

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4647595号
(P4647595)

(45) 発行日 平成23年3月9日 (2011.3.9)

(24) 登録日 平成22年12月17日 (2010.12.17)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/205 (2006.01)

C 2 3 C 16/458 (2006.01)

C 2 3 C 16/46 (2006.01)

HO 1 L 21/205

C 2 3 C 16/458

C 2 3 C 16/46

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-510194 (P2006-510194)	(73) 特許権者	502362758
(86) (22) 出願日	平成17年2月15日 (2005.2.15)		J X 日鉱日石金属株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/002225		東京都千代田区大手町二丁目6番3号
(87) 国際公開番号	W02005/081298	(74) 代理人	100090033
(87) 国際公開日	平成17年9月1日 (2005.9.1)		弁理士 荒船 博司
審査請求日	平成19年11月30日 (2007.11.30)	(72) 発明者	清水 英一
(31) 優先権主張番号	特願2004-49125 (P2004-49125)		日本国埼玉県戸田市新曽南3丁目17番3
(32) 優先日	平成16年2月25日 (2004.2.25)		5号 日鉱金属株式会社 戸田工場内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	牧野 修仁
			日本国埼玉県戸田市新曽南3丁目17番3
			5号 日鉱金属株式会社 戸田工場内
		(72) 発明者	川辺 学
			日本国埼玉県戸田市新曽南3丁目17番3
			5号 日鉱金属株式会社 戸田工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気相成長装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

密閉可能な反応炉と、該反応炉内に設置され表側に複数枚のウェハを保持するためのウェハ載置部を同一円周上に複数個有するウェハ収容手段と、ウェハに向けて原料ガスを供給するためのガス供給手段と、前記ウェハを加熱するための加熱手段と、前記ウェハ収容手段と略同一の大きさで前記ウェハ収容手段を保持するとともに前記加熱手段からの熱を均一化する均熱手段と、を少なくとも備え、

前記反応炉内において前記加熱手段により前記均熱手段及び前記ウェハ収容手段を介してウェハを加熱しつつ、高温状態で原料ガスを供給することにより、前記ウェハ表面に成長膜を形成する気相成長装置であって、

前記ウェハ収容手段は、裏側に該ウェハ収容手段の中心を頂点とするドーム状に窪んだ凹部が形成されていることを特徴とする気相成長装置。

【請求項 2】

前記ウェハ収容手段に設けられた前記凹部の高さをH、直径をDとすると、高さとの比H/Dは、0.01～2.10%であることを特徴とする請求項1に記載の気相成長装置。

【請求項 3】

前記高さと直径の比H/Dは、0.50～1.50%であることを特徴とする請求項2に記載の気相成長装置。

【請求項 4】

前記ウェハ収容手段に設けられた前記凹部の高さHは、0.02～3.00mmであることを特徴とする請求項2または3の何れかに記載の気相成長装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウェハを加熱しながら高温状態で原料ガスを供給することによりウェハ表面に化合物半導体等の薄膜を気相成長させるための気相成長装置に係り、特に、ウェハの面内温度分布の均一化を図る技術に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、気相成長法は産業界の様々な分野で利用されている。この気相成長法においては、ウェハ上に成長させた薄膜の面内全域にわたって膜厚、組成及びドーピング濃度が均一であることはいうまでもなく必須項目である。そして、面内全域にわたる膜厚等の均一化の実現手段には種々の方法が考えられるが、ウェハを加熱する際の均熱化が最も重要な要素技術とされている。

【0003】

図5は、従来の一般的な気相成長装置の構成例を示す断面図である。図5に示すように、気相成長装置100は、反応炉1と、ウェハ2を配置するウェハホルダ3と、ウェハホルダ3を載置するサセプタ4と、サセプタ4の下側に設けられた加熱ヒータ5と、ウェハホルダ3及びサセプタ4を回転自在に支持する回転機構6と、原料ガスやキャリアガスを供給するガス導入管7と、未反応ガスを排気するガス排気管8等で構成される。

【0004】

図6はウェハホルダ3の詳細な構成を示す拡大図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図である。ウェハホルダ3は、その片面にウェハ2を配置するための円形のポケット孔3aを同一円周上に複数個(図6では6個)形成され、反対側の面でサセプタ4と接触するように構成されている。

【0005】

なお、サセプタ4は加熱ヒータ5からの熱を均一に伝達するために熱伝導率の高い材質(例えばモリブデン等)で構成される。また、ウェハホルダ3にも熱伝導率の高いグラファイトやモリブデン等が用いられるのが一般的である。

【0006】

上述の構成をした気相成長装置においては、加熱ヒータ5でサセプタ4の下側から加熱することによりサセプタ4、ウェハホルダ3を介してウェハ2に熱を伝え、ウェハ2を所定の温度まで上昇させる。また、サセプタ4を回転機構6により所定の回転数で回転させることにより、ガス導入管7より導入した原料ガスやキャリアガスをウェハ2表面に均等に供給しながら薄膜の気相成長を行う。

【0007】

また、図5, 6では、ウェハ2を載置するウェハホルダ3を1つの部材で構成しているが、複数のウェハを載置する場合、それぞれのウェハに対応して複数のウェハホルダを設け、サセプタの所定の位置に前記複数のウェハホルダを載置するようにした気相成長装置も提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【特許文献1】特開平11-8119号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述したような気相成長装置100においては、ウェハ2を含むウェハホルダ3全体において、ウェハ2と平行な面における面内温度分布に大きなむらが生じることが判明した。また、ウェハホルダ自体の温度分布を調査したところ、ウェハホルダ表面の中心部の温度は周縁部の温度よりも高くなっている(例えば15℃以上)ことも判明した。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

これは、主に加熱ヒータ5の加熱方式や設置位置、又はサセプタ4、ウェハホルダ3、及びウェハ2の熱伝達率（熱拡散率）の違いや接触熱抵抗によるものと考えられる。つまり、サセプタ4とウェハホルダ3、ウェハホルダ3とウェハ2のような固体同士の接触は完全な面接触とはならず、不連続な面接触となる（点接触の集合となる）ため、それぞれの境界面における熱抵抗が不均一となりウェハホルダ3（ウェハ2を含む）の温度分布の悪化を引き起こしていると考えられる。その結果、従来の気相成長装置ではウェハ2の面内温度分布が不均一となってしまう、ウェハ2の面内全域において均一性に優れた薄膜を気相成長させるのは困難であった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、ウェハの面内温度分布を改善することで、ウェハの面内全域において良好な均一性を有する薄膜を気相成長させることができる気相成長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】

【 0 0 1 1 】

本発明は、密閉可能な反応炉と、該反応炉内に設置され表側に複数枚のウェハを保持するためのウェハ載置部（ポケット孔）を同一円周上に複数個有するウェハ収容手段（ウェハホルダ）と、ウェハに向けて原料ガスを供給するためのガス供給手段（ガス導入管）と、前記ウェハを加熱するための加熱手段（加熱ヒータ）と、前記ウェハ収容手段を保持するとともに前記加熱手段からの熱を均一化する均熱手段（サセプタ）と、を少なくとも備え、前記反応炉内において前記加熱手段により前記均熱手段及び前記ウェハ収容手段を介してウェハを加熱しつつ、高温状態で原料ガスを供給することにより、前記ウェハ表面に成長膜を形成する気相成長装置において、前記ウェハ収容手段の裏側にドーム状に窪んだ凹部を形成するようにしたものである。

【 0 0 1 2 】

これにより、ウェハ収容手段と均熱手段との間に熱伝導率の低い気体で満たされた空間が形成され、該空間が大きいほど、すなわちドーム状凹部の中心部（ウェハ収容手段の中心部）ほど熱の伝達効率が悪くなることとなる。したがって、従来のウェハ収容手段では中心部ほど温度が高くなっていたのを、本発明のウェハ収容手段によれば中心部と周縁部の温度差を小さくすることができる。

【 0 0 1 3 】

また、前記ウェハ収容手段に設けられたドーム状凹部の高さをH、直径をDとしたときに、高さとの比 H/D が $0.01 \sim 2.00\%$ となるようにした。より好ましくは、前記ドーム状凹部の高さとの比 H/D を $0.50 \sim 1.50\%$ となるようにする。これにより、ウェハ収容手段の表面における中心部と周縁部との温度差を 10°C 以下とすることができる。

【 0 0 1 4 】

また、前記ウェハ収容手段に設けられたドーム状凹部の高さHは $0.01 \sim 3.00\text{mm}$ とするのが望ましい。これにより、ドーム状凹部により形成される空間が制限されるので、空間により熱伝達効率が低下するのを最小限に抑えることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、ウェハ収容手段の裏側にドーム状に窪んだ凹部を形成するようにしたので、ウェハ収容手段の中心部と周縁部の温度差は小さくなり、ウェハ収容手段に載置されたウェハに対して熱が均一に伝達されることとなる。この結果、ウェハの面内全域における温度は均一となるので、良好な均一性を有する薄膜を気相成長させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図1】実施形態の気相成長装置の概略構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2】実施形態のウェハホルダ 3 の詳細な構成を示す拡大図であり、(a) 上面図と (b) 断面図である。

【図 3】ウェハホルダ 3 に形成されたドーム状凹部 3 b の高さ H (mm) とウェハホルダ表面における温度差 T () との関係を示すグラフである。

【図 4】ドーム状凹部 3 b の高さ H と直径 D の比 H/D とウェハホルダ表面における温度差 T () との関係を示すグラフである。

【図 5】従来の気相成長装置の概略構成を示す断面図である。

【図 6】従来のウェハホルダ 3 の詳細な構成を示す拡大図であり、(a) 上面図と (b) 断面図である。

【符号の説明】

10

【 0 0 1 7 】

- 1 反応炉
- 2 ウェハ
- 3 ウェハホルダ (ウェハ収容手段)
- 3 a ポケット孔
- 3 b ドーム状凹部
- 3 c 接触部
- 4 サセプタ (均熱手段)
- 5 加熱ヒータ (加熱手段)
- 6 回転機構
- 7 ガス導入管 (ガス供給手段)
- 8 ガス排気管

20

1 0 0 気相成長装置

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 8 】

以下に本発明に係る気相成長装置 (MOCVD 装置) の一実施形態について図面を参照して説明する。なお、本発明は、以下の実施例により何ら限定されるものでないのはいふまでもない。

【 0 0 1 9 】

図 1 は、本実施形態に係る気相成長装置の構成例を示す断面図である。また、図 2 はウェハホルダ 3 の詳細な構成を示す拡大図であり、(a) は平面図、(b) は (a) の A - A 線に沿った断面図である。

30

【 0 0 2 0 】

図 1、2 に示すように、気相成長装置 1 0 0 は、反応炉 1 と、ウェハ 2 を配置するウェハ収容手段としてのウェハホルダ 3 と、ウェハホルダ 3 を保持するとともに加熱手段からの熱を均一化する均熱手段としてのサセプタ 4 と、サセプタ 4 の下側に設けられた加熱ヒータ 5 と、ウェハホルダ 3 及びサセプタ 4 を回転自在に支持する回転機構 6 と、原料ガスやキャリアガスを供給するガス導入管 7 と、未反応ガスを排気するガス排気管 8 等で構成される。

【 0 0 2 1 】

40

この気相成長装置 1 0 0 の各壁体は例えばステンレスで構成される。また、ガス導入管 7 は上側壁体中央部に設置され、例えば、トリメチルインジウム (TMI)、トリメチルアルミニウム (TMAI)、トリメチルガリウム (TMG) 等の第 1 3 (3 B) 族原料ガスと、アルシン (AsH₃)、ホスフィン (PH₃) 等の第 1 5 (5 B) 族原料ガスと、キャリアガスとしての水素 (H₂) 等の不活性ガスと、を反応炉内に導入する。

【 0 0 2 2 】

ウェハホルダ 3 は、円盤状に成型された部材でなり、その片面にウェハ 2 を配置するための円形のポケット孔 3 a を同一円周上に複数個 (図 2 では 6 個) 形成され、反対面でサセプタ 4 と接触するように構成される。また、本実施形態のウェハホルダ 3 は、サセプタ 4 と接する側の面に周縁から所定の間隔をおいてドーム状に窪んだ凹部 3 b を形成されて

50

おり、ウェハホルダ 3 とサセプタ 4 は周縁部の接触面 3 c で接触している。

【 0 0 2 3 】

サセプタ 4 は、加熱ヒータ 5 からの熱を均等に伝達するために熱伝導率の高い材質（例えばモリブデン等）で構成され、回転機構 6 により回転可能に支持されている。また、サセプタ 4 の下側にはウェハ 2 を加熱するための加熱ヒータ 5 が同心円状に配設されている。

【 0 0 2 4 】

ガス導入管 7 は反応炉 1 の上壁に、また、ガス排気管 8 は反応炉 1 の底壁に設置される。ガス導入管 7 を介して導入口より反応炉 1 内に導入された原料ガスは、反応炉の上流側で分解され下流側に流れてウェハ 2 上に薄膜を形成し、未反応の原料ガスはキャリアガスと共に排気口を介してガス排気管 8 から外部へ排出される。

【 0 0 2 5 】

また、図には示さないが、例えば回転機構 6 の外周及び反応炉の下側壁面外壁には水冷ジャケットが設けられ、これらの水冷ジャケット及び加熱ヒータ 5 で反応炉 1 内の温度を制御している。

【 0 0 2 6 】

上述した構成をした気相成長装置 1 0 0 においては、加熱ヒータ 5 でサセプタ 4 の下側から加熱することにより、サセプタ 4、ドーム状の凹部 3 b により形成された空間、ウェハホルダ 3 を介してウェハ 2 に熱が伝わり、ウェハ 2 を所定の温度まで上昇させる。また、サセプタ 4 を回転機構 6 により所定の回転数で回転させることにより、ガス導入管 7 より導入した原料ガスやキャリアガスをウェハ 2 表面に均等に供給して薄膜を気相成長させる。

【 0 0 2 7 】

本実施形態のウェハホルダ 3 は、例えば、直径 1 8 0 m m , 厚さ 1 0 m m で、表面に設けられたポケット孔 3 a は直径 5 0 m m , 高さ 0 . 5 m m で、裏面に設けられたドーム状凹部 3 b は直径 (D) 1 7 0 m m , 高さ (H) 1 . 7 m m である。つまり、ウェハホルダ 3 の裏面側に設けられた凹部 3 b は、その高さ (H) と直径 (D) の比 H / D が 1 . 0 % となるようにしている。

【 0 0 2 8 】

ウェハホルダ 3 をこのような形状とすることにより、ウェハホルダ 3 とサセプタ 4 との間に空間が形成され、ドーム状凹部 3 b の中心部ほど熱の伝達が悪くなる。したがって、従来はウェハホルダ 3 の中心部ほど温度が高くなっていたが、本実施形態ではウェハホルダ 3 の中心部と周縁部の温度差が格段に小さくなる。その結果、ウェハホルダ 3 に載置されるウェハ 2 へ熱が均一に伝達されることとなり、ウェハ 2 の面内温度分布の均一化を図ることができる。

【 0 0 2 9 】

実際に、本実施例のウェハホルダ 3 を適用した気相成長装置を用いて I n P ウェハ 2 上に薄膜を成長させたところ、ウェハ 2 表面の面内温度分布のバラツキは 1 % 以下でほぼ均一にすることができた。また、ウェハ 2 の面内全域において良好な均一性を有する薄膜を気相成長させることができた。

【 0 0 3 0 】

以下に、ウェハホルダ 3 の裏面に形成するドーム状凹部の形状（高さ）について検討した結果について説明する。

図 3 は、ウェハホルダ 3 に形成されたドーム状凹部 3 b の高さ H (m m) とウェハホルダ表面における温度差 T () との関係を示すグラフで、図 4 は、ドーム状凹部 3 b の高さ H と直径の比 H / D とウェハホルダ表面における温度差 T () との関係を示すグラフである。ここで、ドーム状凹部 3 b の頂点の直上に位置する部分の温度を中心部温度 T_{in} とし、ウェハホルダ 3 のサセプタ 4 との接触部 3 c の直上に位置する部分の温度を周縁部温度 T_{out} としたときに、 $T_{in} - T_{out}$ で求められる温度差をウェハホルダ表面における温度差 T とした。また、ドーム状凹部 3 b の直径 D は 1 7 0 m m で、加熱ヒータ 5 の設

10

20

30

40

50

定温度は640とした。

【0031】

図3, 4より、ドーム状凹部3bの高さHが高くなるに伴いウェハホルダ表面における温度差Tは小さくなることから、高さHと温度差Tとの間には相関関係が成り立つといえる。また、高さHが0.02~3.5mmの範囲(高さと直径の比H/Dが0.01~2.1%の範囲)では温度差Tは15以下となり、特に、高さHが0.9~2.5mmの範囲(高さと直径の比H/Dが0.50~1.50%の範囲)では温度差Tは5以下となっている。

【0032】

一方、ドーム状凹部3bの高さHを0mm、すなわち従来と同様にウェハホルダ3とサセプタ4とが全面で接触する構成としてウェハホルダ表面の温度測定を行ったところ、中心部と周縁部の温度差は15であった。このことから、本実施形態のようにウェハホルダ3の裏面にドーム状凹部3bを設けることにより、ウェハホルダ3の表面における温度分布は均一化されることがわかった。

10

【0033】

さらに、ドーム状凹部3bにより形成される空間が大きくなると熱伝達効率が悪くなると考えられるため、凹部3bの高さHに対する熱の損失について検討した。その結果、ドーム状凹部3bの高さHを3.0~3.5mmとした場合は、加熱ヒータ5の設定温度640に対してウェハホルダ3の到達温度は607となり、熱伝達効率が低下することが判明した。したがって、ドーム状凹部3bの高さHは0.02~3.0mmとすることが望ましく、これにより空間を介して熱伝達されることによる熱の損失を最小限に抑えることができる。

20

【0034】

以上、本発明者によってなされた発明を実施形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で変更可能である。

【0035】

例えば、ドーム状凹部3bにはウェハホルダ3の温度分布を改善するための突起を設けるようにしてもよいし、その突起により局部的にウェハホルダ3とサセプタ4を接触させるようにしてもよい。また、この突起を連続して形成することによってドーム状凹部3bにより形成された空間部が分割されるようになっていても構わない。

30

【0036】

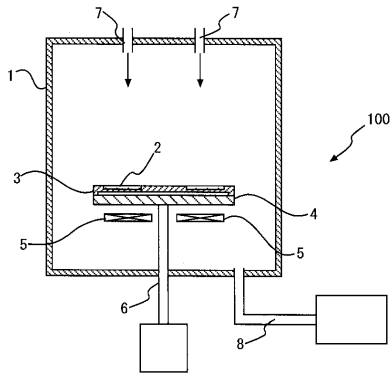
また、ウェハホルダ3の材質は、特に限定しないが、育成結晶や反応炉1内の雰囲気を汚染しないような特性を有する材料であれば、いかなる材料を用いて製作してもよい。ただし、加熱ヒータ5からの熱伝導効率を上げるために、グラファイトやモリブデン等のように熱導電率が50W/m²K以上500W/m²K以下の材質とするのが望ましい。

【0037】

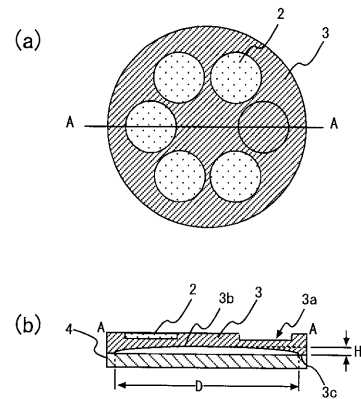
上記実施例では、ウェハホルダ3にポケット孔3aに対応して凹部3bを設けて空間部を形成するようにしたが、適当な治具を用いてサセプタ4とウェハホルダ3とを所定の距離だけ離間するようにしてもよい。

40

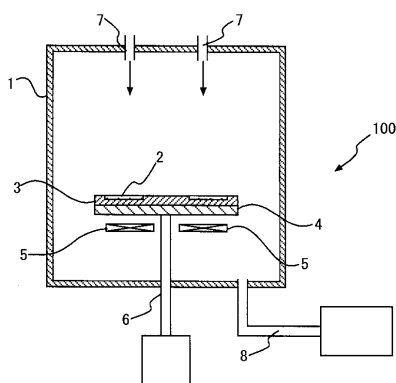
【図 1】



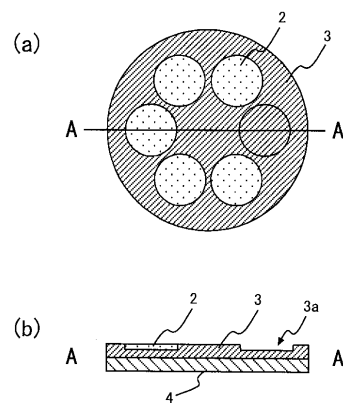
【図 2】



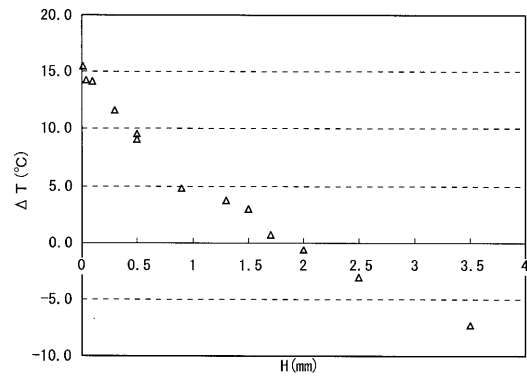
【図 5】



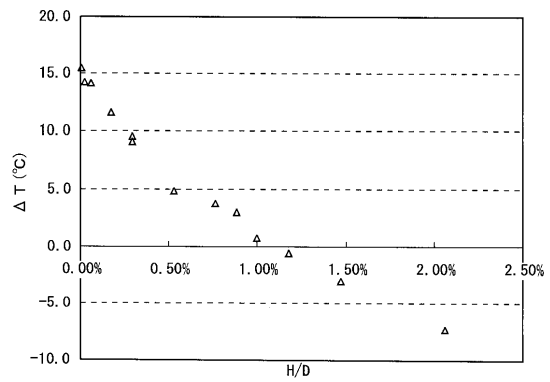
【図 6】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 今井 淳一

- (56)参考文献 特開平 0 2 - 1 5 1 0 2 4 (J P , A)
特開昭 6 1 - 1 1 2 3 2 5 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 3 7 0 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 5 5 7 6 6 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 1 8 1 1 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/205

C23C 16/458

C23C 16/46