

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5750339号  
(P5750339)

(45) 発行日 平成27年7月22日 (2015. 7. 22)

(24) 登録日 平成27年5月22日 (2015. 5. 22)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 L 21/205	(2006. 01)	HO 1 L 21/205	
HO 1 L 21/31	(2006. 01)	HO 1 L 21/31	B
C 2 3 C 16/44	(2006. 01)	C 2 3 C 16/44	J

請求項の数 4 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-189353 (P2011-189353)</p> <p>(22) 出願日 平成23年8月31日 (2011. 8. 31)</p> <p>(65) 公開番号 特開2013-51350 (P2013-51350A)</p> <p>(43) 公開日 平成25年3月14日 (2013. 3. 14)</p> <p>審査請求日 平成26年3月31日 (2014. 3. 31)</p>	<p>(73) 特許権者 504162958 株式会社ニューフレアテクノロジー 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1</p> <p>(74) 代理人 110000235 特許業務法人 天城国際特許事務所</p> <p>(72) 発明者 財津 弘毅 静岡県沼津市大岡2068番地の3 株式 会社ニューフレアテクノロジー内</p> <p>(72) 発明者 佐藤 裕輔 静岡県沼津市大岡2068番地の3 株式 会社ニューフレアテクノロジー内</p> <p>審査官 長谷川 直也</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 気相成長方法及び気相成長装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反応室内にウェーハを導入して、支持部上に載置し、  
前記支持部の下方に設けられたヒータにより加熱し、前記ウェーハが所定温度となるように前記ヒータの出力を制御し、  
前記ウェーハを回転させ、前記ウェーハ上にプロセスガスを供給することにより、前記ウェーハ上に成膜し、  
前記反応室より前記ウェーハを搬出し、  
前記反応室内にエッチングガスを供給して、前記反応室内に堆積した反応生成物をエッチングにより除去し、  
前記反応生成物が除去されて、前記支持部の表面が露出するときに現れる、前記ヒータの出力が所定量に制御されるときの前記支持部上の温度である第1の温度の第1の特有の形、又は前記第1の温度が所定温度となるように制御される前記ヒータの出力の第2の特有の形を検出することにより、エッチング終点とすることを特徴とする気相成長方法。

【請求項 2】

成膜時に、前記ウェーハの温度である第2の温度を検出し、  
前記第2の温度に基づき前記ヒータの出力を制御し、  
前記成膜が終了した後、検出される温度を前記第1の温度に切り替え、  
前記第1の温度に基づき前記ヒータの出力を制御することを特徴とする請求項1に記載の気相成長方法。

## 【請求項 3】

前記反応室を昇温させながら、前記エッチングガスを供給することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の気相成長方法。

## 【請求項 4】

ウェーハが導入される反応室と、  
 前記反応室にプロセスガスおよびエッチングガスを供給するためのガス供給部と、  
 前記反応室よりガスを排出するためのガス排出部と、  
 前記ウェーハを載置する支持部と、  
 前記ウェーハを回転させるための回転制御部と、  
 前記反応室を所定の温度に加熱するためのヒータと、  
 前記支持部の第 1 の温度を検出するための第 1 の温度検出部と、  
 前記ウェーハの第 2 の温度を検出するための第 2 の温度検出部と、  
 前記エッチングガスの供給によって前記支持部の表面の反応生成物が除去されて、前記支持部の表面が露出したときに現れる、前記ヒータの出力が所定量に制御されるときの前記第 1 の温度の第 1 の特有の形、又は前記第 1 の温度が所定温度となるように制御される前記ヒータの出力の第 2 の特有の形を検出することにより、エッチング終点を検出するエッチング終点検出機構と、  
 を備えることを特徴とする気相成長装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

20

## 【0001】

本発明は、例えば半導体ウェーハの裏面より加熱しながら表面に反応ガスを供給して成膜を行うために用いられる気相成長方法及び気相成長装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、半導体装置の低価格化、高性能化の要求に伴い、成膜工程における高い生産性と共に、膜厚均一性の向上など高品質化が要求されている。

## 【0003】

このような要求を満たすため、枚葉式の気相成長装置が用いられている。枚葉式の気相成長装置においては、例えば、反応室内において、ウェーハを 900 rpm 以上で高速回転しながら、プロセスガスを供給し、ヒータを用いて裏面より加熱する裏面加熱方式により、ウェーハ上に成膜が行われる。

30

## 【0004】

このような成膜工程において、ウェーハ上のみならず、ウェーハの支持部材であるホルダ上にも反応生成物が堆積する。そして、反応室内に反応生成物のダストが飛散して、ウェーハを汚染し、歩留りが低下するという問題が生じる。そこで、反応室内が定期的にエッチングされ、堆積した反応生成物が除去される。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

40

【特許文献 1】特開平 11 - 67675 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

反応室内のエッチングは、例えばホルダ上に 100 ~ 数 100  $\mu\text{m}$  の反応生成物が堆積するなど、反応室内の状況を考慮した上で定期的に行われる。その際、通常、反応室内を降温させ、成膜処理されたウェーハを搬出し、反応室内を昇温させた後、エッチングガスが導入される。

## 【0007】

そして、エッチングガスの導入から目視で反応生成物が除去されてホルダ上の色が変わ

50

るまでの時間が求められ、これに確実に反応生成物を除去するためのオーバーエッチングの時間を加えた時間が、予めエッチング時間として見積もられる。

【0008】

しかしながら、目視での終点検出では必ずしも正確であるとはいえず、反応室内の状況が頻繁に変わる環境では、その都度時間の見積もりが必要になる。また、オーバーエッチングにより、例えばSiCからなるホルダがエッチングによるダメージを受けるといった問題がある。さらに、生産性向上の観点から、エッチング時間の短縮が要求されている。

【0009】

そこで、本発明は、反応室内に堆積した反応生成物をエッチングにより除去する際、エッチング終点を正確に検出し、反応室内のダメージを抑え、歩留り、生産性を向上させることが可能な気相成長方法及び気相成長装置を提供することを目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の気相成長方法は、反応室内にウェーハを導入して、支持部上に載置し、支持部の下方に設けられたヒータにより加熱し、ウェーハが所定温度となるようにヒータの出力を制御し、ウェーハを回転させ、ウェーハ上にプロセスガスを供給することにより、ウェーハ上に成膜し、反応室より前記ウェーハを搬出し、反応室内にエッチングガスを供給して、反応室内に堆積した反応生成物をエッチングにより除去し、前記反応生成物が除去されて、前記支持部の表面が露出するときに現れる、ヒータの出力が所定量に制御されるときの支持部上の温度である第1の温度の第1の特有の形、又は第1の温度が所定温度となるように制御されるヒータの出力の第2の特有の形を検出することにより、エッチング終点とすることを特徴とする。

20

【0011】

また、本発明の一態様の気相成長方法において、成膜時に、ウェーハの温度である第2の温度を検出し、第2の温度に基づき前記ヒータの出力を制御し、成膜が終了した後、検出される温度を第1の温度に切り替え、第1の温度に基づきヒータの出力を制御することが好ましい。

【0012】

また、本発明の一態様の気相成長方法において、反応室を昇温させながら、エッチングガスを供給することが好ましい。

30

【0014】

本発明の一態様の気相成長装置は、ウェーハが導入される反応室と、反応室にプロセスガスおよびエッチングガスを供給するためのガス供給部と、反応室よりガスを排出するためのガス排出部と、ウェーハを載置する支持部と、ウェーハを回転させるための回転制御部と、反応室を所定の温度に加熱するためのヒータと、支持部の第1の温度を検出するための第1の温度検出部と、ウェーハの第2の温度を検出するための第2の温度検出部と、エッチングガスの供給によって支持部の表面の反応生成物が除去されて、支持部の表面が露出したときに現れるヒータの出力が所定量に制御されるときの第1の温度の第1の特有の形、又は第1の温度が所定温度となるように制御されるヒータの出力の第2の特有の形を検出することにより、エッチング終点を検出するエッチング終点検出機構と、を備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、反応室内に堆積した反応生成物をエッチングにより除去する際、エッチング終点を正確に検出し、反応室内のダメージを抑え、歩留り、生産性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一態様に係る気相成長装置の断面図である。

【図2】本発明の一態様に係るフローチャートである。

50

【図3】本発明の一態様に係るホルダ上の反応生成物の堆積を示す部分拡大図である。

【図4】本発明の一態様に係る温度と時間の関係を示す図である。

【図5】本発明の一態様に係るヒータ出力と時間の関係を示す部分拡大図である。

【図6】本発明の一態様に係る温度と時間の関係を示す部分拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態について、図を参照して説明する。

【0018】

(実施形態1)

図1に本実施形態の気相成長装置の断面図を示す。図1に示すように、ウェーハwが成膜処理される反応室11には、必要に応じてその内壁を覆うように石英カバー11aが設けられている。

10

【0019】

反応室11の上部には、ソースガス、キャリアガスを含むプロセスガスを供給するためのガス供給部12と接続されたガス供給口12aが設けられている。そして、反応室11下方には、例えば2か所に、ガスを排出し、反応室11内の圧力を一定(例えば常圧)に制御するためのガス排出部13と接続されたガス排出口13aが設置されている。

【0020】

ガス供給口12aの下方には、供給されたプロセスガスを整流して供給するための微細貫通孔を有する整流板14が設けられている。

20

【0021】

そして、整流板14の下方には、ウェーハwを載置するための支持部である、例えばSiCからなる環状のホルダ15が設けられている。ホルダ15は、回転部材であるリング16上に設置されている。リング16は、ウェーハwを所定の回転速度で回転させる回転軸を介して、モータなどから構成される回転制御部17と接続されている。

【0022】

リング16内部には、ウェーハwを加熱するための、例えばSiCからなるインヒータ18、アウトヒータ19から構成されるヒータが設置されており、それぞれ所定の昇降温度で所定の温度となるように制御する温度制御部20と接続されている。そして、これらインヒータ18、アウトヒータ19から下方への熱を反射し、ウェーハwを効率的に加熱するための円盤状のリフレクタ21が設置されている。さらに、インヒータ18及びリフレクタ20を貫通するように、ウェーハwの下面を支持し、ウェーハwを上下に移動させる突き上げピン22が設けられている。

30

【0023】

反応室11の上部には、ウェーハwの中心部及び周縁部と、ホルダ15の温度分布を検出するための温度検出部である放射温度計23a、23b、23cが設置されており、温度制御部20と接続されている。

【0024】

このような半導体製造装置を用いて、例えば200mmのウェーハw上に、Siエピタキシャル膜が形成される。

40

【0025】

図2にフローチャートを示す。まず、ロボットハンド(図示せず)などにより、反応室11にウェーハwを搬入し、突き上げピン(図示せず)上に載置し、突き上げピンを下降させることにより、ホルダ15上に載置する(Step 1)。

【0026】

そして、それぞれ温度制御部20により、放射温度計23a、23bで測定されるウェーハwの温度が例えば1100となるように、インヒータ18、アウトヒータ19を例えば1500~1600となるようにヒータ出力を制御して、加熱するとともに、回転制御部17により、ウェーハwを、例えば900rpmで回転させる(Step 2)。

【0027】

50

そして、ガス供給制御部 12 により流量が制御されて混合されたプロセスガスが、整流板 14 を介して、整流状態でウェーハ w 上に供給される。プロセスガスは、例えばソースガスとして、ジクロロシラン ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ) が、例えば  $\text{H}_2$  ガスなどの希釈ガスにより所定の濃度 (例えば 2.5%) に希釈され、例えば 50 SLM で供給される。

#### 【0028】

一方、余剰となったプロセスガス、反応副生成物などからなる排出ガスは、ガス排出口 13a よりガス排出部 13 を介して排出され、反応室 11 内の圧力が一定 (例えば常圧) に制御される。

#### 【0029】

このようにして、ウェーハ w 上に所定の膜厚の Si エピタキシャル膜が形成される (Step 3)。そして、反応室 11 を例えば 800 まで降温させた後、反応室 11 からウェーハ w が搬出される (Step 4)。

#### 【0030】

このように、成膜が繰り返されることにより、ホルダ 15 上には図 3 に部分拡大図を示すように、反応生成物 24 が堆積する。そこで、反応生成物 24 が所定厚、例えば 100 ~ 数 100  $\mu\text{m}$  程度堆積したと判断された時点で、反応生成物 24 をエッチングにより除去する。

#### 【0031】

まず、例えば SiC からなるダミーウェーハ  $w_d$  を反応室 11 内に搬入し、ホルダ 15 上に載置する (Step 5)。そして、検出される温度を、放射温度計 23a、23b で測定されるウェーハ w の温度から、放射温度計 23c で測定されるホルダ 15 の温度に切り替える (Step 6)。エッチングガスとして、HCl が、例えば  $\text{H}_2$  ガスなどの希釈ガスにより所定の濃度に希釈されて供給される (Step 7)。例えば、図 4 に温度と時間の関係を示すように、エッチングガスを 3 分間フローさせた後、エッチングガスを流しながら、放射温度計 23c で測定されるホルダの温度を、例えば 100 /min 程度で上昇させるように、温度制御部 20 により、インヒータ 18、アウトヒータ 19 のヒータ出力を制御して、例えば 1150 まで昇温させる (Step 8)。

#### 【0032】

このようにして、ホルダ 15 上に堆積した反応生成物がエッチングにより除去されるが、ホルダ 15 が露出したとき、所定の温度に制御するためのヒータ出力が、例えば図 5 にヒータ出力と時間の関係の部分拡大図を示すように、特有の形 (例えば、一定、或いはリニアに変動していた出力が、一旦急下降して急上昇する) に変化する。そこで、温度制御部 20 において、上述した特有の形となるヒータ出力変動を検出し (Step 9)、エッチング終点とする。その後、反応室 11 を降温させ、ダミー  $w_d$  を搬出する (Step 10)。

#### 【0033】

このような特有の形は、ホルダ 15 上に堆積した反応生成物が除去されたとき、放射温度計 23c により検出されるホルダ 15 の温度 (検出される波長強度) が変動すること起因すると考えられる。このとき、より温度変動を正確に検出するために、放射温度計として、異なる波長の強度比で温度を検出する二色温度計を用いることが好ましい。

#### 【0034】

このように、本実施形態によれば、ホルダ上に堆積した反応生成物が除去されたときに検出されるホルダの温度変動により、エッチング終点が正確に検出されるため、オーバーエッチングによる反応室内のダメージを抑えることが可能となるとともに、エッチング時間を短縮することが可能となる。従って、反応室内の反応生成物が確実に除去されるために、歩留りを向上させることができ、反応室内のダメージ抑制により、メンテナンス頻度を低下させるとともに、エッチング時間の短縮により、生産性を向上させることが可能となる。

#### 【0035】

なお、本実施形態において、ヒータ出力変動を検出しているが、図 6 に温度と時間の関

10

20

30

40

50

係の部分拡大図を示すように、ヒータ出力を段階的に上げる、又は一定として、温度変動自体を検出してよい。

【0036】

また、本実施形態において、従来のように、反応室11内を所定温度まで昇温した後にエッチングガスを流すのではなく、昇温しながらエッチングガスを流すことにより、エッチング時間を短縮させることができる。これは、エッチングレートは昇温に伴い増大するが、昇温の途中で飽和すると考えられる。そのため、昇温しながらエッチングガスを流しても、ある程度のエッチングレートが得られることから、トータルでのエッチング時間を短縮させることができる。

【0037】

なお、昇温しながらのエッチングでは、エッチングレートが変動するため、予めエッチング終点に達する時間を正確に予測することは困難であるが、本実施形態においては、終点に到達したことが検出されるため、エッチングレートが変動しても問題がない。

【0038】

なお、本実施形態においては、環状のホルダ15を用い、エッチング時にはホルダ15上にダミーウェハ $w_d$ を載置したが、支持部として円板状のサセプタを用いる場合は、ダミーウェハ $w_d$ を載置する必要はない。

【0039】

これら実施形態によれば、半導体ウェーハ $w$ にエピタキシャル膜などの膜を高い生産性で安定して形成することが可能となる。そして、ウェーハの歩留り向上と共に、素子形成工程及び素子分離工程を経て形成される半導体装置の歩留りの向上、素子特性の安定を図ることが可能となる。特にN型ベース領域、P型ベース領域や、絶縁分離領域などに100 $\mu\text{m}$ 以上の厚膜成長が必要な、パワーMOSFETやIGBTなどのパワー半導体装置のエピタキシャル形成工程に適用されることにより、良好な素子特性を得ることが可能となる。

【0040】

本実施形態においては、Siエピタキシャル膜形成の場合を例に挙げたが、その他、SiC、GaN、GaAlAsやInGaAsなど化合物半導体のエピタキシャル層や、ポリSi層、例えばSiO<sub>2</sub>層やSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>層などの絶縁層の形成時にも同様に適用することも可能である。また、本実施形態は、例えばその他要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【符号の説明】

【0041】

- 11 ... 反応室
- 11a ... 石英カバー
- 12 ... ガス供給部
- 12a ... ガス供給口
- 13 ... ガス排出部
- 13a ... ガス排出口
- 14 ... 整流板
- 15 ... ホルダ
- 16 ... リング
- 17 ... 回転制御部
- 18 ... インヒータ
- 19 ... アウトヒータ
- 20 ... 温度制御部
- 21 ... リフレクタ
- 22 ... 突き上げピン
- 23a、23b、23c ... 放射温度計
- 24 ... 反応生成物

10

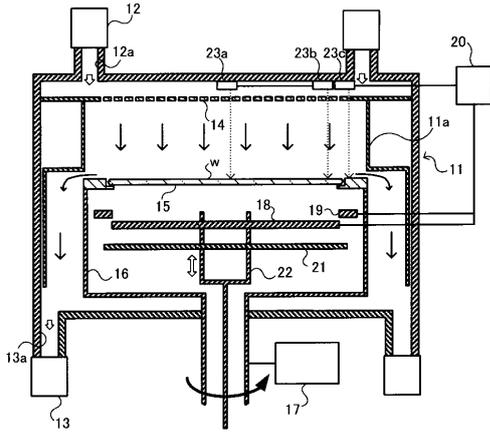
20

30

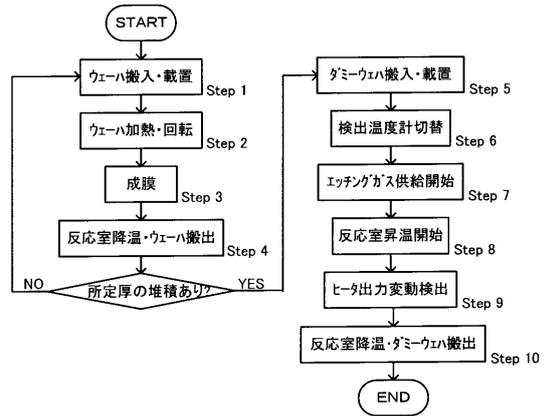
40

50

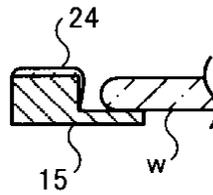
【図1】



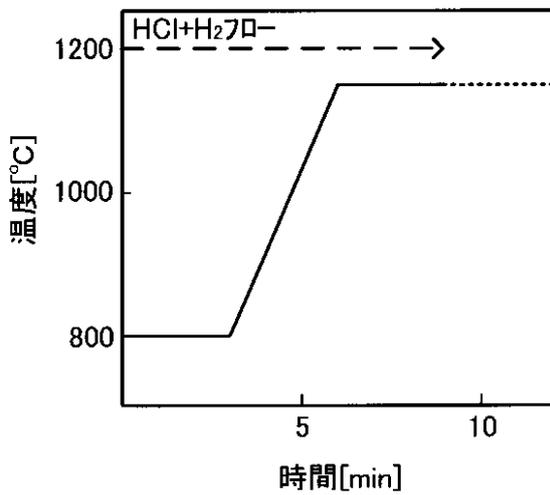
【図2】



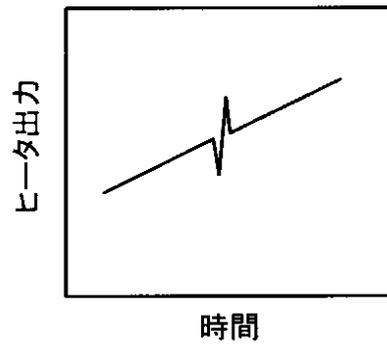
【図3】



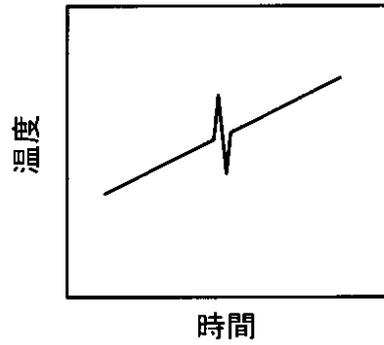
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第98/001894(WO,A1)  
特開2001-102358(JP,A)  
特開平06-177116(JP,A)  
特開2010-280945(JP,A)  
特開平09-036052(JP,A)  
特開2004-172409(JP,A)  
米国特許出願公開第2002/0151186(US,A1)  
米国特許出願公開第2003/0145876(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205、21/302、21/3065 - 21/31、  
21/365、21/461、21/469、21/86、  
C23C 16/00 - 16/56