

(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2010-24088
(P2010-24088A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
C30B	29/04	(2006.01)	C30B	29/04	S	4G077		
C23C	16/27	(2006.01)	C23C	16/27		4G146		
C23C	16/511	(2006.01)	C23C	16/511		4K030		
C23C	16/458	(2006.01)	C23C	16/458				
C01B	31/06	(2006.01)	C01B	31/06	A			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願2008-186867 (P2008-186867)
(22) 出願日 平成20年7月18日 (2008.7.18)

(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 100116713
弁理士 酒井 正己
(74) 代理人 100094709
弁理士 加々美 紀雄
(74) 代理人 100117145
弁理士 小松 純
(72) 発明者 泉 健二
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
電気工業株式会社伊丹製作所内
(72) 発明者 目黒 貴一
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
電気工業株式会社伊丹製作所内
最終頁に続く

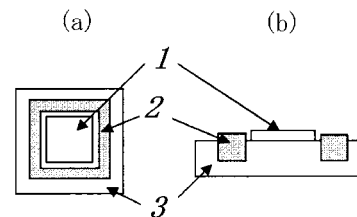
(54) 【発明の名称】 気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 短時間かつ低コストで大面積、厚膜品のダイヤモンド単結晶を提供し、抵抗率の高い気相合成法によってダイヤモンド単結晶基板を提供する。

【解決手段】 種基板1であるダイヤモンド単結晶を用意する工程と、前記ダイヤモンド単結晶から気相合成法によって単結晶を成長させる工程と、を有し、前記単結晶を成長させる工程において、水素と、炭素源を含んだ合成ガス中に窒素ガスを添加することにより、単結晶基板中の炭素原子に対する窒素原子の含有量が5 ppm以上100 ppm以下とするとともに、さらに、前記ダイヤモンド単結晶の周辺にSi基板2を配置することにより、単結晶基板中の炭素原子に対するSi原子の含有量を1.0 ppm以上100 ppm以下とし、抵抗率が $1.0 \times 10^{16} \cdot \text{cm}$ 以上であるダイヤモンド単結晶基板。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ダイヤモンド単結晶基板であって、該基板内の炭素原子に対する窒素原子の含有量が 5 ppm 以上 100 ppm 以下であり、該基板における抵抗率が $1.0 \times 10^{16} \cdot \text{cm}$ 以上であることを特徴とする気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板。

【請求項 2】

前記ダイヤモンド単結晶基板であって、炭素原子に対する Si 原子の含有量が 1.0 ppm 以上 100 ppm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載された気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板。

【請求項 3】

前記単結晶基板が、厚み 1 mm 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板。

【請求項 4】

種基板であるダイヤモンド単結晶を用意する工程と、前記ダイヤモンド単結晶から気相合成法によって単結晶を成長させる工程と、を有し、前記単結晶を成長させる工程において、単結晶基板中の炭素原子に対する窒素原子の含有量が 5 ppm 以上 100 ppm 以下となるように窒素ガスを添加することを特徴とするダイヤモンド単結晶基板の製造方法。

【請求項 5】

前記単結晶を成長させる工程において、前記ダイヤモンド単結晶の周辺に Si 基板を配置することにより、単結晶基板中の炭素原子に対する Si 原子の含有量を 1.0 ppm 以上 100 ppm 以下とし、抵抗率が $1.0 \times 10^{16} \cdot \text{cm}$ 以上であるダイヤモンド単結晶基板を得ることを特徴とする請求項 4 記載のダイヤモンド単結晶基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板に関し、特に半導体用途にも使用できる高品質な単結晶基板であり、短時間かつ低コストで製造することが可能であり、成膜開始時の多結晶成長を抑制することができる気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板に関する。

【背景技術】

【0002】

ダイヤモンドは高熱伝導率、高い電子・正孔移動度、高い絶縁破壊電界強度、低誘電損失、そして広いバンドギャップといった、半導体材料として他に類を見ない、優れた特性を数多く備えている。特に近年では、広いバンドギャップを活かした紫外発光素子や、優れた高周波特性を持つ電界効果トランジスタなどが開発されつつある。

【0003】

ダイヤモンドを半導体として利用することを考えた場合、できるだけ大面積のものを安価に作製することが必要とされる。現在、ダイヤモンド単結晶は主に高温高圧合成法を用いて作製している。これは結晶性に優れ、物性上は半導体基板として利用可能であるが、得られる単結晶のサイズは 1 cm 級までが限界となっている。

そこで、気相合成法による単結晶のエピタキシャル成長させる条件が検討されており、さらには気相合成法により大面積の単結晶を製造する方法が検討されている。

例えば、特許文献 1 には複数の単結晶ダイヤモンドの方位をそろえて並べ、これの上にダイヤモンドを気相合成法により成長させることによりダイヤモンド単結晶を製造する方法が開示されている。しかし、このような方法で製造されたダイヤモンド単結晶は結晶欠陥が多く、光学用や半導体基板としては十分な品質ではない。

さらに、単結晶基板上へ気相合成法で成長させる際に、作製ガス中に窒素を含有させることで成長速度を上げることが可能となり、大面積、厚膜品を作製するコストを著しく下げることができる技術も開示されている（特許文献 2）。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開平3-75298号公報

【特許文献2】特開2007-191362号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の技術である高温高压法では大面積や厚膜のダイヤモンド単結晶を作製するにはコストがかかる。また気相合成法で作製する際に窒素を導入し、成長速度を大きくすることで製作コストを下げることが可能であるが、この方法で作製したものは抵抗率が低く、高電界を印加した使用において漏れ電流が大きく精密電子部品に適用することができないといった問題点があった。

10

そこで本発明は、短時間かつ低コストで大面積、厚膜品のダイヤモンド単結晶を提供することを目的とする。また、抵抗率の高い気相合成法で作製したダイヤモンド単結晶基板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】

【0005】

本発明は、上記課題を解決するために以下の構成を採用した。

(1) ダイヤモンド単結晶基板であって、該基板内の炭素原子に対する窒素原子の含有量が5ppm以上100ppm以下であり、該基板における抵抗率が 1.0×10^{16} ・cm以上であることを特徴とする気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板である。

20

【0006】

(2) 前記ダイヤモンド単結晶基板であって、炭素原子に対するSi原子の含有量が1.0ppm以上100ppm以下であることを特徴とする上記(1)に記載された気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板である。

(3) 前記単結晶基板が、基板厚み1mm以上であることを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の気相合成法で作製されたダイヤモンド単結晶基板である。

【0007】

(4) 種基板であるダイヤモンド単結晶を用意する工程と、前記ダイヤモンド単結晶から気相合成法によって単結晶を成長させる工程と、を有し、前記単結晶を成長させる工程において、単結晶基板中の炭素原子に対する窒素原子の含有量が5ppm以上100ppm以下となるように窒素ガスを添加することを特徴とするダイヤモンド単結晶基板の製造方法である。

30

(5) 前記単結晶を成長させる工程において、前記ダイヤモンド単結晶の周辺にSi基板を配置することにより、単結晶基板中の炭素原子に対するSi原子の含有量を1.0ppm以上100ppm以下とし、抵抗率が 1.0×10^{16} ・cm以上であるダイヤモンド単結晶基板を得ることを特徴とする上記(4)記載のダイヤモンド単結晶基板の製造方法である。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、単結晶ダイヤモンドを気相合成で作製する際に、合成ガス中に窒素を導入することで、大面積、厚膜品の作製時コストを低減することが可能である。また、抵抗率を高くすることで高電界を印加する半導体用途での使用も可能となる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明に係る実施形態の一例を説明する。

ダイヤモンド単結晶基板を得るためには、例えば高温高压合成で作製した単結晶基板上に気相合成法により成長をさせる方法が一般的であり、この気相合成法で作製したのもののみを取り出すことで所望のダイヤモンド単結晶基板を得ることができる。

気相合成法によるダイヤモンド単結晶基板の作製時に使用するガスは、水素と、炭素源を含んだガス、例えばアセトンやメタンといったものである。この際、ガス中に窒素を添加することで成膜速度を向上させることができる。これにより製造スピードが上がり、大

50

面積、厚膜品作製のコストを低減することができる。この場合元の基板が、高温高圧基板でなく気相合成法で作製した基板であっても問題はない。

【0010】

また窒素を含有させることで半導体用途への使用も可能となる。本実施形態における窒素含有量は炭素原子に対して5 ppm以上100 ppm以下である。望ましくは20 ppm以上80 ppm以下であり、より望ましくは30 ppm以上70 ppm以下である。5 ppm未満では十分に半導体特性を出すことができず、100 ppmを超えると不純物量が大きくなりすぎ、十分に高い移動度を持った半導体とならない。

窒素含有量は、成長中に添加する窒素量、基板温度、マイクロ波出力等を変更することで調整可能である。また抵抗率が $1.0 \times 10^{16} \cdot \text{cm}$ よりも小さい場合には、漏れ電流の発生が大きくなり半導体として使用することができない。抵抗率を上げるためには、作製時にSiを含んだ治具を使用することで、Siを含ませることが可能となる。

10

【0011】

本実施形態における炭素原子に対するSi原子は1 ppm以上100 ppm以下が好ましい。望ましくは2.0 ppm以上80 ppm以下であり、さらに望ましくは5 ppm以上50 ppm以下である。Si原子が1 ppm以上100 ppm以下であれば、作製されたダイヤモンド単結晶基板における抵抗率を $1.0 \times 10^{16} \cdot \text{cm}$ 以上にすることが可能である。

また電子部品などのデバイスへダイヤモンド単結晶基板を使用するためには、基板厚1 mm以上の厚みが必要である。基板厚1 mm未満では加工等を行う際に、割れや穴が空いてしまい使用できない。

20

【実施例】

【0012】

以下、本発明に係るダイヤモンド単結晶基板の一例を実施例及び比較例として開示する。

6 mm × 4 mm、厚さ0.45 mmの人工Ib型単結晶{100}基板を用意して、マイクロ波プラズマCVDによるエピタキシャル成長を行った。ここで、基板温度は1050、圧力100 Torrでおこなった。

導入したガスはメタン200 sccm (standard cubic cm)、水素1000 sccmとした。8枚の人工Ib型単結晶基板について、夫々前記のガス条件で成長を行い、全ての基板について気相合成で成長させた部分のみ切り出しを行なった。

30

それぞれの基板について、SIMSによる炭素原子に対する窒素原子及びSi原子の含有量を測定した。また、抵抗率についても測定を行なった。結果は表1の通りである。No. 1 ~ 6は成長を行なう際に、図1に示す如く基板1の側面を保護した形でMo板3上にSi基板2を配置した。No. 6 ~ 8はMo板3の上に基板1を配置したのみとし、周辺にSi基板2は配置しなかった。添加する窒素ガスは0.1 ~ 50 sccmの範囲で調整した。全て気相合成で作製した部分の厚みが1.5 mm以上となるように成長を行なった。

さらに、上記と同様の製造方法をとるが、作製品の厚みが1.1 mmになるもの (No. 9) と0.9 mmとなるもの (No. 10) をそれぞれ1枚ずつ作製した。

【0013】

40

【表 1】

NO.	窒素含有量 (ppm)	抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	Si含有量 (ppm)	1.5mm以上となるまで に経過した時間(h)
1	4.8	9×10^{16}	3.0	70
2	5.1	7×10^{16}	4.9	40
3	57	4×10^{16}	1.1	32
4	99	2×10^{16}	3.7	29
5	101	1×10^{17}	2.1	28
6	21	2×10^{16}	1.7	38
7	32	5×10^{14}	0(検出限界以下)	35
8	82	8×10^{15}	0.9	30
9	9.6	3×10^{16}	3.8	25
10	9.3	4×10^{16}	4.7	21

10

【0014】

No. 1 については製作時間が、他に比べ倍以上かかり作製コストが高くなった。全てについて、実際に半導体デバイスへの適用するための加工を行った。No. 2, 3, 4 については、半導体としての使用も可能であったが、No. 5, 6, 7, 8 については半導体として使用できる電気特性が現われなかった。

20

【0015】

さらに、作製品の厚みが1.1mmになるもの(No. 9)と0.9mmとなるもの(No. 10)についてもデバイスへの加工を行ったが、No. 9 については問題なくデバイスが完成したが、No. 10 については作製時に割れが起こった。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】気相合成法によって本発明に係るダイヤモンド単結晶基板を製造する方法の一例を示す概念図である。(a)は平面図、(b)は正面断面図である。

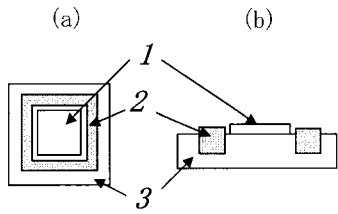
【符号の説明】

【0017】

- 1 基板
- 2 Si基板
- 3 Mo板

30

【 図 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 今井 貴浩

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

Fターム(参考) 4G077 AB01 AB06 BA03 DB19 EA06 EB01 ED06 HA12 TA01 TA04

TA12

4G146 AA04 AA15 AA17 AB05 AC01A AC01B AC20A AC20B AC27A AC27B

AD30 BA12 BA48 BC09 BC16 BC25 BC27 BC34B BC38B BC41

BC46

4K030 AA10 AA17 AA18 BA28 BB02 FA01 GA02 JA09 JA10