

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-138530

(P2012-138530A)

(43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/205 (2006.01)	H O 1 L 21/205	4 K O 3 O
C 2 3 C 16/34 (2006.01)	C 2 3 C 16/34	5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2010-291426 (P2010-291426)
 (22) 出願日 平成22年12月28日 (2010.12.28)

(71) 出願人 000001122
 株式会社日立国際電気
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (72) 発明者 野村 久志
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内
 (72) 発明者 笠原 修
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内
 (72) 発明者 堀井 貞義
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内
 (72) 発明者 豊田 一行
 富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内

最終頁に続く

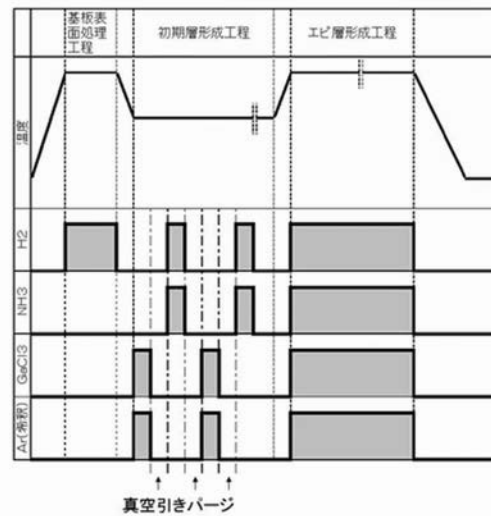
(54) 【発明の名称】 基板の製造方法、半導体デバイスの製造方法及び基板処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】一度に処理する基板の枚数を増大させ、GaNのエピタキシャル膜の生産性を向上させることができる膜の形成方法及び基板処理装置を提供する。

【解決手段】基板を処理室内に搬入する搬入工程と、前記処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する第1ステップと、前記処理室から前記ガリウム塩化物ガスをパージする第1パージステップと、前記第1パージステップの後に前記処理室内にアンモニアガスを供給する第2ステップと、前記処理室から前記アンモニアガスをパージする第2パージステップとを有する初期膜形成工程と、前記初期膜形成工程の後に、前記処理室内に前記ガリウム塩化物ガスと前記アンモニアガスを同時に供給し、エピタキシャル膜を形成するエピ膜形成工程とによりGaN膜を形成する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を処理室内に搬入する搬入工程と、

前記処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する第 1 ステップと、前記処理室から前記ガリウム塩化物ガスをパージする第 1 パージステップと、前記第 1 パージステップの後に前記処理室内にアンモニアガスを供給する第 2 ステップと、前記処理室から前記アンモニアガスをパージする第 2 パージステップとを有する初期膜形成工程と、

前記初期膜形成工程の後に、前記処理室内に前記ガリウム塩化物ガスと前記アンモニアガスを同時に供給し、エピタキシャル膜を形成するエピ膜形成工程とを具備する基板の製造方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記初期膜工程における処理温度は、前記エピ膜形成工程における処理温度より低い基板の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記初期膜形成工程の第 1 ステップでは、希釈用の不活性ガスを更に供給し、前記初期膜形成工程の第 2 ステップでは、水素ガスを更に供給する基板の製造方法。

【請求項 4】

基板処理領域を有し、該基板処理領域で複数の基板を処理する処理室と、

前記基板処理領域を加熱維持する加熱装置と、

20

前記基板処理領域内に第 1 ガス供給口が設けられ、該第 1 ガス供給口から前記処理室内へガリウム塩化物ガスを供給する第 1 ガス供給系と、

前記基板処理領域内に第 2 ガス供給口が設けられ、該第 2 ガス供給口から前記処理室内へアンモニアガスを供給する第 2 ガス供給系と、を具備し、

前記複数の基板は、高さ方向に並んで配置され、

前記第 1 ガス供給系は、前記処理室内に設けられ、前記高さ方向に延在する第 1 のガスノズルを有し、

前記第 2 ガス供給系は、前記処理室内に設けられ、前記高さ方向に延在する第 2 のガスノズルを有する基板処理装置。

【請求項 5】

30

請求項 4 において、

前記第 1 ガス供給系及び第 2 ガス供給系を制御するコントローラと、

前記処理室内の雰囲気を実排気する排気系を更に具備し、

前記コントローラは、前記複数の基板に前記第 1 ガス供給系から前記ガリウム塩化物ガスを供給し、その後、前記処理室をパージし、その後、前記第 2 ガス供給系から前記アンモニアガスを供給し、その後、前記処理室をパージするように前記第 1 ガス供給系、前記第 2 ガス供給系、及び、前記排気系を制御し、更に、その後、前記第 1 ガス供給系から前記ガリウム塩化物ガスを供給するとともに前記第 2 ガス供給系から前記アンモニアガスを供給するように前記第 1 及び第 2 ガス供給系を制御する基板処理装置。

【請求項 6】

40

基板を処理室内に搬入する搬入工程と、

前記処理室内へアンモニアガスを供給し、アンモニア雰囲気とする第 1 ステップと、前記アンモニア雰囲気とされた処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する第 2 ステップと、前記ガリウム塩化物ガスの供給を停止する第 3 ステップとを有する初期膜形成工程と、

前記初期膜形成工程の後に、前記処理室内に前記ガリウム塩化物ガスと前記アンモニアガスを同時に供給し、エピタキシャル膜を形成するエピ膜形成工程とを具備する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

50

本発明は、基板の製造方法、半導体デバイスの製造方法及び基板処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

窒化ガリウム（GaN）などの化合物半導体のエピタキシャル膜は、処理室内で基板を1枚のサセプタ上に載せて、ヒータを用いて基板を加熱し、処理室内に原料ガスを供給して高温下で成長させている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-172645号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、このような構成の装置を用いて基板上に膜形成させる場合には、一度に処理する基板の枚数が限られてしまうという問題点があった。

【0005】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、一度に処理する基板の枚数を増大させ、生産性を向上させることができる基板の製造方法、半導体デバイスの製造方法及び基板処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

本発明の一態様は、基板を処理室内に搬入する搬入工程と、前記処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する第1ステップと、前記処理室から前記ガリウム塩化物ガスをパージする第1パージステップと、前記第1パージステップの後に前記処理室内にアンモニアガスを供給する第2ステップと、前記処理室から前記アンモニアガスをパージする第2パージステップとを有する初期膜形成工程と、前記初期膜形成工程の後に、前記処理室内に前記ガリウム塩化物ガスと前記アンモニアガスを同時に供給し、エピタキシャル膜を形成するエピ膜形成工程とを具備する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法である。

【0007】

また、本発明の他の一態様は、基板処理領域を有し、該基板処理領域で複数の基板を処理する処理室と、前記基板処理領域を加熱維持する加熱装置と、前記基板処理領域内に第1ガス供給口が設けられ、該第1ガス供給口から前記処理室内へガリウム塩化物ガスを供給する第1ガス供給系と、前記基板処理領域内に第2ガス供給口が設けられ、該第2ガス供給口から前記処理室内へアンモニアガスを供給する第2ガス供給系と、を具備し、前記複数の基板は、高さ方向に並んで配置され、前記第1ガス供給系は、前記処理室内に設けられ、前記高さ方向に延在する第1のガスノズルを有し、前記第2ガス供給系は、前記処理室内に設けられ、前記高さ方向に延在する第2のガスノズルを有する基板処理装置である。

30

【0008】

また、本発明の他の一態様は、基板を処理室内に搬入する搬入工程と、前記処理室内をアンモニアガスを供給し、アンモニア雰囲気とする第1ステップと、前記アンモニア雰囲気とされた処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する第2ステップと、前記ガリウム塩化物ガスの供給を停止する第3ステップとを有する初期膜形成工程と、前記初期膜形成工程の後に、前記処理室内に前記ガリウム塩化物ガスと前記アンモニアガスを同時に供給し、エピタキシャル膜を形成するエピ膜形成工程とを具備する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法である。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、一度に処理する基板の枚数を増大させ、生産性を向上させることができる基板の製造方法、半導体デバイスの製造方法および基板処理装置を提供することがで

50

きる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態にかかる基板処理装置の概略構成図である。

【図2】本発明の一実施形態にかかる基板処理装置が備える処理炉の縦断面図である。

【図3】本発明の一の実施形態にかかる基板処理装置が備えるインナチューブの斜視図を示している。

【図4】本発明の一の実施形態にかかる基板処理装置が備えるプロセスチューブの横断面図を示している。

【図5】本発明の一実施形態にかかる半導体デバイスの製造工程の一つである基板の製造工程における温度及びガス供給のシーケンス図を示している。 10

【図6】本発明の一実施形態にかかる半導体デバイスの製造工程の一つである基板の製造工程における温度及びガス供給の他のシーケンス図を示している。

【発明を実施するための形態】

【0011】

< 第一の実施形態 >

以下に本発明の一実施形態について図面を参照しながら説明する。

(1) 基板処理装置の構成

まず、本発明の一実施形態にかかる基板処理装置101の構成例について、図1を用いて説明する。 20

【0012】

図1に示すように、本実施形態にかかる基板処理装置101は筐体111を備えている。シリコンやAl2O3等からなるウエハ(基板)200を筐体111内外へ搬送するには、複数のウエハ200を収納するウエハキャリア(基板収納容器)としてのカセット110が使用される。筐体111内側の前方(図中の右側)には、カセットステージ(基板収納容器受渡し台)114が設けられている。カセット110は、図示しない工程内搬送装置によってカセットステージ114上に載置され、また、カセットステージ114上から筐体111外へ搬出されるように構成されている。

【0013】

カセット110は、工程内搬送装置によって、カセット110内のウエハ200が垂直姿勢となり、カセット110のウエハ出し入れ口が上方向を向くように、カセットステージ114上に載置される。カセットステージ114は、カセット110を筐体111の後方に向けて縦方向に90度回転させ、カセット110内のウエハ200を水平姿勢とさせ、カセット110のウエハ出し入れ口を筐体111内の後方を向かせることが可能なように構成されている。 30

【0014】

筐体111内の前後方向の略中央部には、カセット棚(基板収納容器載置棚)105が設置されている。カセット棚105には、複数段、複数列にて複数個のカセット110が保管されるように構成されている。カセット棚105には、後述するウエハ移載機構125の搬送対象となるカセット110が収納される移載棚123が設けられている。また、カセットステージ114の上方には、予備カセット棚107が設けられ、予備的にカセット110を保管するように構成されている。 40

【0015】

カセットステージ114とカセット棚105との間には、カセット搬送装置(基板収納容器搬送装置)118が設けられている。カセット搬送装置118は、カセット110を保持したまま昇降可能なカセットエレベータ(基板収納容器昇降機構)118aと、カセット110を保持したまま水平移動可能な搬送機構としてのカセット搬送機構(基板収納容器搬送機構)118bと、を備えている。これらカセットエレベータ118aとカセット搬送機構118bとの連携動作により、カセットステージ114、カセット棚105、予備カセット棚107、移載棚123の間で、カセット110を搬送するように構成され 50

ている。

【0016】

カセット棚105の後方には、ウエハ移載機構（基板移載機構）125が設けられている。ウエハ移載機構125は、ウエハ200を水平方向に回転ないし直動可能なウエハ移載装置（基板移載装置）125aと、ウエハ移載装置125aを昇降させるウエハ移載装置エレベータ（基板移載装置昇降機構）125bと、を備えている。なお、ウエハ移載装置125aは、ウエハ200を水平姿勢で保持するツイーザ（基板移載用治具）125cを備えている。これらウエハ移載装置125aとウエハ移載装置エレベータ125bとの連携動作により、ウエハ200を移載棚123上のカセット110内からピックアップして後述するポート（基板保持具）217へ装填（チャージング）したり、ウエハ200をポート217から脱装（ディスチャージング）して移載棚123上のカセット110内へ収納したりするように構成されている。

10

【0017】

筐体111の後部上方には、処理炉202が設けられている。処理炉202の下端には開口（炉口）が設けられ、かかる開口は炉口シャッタ（炉口開閉機構）147により開閉されるように構成されている。なお、処理炉202の構成については後述する。

【0018】

処理炉202の下方には、ポート217を昇降させて処理炉202内外へ搬送する昇降機構としてのポートエレベータ（基板保持具昇降機構）115が設けられている。ポートエレベータ115の昇降台には、連結具としてのアーム128が設けられている。アーム128上には、ポート217を垂直に支持するとともに、ポートエレベータ115によりポート217が上昇したときに処理炉202の下端を気密に閉塞する蓋体としての円盤状のシールキャップ219が水平姿勢で設けられている。

20

【0019】

ポート217は複数本の保持部材を備えており、複数枚（例えば、50枚～150枚程度）のウエハ200を、水平姿勢で、かつその中心を揃えた状態で垂直方向に整列させて多段に保持するように構成されている。ポート217の詳細な構成については後述する。

【0020】

カセット棚105の上方には、供給ファンと防塵フィルタとを備えたクリーンユニット134aが設けられている。クリーンユニット134aは、清浄化した雰囲気であるクリーンエアを筐体111の内部に流通させるように構成されている。

30

【0021】

また、ウエハ移載装置エレベータ125bおよびポートエレベータ115側と反対側である筐体111の左側端部には、クリーンエアを供給するよう供給ファンと防塵フィルタとを備えたクリーンユニット（図示せず）が設置されている。図示しない前記クリーンユニットから吹き出されたクリーンエアは、ウエハ移載装置125a及びポート217の周囲を流通した後に、図示しない排気装置に吸い込まれて、筐体111の外部に排気されるように構成されている。

【0022】

（2）基板処理装置の動作

40

次に、本実施形態にかかる基板処理装置101の動作について説明する。

【0023】

まず、カセット110が、図示しない工程内搬送装置によって、ウエハ200が垂直姿勢となりカセット110のウエハ出し入れ口が上方を向くように、カセットステージ114上に載置される。その後、カセット110は、カセットステージ114によって、筐体111の後方に向けて縦方向に90°回転させられる。その結果、カセット110内のウエハ200は水平姿勢となり、カセット110のウエハ出し入れ口は筐体111内の後方を向く。

【0024】

カセット110は、カセット搬送装置118によって、カセット棚105ないし予備カ

50

セット棚 107 の指定された棚位置へ自動的に搬送されて受け渡されて一時的に保管された後、カセット棚 105 又は予備カセット棚 107 から移載棚 123 に移載されるか、もしくは直接移載棚 123 に搬送される。

【0025】

カセット 110 が移載棚 123 に移載されると、ウエハ 200 は、ウエハ移載装置 125 a のツイーザ 125 c によって、ウエハ出し入れ口を通じてカセット 110 からピックアップされ、ウエハ移載装置 125 a とウエハ移載装置エレベータ 125 b との連続動作によって移載室 124 の後方にあるポート 217 に装填（チャージング）される。ポート 217 にウエハ 200 を受け渡したウエハ移載機構 125 は、カセット 110 に戻り、次のウエハ 200 をポート 217 に装填する。

10

【0026】

予め指定された枚数のウエハ 200 がポート 217 に装填されると、炉口シャッタ 147 によって閉じられていた処理炉 202 の下端が、炉口シャッタ 147 によって開放される。続いて、シールキャップ 219 がポートエレベータ 115 によって上昇されることにより、ウエハ 200 群を保持したポート 217 が処理炉 202 内へ搬入（ローディング）される。ローディング後は、処理炉 202 にてウエハ 200 に任意の処理が実施される。かかる処理については後述する。処理後は、ウエハ 200 およびカセット 110 は、上述の手順とは逆の手順で筐体 111 の外部へ払出される。

【0027】

(3) 処理炉の構成

20

続いて、本発明の一実施形態にかかる処理炉 202 の構成について、図 2、図 3、及び、図 4 を参照しながら説明する。

【0028】

(処理室)

本発明の一実施形態にかかる処理炉 202 は、反応管としてのプロセスチューブ 205 と、マニホールド 209 とを備えている。プロセスチューブ 205 は、基板としてのウエハ 200 が収容されるインナチューブ 204 と、インナチューブ 204 を取り囲むアウトチューブ 203 と、から構成される。インナチューブ 204 及びアウトチューブ 203 は、それぞれ例えば石英 (SiO_2) や炭化珪素 (SiC) 等の耐熱性を有する非金属材料から構成され、上端が閉塞され、下端が開放された円筒形状となっている。マニホールド 209 は、例えば SUS 等の金属材料から構成され、上端及び下端が開放された円筒形状となっている。インナチューブ 204 及びアウトチューブ 203 は、マニホールド 209 により下端側から縦向きに支持されている。インナチューブ 204、アウトチューブ 203、及びマニホールド 209 は、互いに同心円状に配置されている。マニホールド 209 の下端（炉口）は、上述したポートエレベータ 115 が上昇した際に、シールキャップ 219 により気密に封止されるように構成されている。マニホールド 209 の下端とシールキャップ 219 との間には、インナチューブ 204 内を気密に封止する Oリングなどの封止部材（図示しない）が設けられている。

30

【0029】

インナチューブ 204 の内部にはウエハ 200 を処理する処理室 201（基板処理領域）が形成されている。インナチューブ 204 内（処理室 201 内）には基板保持具としてのポート 217 が下方から挿入されるように構成されている。インナチューブ 204 及びマニホールド 209 の内径は、ウエハ 200 を装填したポート 217 の最大外形よりも大きくなるように構成されている。

40

【0030】

ポート 217 は、上下で一对の端板 217 c と、一对の端板 217 c の間に垂直に架設された複数本（例えば 3 本）の支柱 217 a と、を備えている。端板 217 c 及び支柱 217 a は、石英や炭化珪素等の耐熱性を有する非金属材料から構成されている。各支柱 217 a には、複数の保持溝 217 b が、支柱 217 a の長手方向に沿って等間隔に配列するようにそれぞれ形成されている。各支柱 217 a は、各支柱 217 a に形成された保持

50

溝 2 1 7 b が互いに対向するようにそれぞれ配置されている。各保持溝 2 1 7 b にウエハ 2 0 0 の外周部を挿入することにより、複数枚（例えば 7 5 枚から 1 0 0 枚）のウエハ 2 0 0 が、略水平姿勢で所定の隙間（基板ピッチ間隔）をもって多段に保持されるように構成されている。このように複数枚のウエハ 2 0 0 を縦方向に配置することにより、処理する基板の枚数を増大させ、生産性を向上させることができる。

【 0 0 3 1 】

また、ポート 2 1 7 は、熱伝導を遮断する断熱キャップ 2 1 8 上に搭載されている。断熱キャップ 2 1 8 は、回転軸 2 5 5 により下方から支持されている。回転軸 2 5 5 は、インナチューブ 2 0 4 内の気密を保持しつつ、シールキャップ 2 1 9 の中心部を貫通するように設けられている。シールキャップ 2 1 9 の下方には、回転軸 2 5 5 を回転させる回転機構 2 6 7 が設けられている。回転機構 2 6 7 により回転軸 2 5 5 を回転させることにより、インナチューブ 2 0 4 内の気密を保持したまま、複数枚のウエハ 2 0 0 を搭載したポート 2 1 7 を回転させることが出来るように構成されている。

10

【 0 0 3 2 】

プロセスチューブ 2 0 5（アウトチューブ 2 0 3）の外周には、プロセスチューブ 2 0 5 と同心円状に加熱機構としてのヒータ 2 0 7 が設けられている。ヒータ 2 0 7 は円筒形状であり、保持板としてのヒータベース（図示せず）に支持されることにより垂直に据え付けられている。ヒータ 2 0 7 の外周部及び上端には、断熱材 2 0 7 a が設けられている。

【 0 0 3 3 】

20

（予備室及びガスノズル）

インナチューブ 2 0 4 の側壁には、ウエハ 2 0 0 が積載される方向（鉛直方向）に沿って、インナチューブ 2 0 4 の側壁よりもインナチューブ 2 0 4 の径方向外側（アウトチューブ 2 0 3 の側壁側）に突出した予備室 2 0 1 a が設けられている。予備室 2 0 1 a と処理室 2 0 1 との間には隔壁が設けられておらず、予備室 2 0 1 a 内と処理室 2 0 1 内とはガスの流通が可能なように連通している。

【 0 0 3 4 】

予備室 2 0 1 a 内には、第 1 のガスノズル 2 3 3 a と、第 2 のガスノズル 2 3 3 b とが、インナチューブ 2 0 4 の周方向に沿ってそれぞれ配設されている。第 1 のガスノズル 2 3 3 a 及び第 2 のガスノズル 2 3 3 b は、垂直部と水平部とを有する L 形状にそれぞれ構成されている。第 1 のガスノズル 2 3 3 a 及び第 2 のガスノズル 2 3 3 b の垂直部は、ウエハ 2 0 0 が積層される方向に沿って、予備室 2 0 1 a 内にそれぞれ配設（延在）されている。第 1 のガスノズル 2 3 3 a 及び第 2 のガスノズル 2 3 3 b の水平部は、マニホール 2 0 9 の側壁を貫通するようにそれぞれ設けられている。

30

【 0 0 3 5 】

第 1 のガスノズル 2 3 3 a 及び第 2 のガスノズル 2 3 3 b の垂直部側面には、第 1 のガス噴出口 2 4 8 a 及び第 2 のガス噴出口 2 4 8 b が、ウエハ 2 0 0 が積層される方向（鉛直方向）に沿ってそれぞれ複数個ずつ開設されている。従って、第 1 のガス噴出口 2 4 8 a 及び第 2 のガス噴出口 2 4 8 b は、インナチューブ 2 0 4 の側壁よりもインナチューブ 2 0 4 の径方向外側に突出した位置に開設されている（図 5 参照）。なお、第 1 のガス噴出口 2 4 8 a 及び第 2 のガス噴出口 2 4 8 b は、複数枚のウエハ 2 0 0 のそれぞれに対応する位置（高さ位置）に開設されている。また、第 1 のガス噴出口 2 4 8 a 及び第 2 のガス噴出口 2 4 8 b の開口径は、インナチューブ 2 0 4 内のガスの流量分布や速度分布を適正化するように適宜調整することができ、下部から上部にわたって同一としてもよく、下部から上部にわたって徐々に大きくしてもよい。

40

【 0 0 3 6 】

（ガス供給ユニット）

マニホール 2 0 9 の側壁から突出した第 1 のガスノズル 2 3 3 a の水平端（上流側）には、第 1 のガス供給管 2 4 3 a が接続されている。第 1 のガス供給管 2 4 3 a の上流側には、開閉バルブ 2 4 1 a 及び開閉バルブ 2 4 1 b が設けられている。また、開閉バルブ

50

241aの上流には、流量コントローラ（以下、「MFC」と呼ぶ。）242aを介して、アンモニア（ NH_3 ）の供給源240aが設けられている。更に、開閉バルブ241bの上流には、MFC242bを介して、水素（ H_2 ）ガスの供給源240bが設けられている。

【0037】

一方、第2のガスノズル233bの水平端（上流側）には、第2のガス供給管243bが接続されている。第2のガス供給管243bの上流側には、開閉バルブ241c及び開閉バルブ241dが設けられている。また、開閉バルブ241cの上流には、MFC242cを介して、不活性ガス（例えば、アルゴン（Ar））の供給源240cが設けられている。開閉バルブ241dの上流には、塩化ガリウム（ GaCl_3 ）が貯蔵されるタンク245が設けられている。塩化ガリウムは、常温では固体であるが、融点である78以上に加熱することにより、液化され貯蔵されている。また、このタンク245には、不活性ガス（例えばAr）がMFC242e及び開閉バルブ241eを介して供給される。タンク245内の液体状の塩化ガリウムから蒸発した気体状の塩化ガリウムガスは、タンク245に供給されるキャリアガスとしての不活性ガスと共に開閉バルブ241dを介して第2のガス供給管243bに供給される。

10

【0038】

ここで、一般的には、ガリウム（Ga）の原料ガスとして、トリメチルガリウム（以下、「TMG」と呼ぶ。）やトリエチルガリウム（以下、「TEG」と呼ぶ。）といった有機金属系の原料ガスを用いることが多い。その一方で、本発明のように複数のウェハを縦方向に並べ、生産性の向上を実現しようとする場合、複数ウェハ間の面間均一性を保つためには、縦方向に延在するガスノズルを設ける必要がある。この場合、上述の有機金属系の原料ガスを用いると原料ガスの下流側（処理室の上部側）に到達する途中で、熱により分解してしまい、原料ガスの上流側と下流側で反応速度が制御できない。そこで、本発明では、高温でも原料が分解しにくいガリウムの塩化物（例えば、 GaCl_3 ）を用いる。これにより、生産性を向上させた上で、面間均一性が高いGaN膜を形成することが可能になる。

20

【0039】

また、第1のガスノズルには、アンモニアガスとともに水素ガスが供給できる構成となっており、アンモニアガスの濃度が調整可能となっている。また、第2のガスノズルには、 GaCl_3 とともに希釈用の不活性ガスを供給する構成となっており、 GaCl_3 の濃度が調整可能となっている。

30

【0040】

（ガス排気部及びガス排気口）

インナチューブ204の側壁には、ウェハ200が積載される方向に沿って、インナチューブ204の側壁の一部を構成するガス排気部204bが設けられている。ガス排気部204bは、インナチューブ204内に収容されたウェハ200を挟んで、インナチューブ204内に配設された複数本のガスノズルと対向する位置に設けられている。また、インナチューブ204の周方向におけるガス排気部204bの幅は、インナチューブ204内に配設された複数本のガスノズルにおける両端のガスノズル間の幅よりも広くなるように構成されている。本実施形態において、ガス排気部204bは、ウェハ200を挟んで第1のガスノズル233a及び第2のガスノズル233bと対向する位置（第1のガスノズル233a及び第2のガスノズル233bと180度反対側の位置）に設けられている。また、インナチューブ204の周方向におけるガス排気部204bの幅は、第1のガスノズル233aと第2のガスノズル233bとの間の距離よりも広くなるように構成されている。

40

【0041】

ガス排気部204bの側壁にはガス排気口204aが開設されている。ガス排気口204aは、ウェハ200を挟んで気化ガス噴出口248a及び反応ガス噴出口248bと対向する位置（例えば、気化ガス噴出口248a及び反応ガス噴出口248bと約180度

50

反対側の位置)に開設されている。本実施形態にかかるガス排気口204aは、穴形状であって、複数枚のウエハ200のそれぞれに対応する位置(高さ位置)に開設されている。従って、アウトチューブ203とインナチューブ204とに挟まれる空間203aは、ガス排気口204aを介してインナチューブ204内の空間に連通することになる。なお、ガス排気口204aの穴径は、インナチューブ204内のガスの流量分布や速度分布を適正化するように適宜調整することができ、例えば、下部から上部にわたって同一としてもよく、下部から上部にわたって徐々に大きくしてもよい。

【0042】

また、ガス排気部204bの下端の高さ位置は、処理室201内に搬入されるウエハ200のうち最下端のウエハ200の高さ位置に対応させることが好ましい。同様に、ガス排気部204bの上端の高さ位置は、処理室201内に搬入されるウエハ200のうち最上端のウエハ200の高さ位置に対応させることが好ましい。ウエハ200の存在しない領域にまでガス排気部204bが設けられていると、ウエハ200間を流れるべきガスがウエハ200の存在しない領域に流れてしまい、上述のサイドフロー/サイドベント方式の効果が減少してしまう場合があるからである。

【0043】

(排気ユニット)

マニホールド209の側壁には排気管231が接続されている。排気管231には、上流側から順に、圧力検出器としての圧力センサ245、圧力調整器としてのAPC(Auto Pressure Controller)バルブ231a、真空排気装置としての真空ポンプ231b、排気ガス中から有害成分を除去する除害設備231cが設けられている。真空ポンプ231bを作動させつつ、APCバルブ242の開閉弁の開度を調整することにより、インナチューブ204内を所望の圧力とすることが可能なように構成されている。主に、排気管231、圧力センサ245、APCバルブ231a、真空ポンプ231b、除害設備231cにより、排気ユニットが構成される。

【0044】

上述したように、アウトチューブ203とインナチューブ204とに挟まれる空間203aは、ガス排気口204aを介してインナチューブ204内の空間に連通している。そのため、第1のガスノズル233a或いは第2のガスノズル233bを介してインナチューブ204内にガスを供給しつつ、排気ユニットによりアウトチューブ203とインナチューブ204とに挟まれる空間203aを排気することにより、第1のガス噴出口248a及び第2のガス噴出口248bからガス排気口204aへと向かう水平方向のガス流10が、インナチューブ204内に生成される。

【0045】

(コントローラ)

制御部であるコントローラ280は、ヒータ207、APCバルブ231a、真空ポンプ231b、回転機構267、ポートエレベータ215、開閉バルブ241、MFC242等にそれぞれ接続されている。コントローラ280により、ヒータ207の温度調整動作、APCバルブ231aの開閉及び圧力調整動作、真空ポンプ231bの起動・停止、回転機構267の回転速度調節、ポートエレベータ215の昇降動作、開閉バルブ241の開閉動作、流量コントローラ242の流量調整等の制御が行われる。

【0046】

(基板処理工程)

次に図5を用いて、本発明のLED等の半導体デバイスの製造工程の一つである基板の製造工程の一実施形態を説明する。なお、以下の基板の製造工程は、上述した基板処理装置の夫々の部材をコントローラ280が制御することに行われる。

【0047】

各工程については、後に詳述するが、本実施例における基板処理工程は、主に(1)基板表面をクリーニングする基板表面処理工程、(2)GaNのアモルファス薄膜を形成する初期層形成工程、(3)初期層の上にGaNのエピタキシャル層(以下、「エピ層」と

10

20

30

40

50

呼ぶ。)を形成するエピ層形成工程の順で行われる。

【0048】

ここで、アモルファス薄膜を形成する初期層形成工程において、エピ層形成工程に使用されるガリウムの塩化物の代表である GaCl_3 及び NH_3 を用いると、 GaCl_3 の NH_3 との反応は爆発的であり、また、その成膜レートは $20\text{nm}/\text{min}$ 程度と非常に高速であるため、膜厚の制御性が悪くなる可能性がある。そこで、本実施例では、この膜厚の制御性を考慮し、初期層形成工程において、ガリウム塩化物ガス(例えば GaCl_3)とアンモニアガスを同時に供給せずに、間にパージを挟んで供給するように行う。より具体的には、 GaCl_3 を含むガスを供給し GaCl_3 分子を基板に飽和吸着させるステップ1、不活性ガスを供給、もしくは、真空引きにて、基板に吸着せずに炉内等に残留する GaCl_3 を取り除くステップ2、 NH_3 を含むガスを供給して基板に吸着している GaCl_3 と反応させ GaN 膜を形成するステップ3、不活性ガスを供給、もしくは、真空引きにて炉内に残留する NH_3 を取り除くステップ4のサイクルを繰り返すことにより初期層を形成するようにしている。これにより、エピ層形成工程と同じ原料ガスを用いながらも、膜厚の制御性を向上させることができる。なお、上記4つのステップを1回行うことにより所望の膜厚を実現できるのであれば繰り返す必要はない。

10

【0049】

以下、各工程について詳述する。

(基板搬入工程)

まず、複数枚のウエハ200をポート217に装填(ウエハチャージ)する。そして、複数枚のウエハ200を保持したポート217を、ポートエレベータ215によって持ち上げてインナチューブ204内に搬入(ポートローディング)する。この状態で、シールキャップ219はリング220bを介してマニホールド209の下端をシールした状態となる。

20

【0050】

(減圧及び昇温工程)

続いて、インナチューブ204内(処理室201内)が所望の処理圧力(真空度)となるように、真空ポンプ231bにより排気する。この際、圧力センサ245で測定した圧力に基づき、APCバルブ231aの開度をフィードバック制御する。また、ウエハ200表面が所望の処理温度となるようにヒータ207への通電量を調整する。この際、温度センサが検出した温度情報に基づき、ヒータ207への通電具合をフィードバック制御する。そして、回転機構267により、ポート217及びウエハ200を回転させる。

30

【0051】

なお、減圧及び昇温工程終了時の条件としては、例えば、以下が例示される。

処理圧力：133～13300Pa、好ましくは1330～6650Pa

処理温度：800～1200、好ましくは1000～1050

【0052】

(基板表面処理工程)

次に開閉バルブ241bを開け、水素ガスを第1のガスノズル233aを介して処理室に供給し、基板表面のクリーニングを行う。水素ガスの流量は、MFC242bを制御することにより定められる。

40

【0053】

(初期層形成工程)

続いて、インナチューブ204内(処理室201内)が所望の圧力(真空度)となるように、真空ポンプやAPCバルブ231aを制御する。また、並行して、インナチューブ204内の温度を所望の温度となるように制御する。なお、所望の圧力、及び、温度は、以下が例示される。

処理圧力：20～2660Pa、好ましくは1330Pa、

処理温度：450～650、好ましくは550

【0054】

50

所望の圧力、及び、温度に安定した後、初期層を形成を行うために原料ガスの供給を開始する。本実施例では、まず始めに、開閉バルブ241c、241dを開放し、第2のガスノズル233bを介して、ガリウム塩化物ガス（例えば、 GaCl_3 ）及び、必要であれば希釈用の不活性ガス（例えば、Ar）を供給する（ガリウム原料ガス供給工程）。なお、ガリウム塩化物ガスは、液体状のガリウム塩化物が貯蔵されたタンク245にMFC242e、開閉バルブ241eを介してキャリアガス（例えば、Ar）を供給することにより、タンク内で気化しているガリウム塩化物ガスをキャリアガスとともに運び出すことで供給される。

【0055】

ここで、所定時間、ガリウム塩化物を含むガスを流すことにより、基板表面に GaCl_3 が吸着する。次に開閉バルブ241c、241dを閉じ、真空ポンプ及びAPCバルブ231aを制御することにより、処理室201内にあるガリウム塩化物ガス及び希釈用不活性ガスをパージする（パージ工程）。なお、パージ工程では、不活性ガスを供給してもよい。

10

【0056】

ガリウム塩化物ガスを排気後、開閉バルブ241a、241bを開放し、アンモニアガス（ NH_3 ）、及び、必要であれば水素ガス（ H_2 ）を供給する。 NH_3 ガス及び水素ガスの流量は、MFC242a、242bにより制御される。これにより、基板表面に吸着した GaCl_3 のうち塩素原子が NH_3 の窒素原子と置換され、基板表面にはGaN膜が形成される（アンモニアガス供給工程）。なお、置換された塩素原子は、水素原子と反応し HCl の形で排気される。

20

【0057】

続いて、開閉バルブ241a、241bを閉じ、真空ポンプ及びAPCバルブ231aを制御することにより、処理室201内にあるアンモニア及び水素ガスをパージする（パージ工程）。なお、パージ工程では、不活性ガスを供給してもよい。

【0058】

以上の「ガリウム原料ガス供給工程」「パージ工程」「アンモニアガス供給工程」「パージ工程」の一連の工程を繰り返し行うことで所望の厚さ（例えば、10～100nm、好ましくは20～50nm）の初期層を形成する。なお、初期層は、温度の低い領域で形成されるためアモルファス状態で形成される。

30

【0059】

初期層形成工程における条件の例示は以下の通りである。

GaCl_3 流量 5 ~ 500 sccm
 （キャリアAr 10 ~ 5000 sccm）
 希釈Ar 流量 100 ~ 5000 sccm
 NH_3 流量 100 ~ 50000 sccm
 H_2 流量 100 ~ 50000 sccm

【0060】

（エピ層形成工程）

続いて、インナーチューブ204内（処理室201内）が所望の圧力（真空度）となるように、真空ポンプやAPCバルブ231aを制御する。また、並行して、インナーチューブ204内の温度を所望の温度となるように制御する。なお、所望の圧力、及び、温度は、以下が例示される。

40

処理圧力：20～13300Pa、好ましくは2660Pa、
 処理温度：850～1150、好ましくは1050

【0061】

所望の圧力、及び、温度に安定した後、開閉バルブ241a、241b、241c、241dを開放することにより、ガリウム塩化物ガス、希釈用不活性ガス、アンモニアガス、水素ガスを並行して供給する。これにより、ガリウム塩化物ガス及びアンモニアガスが反応し、初期層形成時と比較して速い速度でGaNエピタキシャル層（以下、「エピ層」

50

と呼ぶ。」が形成される。エピ層形成工程は、所望の厚さのエピ層が形成されるまで続けられる。

【0062】

エピ層形成工程における条件の例示は以下の通りである。

圧力 20 ~ 13300 Pa

温度 850 ~ 1150

GaCl₃ 流量 5 ~ 500 sccm

(キャリア Ar 10 ~ 5000 sccm)

希釈 Ar 流量 100 ~ 50000 sccm

NH₃ 流量 100 ~ 50000 sccm

H₂ 流量 100 ~ 50000 sccm

10

【0063】

(昇圧工程、基板搬出工程)

ウエハ200上に所望の厚さのGaN膜を形成した後、APCバルブ231aの開度を小さくし、プロセスチューブ205内(インナチューブ204内及びアウトチューブ203内)の圧力が大気圧とする。そして、基板搬入工程とほぼ逆の手順により、成膜済のウエハ200をインナチューブ204内から搬出する。

【0064】

以上の工程により基板上にGaN膜を形成することにより、基板を縦方向に並べ処理を行う、所謂縦型バッチ式基板処理装置により、GaN膜を形成することが可能となり、生産性が向上する。

20

【0065】

<第二の実施形態>

次に本発明の第二の実施形態について図6を用いて説明する。第二の実施形態は、第一の実施形態に対し、初期層形成工程が異なるので、その点を中心に説明する。

【0066】

図6に示すように第二の実施形態における初期層形成工程は、処理室内をアンモニア雰囲気とするステップ1、ガリウム塩化物ガス(例えばGaCl₃)を供給し、基板上にGaN膜を形成するステップ2、NH₃を含むガスを供給してステップ2にて形成されたGaN膜内の残留塩素を除去するステップ3、不活性ガスを供給、もしくは、真空引きにて炉内に残留するNH₃やGaN膜表面の残留ガスを取り除くステップ4のサイクルを繰り返すことにより初期層を形成するようにしている。

30

【0067】

即ち、まず処理室内をアンモニア雰囲気としてから、ガリウム塩化物ガスを供給し、基板表面にアモルファス状態のGaN膜を形成する。このようにアンモニア雰囲気中にガリウム塩化物ガスを供給することで、ガリウム塩化物ガスに含まれるガリウムの量が反応(成膜量)のベースとなるため、ガリウム塩化物ガスの量を制御することで成膜レートを調整でき、膜厚制御性が向上する。その後、ガリウム塩化物ガスの供給を停止し、更に、アンモニアガスを供給する。これにより、アンモニアから脱離した水素によりGaN膜内の残留水素を除去して、GaN膜中のCl濃度を下げることができ、膜質の向上を図ることができる。また、上述の通り、ガリウム塩化物ガスの量により成膜レートを制御することになるが、ガリウム塩化物ガスの供給を停止すると共にアンモニアガスの供給を継続することで、反応し切れなかったガリウムについても反応を促すことができ、膜厚制御性が向上する。更に、パージ工程を行い、反応室内を排気することで、反応室内の雰囲気や膜表面に付着する残留ガスを脱去することができる。従って、再度、ステップ1に戻った際に処理室内の雰囲気の制御が容易となり、膜厚及び膜質の制御性が向上する。

40

【0068】

続いて、第二の実施形態の初期層形成工程について具体的に説明する。まず、インナチューブ204内(処理室201内)が所望の圧力(真空度)となるように、真空ポンプやAPCバルブ231aを制御する。また、並行して、インナチューブ204内の温度

50

を所望の温度となるように制御する。なお、所望の圧力、及び、温度は、以下が例示される。

処理圧力：20～2660 Pa、好ましくは1330 Pa、

処理温度：450～650、好ましくは550

【0069】

所望の圧力、及び、温度に安定した後、初期層を形成を行うために原料ガスの供給を開始する。本実施例では、まず始めに、開閉バルブ241a、241bを開放し、第1のガスノズル233aを介して、アンモニアガス、及び、必要であれば希釈用の水素ガスを供給し、処理室内をアンモニア雰囲気とする（ステップ1：アンモニア前供給工程）。

【0070】

次に、開閉バルブ241a、241bは開放したまま、開閉バルブ241c、241dを開放し、ガリウム塩化物ガス、アンモニアガス、水素ガス、希釈用不活性ガスを処理室内に供給する（ステップ2：ガリウム原料ガス供給工程）。これにより、基板表面にアモルファス状態のGaN膜が形成される。なお、本実施形態では、上述したように、ガリウム塩化物ガスの量により成膜レートを調整する。従って、開閉バルブ241dの下流側に流量制御部（マスフローコントローラ）を設けても良い。

【0071】

続いて、所定時間、ガリウム塩化物ガスを供給した後、開閉バルブ241a、241bは開放したまま、開閉バルブ241c、241dを閉じ、ガリウム塩化物ガスの供給を停止しつつ、アンモニアガスの供給を継続する（ステップ3：アンモニア後供給工程）。これにより、GaN膜中のCl濃度を下げることができ、膜質の向上を図ることができる。また、反応し切れなかったガリウムについても反応を促すことができ、膜厚制御性が向上する。

【0072】

更に、開閉バルブ241a、241bを閉じ、真空ポンプ及びAPCバルブ231aを制御することにより、処理室201内にあるアンモニア及び水素ガスをパージする（ステップ4：パージ工程）。なお、パージ工程では、不活性ガスを供給してもよい。

【0073】

以上の“アンモニア前供給工程” “ガリウム原料供給工程” “アンモニア後供給工程” “パージ工程”の一連の工程を繰り返し行うことで所望の厚さ（例えば、10～1000nm、好ましくは20～50nm）の初期層を形成する。なお、初期層は、温度の低い領域で形成されるためアモルファス状態で形成される。

【0074】

初期層形成工程における条件の例示は以下の通りである。

GaCl₃ 流量 5 ～ 500 sccm

（キャリアAr 10 ～ 5000 sccm）

希釈Ar 流量 100 ～ 50000 sccm

NH₃ 流量 100 ～ 50000 sccm

H₂ 流量 100 ～ 50000 sccm

【0075】

なお、図6では、アンモニアガスの流量を変更せずに供給を継続しているが、アンモニア後供給工程において、アンモニアガスの供給量を増やすことで、アンモニア後供給工程の時間を短くすることが可能である。

【0076】

以上のように、第二の実施形態では、ステップ2において、アンモニア雰囲気とされた処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する。従って、反応ガスの混合により急激な反応が起こる可能性が有るが、ガリウム塩化物ガスが常にアンモニア雰囲気では供給されることから、圧力やガリウム塩化物ガスの流量、時間を調整することにより、成膜速度を調整する事が可能となる。また、条件によっては第一の実施形態のシーケンスよりも成膜速度向上も可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

以上、実施例に従って本発明を説明してきたが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。例えば、本発明は、所謂縦型バッチ式基板処理装置を用いたGaN膜の形成を検討する過程において創生されたものであるため、縦型バッチ式基板処理装置を例示して説明した。しかしながら、一枚ずつ処理する所謂枚葉式装置や、平面状に複数の基板を並べる多枚葉式装置であっても、ガリウム塩化物ガスとアンモニアガスの爆発的な反応速度を考慮すれば、本発明の初期層形成工程を用いると面内の膜厚制御性が向上すると考えられる。

【 0 0 7 8 】

以下、本実施例に含まれる発明の態様を例示する。

10

(付 記 1)

基板を処理室内に搬入する搬入工程と、

前記処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する第1ステップと、前記処理室から前記ガリウム塩化物ガスをパージする第1パージステップと、前記第1パージステップの後に前記処理室内にアンモニアガスを供給する第2ステップと、前記処理室から前記アンモニアガスをパージする第2パージステップとを有する初期膜形成工程と、

前記初期膜形成工程の後に、前記処理室内に前記ガリウム塩化物ガスと前記アンモニアガスを同時に供給し、エピタキシャル膜を形成するエピ膜形成工程とを具備する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、ガリウム塩化物ガスとアンモニアガスを用いた場合であっても初期層の膜厚制御性を向上させることができる。

20

【 0 0 7 9 】

(付 記 2)

付記1において、前記初期膜工程における処理温度は、前記エピ膜形成工程における処理温度より低い基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、初期膜をアモルファス状態で形成することができる。

【 0 0 8 0 】

(付 記 3)

付記1または付記2において、前記初期膜形成工程の第1ステップでは、希釈用の不活性ガスを更に供給し、前記初期膜形成工程の第2ステップでは、水素ガスを更に供給する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

30

これにより、ガリウム塩化物ガス、及び、アンモニアガスの濃度を調整することが可能となる。

【 0 0 8 1 】

(付 記 4)

付記1から付記3のいずれか一つにおいて、前記基板は、前記処理室内において高さ方向に複数並んで配置され、前記ガリウム塩化物ガスは、前記複数の基板が並んで配置される方向に延在する第1のガスノズルを介して供給され、前記アンモニアガスは、前記複数の基板が並んで配置される方向に延在する第2のガスノズルを介して供給される基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

40

これにより、多数の基板を一括して処理できるようになるため生産性が向上する。

【 0 0 8 2 】

(付 記 5)

付記1から付記4のいずれか一つにおいて、前記初期膜形成工程の前に、前記処理室内に水素ガスを供給し、前記基板表面をクリーニングする基板表面処理工程を更に有する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、基板表面をきれいにすることができ、高品質なGaN膜を形成できる。

【 0 0 8 3 】

(付 記 6)

基板を処理室内に搬入する搬入工程と、

50

前記処理室内へアンモニアガスを供給し、アンモニア雰囲気とする第1ステップと、前記アンモニア雰囲気とされた処理室内にガリウム塩化物ガスを供給する第2ステップと、前記ガリウム塩化物ガスの供給を停止する第3ステップとを有する初期膜形成工程と、

前記初期膜形成工程の後に、前記処理室内に前記ガリウム塩化物ガスと前記アンモニアガスを同時に供給し、エピタキシャル膜を形成するエピ膜形成工程とを具備する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、ガリウム塩化物ガスとアンモニアガスを用いた場合であっても初期層の膜厚制御性を向上させることができる。

より具体的には、第2ステップにおいて、アンモニア雰囲気とされた処理室内にガリウム塩化物ガスを供給するため反応ガスの混合により急激な反応が起こる可能性が有るが、ガリウム塩化物ガスが常にアンモニア雰囲気で供給されることから、圧力やガリウム塩化物ガスの流量、時間を調整することにより、成膜速度を調整する事が可能となる。また、条件によっては付記1のシーケンスよりも成膜速度向上も可能である。

【0084】

(付記7)

付記6において、前記第3ステップは、前記アンモニアガスを前記処理室内に供給する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、アンモニア及び、アンモニアから脱離した水素により、GaN膜内の残留塩素を除去して、GaN膜中のCl濃度を下げることができ、膜質の向上を図ることができる。また、反応し切れなかったガリウムについてもNH₃フローにより、反応を促すことができ、膜厚制御性が向上する。

【0085】

(付記8)

付記6又は付記7において、前記第3ステップの後に、前記処理室内の雰囲気を排気する第4ステップを有する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、反応室内を排気することで、反応室内の雰囲気や膜表面に付着する反応ガス及び、残留ガスを脱去することができ、更に膜中残留物を低減させることで膜質の向上が期待できる。

【0086】

(付記9)

付記6から付記8のいずれか一つにおいて、前記初期膜形成工程における処理温度は、前記エピ膜形成工程における処理温度より低い基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、初期膜をアモルファス状態で形成することができる。

【0087】

(付記10)

付記6から付記9のいずれか一つにおいて、前記初期膜形成工程の第1及び第3ステップでは、水素ガスを更に供給し、前記初期膜形成工程の第2ステップでは、希釈用の不活性ガス及び水素ガスを更に供給する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、ガリウム塩化物ガス、及び、アンモニアガスの濃度を調整することが可能となる。

【0088】

(付記11)

付記6から付記10のいずれか一つにおいて、前記基板は、前記処理室内において高さ方向に複数並んで配置され、前記ガリウム塩化物ガスは、前記複数の基板が並んで配置される方向に延在する第1のガスノズルを介して供給され、前記アンモニアガスは、前記複数の基板が並んで配置される方向に延在する第2のガスノズルを介して供給される基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、多数の基板を一括して処理できるようになるため生産性が向上する。

【0089】

10

20

30

40

50

(付記 1 2)

付記 6 から付記 1 1 のいずれか一つにおいて、前記初期膜形成工程の前に、前記処理室内に水素ガスを供給し、前記基板表面をクリーニングする基板表面処理工程を更に有する基板の製造方法又は半導体デバイスの製造方法。

これにより、基板表面を清浄化にすることができ、高品質な GaN 膜を形成できる。

【0090】

(付記 1 3)

基板処理領域を有し、該基板処理領域で複数の基板を処理する処理室と、前記基板処理領域を加熱維持する加熱装置と、前記基板処理領域内に第 1 ガス供給口が設けられ、該第 1 ガス供給口から前記処理室内へガリウム塩化物ガスを供給する第 1 ガス供給系と、

前記基板処理領域内に第 2 ガス供給口が設けられ、該第 2 ガス供給口から前記処理室内へアンモニアガスを供給する第 2 ガス供給系と、を具備し、

前記複数の基板は、高さ方向に並んで配置され、

前記第 1 ガス供給系は、前記処理室内に設けられ、前記高さ方向に延在する第 1 のガスノズルを有し、

前記第 2 ガス供給系は、前記処理室内に設けられ、前記高さ方向に延在する第 2 のガスノズルを有する基板処理装置。

これにより、多数の基板を一括して処理できるようになり、生産性が向上する。

【0091】

(付記 1 4)

付記 1 3 において、

前記第 1 ガス供給系及び第 2 ガス供給系を制御するコントローラと、

前記処理室内の雰囲気を排気する排気系を更に具備し、

前記コントローラは、前記複数の基板に前記第 1 ガス供給系から前記ガリウム塩化物ガスを供給し、その後、前記処理室をパージし、その後、前記第 2 ガス供給系から前記アンモニアガスを供給し、その後、前記処理室をパージするように前記第 1 ガス供給系、前記第 2 ガス供給系、及び、前記排気系を制御し、更に、その後、前記第 1 ガス供給系から前記ガリウム塩化物ガスを供給するとともに前記第 2 ガス供給系から前記アンモニアガスを供給するように前記第 1 及び第 2 ガス供給系を制御する基板処理装置。

これにより、ガリウム塩化物ガスとアンモニアガスを用いた場合であっても初期層の膜厚制御性を向上させることができる。

【0092】

(付記 1 5)

付記 1 3 において、

前記第 1 ガス供給系及び第 2 ガス供給系を制御するコントローラと、

前記処理室内の雰囲気を排気する排気系を更に具備し、

前記コントローラは、前記複数の基板に前記第 2 ガス供給系から前記アンモニアガスを供給し、その後、前記第 1 ガス供給系から前記ガリウム塩化物ガスを前記アンモニアガス雰囲気となっている前記処理室に供給し、その後、前記ガリウム塩化物ガスの供給を停止すると共に前記アンモニアガスを前記処理室に供給するように前記第 1 ガス供給系、及び、前記第 2 ガス供給系を制御する基板処理装置。

これにより、ガリウム塩化物ガスとアンモニアガスを用いた場合であっても初期層の膜厚制御性を向上させることができる。

【符号の説明】

【0093】

101 : 基板処理装置、200 : ウエハ(基板)、201 : 処理室、201a : 予備室、203 : アウタチューブ、204 : インナチューブ、204a : ガス排気口、204b : ガス排気部、205 : プロセスチューブ、233a : 気化ガスノズル、233b : 反応ガスノズル、248a : 気化ガス噴出口、248b : 反応ガス噴出口、280 : コントロ

10

20

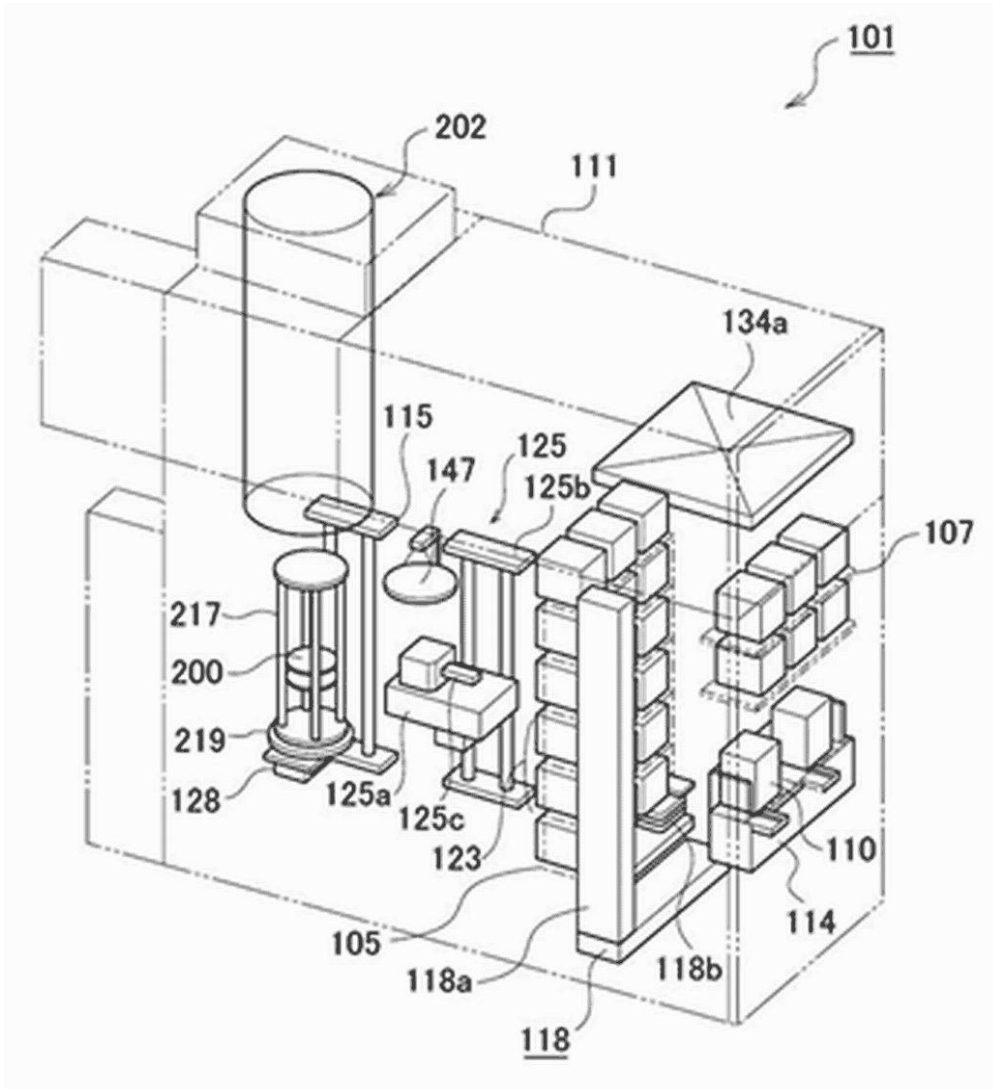
30

40

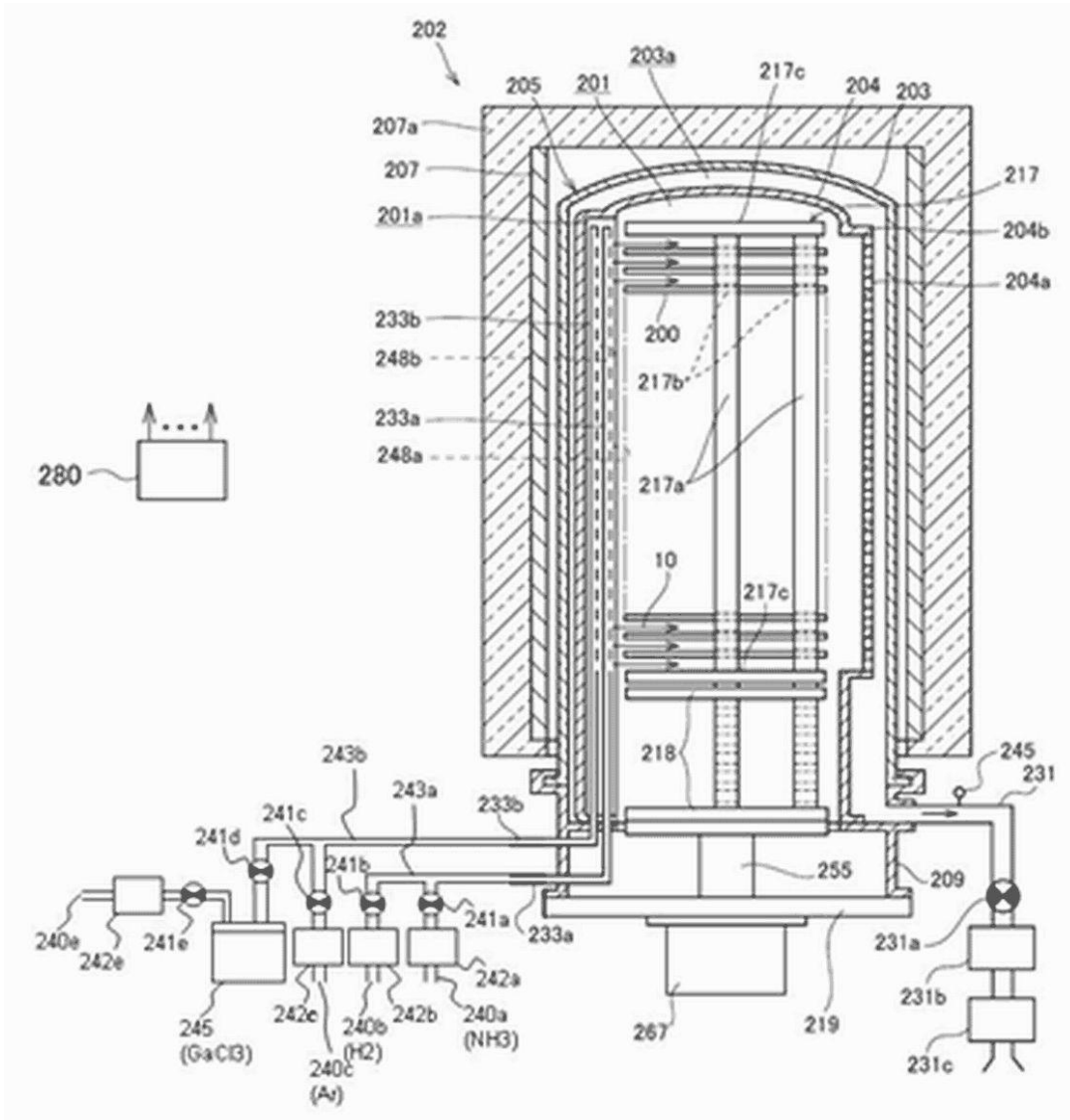
50

ーラ（制御部）

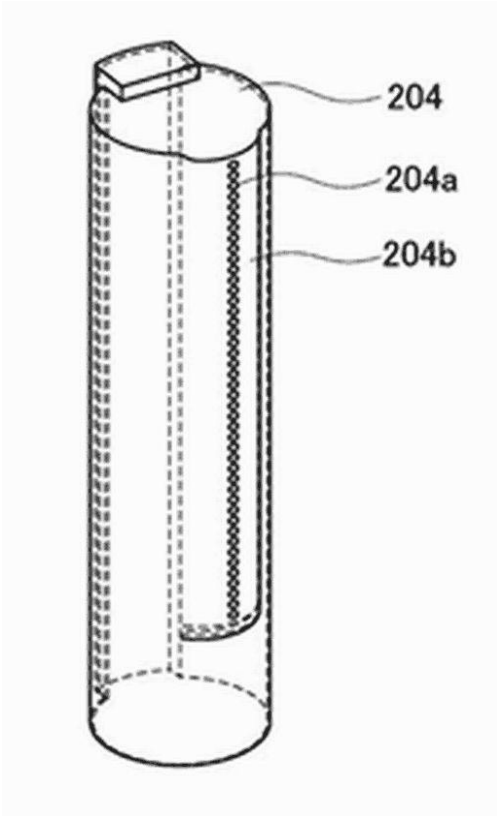
【 図 1 】



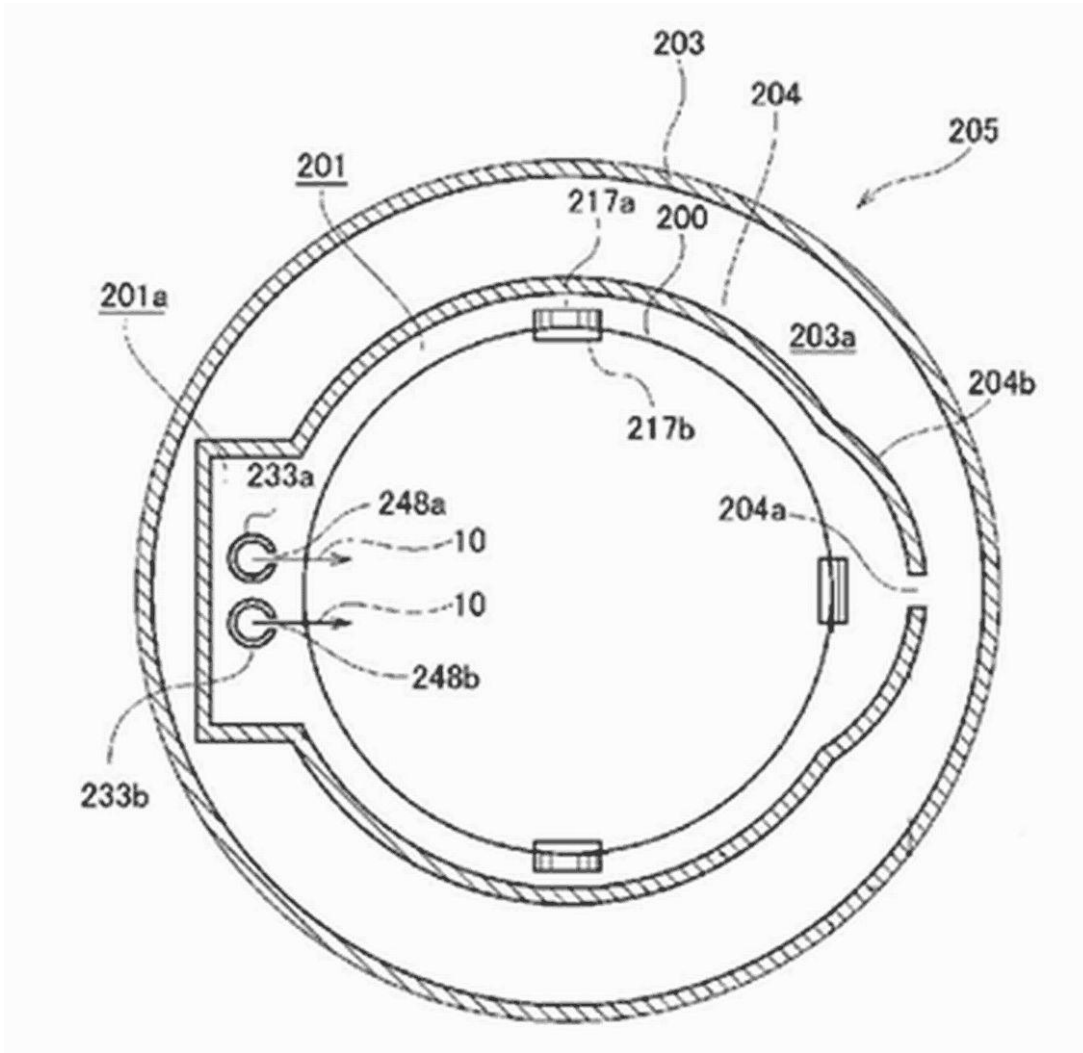
【 図 2 】



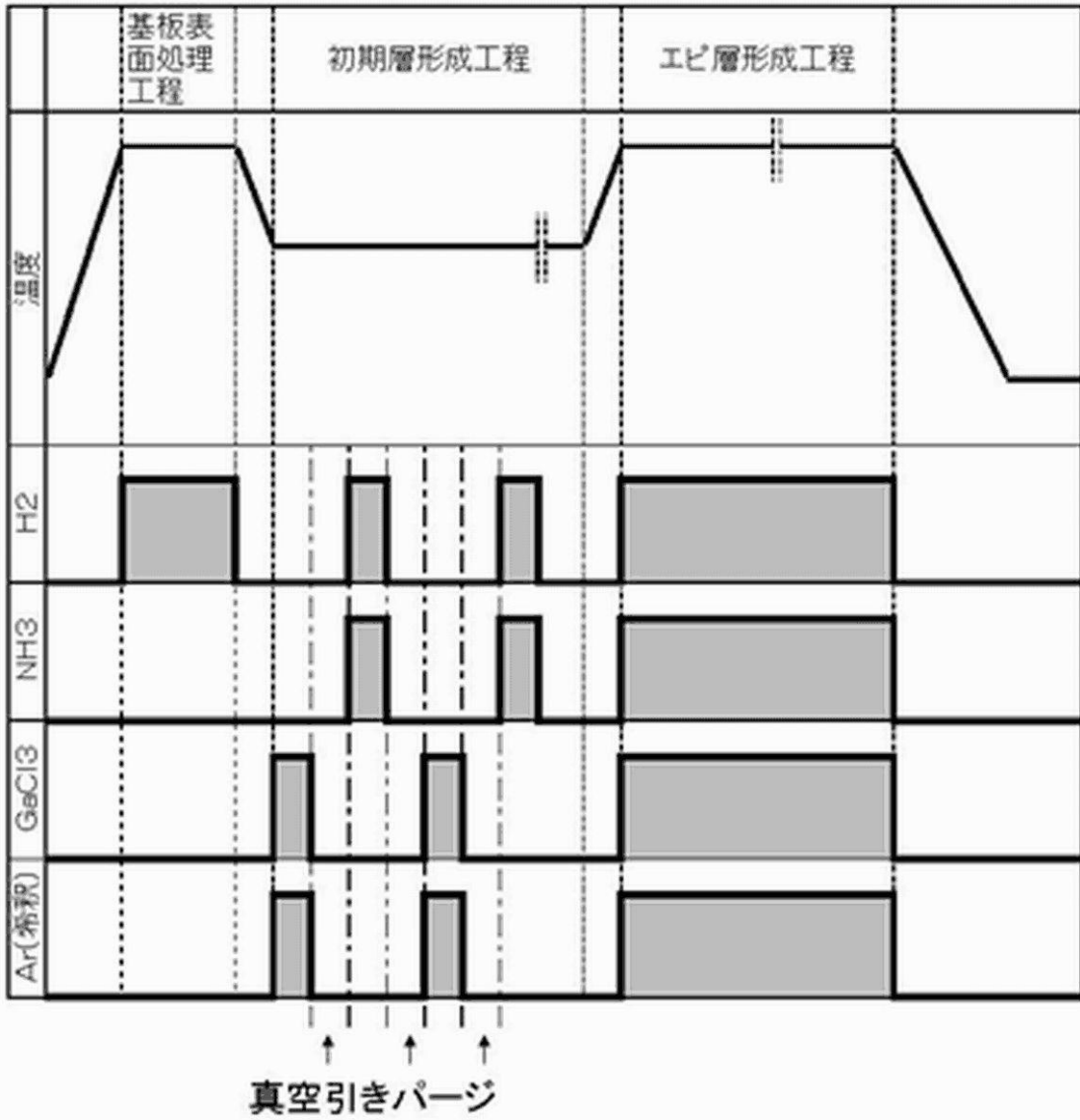
【 図 3 】



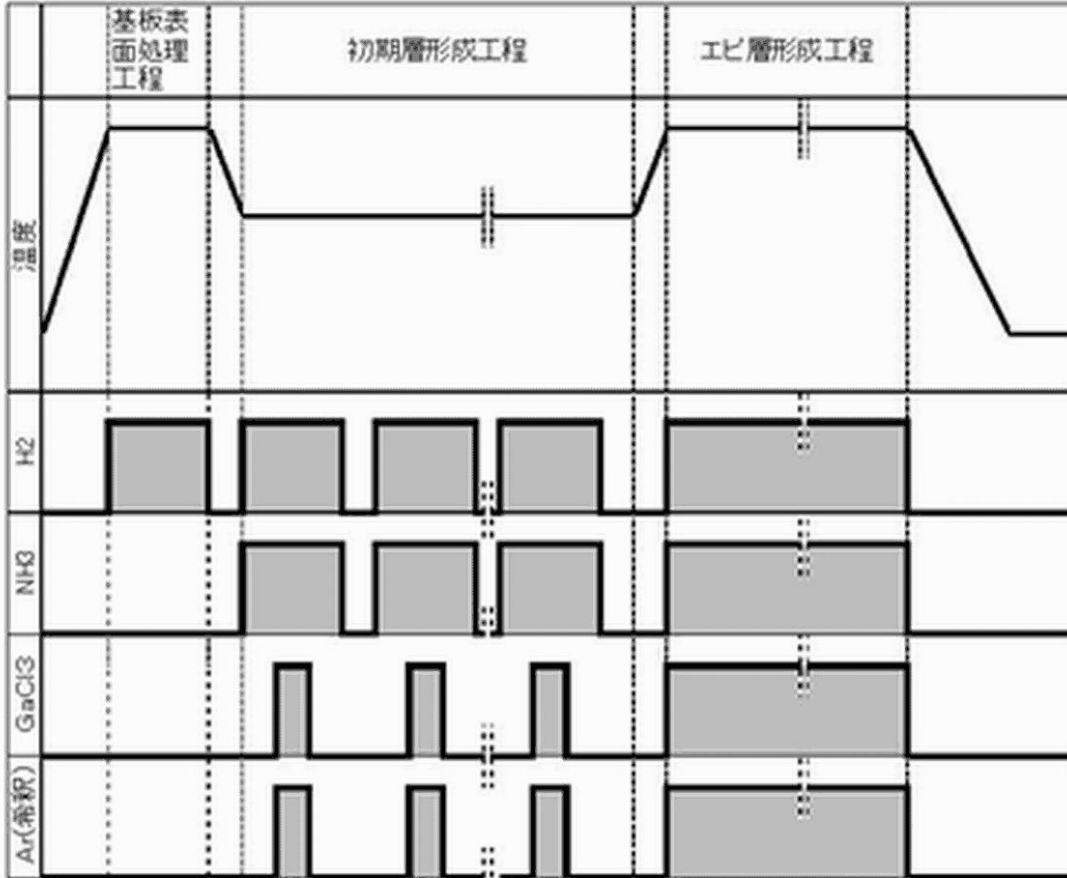
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 野口 陽平
富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内
- (72)発明者 中村 直人
富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内
- (72)発明者 谷口 武志
富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内
- (72)発明者 小清水 隆史
富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内

Fターム(参考) 4K030 AA03 AA13 AA17 BA08 BA38 BB02 DA02 EA06 FA10 HA01
JA10 KA41 LA14
5F045 AA06 AB14 AC03 AC12 AD12 AD13 AD14 AD15 AD16 AE21
AE23 AE25 AF03 AF09 BB08 DA52 DA63 DP19 EB15 EF03
EF08 EK06 HA03 HA22