(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
2010 年 5 月 14 日(14.05.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/053094 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) *C23C 16/44* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/068834

(22) 国際出願日: 2009 年 11 月 4 日(04.11.2009)

(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 2008-284349 2008 年 11 月 5 日(05.11.2008) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 昭和電工株式会社(**SHOWA DENKO K.K.**) [JP/JP]; 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目１３番９号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 桜井　哲朗 (**SAKURAI, Tetsuo**) [JP/JP]; 〒2900067 千葉県市原市八幡海岸通５－１　昭和電工株式会社内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 古部　次郎, 外(**FURUBE, Jiro** et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂５-４-１１　山口建設第二ビル４階　セリオ国際特許事務所 Tokyo (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, 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, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

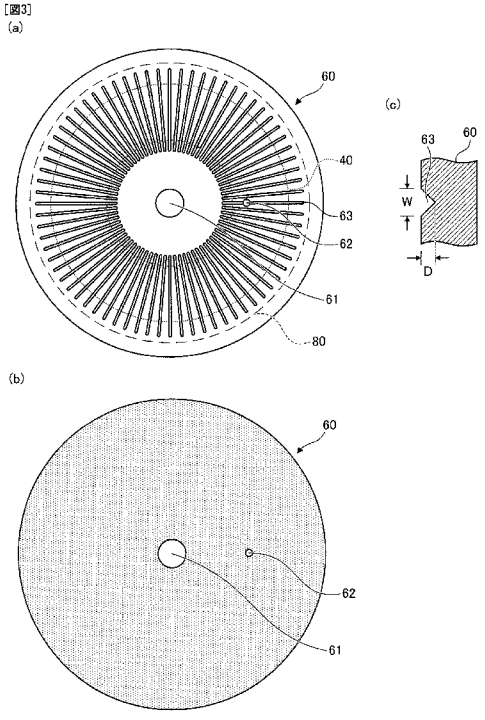
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, 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)）

(54) **Title**: COMPOUND SEMICONDUCTOR MANUFACTURING DEVICE, COMPOUND SEMICONDUCTOR MANUFACTURING METHOD, AND JIG FOR MANUFACTURING COMPOUND SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称 : 化合物半導体製造装置、化合物半導体の製造方法、および化合物半導体製造用治具

[図3]



(57) **Abstract**: When a compound semiconductor layer is formed on a compound semiconductor substrate (40) by sequentially layering group-III nitride semiconductor crystalline layers on the compound semiconductor substrate (40) by means of an organometallic vapor deposition method, the compound semiconductor substrate (40) is installed within a reaction chamber with the crystal growth face thereof facing up, a protection member (60), whereon multiple grooves (63) are formed in a radiating manner on the side facing the crystal growth face, is installed above the compound semiconductor substrate (40), and a starting material gas is supplied to the interior of the reaction chamber through a first through-hole (61) provided in the center of the protection member (60). Thus, in the manufacture of a compound semiconductor using an organometallic vapor deposition method, a decrease in yield caused by reaction byproducts which have peeled off and which adhere to the substrate or to the epitaxial film on the substrate is suppressed.

(57) 要約:　化合物半導体基板４０上に、有機金属気相成長法によってＩＩＩ族窒化物半導体の結晶層を化合物半導体基板４０上に順次積層してなる化合物半導体層を形成する際に、反応容器内に、その結晶成長面が上を向くように化合物半導体基板４０を取り付け、化合物半導体基板４０の上方に結晶成長面と対向する側に放射状の複数の溝６３が形成された保護部材６０を取り付け、保護部材６０の中央部に設けられた第１の貫通孔６１を介して、反応容器の内部に原料ガスの供給を行う。それにより、有機金属気相成長法を用いた化合物半導体の製造において、剥がれた反応生成物が基板または基板上のエピ成長膜上に付着することに起因する歩留まりの低下を抑制する。

WO 2010/053094 A1

明　細　書

発明の名称 ：

化合物半導体製造装置、化合物半導体の製造方法、および化合物半導体製造用治具

技術分野

[0001] 本発明は、有機金属気相成長法を用いて化合物半導体を製造する化合物半導体製造装置、化合物半導体の製造方法、および化合物半導体製造装置で用いられる化合物半導体製造用治具に関する。

背景技術

[0002] 近年、化合物半導体を用いたＬＥＤ（Light Emitting Diode）、ＦＥＴ（Field Effect Transistor）、ＨＥＭＴ（High Electron Mobility Transistor）等の各種半導体素子が、広く用いられるようになってきている。

[0003] このような化合物半導体結晶を成長させる方法の一つとして、有機金属気相成長法（Metal Organic Chemical Vapor Deposition：以下、ＭＯＣＶＤ法と呼ぶ）が知られている

。ＭＯＣＶＤ法では、例えばＩＩＩ族有機金属原料ガスおよびＶ族原料ガスを、高純度水素キャリアガスとの混合ガスとして反応室内に供給し、反応室内で加熱された基板の付近で原料を熱分解し、基板上に化合物半導体結晶をエピタキシャル成長させることで、化合物半導体ウェハを得ている。

[0004] 公報記載の従来技術として、ＭＯＣＶＤ法を用いたＭＯＣＶＤ装置において、原料ガスが供給されるエピタキシャル成長炉の内部に、化合物半導体結晶の成長対象となる複数の成長ウェハを、それぞれ結晶の成長面が上方となるように配置するものが存在する（特許文献１参照）。

[0005] また、他の公報記載の従来技術として、ＭＯＣＶＤ法を用いたＭＯＣＶＤ装置において、原料ガスが供給される反応室の内部に、化合物半導体結晶の成長面が上方を向くように複数の基板を保持しつつ回転する基板ホルダと、基板ホルダの上方に基板ホルダと対向するように設けられたカバープレート

とを設け、カバープレートの中心部から基板ホルダに保持される各基板に向けて原料ガスを供給するものが存在する（特許文献２参照）。

[0006] 特許文献1：特開２００２－２３４７９３号公報

特許文献2：特表２００３－５１８１９９号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、上述したＭＯＣＶＤ法においては、原料ガスの反応によって反応室内で生成された反応生成物（例えば化合物半導体）が、反応室の内壁等に付着、堆積する。

このようにして付着、堆積した反応生成物は、基板に対しＭＯＣＶＤ法による化合物半導体の製膜を行った後、清掃を行うことによって除去される。

[0008] しかしながら、反応室の内壁に付着、堆積した反応生成物の一部が、化合物半導体の製膜動作中に反応室の内壁等から剥がれることがある。このようにして剥がれた反応生成物の塊が基板上の成長面に落下すると、基板上に形成される化合物半導体層に、反応生成物の塊が含まれることになってしまう。

[0009] その結果、反応生成物の塊が付着した部位については、最終的な製品すなわち半導体素子とすることができなくなってしまうため、化合物半導体層を形成した基板を用いた半導体素子の製造における歩留まりの低下を招いていた。

また、基板上に付着した反応生成物の数あるいは量が著しく多いと、化合物半導体層を形成した基板自体を破棄せざるを得なくなってしまうため、化合物半導体層を形成した基板の製造における歩留まりの低下を招いていた。

[0010] 本発明は、有機金属気相成長法を用いた化合物半導体の製造において、剥がれた反応生成物が基板または基板上のエピ成長膜上に付着することに起因する歩留まりの低下を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] かかる目的のもと、本発明は、有機金属気相成長法を用いて化合物半導体

の層を形成する化合物半導体製造装置であって、反応容器と、外部から反応容器内に化合物半導体の原料ガスを供給する原料供給口と、反応容器内に配置され、被形成体の被形成面が上方を向くように被形成体を支持する支持体と、支持体に支持された被形成体の上方に配置され、被形成面と対向する対向面に凹凸が形成される対向部材とを有することを特徴としている。

[0012] このような化合物半導体製造装置において、対向部材の対向面には、連続性を有する凹部からなる溝が形成されることを特徴とすることができる。また、原料供給口が対向部材に設けられた貫通孔にて構成され、対向部材の対向面には、貫通孔を中心として内側から外側に向かう溝が形成されることを特徴とすることができる。さらに、溝が、貫通孔を中心として放射状に複数形成されることを特徴とすることができる。

[0013] また、他の観点から捉えると、本発明は、有機金属気相成長法を用いて化合物半導体の層を被形成体の被形成面に形成する化合物半導体の製造方法であって、被形成面が上方を向くように反応容器内に被形成体を取り付け、被形成体の上方に被形成面と対向する対向面に凹凸が形成された対向部材を配置し、反応容器内に化合物半導体の原料ガスを供給することを特徴としている。

[0014] このような化合物半導体の製造方法において、対向面には、連続性を有する溝が形成されることを特徴とすることができる。また、対向部材に設けられた貫通孔を介して反応容器内に原料ガスを供給し、対向面には、貫通孔を中心として内側から外側に向かう溝が形成されることを特徴とすることができる。さらに、対向面には、貫通孔を中心として放射状に複数の溝が形成されることを特徴とすることができる。

[0015] さらに、他の観点から捉えると、本発明は、有機金属気相成長法を用いて化合物半導体層を形成する化合物半導体製造装置で用いられる化合物半導体製造用治具であって、凹凸を有し被形成面が上方を向くように配置される被形成体の上方に対向する対向面と、対向面と対向面の裏面とを貫通するように形成され、被形成体の上方から被形成体に化合物半導体の原料ガスを供給

する原料供給口とを有することを特徴としている。

[0016] このような化合物半導体製造用治具において、対向面には、連続性を有する溝が形成されることを特徴とすることができる。また、対向面には、原料供給口を中心として内側から外側に向かう溝が形成されることを特徴とすることができる。さらに、溝が、原料供給口を中心として放射状に複数形成されていることを特徴とすることができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、有機金属気相成長法を用いた化合物半導体の製造において、剥がれた反応生成物が基板または基板上のエピ成長膜上に付着することに起因する歩留まりの低下を抑制することができる。

発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図１は本実施の形態が適用される化合物半導体製造装置の一例としてのＭＯＣＶＤ（Metal Organic Chemical Vapor Deposition）装置１の断面構成を示す図である。また、図２は、図１に示すＭＯＣＶＤ装置１のＩＩ－ＩＩ断面図である。

このＭＯＣＶＤ装置１は、化合物半導体の結晶をエピタキシャル成長させるための基板１１０（後述する図４参照）やさらにその上に予め任意の組成の化合物半導体層を少なくとも１層形成してなる化合物半導体基板（一例として化合物半導体基板４０も挙げられ、本明細書ではこれらを被形成体ともいう）を任意に選ぶことができ、例えば化合物半導体基板４０を用いる場合には、その結晶成長面が上方を向くように配置し、且つ、エピタキシャル成長を行わせる結晶の原料となる原料ガスを、化合物半導体基板４０の上方から供給する所謂縦型の構成を有している。

[0019] ＭＯＣＶＤ装置１は、内部に反応室が形成される反応容器１０と、反応容器１０の反応室内に配置される支持体２０とを備えている。

これらのうち、反応容器１０は、円筒状の形状を有し上方に向かう開口が

形成されるとともにその内部に支持体２０を収容する収容部１１と、円板状の形状を有しこの収容部１１の上部に取り付けられる蓋部１２とを備える。

[0020] ここで、収容部１１および蓋部１２は、ステンレス等の金属にて構成されている。また、蓋部１２は、収容部１１に対して開閉自在に取り付けられており、収容部１１に対して閉じられた場合には、収容部１１とともに反応室を形成する。なお収容部１１と蓋部１２とが対向する部位には、図示しないＯリング等のシール材が取り付けられている。

[0021] また、蓋部１２の中央部には、外部に設けられたガス供給機構（図示せず）から反応室内部に原料ガスを供給するための貫通孔が形成されている。そして、この貫通孔には供給管１３が接続されている。さらに、蓋部１２の中央部から偏倚した位置には、外部から反応室内部を観察するための貫通孔も形成されている。

一方、収容部１１の底面には、反応室内に供給された原料ガスを反応室の外部に排出するための複数の排気管が貫通形成されている。さらに、収容部１１の底面中央部には、後述する軸２１を通すための貫通孔も形成されている。

[0022] ここで、ＭＯＣＶＤ装置１で使用する原料ガスについて説明する。

本実施の形態では、ＭＯＣＶＤ装置１を用いて基板１１０上に予め任意の組成の化合物半導体層を形成した化合物半導体基板４０上に、さらにＩＩＩ族窒化物半導体層を形成する。このため、原料として、ＩＩＩ族の元素を含む有機金属と窒素を含むアンモニアNH_3とを使用する。ただし、有機金属は主として液体原料であるため、液体状の有機金属に窒素N_2および水素H_2にてバブリングを行い、得られた窒素N_2および水素H_2および有機金属を混合させてなる有機金属ガスＭＯを原料ガスとして供給する。本実施の形態では、供給管１３より有機金属ガスＭＯおよびアンモニアNH_3の供給を行う。

[0023] なお、有機金属としては、例えばＩＩＩ族のＧａを含むトリメチルガリウム（ＴＭＧ）またはトリエチルガリウム（ＴＥＧ）、例えばＩＩＩ族のＡＩを含むトリメチルアルミニウム（ＴＭＡ）またはトリエチルアルミニウム（

ＴＥＡ）、例えばＩＩＩ族のＩｎを含むトリメチルインジウム（ＴＭＩ）またはトリエチルインジウム（ＴＥＩ）が挙げられる。

また、ｎ型のドーパントとしては、モノシラン（SiH_4）やジシラン（Si_2H_6）Ｓｉ原料、あるいは、ゲルマンガス（GeH_4）やテトラメチルゲルマニウム（$(CH_3)_4Ge$）やテトラエチルゲルマニウム（$(C_2H_5)_4Ge$）をＧｅ原料として用いてもよい。一方、ｐ型のドーパントとしては、例えばビスシクロペンタジエニルマグネシウム（Cp_2Mg）またはビスエチルシクロペンタジエニルマグネシウム（$EtCp_2Mg$）をＭｇ原料として用いてもよい。さらに、アンモニアに代えて、ヒドラジン（N_2H_4）を用いることもできる。なお、上述した有機金属ＭＯ以外にも、他のＩＩＩ属元素を含有させた構成とすることができ、必要に応じてＧｅ、Ｓｉ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｚｎ、Ｂｅ等のドーパントを含有させることができる。さらに、意図的に添加した元素に限らず、成膜条件等に依存して必然的に含まれる不純物、並びに原料、反応管材質に含まれる微量不純物を含む場合もある。

[0024] また、支持体２０は円板状の形状を有しており、一方の面すなわち表面が上方を向き、且つ、他方の面すなわち裏面が下方を向くように、収容部１１内に配置されている。そして、支持体２０は、カーボン（Ｃ）で形成された基材の外側に、ＳｉＣによるコーティングを施したもので構成されている。ここで、支持体２０の表面側には、それぞれ円形状を有する６個の凹部が、円周方向に等間隔に形成されている。一方、支持体２０の裏面側には、その中央部から下方に向かう金属製の軸２１が取り付けられており、この軸２１は、収容部１１の底面中央部に設けられた貫通孔を介して反応容器１０の外部に突出している。そして、支持体２０は、反応容器１０の外部から軸２１に駆動力を与えることにより、図２に示す矢印Ａ方向に回転するようになっている。

なお、支持体２０の内部には、支持体２０に設けられた６個の凹部の底面に向けて窒素N_2を供給するための貫通孔（図示せず）が形成されている。なお、支持体２０に設けられた６個の凹部の底面に対する窒素N_2の供給手法に

ついては、適宜設定変更して差し支えない。

[0025] また、支持体２０の表面に設けられた６個の凹部には、それぞれ円形状を有する基板保持体３０が取り付けられている。これら基板保持体３０は、それぞれ、上方を向く面に円形状の凹部が形成されており、各凹部には化合物半導体基板４０が取り付けられている。そして、基板保持体３０も、カーボンで形成された基材の外側に、ＳｉＣによるコーティングを施したもので構成されている。なお、支持体２０に設けられた凹部と基板保持体３０との間には隙間が形成されており、これら６個の基板保持体３０は、支持体２０に対して着脱自在となっている。

[0026] ここで、被形成体の一例としての化合物半導体基板４０は、その結晶成長面すなわち結晶の被形成面が外側に露出するように基板保持体３０の凹部に保持されている。なお、化合物半導体基板４０は、基板保持体３０に対して着脱自在となっている。

そして、各基板保持体３０は、それぞれが化合物半導体基板４０を保持した状態で、上述した図示しない貫通孔を介して供給される窒素N_2の流れにより、図２に示す矢印Ｂ方向に回転するようになっている。

[0027] また、このＭＯＣＶＤ装置１の支持体２０の裏面側と収容部１１の底面との間には、支持体２０および基板保持体３０を介して化合物半導体基板４０を加熱する加熱部５０が設けられている。この加熱部５０は、軸２１を貫通させる穴が形成されたリング状の形状を備えており、その内部にはコイルが収容されている。なお、加熱部５０は、コイルに電流が供給されることにより、支持体２０を構成するカーボンを電磁誘導加熱する。

[0028] さらに、このＭＯＣＶＤ装置１の蓋部１２の下方且つ支持体２０の上方には、反応室内に供給される原料ガスの反応によって生成される生成物が、蓋部１２の内壁に付着、堆積するのを防止することによって蓋部１２を保護する保護部材６０が設けられている。ここで、対向部材の一例としての保護部材６０は円形状を有しており、蓋部１２と同様、中央部に外部から反応室の内部に原料ガスを供給する原料供給口の一例としての貫通孔が形成されてい

る。また、保護部材６０には、蓋部１２と同様、外部から反応室内部を観察するための貫通孔も形成されている。

[0029] そして、保護部材６０は、図示しない取付部材によって蓋部１２に取り付けられている。なお、取付部材は、蓋部１２に対して着脱自在となっており、これに伴い、保護部材６０も、蓋部１２に対して取り付けおよび取り外しが可能となっている。また、保護部材６０は、取付部材によって蓋部１２に取り付けられることにより固定されるようになっている。

[0030] なお、図２に破線で示すように、保護部材６０は、上方からみた場合に支持体２０の全面を覆うように配置されている。したがって、各基板保持体３０を介して支持体２０に保持される６枚の化合物半導体基板４０は、保護部材６０の下方に位置する。

[0031] また、このＭＯＣＶＤ装置１の支持体２０と保護部材６０との間には、反応室内に供給され、結晶のエピタキシャル成長に使用された原料ガス等を、収容部１１の底面に設けられた排出管側へと導く排気部材８０が取り付けられている。この排気部材８０は、リング状の形状を有している。また、排気部材８０の内壁は、支持体２０に設けられた６つの凹部よりも外側に位置している。そして、排気部材８０の内壁には、使用後の原料ガス等を外部に排出するための複数の貫通孔（図示せず）が形成されている。なお、排気部材８０は、支持体２０の外周部の縁端側との対向部において、支持体２０の回転を妨げないように構成されている。また、図２においては、排気部材８０の記載を省略している。

[0032] そして、このＭＯＣＶＤ装置１の蓋部１２に設けられた貫通孔の上部には、監視装置９０が取り付けられている。この監視装置９０は、蓋部１２および保護部材６０にそれぞれ設けられた貫通孔を介して、反応室の内部の状態、より具体的には、基板保持体３０を介して支持体２０に保持された化合物半導体基板４０上にエピタキシャル成長する結晶の状態、および、化合物半導体基板４０の反りの状態等を監視する。なお、これらの貫通孔を介して監視装置９０に原料ガス等が流入するのを防止するため、監視装置９０から反

応室に向けて、例えば窒素N_2等のパージガスが供給されている。

[0033] 図３は、上述したＭＯＣＶＤ装置１で使用される保護部材６０の構成を説明するための図である。ここで、図３（ａ）は図１に示す保護部材６０を支持体２０側すなわち下方側からみた図であり、図３（ｂ）は保護部材６０を蓋部１２側すなわち上方からみた図であり、図３（ｃ）は保護部材６０の断面を示す図である。なお、以下の説明においては、図３（ａ）に示す面を保護部材６０の表面と呼び、図３（ｂ）に示す面を保護部材６０の裏面と呼ぶ。

[0034] 保護部材６０は、石英ガラスによって構成されており、その中央部には原料ガスを供給するための第１の貫通孔６１が形成され、図中右側の一部位には監視装置９０による監視を行うための第２の貫通孔６２が形成されている。

[0035] また、保護部材６０の表面側すなわちＭＯＣＶＤ装置１における化合物半導体基板４０との対向面には、３６０本の溝６３が放射状に形成されている。保護部材６０の表面側において、３６０本の溝６３は、１度おきに等間隔に形成されており、それぞれがＶ字状の断面形状を有している。ここで、各溝６３の幅Wは、例えば０．４ｍｍ以上２．０ｍｍ以下の範囲がよく、また、円周方向に対し幅Wを途中で任意に変化させた構造であってもよい。また、各溝６３の深さＤは、例えば０．２ｍｍ以上０．８ｍｍ以下とすることが好ましい。すなわち、本実施の形態で用いる保護部材６０の表面には、複数の溝６３により凹凸が形成されている。

[0036] さらに、各溝６３の第１の貫通孔６１側すなわち中央部側の始点は、円形状を有する保護部材６０の中心から半径１００ｍｍの位置となっており、各溝６３の外周部縁端側の終点は、保護部材６０の中心から半径２２０ｍｍの位置となっている。図３（ａ）には、支持体２０（図２参照）の回転による化合物半導体基板４０の移動軌跡（内側端部および外側端部）をそれぞれ破線で示している。ここで各溝６３の始点の位置は、対向する支持体２０に保持された６枚の化合物半導体基板４０の内側端部の移動軌跡よりも中心部側

となっており、各溝６３の終点の位置は、対向する支持体２０に保持された６枚の化合物半導体基板４０の外側端部の移動軌跡よりも外側となっている。つまり、支持体２０に保持されて回転する６枚の化合物半導体基板４０の上方には、常に、保護部材６０の表面に設けられた溝６３が対向することになる。

[0037] また、各溝６３の終点の位置は、図３（ａ）に点線で示す排気部材８０の内側端部の位置よりも中心部側となっている。したがって、排気部材８０の外周部縁端側には、保護部材６０の表面の外周部縁端側に存在する平坦な部位が対向することとなり、溝６３を介して保護部材６０と排気部材８０との対向部から原料ガスが漏れるのを抑制している。

[0038] 図４は、上述したＭＯＣＶＤ装置１を用いて製造される積層半導体ウェハＳＷの一例の断面図を示している。なお、積層半導体ウェハＳＷを構成する化合物半導体としては、特に限定されるものではなく、例えば、ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体、ＩＩ－ＶＩ族化合物半導体、ＩＶ－ＩＶ族化合物半導体等が挙げられる。本実施の形態では、ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体が好ましく、中でも、ＩＩＩ族窒化物化合物半導体が好ましい。そして、以下では、ＩＩＩ族窒化物化合物半導体を有する積層半導体ウェハＳＷを例に挙げて説明する。なお、図４に示す積層半導体ウェハＳＷは、例えば青色光を出力する青色発光チップさらには青色発光チップを用いた発光装置を製造するための出発材料となる。

[0039] この積層半導体ウェハＳＷは、基板１１０と、基板１１０上に形成された中間層１２０と、中間層１２０の上に順次積層される下地層１３０とｎ型半導体層１４０と発光層１５０とｐ型半導体層１６０とを備えている。

[0040] ここで、ｎ型半導体層１４０は、下地層１３０側に設けられるｎ型コンタクト層１４０ａと発光層１５０側に設けられるｎ型クラッド層１４０ｂとを有する。また、発光層１５０は、障壁層１５０ａと井戸層１５０ｂとが交互に積層され、２つの障壁層１５０ａによって１つの井戸層１５０ｂを挟み込んだ構造を有する。さらに、ｐ型半導体層１６０は、発光層１５０側に設け

られるｐ型クラッド層１６０ａと最上層に設けられるｐ型コンタクト層１６０ｂとを有する。なお、以下の説明においては、ｎ型半導体層１４０、発光層１５０およびｐ型半導体層１６０を、まとめて化合物半導体層１００と称する。

[0041] （基板１１０）

基板１１０は、ＩＩＩ族窒化物化合物半導体とは異なる材料から構成され、基板１１０上にＩＩＩ族窒化物半導体結晶がエピタキシャル成長される。基板１１０を構成する材料としては、例えば、サファイア、炭化ケイ素（シリコンカーバイド：ＳｉＣ）、シリコン、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化マンガン、酸化ジルコニウム、酸化マンガン亜鉛鉄、酸化マグネシウムアルミニウム、ホウ化ジルコニウム、酸化ガリウム、酸化インジウム、酸化リチウムガリウム、酸化リチウムアルミニウム、酸化ネオジウムガリウム、酸化ランタンストロンチウムアルミニウムタンタル、酸化ストロンチウムチタン、酸化チタン、ハフニウム、タングステン、モリブデン等が挙げられる。これらの中でも、サファイア、炭化ケイ素（シリコンカーバイド：ＳｉＣ）が好ましい。

[0042] （中間層１２０）

上述したように、基板１１０はＩＩＩ族窒化物化合物半導体とは異なる材料から構成される。このため、図１に示すＭＯＣＶＤ装置１を用いて化合物半導体層１００を成膜する前に、バッファ機能を発揮する中間層１２０を基板１１０上に設けておくことが好ましい。特に、中間層１２０が単結晶構造であることは、バッファ機能の面から好ましい。単結晶構造を有する中間層１２０を基板１１０上に成膜した場合、中間層１２０のバッファ機能が有効に作用し、中間層１２０上に成膜される下地層１３０と化合物半導体層１００とは、良好な結晶性を持つ結晶膜となる。

中間層１２０は、Ａｌを含有することが好ましく、ＩＩＩ族窒化物であるＡｌＮを含むことが特に好ましい。

[0043] （下地層１３０）

下地層１３０に用いる材料としては、ＧａＮを含むＩＩＩ族窒化物（ＧａＮ系化合物半導体）が用いられ、特に、ＡｌＧａＮ、又はＧａＮを好適に用いることができる。下地層１３０の膜厚は０．１μｍ以上、好ましくは０．５μｍ以上、さらに好ましくは１μｍ以上である。

[0044] （ｎ型半導体層１４０）

ｎ型半導体層１４０は、ｎ型コンタクト層１４０ａおよびｎ型クラッド層１４０ｂから構成される。

ここで、ｎ型コンタクト層１４０ａとしては、下地層１３０と同様にＧａＮ系化合物半導体が用いられる。また、下地層１３０およびｎ型コンタクト層１４０ａを構成する窒化ガリウム系化合物半導体は同一組成であることが好ましく、これらの合計の膜厚を０．１μｍ～２０μｍ、好ましくは０．５μｍ～１５μｍ、さらに好ましくは１μｍ～１２μｍの範囲に設定することが好ましい。

[0045] 一方、ｎ型クラッド層１４０ｂは、ＡｌＧａＮ、ＧａＮ、ＧａＩｎＮ等によって形成することが可能である。また、これらの構造をヘテロ接合したものや複数回積層した超格子構造を採用してもよい。ｎ型クラッド層１４０ｂとしてＧａＩｎＮを採用した場合には、そのバンドギャップを、発光層１５０のＧａＩｎＮのバンドギャップよりも大きくすることが望ましい。ｎ型クラッド層１４０ｂの膜厚は、好ましくは５ｎｍ～５００ｎｍ、より好ましくは５ｎｍ～１００ｎｍの範囲である。

[0046] （発光層１５０）

発光層１５０は、窒化ガリウム系化合物半導体からなる障壁層１５０ａと、インジウムを含有する窒化ガリウム系化合物半導体からなる井戸層１５０ｂとが交互に繰り返して積層され、且つ、ｎ型半導体層１４０側及びｐ型半導体層１６０側にそれぞれ障壁層１５０ａが配される順で積層して形成される。本実施の形態において、発光層１５０は、６層の障壁層１５０ａと５層の井戸層１５０ｂとが交互に繰り返して積層され、発光層１５０の最上層及び最下層に障壁層１５０ａが配され、各障壁層１５０ａ間に井戸層１５０ｂ

が配される構成となっている。

[0047] 障壁層１５０ａとしては、例えば、インジウムを含有した窒化ガリウム系化合物半導体からなる井戸層１５０ｂよりもバンドギャップエネルギーが大きい$Al_cGa_{1-c}N$（０≦ｃ≦０．３）等の窒化ガリウム系化合物半導体を好適に用いることができる。

また、井戸層１５０ｂには、インジウムを含有する窒化ガリウム系化合物半導体として、例えば、$Ga_{1-s}In_sN$（０＜ｓ＜０．４）等の窒化ガリウムインジウムを用いることができる。

発光層１５０全体の膜厚としては、特に限定されないが、量子効果の得られる程度の膜厚、即ち臨界膜厚領域であることが好ましい。例えば、発光層１５０の膜厚は、１ｎｍ～５００ｎｍの範囲であることが好ましく、１００ｎｍ前後の膜厚であればより好ましい。また、井戸層１５０ｂの膜厚としては、特に限定されないが、量子効果の得られる程度の膜厚であることが好ましい。

[0048] （ｐ型半導体層１６０）

ｐ型半導体層１６０は、ｐ型クラッド層１６０ａおよびｐ型コンタクト層１６０ｂから構成される。ｐ型クラッド層１６０ａとしては、好ましくは、$Al_dGa_{1-d}N$（０＜ｄ≦０．４）のものが挙げられる。ｐ型クラッド層１６０ａの膜厚は、好ましくは１ｎｍ～４００ｎｍであり、より好ましくは５ｎｍ～１００ｎｍである。

一方、ｐ型コンタクト層１６０ｂとしては、$Al_eGa_{1-e}N$（０≦ｅ＜０．５）を含んでなる窒化ガリウム系化合物半導体層が挙げられる。ｐ型コンタクト層１６０ｂの膜厚は、特に限定されないが、１０ｎｍ～５００ｎｍが好ましく、より好ましくは５０ｎｍ～２００ｎｍである。

[0049] 図５は、上述した積層半導体ウェハＳＷにさらに加工を施すことによって得られる発光素子チップＬＣの断面図を示している。

発光素子チップＬＣにおいては、ｐ型半導体層１６０のｐ型コンタクト層１６０ｂ上に透明正極１７０が積層され、さらにその上に正極ボンディング

パッド１８０が形成されるとともに、ｎ型半導体層１４０のｎ型コンタクト層１４０ａに形成された露出領域１４０ｃに負極ボンディングパッド１９０が積層されている。

[0050]（透明正極１７０）

透明正極１７０を構成する材料としては、例えば、ＩＴＯ（In_2O_3－SnO_2）、ＡＺＯ（ＺｎＯ－Al_2O_3）、ＩＺＯ（In_2O_3－ＺｎＯ）、ＧＺＯ（ＺｎＯ－Ga_2O_3）等の従来公知の材料が挙げられる。また、透明正極１７０の構造は特に限定されず、従来公知の構造を採用することができる。透明正極１７０は、ｐ型半導体層１６０上のほぼ全面を覆うように形成しても良く、格子状や樹形状に形成しても良い。

[0051]（正極ボンディングパッド１８０）

透明正極１７０上に形成される電極としての正極ボンディングパッド１８０は、例えば、従来公知のＡｕ、Ａｌ、Ｔｉ、Ｖ、Ｃｒ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｎ、Ｇｅ、Ｚｒ、Ｎｂ、Ｍｏ、Ｒｕ、Ｔａ、Ｎｉ、Ｃｕ等の材料から構成される。正極ボンディングパッド１８０の構造は特に限定されず、従来公知の構造を採用することができる。

正極ボンディングパッド１８０の厚さは、例えば１００ｎｍ～２０００ｎｍの範囲内であり、好ましくは３００ｎｍ～１０００ｎｍの範囲内である。

[0052]（負極ボンディングパッド１９０）

負極ボンディングパッド１９０は、基板１１０上に成膜された中間層１２０および下地層１３０の上にさらに成膜された化合物半導体層１００（ｎ型半導体層１４０、発光層１５０およびｐ型半導体層１６０）において、ｎ型半導体層１４０のｎ型コンタクト層１４０ａに接するように形成される。このため、負極ボンディングパッド１９０を形成する際は、ｐ型半導体層１６０、発光層１５０およびｎ型半導体層１４０の一部を除去し、ｎ型コンタクト層１４０ａの露出領域１４０ｃを形成し、この上に負極ボンディングパッド１９０を形成する。

負極ボンディングパッド１９０の材料としては、正極ボンディングパッド

１８０と同じ組成・構造でもよく、各種組成および構造の負極が周知であり、これら周知の負極を何ら制限無く用いることができ、この技術分野でよく知られた慣用の手段で設けることができる。

[0053] （化合物半導体基板４０の製造方法）

まず、所定の直径と厚さとを有するサファイア製の基板１１０を、図示しないスパッタリング装置にセットする。そして、スパッタリング装置にて、基板１１０上に、Ｖ族元素を含むガスと金属材料とをプラズマで活性化して反応させることにより、ＩＩＩ族窒化物からなる中間層１２０を形成する。

続いて、中間層１２０が形成された基板１１０を、図１に示すＭＯＣＶＤ装置１にセットする。具体的に説明すると、中間層１２０が外側に向かうように、各基板１１０を各基板保持体３０にセットし、各基板１１０がセットされた各基板保持体３０を、支持体２０に設けられた各凹部に、中間層１２０が上方を向くように配置する。そして、ＭＯＣＶＤ装置１を用いて中間層１２０の上に下地層１３０の形成を行い、化合物半導体基板４０を得る。

[0054] （積層半導体ウェハＳＷの製造方法）

図６は、化合物半導体基板４０を出発材料とする積層半導体ウェハＳＷの製造方法を説明するためのフローチャートである。

化合物半導体基板４０を、図１に示すＭＯＣＶＤ装置１にセットする（ステップ２０１）。具体的に説明すると、下地層１３０が外側に向かうように、各基板１１０を各基板保持体３０にセットし、各基板１１０がセットされた各基板保持体３０を、支持体２０に設けられた各凹部に、中間層１２０が上方を向くように配置する。そして、ＭＯＣＶＤ装置１を用いて下地層１３０の上にｎ型コンタクト層１４０ａを形成し（ステップ２０２）、ｎ型コンタクト層１４０ａの上にｎ型クラッド層１４０ｂを形成し（ステップ２０３）、ｎ型クラッド層１４０ｂの上に発光層１５０すなわち障壁層１５０ａと井戸層１５０ｂとを交互に形成し（ステップ２０４）、発光層１５０の上にｐ型クラッド層１６０ａを形成し（ステップ２０５）、ｐ型クラッド層１６０ａの上にｐ型コンタクト層１６０ｂを形成し（ステップ２０６）、積層半

導体ウェハＳＷを得る。

[0055] なお、ｎ型半導体層１４０（ｎ型コンタクト層１４０ａ、ｎ型クラッド層１４０ｂ）、発光層１５０（障壁層１５０ａ、井戸層１５０ｂ）およびｐ型半導体層１６０（ｐ型クラッド層１６０ａ、ｐ型コンタクト層１６０ｂ）の形成は、連続して行われる。すなわち、化合物半導体層１００の製膜過程において反応容器１０内に供給する有機金属ガスＭＯの組成を順次変更していくことで、途中で反応容器１０の蓋部１２を開けることなく、組成が異なる複数の膜を連続的に形成して積層することができる。

[0056] また、化合物半導体基板４０の構成はこれに限られない。例えば、下地層１３０の上にｎ型コンタクト層１４０ａを構成し、基板１１０、中間層１２０、下地層１３０、そしてｎ型コンタクト層１４０ａを備えたものを化合物半導体基板４０とすることもできる。この場合には、積層半導体ウェハＳＷの製造において、ステップ２０２を省略するようにすればよい。

[0057] （発光素子チップＬＣの製造方法）

図６に示すプロセスによって得られた積層半導体ウェハＳＷのｐ型半導体層１６０上に透明正極１７０を積層し、その上に正極ボンディングパッド１８０を形成する。また、エッチング等を用いてｎ型コンタクト層１４０ａに露出領域１４０ｃを形成し、この露出領域１４０ｃに負極ボンディングパッド１９０を設ける。

その後、基板１１０の中間層１２０の形成面とは反対の面を、所定の厚さになるまで研削及び研磨する。

そして、基板１１０の厚さが調整されたウェハを、例えば３５０μｍ角の正方形に切断することにより、発光素子チップＬＣを得る。

[0058] では、上述した積層半導体ウェハＳＷの製造方法におけるＭＯＣＶＤ装置１の動作について説明する。

[0059] （ＭＯＣＶＤ装置１の動作）

まず初めに、６枚の基板保持体３０の凹部に、それぞれ１枚ずつ化合物半導体基板４０をセットする。このとき、化合物半導体基板４０の下地層１３

０を外部に露出させるようにする。続いて、反応容器１０の蓋部１２を開け、それぞれに化合物半導体基板４０がセットされた６枚の基板保持体３０を、ＭＯＣＶＤ装置１の支持体２０に設けられた６個の凹部にセットする。このとき、化合物半導体基板４０の下地層１３０が上方を向くようにする。

[0060] また、蓋部１２の内側に保護部材６０を配置し、取付部材を用いて保護部材６０を蓋部１２に取り付ける。なお、このとき、蓋部１２に設けられた監視用の貫通孔と保護部材６０に設けられた第２の貫通孔６２とを一致させるようにする。

その後、保護部材６０が取り付けられた蓋部１２を閉じて収容部１１と蓋部１２とを密着させる。

[0061] 続いて、ＭＯＣＶＤ装置１では、図示しない貫通孔を介して支持体２０の各凹部の底部に向けて窒素N_2の供給を開始させ、また、軸２１の回転を開始させる。これに伴い、支持体２０は矢印Ａ方向に回転し、支持体２０に取り付けられた６個の基板保持体３０は矢印Ｂ方向に回転する。その結果、各基板保持体３０に取り付けられた化合物半導体基板４０は、矢印Ｂ方向に自転しながら矢印Ａ方向に公転することになる。

[0062] また、ＭＯＣＶＤ装置１では、加熱部５０のコイルに対する給電が開始され、加熱部５０に流れる電流により、支持体２０が電磁誘導加熱される。また、支持体２０が電磁誘導加熱されることにより、支持体２０に保持される６個の基板保持体３０および各基板保持体３０に保持される化合物半導体基板４０が所定の温度に加熱される。さらに、監視装置９０から反応室に向けてパージガスの供給が開始される。

[0063] そして、ＭＯＣＶＤ装置１は、図示しないガス供給機構により、反応室に対し、供給管１３からｎ型コンタクト層１４０ａ用の有機金属ガスＭＯおよびアンモニアNH_3を供給する。これに伴い、反応室内では、加熱される化合物半導体基板４０の近傍において有機金属とアンモニアNH_3とが反応し、その結果、ｎ型コンタクト層１４０ａ用のＩＩＩ族窒化物化合物が生成される。そして、生成されたｎ型コンタクト層１４０ａ用のＩＩＩ族窒化物化合物

の多くは、原料ガス供給口の下方に位置する支持体２０側に落下し、基板保持体３０を介して支持体２０に保持される化合物半導体基板４０に付着する。このとき、化合物半導体基板４０は所定の温度に加熱されているため、ｎ型コンタクト層１４０ａ用のＩＩＩ族窒化物化合物の結晶は、化合物半導体基板４０の下地層１３０上に、エピタキシャルに成長する。

[0064] なお、反応室に原料ガスが供給されるのに伴い、既に反応室内に存在するガスの一部は、排気部材８０に設けられた貫通孔を介して反応室の外部に排出され、さらに反応容器１０の収容部１１の底面に設けられた貫通孔を介して、反応容器１０の外部に排出される。

[0065] ｎ型コンタクト層１４０ａの形成が完了すると、ＭＯＣＶＤ装置１は、図示しないガス供給機構により、反応室に対し、供給管１３からｎ型コンタクト層１４０ａ用の有機金属ガスＭＯに代えてｎ型クラッド層１４０ｂ用の有機金属ガスＭＯを供給する。このとき、ＭＯＣＶＤ装置１は、アンモニアＮH_3の供給を引き続き行う。これに伴い、反応室内では、加熱される化合物半導体基板４０の近傍において有機金属とアンモニアＮH_3とが反応し、その結果、ｎ型クラッド層１４０ｂ用のＩＩＩ族窒化物化合物が生成される。そして、生成されたｎ型クラッド層１４０ｂ用のＩＩＩ族窒化物化合物の多くは、原料ガス供給口の下方に位置する支持体２０側に落下し、基板保持体３０を介して支持体２０に保持される化合物半導体基板４０に付着する。このとき、化合物半導体基板４０は所定の温度に加熱されているため、ｎ型クラッド層１４０ｂ用のＩＩＩ族窒化物化合物の結晶は、化合物半導体基板４０のｎ型コンタクト層１４０ａ上に、エピタキシャルに成長する。

[0066] 以後、反応室に供給する有機金属ガスＭＯを順次変更することにより、化合物半導体基板４０上に形成されたｎ型クラッド層１４０ｂには、複数の障壁層１５０ａおよび複数の井戸層１５０ｂを有する発光層１５０、そして、ｐ型クラッド層１６０ａおよびｐ型コンタクト層１６０ｂを有するｐ型半導体層１６０が順次形成される。このような手順を経て、積層半導体ウェハＳＷを得ることができる。

[0067] なお、上述した化合物半導体基板４０の製造プロセスでは、ＭＯＣＶＤ装置１を用いて予め基板１１０／中間層１２０上に下地層１３０の形成を行っているが、これについても、上述したものと同様の手順を用いて下地層１３０を形成することができる。

[0068] ところで、上述したＭＯＣＶＤ装置１を用いた製膜プロセスにおいて、反応室内で生成されたＩＩＩ族窒化物化合物（反応生成物）の一部は、化合物半導体基板４０だけでなく、例えば保護部材６０の表面にも付着する。このとき、保護部材６０の表面には、化合物半導体基板４０上に形成される化合物半導体層１００と同様、組成が異なる複数の膜が積層されることになる。

[0069] ここで、保護部材６０の表面は、上述したように基板保持体３０を介して支持体２０に保持される化合物半導体基板４０と対向しており、且つ、化合物半導体基板４０の結晶成長面の上方に保護部材６０の表面が位置している。また、保護部材６０は、石英ガラスすなわち化合物半導体層１００を構成するＩＩＩ族窒化物化合物半導体とは異なる材質で構成されている。

[0070] このため、製膜プロセス中の反応室の温度変化等によって保護部材６０が収縮すると、保護部材６０の表面に付着、堆積したＩＩＩ族窒化物化合物半導体の膜が保護部材６０から剥がれるおそれがある。また、保護部材６０からＩＩＩ族窒化物化合物半導体が剥がれると、剥がれによって生じた異物が保護部材６０の下方に位置する化合物半導体基板４０上に落下するおそれもある。化合物半導体基板４０上に保護部材６０から剥がれ落ちた異物が付着すると、その異物の付着部位にさらに化合物半導体層１００を構成する各層の形成が行われることになってしまう。その結果、得られた積層半導体ウェハＳＷにおいて、異物が付着している部位については、発光素子チップＬＣとすることができなくなり、その分発光素子チップＬＣの歩留まりが低下してしまう。また、化合物半導体基板４０上に付着する異物の数あるいは量が著しく多いと、その積層半導体ウェハＳＷを破棄せざるを得なくなり、その分積層半導体ウェハＳＷの歩留まりが低下してしまう。

[0071] そこで、本実施の形態では、図３にも示したように、保護部材６０の表面

に放射状に複数の溝６３を形成することで保護部材６０表面の表面積を増加させ、保護部材６０の表面に付着したＩＩＩ族窒化物化合物半導体の剥がれを抑制している。その結果、ＭＯＣＶＤ装置１を用いた製膜プロセスの過程において、化合物半導体基板４０上に異物が付着、堆積するのを抑制している。

[0072] その結果、本実施の形態では、積層半導体ウェハＳＷの歩留まりを向上させることができ、さらに、積層半導体ウェハＳＷを出発材料として製造される発光素子チップＬＣの歩留まりも向上させることができる。

[0073] また、本実施の形態のＭＯＣＶＤ装置１において、保護部材６０は、その表面に付着した反応生成物を取り除いた後に再使用される。ここで、本実施の形態では、保護部材６０の表面に複数の溝６３を形成しておくことで、保護部材６０の表面に付着した反応生成物を、ブラシ等で容易に擦り落とすことができる。すなわち、ブラシを用いて保護部材６０の溝６３に沿って放射状に掻き取りを行うことにより、保護部材６０の表面に付着した反応生成物を取り除くことができる。

[0074] さらに、本実施の形態では、保護部材６０の表面に放射状に複数の溝６３を形成しておくことで、反応容器１０内に導入される有機金属ガスＭＯおよびアンモニアNH_3を、放射状に支持体２０側に向けて供給することができる。

実施例

[0075] では次に、本発明の実施例について説明を行うが、本発明は実施例に限定されない。

本発明者は、図１に示すＭＯＣＶＤ装置１を用いて化合物半導体基板４０上に化合物半導体層１００の形成を行い、そのときに使用した保護部材６０の構成と化合物半導体基板４０上に形成された化合物半導体層１００内に存在する異物の数との関係について検討を行った。ただし、ここでは、支持体２０上に８枚の基板保持体３０すなわち８枚の化合物半導体基板４０を搭載できるＭＯＣＶＤ装置１を用いた。

[0076] ここで、実施例では、保護部材６０として、図３に示したように表面に放射状の複数の溝６３を形成したものを用いた。一方、比較例１および比較例２では、保護部材６０として、表面が平坦なものを用いた。また、実施例および比較例１では、監視装置９０から蓋部１２および保護部材６０に設けられた貫通孔を介して反応室内に供給するパージガスの単位時間あたりの流量を従来通りとしたが、比較例２では、保護部材６０の表面に付着した反応生成物が、パージガスの気流によって剥がされている可能性を考慮し、パージガスの単位時間あたりの流量を、従来よりも少なくした。

[0077] そして、ＭＯＣＶＤ装置１を用いて、各条件において５６回ずつ製膜動作を行い、それぞれにおいて得られた４４８枚（８枚×５６回）の積層半導体ウェハＳＷの化合物半導体層１００を目視で観測し、化合物半導体層１００に存在する異物の数が所定量（ここでは２０個とした）を上回ったものを「不合格品」、所定量以下であったものを「合格品」としてそれぞれ評価した。

[0078] 図７は、実施例、比較例１および比較例２の評価結果を示す図である。

図７において、縦軸は積層半導体ウェハＳＷの枚数を示しており、実施例、比較例１および比較例２のそれぞれにおける合格品、不合格品の数を示している。

図７より明らかなように、実施例においては、４４８枚の積層半導体ウェハＳＷのうち不合格品が１枚だけであったのに対し、比較例１では４４８枚のうち１０枚が不合格品となり、比較例２では４４８枚のうち９枚が不合格品となった。

[0079] したがって、ＭＯＣＶＤ装置１において、化合物半導体基板４０の上方に取り付けられる保護部材６０の表面すなわち化合物半導体基板４０の結晶成長面との対向面に、凹凸の一種である溝６３を形成することにより、保護部材６０からのＩＩＩ族窒化物化合物半導体の剥がれおよびこれに伴う化合物半導体基板４０への異物の付着、堆積が抑制されることが理解される。

[0080] なお、本実施の形態では、保護部材６０の表面に、放射状の複数の溝６３

を形成するようにしていたが、これに限られるものではない。

図８は、保護部材６０の表面の他の構成例を示している。

まず、図８（ａ）に示すように、保護部材６０の表面に、例えば規則性あるいは不規則性を有する多数の凹凸を形成するようにしてもよい。

また、図８（ｂ）に示すように、保護部材６０の表面に、一方向に向かう複数の溝６３を形成するようにしてもよい。

さらに、図８（ｃ）に示すように、保護部材６０の表面に、一方向に向かう複数の溝６３およびこの一方向と直交する方向に向かう他の複数の溝６３とを形成するようにしてもよい。

さらにまた、図８（ｄ）に示すように、保護部材６０の表面に、同心円状に複数の溝６３を形成するようにしてもよい。

そして、図８（ｅ）に示すように、保護部材６０の表面に、同心円状ではなく渦巻き状に溝６３を形成するようにしてもよい。なお、図８（ｅ）では、１本の溝６３を渦巻き状に形成する例を示しているが、複数の溝６３を渦巻き状に形成するものであってもよい。

[0081] また、本実施の形態では、支持体２０の上方に設けられた保護部材６０の第１の貫通孔６１から原料ガスの供給を行っていたが、これに限られるものではない。すなわち、支持体２０の側方から水平方向に原料ガスを供給する構成としてもよい。

図面の簡単な説明

[0082] [図1]本実施の形態が適用されるＭＯＣＶＤ（Metal Organic Chemical Vapor Deposition）装置の断面構成を示す概略図の一例である。

[図2]図１に示すＭＯＣＶＤ装置のＩＩ－ＩＩ断面図である。

[図3]（ａ）は保護部材を下方側からみた図であり、（ｂ）は保護部材を上方側からみた図であり、（Ｃ）は保護部材の断面を示す図である。

[図4]ＭＯＣＶＤ装置を用いて製造される積層半導体ウェハの断面図の一例である。

[図5]積層半導体ウェハにさらに加工を施すことによって得られる発光素子チ

ップの断面図の一例である。

[図6]化合物半導体基板を出発材料とする積層半導体ウェハの製造方法を説明するためのフローチャートである。

[図7]実施例、比較例１および比較例２の評価結果を示す図である。

[図8]（ａ）～（ｅ）は保護部材の他の構成例を説明するための図である。

符号の説明

[0083] １…ＭＯＣＶＤ装置、１０…反応容器、１１…収容部、１２…蓋部、２０…支持体、３０…基板保持体、４０…化合物半導体基板、５０…加熱部、６０…保護部材、６３…溝、１００…化合物半導体層、１１０…基板、１２０…中間層、１３０…下地層、１４０…ｎ型半導体層、１４０ａ…ｎ型コンタクト層、１４０ｂ…ｎ型クラッド層、１５０…発光層、１５０ａ…障壁層、１５０ｂ…井戸層、１６０…ｐ型半導体層、１６０ａ…ｐ型クラッド層、１６０ｂ…ｐ型コンタクト層、１７０…透明正極、１８０…正極ボンディングパッド、１９０…負極ボンディングパッド、ＳＷ…積層半導体ウェハ、ＬＣ…発光素子チップ

請求の範囲

[請求項1] 有機金属気相成長法を用いて化合物半導体の層を形成する化合物半導体製造装置であって、

反応容器と、

外部から前記反応容器内に前記化合物半導体の原料ガスを供給する原料供給口と、

前記反応容器内に配置され、被形成体の被形成面が上方を向くように当該被形成体を支持する支持体と、

前記支持体に支持された前記被形成体の上方に配置され、前記被形成面と対向する対向面に凹凸が形成される対向部材と

を有することを特徴とする化合物半導体製造装置。

[請求項2] 前記対向部材の前記対向面には、連続性を有する凹部からなる溝が形成されることを特徴とする請求項１記載の化合物半導体製造装置。

[請求項3] 前記原料供給口が前記対向部材に設けられた貫通孔にて構成され、

前記対向部材の前記対向面には、前記貫通孔を中心として内側から外側に向かう前記溝が形成されることを特徴とする請求項２記載の化合物半導体製造装置。

[請求項4] 前記溝が、前記貫通孔を中心として放射状に複数形成されることを特徴とする請求項３記載の化合物半導体製造装置。

[請求項5] 有機金属気相成長法を用いて化合物半導体の層を被形成体の被形成面に形成する化合物半導体の製造方法であって、

前記被形成面が上方を向くように反応容器内に前記被形成体を取り付け、

前記被形成体の上方に前記被形成面と対向する対向面に凹凸が形成された対向部材を配置し、

前記反応容器内に前記化合物半導体の原料ガスを供給すること

を特徴とする化合物半導体の製造方法。

[請求項6] 前記対向面には、連続性を有する溝が形成されることを特徴とする

請求項５記載の化合物半導体の製造方法。

[請求項7] 前記対向部材に設けられた貫通孔を介して前記反応容器内に前記原料ガスを供給し、

前記対向面には、前記貫通孔を中心として内側から外側に向かう前記溝が形成されることを特徴とする請求項６記載の化合物半導体の製造方法。

[請求項8] 前記対向面には、前記貫通孔を中心として放射状に複数の前記溝が形成されることを特徴とする請求項７記載の化合物半導体の製造方法。

[請求項9] 有機金属気相成長法を用いて化合物半導体の層を形成する化合物半導体製造装置で用いられる化合物半導体製造用治具であって、

凹凸を有し被形成面が上方を向くように配置される被形成体の上方に対向する対向面と、

前記対向面と当該対向面の裏面とを貫通するように形成され、前記被形成体の上方から当該被形成体に前記化合物半導体の原料ガスを供給する原料供給口と

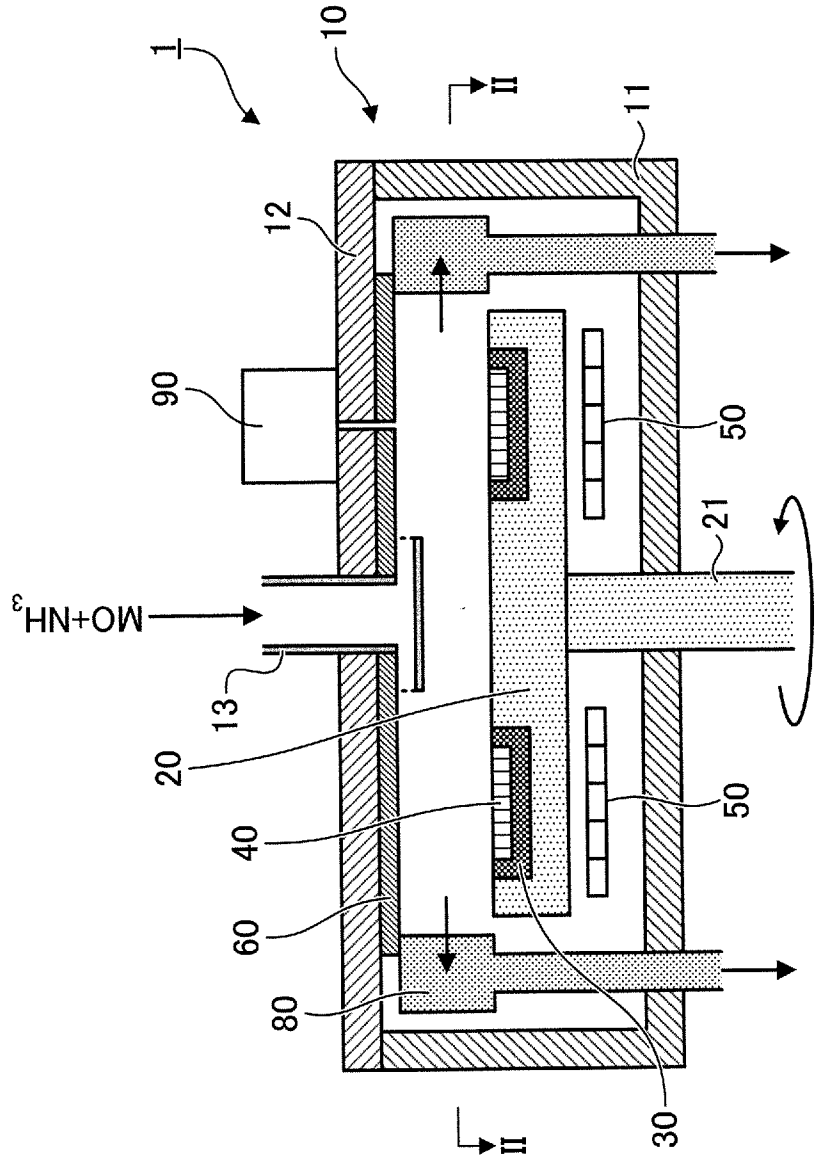
を有することを特徴とする化合物半導体製造用治具。

[請求項10] 前記対向面には、連続性を有する溝が形成されることを特徴とする請求項９記載の化合物半導体製造用治具。

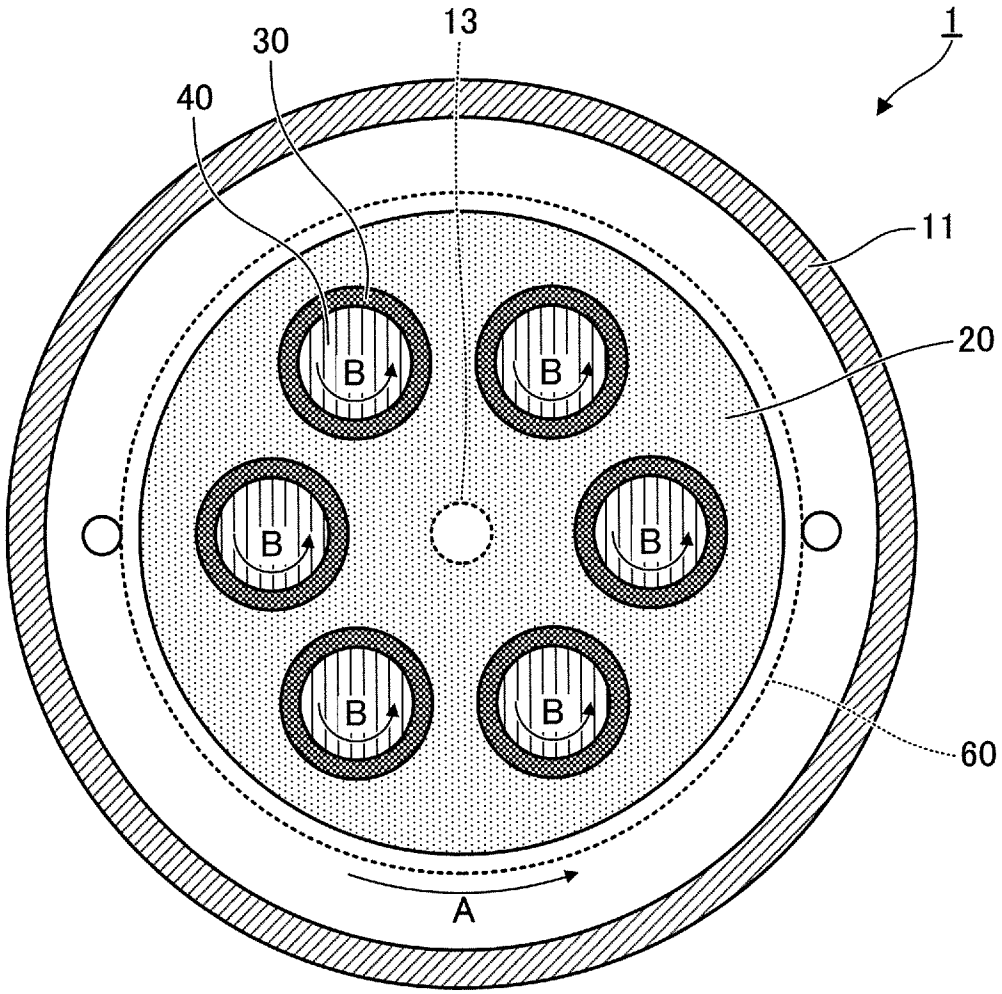
[請求項11] 前記対向面には、前記原料供給口を中心として内側から外側に向かう前記溝が形成されることを特徴とする請求項１０記載の化合物半導体製造用治具。

[請求項12] 前記溝が、前記原料供給口を中心として放射状に複数形成されていることを特徴とする請求項１１記載の化合物半導体製造用治具。

[図1]

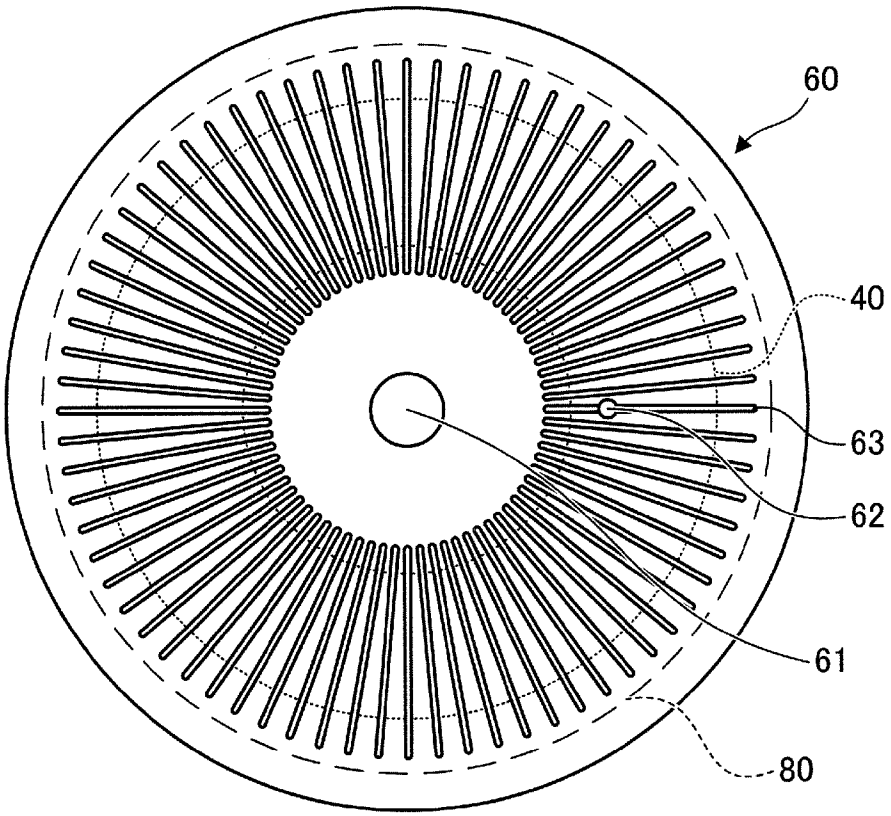


[図2]

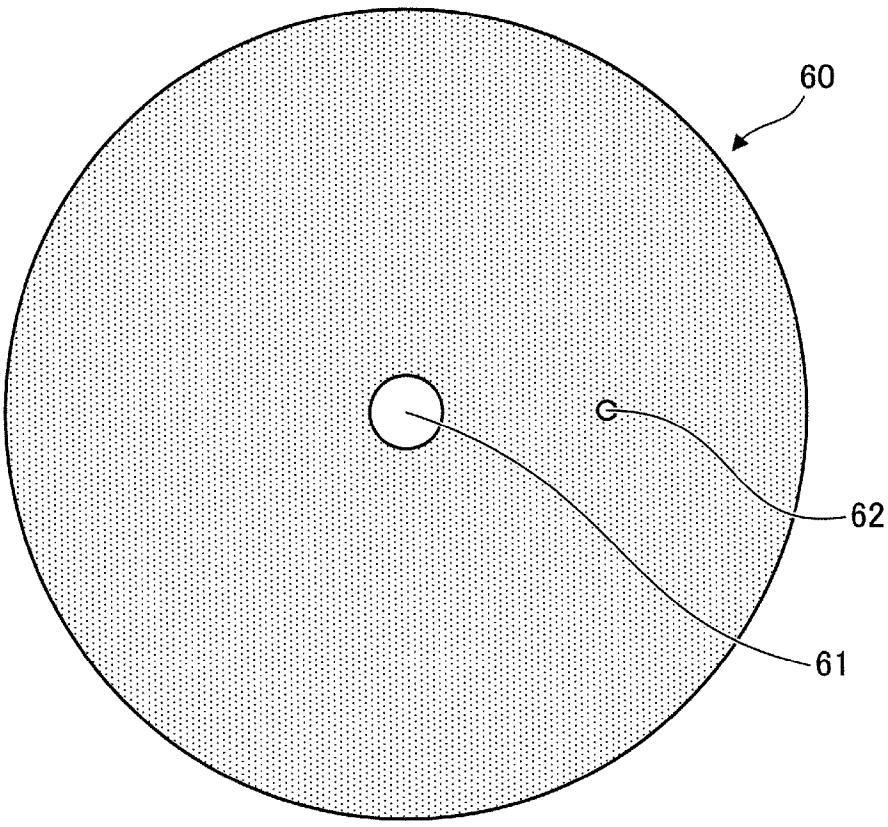


[図3]

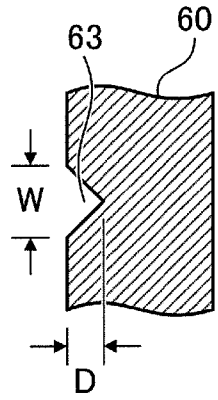
(a)



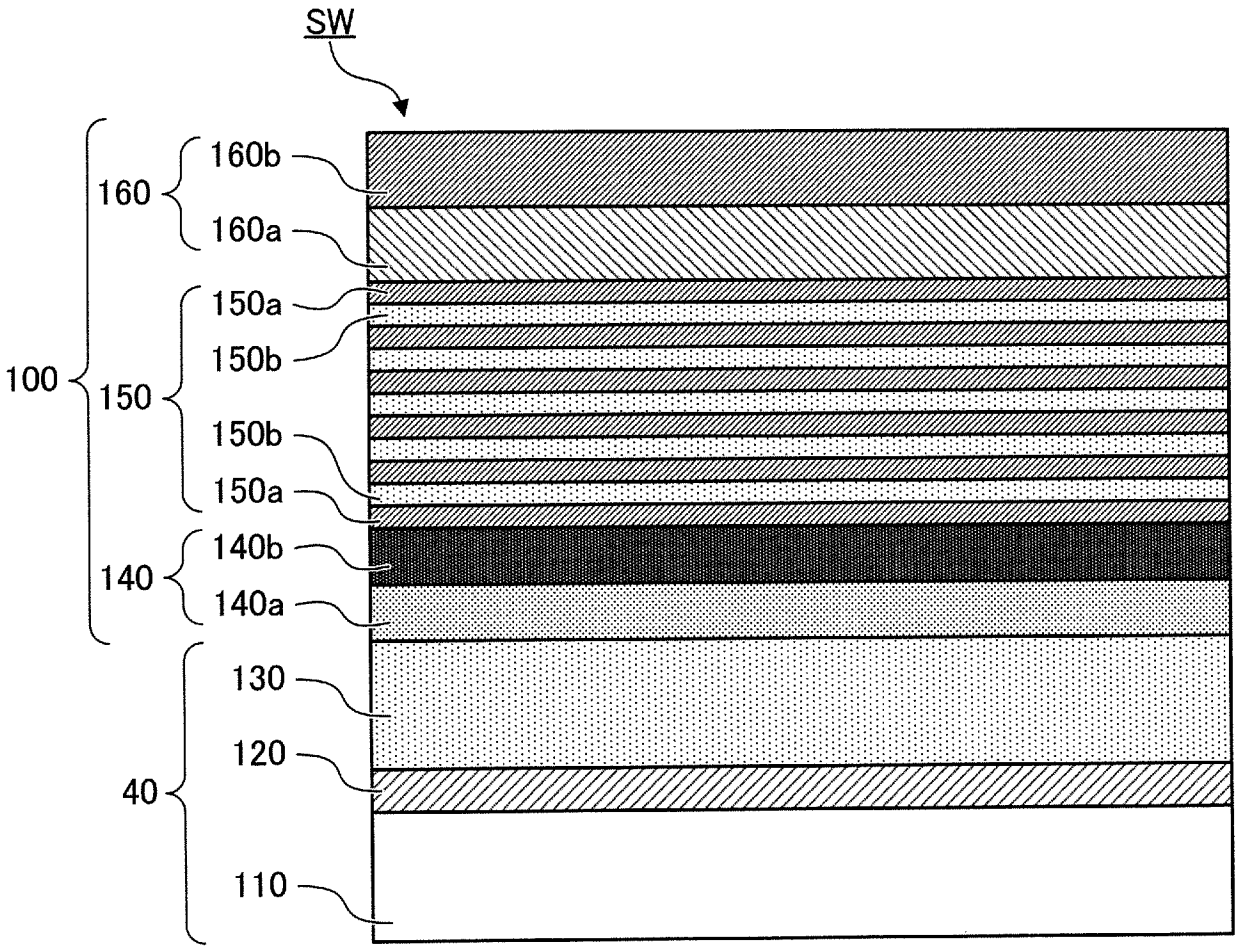
(b)



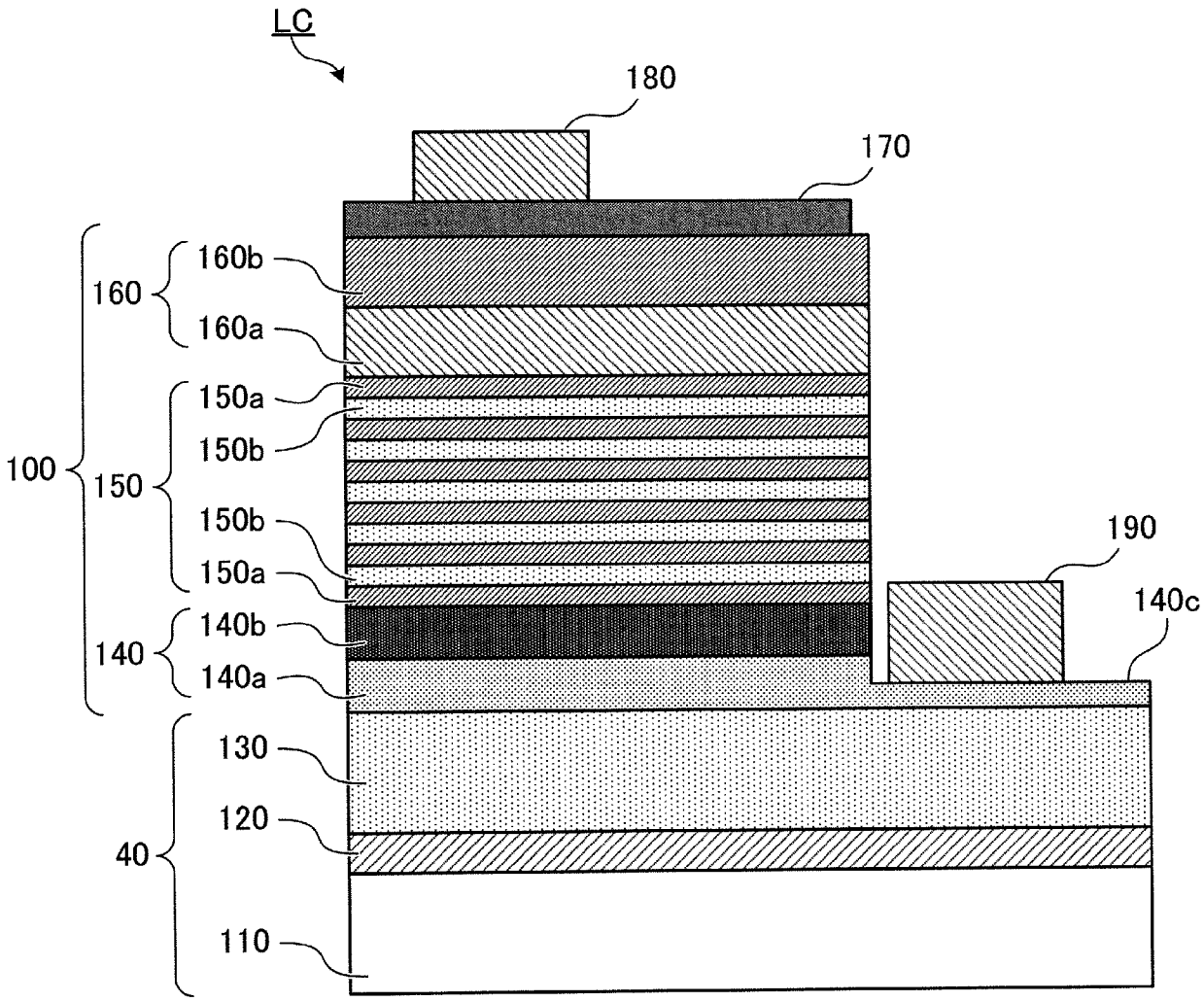
(c)



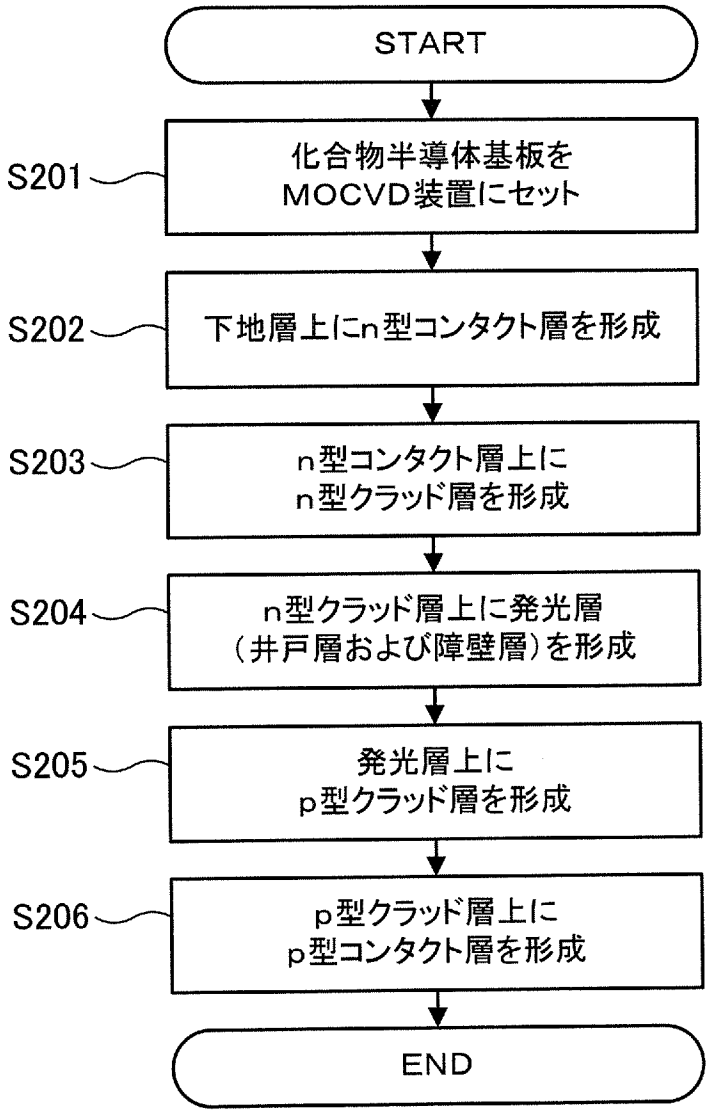
[図4]


SW
160b
160
160a
150a
150b
100
150
150b
150a
140b
140
140a
130
120
40
110

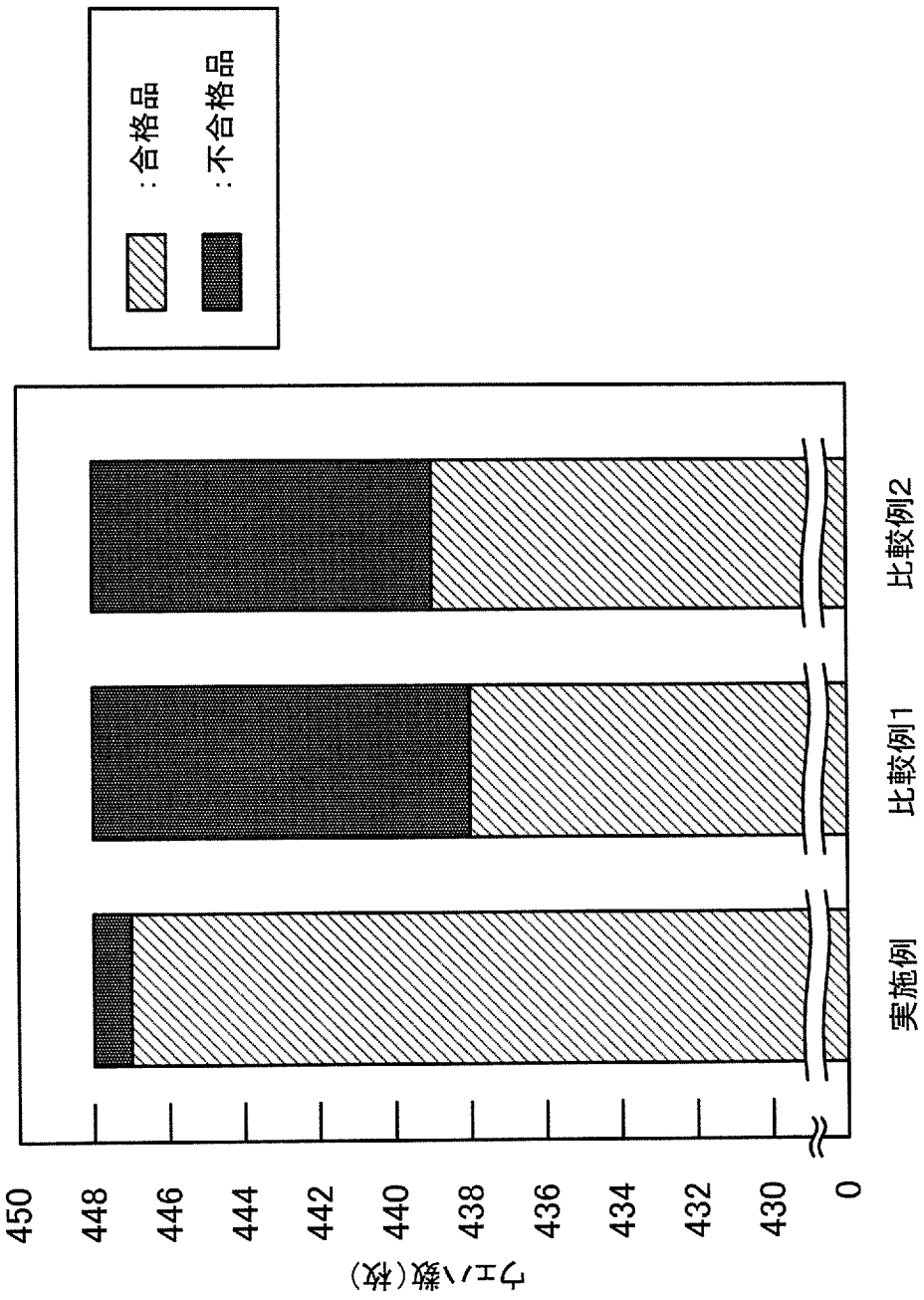
[図5]


LC
180
170
160b
160
160a
150a
150b
100
150
150b
150a
190
140c
140b
140
140a
130
120
40
110

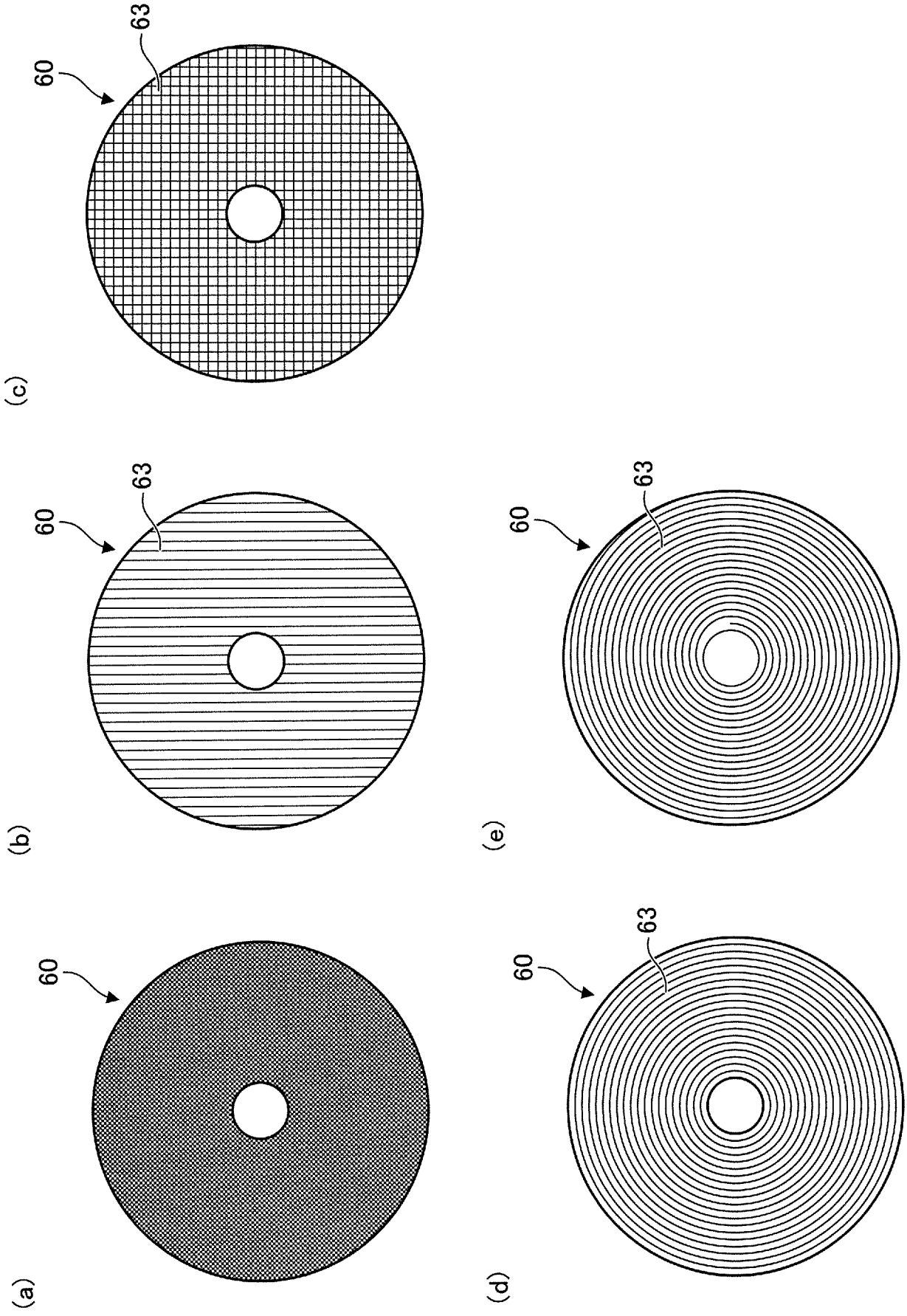
[図6]


START
S201
化合物半導体基板を
MOCVD装置にセット
S202
下地層上にn型コンタクト層を形成
S203
n型コンタクト層上に
n型クラッド層を形成
S204
n型クラッド層上に発光層
(井戸層および障壁層)を形成
S205
発光層上に
p型クラッド層を形成
S206
p型クラッド層上に
p型コンタクト層を形成
END

[図7]


：合格品
：不合格品
450
448
446
444
442
440
438
436
434
432
430
0
ウエハ数(枚)
実施例
比較例1
比較例2

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/068834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/205(2006.01)i, *C23C16/44*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L21/205, C23C16/44

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-228398 A (Kawasaki Steel Corp.), 15 August 2000 (15.08.2000), paragraphs [0002] to [0010], [0018] to [0026], [0051] to [0071]; fig. 1 to 3 & US 2003/0024642 A1 & TW 457519 B & SG 93851 A & KR 10-2000-0035768 A	1-12
Y	JP 2003-518199 A (Aixtron AG.), 03 June 2003 (03.06.2003), paragraphs [0017] to [0035]; fig. 1 & US 2004/0200412 A1 & EP 1240366 A & WO 2001/046498 A2 & DE 60003850 D & AT 244780 T & TW 552626 B	1-12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
21 January, 2010 (21.01.10)	02 February, 2010 (02.02.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/068834

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 2002-234793 A (Sony Corp.), 23 August 2002 (23.08.2002), paragraphs [0014], [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-12
A	JP 2008-247639 A (Tosoh Quartz Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), paragraphs [0001], [0008], [0009] (Family: none)	1-12
A	JP 10-163180 A (Matsushita Electronics Corp.), 19 June 1998 (19.06.1998), paragraphs [0041] to [0045] & US 6007673 A & EP 838838 A2	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／０６８８３４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/205(2006.01)i, C23C16/44(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/205, C23C16/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2000-228398 A (川崎製鉄株式会社) 2000.08.15, 段落【０００２】－【００１０】、【００１８】－【００２６】、【００５１】－【００７１】、第1-3図 & US 2003/0024642 A1 & TW 457519 B & SG 93851 A & KR 10-2000-0035768 A	1-12
Y	JP 2003-518199 A (アイクストロン、アーゲー) 2003.06.03, 段落【００１７】－【００３５】、第１図 & US 2004/0200412 A1 & EP 1240366 A & WO 2001/046498 A2 & DE 60003850 D & AT 244780 T & TW 552626 B	1-12

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

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２１．０１．２０１０	０２．０２．２０１０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｒ　３３３９
長谷部　智寿
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2002-234793 A（ソニー株式会社）2002.08.23, 段落【００１４】、【００１５】、第１図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2008-247639 A（東ソー・クォーツ株式会社）2008.10.16, 段落【０００１】、【０００８】、【０００９】（ファミリーなし）	1-12
A	JP 10-163180 A（松下電子工業株式会社）1998.06.19, 段落【００４１】－【００４５】 & US 6007673 A & EP 838838 A2	1-12