

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/104803 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/205 (2006.01) C23C 16/509 (2006.01)  
C23C 16/455 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/007213
- (22) 国際出願日: 2010年12月13日(13.12.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-040193 2010年2月25日(25.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):  
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)  
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町  
2番2号 Osaka (JP). 日新電機株式会社  
(NISSIN ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158686  
京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 Kyoto  
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高西雄大  
(TAKANISHI, Yudai). 守口正生 (MORIGUCHI,  
Masao). 星野淳之 (HOSHINO, Atsuyuki). 神崎庸輔  
(KANZAKI, Yohsuke). 井上毅 (INOUE, Tsuyoshi). 中

西研二 (NAKANISHI, Kenji). 岡本哲也 (OKAMO-  
TO, Tetsuya). 高橋英治 (TAKAHASHI, Eiji) [JP/JP];  
〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町47  
番地 日新電機株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 前田弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒  
5410053 大阪府大阪市中央区本町2丁目5番7  
号 大阪丸紅ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,  
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH,  
PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,  
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

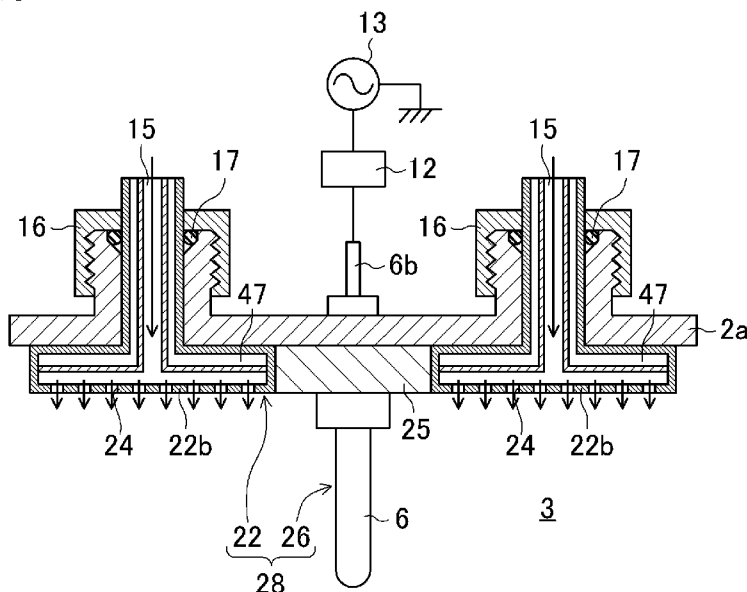
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ  
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: PLASMA GENERATOR

(54) 発明の名称: プラズマ生成装置

[図3]



(57) Abstract: Disclosed is a plasma generator (1) comprising: a plasma generating vessel (2) which has a plasma generating chamber (3) formed therein; a gas supply plate (22) which is provided in the plasma generating chamber (3) and includes a gas introduction opening (15) for introducing a film-forming gas and a gas supply opening (24) for supplying the introduced film-forming gas into the plasma generating chamber (3); and a high-frequency antenna (6) which is provided in the plasma generating chamber (3) and applies high-frequency power to the film-forming gas to generate induction-coupled plasma. The high-frequency antenna (6) and the gas supply plate (22) are therefore integrated as a unit (28), and the unit (28) is detachably attached to the plasma generating vessel (2).

(57) 要約: プラズマ生成装置  
(1) は、プラズマ生成室  
(3) が内部に形成されたプラ  
ズマ生成容器 (2) と、プラズ

マ生成室 (3) の内部に設けられ、成膜ガスを導入するガス導入口 (15) と導入された成膜ガスをプラズマ生成室 (3) 内へ供給するガス供給口 (24) とが形成されたガス供給板 (22) と、プラズマ生成室 (3) の内部に設けられ、成膜ガスに高周波電力を印加して誘導結合型のプラズマを生成する高周波アンテナ (6) とを備える。そして、高周波アンテナ (6) とガス供給板 (22) とがユニット (28) として一体化されており、ユニット (28) が、プラズマ生成容器 (2) に対して着脱自在に構成されている。



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,  
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,  
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称：** プラズマ生成装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、例えば、液晶表示装置を構成する薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）を形成するためのプラズマ生成装置に関する。

### 背景技術

[0002] 液晶表示装置を構成する薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）、半導体集積回路、太陽電池等の各種半導体デバイスを製造するために、基材上に結晶性を有する薄膜、例えば、シリコン薄膜を形成することが行われている。

[0003] また、このような半導体デバイスを製造する方法として、ガスプラズマを利用して膜形成を行うプラズマ生成装置を使用した方法が提案されている。

[0004] このガスプラズマを発生させる方法は種々の方法が知られているが、そのうち、プラズマＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）法は、プラズマを利用して半導体膜等を成膜する方法として知られており、集積回路、液晶表示パネル、有機エレクトロルミネッセンス素子及び太陽電池等の製造に使用されている。

[0005] このプラズマＣＶＤ法を用いて成膜を行うためのプラズマＣＶＤ装置は、処理室の内部に互いに対向するように配置された平板状のカソード電極及び平板状のアノード電極を備えている。

[0006] 例えば、アノード電極は、処理室の上壁部に配置された基板ホルダー内に設けられ、当該基板ホルダーによってカソード電極側の表面にガラス基板等の被成膜基板が装着される構成となっている。

[0007] また、カソード電極には、成膜用の原料ガスを処理室内に導入するための複数のガス導入口がアノード電極側に形成されている。なお、カソード電極は、被成膜基板に平行となるように配置される。

[0008] このプラズマＣＶＤ装置では、アノード電極上に被処理基板を装着して真空ポンプ等で処理室の内部を減圧した状態で、各ガス導入口から原料ガスを

処理室内に導入し、カソード電極とアノード電極との間に電圧を印加することにより、発生した電界の絶縁破壊によってグロー放電現象として原料ガスのプラズマ状態を生じさせる。これにより、カソード電極の近傍において比較的強い電界が形成されるカソードシース部やその付近では、原料ガス（気体分子）の解離が促進されてラジカルが生成される。そして、このように生成されたラジカルが、被処理基板にまで拡散し、その基板表面に堆積することにより、薄膜が成膜される。

[0009] ここで、一般に、太陽電池等で使用される微結晶シリコンや多結晶シリコン等の薄膜をプラズマCVD装置により形成する場合、微結晶シリコンや多結晶シリコンの欠陥性を低下させるとともに、成膜速度を向上させるとの観点から、プラズマCVD装置の処理室（チャンバー）内の圧力を高圧に設定する必要がある。

[0010] また、このような高い圧力に設定された処理室内でプラズマを発生させて、被成膜基板とカソード電極間のプラズマ放電を適切に維持するとの観点から、アノード電極（即ち、被処理基板）とカソード電極間の距離を所定の距離（例えば、10mm）以下に設定する必要がある。

[0011] また、平板状の電極間距離（即ち、アノード電極とカソード電極との間の距離）の変動率が大きくなると、反応ガス流やプラズマ放電における不均一性が大きくなり、被成膜基板の表面において、均一な薄膜分布を得ることが困難になる。

[0012] そこで、電極間距離の均一性（平行性）を確保するためのプラズマCVD装置が提案されている。より具体的には、ガス導入口が形成されたカソード電極を、反応容器のカソード電極受入開口面の周囲の外壁に配置された絶縁部材を介して、結合手段によって反応室容器へ外側から装着し、反応容器の外壁と絶縁部材との間、及び絶縁部材とカソード電極との間をリングによって気密シールしたプラズマCVD装置が提案されている。そして、このプラズマCVD装置においては、リングの弾性変形による偏平率を結合手段で制御することによって、カソード電極のガス導入面と被成膜基板（即ち、

アノード電極)との平行性を調節する構成となっている(例えば、特許文献1参照)。

[0013] また、プラズマ生成室内において、できるだけ高密度で均一なプラズマを得るとの観点から、高周波電力を用いて誘導結合プラズマを発生させる方法が知られている。

[0014] この誘導結合プラズマを発生させるプラズマ生成装置においては、高密度で均一なプラズマを得るために、プラズマ生成室に対して高周波アンテナを設けるとともに、この高周波アンテナにより、室内に導入されたガスに対して高周波電力を印加することにより、誘導結合プラズマを生成する構成となっている。

[0015] また、高周波アンテナは、投入される高周波電力の利用効率を向上させるとの観点から、プラズマ生成室の内部に配置される。また、プラズマ生成室の内部に配置された高周波アンテナは、アルミニウム等の導電性材料により形成された導電性部材(導電性管体)と、石英等の絶縁性材料により形成され、導電性部材の表面を被覆するように設けられた絶縁性部材(絶縁性管体)により構成されている。

[0016] そして、プラズマ生成室の内部に高周波アンテナが配置されたプラズマ生成装置においては、プラズマ生成室が内部に形成されたプラズマ生成容器の天井壁に形成され、高周波アンテナから離間して配置されたガス導入口により室内に導入された成膜ガスに対して、高周波アンテナにより高周波電力を印加することにより、誘導結合プラズマを生成する構成となっている(例えば、特許文献2参照)。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0017] 特許文献1：特開2002-93718号公報

特許文献2：特開2007-220600号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

- [0018] しかし、上記特許文献 1 に記載のプラズマ CVD 装置においては、結合手段を使用した場合であっても、カソード電極の周辺部のみの制御しかできないという問題があった。また、上記特許文献 1 に記載のプラズマ CVD 装置においては、平板状の電極を使用しているため、装置サイズが大型化すると、電極のサイズも大きくなり、電極の熱容量も大きくなる。その結果、プラズマ発生時の熱に起因して電極に変形が生じて反った状態になり、電極に撓みや歪みが生じることになる。
- [0019] そうすると、上述の電極の撓みや歪みに起因して、アノード電極－カソード電極間の距離が不均一になるため、放電が不均一になり、大きい面積（例えば、幅が 2160 mm、長さが 2460 mm）を有する電極間に形成されたプラズマ領域において、均一にプラズマを生成させることが困難になる。その結果、被処理基板の表面に均一な膜厚を有する薄膜を形成することが困難になるという問題があった。
- [0020] また、上記特許文献 1 に記載のプラズマ CVD 装置においては、カソード電極にガス導入口及びガス供給口を形成することにより、電極によりアンテナとガス供給系統を兼用することが可能である。しかしながら、プラズマ生成の均一性の観点から、アンテナとガス供給系統を兼用する電極を分割して形成することができず、平板状の電極を一体として（一枚ものとして）形成する必要がある。この場合、大きい面積を有する電極の加工性として、非常に高度な精度が要求されるが、メンテナンスを行う際に、アンテナとガス供給系統を兼用する電極ごと交換する必要があるため、メンテナンス効率が低下するとともに、メンテナンスを行う際のコストを高くなるという問題があった。
- [0021] また、上記特許文献 2 に記載の内部アンテナ型のプラズマ CVD 装置においては、上記特許文献 1 に記載のプラズマ CVD 装置とは異なり、アンテナとガス供給系統を兼用することは不可能である。そのため、内部アンテナ型のプラズマ CVD 装置においては、ガスの供給を行うために、プラズマ生成

容器の天井壁にガス導入口を形成する必要がある。しかしながら、大面積で膜の膜厚や膜質の均一性を向上させるために、大面積で均一なガス供給分布を確保する必要があるが、この場合、天井壁に多数のガス導入口を形成する必要がある、多数のガス導入口を形成すると、プラズマ生成容器の強度が低下するという問題があった。また、多数のガス導入口を形成することが困難であるため、高精度、かつ高密度にガス導入口を形成すること困難になる。

[0022] そこで、本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、プラズマ発生時の熱による影響を受けることなく、均一な放電を発生させて、被処理基板の表面に均一な膜厚を有する薄膜を形成することができ、効率よくメンテナンスを行うことができるプラズマ生成装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0023] 上記目的を達成するために、本発明のプラズマ生成装置は、プラズマ生成室が内部に形成されたプラズマ生成容器と、プラズマ生成室の内部に設けられ、被成膜基板を保持するためのホルダーと、プラズマ生成室の内部に設けられ、成膜ガスを導入するガス導入口と導入された成膜ガスをプラズマ生成室内へ供給するガス供給口とが形成されたガス供給板と、プラズマ生成室の内部に設けられ、成膜ガスに高周波電力を印加して誘導結合型のプラズマを生成する高周波アンテナとを備え、高周波アンテナとガス供給板とがユニットとして一体化されており、ユニットが、プラズマ生成容器に対して着脱自在に構成されていることを特徴とする。

[0024] 同構成によれば、プラズマ生成室の内部において、成膜ガスに高周波電力を印加して誘導結合型のプラズマを生成する高周波アンテナを設けているため、装置サイズが大型化した場合であっても、複数の高周波アンテナを設ければ良い。また、従来のプラズマCVD装置における平板状の電極の熱容量に比し、各高周波アンテナの熱容量は小さいため、プラズマ発生時の熱に起因する変形の発生を効果的に抑制することが可能になる。従って、プラズマ生成室内において、均一にプラズマを生成させることが可能になるため、被成膜基板の表面に均一な膜厚を有する薄膜を形成することが可能になる。

- [0025] また、高周波アンテナとガス供給部材とを1つのユニットとして一体化しており、ユニットをプラズマ生成容器に対して着脱自在に構成している。従って、例えば、ガス導入口のメンテナンス（例えば、破損したガス導入口の取り替え）を行う際に、ガス導入口が形成されたガス供給部材を備えるユニットについてのみメンテナンス（即ち、1つのユニットの取り替え）を行うことが可能になるため、上記従来技術の平行平板電極型のプラズマCVD装置とは異なり、メンテナンスを行う際に、アンテナとガス供給系統を兼用する電極ごと交換する必要がなくなる。従って、メンテナンス効率を向上させることが可能になるとともに、メンテナンスを行う際のコストを低減することが可能になる。
- [0026] また、上記従来のアンテナとガス供給系統を兼用する電極に比し、高周波アンテナとガス供給部材とが一体化された1つのユニットの面積を小さくすることが可能になるため、高度な加工精度が不要になり、加工性を向上させることができる。
- [0027] また、ガス供給部材にガス供給口を形成する構成としているため、大面積で膜の膜厚や膜質の均一性を向上させるために、大面積で均一なガス供給分布を確保する必要がある場合であっても、プラズマ生成容器に設けるガス導入口の数を必要最低限にすることができ、プラズマ生成容器の強度を低下させることなく、多数のガス供給口をガス供給部材に形成することが可能になる。従って、従来の内部アンテナ型のプラズマCVD装置と比較して、高精度、かつ高密度にガス供給口を形成することができる。その結果、ガス供給口からプラズマ生成室内へ成膜ガスを供給する際に、成膜ガスの供給分布の向上を図ることができるため、被成膜基板に形成される膜の膜厚や膜質の均一性を向上させることができる。
- [0028] 更に、小型ガスシャワーユニットの大きさを変更することによって大面積で均一なガス供給分布を得ることができる。
- [0029] また、本発明のプラズマ生成装置においては、ユニットが複数配列されている構成としてもよい。

- [0030] 同構成によれば、被成膜基板の種類やサイズに対応させて、所望のアンテナ配置を有するプラズマ生成装置を構築することが可能になる。
- [0031] また、本発明のプラズマ生成装置においては、高周波アンテナには、高周波アンテナを冷却する冷却水を導入する高周波アンテナ用冷却配管が設けられている構成としてもよい。
- [0032] 同構成によれば、プラズマ発生時の熱に起因する高周波アンテナの変形をより一層効果的に抑制することが可能になる。
- [0033] また、本発明のプラズマ生成装置においては、ガス供給板には、ガス供給板を冷却する冷却水を導入するガス供給板用冷却配管が設けられている構成としてもよい。
- [0034] 同構成によれば、プラズマ発生時の熱に起因するガス供給部材の変形を効果的に抑制することが可能になる。
- [0035] また、本発明のプラズマ生成装置においては、ガス供給板に接続され、成膜ガスをガス供給板に導入するガス導入管を更に備える構成としてもよい。
- [0036] 同構成によれば、ガス導入口とプラズマ生成容器との気密性を確保する必要がなくなる。従って、プラズマ生成容器内の真空度を効果的に保つことが可能になる。
- [0037] また、本発明のプラズマ生成装置においては、複数の前記ガス供給口が、ハニカム配列を構成するように配置されている構成としてもよい。
- [0038] 同構成によれば、ガス供給部材において、ガス供給口を連続的に設けることが可能になるため、ガス供給分布をより一層向上させることができる。その結果、被成膜基板に形成される膜の膜厚や膜質の均一性をより一層向上させることができる。
- [0039] また、本発明のプラズマ生成装置は、被成膜基板の表面に均一な膜厚を有する薄膜を形成することができるとともに、メンテナンス効率を向上させることができるという優れた特性を備えている。従って、本発明は、成膜ガスが、シラン系ガスであるプラズマ生成装置に好適に使用され、このような構成により、太陽電池等に使用されるシリコン薄膜を被成膜基板の表面に均一

な膜厚を有する薄膜として形成することができるプラズマ生成装置を提供することができる。

### 発明の効果

[0040] 本発明によれば、プラズマ発生時の熱による影響を受けることなく、被成膜基板の表面に均一な膜厚を有する薄膜を形成することが可能になる。また、メンテナンス効率を向上させて、メンテナンスを行う際のコストを低減することが可能になる。

### 図面の簡単な説明

[0041] [図1]本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置の全体構成を示す概略図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置の全体構成を示す概略図であり、図1を矢印Aの方向から見た場合の図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置のアンテナユニットとガス供給部材とが一体化されたユニットを説明するための図であり、図2のB部の拡大断面図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置のアンテナユニットとガス供給部材とが一体化されたユニットを示す平面図である。

[図5]図4のD-D断面図である。

[図6]本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置において、図5に示すユニットの配置を説明するための平面図である。

[図7]本発明の第2の実施形態に係るプラズマ生成装置のアンテナユニットとガス供給部材とが一体化されたユニットを説明するための図である。

[図8]本発明の実施形態に係るプラズマ生成装置のガス供給部材の変形例を説明するための平面図である。

[図9]本発明の実施形態に係るプラズマ生成装置のガス供給部材に形成されたガス供給口の変形例を説明するための断面図である。

[図10]本発明の実施形態に係るプラズマ生成装置のガス供給部材に形成されたガス供給口の変形例を説明するための断面図である。

[図11]本発明の実施形態に係るプラズマ生成装置のガス供給部材に形成されたガス供給口の変形例を説明するための断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0042] (第1の実施形態)

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。尚、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではない。

[0043] 図1は、本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置の全体構成を示す概略図であり、図2は、本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置の全体構成を示す概略図であり、図1を矢印Aの方向から見た場合の図である。また、図3は、本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置のアンテナユニットとガス供給板とが一体化されたユニットを説明するための図であり、図2のB部の拡大断面図である。また、図4は、本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置のアンテナユニットとガス供給板とが一体化されたユニットを示す平面図である。また、図5は、図4のD-D断面図であり、図6は、本発明の第1の実施形態に係るプラズマ生成装置において、図4に示すユニットの配置を説明するための平面図である。

[0044] 図1、図2に示すように、プラズマ生成装置（プラズマCVD装置）1は、プラズマ生成室（成膜室）3が内部に形成されたプラズマ生成容器2を備えている。このプラズマ生成容器2は、例えば、アルミニウムやSUS等の金属により形成されている。

[0045] また、プラズマ生成室3内の下部には、被成膜基板4を保持するための保持部材であるホルダー5が設置されている。このホルダー5は、例えば、アルミニウムやSUS等の材料により形成されている。なお、これらのアルミニウムやSUSにアルミナを溶射したものも使用することができる。

[0046] また、ホルダー5に、被成膜基板4を加熱するためのヒータ（不図示）を内蔵する構成としても良い。

[0047] また、プラズマ生成装置1には、プラズマ生成容器2の天井壁2aからプラズマ生成室3内へ複数（本実施形態においては、8個）の高周波アンテナ

6が挿入されて設置されている。この高周波アンテナ6は、プラズマ生成室3内に供給された成膜ガスに高周波電力を印加してプラズマを発生させるためのものであり、プラズマ生成室3の内部において、ホルダー5に対向するように設けられている。

[0048] また、これらの複数の高周波アンテナ6の各々は同じ大きさのものであり、同一平面上に所定の間隔をおいて、隣り合わせで配置されている。

[0049] この高周波アンテナ6は、図1に示すように、断面略U字形状を有しており、図1、図2に示すように、取付部材である土台部25に取り付けられており、高周波アンテナ6と土台部25がアンテナユニット26として一体化されている。

[0050] また、高周波アンテナ6は、絶縁性材料により土台部25から絶縁されており、ボルト等の固定部材（不図示）により、土台部25に固定される構成となっている。

[0051] なお、図1、図2においては、断面略矩形状を有する土台部25を示しているが、当該土台部25の形状は、特に限定されず、ガス供給板22との組み合わせによって、例えば、略正方形状や略楕円形状の断面を有する土台部25を使用することができる。

[0052] また、図1～図2に示すように、高周波アンテナ6を構成する導電体10のうち、プラズマ生成容器2の天井壁2aからプラズマ生成室3外に向けて突出した部分が、高周波アンテナ6の端子部6a、6bを構成している。

[0053] また、図1に示す様に、プラズマ生成室3外に向けて突出した高周波アンテナ6の端子部6a、6bのうち、一方の端子部6bはマッチングボックス12に接続されており、端子部6bはマッチングボックス12を介して高周波電源13に接続されている。

[0054] 即ち、本実施形態のごとく、後述するユニット28を複数設置する場合、図1、図2に示す各高周波アンテナ6においては、プラズマ生成室3外に向けて突出した端子部6a、6bのうち、互いに隣り合う端子部6bが、2本の高周波アンテナ6に共通のマッチングボックス12に接続される構成とな

っている。

[0055] また、図 1 に示すように、各高周波アンテナ 6 に設けられた他方の端子部 6 a は接地されている。また、各高周波アンテナ 6 は、端子部 6 b により並列接続される構成となっている。

[0056] また、図 1、図 2 に示すように、プラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a のプラズマ生成室 3 側には、中空構造を有するガス供給部材であるガス供給板 2 2 が設けられている。

[0057] また、図 2、図 3、及び図 5 に示すように、このガス供給板 2 2 のプラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a 側 2 2 a には、プラズマ生成室 3 内へ供給される所定の成膜ガスをガス供給板 2 2 の内部に導入するためのガス導入口 1 5 が形成されている。このガス導入口 1 5 は、円管形状を有しており、プラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a 側 2 2 a から突出して設けられている。

[0058] そして、本実施形態においては、プラズマ生成室 3 の内部に設けられた複数のガス供給板 2 2 の各々に対して、成膜ガスを導入する構成となっている。

[0059] また、図 3～図 5 に示すように、ガス供給板 2 2 のプラズマ生成室 3 側 2 2 b には、ガス供給板 2 2 の内部に導入された成膜ガスをプラズマ生成容器 2 の内部へ供給するためのガス供給口 2 4 が形成されている。そして、図 3 において、矢印で示すように、ガス導入口 1 5 からガス供給板 2 2 の内部に導入されたガスは、このガス供給口 2 4 からプラズマ生成室 3 内へと供給される構成となっている。

[0060] なお、ガス供給口 2 4 の形状は、プラズマ生成室 3 内へ成膜ガスを供給することができる形状であれば、特に限定はされないが、加工性に優れているとの観点から、本実施形態においては、図 4 及び図 5 に示すように、平面が略円形状であるとともに、断面が略矩形状である略円柱形状を有するガス供給口 2 4 を設けている。

[0061] また、図 3 に示すように、プラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a には、真空継手等の金属端子 1 6 が設けられており、ガス導入口 1 5 を、プラズマ生成容

器 2 の天井壁 2 a 及び金属端子 1 6 に挿通することにより、プラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a からプラズマ生成室 3 内へ向けてガス導入口 1 5 が設置される構成となっている。

[0062] なお、図 3 に示すように、ガス導入口 1 5 とプラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a の間に設けられたリング 1 7 により、ガス導入口 1 5 とプラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a との気密性が確保されている。

[0063] また、上述のアンテナユニット 2 6 を構成する土台部 2 5 の電位は、接地電位で良く、プラズマ生成容器 2 との間で絶縁性を確保する必要がないため、ボルト等の固定部材（不図示）により土台部 2 5 をプラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a に対して固定することにより、アンテナユニットをプラズマ生成室 3 の内部に配置する構成となっている。

[0064] また、図 5 に示すように、ガス供給板 2 2 には、ガス供給板 2 2 を冷却する冷却水を導入するガス供給板用冷却配管 4 7（以下、「配管 4 7」という。）が設けられている。冷却水は、図中の矢印 X の方向から配管 4 7 に供給されてガス供給板 2 2 の内部に導入され、図中の矢印 Y の方向からガス供給板 2 2 の外部へと排出される。このような配管 4 7 を設けることにより、プラズマ発生時の熱に起因するガス供給板 2 2 の変形を効果的に防止することが可能になる。

[0065] また、上述のごとく、高周波アンテナ 6 においては、図 1 に示すように、高周波アンテナ 6 を冷却する冷却水を導入する高周波アンテナ用冷却配管 4 8（以下、「配管 4 8」という。）が設けられている。冷却水は、高周波アンテナ 6 の方向から配管 4 8 に供給されて高周波アンテナ 6 の内部に導入された後、高周波アンテナ 6 の外部へと排出される。このような配管 4 8 を設けることにより、プラズマ発生時の熱に起因する高周波アンテナの変形を効果的に防止することが可能になる。

[0066] また、本実施形態においては、ガス導入口 1 5 により導入される成膜ガスとして、被成膜基板 4 上に形成しようとする薄膜を構成する元素を含むガスが使用される。

- [0067] より具体的には、例えば、液晶表示装置を構成する薄膜トランジスタ（TFT）、半導体集積回路、太陽電池等に使用されるシリコン薄膜を被成膜基板 4 上に形成する場合は、シラン（ $\text{SiH}_4$ ）または水素希釈のシラン（ $\text{SiH}_4/\text{H}_2$ ）等のシラン系ガスが使用される。
- [0068] また、原料であるガスとアルゴンガス、ヘリウムガス、ネオンガス、クリプトンガス、キセノンガス等の希ガス（不活性ガス）との混合ガスをプラズマ生成容器 2 内に導入する構成としても良い。
- [0069] この様な構成により、原料ガスを構成する元素のイオンと希ガスのイオンとを同時に被成膜基板 4 に対して照射することができる。また、希ガスイオンは、薄膜を構成しないため、希ガスイオンが有する運動エネルギーにより、薄膜の結晶化を促進することができる。
- [0070] また、図 1 に示すように、プラズマ生成装置 1 は、ガス導入口 15 及びプラズマ生成室 3 内からガスを排気して、プラズマ生成室 3 内を所定のプラズマ生成圧に設定するための排気装置である真空ポンプ 14 を備えている。
- [0071] この真空ポンプ 14 は、図 1 に示すように、ゲートバルブ 31 を備える配管 32 を介してプラズマ生成容器 2 に接続されている。そして、ガス導入口 15 及びプラズマ生成室 3 内のガスは、ゲートバルブ 31 を開いた状態にすることにより、配管 32 を通じて外部に排気される構成となっている。
- [0072] そして、プラズマ生成装置 1 では、まず、プラズマ生成室 3 の内部に設けられたホルダー 5 上に被成膜基板 4 を載置して、被成膜基板 4 をホルダーにより保持する。
- [0073] 次に、真空ポンプ 14 の運転により、プラズマ生成室 3 内の排気が始まる。そして、プラズマ生成室 3 内が所定の圧力まで減圧された後、ガス導入口 15 を備えるガス供給板 22 により、プラズマ生成室 3 の内部へ所定の成膜ガス（例えば、シラン系ガス）が供給され、プラズマ生成室 3 の内部が成膜圧に維持される。
- [0074] 次に、高周波アンテナ 6 に対して、高周波電源 13 からマッチングボックス 12 を介して高周波電力が印加されて、これによって、プラズマ生成室

3 内において高周波放電を生じさせて、プラズマ生成室 3 内において成膜ガスが電離（励起）されて誘導結合型のプラズマが生成される。そして、この誘導結合プラズマにより、ホルダー 5 上の被成膜基板 4 に膜（例えば、シリコン膜）が形成（成膜）される構成となっている。

[0075] なお、高周波電力の周波数は、例えば、13.56MHz（シリコン膜を成膜する場合）、50MHz、60MHz 等である。

[0076] このように、本実施形態においては、プラズマ生成室 3 の内部において、成膜ガスに高周波電力を印加して誘導結合型のプラズマを生成する高周波アンテナ 6 を使用する構成としている。従って、装置サイズが大型化した場合であっても、図 1、図 2、及び図 6 に示すように、複数の高周波アンテナ 6 を設ければ良く、また、上記従来のプラズマ CVD 装置における平板状の電極の熱容量に比し、各高周波アンテナ 6 の熱容量は小さいため、プラズマ発生時の熱に起因する変形の発生を効果的に抑制することが可能になる。

[0077] なお、上記従来の平板状の電極を備えるプラズマ CVD 装置において、電極の変形を防止するためには、電極を分割してユニット化することにより、電極全体の熱容量を低減する方法が考えられる。しかし、平行に配置された平板状の電極を使用するため、ユニット間のつなぎ目において、高周波電力の擾乱等の影響を受け、電極を分割してユニット化することが困難であると考えられる。

[0078] 一方、本実施形態のごとく、プラズマ生成室 3 の内部に高周波アンテナ 6 を配置するアンテナ構造を採用した場合は、各高周波アンテナにおいて独立してプラズマを生成することができるため、上述の高周波電力の擾乱等の影響を受けることはない。

[0079] また、本実施形態においては、図 2～図 4 に示すように、上述のアンテナユニット 26（即ち、高周波アンテナ 6）とガス供給板 22 とが 1 つのユニット 28 として一体化されており、当該ユニット 28 が、プラズマ生成容器 2 に対して着脱自在に構成されている点に特徴がある。

[0080] ユニット 28 をプラズマ生成容器 2 の天井壁 2a に対して装着する場合は

、プラズマ生成容器 2 の内側（プラズマ生成室 3 側）から、ガス供給板 2 2 のガス導入口 1 5 をプラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a 及び金属端子 1 6 に挿通するとともに、アンテナユニット 2 6 を構成する高周波アンテナ 6 の端子部 6 a, 6 b をプラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a に挿通する。

[0081] また、ユニット 2 8 をプラズマ生成容器 2 から脱着する場合は、プラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a に装着されたユニット 2 8 をプラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a 側からプラズマ生成室 3 側へユニット 2 8 ごと移動させる。

[0082] このような構成により、例えば、ガス導入口 1 5 のメンテナンス（例えば、破損したガス導入口 1 5 の取り替え）を行う際に、ガス導入口 1 5 が形成されたガス供給板 2 2 を備えるユニット 2 8 についてのみメンテナンス（即ち、1 つのユニット 2 8 の取り替え）を行うことが可能になる。従って、上記従来技術の平行平板電極型のプラズマ CVD 装置とは異なり、メンテナンスを行う際に、アンテナとガス供給系統を兼用する大面積の電極ごと交換する必要がなくなる。

[0083] また、上記従来技術のアンテナとガス供給系統を兼用する大面積の電極に比し、高周波アンテナ 6 とガス供給板 2 2 とが一体化された各ユニット 2 8 の面積を小さくすることが可能になるため、高度な加工精度が不要になり、加工性を向上させることができる。

[0084] また、上記従来技術の内部アンテナ型のプラズマ CVD 装置においては、大面積で均一なガス供給分布を確保するためには、天井壁に多数のガス導入口を形成する必要があるが、プラズマ生成容器の強度が低下するという問題があった。また、多数のガス導入口を形成することが困難であるため、高精度、かつ高密度にガス導入口を形成することが困難になるという問題があった。

[0085] 一方、本実施形態においては、上述のごとく、ガス供給板 2 2 にガス供給口 2 4 を形成する構成としているため、大面積で膜の膜厚や膜質の均一性を向上させるために、大面積で均一なガス供給分布を確保する必要がある場合であっても、プラズマ生成容器 2 に設けるガス導入口 1 5 の数を必要最低限

にすることができる。従って、プラズマ生成容器 2 の強度を低下させることなく、多数のガス供給口 24 をガス供給板 22 に形成することが可能になる。その結果、上記従来技術の内部アンテナ型のプラズマ CVD 装置と比較して、高精度、かつ高密度にガス供給口 24 を形成することができる。従って、ガス供給口 24 からプラズマ生成室 3 内へ成膜ガスを供給する際に、成膜ガスの供給分布の向上を図ることができる。

[0086] また、アンテナユニット 26 とガス供給板 22 とが 1 つのユニット 28 として一体化されているため、図 6 に示すように、プラズマ生成室 3 内に上述のユニット 28 を複数（図 6 では、 $2 \times 4 = 8$  個）配列することができる。

[0087] また、アンテナユニット 26 とガス供給板 22 とが 1 つのユニット 28 として一体化されているため、プラズマ生成室 3 内にユニット 28 を複数配列した場合であっても、各ユニット 28 を構成する高周波アンテナ 6 毎に電力供給量を制御することができるとともに、各ユニット 28 を構成するガス供給板 22 毎に成膜ガスの供給量を制御することが可能になる。従って、被成膜基板 4 に形成される膜の膜厚や膜質を精密に制御することが可能になる。

[0088] 以上に説明した本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

[0089] （１）本実施形態においては、プラズマ生成室 3 の内部において、成膜ガスに高周波電力を印加して誘導結合型のプラズマを生成する高周波アンテナ 6 を使用する構成としている。従って、装置サイズが大型化した場合であっても、複数の高周波アンテナ 6 を設ければ良く、また、各高周波アンテナ 6 の熱容量は小さいため、プラズマ発生時の熱に起因する変形の発生を効果的に抑制することが可能になる。従って、プラズマ生成室 3 内において、均一にプラズマを生成させることが可能になるため、被成膜基板 4 の表面に均一な膜厚を有する薄膜を形成することが可能になる。

[0090] （２）本実施形態においては、アンテナユニット 26 とガス供給板 22 とを 1 つのユニット 28 として一体化する構成としている。また、ユニット 28 をプラズマ生成容器 2 に対して着脱自在に構成している。従って、ガス導入口 15 のメンテナンスを行う際に、ガス導入口 15 が形成されたガス供給

板 2 2 を備えるユニット 2 8 についてのみメンテナンスを行うことが可能になるため、上記従来技術の平行平板電極型のプラズマ CVD 装置とは異なり、メンテナンスを行う際に、アンテナとガス供給系統を兼用する電極全体を交換する必要がなくなる。従って、メンテナンス効率を向上させることが可能になるとともに、メンテナンスを行う際のコストを低減することが可能になる。

[0091] (3) また、上記従来のアンテナとガス供給系統を兼用する電極に比し、高周波アンテナ 6 とガス供給板 2 2 とが一体化された各ユニット 2 8 の面積を小さくすることが可能になる。従って、高度な加工精度が不要になり、加工性を向上させることができる。

[0092] (4) 本実施形態においては、ガス供給板 2 2 にガス供給口 2 4 を形成する構成としている。従って、プラズマ生成容器 2 の強度を低下させることなく、多数のガス供給口 2 4 をガス供給板 2 2 に形成することが可能になる。従って、高精度、かつ高密度にガス供給口 2 4 を形成することができるため、ガス供給口 2 4 からプラズマ生成室 3 内へ成膜ガスを供給する際に、成膜ガスの供給分布の向上を図ることができる。その結果、被成膜基板 4 に形成される膜の膜厚や膜質の均一性を向上させることができる。

[0093] (5) 本実施形態においては、アンテナユニット 2 6 とガス供給板 2 2 とが 1 つのユニット 2 8 として一体化されているため、ユニット 2 8 の大きさを変更することによって大面積で均一なガス供給分布を得ることができる。

[0094] (6) 本実施形態においては、アンテナユニット 2 6 とガス供給板 2 2 とが 1 つのユニット 2 8 として一体化されているため、プラズマ生成室 3 内にユニット 2 8 を複数配列することができる。従って、被成膜基板 4 の種類やサイズに対応させて、所望のアンテナ配置を有するプラズマ生成装置 1 を構築することが可能になる。

[0095] (7) 本実施形態においては、高周波アンテナ 6 に、高周波アンテナ 6 を冷却する冷却水を導入する配管 4 8 を設ける構成としている。従って、プラズマ発生時の熱に起因する高周波アンテナ 6 の変形をより一層効果的に抑制

することが可能になる。

[0096] (8) 本実施形態においては、ガス供給板 22 に、ガス供給板 22 を冷却する冷却水を導入する配管 47 を設ける構成としている。従って、プラズマ発生時の熱に起因するガス供給板 22 の変形を効果的に抑制することが可能になる。

[0097] (第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係るプラズマ生成装置のアンテナユニットとガス供給板とが一体化されたユニットを説明するための図であり、図 2 の B 部の拡大断面図に相当（即ち、上記第 1 の実施形態の図 3 に相当）する図である。なお、上記第 1 の実施形態と同様の構成部分については同一の符号を付してその説明を省略する。また、プラズマ生成装置の全体構成、プラズマ生成装置のアンテナユニットの全体構成、及びアンテナユニットとガス供給板とが一体化されたユニットの全体構成については、上述の第 1 の実施形態において説明したものと同様であるため、ここでは詳しい説明を省略する。

[0098] 本実施形態においては、図 7 に示すように、プラズマ生成室 3 内に、プラズマ生成室 3 内へ供給される所定の成膜ガスをガス供給板 22 の内部に導入するためのガス導入管 45 が設けられている点に特徴がある。

[0099] このガス導入管 45 は、図 7 に示すように、プラズマ生成容器 2 の側壁 2b からプラズマ生成室 3 の内部に挿入されるとともに、複数のガス導入管 45 が、継ぎ手 46 により接続されて、プラズマ生成室 3 の内部において、プラズマ生成容器 2 の天井壁 2a とユニット 28 との間に配設される構成となっている。

[0100] なお、ガス導入管 45 をプラズマ生成容器 2 の天井壁 2a からプラズマ生成室 3 の内部に挿入する構成としても良い。

[0101] また、図 7 に示すように、各ガス供給板 22 に設けられたガス導入口 15 と継ぎ手 46 が接続されており、継ぎ手 46 を介して、ガス導入管 45 とガス導入口 15 とが接続される構成となっている。

- [0102] そして、そして、図7において、矢印で示すように、継ぎ手46を介して、ガス導入管45からガス供給板22に導入されたガスは、ガス供給板22に形成されたガス供給口24からプラズマ生成室3内へと供給される構成となっている。
- [0103] また、上述の第1の実施形態の場合と同様に、図7に示すように、ガス供給板22には、ガス供給板22を冷却する冷却水を導入するガス供給板用冷却配管49（以下、「配管49」という。）が設けられている。この配管49は、図7に示すように、ガス供給板22のプラズマ生成容器2の天井壁2a側22aに設けられている。
- [0104] そして、この場合、図7に示すように、配管49の一部49aが、プラズマ生成容器2の側壁2bから外方に向けて突出して設けられており、冷却水は、配管49の一部49aに対して、図中の矢印Xの方向から配管49に供給されてガス供給板22の表面に導入され、図中の矢印Yの方向からガス供給板22の外部へと排出される。
- [0105] なお、高周波アンテナ6の冷却構造は、上述の第1の実施形態の場合と同様である。
- [0106] 以上に説明した本実施形態によれば、上述の（1）～（8）の効果に加えて、以下の効果を得ることができる。
- [0107] （9）本実施形態においては、ガス導入管45を設ける構成としている。従って、上記第1の実施形態とは異なり、プラズマ生成容器2の天井壁2aに対してガス導入口15を挿通する必要がなくなるため、ガス導入口15とプラズマ生成容器2の天井壁2aとの気密性を確保する必要がなくなる。従って、上記第1の実施形態に比し、プラズマ生成容器2内の真空度を効果的に保つことが可能になる。
- [0108] なお、上記実施形態は以下のように変更しても良い。
- [0109] 上記第1及び第2の実施形態においては、平面が略円形状であるガス供給口24を設ける構成としたが、図8に示すように、平面が多角形状（図8においては六角形状）である略多角柱形状（図8においては、略六角柱形状）

を有するガス供給口 2 4 を複数設け、複数のガス供給口 2 4 をハニカム配列とする構成としても良い。このような構成により、ガス供給口 2 4 を隙間なく連続的に設けることが可能になるため、ガス供給分布をより一層向上させることができ、結果として、被成膜基板 4 に形成される膜の膜厚や膜質の均一性をより一層向上させることができる。

[0110] また、図 9～図 11 に示す断面形状を有するガス供給口 2 4 を設ける構成としても良い。即ち、図 9 に示すように、異なる内径  $R_1$ 、 $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ) を有するガス供給口 2 4 を設けていても良い。また、図 10 に示すように、断面テーパ形状を有するガス供給口 2 4 を設ける構成としても良い。更に、図 11 に示すように、略円柱形状を有する孔とテーパ形状を有する孔とを組み合わせたガス供給口 2 4 を設ける構成としても良い。なお、図 9～図 11 に示すガス供給板 2 2 を配置する際に、プラズマ生成容器 2 の天井壁 2 a 側とプラズマ生成室 3 側 2 2 b とを入れ替えて配置することもできる。

### 産業上の利用可能性

[0111] 本発明の活用例としては、例えば、液晶表示装置を構成する薄膜トランジスタ (TFT) を形成するためのプラズマ生成装置が挙げられる。

### 符号の説明

- [0112]
- |         |             |
|---------|-------------|
| 1       | プラズマ生成装置    |
| 2       | プラズマ生成容器    |
| 3       | プラズマ生成室     |
| 4       | 被成膜基板       |
| 5       | ステージ        |
| 6       | 高周波アンテナ     |
| 6 a、6 b | 高周波アンテナの端子部 |
| 1 5     | ガス導入口       |
| 2 2     | ガス供給板       |
| 2 4     | ガス供給口       |
| 2 5     | 土台部         |

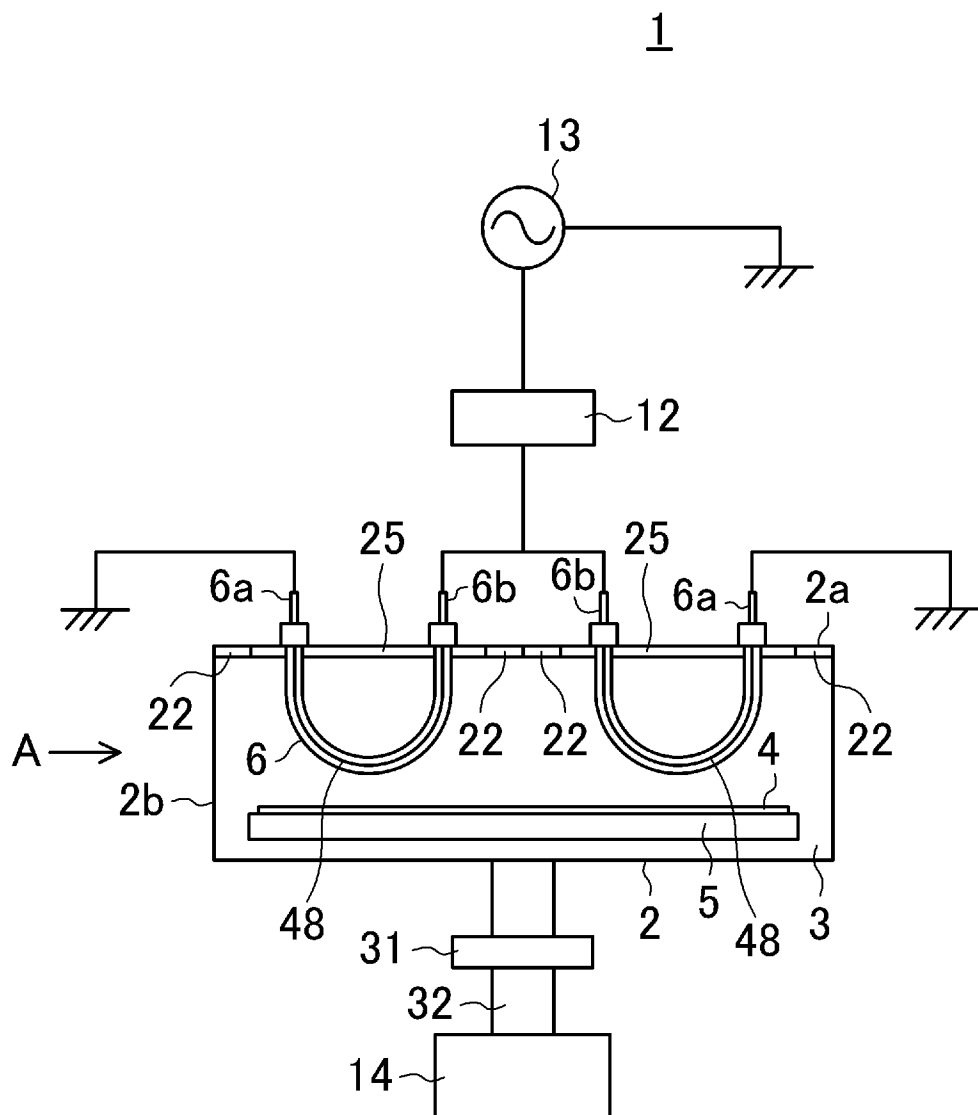
- 2 6 アンテナユニット
- 2 8 ユニット
- 4 5 ガス導入管
- 4 7 ガス供給板用冷却配管
- 4 8 高周波アンテナ用冷却配管
- 4 9 ガス供給板用冷却配管

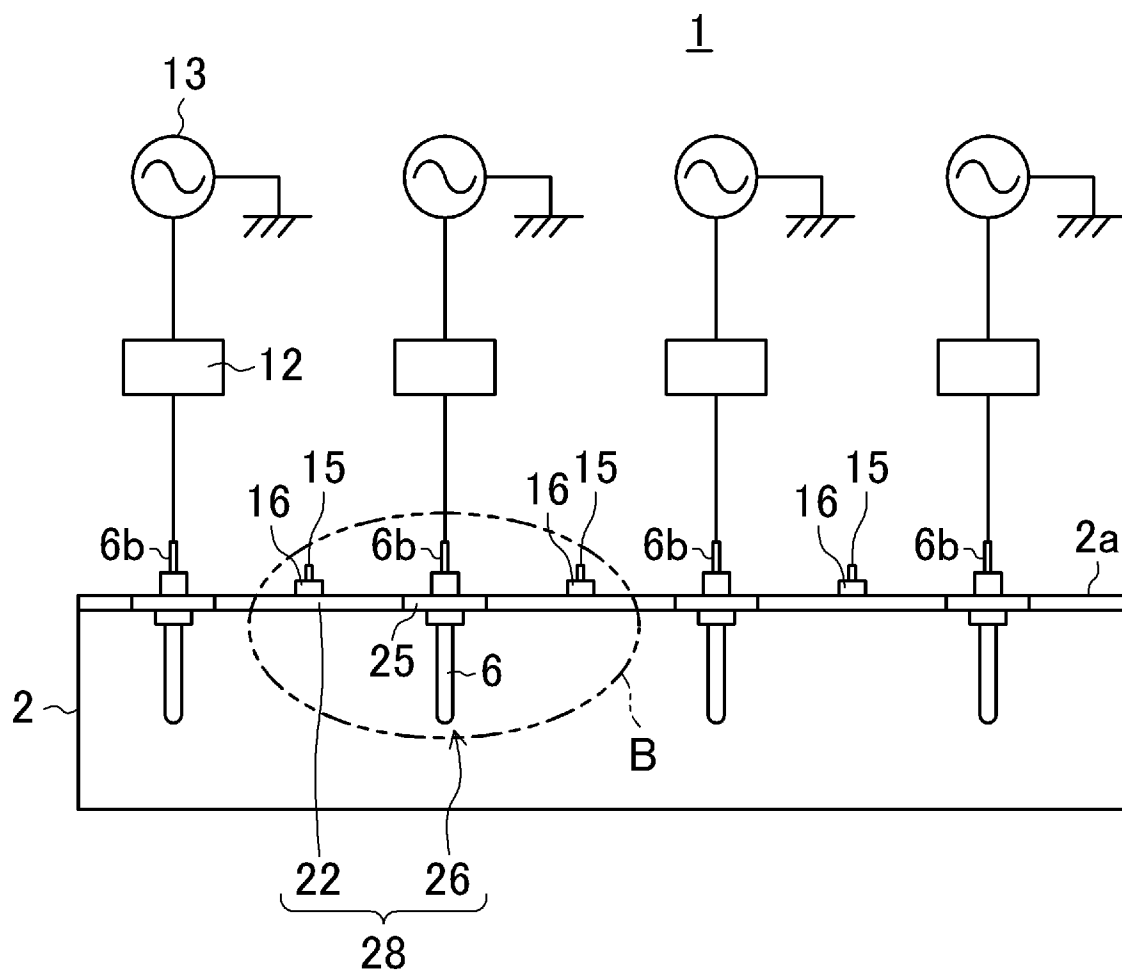
## 請求の範囲

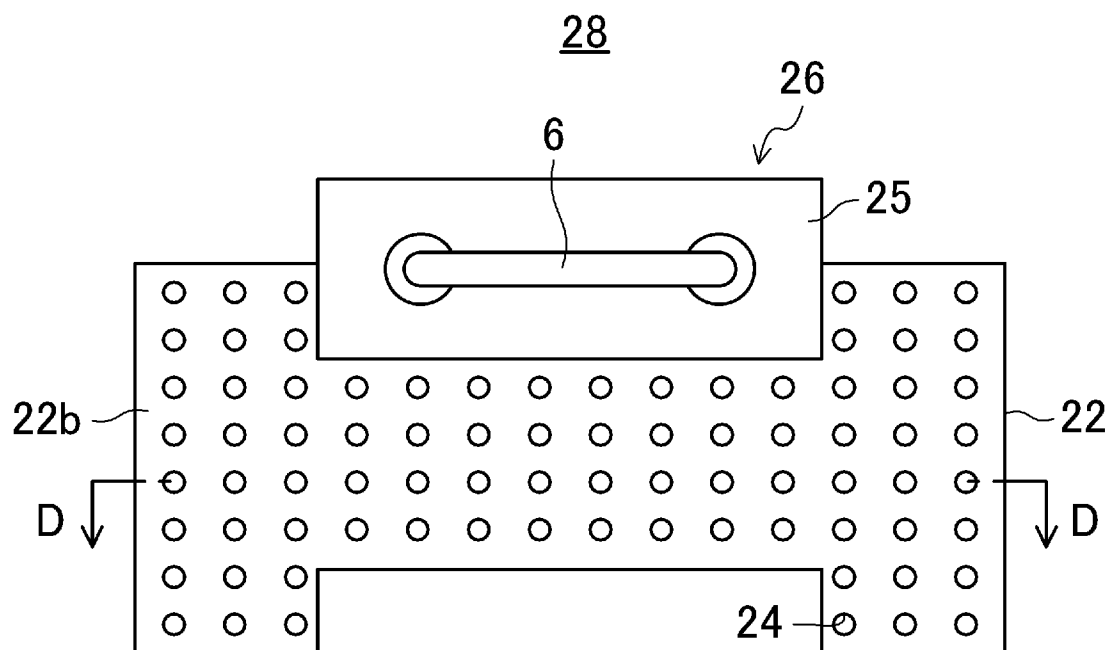
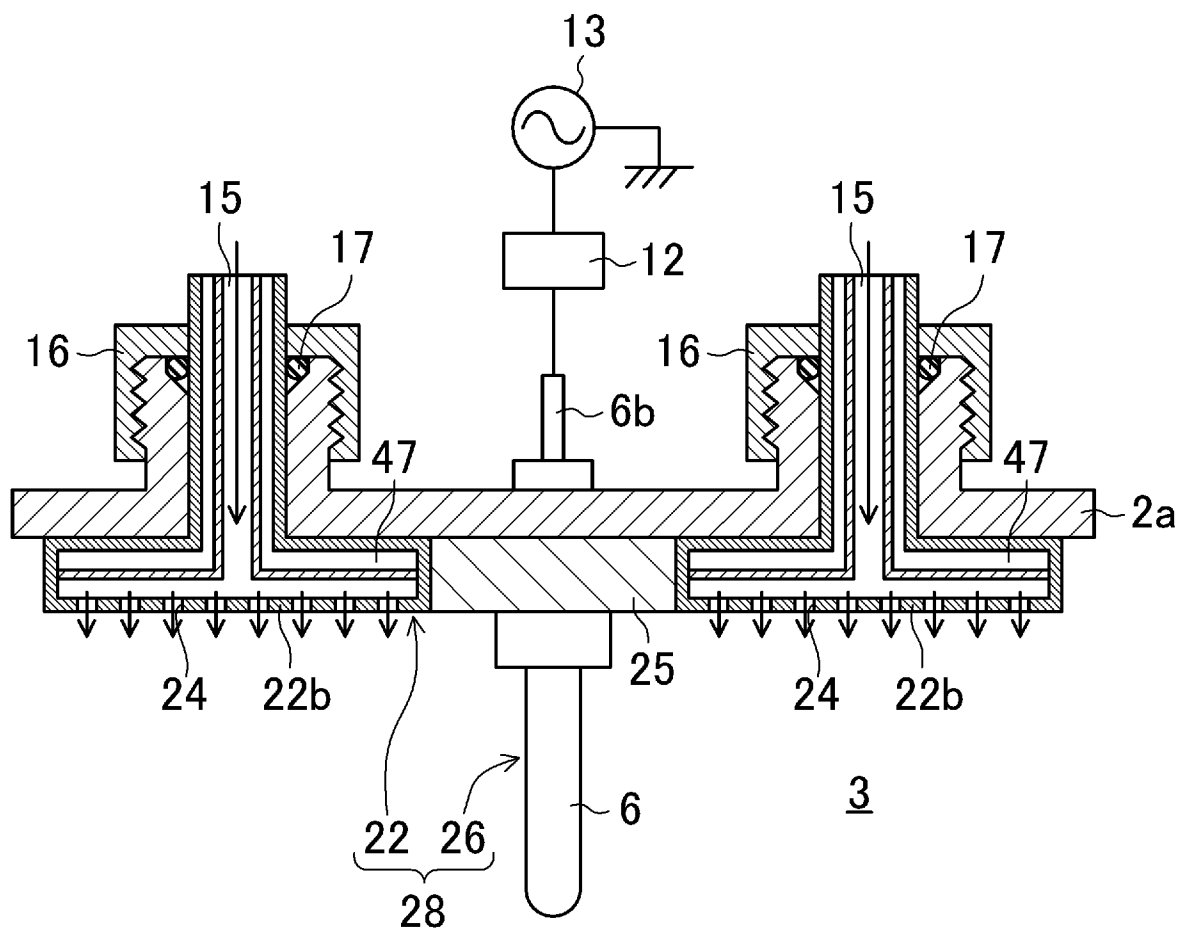
- [請求項1]            プラズマ生成室が内部に形成されたプラズマ生成容器と、  
                      前記プラズマ生成室の内部に設けられ、被成膜基板を保持するためのホルダーと、  
                      前記プラズマ生成室の内部に設けられ、成膜ガスを導入するガス導入口と導入された前記成膜ガスをプラズマ生成室内へ供給するガス供給口とが形成されたガス供給板と、  
                      前記プラズマ生成室の内部に設けられ、前記成膜ガスに高周波電力を印加して誘導結合型のプラズマを生成する高周波アンテナと  
                      を備え、  
                      前記高周波アンテナと前記ガス供給板とがユニットとして一体化されており、前記ユニットが、前記プラズマ生成容器に対して着脱自在に構成されていることを特徴とするプラズマ生成装置。
- [請求項2]            前記ユニットが複数配列されていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項3]            前記高周波アンテナには、該高周波アンテナを冷却する冷却水を導入する高周波アンテナ用冷却配管が設けられていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項4]            前記ガス供給板には、該ガス供給板を冷却する冷却水を導入するガス供給板用冷却配管が設けられていることを特徴とする請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項5]            前記ガス供給板に接続され、前記成膜ガスを前記ガス供給板に導入するガス導入管を更に備えることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1項に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項6]            複数の前記ガス供給口が、ハニカム配列を構成するように配置されていることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれか1項に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項7]            前記成膜ガスが、シラン系ガスであることを特徴とする請求項1～

請求項 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマ生成装置。

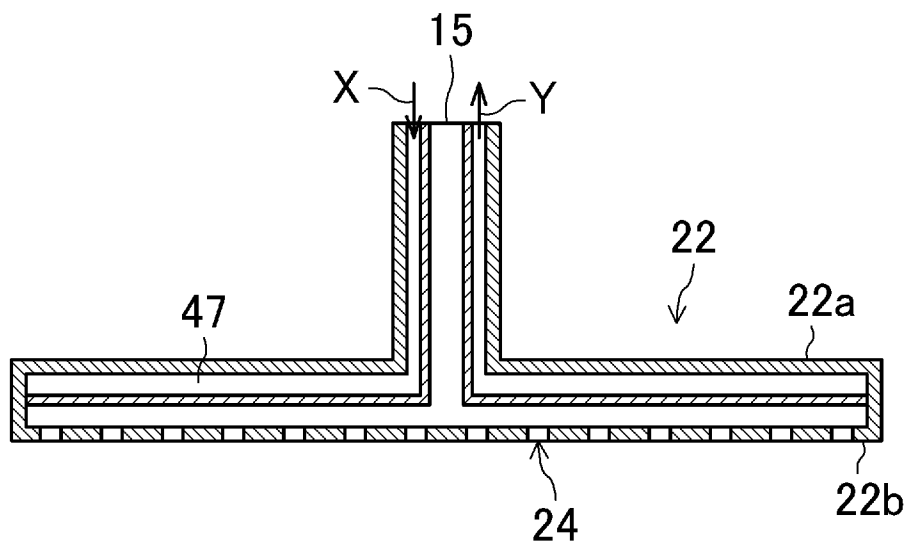
[図1]







[図5]



[図6]

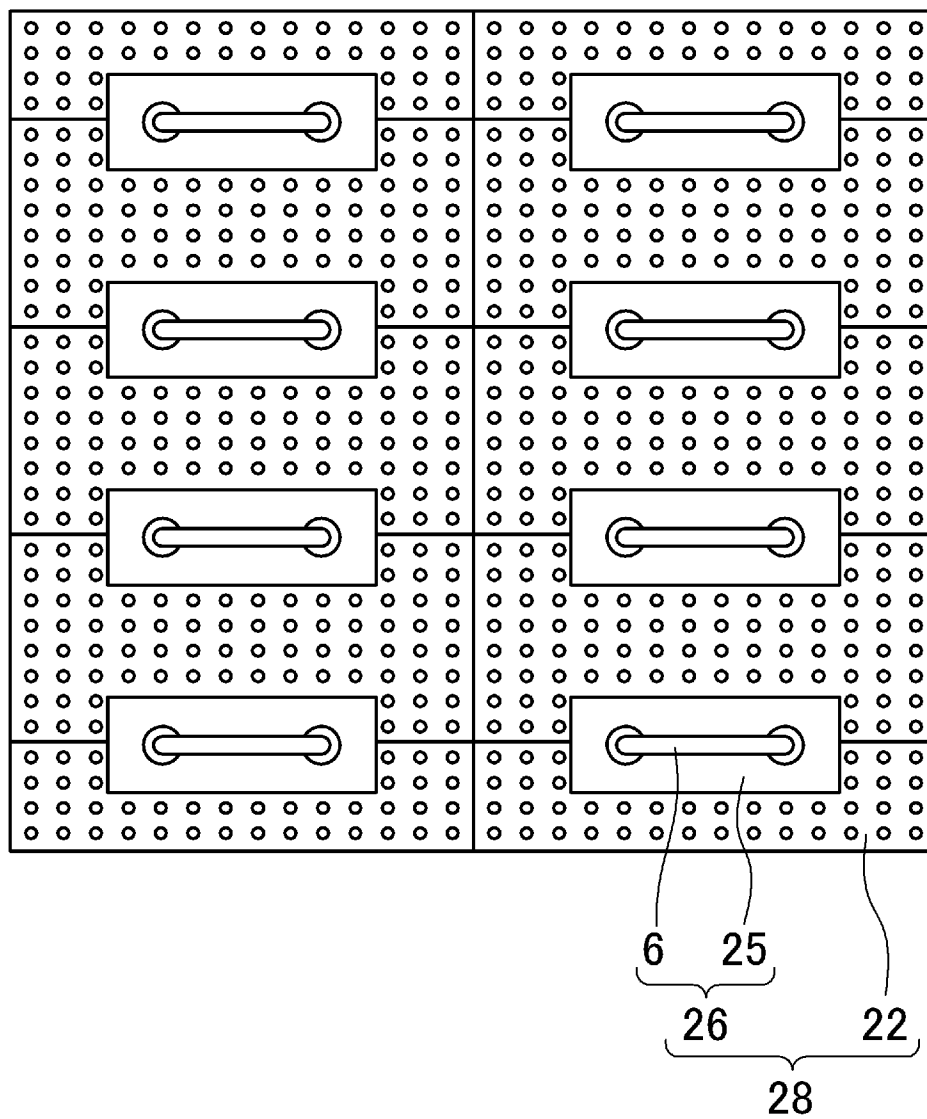
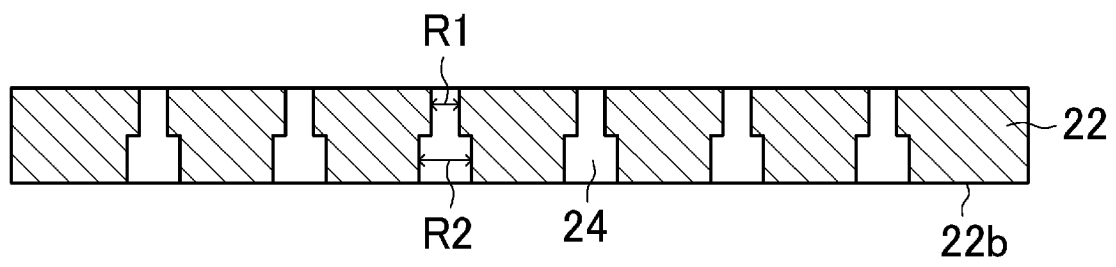
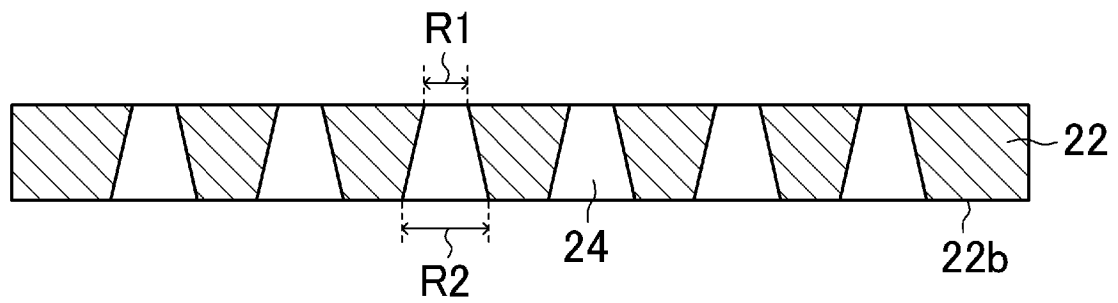


Diagram illustrating a plan view of a hexagonal lattice structure 22. The structure consists of a central horizontal strip 24 and two side regions 22b. The lattice is composed of interconnected hexagonal cells.

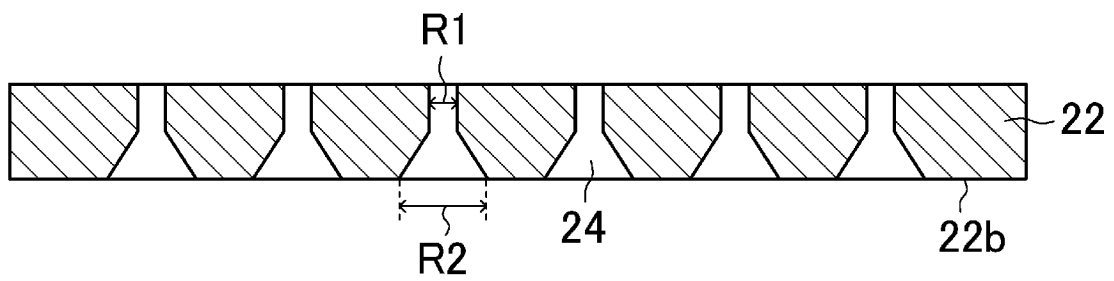
[図9]



[図10]



[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/007213

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01)i, C23C16/455(2006.01)i, C23C16/509(2006.01)i,  
H05H1/46(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/205, C23C16/455, C23C16/509, H05H1/46

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2002-252215 A (FOI Corp.),<br>06 September 2002 (06.09.2002),<br>paragraphs [0021] to [0056]; fig. 1, 2, 6<br>(Family: none)                                                | 1-7                   |
| A         | JP 2007-220594 A (Nissin Electric Co., Ltd.),<br>30 August 2007 (30.08.2007),<br>paragraphs [0034] to [0064]; fig. 1, 2<br>& US 2007/0193513 A1 & US 2010/0189921 A            | 1-7                   |
| A         | JP 2001-028299 A (Tokyo Electron Ltd.),<br>30 January 2001 (30.01.2001),<br>paragraphs [0042] to [0106]; fig. 1, 2<br>& JP 2003-179037 A & JP 2004-356651 A<br>& US 6331754 B1 | 1-7                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 January, 2011 (21.01.11)

Date of mailing of the international search report  
01 February, 2011 (01.02.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/007213

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 11-510302 A (Chan, Chung),<br>07 September 1999 (07.09.1999),<br>page 7, line 15 to page 11, line 28; fig. 1<br>& US 5653811 A & US 6338313 B1<br>& US 2002/0029850 A1 & EP 842307 A<br>& WO 1997/004478 A2 & DE 69625068 D | 1-7                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/205 (2006.01) i, C23C16/455 (2006.01) i, C23C16/509 (2006.01) i, H05H1/46 (2006.01) i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/205, C23C16/455, C23C16/509, H05H1/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 1 年 |

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

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                             | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2002-252215 A（株式会社エフオーアイ）2002.09.06, 段落【0021】<br>－【0056】, 図1, 2, 6（ファミリーなし）                                                | 1-7            |
| A               | JP 2007-220594 A（日新電機株式会社）2007.08.30, 段落【0034】<br>－【0064】, 図1, 2 & US 2007/0193513 A1 & US 2010/0189921 A                     | 1-7            |
| A               | JP 2001-028299 A（東京エレクトロン株式会社）2001.01.30, 段落<br>【0042】－【0106】, 図1, 2 & JP 2003-179037 A & JP 2004-356651 A<br>& US 6331754 B1 | 1-7            |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 2 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

宮本 靖史

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R

3 7 6 0

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                  |                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 11-510302 A (チャン, チュン) 1999.09.07, 第7頁第15行-第11頁第28行, 図1 & US 5653811 A & US 6338313 B1 & US 2002/0029850 A1 & EP 842307 A & WO 1997/004478 A2 & DE 69625068 D | 1-7            |