

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3870014号
(P3870014)

(45) 発行日 平成19年1月17日(2007. 1. 17)

(24) 登録日 平成18年10月20日(2006. 10. 20)

(51) Int. Cl.		F I
C 2 3 C 16/54	(2006. 01)	C 2 3 C 16/54
C 2 3 C 16/50	(2006. 01)	C 2 3 C 16/50

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2000-218395 (P2000-218395)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成12年7月19日(2000. 7. 19)	(74) 代理人	100105289 弁理士 長尾 達也
(65) 公開番号	特開2001-98381 (P2001-98381A)	(72) 発明者	森山 公一朗 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成13年4月10日(2001. 4. 10)	(72) 発明者	芳里 直 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成15年1月31日(2003. 1. 31)	(72) 発明者	幸田 勇蔵 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-210544		
(32) 優先日	平成11年7月26日(1999. 7. 26)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空処理装置および真空処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

減圧可能な真空容器と前記真空容器内に設けられた成膜室とを有し、帯状基板を成膜室の一部を構成するようにして成膜室内部に設けられた放電領域の中を連続的に通過させ、前記帯状基板に薄膜を連続して形成する堆積膜形成装置である真空処理装置において、

前記成膜室が、該成膜室における前記帯状基板の入口および/または出口を構成するように配置された開口調整部材を備え、

前記開口調整部材には、該開口調整部材側に変形する前記帯状基板の形状に対応させた少なくとも1本以上の溝が、該帯状基板の搬送方向に概略平行に形成されていることを特徴とする堆積膜形成装置である真空処理装置。

【請求項2】

減圧可能な真空容器内に成膜室を備え、帯状基板を前記成膜室の一部を構成するようにして成膜室内部に設けられた放電領域の中を連続的に通過させ、前記帯状基板に薄膜を連続して形成する堆積膜形成方法である真空処理方法において、前記成膜室における前記帯状基板の入口および/または出口を構成するように配置された開口調整部材を備え、

前記開口調整部材に、該開口調整部材側に変形する前記帯状基板の形状に対応させた少なくとも1本以上の溝を、該帯状基板の搬送方向に概略平行に形成し、

該開口調整部材を介して前記帯状基板を連続的に通過させることを特徴とする堆積膜形成方法である真空処理方法。

【請求項3】

10

20

内部が減圧可能かつ放電可能な処理室を有する真空処理装置において、前記処理室の外部と前記処理室の前記内部との間を連続的に搬送される带状基板が通過できる開口部を前記処理室に有し、

前記開口部の開口面積を狭くする開口調整部材を前記開口部に有し、

前記開口調整部材の面のうち、前記開口部を通過する前記带状基板が変形する面側に、前記带状基板の変形形状に対応させた凹部を有することを特徴とする真空処理装置。

【請求項 4】

前記凹部は、少なくとも 1 本以上の溝であることを特徴とする請求項 3 に記載の真空処理装置。

【請求項 5】

前記凹部は、少なくとも 1 本以上の溝であり、前記带状基板が前記開口部を通過する方向に略並行に形成されていることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の真空処理装置。

【請求項 6】

前記凹部は、平坦な前記带状基板が変形する面側の面に対して屈曲した段差を有する形状であることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の真空処理装置。

【請求項 7】

前記凹部は、平坦な前記带状基板が変形する面側の面に対して湾曲した段差を有する形状であることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の真空処理装置。

【請求項 8】

内部が減圧可能かつ放電可能な処理室の中で連続的に搬送される带状基板を真空処理する真空処理方法において、

前記処理室の外部と前記処理室の前記内部との間を、開口部を介して通過させる通過工程を有し、

前記通過工程において、前記開口部に、該開口部を通過する前記带状基板が変形する側に前記带状基板の変形形状に対応させた凹部を有する開口調整部材を設け、

該開口調整部材を介して前記带状基板を通過させることを特徴とする真空処理方法。

【請求項 9】

前記凹部は、少なくとも 1 本以上の溝であることを特徴とする請求項 8 に記載の真空処理方法。

【請求項 10】

前記凹部は、少なくとも 1 本以上の溝であり、前記带状基板が前記開口部を通過する方向に略並行に形成されていることを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の真空処理方法。

【請求項 11】

前記凹部は、平坦な前記带状基板が変形する面側の面に対して屈曲した段差を有する形状であることを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の真空処理方法。

【請求項 12】

前記凹部は、平坦な前記带状基板が変形する面側の面に対して湾曲した段差を有する形状であることを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の真空処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、真空処理装置および真空処理方法にかかわり、より具体的には、真空容器が連結された中に带状基板（以下これをウェブと呼ぶ）をその長手方向に連続的に搬送させて該ウェブに堆積膜を形成するロール・ツー・ロール法による堆積膜形成装置に関り、特に光起電力素子いわゆる太陽電池の連続的的形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、基板上に光起電力素子等に用いる機能性堆積膜を連続的に形成する方法として、複

10

20

30

40

50

数の半導体形成用の独立した成膜室を設け、該基板を移動させることで該成膜室にて各々の半導体層の形成を行う方法が知られている。例えば、米国特許4、400、409号明細書あるいは特開平3-30419号公報においてロール・ツー・ロール方式の光起電力素子形成方法および装置が開示されている。この方法によれば、気密性を有する複数の真空容器それぞれの中に、放電領域を有する成膜室を設け、所望の幅で十分に長い帯状基板を、前記成膜室を順次貫通する経路に沿って前記ウェブの長手方向に連続的に搬送せしめることによって、半導体接合を有する素子を連続形成することができると記載されている。

前記装置においては、真空容器の内部は減圧に維持することができ、該真空容器の内部に成膜室を設置し、ウェブを成膜室の蓋を構成するように支持しながら搬送する。該成膜室に原料ガスおよびガス分解用電力とを導入して、CVD法やスパッタ法等でウェブに堆積膜を形成する。

【0003】

また、成膜室にはウェブを貫通させるためのスリット状の開口が設けられ、この開口の広さを決定するための開口調整部材が設置されている。該開口調整部材の機能として、成膜室内のプラズマ等に帯状基板がさらされる領域、いわゆる成膜領域の開口を制限して、膜厚や膜質をコントロールする機能もあげられるが、本発明で注目する機能とは、原料ガスおよびその励起種や励起用の高周波電力を成膜室の外に漏洩することを防止しながら、ウェブを貫通させる機能について注目している。そのため、開口調整部材のスリットの高さ、すなわちウェブの通路としてのクリアランスは数mm程度と非常に狭くなっている。また、素子特性向上のために、特に成膜室の圧力を変化させたり、導入電力を増加する場合、該成膜室への閉じ込め効果を向上させる必要がある。そのためには該開口部の断面積を可能な限り小さくし、さらに該開口部の搬送方向についての長さを長くすることが望ましい。

通常、ウェブはその幅に対して厚みが充分に薄くかつ長さが充分に長く、室温において外力が加わっていない場合にその表面の形状はほぼ平面であるものを主に使用する。このウェブの長手方向に引っ張り張力をかけることによってウェブをほぼ平面に維持しながら、成膜室が直方形をなしている場合はその一面の蓋を構成するようにして、ウェブを搬送させる。

【0004】

しかし、本発明者らは従来の技術において次のような点に気付いた。すなわち、各成膜室にはウェブを所望の高温に加熱するヒータが設置されているが、該ヒータによって加熱されたウェブは自発的にしばしば弓状あるいは皺状に変形して撓むことがある。

この撓みが発生する原因の一つとして、装置長手方向に搬送されるウェブが成膜室において加熱されて部分的にウェブ幅方向に熱膨張を起こし、それ以外では冷却されることによって収縮するために、ウェブ面と垂直方向に変位することによって熱膨張したウェブ幅の差分を緩和する結果、ウェブが変形することがわかっている。もう一つの原因としては、加熱することによってウェブ上に堆積された膜とウェブとの間に応力が発生してウェブを変形させることがある。

【0005】

このとき、変形したウェブと開口調整部材とが接触し、搬送されるウェブに切削傷が発生することがあるかもしれない。特に、ウェブの成膜面側が接触した場合には堆積膜が破壊されることがあるかもしれない。そしてその堆積膜を用いて光起電力素子を作成する場合には傷部分で短絡するかもしれない。また、ウェブの非成膜面側が接触した場合にはウェブ自体や開口調整部材自体の切削粉が発生し、成膜室内部のダスト発生源となりうるかもしれない。

【0006】

この問題に対して、特開平9-181005号公報において、ウェブの形状を任意の曲線形状へ強制的に矯正する手段が開示されており、一定の効果をあげている。この方法にお

10

20

30

40

50

いては、着磁性のウェブを搬送させながら支持するために用いるマグネットローラを、従来の円筒形ではなく、例えば太鼓型のように直径が連続的に変化した形状のマグネットローラを用いて、ウェブの横断形状をマグネットローラの外形状に沿う曲線に強制的に変形させるとともに、成膜室の開口部をこの曲線に沿った形状とすることで、熱によるウェブの自発変形を防止し、ウェブと開口調整部材とのクリアランスを確保して傷の発生を防止している。なお、この開口調整部材は、ウェブと対向する面は全て湾曲している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したウェブの自発変形の変形量が大きい場合や、マグネットローラの磁力が相対的に弱い場合は、ウェブを任意の形状に矯正しきれない場合があり、傷の発生をなくすまでには至らない場合があった。

10

また、素子特性向上のために、特に成膜室の圧力を変化させたり、原料ガス分解用の導入電力を増加させたい場合があるが、そのような場合に成膜室から原料ガスや励起種、電磁波が漏洩すると、成膜室を覆う真空容器の不必要な部分に膜が堆積したり、成膜室へ所望の電力を供給できなくなることがありうる。

【0008】

このような漏洩を防止するには、該成膜室への閉じ込め効果を向上させる必要があるが、その手段として、ウェブが通過する実質的な開口部の開口面積を可能な限り小さくして、より具体的には、該開口調整部材の断面積を可能な限り小さくして、また該開口調整部材の搬送方向の長さを長くすることによって、該開口調整部材が設けられている箇所

20

のガスコンダクタンスを小さくするとともに電磁波の閉込め効果を向上させることが望ましい。しかし、該開口調整部材の断面積を小さくするためにスリットの高さを小さくすると、ウェブの変形量が少ない場合においてもウェブと開口調整部材とが接触する可能性が増大する。

また、該開口調整部材の搬送方向の長さを長くすると、該開口調整部材のセッティング位置やウェブの経路にわずかなずれが存在しても開口調整部材とウェブとの距離を相互に接近させる部分が発生し、前記接触する可能性を増大させてしまうことになる。

【0009】

従来、この接触の問題を解決するために、開口調整部材のスリットの高さ、すなわちクリアランスを余分に大きくしておく方法がとられていた。そのため、原料ガスが該開口調整部材から真空容器へ漏洩し、該原料ガスが隣接する真空容器内の成膜室へ混入するために堆積膜の膜質が低下する問題があった。

30

また、励起種や電磁波が広いクリアランスの該開口調整部材から真空容器へ漏洩しないように、原料ガス分解用の導入電力をある上限以下にせざるをえず、導入電力のラチチュードが狭められる問題があった。

【0010】

そこで、本発明は、上記した従来技術における課題を解決し、開口調整部材の改良によって被処理体と開口調整部材との接触を防止し、処理用ガスや電磁波が処理室から漏洩することを防止することを目的とし、具体的には、ウェブと開口調整部材が接触するのを防止して歩留りおよび素子特性を向上させることができ、また開口調整部材の原料ガスおよび電磁波の閉込め効果を向上させて素子特性の向上を図ることができる、真空処理装置および真空処理方法を提供することを目的とするものである。

40

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を達成するために、つぎの(1)～(1.2)のように構成した真空処理装置および真空処理方法を提供するものである。

(1)減圧可能な真空容器と前記真空容器内に設けられた成膜室とを有し、帯状基板を成膜室の一部を構成するようにして成膜室内部に設けられた放電領域の中を連続的に通過させ、前記帯状基板に薄膜を連続して形成する堆積膜形成装置である真空処理装置において

50

前記成膜室が、該成膜室における前記帯状基板の入口および/または出口を構成するように配置された開口調整部材を備え、

前記開口調整部材には、該開口調整部材側に変形する前記帯状基板の形状に対応させた少なくとも1本以上の溝が、該帯状基板の搬送方向に概略平行に形成されていることを特徴とする堆積膜形成装置である真空処理装置。

(2) 減圧可能な真空容器内に成膜室を備え、帯状基板を前記成膜室の一部を構成するようにして成膜室内部に設けられた放電領域の中を連続的に通過させ、前記帯状基板に薄膜を連続して形成する堆積膜形成方法である真空処理方法において、

前記成膜室における前記帯状基板の入口および/または出口を構成するように配置された開口調整部材を備え、

前記開口調整部材に、該開口調整部材側に変形する前記帯状基板の形状に対応させた少なくとも1本以上の溝を、該帯状基板の搬送方向に概略平行に形成し、該開口調整部材を介して前記帯状基板を連続的に通過させることを特徴とする堆積膜形成方法である真空処理方法。

(3) 内部が減圧可能かつ放電可能な処理室を有する真空処理装置において、前記処理室の外部と前記処理室の前記内部との間を連続的に搬送される帯状基板が通過できる開口部を前記処理室に有し、

前記開口部の開口面積を狭くする開口調整部材を前記開口部に有し、

前記開口調整部材の面のうち、前記開口部を通過する前記帯状基板が変形する面側に、前記帯状基板の変形形状に対応させた凹部を有することを特徴とする真空処理装置。

(4) 前記凹部は、少なくとも1本以上の溝であることを特徴とする上記(3)に記載の真空処理装置。

(5) 前記凹部は、少なくとも1本以上の溝であり、前記帯状基板が前記開口部を通過する方向に略並行に形成されていることを特徴とする上記(3)または上記(4)に記載の真空処理装置。

(6) 前記凹部は、平坦な前記帯状基板が変形する面側の面に対して屈曲した段差を有する形状であることを特徴とする上記(3)乃至(5)のいずれかに記載の真空処理装置。

(7) 前記凹部は、平坦な前記帯状基板が変形する面側の面に対して湾曲した段差を有する形状であることを特徴とする上記(3)乃至(5)のいずれかに記載の真空処理装置。

(8) 内部が減圧可能かつ放電可能な処理室の中で連続的に搬送される帯状基板を真空処理する真空処理方法において、

前記処理室の外部と前記処理室の前記内部との間を、開口部を介して通過させる通過工程を有し、

前記通過工程において、前記開口部に、該開口部を通過する前記帯状基板が変形する側に前記帯状基板の変形形状に対応させた凹部を有する開口調整部材を設け、

該開口調整部材を介して前記帯状基板を通過させることを特徴とする真空処理方法。

(9) 前記凹部は、少なくとも1本以上の溝であることを特徴とする上記(8)に記載の真空処理方法。

(10) 前記凹部は、少なくとも1本以上の溝であり、前記帯状基板が前記開口部を通過する方向に略並行に形成されていることを特徴とする上記(8)または上記(9)に記載の真空処理方法。

(11) 前記凹部は、平坦な前記帯状基板が変形する面側の面に対して屈曲した段差を有する形状であることを特徴とする上記(8)乃至(10)のいずれかに記載の真空処理方法。

(12) 前記凹部は、平坦な前記帯状基板が変形する面側の面に対して湾曲した段差を有する形状であることを特徴とする上記(8)乃至(10)のいずれかに記載の真空処理方法。

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態においては、上記構成を適用して開口調整部材を改良することで、ウ

10

20

30

40

50

ウェブ等の被処理体と開口調整部材が接触して被処理体自身、あるいは、開口調整部材、あるいは、被処理体表面に形成された堆積膜が破壊されるのを防止して歩留り、および素子特性を向上させることができ、また開口調整部材の原料ガス等の真空処理用ガスおよび電磁波の閉込め効果を向上させて素子特性の向上を図ることができる堆積膜形成装置等の真空処理装置を実現することができる。例えば、図6、図7、図8、図9、図10に示すように、帯状基板の出入口を構成する開口調整部材100に、ウェブの搬送方向に溝を形成することによって、上記した本発明の課題を達成することが可能となる。

【0013】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら説明する。

本発明に用いられる、連続して堆積膜を形成する装置としては、ロール・ツー・ロール方式の装置があげられる。

10

前記装置では、ウェブが複数の成膜室の中をウェブの長手方向に連続的に搬送されて、複数種の堆積膜からなる素子が形成される。前記装置の膜堆積方法としては、プラズマCVDやスパッタ等が挙げられる。

また、薄膜素子としては、例えば半導体集積回路や各種半導体センサー、太陽電池などの各種光起電力素子が挙げられる。特に、本発明の製造装置は、大面積な受光部を必要とする太陽電池の製造に好適である。

光起電力素子は、例えば図1に示した層構成、すなわちウェブ700の表面上に、裏面反射層701、透明導電膜702、n型半導体層703、i型半導体層704、p型半導体層705、透明導電膜706という各層を順次堆積した層構成からなり、その上に集電電極707を形成してある。

20

【0014】

次に、このような素子を形成することができるロール・ツー・ロール方式の装置を側方からあらわした概念図を図2に示す。図2において、300はウェブ、301は送出しポビン、302は巻取りポビン、303は真空容器、304～306は成膜室、307はガスゲート室、308は放電領域、309は原料ガス導入管、310は分離用ガス導入管、311は排気管、312はウェブ加熱ヒータ、313は高周波電極、314は電極加熱ヒータ、315はマグネットローラーである。

【0015】

本発明の実施の形態において、ウェブ300は、帯状であり、外力が加わっていない状態では平面状で歪みが少なく、所望の強度を有し、また導電性を有するものであることが好ましい。具体的にはステンレススチール、アルミニウム及びその合金、鉄及びその合金、銅及びその合金等の金属の薄板やその複合体、などが挙げられる。また、ポリイミド、ポリアミド、ポリエチレンテレフタレート、エポキシ等の耐熱性樹脂性シートなどの表面に金属単体または合金、及び透明導電性酸化物(TCO)等をスパッタ、蒸着、鍍金、塗布等の方法で導電性処理をおこなったものがあげられる。

30

【0016】

また、ウェブ300の厚さとしては、搬送時に形成される経路および形状が維持される強度を発揮する範囲内であれば、コスト、収納スペース等を考慮して可能な限り薄い方が望ましい。具体的には、好ましくは0.01mm～1mm、最適には0.05mm～0.5mmであることが望ましいが、金属等の薄板を用いる場合、厚さを比較的薄くしても所望の強度が得られやすい。ウェブ300の幅については特に制限されることはなく、堆積膜作製手段、あるいは真空容器303等のサイズによって決定される。ウェブ300の長さについては特に制限されることはなく、ロール状に巻きとられる程度の長さであっても良く、長尺のものを溶接等によって更に長尺化したものであっても良い。

40

【0017】

ウェブ300は送出しポビン301に巻かれたコイル状の状態から巻きだされて巻取りポビン302に巻き取られるが、送出しポビン301、巻取りポビン302いずれかのポビンの回転方向にトルクをかけることによって、ウェブ300には搬送方向に張力をかけることができる。ウェブ300の経路上には、適度な間隔をあけて円筒状のマグネットロー

50

ラー315が設けられて着磁性のウェブ300を吸着するとともに、前記張力を加えることで、所望の経路に支持することができる。ウェブ300の搬送速度は成膜条件（堆積膜の膜厚や形成速度など）によって適宜選択されるが、好ましくは200mm/min~5000mm/minである。

【0018】

ガスゲート室307は、分離用ガスを導入し隣接する真空容器303の内部の気体が互いに混入することを防いで分離独立させ、かつ、ウェブ300をそれらの中を貫通させて連続的に搬送する目的で設けたものである。

ウェブ300は、送しピン301から巻取りピン302に搬送されるまでに3つの成膜室を通過して、その表面に三層の機能性堆積膜、例えばpin構造の光起電力素子が形成される。

10

【0019】

1つの成膜室付近の側部構造を図3を用いてさらに詳しく説明する。

搬送される帯状のウェブ300は、真空容器303の内部に設置されたウェブ加熱ヒータ312で所望の成膜温度にまで加熱される。被処理体であるウェブ300は処理室である成膜室101に開口した開口部102を通して成膜室101内部に進入する。また成膜室101と該成膜室内に設置された高周波電極313とウェブ300と開口部102にとりつけられた開口調整部材100とで囲まれた領域が放電領域308であって、図4にハッチングして示した。また不図示の原料ガス供給手段から原料ガス導入管309を通してガスゲート室307内に原料ガスを導入し、高周波電極313へ電力を印加して該原料ガスを分解し、不図示の排気手段によって排気管311を通して成膜室304~306の内部と真空容器303の内部が排気され、放電領域308にプラズマ放電が生じ、この放電領域308と接するウェブ300上面にプラズマCVD法による堆積膜の形成がおこなわれる。同様のロール・ツー・ロール方式の装置構成を用いることによってスパッタリング法による堆積膜の形成もおこなうことができる。

20

【0020】

開口調整部材100は成膜室101の一部を構成するように設置され、より具体的には成膜室101に設けられた開口部102に設置されている。そしてこの開口調整部材は、成膜室101を出入りするウェブ300の通路を形成するとともに、ウェブが通過できる実質的な開口の広さを狭く調整したりあるいはウェブの成膜面およびその裏面と開口調整部材100とが接触しないように広く調整することで、原料ガスやその励起種および高周波電力が放電箱内の放電領域から外部、すなわち真空容器と放電箱の間への漏洩を防ぐ目的がある。開口調整部材100のマクロな形状としては例えば直方体で、ウェブ300の幅方向即ち図3の紙面鉛直方向にわたってウェブ300とある間隙すなわちクリアランスを保つように設置されて、その搬送方向の長さやその厚みを変化させることで原料ガスや高周波電力の閉じ込め効果が調整できる。このクリアランスの具体的な値としては、0.1mm~10mm、好ましくは0.5mm~3mmである。また、開口調整部材100の別の目的として、その搬送方向の長さを調節してウェブ300が放電領域308に晒される距離を制限することで、連続搬送されるウェブ300上の堆積膜厚を調節する目的がある。

30

40

【0021】

本発明の実施の形態において、開口調整部材100は脱着することができるようになっているが、成膜室101の壁面を構成する部材そのものを開口調整部材100としてもよい。また、本発明の実施の形態において、開口調整部材100はウェブ300の堆積膜面側に設置されているが、これとは裏面側あるいは両面側に設置してもよい。この場合は開口調整部材100とウェブ300の裏面側あるいは両面側との接触を防止できる。また本発明において、開口調整部材100は、上述したように成膜室の搬入側搬出側の両方に設けてもよいし、あるいは、いずれか一方の側に設けてもよい。

【0022】

ここで、本発明において見出された、ウェブ300の形状とその変形について図2および

50

図3を用いて説明する。図3は図2の3つある真空容器303のうちの1つをより詳細に描いた模式図である。

ウェブ300全体の温度が室温付近で一様であれば、1つの真空容器の搬入出いずれか一方の側のマグネットローラ315と、そのマグネットローラに隣り合ったマグネットローラ315との間にあるウェブ300はほぼ平面をなしているため、成膜室304～306やガスゲート室307のスリット状のウェブ通路に適当な間隙すなわちクリアランスがあればウェブ300がウェブ通路の構成部材に接触することがない。

【0023】

次に、成膜中において送出しポピン301から巻きだされたウェブ300は、ウェブ加熱ヒータ312および成膜室304～306内のプラズマで室温の状態から所望の基板温度へ加熱される。次に、ウェブ300はガスゲート室307を通過する間に放射冷却及び熱伝導により冷却されて基板温度は低下するが、再度真空容器303内部のウェブ加熱ヒータ312及びプラズマで加熱される。このように複数の真空容器を通過するたびにウェブ300の温度が上昇下降を繰り返すことは、ウェブ300には装置全長にわたって温度勾配が存在することになる。これは、ウェブ300は幅方向に熱膨張および収縮した部分が順次連結されていることと同等とみなすことができる。それに加えて搬送方向に引っ張り張力がかけられているために、ウェブ300の高温部において、その表面に対して垂直方向に変形することがわかっている。

【0024】

ここで参考例として本発明者らは図2の装置を用い、開口調整部材100が全くの直方体形状であるものを用いて、搬送中のウェブ300に搬送方向にかけられる張力以外の外力を印加すること、例えばマグネットローラ315の磁力を強化することで、ウェブ300を平面状に矯正し、ウェブ300と開口調整部材100との接触を防止することをためしてみた。その場合、成膜温度や高周波電力の大きさなどの成膜条件によっては、ウェブ300を平面形状へ矯正することが困難な場合があることが判明した。これにより、そのような参考例ではウェブ300と開口調整部材100との接触を防止できない場合があった。この場合の図3の位置でのAA'断面の模式図を、図4に示す。図4は、真空容器を通過するウェブが紙面鉛直方向に移動する様子をあらわした図である。図中符号は図2図3と同じである。上記した理由によって変形したウェブ300がaにおいて開口調整部材100と接触を起こしていることがわかる。

【0025】

このような参考例に対して本発明においては、開口調整部材100のウェブ300と相対する面つまり対向面に、少なくとも1本以上の溝が搬送方向に形成されている。開口調整部材100をこのような形状とすることにより、ウェブ300との接触を回避できる。本発明による開口調整部材の一例を用いて図2の装置を動作させた場合の図3のAA'断面の模式図を、図5に示す。図5は、真空容器を通過するウェブが紙面鉛直方向に移動する様子をあらわした図であり図中の符号は図2図3と同じである。開口調整部材100において、下方へ凸型に変形したウェブ300の凸部に対面する部分に溝103を形成したことで、ウェブ300との接触をなくすことができる。しかもウェブを幅方向の端から端まで強制的に矯正する必要がない。

【0026】

また、開口調整部材100に形成された溝103の深さおよび溝103のウェブ幅方向の幅は、ウェブ300の変形量に応じて適宜選択できる。すなわち、ウェブ300の変形量を実測し、これに対応する溝103の深さ及び幅そして幅方向における位置を決定する方法がある。図5に示す装置において、開口調整部材100を取り外してウェブ300がマグネットローラ315以外のいずれの部材にも接触しないような状態においてウェブ300を加熱し、ウェブ300表面の上下方向の変位量およびその形状を光学的方法やレーザー変位計等を用いて実測する。ウェブ300の幅をwとし、測定された変位量が最大でdで、変位量がd/2になる範囲が幅方向にw/2であった場合、従来の方法では、前記クリアランスをdよりも大きくする必要はあるが、本発明においては、例えば溝103の深

10

20

30

40

50

さを $d/2$ 、その幅を $w/2$ より大きく、溝でない部分のクリアランスを $d/2$ とすることによって、接触を回避しながら、クリアランス部分の断面積を小さくすることが可能で、成膜室 304 ~ 306 の閉込め効果を向上させることができる。

【0027】

また、前記溝 103 の深さおよび溝 103 の幅を決定する別の方法として、ウェブ 300 の変形を予め計算し、これに対応する溝 103 の深さ及び幅を決定する方法がある。例えば概算方法としては、図 3 に示す装置を想定して、ウェブ 300 の温度がガスゲート室 307 の内部においては t_1 で AA' 断面においては t_2 に加熱される場合、 t_1 において幅 w のウェブ 300 の t_2 における幅 w' は、近似的に式 (1) で表される。

$$w' = w + \alpha \cdot (t_2 - t_1) \cdot w \quad (1)$$

10

【0028】

ここで α はウェブ 300 の線膨張率である。次に、ウェブ 300 の幅方向の熱膨張分によって表面に垂直方向に変位して、ウェブ 300 の形状が下方へ凸型に円弧状に変形すると仮定した場合、ウェブ 300 表面の上下方向の変化量 d は近似的に式 (2) で計算できる。

$$d = (w'^2 - w^2)^{1/2} \quad (2)$$

20

【0029】

そして、例えば開口調整部材 100 の溝 103 の深さを $d/2$ 、その幅を $w/2$ より大きく w 未満、溝でない部分のクリアランスを $d/2$ とすることによって接触を回避しながら、クリアランス部分の断面積を小さくすることが可能で、成膜室 304 ~ 306 の閉込め効果を向上させることができる。実際の値を求めるためにはウェブ 300 の剛性、搬送方向の張力を考慮して変形量 d を補正する必要がある。

30

図 6 は本実施の形態で用いられた開口調整部材を模式的に代表する斜視図である。

図 6 に示すように開口調整部材 100 は、被処理体であるウェブが対向する側の対向面において、凹部である溝 103 を有している。

この溝 103 は、対向面において角度をもって段差を有している。またこの溝 103 は、ウェブの搬送方向に沿って同じ溝幅である。またこの溝幅とは、搬送方向に対して直交し、且つ、対向面内に 1 次元的に設定された方向における溝 103 の距離である。

この溝 103 によって、ウェブが撓んだり変形した場合でも、ウェブが開口調整部材 100 に当たらない。

40

またこの溝 103 は対向面の一部に設けられるものであり、溝 103 が設けられる位置は、ウェブが開口調整部材に当たる位置を前もって予測した位置であってもよく、ウェブが開口調整部材に当たる位置であってもよい。

その結果、処理室の開口部の実質的な開口面積を広げることを防ぎつつ且つ、ウェブが開口調整部 100 に当たることを防ぐことができる。

このように本発明の実施の形態における真空処理装置は、開口調整部材の一部に凹部を設けているので、被処理体と開口調整部材とが接触することを防ぐことができるし、更に原料ガス等の真空処理用ガスや電磁波が処理室外に漏洩することを防ぐことができる。

また、本発明の実施の形態における真空処理装置は、被処理体として帯状ウェブである以外に、たとえば半導体ウエハーのような実質円形状やディスプレイ基板等の矩形形状のよ

50

うな短尺形状の被処理体でもよい。

また、本発明の実施の形態における真空処理装置は、開口調整部材の凹部が例えば折り曲げて加工やあるいは切削加工等によって得られた角度を有する段差を有する以外に例えば図7に示すように湾曲して段差を有した形状でも良い。

また、本発明の実施の形態における真空処理装置は、例えば図8や図9に示すように開口調整部材の凹部がテーパを描く形態でもよい。なお図8と図9において、このテーパは溝幅に相当する幅が搬送方向に向かうにつれて小さくなる形態である。このような形態にすることでより原料ガス等の真空処理用ガスや電磁波が処理室外に漏洩することを防ぐことができる。

また、本発明の実施の形態における真空処理装置は、溝である凹部を対向面において図10に示すような2本の溝部、言い換えれば1本以上の溝部を設けても良い。

また、本発明の実施の形態における真空処理装置は、プラズマCVD等の堆積膜形成装置として用いられる以外に、エッチング装置あるいはスパッタリング装置、あるいはアッシャー等のさまざまな真空処理装置に用いてもよい。

【0030】

【実施例】

以下、本発明の実施例について説明するが、本発明はこれらの実施例によって何等限定されるものではない。

[実施例1]

図2で示される、ロール・ツー・ロール方式のプラズマCVD装置により、以下に示す手順に従って、ウェブ上にpin型のアモルファスシリコン光起電力素子を形成した。

まず、ウェブ300としては、予め不図示のロール・ツー・ロール方式のスパッタ式膜形成装置でウェブ300上に裏面反射層としてアルミニウムの薄膜(厚さ0.1 μ m)と、酸化亜鉛(ZnO)の薄膜(厚さ1.0 μ m)を堆積してある幅300mm、長さ100m、厚さ0.2mmのSUS430BA製基板を使用した。

ウェブ300を、送出しポピン301から送出され、ガスゲート室307で接続された3つの真空容器303を通過して、巻取りポピン302で巻き取られるようにセットした。

【0031】

各真空容器303および各成膜室304~306を、排気管311を通して不図示の排気調整バルブと不図示の排気手段により1Torr台まで排気した後、引き続き排気しながら原料ガス導入管309および分離用ガス導入管310からHeガスをそれぞれ100sccmづつ流し、各真空容器303の圧力を不図示の圧力計で測定して1.0Torrに保った。さらに、ウェブ加熱ヒータ312と電極加熱ヒータ314をそれぞれ300に加熱して、この状態のまま5時間ベーキングを行って不純物ガスを脱離させた。

【0032】

次に、原料ガス導入管309から流していたHeガスを停止し、不図示のガス混合器から原料ガスを、原料ガス導入管309を通して各成膜室304~306へ導入した。各ガスゲート室307には分離用ガス導入管310からH₂ガスをそれぞれ1000sccm流した。ウェブ300の搬送速度は1000mm/minであった。また、不図示の高周波発振器から高周波電極313に電力を印加して、放電領域308にプラズマ放電を生起し、ウェブ300上にn, i, p型のアモルファスシリコン膜を連続的に形成した。各成膜室での作製条件を表1に示す。

【0033】

本実施例の開口調整部材についてはいずれも幅320mm、高さ12mm、搬送方向の長さ50mmで、成膜室304においては、図3と図5と図6に示すように幅方向の中央部分に溝を形成したものを、ウェブの入口および出口のいずれについても用いた。該開口調整部材の溝の部分以外のウェブ300とのクリアランスは3mm、溝103の深さは3mm、幅は120mmとした。成膜室305および306においては図4に示す参考例の溝103の形成されていないものを用い、ウェブ300とのクリアランスは6mmであった。

【 0 0 3 4 】

成膜工程として連続的に膜形成を約5時間おこない、全長100mのウェブのうち、70mに半導体膜を形成することができた。

上記の手順で得られたアモルファスシリコン膜を堆積したウェブが巻かれた巻取りボビン302を取り出し、不図示のスパッタ方式の膜形成装置で透明導電膜(膜厚800)を形成した後、ウェブ300を不図示の切断機によって送り出しながら搬送方向に100mmごとに切断してサンプルとし、Agのペーストをスクリーン印刷することにより集電電極形成して、図1の模式断面図に示す光起電力素子を作製した。

【 0 0 3 5 】

形成された光起電力素子の特性評価を、AM値1.5、エネルギー密度100mW/cm²の擬似太陽光を照射したときの光電変換率を測定して評価をおこなった。表2にその評価結果を示す。また、ウェブの有効部分70mのうち、1m毎にサンプルを抽出して測定し、70個のサンプル特性の最大値と最少値の差を均一性として評価した。また、サンプルについての傷による素子の短絡いわゆるシャントが発生しなかった頻度を良品率として評価した。

【 0 0 3 6 】

(比較例1)

本比較例では、成膜室304において図4に示す参考例の溝の形成されていないものを用い、ウェブ300とのクリアランスは6mmとして、実施例1と同様の成膜をおこなった。その他の成膜条件および評価方法は実施例1と同様である。表2にその評価結果を示す。

【 0 0 3 7 】

【表1】

成膜室	堆積膜名称 : 膜厚 (nm)	ガス名称 : 流量 (sccm)	圧力 (Torr)	実効電力 (W)	加熱温度 (℃)	成膜速度 (nm/sec)
304	n型層: 20nm	SiH ₄ : 100 H ₂ : 1000 PH ₃ /H ₂ (2%): 150	1.0	RF: 200	270	1.2
305	i型層: 90nm	SiH ₄ : 100 H ₂ : 500	1.0	RF: 800	350	3.0
306	p型層: 8nm	SiH ₄ : 20 H ₂ : 3000 BF ₃ /H ₂ (2%): 30	1.0	RF: 1000	300	0.2

【 0 0 3 8 】

【表2】

10

20

30

40

	光電変換効率 η	均一性	良品率
比較例 1	4.5%	±6%	60%
実施例 1	4.9%	±4%	100%
実施例 2	5.1%	±3%	100%
実施例 3	5.4%	±2%	100%

10

比較例 1 では、成膜中に成膜室 304 および成膜室 305 において、開口部からのプラズマの漏洩が確認され、真空容器 303 の壁面に堆積膜が見られた。また、成膜室 304 において、ウェブと開口調整部材が部分的に接触したためにウェブに傷が発生した。実施例 1 では成膜室 304 から原料ガスやその励起種の漏洩が押さえられて所望の成膜条件が維持達成でき、またウェブと開口調整部材との接触がなく傷が発生しなかったため、表 2 に示すように、光電変換効率、均一性、良品率共に向上した。

【0039】

[実施例 2]

本実施例では、成膜室 305 の内部において、ウェブ 300 の変形形状がウェブの幅方向に 2 箇所において下に凸型の部分があったために、成膜室 305 における開口調整部材を図 10 に示すような幅方向の 2 箇所において深さ方向に二段階の溝 103 が形成されたものを、ウェブの入口および出口のいずれについても用いた。該開口調整部材の溝の部分以外のウェブ 300 とのクリアランスは 3 mm、一段目の溝はいずれも深さ 1.5 mm 幅 5 mm、二段目の溝はいずれも深さ 3 mm 幅 1.5 mm とした。成膜室 304 および 306 においては実施例 1 と同じものを用いた。その他の成膜条件および評価方法は実施例 1 と同様である。

20

【0040】

実施例 2 では、実施例 1 と比較して成膜室 305 から原料ガスや高周波電力の漏洩がさらに少なく、隣接する成膜室 305 への原料ガスの混入が減少し、所望の高周波電力が印加できたため、表 2 に示すように光電変換効率および均一性が実施例 1 よりも向上した。

30

【0041】

[実施例 3]

本実施例では、成膜室 306 の内部において、ウェブ 300 の変形形状が下に凸型の部分が 1 箇所であつた変形量が搬送方向について変化していたために、成膜室 306 における開口調整部材を図 8 に示すように搬送方向に溝の幅を変化させ、さらに連続的に溝の深さが変化しているテーパ状の溝 103 が形成されたものを、ウェブの入口および出口のいずれについても用いた。溝の部分以外のウェブ 300 とのクリアランスは 3 mm、溝については、搬送の上流方向の端が幅 60 mm、深さ 3 mm、搬送の下流方向の端が幅 20 mm、深さ 1 mm とした。成膜室 304 および 305 においては実施例 2 と同じものを用いた。その他の成膜条件および評価方法は実施例 2 と同様である。

40

【0042】

実施例 3 では、実施例 2 と比較して成膜室 306 から原料ガスや高周波電力の漏洩がさらに少なく、隣接する成膜室 305 への原料ガスの混入が減少し、所望の高周波電力を原料ガスに印加できたため、表 2 に示すように光電変換効率および均一性が実施例 2 よりも向上した。

【0043】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の堆積膜連続形成装置等の真空処理装置や真空処理方法に

50

よれば、被処理体であるウェブと装置を構成する部材との接触を効果的に阻止することができる。その結果被処理体に形成される堆積膜への損傷をなくし、膜特性、良品率が向上し、生産性の高い堆積膜連続形成装置等の真空処理装置を提供することが可能となる。また、本発明によれば、成膜室から原料ガスや電力やプラズマが漏洩することを効果的に阻止することができるため、所望の成膜条件等の真空処理条件を実現することができ、堆積膜の特性や、均一性を向上することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】光起電力素子の層構成を示す概略図である。

【図 2】ロール・ツー・ロール方式の堆積膜連続製造装置の概略図である。

【図 3】真空容器の内部構成を説明する概略図である。

10

【図 4】参考例の開口調整部材を装着した図 3 の 1 つの真空容器の A A ' 断面図である。

【図 5】開口調整部材を装着した図 3 の 1 つの真空容器の A A ' 断面図である。

【図 6】開口調整部材の一形状を示す立体斜視図である。

【図 7】開口調整部材の別形状を示す立体斜視図である。

【図 8】開口調整部材の別形状を説明する立体斜視図である。

【図 9】開口調整部材の別形状を示す立体斜視図である。

【図 10】開口調整部材の別形状を説明する立体斜視図である。

100 : 開口調整部材

101 : 成膜室

102 : 開口部

20

103 : 溝

300、700 : ウェブ

301 : 送出しボビン

302 : 巻取りボビン

303 : 真空容器

304、305、306 : 成膜室

307 : ガスゲート室

308 : 放電領域

309 : 原料ガス導入管

310 : 分離用ガス導入管

30

311 : 排気管

312 : ウェブ加熱ヒータ

313 : 高周波電極

314 : 電極加熱ヒータ

315 : マグネットローラー

701 : 裏面反射層

702 : 透明導電膜

703 : n 型層

704 : i 型層

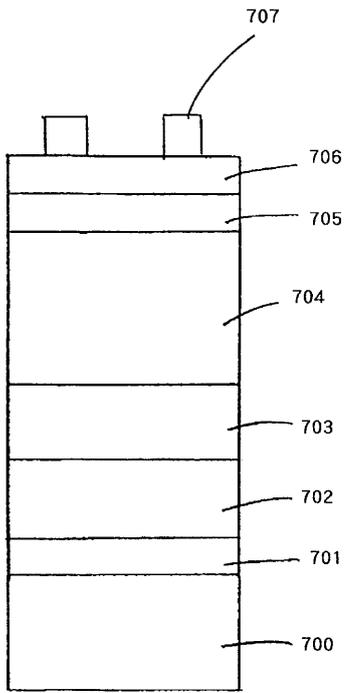
705 : p 型層

40

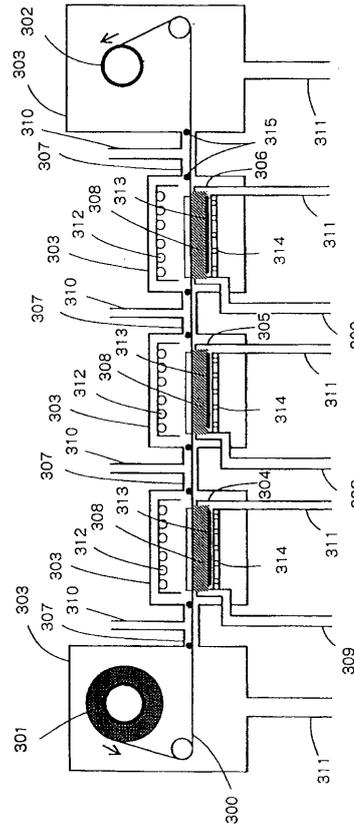
706 : 透明導電膜

707 : 集電電極

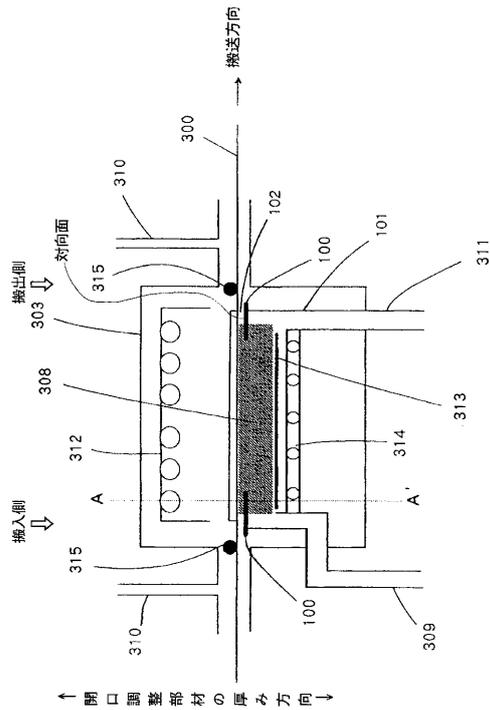
【 図 1 】



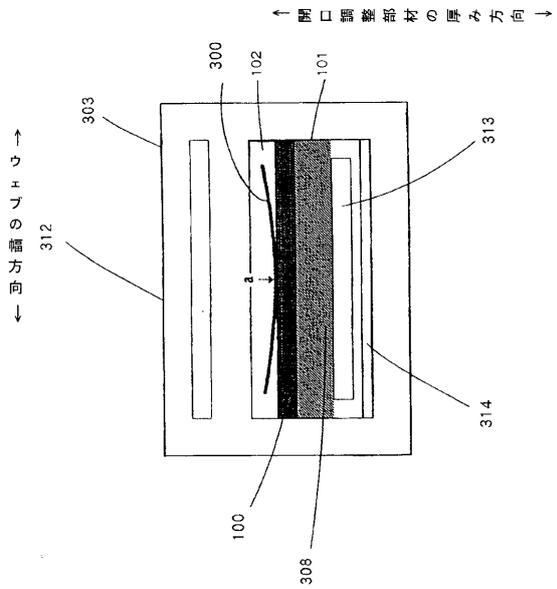
【 図 2 】



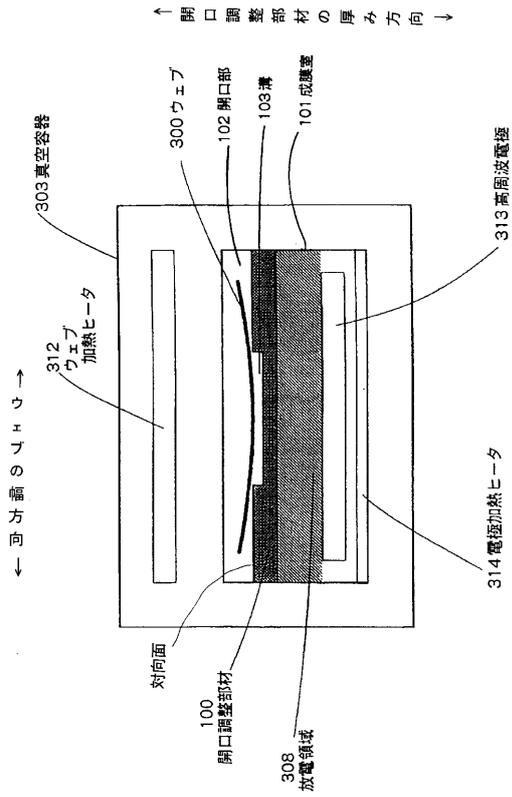
【 図 3 】



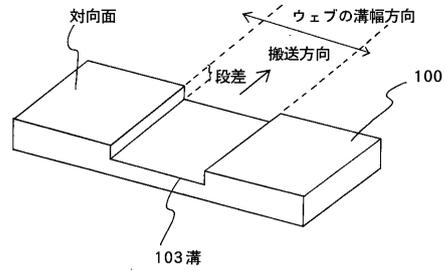
【 図 4 】



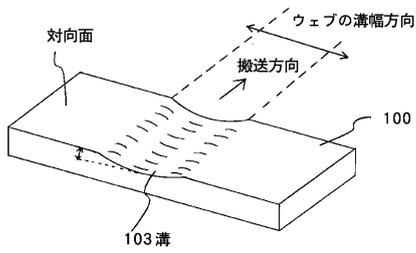
【 図 5 】



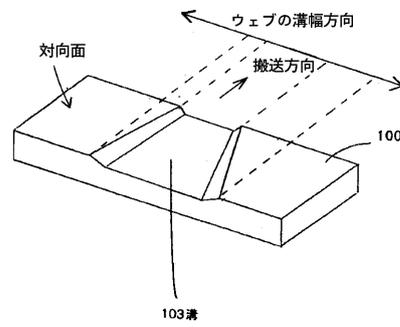
【 図 6 】



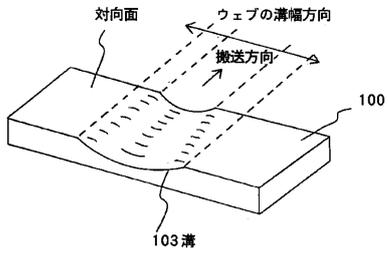
【 図 7 】



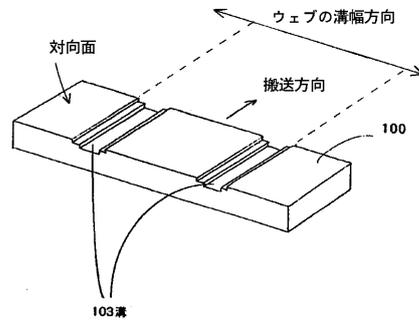
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 金井 正博
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

審査官 宮澤 尚之

(56)参考文献 特開平10-313129(JP,A)
特開平09-181005(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 16/00-16/56
H01L 21/205