

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月8日(08.09.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/149945 A1

- (51) 国際特許分類:
C30B 29/36 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
C30B 25/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000802
- (22) 国際出願日: 2017年1月12日(12.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-042451 2016年3月4日(04.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 杉山 尚宏(SUGIYAMA Naohiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ゆうあい特許事務所(YOUI PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目6番5号 名古屋錦シティビル4階 Aichi (JP).

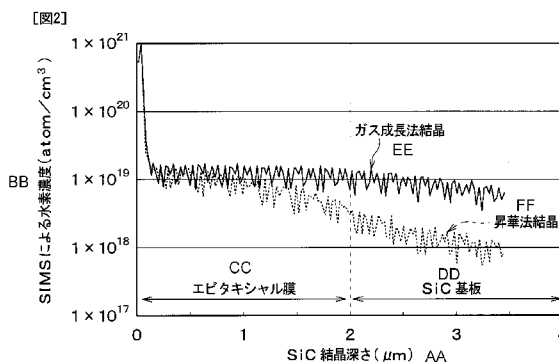
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SEMICONDUCTOR SUBSTRATE COMPOSED OF SILICON CARBIDE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 炭化珪素にて構成される半導体基板およびその製造方法



- AA SiC crystal depth (μm)
BB Hydrogen concentration according to SIMS (atom/cm³)
CC Epitaxial film
DD SiC substrate
EE Gas growth method crystal
FF Sublimation method crystal

(57) Abstract: Provided is a semiconductor substrate comprising a SiC substrate (1) and an epitaxial film (2), wherein the concentration ratio of the concentration of hydrogen of the epitaxial film (2) to the concentration of hydrogen of the SiC substrate (1) is 0.2 to 5, and preferably 0.5 to 2. This configuration is able to minimize hydrogen diffusion across the boundary between the epitaxial film (2) and SiC substrate (1) and reduction of hydrogen concentration thereat. Accordingly, the properties of a SiC semiconductor device formed with the semiconductor substrate, for example, a bipolar device such as a pn diode, can be improved.

(57) 要約: SiC基板(1)およびエピタキシャル膜(2)を有する半導体基板において、SiC基板(1)の水素濃度に対するエピタキシャル膜(2)の水素濃度の濃度比が0.2~5、好ましくは0.5~2となるようにする。これにより、エピタキシャル膜(2)とSiC基板(1)との境界位置における水素の拡散を抑制でき、水素濃度の低下が抑制できる半導体基板とすることが可能となる。したがって、半導体基板を用いて形成されるSiC半導体デバイス、例えばpnダイオードなどのバイポーラデバイスの特性の向上を図ることが可能となる。

明 細 書

発明の名称：

炭化珪素にて構成される半導体基板およびその製造方法

関連出願への相互参照

[0001] 本出願は、2016年3月4日出願された日本特許出願番号2016-42451号に基づくもので、ここにその記載内容が参照により組み入れられる。

技術分野

[0002] 本開示は、炭化珪素（以下、SiCという）にて構成されたSiC基板の上にSiCにて構成されたエピタキシャル膜が形成されてなる半導体基板およびその製造方法に関するものである。

背景技術

[0003] 従来より、SiCにて構成される半導体基板として、SiC基板の上にSiCにて構成されたエピタキシャル膜が形成されたものがある。SiCにて構成される半導体基板は、SiC半導体デバイスとして、例えばpnダイオードやバイポーラトランジスタの形成に用いられる。

[0004] このような半導体基板は、アルゴン雰囲気下で昇華法によって結晶成長させたSiC基板を用いて、水素をキャリアとしたCVD（chemical vapor depositionの略）法により、SiC基板の表面にエピタキシャル膜を成長させることによって形成される。

[0005] また、SiC基板の成長を昇華法にて行う場合に、昇華法の成長チャンバー内に水素を導入することによって成長結晶中への窒素の取り込みを防止すれば、超高純度のSiC単結晶を得ることが可能となり、半絶縁性の結晶を作成することもできる（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4891767号公報

発明の概要

- [0007] SiC半導体デバイスにおけるキャリアライフタイムが結晶中の水素濃度に依存する。このため、SiC基板の上にSiCにて構成されたエピタキシャル膜を構成する場合、エピタキシャル膜を成長させる際にキャリアとして水素を用いて水素が導入されるようにすると、エピタキシャル膜中のキャリアライフタイムが長くなる。
- [0008] しかしながら、水素濃度レベルの低いSiC基板の上にエピタキシャル膜を構成する場合、図3に示すように、水素濃度レベルの高いエピタキシャル膜側から水素濃度レベルの低いSiC基板側へ水素が拡散してしまうことが確認された。このため、SiC基板とエピタキシャル膜との界面において、エピタキシャル膜中の水素濃度が低下し、それに起因してキャリアライフタイムが短くなって、電気抵抗が大きくなるなど、SiC半導体デバイスの特性を悪化させるという課題が生じる。
- [0009] 上記した特許文献1のように、SiC基板の成長を昇華法にて行う場合において、成長チャンバー内に水素を導入すれば、SiC基板中に水素が導入され得る。ところが、水素濃度の差によってエピタキシャル膜からSiC基板側への水素の拡散が起こるため、単にSiC基板中に水素が導入されただけでは水素の拡散を抑制できない。よって、上記問題が発生する。
- [0010] 本開示は、SiCにて構成されたエピタキシャル膜からSiC基板側への水素の拡散を抑制でき、SiC半導体デバイスの特性の向上を図ることが可能な半導体基板およびその製造方法を提供することを目的とする。
- [0011] 本開示の1つの観点における半導体基板は、SiC単結晶にて構成され、水素を含むSiC基板と、SiC基板の上に形成され、水素を含むエピタキシャル膜と、を有し、SiC基板の水素濃度に対するエピタキシャル膜の水素濃度の濃度比が0.2～5とされている。
- [0012] このように、SiC基板およびエピタキシャル膜を有する半導体基板において、SiC基板の水素濃度に対するエピタキシャル膜の水素濃度の濃度比が0.2～5となるようにしている。これにより、エピタキシャル膜とSi

C基板との界面における水素の拡散を抑制でき、エピタキシャル膜の水素濃度の低下が抑制できる半導体基板とすることが可能となる。したがって、半導体基板を用いて形成されるSiC半導体デバイス、例えばバイポーラデバイスの特性の向上を図ることが可能となる。

[0013] 本開示のもう1つの観点における半導体基板の製造方法は、Si含有ガスとC含有ガスから炭化珪素を合成するガス成長法にて、水素をキャリアガスとして用いることで水素を含有する炭化珪素単結晶を形成し、該炭化珪素単結晶にて炭化珪素基板を製造することと、炭化珪素基板の上に、水素をキャリアガスとして用いることで水素を含むエピタキシャル膜を形成することと、を含み、炭化珪素基板を製造することおよびエピタキシャル膜を形成することにおいては、炭化珪素基板の水素濃度に対するエピタキシャル膜の水素濃度の濃度比を0.2～5としている。

[0014] このように、ガス成長法を用いてSiC基板を製造するためのSiCインゴットを形成すると、昇華法を用いる場合と比較して、水素濃度を高くしやすくなる。このため、ガス成長法を用いてSiC基板を形成すると、SiC基板の水素濃度に対するエピタキシャル膜の水素濃度の濃度比を0.2～5に設定し易く、好適である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1実施形態にかかる半導体基板の断面図である。

[図2]SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometryの略) 測定によってSiC基板およびエピタキシャル膜の水素濃度分布を調べた結果を示す図である。

[図3]SiC基板上にエピタキシャル膜を構成する場合の水素の拡散を調べた結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本開示の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

[0017] (第1実施形態)

第1実施形態について説明する。図1に示すように、本実施形態にかかる半導体基板は、SiC基板1の上にSiCにて構成されるエピタキシャル膜2を成長させたものである。

[0018] SiC基板1は、n型不純物である窒素等もしくはp型不純物であるアルミニウム等がドーピングされることでn型SiCもしくはp型SiCとされている。また、SiC基板1には水素がドーピングされており、例えば水素濃度が $2 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ とされている。水素濃度については任意であるが、半導体基板を使用して形成するSiC半導体デバイスにおいて、所望のキャリアライフタイムを得るために必要な濃度に設定するのが好ましい。上記したように、水素濃度が少なくとも $2 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ とされていれば、所望のキャリアライフタイムを得ることができる。

[0019] エピタキシャル膜2は、SiC基板1の表面にCVD法によってエピタキシャル成長させられた膜である。このエピタキシャル膜2も、例えばn型不純物である窒素等もしくはp型不純物であるアルミニウム等がドーピングされることでn型SiCもしくはp型SiCとされている。また、エピタキシャル膜2にも水素がドーピングされており、SiC基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が0.2～5、好ましくは0.5～2とされている。

[0020] SiC基板1やエピタキシャル膜2の導電型については任意であり、形成するSiC半導体デバイスに応じて決められる。例えば、SiC半導体デバイスとしてpnダイオードを形成する場合には、SiC基板1をn型SiCで構成し、エピタキシャル膜2をp型SiCで構成する。

[0021] SiC基板1の水素濃度とエピタキシャル膜2の水素濃度とに差があると、水素濃度が高い方側から低い方側への水素の拡散が発生し、特に1桁以上濃度が異なってくるとその拡散が顕著になることを確認している。この拡散を抑制できる範囲について検討を行ったところ、水素濃度の高い方に対して低い方の濃度が1/5の値となるまでは拡散抑制効果が得られ、それ以上に

なると拡散抑制効果が得られなくなるという結果が得られた。そして、S i C基板1の水素濃度とエピタキシャル膜2の水素濃度が近いほど、水素の拡散を抑制することが可能となり、より好ましくは水素濃度の高い方に対して低い方の濃度が半分以上の値になると拡散抑制効果がより高くなるという結果が得られた。このため、上記したように、S i C基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が0.2～5となるようにしており、好ましくは0.5～2となるようにしている。

[0022] このように構成された半導体基板は、S i C半導体デバイスの形成に用いられる。例えば、S i C半導体デバイスとしてはp nダイオードなどのバイポーラ素子が挙げられる。

[0023] このようなp nダイオードにおいて、S i C基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が上記した値とされていることから、エピタキシャル膜2中の水素の拡散が抑制される。このため、キャリアライフタイムが短くなることを抑制でき、電気抵抗が大きくなることなどが抑制できる。したがって、S i C半導体デバイスの特性悪化を抑制できる。同様の効果は、I G B T（Insulated Gate Bipolar Transistorの略）等のバイポーラトランジスタにおいても期待できる。

[0024] 続いて、上記のように構成される半導体基板の製造方法について説明する。

[0025] まず、S i C基板1を製造する。具体的には、ガス成長法によってS i C基板1を形成するためのS i Cインゴットを形成し、S i CインゴットをスライスすることによってS i C基板1を製造する。

[0026] 例えば、図示しないが、台座上に種結晶となるS i C単結晶基板を配置し、S i C単結晶基板に対して例えばシラン（S i H₄）などのS i含有ガスと例えばプロパン（C₃H₈）などのC含有ガスを含む混合ガスをS i C原料ガスとして供給する。また、ガス成長が行われる成長空間を2300～2500℃程度に加熱する。これにより、S i C単結晶基板の表面にS i C単結晶にて構成されるS i Cインゴットを成長させることができる。

[0027] そして、このSiCインゴットの成長の際に、Si含有ガスとC含有ガスのキャリアガスとして水素を導入し、SiCインゴット中に水素がドーピングされるようにしている。このときの水素のドーピング量は、SiC単結晶基板に供給されるガス雰囲気中における水素の分圧によって決まる。水素の分圧は、キャリアガスとして導入する水素の量などによって決まり、本実施形態のようにSi含有ガスやC含有ガス中に水素元素が含まれている場合には、これらに含まれる水素の量とキャリアガスとして導入する水素の総量によって決まる。このため、導入する水素の量を調整し、エピタキシャル膜2中に導入されるライフタイム制御のために好適な水素濃度を加味した上で、SiC基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が上記値となるようにしている。

[0028] 例えば、ガス成長法によってSiCインゴットを製造する場合には、Si:Hが1:10程度となるようにすると、SiC基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が上記値に含まれるようにSiCインゴット中の水素濃度を設定できる。実験により、このような比率で水素の導入量を調整したところ、SiC基板1の水素濃度は $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ となった。したがって、SiC原料ガスとなるSi含有ガスやC含有ガスとしてシランやプロパンを用いる場合、SiC原料ガス中に含まれる水素元素の量とキャリアガスとなる水素の導入量とを足した量が、上記比率に即した量となるように水素の導入量を決めればよい。

[0029] このようにして得られるSiCインゴットをスライスすることでSiC基板1を製造した後、図示しない化学気相成長（以下、CVD（chemical vapor depositionの略）という）装置内にSiC基板1を配置する。そして、CVD装置を用いて、SiC基板1の一面にCVD法にてエピタキシャル膜2を成長させる。CVD法では、キャリアガスとして水素を用いており、エピタキシャル膜2の成長中に水素がドーピングされる。具体的には、水素をキャリアガスとして、例えばシランなどのSi含有ガスと例えばプロパンなどのC含有ガスとをCVD装置内に導入し、1500～1600℃の温度でエピ

タキシャル膜2を成長させることができる。

- [0030] このとき、キャリアガスとして導入する水素の導入量を調整し、ガス雰囲気中における水素の分圧を調整することで、エピタキシャル膜2中における水素濃度が上記値となるようにする。すなわち、SiC基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が0.2～5となるようにしており、好ましくは0.5～2となるようにしている。このようにエピタキシャル膜2の水素濃度を設定することで、SiC基板1中からエピタキシャル膜2中へ、もしくは、その逆方向への水素の拡散を抑制できる。
- [0031] 実験により、ガス成長法によって水素濃度が $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ となるSiC基板1を製造した場合において、エピタキシャル膜2の水素濃度も $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ となるようにエピタキシャル膜2を形成した場合の水素濃度分布について調べた。また、参考として、昇華法によってSiC基板1を製造した場合において、そのSiC基板1の上にエピタキシャル膜2を形成した場合の水素濃度分布について調べた。昇華法は、黒鉛製坩堝内にSiC原料を配置すると共に台座上にSiC単結晶基板を配置し、 $2200 \sim 2400^\circ\text{C}$ で昇華させたSiC原料ガスをそれより数十～数百 $^\circ\text{C}$ 低温としたSiC単結晶基板に供給してSiC単結晶インゴットを成長させる手法である。昇華法ではアルゴン(Ar)雰囲気中においてSiC原料を加熱昇華させるため、SiC単結晶インゴット中に水素が殆どドーピングされない。昇華法によって形成した場合、SiC基板1の水素濃度は $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 未満となり、ライフタイム制御の為に水素がドーピングされるエピタキシャル膜2の水素濃度に対して1桁以上少ない濃度となる。
- [0032] これらの実験を行った場合において、SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometryの略) 測定によってSiC基板1およびエピタキシャル膜2の水素濃度分布を調べた結果を図2に示す。
- [0033] この図に示すように、昇華法を用いて水素濃度が低いSiC基板1を製造した場合には、SiC基板1とエピタキシャル膜2との境界位置において水素濃度が緩やかに変化していた。このことから、エピタキシャル膜2中の水

素がS i C基板1中へ拡散していることが判る。このように、エピタキシャル膜2中における水素濃度が低下してしまうと、キャリアライフタイムが短くなり、電気抵抗が大きくなるなど、S i C半導体デバイスの特性悪化が生じることとなる。

[0034] 一方、ガス成長法を用いてS i C基板1の水素濃度をエピタキシャル膜2の水素濃度に近づけた場合には、S i C基板1の水素濃度とエピタキシャル膜2の水素濃度の変化が見られなかった。このことから、S i C基板1中からエピタキシャル膜2中へ、もしくは、その逆方向への水素の拡散を抑制できていることが判る。これにより、キャリアライフタイムが短くなることを抑制でき、電気抵抗が大きくなることなどが抑制できる。したがって、S i C半導体デバイスの特性悪化を抑制できる。

[0035] 図2の実験で製造した半導体基板、つまりS i C基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が0.2～5のものと、S i C基板1の水素濃度がエピタキシャル膜2の水素濃度の1/10未満のものを用いて、p nダイオードを作成した。

[0036] その結果、後者の半導体基板に形成したp nダイオードにおいては、電気抵抗が大きい値となった。キャリアライフタイムがエピタキシャル膜2中における水素濃度に依存しているが、エピタキシャル膜2のうちのS i C基板1との界面側において水素濃度が低くなって、キャリアライフタイムが短くなったためと考えられる。

[0037] これに対して、前者の半導体基板に形成したp nダイオードにおいては、後者の半導体基板に形成したp nダイオードと比較して、電気抵抗が小さな値となった。これは、エピタキシャル膜2の水素濃度の低下が生じていないために、キャリアライフタイムが短くなることが抑制されたためと考えられる。

[0038] 以上説明したように、S i C基板1およびエピタキシャル膜2を有する半導体基板において、S i C基板1の水素濃度に対するエピタキシャル膜2の水素濃度の濃度比が0.2～5、好ましくは0.5～2となるようにしてい

る。これにより、エピタキシャル膜 2 と S i C 基板 1 との境界位置における水素の拡散を抑制でき、水素濃度の低下が抑制できる半導体基板とすることが可能となる。したがって、半導体基板を用いて形成される S i C 半導体デバイス、例えば p n ダイオードなどのバイポーラデバイスの特性の向上を図ることが可能となる。

[0039] このような半導体基板の製造方法については任意であるが、上記したように、ガス成長法を用いて S i C 基板 1 を製造するための S i C インゴットを形成すると、昇華法を用いる場合と比較して、水素濃度を高くしやすくなる。このため、ガス成長法を用いて S i C 基板 1 を形成すると、S i C 基板 1 とエピタキシャル膜 2 の水素濃度比を上記した値に設定し易く、好適である。

[0040] (他の実施形態)

本開示は、上記した実施形態に準拠して記述されたが、当該実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

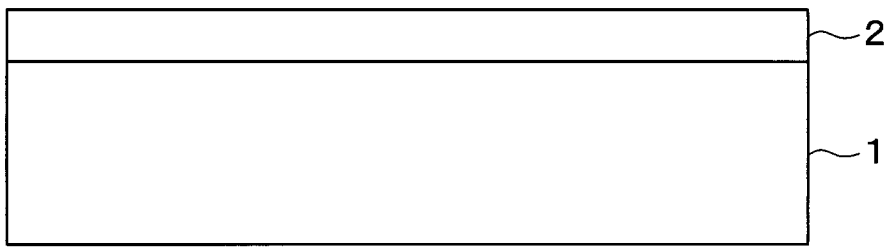
[0041] 上記第 1 実施形態では、S i C 基板 1 を水素濃度が高くしやすいガス成長法によって製造する場合について説明したが、所望の水素濃度の S i C 基板 1 を製造できれば他の方法であっても良い。

[0042] 例えば、昇華法において、結晶成長の工程中に水素を導入するようにすれば、 $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上の水素濃度となる S i C 基板 1 を製造することもできる。このように製造される S i C 基板 1 を用いつつ、S i C 基板 1 の水素濃度に対するエピタキシャル膜 2 の水素濃度の濃度比が 0.2 ~ 5、好ましくは 0.5 ~ 2 となるようにすれば、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。その場合にも、S i C 基板 1 に対して N 型ドーパントとなる窒素や P 型ドーパントとなるアルミニウムを含む原料を導入することで、S i C 基板 1 を所望の導電型にすることができる。

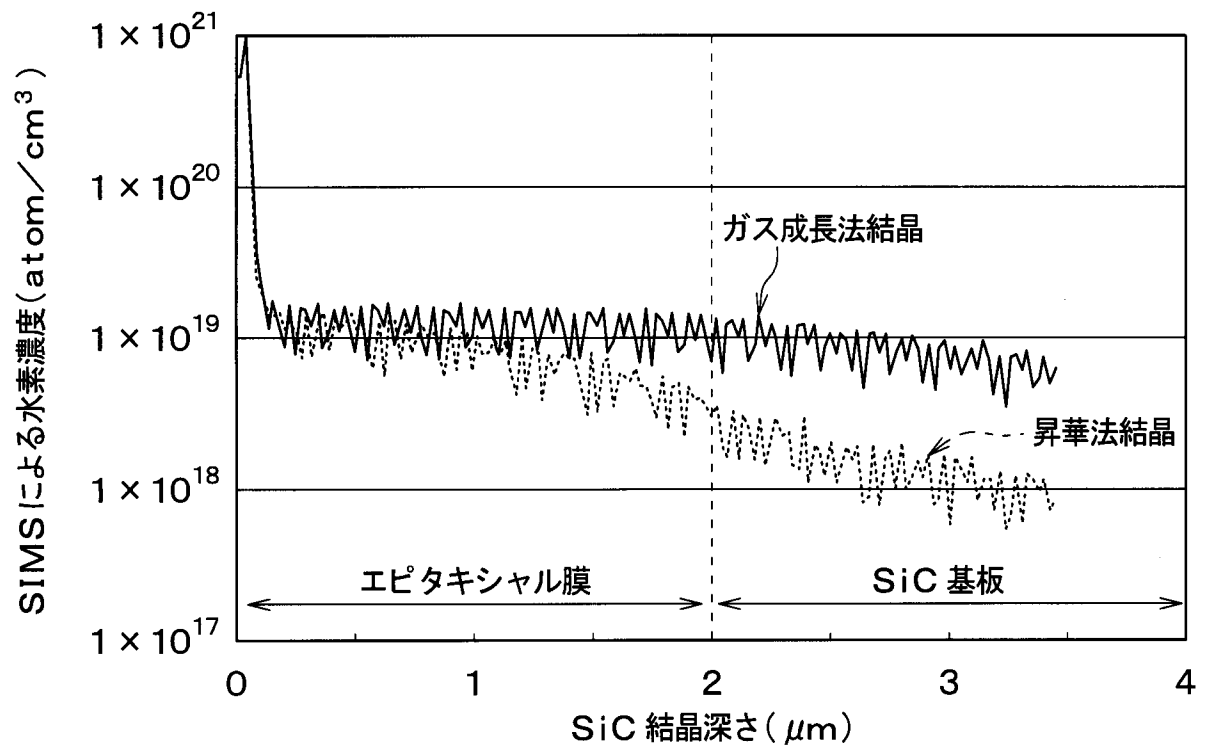
請求の範囲

- [請求項1] 炭化珪素単結晶にて構成され、水素を含む炭化珪素基板（１）と、前記炭化珪素基板の上に形成され、水素を含むエピタキシャル膜（２）と、を有し、
前記炭化珪素基板の水素濃度に対する前記エピタキシャル膜の水素濃度の濃度比が $0.2 \sim 5$ とされている半導体基板。
- [請求項2] 前記炭化珪素基板の水素濃度に対する前記エピタキシャル膜の水素濃度の濃度比が $0.5 \sim 2$ とされている請求項１に記載の半導体基板。
- [請求項3] 前記炭化珪素基板の水素濃度が $2 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ である請求項１または２に記載の半導体基板。
- [請求項4] Si 含有ガスと C 含有ガスから炭化珪素を合成するガス成長法にて、水素をキャリアガスとして用いることで水素を含有する炭化珪素単結晶を形成し、該炭化珪素単結晶にて炭化珪素基板（１）を製造することと、
前記炭化珪素基板の上に、水素をキャリアガスとして用いることで水素を含むエピタキシャル膜（２）を形成することと、を含み、
前記炭化珪素基板を製造することおよび前記エピタキシャル膜を形成することにおいては、前記炭化珪素基板の水素濃度に対する前記エピタキシャル膜の水素濃度の濃度比を $0.2 \sim 5$ とする半導体基板の製造方法。
- [請求項5] 前記炭化珪素基板を製造することおよび前記エピタキシャル膜を形成することにおいては、前記炭化珪素基板の水素濃度に対する前記エピタキシャル膜の水素濃度の濃度比を $0.5 \sim 2$ とする請求項４に記載の半導体基板の製造方法。
- [請求項6] 前記炭化珪素基板を製造することにおいては、前記炭化珪素基板の水素濃度を $2 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ とする請求項４または５に記載の半導体基板の製造方法。

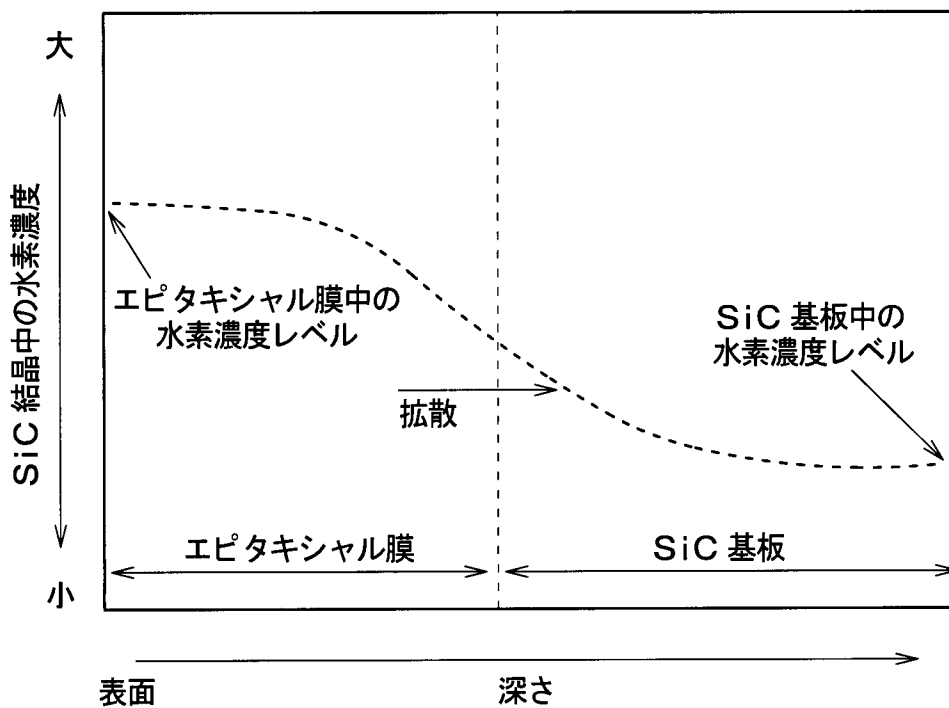
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000802

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B29/36(2006.01)i, C30B25/20(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C30B29/36, C30B25/20, H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-14469 A (Panasonic Corp.), 24 January 2013 (24.01.2013), paragraphs [0003], [0072] (Family: none)	1-2, 4-5 3, 6
A	JP 2015-93810 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 18 May 2015 (18.05.2015), & WO 2015/072462 A1	1-6
A	JP 2008-214146 A (Denso Corp.), 18 September 2008 (18.09.2008), (Family: none)	1-6
A	JP 2015-2207 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 05 January 2015 (05.01.2015), (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 March 2017 (15.03.17)

Date of mailing of the international search report
28 March 2017 (28.03.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000802

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-246350 A (Mitsubishi Materials Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C30B29/36(2006.01)i, C30B25/20(2006.01)i, H01L21/205(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C30B29/36, C30B25/20, H01L21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2013-14469 A（パナソニック株式会社）2013.01.24, [0003]、 [0072]（ファミリーなし）	1-2, 4-5 3, 6
A	JP 2015-93810 A（一般財団法人電力中央研究所）2015.05.18, & WO 2015/072462 A1	1-6
A	JP 2008-214146 A（株式会社デンソー）2008.09.18,（ファミリーな し）	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.03.2017

国際調査報告の発送日

28.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

吉野 涼

4G

5371

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-2207 A (昭和電工株式会社) 2015. 01. 05, (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2007-246350 A (三菱マテリアル株式会社) 2007. 09. 27, (ファミリーなし)	1-6