

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5649355号  
(P5649355)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月21日(2014.11.21)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 21/3205 (2006.01) HO 1 L 21/88 J  
 HO 1 L 21/768 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O 1 C  
 HO 1 L 23/522 (2006.01)  
 HO 1 L 21/3065 (2006.01)

請求項の数 10 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-169850 (P2010-169850)                  (22) 出願日 平成22年7月28日 (2010.7.28)                  (65) 公開番号 特開2012-33580 (P2012-33580A)                  (43) 公開日 平成24年2月16日 (2012.2.16)                  審査請求日 平成25年7月11日 (2013.7.11)</p>	<p>(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 河阪 俊行                  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</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

S i Cを材料とする基板を備える半導体装置の製造方法であって、  
 フッ化炭素を含むエッチングガス及びマスクを用いて前記基板の裏面をエッチングし、  
 前記基板の裏面から表面に向かって開口面積が次第に小さくなるテーパ形状を有する第1  
 領域を形成する第1工程と、

次いで、フッ化硫黄を含むエッチングガス及び前記マスクを用いて前記第1領域の内側  
 をエッチングし、第2領域を形成する第2工程とを有し、

前記基板の表面に対する前記第2領域の内壁面の傾斜角は、前記基板の表面に対する前  
 記第1領域の内壁面の傾斜角より大きいことを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

【請求項2】

前記第1工程は、エッチングガスとして前記フッ化炭素を用いる誘導結合プラズマ方式  
 のドライエッチングを含み、エッチング条件は、

- ガス流量が、フッ化炭素 = 10 ~ 200 s c c m、
- ガス圧力が、P r e s s = 0 . 1 ~ 10 . 0 P a、
- 誘導結合プラズマパワーが、I C P = 100 ~ 5000 W、
- バイアスパワーが、B i a s = 10 ~ 1000 W、であり、

前記第2工程は、エッチングガスとして前記フッ化硫黄あるいは前記フッ化硫黄及び酸  
 素の混合ガスを用いる誘導結合プラズマ方式のドライエッチングを含み、前記フッ化硫黄  
 を用いる場合のエッチング条件は、

20

ガス流量が、フッ化硫黄 = 10 ~ 200 s c c m、  
 エッチングの圧力が、P r e s s = 0 . 1 ~ 1 0 . 0 P a、  
 誘導結合プラズマパワーが、I C P = 1 0 0 ~ 5 0 0 0 W、  
 バイアスパワーが、B i a s = 1 0 ~ 1 0 0 0 W、であり、  
 あるいはフッ化硫黄及び酸素の混合ガスを用いる場合のエッチング条件は、  
 ガス流量が、フッ化硫黄 / 酸素 = 1 0 ~ 2 0 0 s c c m / 1 ~ 1 5 0 s c c m、  
 エッチングの圧力が、P r e s s = 0 . 1 ~ 1 0 . 0 P a、  
 誘導結合プラズマパワーが、I C P = 1 0 0 ~ 5 0 0 0 W、  
 バイアスパワーが、B i a s = 1 0 ~ 1 0 0 0 W、  
 であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

10

## 【請求項 3】

前記マスクは、N i を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 4】

前記マスクの開口幅は、前記第 2 領域の開口幅よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 5】

S i C を材料とする基板を備える半導体装置の製造方法であって、  
 フッ化炭素及び酸素を含むエッチングガス並びにメタルマスクを用いて前記基板の裏面をエッチングし、前記基板の裏面から表面に向かって開口面積が次第に小さくなるテーパ形状を有する第 1 領域及び前記第 1 領域の内側をエッチングした第 2 領域を形成する工程とを有し、

20

前記基板の表面に対する前記第 2 領域の内壁面の傾斜角は、前記基板の表面に対する前記第 1 領域の内壁面の傾斜角より大きいことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【請求項 6】

前記第 1 領域及び前記第 2 領域を形成する工程は、エッチングガスとしてフッ化炭素及び酸素の混合ガスを用いる誘導結合プラズマ方式のドライエッチングを含み、エッチング条件は、

ガス流量が、フッ化炭素 / 酸素 = 1 0 ~ 2 0 0 s c c m / 1 ~ 1 5 0 s c c m、  
 ガス圧力が、P r e s s = 0 . 1 ~ 1 0 . 0 P a、  
 誘導結合プラズマパワーが、I C P = 1 0 0 ~ 5 0 0 0 W、  
 バイアスパワーが、B i a s = 1 0 ~ 1 0 0 0 W、

30

であることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 7】

前記メタルマスクは、N i を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 8】

前記マスクの開口幅は、前記第 2 領域の開口幅よりも大きいことを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 9】

前記基板の裏面、前記第 1 領域及び前記第 2 領域の内壁面に金属層を形成する工程を有することを特徴とする請求項 1 または 5 に記載の半導体装置の製造方法。

40

## 【請求項 10】

前記金属層を形成する工程は、  
 前記基板の裏面、前記第 1 領域及び前記第 2 領域の内壁面にスパッタ成膜によりシード層を形成する工程と、  
 前記シード層上にめっき層を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は、半導体装置及びその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

基板材料に炭化珪素(SiC)を用いた半導体装置が知られている。例えば、基板上に窒化物系の半導体層(例えば、GaN系半導体層)を積層することで、高出力の高電子移動度トランジスタ(HEMT: High Electron Mobility Transistor)を形成することができる。SiC基板は通常のシリコン基板に比べて硬いため、SiC基板へのビアホール(貫通孔)の形成は、例えば反応性イオンエッチング(RIE: Reactive Ion Etching)方式のドライエッチング等により行われる。エッチングのガスとしては、例えばSF<sub>6</sub>を用いることができる(例えば、特許文献1を参照)。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2005-322811号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

基板にビアホールを形成する場合、従来のエッチング条件では、ビアホールの内壁面が基板表面に対して垂直な形状となってしまう。その結果、ビアホールの内部に施されるメタライズが悪化し、基板表面の配線との間で断線が生じてしまう場合がある。このような現象は、ビアホールのアスペクト比を高くするほど(ビアホールの開口部の面積が小さくなるほど)発生しやすい。

20

## 【0005】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、基板に形成されるビアホール内のメタライズを改善することのできる半導体装置及びその製造方法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】

## 【0006】

本半導体装置の製造方法は、SiCを材料とする基板を備える半導体装置の製造方法であって、フッ化炭素を含むエッチングガス及びマスクを用いて前記基板の裏面をエッチングし、前記基板の裏面から表面に向かって開口面積が次第に小さくなるテーパ形状を有する第1領域を形成する第1工程と、次いで、フッ化硫黄を含むエッチングガス及び前記マスクを用いて前記第1領域の内側をエッチングし、第2領域を形成する第2工程とを有し、前記基板の表面に対する前記第2領域の内壁面の傾斜角は、前記基板の表面に対する前記第1領域の内壁面の傾斜角より大きいことを特徴とする。

30

## 【0007】

上記構成において、前記第1工程は、エッチングガスとして前記フッ化炭素を用いる誘導結合プラズマ(ICP: Inductively Coupled Plasma)方式のドライエッチングを含み、エッチング条件は、ガス流量が、フッ化炭素=10~200sccm、ガス圧力が、Press=0.1~10.0Pa、誘導結合プラズマパワーが、ICP=100~5000W、バイアスパワーが、Bias=10~1000W、であり、前記第2工程は、エッチングガスとして前記フッ化硫黄あるいは前記フッ化硫黄及び酸素の混合ガスを用いる誘導結合プラズマ方式のドライエッチングを含み、前記フッ化硫黄を用いる場合のエッチング条件は、ガス流量が、フッ化硫黄=10~200sccm、エッチングの圧力が、Press=0.1~10.0Pa、誘導結合プラズマパワーが、ICP=100~5000W、バイアスパワーが、Bias=10~1000W、であり、あるいはフッ化硫黄及び酸素の混合ガスを用いる場合のエッチング条件は、ガス流量が、フッ化硫黄/酸素=10~200sccm/1~150sccm、エッチングの圧力が、Press=0.1~10.0Pa、誘導結合プラズマパワーが、ICP=100~5000W、バイアスパワーが、Bias=10~1000W、である構成とすることができる。

40

50

## 【0008】

上記構成において、前記マスクは、Niを含む構成とすることができる。

## 【0009】

上記構成において、前記マスクの開口幅は、前記第2領域の開口幅よりも大きい構成とすることができる。

## 【0010】

本半導体装置の製造方法は、SiCを材料とする基板を備える半導体装置の製造方法であって、フッ化炭素及び酸素を含むエッチングガス並びにメタルマスクを用いて前記基板の裏面をエッチングし、前記基板の裏面から表面に向かって開口面積が次第に小さくなるテーパ形状を有する第1領域及び前記第1領域の内側をエッチングした第2領域を形成する工程とを有し、前記基板の表面に対する前記第2領域の内壁面の傾斜角は、前記基板の表面に対する前記第1領域の内壁面の傾斜角より大きいことを特徴とする。

10

## 【0011】

上記構成において、前記第1領域及び前記第2領域を形成する工程は、エッチングガスとしてフッ化炭素及び酸素の混合ガスを用いる誘導結合プラズマ方式のドライエッチングを含み、エッチング条件は、ガス流量が、フッ化炭素/酸素 = 10 ~ 200 sccm / 1 ~ 150 sccm、ガス圧力が、Press = 0.1 ~ 10.0 Pa、誘導結合プラズマパワーが、ICP = 100 ~ 5000 W、バイアスパワーが、Bias = 10 ~ 1000 W、である構成とすることができる。

## 【0012】

上記構成において、前記メタルマスクは、Niを含む構成とすることができる。

20

## 【0013】

上記構成において、前記マスクの開口幅は、前記第2領域の開口幅よりも大きい構成とすることができる。

## 【0014】

上記構成において、前記基板の裏面、前記第1領域及び前記第2領域の内壁面に金属層を形成する工程を有する構成とすることができる。

## 【0015】

上記構成において、前記金属層を形成する工程は、前記基板の裏面、前記第1領域及び前記第2領域の内壁面にスパッタ成膜によりシード層を形成する工程と、前記シード層上にめっき層を形成する工程とを含む構成とすることができる。

30

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明によれば、基板に形成されるビアホール内のメタライズを改善することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0017】

【図1】図1は、比較例に係る半導体装置の構成を示す図である。

【図2】図2は、実施例1に係る半導体装置の製造方法を示す図である。

【図3】図3は、実施例1に係る半導体装置の構成を示す図である。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0018】

(比較例)

最初に、比較例に係る半導体装置について説明する。

## 【0019】

図1(a)は、比較例に係る半導体装置80の構成を示す図である。SiCを材料とする基板10の表面に、窒化物半導体層12が形成されている。基板10及び窒化物半導体層12を貫通するビアホール20が設けられており、窒化物半導体層12の表面におけるビアホール20の開口部には、ビアパッド40が設けられている。以下の説明において、基板10の2つの主面のうち窒化物半導体層12が設けられている側の主面を表面、反対

50

側の主面を裏面と称する。また、基板10の厚みAは例えば100 $\mu\text{m}$ とすることができ、ビアホール20の開口部の直径Bは例えば50 $\mu\text{m}$ とすることができる。

#### 【0020】

ビアホール20は、例えばエッチングガスとして $\text{SF}_6$ （フッ化硫黄）を用いたRIE方式のドライエッチングにより形成される。このとき、ビアホール20の断面形状は、内壁面が基板10の表面に対して垂直な形状となる。

#### 【0021】

図1(b)は、基板10の裏面及びビアホール20の内壁面にメタライズを施し、金属層30を形成した例である。金属層30により、基板10の表面と裏面が電氣的に接続される。しかし、前述のように、ビアホール20の内壁面が基板10の表面に対し垂直である場合、ビアホール20内におけるメタライズが悪化し、断線が発生してしまう場合がある（例えば、図中の符号50で示す箇所を参照）。

#### 【実施例1】

#### 【0022】

図2は、実施例1に係る半導体装置100の製造方法を示す図である。図2(a)に示すように、SiCを材料とする基板10の表面に、窒化物半導体層12が形成されている。窒化物半導体層12は、例えば、AlNを材料とする300nmのバッファ層、i-GaNを材料とする1000nmのチャネル層（電子走行層）、n-AlGaNを材料とする20nmの電子供給層、及びn-GaNを材料とする5nmのキャップ層が順に積層された構造を有する。窒化物半導体層12としては、GaN、AlN、InN、InGaN、AlGaN、InAlN、InAlGaN等を用いることができる。窒化物半導体層12の表面におけるビアホールの形成予定領域には、ビアパッド40が設けられている。ビアパッド40には、例えばNi及びAuの積層体を用いることができる。

#### 【0023】

最初に、図2(a)に示すように、基板10の裏面にNiメタルマスク14を形成する（Ni以外には、NiCrでもよい）。次に、図2(b)に示すように、ビアエッチングの第1工程を行う。エッチングの方法にはICP方式によるドライエッチングを採用し、エッチングガスには $\text{CF}_4$ （フッ化炭素）を用いる。以下の説明では、エッチングの際のガス圧力をPress、誘導結合プラズマのアンテナパワーをICP、バイアスパワーをBiasで示す。エッチング条件は、 $\text{CF}_4 = 100 \text{ sccm}$ （ガス流量）、 $\text{Press} = 5.0 \text{ Pa}$ 、 $\text{ICP/Bias} = 2000 / 500 \text{ W}$ とする。本工程により、基板10の裏面に凹部（ビアホールの第1領域22）が形成される。第1領域22は、基板10の裏面に開口し、基板10の裏面から表面に向かって開口断面積が次第に小さくなるテーパ形状を有する。

#### 【0024】

次に、図2(c)に示すように、ビアエッチングの第2工程を行う。エッチングは引き続きICP方式により行い、エッチングガスには $\text{SF}_6$ を用いる。エッチング条件は、 $\text{SF}_6 = 100 \text{ sccm}$ 、 $\text{Press} = 5.0 \text{ Pa}$ 、 $\text{ICP/Bias} = 2000 / 500 \text{ W}$ とする。本工程により、ビアホールの第2領域24が形成される。第2領域24は、第1領域22及び基板10の表面に開口しており、ビアパッド40に到達している。第2領域24の内壁面の傾斜角は、第1領域22に比べて大きい。本実施例では、第2領域24の断面形状は、内壁面が基板10の表面に対し略垂直となっているが、第2領域24の内壁面は垂直でなくともよい。

#### 【0025】

以上までの工程により、基板10にビアホール20が形成される。ビアホール20の形状は、裏面の開口部が最も広く、徐々にテーパ状に開口断面積が小さくなり、途中から開口断面積がほぼ一定となるろうと形状となっている。

#### 【0026】

次に、図2(d)に示すように、メタルマスク14を除去する。最後に、図2(e)に示すように、基板10の裏面及びビアホール20の内部に金属層30を形成する。金属層

10

20

30

40

50

30の形成は、例えば、最初にTi及びAuからなるシード層32をスパッタ成膜により形成した後に、Auからなるめっき層34をめっきにより形成する。金属層30は、ビアパッド40と電氣的に接続される。

【0027】

図3は、実施例1に係る半導体装置100の構成を示す図である。図3(a)はメタライズ前の状態を、図3(b)はメタライズ後の状態をそれぞれ示す。図3(a)に示すように、基板10の厚みAは100 $\mu$ m、第1領域22の開口部の直径Bは100 $\mu$ m、第2領域24の開口部の直径Cは50 $\mu$ mとすることができるが、各部の寸法はこれに限定されるものではない。また、図3(b)に示すように、ビアホール20の形状がろうと形状であり、第1領域22にテーパ部が形成されているため、スパッタ成膜によるシード層32の付着がしやすく、めっき層30の厚みも大きくしやすい。その結果、金属層30(シード層32及びめっき層34)のメタライズが比較例よりも良好となっている。

10

【0028】

実施例1に係る半導体装置によれば、第1工程においてエッチングガスをCF<sub>4</sub>とし、第2工程においてエッチングガスをSF<sub>6</sub>としたICP方式のドライエッチングを行うことにより、SiCを材料とする基板10にろうと形状のビアホール20を形成することができる。CF<sub>4</sub>を用いたエッチングの際に生じるC系の残渣物(C、Si、Niの混合物及び化合物)は、デポジットの成長速度が早く、SiCとの選択比が高い。このため、デポジットの成長に伴いエッチングが斜めに進行し、テーパ形状のビアホール(第1領域22)が形成されると考えられる。また、第1領域22の形成後は、SF<sub>6</sub>によるエッチングを行うことで、断面形状が略垂直なビアホール(第2領域24)が形成され、第1領域22と合わせてろうと形状のビアホール20を形成することができる。

20

【0029】

ビアホール20をろうと形状とすることにより、ビアホール20内のメタライズを改善することができる。また、基板10の裏面の開口部に比べて表面の開口部が小さくなるため、表面側のビア用の開口寸法を小さくすることができる。また、半導体装置100をパッケージ等にダイ付けする場合、基板10の裏面側におけるビアホール20の傾斜が90°よりも小さいため、パッケージの熱膨張に起因するビアホール20の端部への応力集中を軽減することができる。また、CF<sub>4</sub>によるエッチングとSF<sub>6</sub>によるエッチングを併用することにより、CF<sub>4</sub>のみでエッチングを行う場合に比べてビアホール20の形成に要する時間を短縮することができる。

30

【0030】

また、実施例1では、エッチングの方法としてICP方式によるドライエッチングを用いているが、フッ化炭素のプラズマ及びメタルマスクを用いたドライエッチングであれば、他の方式を用いてもよい。ただし、ICP方式によれば、プラズマパワーとバイアスパワーを独立して制御することができるため、高密度プラズマ且つ低バイアス環境下でのエッチングが可能となる。また、低圧力(例えば、Press 10Pa)でのエッチングが可能となる。その結果、ビアホール側壁へのデポジットの堆積が促進されるため、テーパ形状の断面を形成することが可能となる。また、ICP方式ではプラズマとウェハ(基板10)との距離を小さくすることができるため、エッチングが途中で止まってしまうことを抑制する。以上のことから、ICP方式のドライエッチングは、ろうと形状のビアホール20を形成するのに適している。また、デポジットの速度及び傾斜角の調整も容易である。

40

【0031】

実施例1にて示したエッチング条件は一例であり、上記の形態に限定されるものではない。例えば、第2工程は、SF<sub>6</sub>のみを用いるのではなく、SF<sub>6</sub>とO<sub>2</sub>との混合ガスを用いても良い。この場合には、SF<sub>6</sub>のみを用いた場合よりも、エッチングレートが向上する。好ましいエッチング条件を以下に示す。

【0032】

図2(b)に示す第1工程において、CF<sub>4</sub> = 10 ~ 200 sccm、Press = 0

50

. 1 ~ 10 . 0 Pa、ICP / Bias = 100 ~ 5000 W / 10 ~ 1000 Wであることが好ましい。また、 $CF_4 = 50 \sim 150 \text{ sccm}$ 、 $Press = 3.0 \sim 7.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP / Bias = 1500 \sim 3000 \text{ W} / 300 \sim 700 \text{ W}$ であることが更に好ましい。

【0033】

図2(c)に示す第2工程において、 $SF_6 = 10 \sim 200 \text{ sccm}$ 、 $Press = 0.1 \sim 10.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP / Bias = 100 \sim 5000 \text{ W} / 10 \sim 1000 \text{ W}$ であることが好ましい。また、 $SF_6 = 70 \sim 100 \text{ sccm}$ 、 $Press = 3.0 \sim 7.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP / Bias = 1500 \sim 3000 \text{ W} / 300 \sim 700 \text{ W}$ であることが更に好ましい。

10

【0034】

さらに、図2(c)に示す第2工程において、 $SF_6 / O_2 = 10 \sim 200 \text{ sccm} / 1 \sim 150 \text{ sccm}$ 、 $Press = 0.1 \sim 10.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP / Bias = 100 \sim 5000 \text{ W} / 10 \sim 1000 \text{ W}$ であることが好ましい。また、 $SF_6 / O_2 = 70 \sim 100 \text{ sccm} / 0 \sim 30 \text{ sccm}$ 、 $Press = 3.0 \sim 7.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP / Bias = 1500 \sim 3000 \text{ W} / 300 \sim 700 \text{ W}$ であることが更に好ましい。

【0035】

また、実施例1では、エッチングの際のメタルマスク14としてNiを用いたが、他にもCu、Al、Cr等を用いることができる。ただし、メタルマスク14としてNiを用いる(デポジットにNiが含まれるようにする)ことにより、ビアホール20のテーパ部の表面が滑らかになるため、より良好なピア形状を得ることができる。

20

【0036】

また、実施例1では、第1工程のエッチングガスとして $CF_4$ を用いたが、 $CF_4$ の代わりに他のフッ化炭素系のガス(例えば、 $C_2F_8$ )を用いてもよい。また、第2工程でエッチングガスとして用いた $SF_6$ の代わりに他のフッ化硫黄系のガスを用いてもよい。

【実施例2】

【0037】

実施例2は、ろうと形状のビアホールを一工程で形成する例である。実施例2に係る半導体装置の構成は、実施例1(図3)と同様であり、説明を省略する。

【0038】

実施例2に係る半導体装置の製造方法は、最初に基板10の裏面にメタルマスク14を形成するまでは実施例1(図2(a))と同様である。次に、実施例1と同様にICP方式によるドライエッチングを行うが、実施例2ではエッチングガスとして $CF_4$ 及び $O_2$ の混合ガスを用いる。エッチング条件は、 $CF_4 / O_2 = 90 / 10 \text{ sccm}$ 、 $Press = 5.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP / Bias = 2000 / 500 \text{ W}$ とする。また、メタルマスク14にはNiを用いる

30

【0039】

$CF_4$ 及び $O_2$ の混合ガスによるエッチングは、 $CF_4$ ガスを単体で用いる場合に比べてエッチングレートが高い。エッチングの初期には、実施例1と同じくテーパ形状にエッチングが進み、第1領域22が形成される(図2(b))。エッチングが深くなるにつれ、メタルマスク14から飛散するNiの供給量は減少する。基板の深さ方向へのエッチング速度がデポジットの堆積速度より大きくなると、エッチングは略垂直方向へと進むようになり、内壁面の傾斜角が大きい第2領域24が形成される(図2(c))。以上の工程により、基板10にろうと形状のビアホール20が形成される。

40

【0040】

ビアホールの形成後は、実施例1と同様に、メタルマスク14の除去(図2(d))及び金属層30の形成(図2(e))を行う。これにより、実施例2に係る半導体装置100が完成する。

【0041】

実施例2によれば、実施例1と同様に、ビアホール20内のメタライズを改善すること

50

ができる。また、ビアホール 20 を一工程で形成することにより、実施例 1 に比べて工程数を削減することができる。

【0042】

実施例 2 にて示したエッチング条件は一例であり、上記の形態に限定されるものではないが、好ましいエッチング条件を以下に示す。

【0043】

エッチング条件は、 $CF_4/O_2 = 10 \sim 200 \text{ sccm} / 1 \sim 150 \text{ sccm}$ 、 $Press = 0.1 \sim 10.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP/Bias = 100 \sim 5000 \text{ W} / 10 \sim 1000 \text{ W}$ であることが好ましい。また、 $CF_4/O_2 = 70 \sim 100 \text{ sccm} / 1 \sim 30 \text{ sccm}$ 、 $Press = 3.0 \sim 7.0 \text{ Pa}$ 、 $ICP/Bias = 1500 \sim 3000 \text{ W} / 3000 \sim 7000 \text{ W}$ であることが更に好ましい。

10

【0044】

また、エッチングガスの種類、エッチング方式、及びメタルマスク 14 の材料については、実施例 1 にて示した他の方法を用いてもよい。ただし、実施例 1 にて説明したように、エッチングガスは  $CF_4$ 、エッチング方式は ICP、メタルマスク 14 の材料は Ni とすることが好ましい。

【0045】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明はかかる特定の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。

20

【符号の説明】

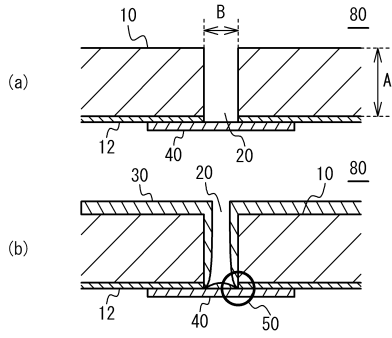
【0046】

- 10 基板
- 12 窒化物半導体層
- 20 ビアホール
- 22 第1領域
- 24 第2領域
- 30 金属層
- 32 シード層
- 34 めっき層
- 40 ビアパッド

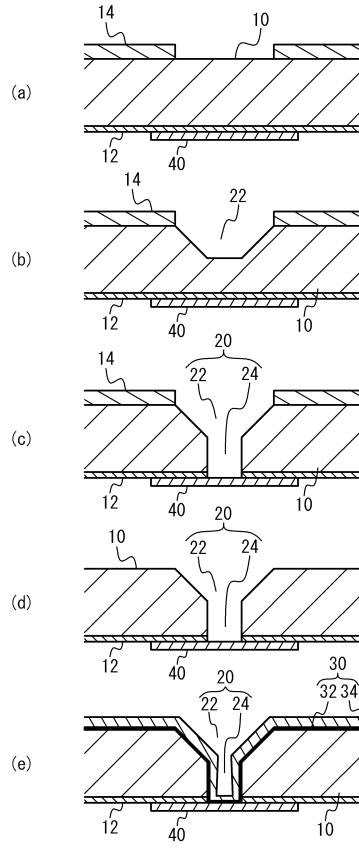
30



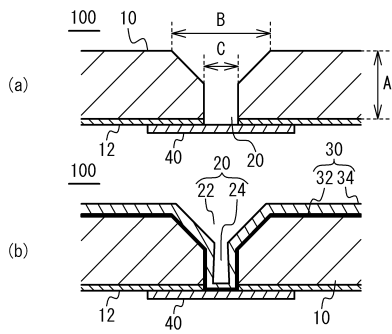
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特表2009-523324(JP,A)

特開2009-117527(JP,A)

特表2003-530716(JP,A)

特開2007-157806(JP,A)

特開平09-129622(JP,A)

特開2009-033097(JP,A)

特開2008-140861(JP,A)

S.-M. KONG, 外4名, Reactive Ion Etching of SiC Using C2F6/O2 Inductively Coupled Plasma, Journal of Electronic Materials, 2002年, Vol. 31, No. 3, p. 209-213

D.W. Kim, 外7名, High rate etching of 6H-SiC in SF6-based magnetically-enhanced inductively coupled plasmas, Thin Solid Films, 2004年, Vol. 447-448, p. 100-104

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/28 - 21/288、21/302、21/3065、  
21/3205 - 21/3213、21/44 - 21/445、  
21/461、21/768、23/52 - 23/522、  
29/40 - 29/49、29/872