

(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  
2024年7月25日(25.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/154392 A1

(51) 国際特許分類:

C30B 33/02 (2006.01) C30B 29/36 (2006.01)  
C30B 25/18 (2006.01) C23C 16/42 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/035983

(22) 国際出願日: 2023年10月3日(03.10.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

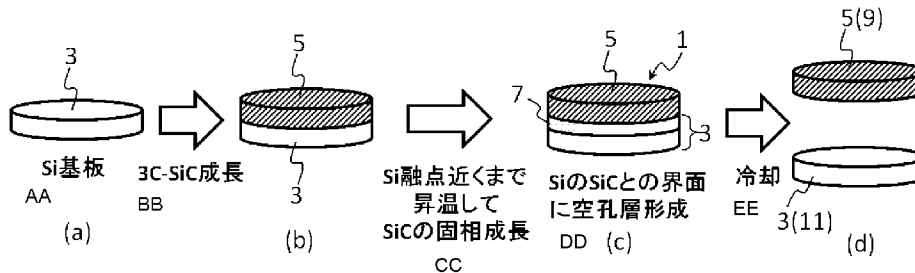
(30) 優先権データ:  
特願 2023-006762 2023年1月19日(19.01.2023) JP

(71) 出願人: 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU  
HANDOTAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京  
都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 大槻剛(OHTSUKI Tsuyoshi); 〒9618061  
福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平  
1 5 0 番地 信越半導体株式会社 半導体白  
河研究所内 Fukushima (JP). 阿部 達夫(ABE  
Tatsuo); 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大  
字小田倉字大平 1 5 0 番地 信越半導体株  
式会社 半導体白河研究所内 Fukushima (JP).  
鈴木 温(SUZUKI Atsushi); 〒9618061 福島県  
西白河郡西郷村大字小田倉字大平 1 5 0  
番地 信越半導体株式会社 半導体白河研  
究所内 Fukushima (JP). 松原 寿樹(MATSUBARA  
Toshiki); 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大  
字小田倉字大平 1 5 0 番地 信越半導体株式  
会社 半導体白河研究所内 Fukushima (JP).

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING 3C-SiC SINGLE-CRYSTAL EPITAXIAL SUBSTRATE, METHOD FOR MANUFACTURING 3C-SiC FREE-STANDING SUBSTRATE, AND 3C-SiC SINGLE-CRYSTAL EPITAXIAL SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法、3C-SiC自立基板の製造方法、及び3C-SiC単結晶エピタキシャル基板



AA Si substrate  
BB 3C-SiC growth  
CC Solid phase growth of SiC by increasing temperature close to melting point of Si  
DD Formation of vacancy layer at interface of Si with respect to SiC  
EE Cooling

(57) Abstract: A method for manufacturing a 3C-SiC single-crystal epitaxial substrate according to the present invention is characterized by comprising: a hydrogen baking step for annealing a single-crystal silicon substrate in a hydrogen atmosphere to remove a natural oxide film on the surface of the single-crystal silicon substrate; an epitaxial step for performing a carbonization process on the surface of the single-crystal silicon substrate after the hydrogen baking step to generate SiC nuclei, and epitaxially growing a 3C-SiC single-crystal film using the generated nuclei as origins to obtain a 3C-SiC single-crystal epitaxial substrate; and a diffusion step for heating the 3C-SiC single-crystal epitaxial substrate to a temperature lower than the melting point of Si in a gas atmosphere containing carbon to cause solid-state diffusion of Si in the single-crystal silicon substrate to the interface between the 3C-SiC single-crystal film and the single-crystal silicon substrate, and further growing SiC through a solid phase reaction between the diffused Si and C that has reached



(74) 代理人: 好 宮 幹 夫, 外 (YOSHIMIYA Mikio et al.); 〒1100005 東京都台東区上野 7 丁目 6 番 1 1 号 第一下谷ビル 8 F Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the interface to form, at the interface with respect to the 3C-SiC single-crystal film in the single-crystal silicon substrate, a vacancy layer having vacancy generated at sites where Si has diffused. Accordingly, provided is a method for manufacturing a 3C-SiC single-crystal epitaxial substrate from which it is possible to obtain a large diameter 3C-SiC free-standing substrate through a simple manufacturing process.

(57) 要約: 本発明は、単結晶シリコン基板を水素雰囲気下でアニールすることで前記単結晶シリコン基板の表面の自然酸化膜を除去する水素ベイク工程と、前記水素ベイク工程後の前記単結晶シリコン基板の表面に炭化処理を行い SiC の核を生成し、さらに生成した核を起点に 3C-SiC 単結晶膜をエピタキシャル成長させて 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板を得るエピタキシャル工程と、前記 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板を、炭素を含むガス雰囲気下で Si の融点未満の温度に加熱して前記単結晶シリコン基板中の Si を前記 3C-SiC 単結晶膜と前記単結晶シリコン基板との界面まで固体拡散させ、該拡散させた Si と前記界面に到達した C との固相反応で、さらに SiC を成長させることで、Si が拡散した跡に生じる空孔を有する空孔層を前記単結晶シリコン基板における前記 3C-SiC 単結晶膜との前記界面に形成する拡散工程と、を含むことを特徴とする 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板の製造方法である。これにより、簡易な製造プロセスによって、大口径 3C-SiC 自立基板を得ることが可能な 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板の製造方法が提供される。

## 明 細 書

発明の名称：

3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板の製造方法、3 C－S i C自立基板の製造方法、及び3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板

### 技術分野

[0001] 本発明は、3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板の製造方法、3 C－S i C自立基板の製造方法、及び3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板に関する。

### 背景技術

[0002] S i Cは、2. 2～3. 3 e Vという広いバンドギャップを有することから高い絶縁破壊強度を有し、また熱伝導率も大きいためパワーデバイスや高周波用デバイスなどの各種半導体デバイス用の半導体材料として期待されている材料である。またS i Cは結晶構造が異なる3 C、4 H、6 Hなどが知られているが、3 Cは立方晶であり、デバイスでは方位依存性がなく有望な材料として知られている。

[0003] このような背景から、3 C－S i C成長は古くから研究されており、バルク成長（非特許文献1および2）やヘテロエピタキシャル成長（非特許文献3：初期のヘテロエピタキシャル成長、特許文献1から5には、最近のシリコン基板上へのヘテロエピタキシャル成長について）が知られている。

[0004] これらの先行研究・特許をまとめると、（1）バルク成長は高温が必要（ $>1500^{\circ}\text{C}$ ）であり、デバイスに適応するような大口径化は非常に難しい、（2）一方、エピタキシャル成長では、4 Hや6 Hのような高温（ $>1500^{\circ}\text{C}$ ）を必要とせず、およそ $1100^{\circ}\text{C}$ の温度で成長が可能ことから、シリコン基板への成長も可能であり、大口径化という意味では有利である。

[0005] これらのことから、単結晶シリコン基板上に3 C－S i Cをヘテロエピタキシャル成長し3 C－S i Cエピタキシャル膜だけを残すことが研究されている（非特許文献4）。この方法では、S i（111）基板上におよそ10

0  $\mu$ mの3C-SiCを成長したあとに、フッ硝酸でSiを除去することで、2インチの3C-SiC自立基板を作製している。この方法は、成長後にエッチング工程を追加する必要がある。

[0006] また、Siのように融点の低い基板上にSiCのような融点の高い膜を成長させたのちに、融点の低い基板を高温で溶解させる方法が特許文献6および7にて開示されている。

[0007] また3C-SiCの成長については、特許文献8に記載のある通り、SiC結晶成長表面において、Si原子がC原子に対し過剰となるように保ちながら成長することで低温での成長も可能であることが開示されている。この場合のSiとCの供給源については一般的にはガスを用いる。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：特表2018-522412号公報

特許文献2：特開2021-20819号公報

特許文献3：特開2006-253617号公報

特許文献4：特開2008-184361号公報

特許文献5：特開2017-39622号公報

特許文献6：米国特許出願公開第2013/157448号明細書

特許文献7：米国特許出願公開第2016/307800号明細書

特許文献8：特開平11-162850号公報

### 非特許文献

[0009] 非特許文献1：H. Nagasawa, K. Yagi and T. Kawahara, "3C-SiC hetero-epitaxial growth on undulant Si(001) substrate", Journal of Crystal Growth, 239 (2002), p1244.

非特許文献2：D. Chaussende, F. Mercier, A. Boulle, F. Conchon, M. Soueidan, G. Ferro, A. Mantzari, A. Andreadou, E. K. Polychroniadis, C. Balloud, S. Juillaguet, J. Camassel and M. Pons, "Prospects for 3C-SiC bulk crystal growth" Journal of Crystal Growth, 310 (2008), p976.

非特許文献3：T. Ujihara, R. Maekawa, R. Tanaka, K. Sasaki, K. Kuroda and Y. Takeda, "Solution growth of high-quality 3C-SiC crystals" Journal of Crystal Growth, 310 (2008) p1438.

非特許文献4：浅村他、「低温成長による3C-SiC(111)自立基板の結晶性評価」、第62回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 13-095(2015)、応用物理学会

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0010] 非特許文献4や特許文献6、7のように下地のSiを溶解させることで、SiCエピタキシャル層だけを残す方法では溶解したSiをどのように処理するかが非常に大きな問題となり、エピタキシャル成長装置の内部に残渣が残る等の問題が考えられる。またすべてのSiを気化させてしまうにはかなりの温度と時間を要することが、Siの蒸気圧からも容易に想像できる（1908K／1Pa）。

[0011] 本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることが可能な3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法、3C-SiC自立基板の製造方法、および簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることが可能なものとなる3C-SiC単結晶エピタキシャル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

[0012] 本発明は、上記目的を達成するためになされたものであり、単結晶シリコン基板を水素雰囲気下でアニールすることで前記単結晶シリコン基板の表面の自然酸化膜を除去する水素ベイク工程と、前記水素ベイク工程後の前記単結晶シリコン基板の表面に炭化処理を行いSiCの核を生成し、さらに生成した核を起点に3C-SiC単結晶膜をエピタキシャル成長させて3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を得るエピタキシャル工程と、前記3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を、炭素を含むガス雰囲気下でSiの融点（

1412±2℃：REALIZE社シリコンの科学919ページ引用）未満の温度に加熱して前記単結晶シリコン基板中のSiを前記3C-SiC単結晶膜と前記単結晶シリコン基板との界面まで固体拡散させ、該拡散させたSiと前記界面に到達したCとの固相反応で、さらにSiCを成長させることで、Siが拡散した跡に生じる空孔を有する空孔層を前記単結晶シリコン基板における前記3C-SiC単結晶膜との前記界面に形成する拡散工程と、を含むことを特徴とする3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法を提供する。

[0013] この製造方法によれば、単結晶シリコン基板に3C-SiC単結晶膜をエピタキシャル成長させた後で、基板中のSiを3C-SiC単結晶膜との界面まで固体拡散させ、Cとの固相反応を生じさせて、SiCを成長させつつ、Siが拡散した跡に生じる空孔を有する空孔層を界面に形成することで、その後の冷却等で空孔層を起点にした剥離により、3C-SiC単結晶膜を単結晶シリコン基板から分離することが可能である。

[0014] このような方法によれば、単結晶シリコン基板上に3C-SiC単結晶を成長させた3C-SiC単結晶エピタキシャル基板から3C-SiC自立基板を得る際に、高温に温度を上げてSiを溶融させるような、溶融したSiによってその後の炉のメンテナンスに大きな影響を及ぼすような工程を行う必要もなく、また後から剥離用のエッチング工程を追加する必要もない。

そのため、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることができる。

[0015] このとき、前記エピタキシャル工程及び前記拡散工程を、133.322Pa以上、13332.2Pa以下の圧力範囲で行うことができる。

[0016] エピタキシャル工程及び拡散工程を、133.322Pa以上とすることで、特殊な減圧装置を用いずにエピタキシャル工程及び拡散工程を実施できる。また13332.2Pa以下とすることで、エピタキシャル工程における3C-SiCのエピタキシャル成長、及び拡散工程におけるSiの拡散を促進できる。

[0017] また本発明は、上記に記載の製造方法で製造された前記 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板を冷却することで、前記空孔層で前記 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板を剥離し、前記単結晶シリコン基板から前記 3C-SiC 単結晶膜を分離して 3C-SiC 自立基板とする分離工程を含むことを特徴とする 3C-SiC 自立基板の製造方法を提供する。

[0018] このような方法によれば、シリコン基板上に 3C-SiC 単結晶を成長させた 3C-SiC 単結晶から 3C-SiC 自立基板を得る際に、冷却するだけでシリコン基板と 3C-SiC 単結晶を分離できるため、高温に温度を上げて Si を溶融させるような、溶融した Si によってその後の炉のメンテナンスに大きな影響を及ぼすような工程を行う必要もなく、また後から剥離用のエッチング工程を追加する必要もない。

そのため、簡易な製造プロセスによって、大口径 3C-SiC 自立基板を得ることができる。

[0019] さらに本発明は、単結晶シリコン基板と、前記単結晶シリコン基板上に設けられたエピタキシャル構造の 3C-SiC 単結晶膜と、を備え、前記単結晶シリコン基板は、Si が欠落して生じた空孔の集合を含む空孔層を前記 3C-SiC 単結晶膜との界面に有することを特徴とする 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板を提供する。

[0020] このような 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板は Si が欠落して生じた空孔の集合を含む空孔層を 3C-SiC 単結晶膜との界面に有するため、Si を溶融させたり剥離用のエッチングをしたりしなくても、冷却等で空孔層を起点にした剥離により、3C-SiC 単結晶膜を単結晶シリコン基板から分離することが可能なものとなる。

そのため、簡易な製造プロセスによって、大口径 3C-SiC 自立基板を得ることができるものとなる。

## 発明の効果

[0021] 以上のように、本発明の 3C-SiC 単結晶エピタキシャル基板の製造方法によれば、簡易な製造プロセスによって、大口径 3C-SiC 自立基板を

得ることが可能な3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を製造することができる。

また、本発明の3C-SiC自立基板の製造方法によれば、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることが可能となる。

さらに、本発明の3C-SiC単結晶エピタキシャル基板によれば、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることが可能なものとなる。

### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施形態に係る3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の概略図を示す。

[図2]本発明の実施形態に係る3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法及び3C-SiC自立基板の製造方法のフロー図を示す。

[図3]実施例で得られた3C-SiC単結晶エピタキシャル基板のIn Plane XRD解析結果を示す。

### 発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0024] 上述のように、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることが可能な3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法、3C-SiC自立基板の製造方法、および簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることが可能なものとなる3C-SiC単結晶エピタキシャル基板が求められていた。

[0025] 本発明者らは、上記課題について鋭意検討を重ねた結果、単結晶シリコン基板を水素雰囲気下でアニールすることで前記単結晶シリコン基板の表面の自然酸化膜を除去する水素ベイク工程と、前記水素ベイク工程後の前記単結晶シリコン基板の表面に炭化処理を行いSiCの核を生成し、さらに生成した核を起点に3C-SiC単結晶膜をエピタキシャル成長させて3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を得るエピタキシャル工程と、前記3C-SiC



C単結晶エピタキシャル基板を、炭素を含むガス雰囲気下でSiの融点未満の温度に加熱して前記単結晶シリコン基板中のSiを前記3C-SiC単結晶膜と前記単結晶シリコン基板との界面まで固体拡散させ、該拡散させたSiと前記界面に到達したCとの固相反応で、さらにSiCを成長させることで、Siが拡散した跡に生じる空孔を有する空孔層を前記単結晶シリコン基板における前記3C-SiC単結晶膜との前記界面に形成する拡散工程と、を含むことを特徴とする3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法により、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることが可能な3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を製造することができることを見出し、本発明を完成した。

[0026] また本発明者らは、上記課題について鋭意検討を重ねた結果、上記に記載の製造方法で製造された前記3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を冷却することで、前記空孔層で前記3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を剥離し、前記単結晶シリコン基板から前記3C-SiC単結晶膜を分離して3C-SiC自立基板とする分離工程を含むことを特徴とする3C-SiC自立基板の製造方法により、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることができることを見出し、本発明を完成した。

[0027] さらに本発明者らは、上記課題について鋭意検討を重ねた結果、単結晶シリコン基板と、前記単結晶シリコン基板上に設けられたエピタキシャル構造の3C-SiC単結晶膜と、を備え、前記単結晶シリコン基板は、Siが欠落して生じた空孔の集合を含む空孔層を前記3C-SiC単結晶膜との界面に有することを特徴とする3C-SiC単結晶エピタキシャル基板により、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることができるものとなることを見出し、本発明を完成した。

[0028] 以下、図面を参照して説明する。

以下、図1及び図2を参照しながら本発明の実施形態に係る3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1の製造方法、3C-SiC自立基板9の製造方法、及び3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1の構成について説明する

。

[0029] まず、図1を参照して、本発明の実施形態に係る3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1の概略構成について説明する。

図1に示すように3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1は単結晶シリコン基板3と、単結晶シリコン基板上に設けられたエピタキシャル構造の3C-SiC単結晶膜5を備える。

[0030] 単結晶シリコン基板3は3C-SiC単結晶膜5がエピタキシャル成長で形成される際の下地となる基板である。単結晶シリコン基板3の厚さは、3C-SiC単結晶膜5の厚さにもよるが、例えば3C-SiC単結晶膜5がエピタキシャル成長で形成される際にシリコンとSiCの格子定数の違い等に起因した応力で単結晶シリコン基板3が曲がったり割れたりしない程度の厚さであればよい。

[0031] 単結晶シリコン基板3の口径は、少なくとも3C-SiC単結晶膜5の口径以上であるが、単結晶シリコン基板3の口径が大きくなるほど大口径の3C-SiC単結晶膜5を設けられるため、直径200mm以上とするのが好ましく、直径300mm以上とするのがより好ましい。

[0032] また、単結晶シリコン基板3は、Siが欠落して生じた空孔の集合を含む空孔層7を3C-SiC単結晶膜との界面に有する。

空孔層7は空孔の集合があるため、他の部分と比べて脆くなっている。そのため冷却等で応力を加えることで、空孔層7で3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を剥離して単結晶シリコン基板3から3C-SiC単結晶膜5を容易に分離できるものとなる。

よって、3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1は、簡易な製造プロセスによって、大口径3C-SiC自立基板を得ることができるものとなる。

なお、単結晶シリコン基板3における空孔層7以外の部分を以下の説明では基部11と称す。また、空孔層7における空孔の密度や空孔層の厚さは、冷却で容易に3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を剥離できる範囲で適宜設定する。

[0033] 3C-SiC単結晶膜5はエピタキシャル構造を有する膜である。3C-SiC単結晶膜5の厚さの下限は、例えば単結晶シリコン基板3から分離した後でも曲がったり割れたりせずに形状を保持でき、その後のデバイスの形成等の際の研磨やエッチング等で消失しない程度である。厚さの上限は、その後のデバイスの形成等の際に利用されない部分が多く生じてコスト高とならない程度である。また3C-SiC単結晶膜5の口径は単結晶シリコン基板3の口径以下である。

[0034] 次に、図2を参照して本発明の実施形態に係る3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1の製造方法、及び3C-SiC自立基板9の製造方法について説明する。

[0035] まず、図2(a)に示すように、3C-SiC単結晶膜5をエピタキシャル成長させる際の下地となる単結晶シリコン基板3を用意する。用意する単結晶シリコン基板3の表面の面方位は成長させる予定の3C-SiC単結晶膜5の面方位に応じて決定され、例えば(111)面であるが、(110)面や(100)面でもよい。単結晶シリコン基板3の厚さは成長させる予定の3C-SiC単結晶膜5の厚さに応じて、成長中に曲がったり割れたりしない程度の厚さのものを選択すればよい。単結晶シリコン基板3の口径は成長させる3C-SiC単結晶膜5の口径以上とする。

[0036] 次に、RP-CVD装置（減圧CVD装置）等の3C-SiC単結晶膜5をエピタキシャル成長させる成長炉内に、用意した単結晶シリコン基板3を配置し、単結晶シリコン基板3を水素雰囲気下でH<sub>2</sub>アニールすることで表面の自然酸化膜を除去する（水素ベイク工程）。自然酸化膜が残っていると、単結晶シリコン基板3上に3C-SiC単結晶膜5をエピタキシャル成長させる際に、SiCの核形成が出来なくなってしまうためである。

[0037] この時のH<sub>2</sub>アニール温度は1000℃以上1200℃以下の条件とすることが好ましい。温度を1000℃以上とすることで、自然酸化膜の残留を防ぐための水素ベイク工程を短時間で完了できる。また温度を1200℃以下とすることでスリップの発生を確実に抑制できる。このときのH<sub>2</sub>アニールの

圧力や時間は自然酸化膜が除去できればよく、特に制約はない。

[0038] 次に、図2（b）に示すように水素ベイク工程後の単結晶シリコン基板3の表面に炭化処理を行いSiCの核を生成し、さらに生成した核を起点に3C-SiC単結晶膜5をヘテロエピタキシャル成長させる（エピタキシャル工程）。

[0039] 具体的には、まず、単結晶シリコン基板3の表面を炭化してSiCの核形成を行うために、原料ガスとしてプロパンガスのような炭化ガスをR P-CVD装置内に導入しながら300℃以上950℃以下の範囲の温度から1000℃以上1200℃未満の範囲の温度まで徐々に装置内を昇温する。

[0040] 続いて原料ガスをトリメチルシランガス等のCとSiを含むガスに切り替え、炭化で生成した核を起点に3C-SiC単結晶膜5をエピタキシャル成長させる。SiCのエピタキシャル成長時の昇温速度は0.5～5℃/minの範囲が好ましく、1℃/min程度が、より好ましい。

[0041] なおエピタキシャル工程で成長させる3C-SiC単結晶膜5の厚さは、最終的な目標値よりも薄くてよい。これは、後工程でも3C-SiC単結晶膜5を成長させるためである。

[0042] 次に、図2（c）に示すように、3C-SiC単結晶エピタキシャル基板を、炭素を含むガス雰囲気下でSiの融点未満の温度に加熱して単結晶シリコン基板3中のSiを3C-SiC単結晶膜5と単結晶シリコン基板3との界面まで固体拡散させ、該拡散させたSiと界面に到達したCとの固相反応で、さらにSiCを成長させることで、Siが拡散した跡に生じる空孔を有する空孔層7を単結晶シリコン基板3における3C-SiC単結晶膜5との界面に形成する（拡散工程）。

[0043] 具体的には、例えば1000℃以上、シリコンの融点未満の温度でトリメチルシランガス等のCとSiを含んだガスをR P-CVD装置内に導入しながら、3C-SiC単結晶膜5の成長をおこなう。このとき、3C-SiC単結晶膜5は、原料がCだけでなくSiを含んでいれば表面での気相反応でも成長するが、さらに3C-SiC単結晶膜5と単結晶シリコン基板3との

界面に到達した炭素原子と、Si基板から界面に拡散したSiとの固相反応でも成長する。

[0044] なお、拡散工程では固相反応によって、単結晶シリコン基板3における3C-SiC単結晶膜5との界面にはSiが抜けたあとの空孔が発生し、この空孔の集まりにより空孔層7が形成される。

[0045] このように、気相反応だけでなく固相反応も利用することで、単結晶シリコン基板3をSi源としたSiC成長も可能になり、図1に示すような、単結晶シリコン基板3における3C-SiC単結晶膜5との界面に空孔が存在した空孔層7をもつ3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を作ることができる。

[0046] なお、エピタキシャル工程及び拡散工程を、133.322Pa（1 Torr.）以上、13332.2Pa（100 Torr.）以下の圧力範囲で行うことが好ましい。具体的には、エピタキシャル工程及び拡散工程の際のRP-CVD装置内の圧力を133.322Pa以上、13332.2Pa以下とするのが好ましい。

[0047] RP-CVD装置内の圧力を133.322Pa以上とすることで、特殊な減圧装置を用いずにエピタキシャル工程及び拡散工程を実施できる。またRP-CVD装置内の圧力を13332.2Pa以下とすることで、エピタキシャル工程における3C-SiCのエピタキシャル成長、及び拡散工程におけるSiCの拡散を促進できる。

なお、拡散工程におけるRP-CVD装置内の圧力を666.612Pa（5 Torr.）程度の圧力にすると、空孔の成長が促進され、かつSiCの成長速度も大きくなるので、好ましい。また、拡散工程の時間は、所望の厚さの3C-SiC単結晶膜5と空孔層7が得られる時間である。

以上が3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1の製造方法の説明である。

[0048] 次に、この製造方法で製造された3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を冷却することで、空孔層7で3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1

を剥離し、図2（d）に示すように単結晶シリコン基板3から3C-SiC単結晶膜5を分離して3C-SiC自立基板9とする（分離工程）。

[0049] 具体的には拡散工程で、目標とする所定の厚さの3C-SiC単結晶膜5が成長したら、原料ガスの供給を停止してRP-CVD装置内を降温する等して、3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を冷却する。

[0050] このときの降温によって、単結晶シリコン基板3の基部11から3C-SiC単結晶膜5が分離する。特に400℃前後の温度帯を急速に通過させると、空孔層7を起点として、3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1が急速に剥離し、単結晶シリコン基板3の基部11から3C-SiC単結晶膜5が分離される。

[0051] 具体的な降温の際の処理は、3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を剥離して単結晶シリコン基板3から3C-SiC単結晶膜5が分離できれば特に限定しないが、例えば、冷却過程と低温処理と呼ばれる2つの処理を例示できる。

冷却過程とは、目標とする所定の厚さの3C-SiC単結晶膜5が成長した後に3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を500℃まで自然冷却し、500℃で30秒～3分保持し、200℃まで4～5℃/minで冷却し取り出す処理である。

低温処理とは、目標とする所定の厚さの3C-SiC単結晶膜5が成長した後に3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を200℃の炉内に直接投入し、200℃にて2時間処理後、4～5℃/minで500℃まで昇温し、500℃にて30秒保持し、そのまま炉外に取り出し室温にて自然冷却する処理である。

[0052] なお、剥離後も単結晶シリコン基板3の基部11上に3C-SiC単結晶膜5が乗っているため、このままRP-CVD装置より取り出すことができ、取り出したのちに、単結晶シリコン基板3の基部11と3C-SiC単結晶膜5を分離できる。

[0053] また、分離後の単結晶シリコン基板3の基部11を用いて再度ベイク工程

、エピタキシャル工程、拡散工程を行うことで、再度3C-SiC単結晶膜5を成長させることも可能である。なお、この際、単結晶シリコン基板3の基部11は剥離後の表面をそのまま使用してもよいし、空孔層7の空孔の大きさや密度によっては、表面を一度研磨、洗浄等をしてよい。

以上が3C-SiC自立基板9の製造方法の説明である。

[0054] このように、大口径基板に対応できる成長装置としてRP-CVD装置等を使用して、水素ベイク工程で例えば直径300mm以上の単結晶シリコン基板3の表面の自然酸化膜を除去した後に、炭化処理を行い、その後、単結晶シリコン基板3に3C-SiC単結晶膜5のヘテロエピタキシャル成長を行い、さらに、単結晶シリコン基板3が融解しない程度の高温にして炭素を含むガスを流して単結晶シリコン基板3の固体拡散によってさらに3C-SiC単結晶膜5を成長させ、単結晶シリコン基板3における3C-SiC単結晶膜5との界面に多数の空孔を持つ3C-SiCエピタキシャル基板を作製することで、この空孔を利用して、その後の冷却処理等で剥離を行うことができる。

[0055] よって、本発明の3C-SiC自立基板9の製造方法では、単結晶シリコン基板3をSi供給源として固相拡散で3C-SiC単結晶膜5をヘテロエピタキシャル成長させ、空孔層7を形成した後に単結晶シリコン基板3を除去することで、直径200mmや300mmのような大口径の3C-SiC自立基板9を得ることができる。

## 実施例

[0056] 以下、実施例を挙げて本発明について具体的に説明するが、これは本発明を限定するものではない。

本発明の3C-SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法で3C-SiC単結晶エピタキシャル基板1を製造し、さらに3C-SiC自立基板9の製造を試みた。具体的な手順は以下の通りである。

[0057] まず、単結晶シリコン基板3として、直径300mm、表面の面方位が(111)、抵抗率が0.1Ω・cmのポロンドープの低抵抗単結晶シリコン

ウェーハを準備した。

次に R P - C V D 装置の反応炉内のサセプター上にウェーハを配置し、水素ベイク工程として、 $1080^{\circ}\text{C}$  で 1 分間の  $\text{H}_2$  アニールを行った。続いて、エピタキシャル工程として、炉内温度を  $300^{\circ}\text{C}$  まで降温させた後、昇温レート  $1^{\circ}\text{C}/\text{sec}$  で  $1130^{\circ}\text{C}$  まで昇温させながらプロパンガスを導入して S i C の核形成を行い、さらにトリメチルシランガスを導入してそれに続く 3 C - S i C 単結晶膜 5 の形成を行った。この時の成長圧力は一律  $666.612\text{ Pa}$  ( $5\text{ Torr}$ ) とした。

[0058] さらに、反応炉内の温度が  $1130^{\circ}\text{C}$  まで到達後 10 時間、保持し、拡散工程として 3 C - S i C 単結晶膜 5 の成長及び空孔層 7 の形成を行った。その後、3 C - S i C 単結晶膜 5 の膜厚が  $100\text{ }\mu\text{m}$  に達したら、原料ガスの供給を停止して、 $500^{\circ}\text{C}$  まで自然冷却し、 $500^{\circ}\text{C}$  で 120 秒保持し、 $200^{\circ}\text{C}$  まで  $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  で冷却した（冷却工程）。

[0059] その後、冷却した 3 C - S i C 単結晶エピタキシャル基板を反応炉から取り出し、3 C - S i C 単結晶膜 5 と単結晶シリコン基板 3 がずれないようにそのままの状態では  $\text{In plane}$  配置にて 3 C - S i C 単結晶エピタキシャル基板の結晶構造を X R D にて確認したところ、図 3 に示すように S i (  $220$  ) に平行な 3 C - S i C (  $220$  ) のピークを確認することが出来、単結晶シリコン基板 3 上に単結晶の 3 C - S i C 膜が成長していたことが確認された。

[0060] また、反応炉から取り出した 3 C - S i C 単結晶エピタキシャル基板 1 は追加の冷却等の処理を行わなくても 3 C - S i C 単結晶膜 5 ( 3 C - S i C 自立基板 9 ) と単結晶シリコン基板 3 の基部 11 に分離することができていたため、反応炉から取り出す前の冷却工程で既に剥離していたことも確認できた。

[0061] 以上のとおり、本発明の実施例によれば、3 C - S i C 単結晶エピタキシャル基板 1 を製造でき、製造した 3 C - S i C 単結晶エピタキシャル基板 1 を剥離して 3 C - S i C 自立基板 9 を製造できた。



[0062] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

## 請求の範囲

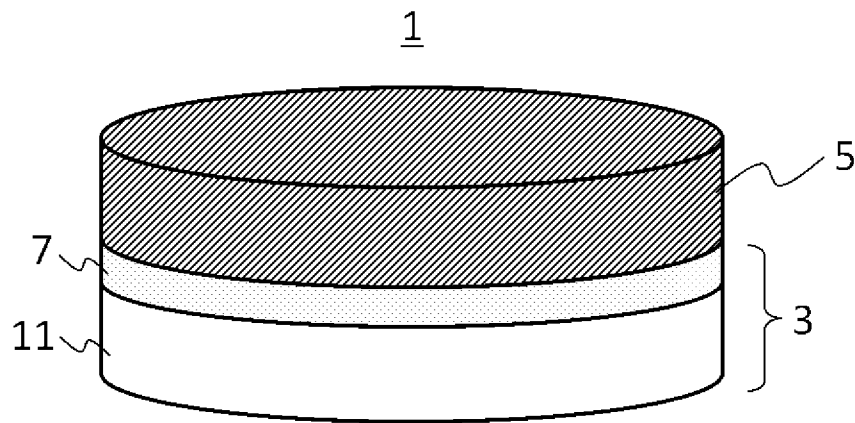
- [請求項1] 単結晶シリコン基板を水素雰囲気下でアニールすることで前記単結晶シリコン基板の表面の自然酸化膜を除去する水素ベイク工程と、
- 前記水素ベイク工程後の前記単結晶シリコン基板の表面に炭化処理を行いS i Cの核を生成し、さらに生成した核を起点に3 C－S i C単結晶膜をエピタキシャル成長させて3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板を得るエピタキシャル工程と、
- 前記3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板を、炭素を含むガス雰囲気下でS iの融点未満の温度に加熱して前記単結晶シリコン基板中のS iを前記3 C－S i C単結晶膜と前記単結晶シリコン基板との界面まで固体拡散させ、該拡散させたS iと前記界面に到達したCとの固相反応で、さらにS i Cを成長させることで、S iが拡散した跡に生じる空孔を有する空孔層を前記単結晶シリコン基板における前記3 C－S i C単結晶膜との前記界面に形成する拡散工程と、
- を含むことを特徴とする3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板の製造方法。
- [請求項2] 前記エピタキシャル工程及び前記拡散工程を、1 3 3 . 3 2 2 P a以上、1 3 3 3 2 . 2 P a以下の圧力範囲で行うことを特徴とする請求項1に記載の3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板の製造方法。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板の製造方法で製造された前記3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板を冷却することで、前記空孔層で前記3 C－S i C単結晶エピタキシャル基板を剥離し、前記単結晶シリコン基板から前記3 C－S i C単結晶膜を分離して3 C－S i C自立基板とする分離工程を含むことを特徴とする3 C－S i C自立基板の製造方法。
- [請求項4] 単結晶シリコン基板と、
- 前記単結晶シリコン基板上に設けられたエピタキシャル構造の3 C－S i C単結晶膜と、

を備え、

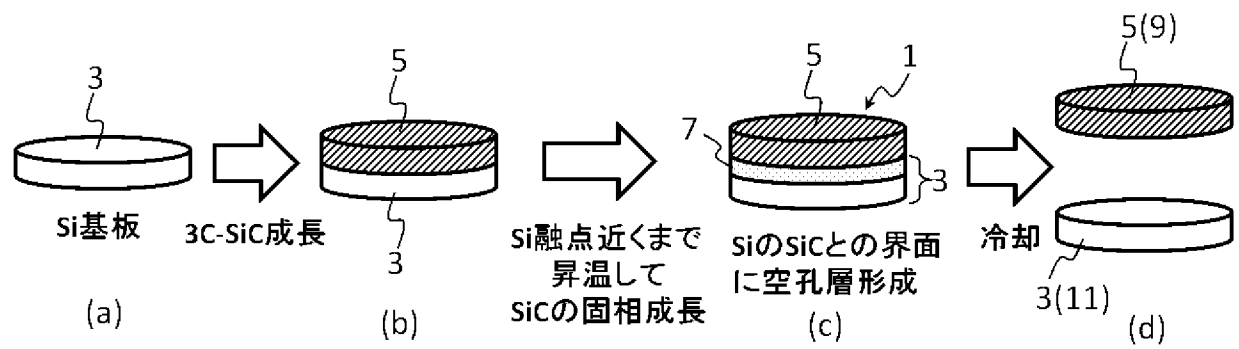
前記単結晶シリコン基板は、

S i が欠落して生じた空孔の集合を含む空孔層を前記 3 C − S i C 単結晶膜との界面に有することを特徴とする 3 C − S i C 単結晶エピタキシャル基板。

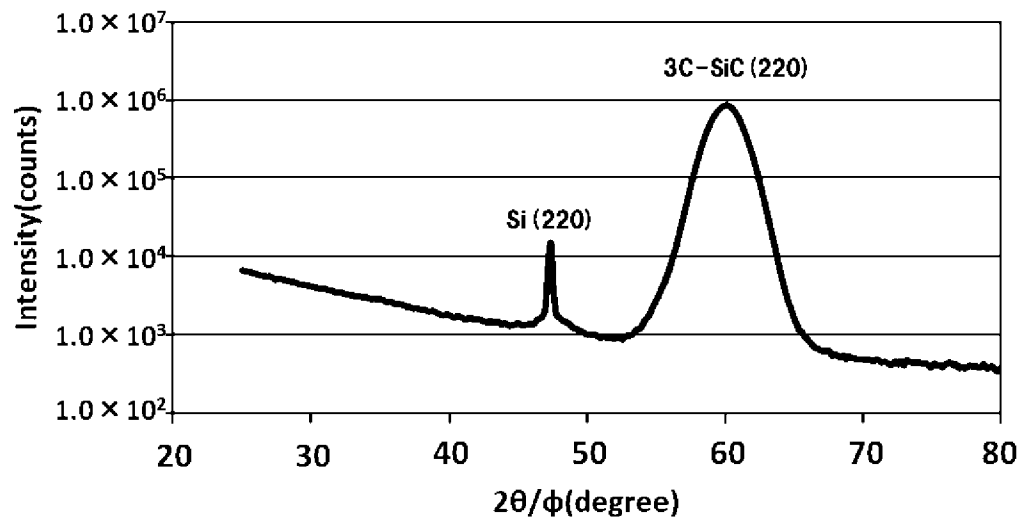
[図1]



[図2]



[図3]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/035983

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****C30B 33/02**(2006.01)i; **C30B 25/18**(2006.01)i; **C30B 29/36**(2006.01)i; **C23C 16/42**(2006.01)i

FI: C30B29/36 A; C23C16/42; C30B25/18; C30B33/02

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; C23C16/42; C30B25/18; C30B33/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2021-020819 A (SUMCO CORP.) 18 February 2021 (2021-02-18)<br>paragraphs [0018]-[0058]           | 1, 2, 4               |
| A         |                                                                                                    | 3                     |
| Y         | JP 2019-14628 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 31 January 2019 (2019-01-31)<br>paragraphs [0025]-[0118] | 1, 2, 4               |

☐ 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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2023

Date of mailing of the international search report

26 December 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/035983**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2021-020819 | A | 18 February 2021                     | (Family: none)          |                                      |
| JP                                        | 2019-14628  | A | 31 January 2019                      | (Family: none)          |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>C30B 33/02(2006.01)i; C30B 25/18(2006.01)i; C30B 29/36(2006.01)i; C23C 16/42(2006.01)i<br>FI: C30B29/36 A; C23C16/42; C30B25/18; C30B33/02                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 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））<br>C30B29/36; C23C16/42; C30B25/18; C30B33/02                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                |                | 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                          | 1922 - 1996年                                                                                                                                                                                                   | 日本国公開実用新案公報 | 1971 - 2023年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996 - 2023年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994 - 2023年 |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1922 - 1996年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1971 - 2023年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1996 - 2023年                                                                                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1994 - 2023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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | JP 2021-020819 A (株式会社SUMCO) 18.02.2021 (2021 - 02 - 18)                                                                                                                                                       | 1, 2, 4        |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | [0018]-[0058]                                                                                                                                                                                                  | 3              |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | JP 2019-14628 A (セイコーエプソン株式会社) 31.01.2019 (2019 - 01 - 31)                                                                                                                                                     | 1, 2, 4        |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | [0025]-[0118]                                                                                                                                                                                                  |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <table border="0"> <tr> <td>           * 引用文献のカテゴリー<br/>           “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br/>           “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<br/>           “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）<br/>           “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br/>           “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         </td> <td>           “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br/>           “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<br/>           “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<br/>           “&amp;” 同一パテントファミリー文献         </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                |                | * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |             |              |             |              |             |              |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 国際調査を完了した日<br>14. 12. 2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 国際調査報告の発送日<br>26. 12. 2023                                                                                                                                                                                     |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>今井 淳一 4G 9055<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3416                                                                                                                                          |                |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/035983

| 引用文献 |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|-------------|-----|
| JP   | 2021-020819 | A | 18.02.2021 | (ファミリーなし)   |     |
| JP   | 2019-14628  | A | 31.01.2019 | (ファミリーなし)   |     |