基板SをマスクMに向かって下降させる。本発明の他の実施形態においては、静電チャック24に吸着された基板の下降の過程で基板が静電チャック24から脱落することを確実に防止するために、基板の下降の過程が完了した後(つまり、後述するアライメント工程が開始する直前)に、静電チャック24に加える電圧を第2電圧(V_2)に下げる。

【0119】

基板Sが計測位置まで下降すると、アライメント用カメラ20で基板SとマスクMに形成されたアライメントマークを撮影して、基板とマスクの相対的な位置ずれを計測する。本発明の他の実施形態では、基板とマスクの相対的位置の計測工程の精度をより高めるために、アライメントのための計測工程が完了した後(アライメント工程中)に、静電チャック24に加えられる電圧を第2電圧に下げる。つまり、静電チャック24に基板を第1電圧(V_1)によって強く吸着させた状態(基板をより平らに維持した状態)での基板とマスクのアライメントマークを撮影することにより、計測工程の精度を上げることができる。

【0120】

計測の結果、基板のマスクに対する相対的位置ずれが閾値を超えることが判明すれば、

10

20

30

40

50

静電チャック 24 に吸着された状態の基板 S を水平方向 (X Y 方向) に移動させて、基板をマスクに対して、位置調整 (アライメント) する。本発明の他の実施形態においては、このような位置調整の工程が完了した後に、静電チャック 24 に加えられる電圧を第 2 電圧 (V2) に下げる。これによって、アライメント工程全体 (相対的な位置計測や位置調整) にわたって精度をより高めることができる。

【0121】

アライメント工程の後、マスク M を基板 S 越しに静電チャック 24 に吸着させる。このため、静電チャック 24 の電極部またはサブ電極部に第 2 電圧以上の大きさを有する第 3 電圧 (V3) を印加する。

【0122】

このようなマスク M の吸着工程が完了した後、静電チャック 24 の電極部またはサブ電極部に印加される電圧を、静電チャック 24 に基板とマスクが吸着された状態を維持することができる電圧である、第 4 電圧 (V4) に下げる。これにより、成膜工程の完了後に基板 S およびマスク M を静電チャック 24 から分離するのにかかる時間を短縮することができる。

【0123】

続いて、蒸発源 25 のシャッタを開け、蒸着材料をマスクを介して基板 S に蒸着させる。

【0124】

所望の厚さに蒸着した後、静電チャック 24 の電極部またはサブ電極部に印加される電圧を第 5 電圧 (V5) に下げてマスク M を分離し、静電チャック 24 に基板のみが吸着した状態で、静電チャック 2 アクチュエータ 28 により、基板を上昇させる。ここで、第 5 電圧は、マスク M が分離され、基板 S のみが静電チャック 24 に吸着された状態を維持するための大きさであって、第 2 電圧と実質的に同じ大きさの電圧である。

【0125】

続いて、搬送ロボット 14 のハンドが成膜装置 11 の真空容器 21 内に進入し、静電チャック 24 の電極部或いはサブ電極部にゼロ (0) または逆極性の電圧が印加され (t6)、基板が静電チャック 24 から分離される。その後、蒸着が完了した基板を搬送ロボット 14 によって真空容器 21 から搬出する。

【0126】

なお、上述の説明では、成膜装置 11 は、基板 S の成膜面が鉛直方向下方を向いた状態で成膜が行われる、いわゆる上向蒸着方式 (デポアップ) の構成としたが、これに限定はされず、基板 S が真空容器 21 の側面側に垂直に立てられた状態で配置され、基板 S の成膜面が重力方向と平行な状態で成膜が行われる構成であってもよい。

【0127】

< 電子デバイスの製造方法 >

次に、本実施形態の成膜装置を用いた電子デバイスの製造方法の一例を説明する。以下、電子デバイスの例として有機 EL 表示装置の構成及び製造方法を例示する。

【0128】

まず、製造する有機 EL 表示装置について説明する。図 6 (a) は有機 EL 表示装置 60 の全体図、図 6 (b) は 1 画素の断面構造を表している。

【0129】

図 6 (a) に示すように、有機 EL 表示装置 60 の表示領域 61 には、発光素子を複数備える画素 62 がマトリクス状に複数配置されている。詳細は後で説明するが、発光素子のそれぞれは、一対の電極に挟まれた有機層を備えた構造を有している。なお、ここでいう画素とは、表示領域 61 において所望の色の表示を可能とする最小単位を指している。本実施例にかかる有機 EL 表示装置の場合、互いに異なる発光を示す第 1 発光素子 62R、第 2 発光素子 62G、第 3 発光素子 62B の組合せにより画素 62 が構成されている。画素 62 は、赤色発光素子と緑色発光素子と青色発光素子の組合せで構成されることが多いが、黄色発光素子とシアン発光素子と白色発光素子の組み合わせでもよく、少なくとも 1 色以上であれば特に制限されるものではない。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 0 】

図 6 (b) は、図 6 (a) の A - B 線における部分断面模式図である。画素 6 2 は、基板 6 3 上に、陽極 6 4 と、正孔輸送層 6 5 と、発光層 6 6 R、6 6 G、6 6 B のいずれかと、電子輸送層 6 7 と、陰極 6 8 と、を備える有機 E L 素子を有している。これらのうち、正孔輸送層 6 5、発光層 6 6 R、6 6 G、6 6 B、電子輸送層 6 7 が有機層に当たる。また、本実施形態では、発光層 6 6 R は赤色を発する有機 E L 層、発光層 6 6 G は緑色を発する有機 E L 層、発光層 6 6 B は青色を発する有機 E L 層である。発光層 6 6 R、6 6 G、6 6 B は、それぞれ赤色、緑色、青色を発する発光素子（有機 E L 素子と記述する場合もある）に対応するパターンに形成されている。また、陽極 6 4 は、発光素子ごとに分離して形成されている。正孔輸送層 6 5 と電子輸送層 6 7 と陰極 6 8 は、複数の発光素子 6 2 R、6 2 G、6 2 B と共通で形成されていてもよいし、発光素子毎に形成されていてもよい。なお、陽極 6 4 と陰極 6 8 とが異物によってショートするのを防ぐために、陽極 6 4 間に絶縁層 6 9 が設けられている。さらに、有機 E L 層は水分や酸素によって劣化するため、水分や酸素から有機 E L 素子を保護するための保護層 7 0 が設けられている。

10

【 0 1 3 1 】

図 6 (b) では正孔輸送層 6 5 や電子輸送層 6 7 が一つの層で示されているが、有機 E L 表示素子の構造によって、正孔ブロック層や電子ブロック層を含む複数の層で形成されてもよい。また、陽極 6 4 と正孔輸送層 6 5 との間には陽極 6 4 から正孔輸送層 6 5 への正孔の注入が円滑に行われるようにすることのできるエネルギーバンド構造を有する正孔注入層を形成することもできる。同様に、陰極 6 8 と電子輸送層 6 7 の間にも電子注入層が形成されることができる。

20

【 0 1 3 2 】

次に、有機 E L 表示装置の製造方法の例について具体的に説明する。

【 0 1 3 3 】

まず、有機 E L 表示装置を駆動するための回路（不図示）および陽極 6 4 が形成された基板 6 3 を準備する。

【 0 1 3 4 】

陽極 6 4 が形成された基板 6 3 の上にアクリル樹脂をスピンコートで形成し、アクリル樹脂をリソグラフィ法により、陽極 6 4 が形成された部分に開口が形成されるようにパターンニングし絶縁層 6 9 を形成する。この開口部が、発光素子が実際に発光する発光領域に相当する。

30

【 0 1 3 5 】

絶縁層 6 9 がパターンニングされた基板 6 3 を第 1 の有機材料成膜装置に搬入し、静電チャックにて基板を保持し、正孔輸送層 6 5 を、表示領域の陽極 6 4 の上に共通する層として成膜する。正孔輸送層 6 5 は真空蒸着により成膜される。実際には正孔輸送層 6 5 は表示領域 6 1 よりも大きなサイズに形成されるため、高精細なマスクは不要である。

【 0 1 3 6 】

次に、正孔輸送層 6 5 までが形成された基板 6 3 を第 2 の有機材料成膜装置に搬入し、静電チャックにて保持する。基板とマスクとのアライメントを行い、静電チャックにてマスクを基板越しに保持し、基板 6 3 の赤色を発する素子を配置する部分に、赤色を発する発光層 6 6 R を成膜する。

40

【 0 1 3 7 】

発光層 6 6 R の成膜と同様に、第 3 の有機材料成膜装置により緑色を発する発光層 6 6 G を成膜し、さらに第 4 の有機材料成膜装置により青色を発する発光層 6 6 B を成膜する。発光層 6 6 R、6 6 G、6 6 B の成膜が完了した後、第 5 の成膜装置により表示領域 6 1 の全体に電子輸送層 6 7 を成膜する。電子輸送層 6 7 は、3 色の発光層 6 6 R、6 6 G、6 6 B に共通の層として形成される。

【 0 1 3 8 】

電子輸送層 6 7 まで形成された基板を金属性蒸着材料成膜装置で移動させて陰極 6 8 を成膜する。

50

【 0 1 3 9 】

本発明によると、基板とマスクを静電チャック 2 4 に吸着させた後、所定の時点で静電チャック 2 4 に印加する電圧をあらかじめ下げておく。そして成膜工程を完了した後は、基板とマスクを静電チャックから順次に分離する際には、基板に対する吸着は維持されるが、マスクだけを分離することができる電圧に下げて、静電チャック 2 4 からマスクを先に分離し、その後、電圧をゼロ (0) に下げるか (つまり、オフさせるか) 逆極性の電圧を印加して、基板を静電チャック 2 4 から分離する。その結果、基板及び / 又はマスクを静電チャック 2 4 から分離するのにかかる時間を短縮し、工程時間を減らすことができる。

【 0 1 4 0 】

その後プラズマ C V D 装置に移動して保護層 7 0 を成膜して、有機 E L 表示装置 6 0 が完成する。

10

【 0 1 4 1 】

絶縁層 6 9 がパターニングされた基板 6 3 を成膜装置に搬入してから保護層 7 0 の成膜が完了するまでは、水分や酸素を含む雰囲気さらしてしまうと、有機 E L 材料からなる発光層が水分や酸素によって劣化してしまうおそれがある。従って、本例において、成膜装置間の基板の搬入搬出は、真空雰囲気または不活性ガス雰囲気の下で行われる。

【 0 1 4 2 】

上記実施例は本発明の一例を示したものであり、本発明は上記実施例の構成に限定されないし、その技術思想の範囲内で適切に変形しても良い。

【 符号の説明 】

20

【 0 1 4 3 】

1 1 : 成膜装置 , 2 1 : 真空容器 , 2 2 : 基板支持ユニット , 2 3 : マスク支持ユニット , 2 4 : 静電チャック , 3 0 : 静電チャックシステム , 3 1 : 電圧印加部 , 3 2 : 電圧制御部

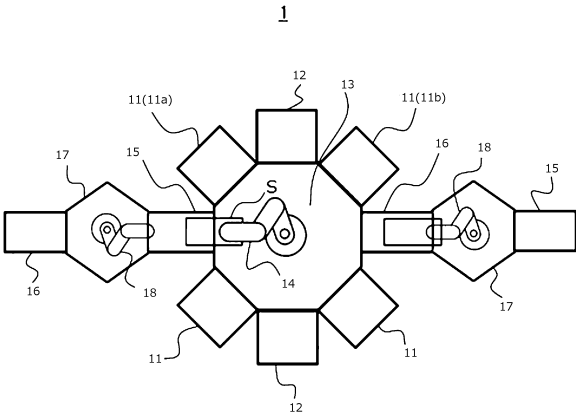
30

40

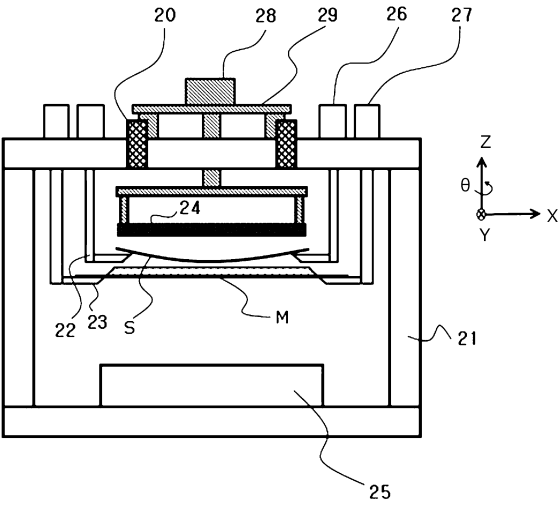
50

【図面】

【図 1】

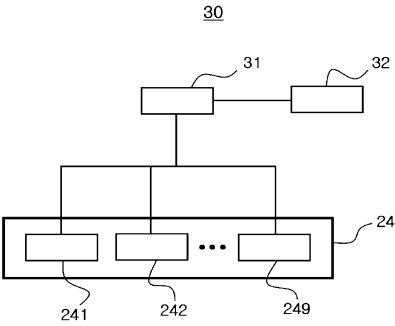


【図 2】

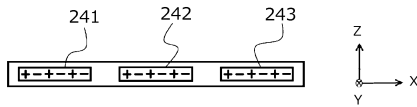


【図 3】

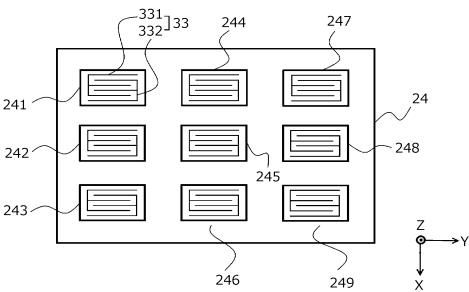
(a)



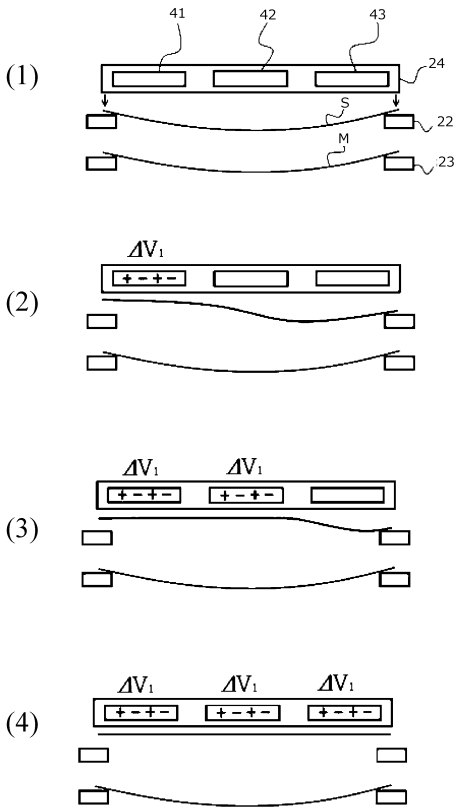
(b)



(c)



【図 4 A】



10

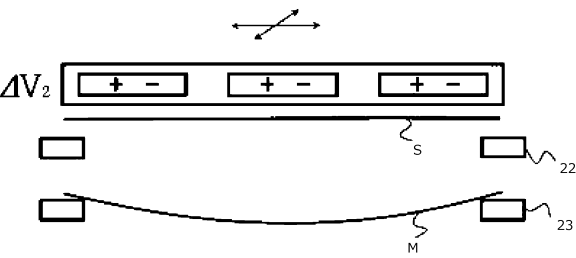
20

30

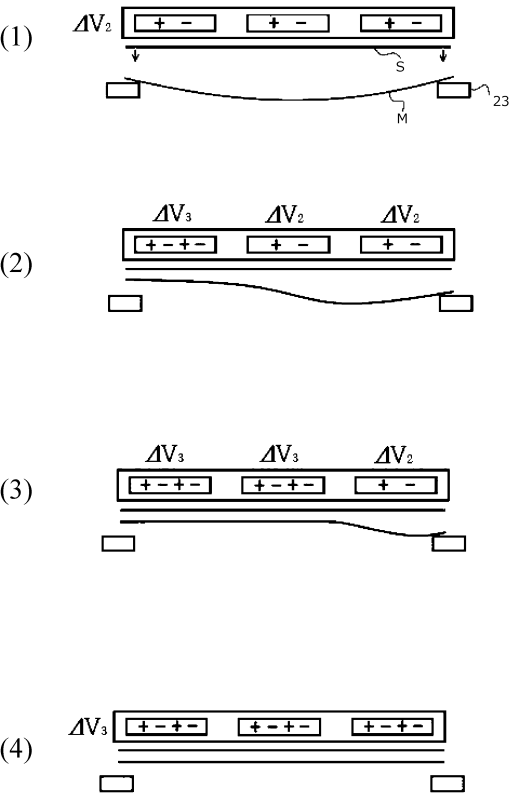
40

50

【図 4 B】



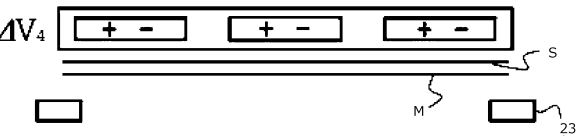
【図 4 C】



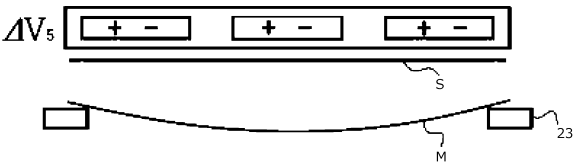
10

20

【図 4 D】



【図 4 E】

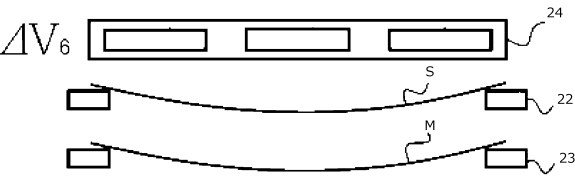


30

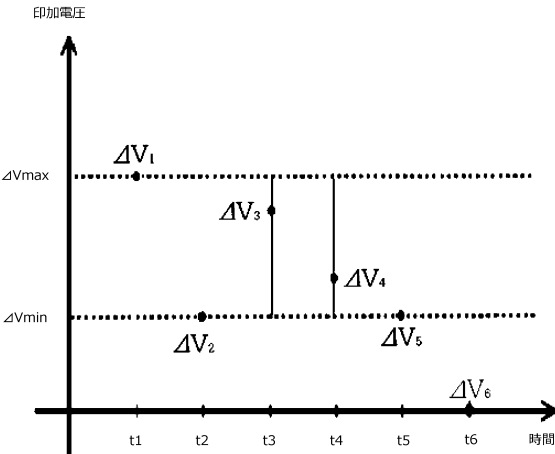
40

50

【図 4 F】

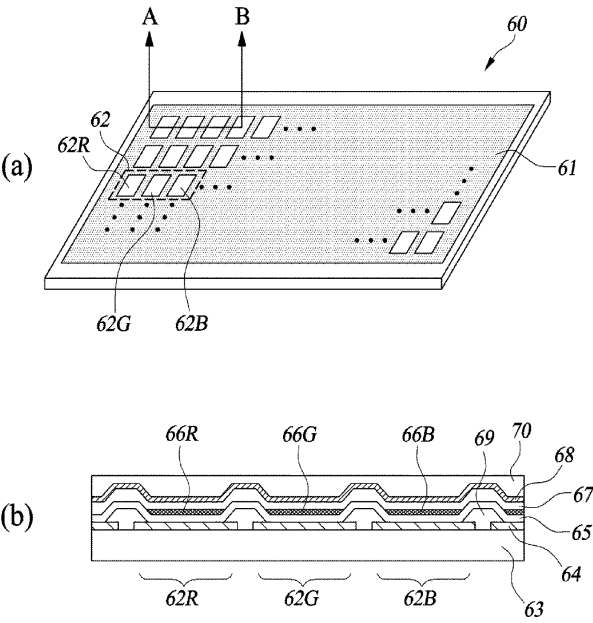


【図 5】



10

【図 6】



20

30

40

50

フロントページの続き

社アオイ内

審査官 篠原 法子

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 4 7 4 3 0 (J P , A)
特開平 0 6 - 3 4 3 2 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 8 5 5 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 5 2 7 0 4 (J P , A)
特表 2 0 1 7 - 5 1 6 2 9 4 (J P , A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 0 9 - 0 0 1 5 3 7 8 (K R , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 2 3 C 1 4 / 0 0 - 1 4 / 5 8
C 2 3 C 1 6 / 0 0 - 1 6 / 5 6
H 0 1 L 2 1 / 6 7 - 2 1 / 6 8 3
H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6
H 0 1 L 2 7 / 3 2
H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8
H 0 1 L 2 1 / 2 0 5
H 0 1 L 2 1 / 3 1
H 0 1 L 2 1 / 3 6 5
H 0 1 L 2 1 / 4 6 9
H 0 1 L 2 1 / 8 6