

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6189164号
(P6189164)

(45) 発行日 平成29年8月30日 (2017. 8. 30)

(24) 登録日 平成29年8月10日 (2017. 8. 10)

(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 21/683 (2006. 01)

HO 1 L 21/205
 C 2 3 C 16/458
 C 2 3 C 16/46
 HO 1 L 21/68

N

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2013-205081 (P2013-205081)
 (22) 出願日 平成25年9月30日 (2013. 9. 30)
 (65) 公開番号 特開2015-70198 (P2015-70198A)
 (43) 公開日 平成27年4月13日 (2015. 4. 13)
 審査請求日 平成28年9月29日 (2016. 9. 29)

(73) 特許権者 000154325
 住友電工デバイス・イノベーション株式会
 社
 神奈川県横浜市栄区金井町 1 番地
 (74) 代理人 100087480
 弁理士 片山 修平
 (72) 発明者 内田 徹
 神奈川県横浜市栄区金井町 1 番地 住友電
 工デバイス・イノベーション株式会社内
 審査官 長谷川 直也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成長装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ウェハポケットを有し、熱伝導性を有するサセプタと、
 前記サセプタの前記ウェハポケットとは反対側のみに配置された、熱源となるヒータと

、
 前記サセプタの前記ウェハポケット側に配置され、原料ガスを導入するガス導入口と、
 を具備し、

前記ヒータは前記サセプタに対応した同心円状に複数配置されたランプヒータであり、
 前記サセプタの厚さは、前記ウェハポケットの中心部よりも前記ウェハポケットの周縁
 部において小さく、前記ウェハポケットの下における前記サセプタの下面は、傾斜部を有
 する凸部形状であることを特徴とする成長装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は成長装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体の成長に用いられる半導体成長装置は、ウエハを加熱するためのヒータが設けら
 れている。ヒータから発せられる熱により、ウエハを保持するサセプタの温度が上昇し、
 これにより、ウエハが加熱される。例えば半導体の成長には有機金属気相成長法 (Metal

Organic Chemical Vapor Deposition : M O C V D) 法が用いられる (特許文献 1) 。 M O C V D 法では、成長装置のチェンバーに原料ガスを流入し、かつ加熱することにより半導体を成長させる。半導体には p 型または n 型のドーパントをドーピングすることがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 5 2 2 1 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

10

しかしながら、半導体のドーパント濃度にムラが生じることがある。本発明は、半導体のドーパント濃度の均一性を高めることができる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 0 5 】

本発明に係る成長装置は、ウェハポケットを有するサセプタと、前記サセプタの前記ウェハポケットとは反対側に配置された、熱源となるヒータと、を具備し、前記サセプタの厚さは、前記ウェハポケットの中心部よりも前記ウェハポケットの周縁部において小さいことを特徴とするものである。

【 0 0 0 6 】

前記ヒータは、前記サセプタに対応した領域において複数配置されたランプヒータとすることができる。

20

【 0 0 0 7 】

前記ウェハポケットの下における前記サセプタの下面は、傾斜部を有する凸部形状とすることができる。

【 0 0 0 8 】

前記凸部形状の底面に対する前記傾斜部の角度は 2 0 ° 以上 3 0 ° 以下とすることができる。

【 0 0 0 9 】

前記サセプタは複数の前記ウェハポケットを有してもよい。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、半導体のドーパント濃度の均一性を高めることができる成長装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】図 1 (a) は実施例 1 に係る成長装置を例示する断面図である。図 1 (b) はサセプタおよびランプヒータを例示する平面図である。図 1 (c) はサセプタの拡大図である。

【図 2】図 2 (a) はウェハポケットにおける加熱および放熱を例示する模式図である。図 2 (b) は中心部における温度を例示する模式図である。図 2 (c) は周縁部における温度を例示する模式図である。図 2 (d) は温度と熱量との関係を示す模式図である。

40

【図 3】図 3 は比較例に係る成長装置のサセプタを例示する拡大図である。

【図 4】図 4 (a) は実施例 2 に係る成長装置を例示する断面図である。図 4 (b) はサセプタの拡大図である。

【図 5】図 5 (a) は温度と熱量との関係を例示する模式図である。図 5 (b) は実施例 2 における温度と熱量との関係を例示する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の実施例について説明する。

【実施例 1】

50

【 0 0 1 3 】

図 1 (a) は実施例 1 に係る成長装置 1 0 0 を例示する断面図である。図 1 (b) はサセプタ 1 0 およびランプヒータ 1 2 を例示する平面図である。図 1 (c) はサセプタ 1 0 の拡大図である。図 1 (a) においてハッチングは省略している。図 1 (b) においてランプヒータに格子斜線を記載した。

【 0 0 1 4 】

図 1 (a) に示すように、成長装置 1 0 0 は、サセプタ 1 0 、歯車 1 1 、ランプヒータ 1 2 、回転軸 1 3 、ベアリング 1 4 、歯車 1 5 、インジェクタ 1 6 、およびモータ 1 7 を備える。図 1 (b) に示すように、サセプタ 1 0 の上面には 3 つのウェハポケット 2 0 が設けられている。ランプヒータ 1 2 はサセプタ 1 0 の下に、同心円状に配置されている。図 1 (a) に示したモータ 1 7 は回転軸 1 3 を回転させ、回転軸 1 3 と接続している歯車 1 1 を回転させる。歯車 1 5 は、中央部が割り貫かれたドーナツ形状をしており、該中央部にサセプタ 1 0 が接触している。歯車 1 1 の歯と歯車 1 5 の歯が噛み合わさって動力が伝達する。これにより、モータ 1 7 はサセプタ 1 0 を回転させる。インジェクタ 1 6 から半導体の原料ガスが成長装置 1 0 0 内に投入される。サセプタ 1 0 は例えば炭素により形成されている。ランプヒータ 1 2 は例えばハロゲンランプを用いたヒータである。複数のインジェクタ 1 6 はハニカム状に配置されている。

【 0 0 1 5 】

MOCVD 法により半導体層 2 6 を成長させる。具体的には、図 1 (c) に示すように、ウェハポケット 2 0 に半導体基板 2 4 を配置する。ランプヒータ 1 2 が発生する輻射熱によりサセプタ 1 0 を介して半導体基板 2 4 を加熱させながら、原料ガスを流入させることにより半導体基板 2 4 上に半導体層 2 6 をエピタキシャル成長させる。半導体基板 2 4 は例えばインジウムリン (InP) により形成されている。半導体層 2 6 は例えばシリコン (Si) をドーパントとする InP として成長する。原料ガスは例えばトリメチルインジウム (TMI) 、フォスフィン (PH₃) およびジシラン (Si₂H₆) などを含む。半導体基板 2 4 の温度が高くなると半導体層 2 6 の Si の取り込み効率は高くなる。

【 0 0 1 6 】

図 1 (c) に示すように、サセプタ 1 0 の下面のうち、ウェハポケット 2 0 の中心部には凸部 2 2 が設けられている。ウェハポケット 2 0 の中心部におけるサセプタ 1 0 の厚さ H 1 は例えば 1 3 mm である。ウェハポケット 2 0 の周縁部におけるサセプタ 1 0 の厚さ H 2 は例えば 2 mm であり、厚さ H 1 より小さい。ウェハポケット 2 0 の周縁部とは、凸部 2 2 より外側の部分である。破線の円で示す領域 2 3 は実施例 2 で後述する。

【 0 0 1 7 】

実施例 1 によれば、ウェハポケット 2 0 の周縁部におけるサセプタ 1 0 の厚さ H 2 が小さいため、周縁部においてサセプタ 1 0 を伝導する熱量は多くなる。それにより、半導体基板 2 4 において周縁部の温度は中心部の温度に比較して高くなる。その結果、半導体層 2 6 の Si の取り込み効率が均一に近づく。この結果、半導体層 2 6 のドーパント濃度は均一に近づく。

【 0 0 1 8 】

図 2 (a) はウェハポケット 2 0 における加熱および放熱を例示する模式図である。図 2 (a) に示すように、ウェハポケット 2 0 の中心部の上面を 2 0 a 1 、周縁部の上面を 2 0 a 2 とする。ランプヒータ 1 2 の輻射により、凸部 2 2 の下面 2 0 b 1 に熱量 Q 1 a が加わり、ウェハポケット 2 0 の周縁部における下面 2 0 b 2 に熱量 Q 1 b が加わる。加わった熱量はサセプタ 1 0 から放出される。下面 2 0 b 1 および 2 0 b 2 からは熱量 Q 2 が放出される。ウェハポケット 2 0 の上面 2 0 a 1 および 2 0 a 2 からは熱量 Q 3 が放出される。

【 0 0 1 9 】

図 2 (b) は中心部における温度を例示する模式図である。横軸はサセプタ 1 0 の厚さ方向における位置、縦軸は温度を表す。図 2 (b) に示すように、上面 2 0 a 1 における温度は T a 1 、下面 2 0 b 1 における温度は T b 1 である。図 2 (c) は周縁部における

10

20

30

40

50

温度を例示する模式図である。図 2 (c) に示すように、上面 2 0 a 2 における温度は T_{a2} 、下面 2 0 b 2 における温度は T_{b2} である。先述のようにウェハポケット 2 0 の周縁部におけるサセプタ 1 0 の厚さ H_2 が小さいため、周縁部の上面 2 0 a 2 における温度 T_{a2} は、中心部の上面 2 0 a 1 における温度 T_{a1} より高くなる。

【 0 0 2 0 】

サセプタ 1 0 における熱は次の式で表される。 κ はサセプタ 1 0 の熱伝導率である。

【数 1】

$$Q_1 - Q_2 = Q_3 = \kappa (T_{b0} - T_{a0}) / H$$

温度 T_{a0} は温度 T_{a1} または T_{a2} である。温度 T_{b0} は温度 T_{b1} または T_{b2} である。数 1 中の厚さ H は H_1 または H_2 である。数 1 を変形すると、 T_{b0} は次の式により表される。

10

【数 2】

$$T_{b0} = Q_3 \times H / \kappa + T_{a0}$$

数 1 および数 2 に基づき、 Q_2 は次の式により表される。

【数 3】

$$Q_1 - Q_3 = Q_2 (T_{b0}) = Q_2 (Q_3 \times H / \kappa + T_{a0})$$

数 3 に示すように Q_2 は温度 $T_{a0} = Q_3 \times H / \kappa + T_{a0}$ の関数である。

【 0 0 2 1 】

図 2 (d) は温度と熱量との関係を示す模式図である。横軸は上面の温度 T_{a0} 、縦軸は熱量を表す。実線は $Q_1 - Q_3$ を表す。破線は下面 2 0 b 1 における熱量 Q_2 を表す。点線は下面 2 0 b 2 における熱量 Q_2 を表す。図 2 (d) に示すように、数 3 の $Q_1 - Q_3$ 、および Q_2 のグラフの交点が上面の温度になる。下面 2 0 b 1 および 2 0 b 2 において熱量 Q_1 が一定 ($Q_{1a} = Q_{1b}$) ならば、 $T_{a1} < T_{a2}$ となる。つまりウェハポケット 2 0 の周縁部の上面 2 0 a 2 の温度 T_{a2} を高めることができる。

20

【 0 0 2 2 】

図 2 (d) に示すように、熱量 Q_1 が増加すると温度 T_{a1} および T_{a2} は上昇し、 Q_1 が減少すると温度 T_{a1} および T_{a2} は低下する。厚さ H_1 および H_2 が小さくなると温度 T_{a1} および T_{a2} は上昇し、厚さ H_1 および H_2 が大きくなると温度 T_{a1} および T_{a2} は低下する。温度 T_{a1} に比べ温度 T_{a2} を高くするため、厚さ H_1 を大きくし、厚さ H_2 を小さくすればよい。厚さ H_1 は厚さ H_2 の 3 倍以上であることが好ましく、より好ましくは 6 倍以上とする。ウェハポケット 2 0 から 2 . 5 mm 以上外側の位置におけるサセプタ 1 0 の厚さ H_3 (図 1 (c)) は例えば 5 . 5 mm とする。サセプタ 1 0 の強度を高めることができる。

30

【 0 0 2 3 】

サセプタ 1 0 を加熱する熱源として、ランプヒータ以外のヒータを用いてもよい。輻射以外に、ヒータからの熱伝導によりサセプタ 1 0 を加熱してもよい。サセプタ 1 0 を効率よく加熱するために、複数のランプヒータ 1 2 を同心円状に配置することが好ましい。

【 0 0 2 4 】

図 3 は比較例に係る成長装置のサセプタ 1 0 を例示する拡大図である。図 3 に示すように、凸部が設けられていない。ウェハポケット 2 0 におけるサセプタ 1 0 の厚さは H_2 である。ランプヒータ 1 2 によりウェハポケット 2 0 を均一に加熱する場合、周縁部における S_i の取り込み効率、中心部における取り込み効率より低くなる。従って、半導体層 2 6 の周縁部におけるドーパント濃度は、中心部におけるドーパント濃度より 2 ~ 3 % 程度低くなる。例えば光半導体などにおいてはドーパント濃度のわずかな違いにより、特性が劣化する。実施例 1 によれば、ドーパント濃度が均一に近付くため、光半導体などにおける特性の劣化が抑制される。

40

【実施例 2】

【 0 0 2 5 】

実施例 2 はサセプタ 1 0 の下面を円錐形にした例である。図 4 (a) は実施例 2 に係る成長装置 2 0 0 を例示する断面図である。図 4 (b) はサセプタ 1 0 の拡大図である。図

50

4 (a) および図 4 (b) に示すように、サセプタ 1 0 の下面には円錐形の凸部 2 8 が形成されている。凸部 2 8 の頂点はウェハポケット 2 0 の中心の下に位置する。下面 2 0 b 2 は凸部 2 8 の底面を形成する。下面 2 0 b から凸部 2 8 の頂点までの厚さは H_1 である。下面 2 0 b 2 から頂点までの角度 θ は例えば 25° である。実施例 2 によれば、ウェハポケット 2 0 の周縁部におけるサセプタ 1 0 の厚さ H_2 が小さいため、周縁部においてサセプタ 1 0 を伝導する熱量は多くなる。半導体基板 2 4 において周縁部の温度は中心部の温度に比較して高くなる。その結果、半導体層 2 6 のドーパント濃度が均一に近づく。以下、詳しく説明する。

【 0 0 2 6 】

図 1 (c) に破線の円で示す領域 2 3 が凸部 2 2 の影になる。このため領域 2 3 の輻射の立体角が中心部に比べ小さくなり、領域 2 3 の加熱が十分に行われなことがある。図 5 (a) は領域 2 3 における温度と熱量との関係を例示する模式図である。実線はウェハポケット 2 0 の中心部における熱量 $Q_{1a} - Q_3$ を表す。一点鎖線は周縁部における熱量 $Q_{1b} - Q_3$ を表す。上述のように領域 2 3 における加熱が不十分であるため熱量 Q_{1b} が小さくなる。この結果、図 5 (a) に示すように温度 T_{a2} が温度 T_{a1} より低くなる。温度 T_{a2} が低下することにより、半導体層 2 6 の周縁部におけるドーパント濃度が中心部におけるドーパント濃度より低くなる。

【 0 0 2 7 】

図 5 (b) は実施例 2 における温度と熱量との関係を例示する模式図である。図 5 (b) に示すように、温度 T_{a2} が温度 T_{a1} より高くなる。サセプタ 1 0 に円錐形の凸部 2 8 を設けることで、輻射熱がサセプタ 1 0 の下面の全体に十分に伝わる。このため熱量 Q_{1b} が大きくなり、図 5 (b) の一点鎖線のグラフが図 5 (a) の例より上側にシフトする。これにより T_{a2} が高くなる。サセプタ 1 0 を均一に加熱するためには、ランプヒータ 1 2 を用いることが好ましい。特に複数のランプヒータ 1 2 を同心円状に配置することが好ましい。

【 0 0 2 8 】

角度 θ が小さいとウェハポケット 2 0 の中心部におけるサセプタ 1 0 の厚さ H_1 が小さくなり、中心部の温度 T_{a1} が高くなってしまふ。角度 θ が大きいとサセプタ 1 0 の下面に凸部 2 8 の影になり輻射熱により加熱されにくい領域が生じてしまふ。角度 θ は 20° 以上 30° 以下が好ましく、例えば 18° 以上、 22° 以上、 28° 以下、または 32° 以下などでもよい。

【 0 0 2 9 】

サセプタ 1 0 は 4 つ以上のウェハポケット 2 0 を有してもよいし、1 つまたは 2 つのウェハポケット 2 0 を有してもよい。半導体基板 2 4 および半導体層 2 6 はインジウムガリウム砒素リン (InGaAsP) またはインジウムアルミニウム砒素 (InAlAs) などでもよい。

【 0 0 3 0 】

なお、本発明に係る特定の実施形態および実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 1 】

1 0	サセプタ
1 2	ランプヒータ
2 0	ウェハポケット
2 0 a 1、2 0 a 2	上面
2 0 b 1、2 0 b 2	下面
2 2、2 8	凸部
2 4	半導体基板
2 6	半導体層
1 0 0、2 0 0	成長装置

10

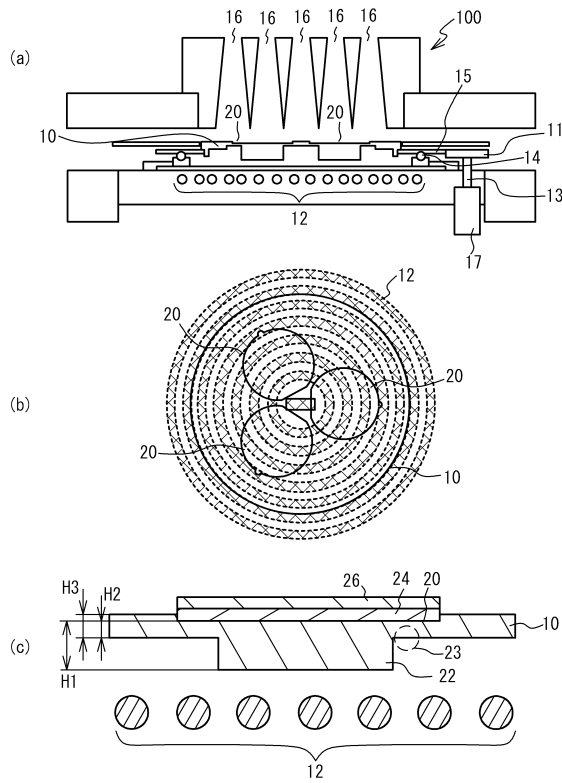
20

30

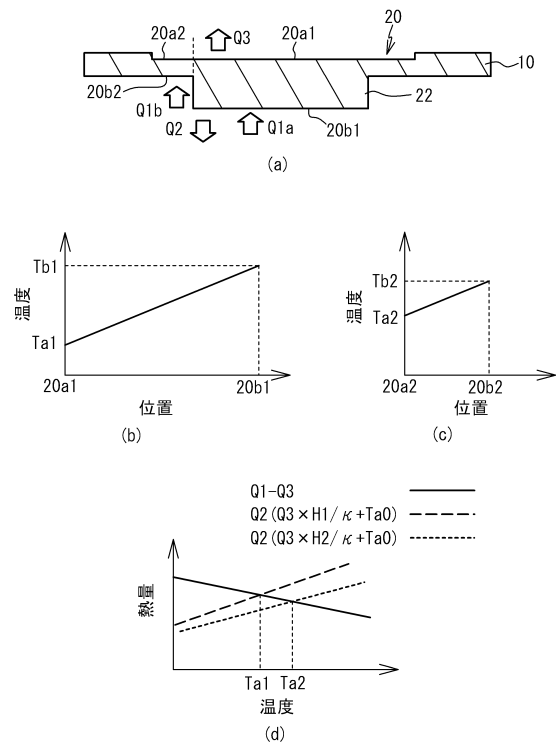
40

50

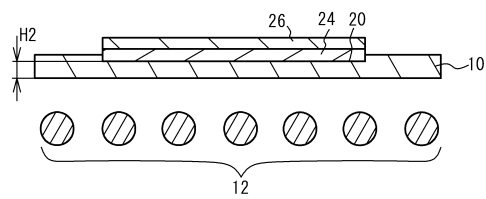
【図 1】



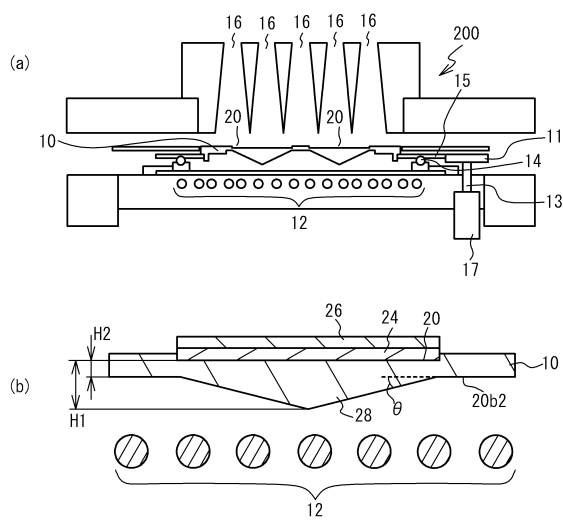
【図 2】



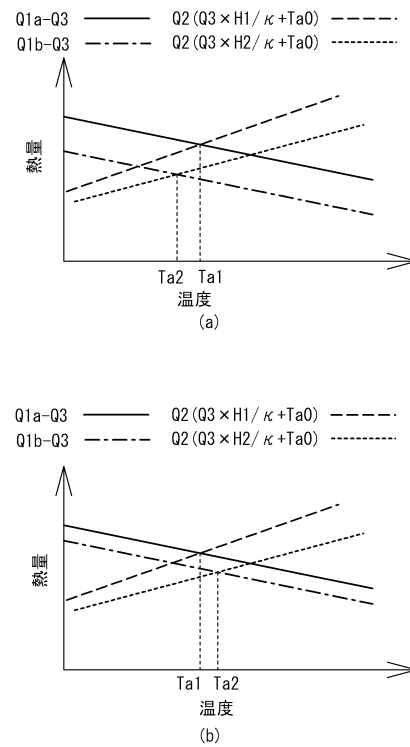
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-010894(JP,A)
特開2008-308746(JP,A)
国際公開第03/069029(WO,A1)
特開2013-138164(JP,A)
特開2001-126995(JP,A)
特開2012-222284(JP,A)
特開2009-275254(JP,A)
特開2009-275255(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205、21/31、21/365、21/469、
21/67-21/683、21/86、
C23C 16/00-16/56