

(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
2020年11月12日(12.11.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/225985 A1

(51) 国際特許分類:
C30B 15/00 (2006.01) C30B 29/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012164

(22) 国際出願日: 2020年3月19日(19.03.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

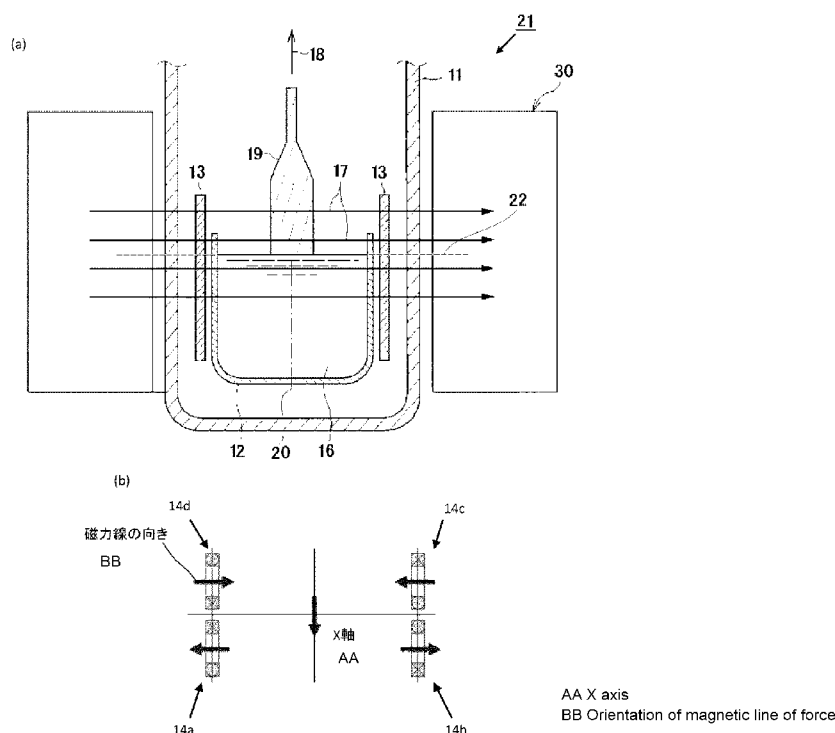
(30) 優先権データ:
特願 2019-088473 2019年5月8日(08.05.2019) JP

(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: 高野 清隆 (TAKANO Kiyotaka); 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平150番地 信越半導体株式会社 半導体白河研究所内 Fukushima (JP). 矢島 渉 (YAJIMA Wataru); 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平150番地 信越半導体株式会社 白河工場内 Fukushima (JP). 菅原 孝世 (SUGAWARA Kosei); 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平150番地 信越半導体株式会社 半導体白河研究所内 Fukushima (JP). 鎌田 洋之 (KAMADA Hiroyuki); 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平150番地 信越半導体株式会社 半導体白河研究所内 Fukushima (JP). 太田 友彦 (OHTA Tomohiko); 〒9618061 福島県西白河郡西郷村大字小田倉

(54) Title: SINGLE CRYSTAL PULLING APPARATUS AND SINGLE CRYSTAL PULLING METHOD

(54) 発明の名称: 単結晶引き上げ装置及び単結晶引き上げ方法



(57) Abstract: The present invention is a single crystal pulling apparatus which comprises a pulling furnace that has a heater and a crucible disposed therein and has a central axis, and a magnetic field generating device that has a superconducting coil. The magnetic field generating device includes four superconducting coils. Two superconducting coils are disposed in each of two regions separated in a cross-section that includes the central axis of the pulling furnace and an X axis which is the direction of the magnetic line of force in the central axis in a horizontal plane including all the coil

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).

(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, 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, JO, 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, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

axes of the four superconducting coils, the superconducting coils being disposed in linear symmetry with respect to the cross-section. The four superconducting coils are disposed such that the coil axes are at an angle relative to a Y axis in a range of over -30° to less than 30° . The magnetic lines of force of the four superconducting coils are in linear symmetry with respect to the cross-section, and in each region, two superconducting coils generate magnetic lines of force in opposite directions. Thus, a single crystal pulling apparatus is provided which does not require a magnetic field generating device to be moved when disassembling and setting the single crystal pulling apparatus, is capable of reducing the oxygen concentration in the single crystal to be grown, and can suppress growth striations of the single crystal being grown.

(57) 要約: 本発明は、加熱ヒーター及び坩堝が配置され中心軸を有する引き上げ炉と、超電導コイルを有する磁場発生装置とを備える単結晶引き上げ装置であって、磁場発生装置は、超電導コイルを4個有し、4個の超電導コイルの全てのコイル軸が含まれる水平面内の中心軸における磁力線方向であるX軸と引き上げ炉の中心軸を含む断面で分けられる両領域に、それぞれ2個ずつの超電導コイルが断面に対して線対称に配置されており、4個の超電導コイルは、いずれもコイル軸がY軸に対して -30° 超 30° 未満の角度の範囲となるよう配置されており、その磁力線方向は、断面に対して線対称であり、領域のそれぞれにおいて、2個の超電導コイルは、発生する磁力線方向が逆である単結晶引き上げ装置である。これにより、単結晶引き上げ装置の解体・セット時に磁場発生装置を移動させる必要がなく、育成する単結晶中の酸素濃度を低減できるとともに、育成する単結晶中の成長縞を抑制することができる単結晶引き上げ装置が提供される。

明 細 書

発明の名称：単結晶引き上げ装置及び単結晶引き上げ方法

技術分野

[0001] 本発明は、単結晶引き上げ装置及びこれを用いた単結晶引き上げ方法に関する。

背景技術

[0002] シリコンやガリウム砒素などの半導体は単結晶で構成され、小型から大型までのコンピュータのメモリ等に利用されており、記憶装置の大容量化、低コスト化、高品質化が要求されている。

[0003] 従来、これら半導体の要求を満たす単結晶を製造するための単結晶引き上げ方法の1つとして、坩堝内に收容されている熔融状態の半導体材料（熔融液、融液）に磁場を印加させ、これにより、熔融液に発生する熱対流を抑止して、大直径かつ高品質の半導体を製造する方法（一般に磁場印加チョクラルスキー（MCZ）法と称している）が知られている。

[0004] 図11を参照して、従来のCZ法による単結晶引き上げ装置の一例を説明する。図11の単結晶引き上げ装置100は、上面が開閉可能な引き上げ炉101を備え、この引き上げ炉101内に坩堝102を内蔵した構成となっている。そして、引き上げ炉101の内側には坩堝102内の半導体材料を加熱熔融するための加熱ヒーター103が坩堝102の周囲に設けられ、引き上げ炉101の外側には、1対（2個）の超電導コイル104（104a，104b）を円筒型容器としての冷媒容器（以下、円筒型冷媒容器と称する）105に内蔵した超電導磁石130が配置されている。

[0005] 単結晶の製造に際しては、坩堝102内に半導体材料106を入れて加熱ヒーター103により加熱し、半導体材料106を熔融させる。この熔融液中に図示しない種結晶を例えば坩堝102の中央部上方から下降挿入し、図示しない引き上げ機構により種結晶を所定の速度で引き上げ方向108の方向に引き上げていく。これにより、固体・液体境界層に結晶が成長し、単結

晶が生成される。この際、加熱ヒーター１０３の加熱によって誘起される溶融液の流体運動、即ち熱対流が生じると、引き上げられる単結晶が有転位化しやすく、単結晶生成の歩留りが低下する。

[0006] そこで、この対策として、超電導磁石１３０の超電導コイル１０４を使用する。すなわち、溶融液の半導体材料１０６は、超電導コイル１０４への通電によって発生する磁力線１０７により動作抑止力を受け、坩堝１０２内で対流することなく、種結晶の引き上げに伴って成長単結晶がゆっくりと上方に向って引き上げられ、固体の単結晶１０９として製造されるようになる。なお、引き上げ炉１０１の上方には、図示しないが、単結晶１０９を坩堝中心軸１１０に沿って引き上げるための引き上げ機構が設けられている。

[0007] 次に、図１２により、図１１に示した単結晶引き上げ装置１００に用いられる超電導磁石１３０の一例について説明する。この超電導磁石１３０は、円筒型真空容器１１９に超電導コイル１０４（１０４ａ、１０４ｂ）を円筒形の冷媒容器を介して収納した構成とされている。この超電導磁石１３０においては、真空容器１１９内の中心部を介して互いに向き合う１対の超電導コイル１０４ａ、１０４ｂが収納されている。これら１対の超電導コイル１０４ａ、１０４ｂは横向きに同一方向に沿う磁場を発生しているヘルムホルツ型磁場コイルであり、図１１に示すように、引き上げ炉１０１及び真空容器１１９の中心軸１１０に対して左右対称の磁力線１０７を発生している（この中心軸１１０の位置を磁場中心と称している）。

[0008] なお、この超電導磁石１３０は、図１１、１２に示すように２つの超電導コイル１０４ａ、１０４ｂに電流を導入する電流リード１１１、円筒型冷媒容器１０５の内部に納められた第１の輻射シールド１１７および第２の輻射シールド１１８を冷却するための小型ヘリウム冷凍機１１２、円筒型冷媒容器１０５内のヘリウムガスを放出するガス放出管１１３及び液体ヘリウムを補給する補給口を有するサービスポート１１４等を備えている。このような超電導磁石１３０のボア１１５内（ボアの内径はＤで表される）に、図１１に示した引き上げ炉１０１が配設される。

[0009] 図13は、上述した従来の超電導磁石130の磁場分布を示している。この図13に示すように、従来の超電導磁石130においては、互いに向き合った1対の超電導コイル104a、104bが配置されていることから、各コイル配置方向（図13のX方向）では両側に向って磁場が次第に大きくなり、これと直交する方向（図13のY方向）では上下方向に向って次第に磁場が小さくなる。このような従来の構成では図12、13に示すようにボア115内の範囲の磁場勾配が大きすぎるため、熔融した単結晶材料（熔融液）に発生する熱対流抑制が不均衡になっており、かつ磁場効率が悪い。即ち、図13に同じ磁束密度の領域を斜線で示したように、中心磁場近傍付近の領域では、磁場均一性がよくない（すなわち、図13において、上下、左右に細長いクロス状になっている）ため、熱対流の抑制効果が低く、高品質の単結晶を引き上げることができないという問題点があった。

[0010] 上記の問題点を解決するための技術が特許文献1に開示されている。特許文献1に開示された技術を、図14を参照して説明する。図14（b）は、図14（a）のA-A断面を示している。特許文献1には、上記の問題点を解決するため、図14（a）、図14（b）に示すように、超電導コイル104の数を4以上（例えば、104a、104b、104c、104dの4つ）とし、引き上げ炉の周囲に同軸的に設けた筒形容器内の平面上に配置するとともに、その配置された各超電導コイルを筒形容器の軸心を介して対向する向きに設定し、かつ超電導コイルの相互に隣接する1対ずつのもの同士が前記筒形容器の内側に向く配設角度 θ （図14（b）参照）を $100^{\circ} \sim 130^{\circ}$ の範囲（すなわち、X軸を挟んで隣接するコイル軸間の中心角度 α （図14（b）参照）は $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ）に設定することが開示されている。これによって、ボア105内部に磁場勾配の少ない均一性のよい横磁場を発生することができ、また、平面上に同心円状又は正方形の磁場分布を発生することができ、不均衡電磁力を大幅に抑制することができるとされ、また、その結果、引き上げ方向の均一磁場領域が向上するとともに、横磁場方向の磁場がほぼ水平になり、不均衡電磁力の抑制により、高品質の単結晶の

製造が実現でき、さらに、この単結晶引き上げ方法によれば、高品質の単結晶体を歩留りよく引き上げることができることも開示されている。なお、図 14 中の d は超電導コイルの直径（内径）、 l は 1 対のコイル間の距離である。

- [0011] この方法によれば、熔融した単結晶材料にかかる磁場分布は均一化され、不均衡電磁力が抑制されるため、2 コイルを使用した従来技術に比べて、より低い磁束密度でも熱対流が抑制されるようになった。
- [0012] しかしながら、このように均一な磁場分布であっても、磁力線が X 軸方向に向かう横磁場においては、X 軸と平行な断面内と Y 軸に平行な断面内では熱対流に違いがあることが、3 次元の融液対流を含む総合伝熱解析により明らかとなった（特許文献 2 参照）。
- [0013] 磁場中で導電性流体が運動する場合、磁力線ならびに磁力線に垂直な流体成分と直交する方向に誘起電流が生ずるが、電氣的に絶縁性を有する石英坩堝を用いた場合は、坩堝壁と熔融した半導体材料の自由表面が絶縁壁となるため、これらに直交する方向の誘起電流は流れなくなる。このため、熔融した半導体材料の上部においては電磁力による対流抑制力が弱くなっており、また、X 軸に平行な断面（磁力線に対して平行な断面）と X 軸と垂直な断面（磁力線に対して垂直な断面）を比べると、X 軸と垂直な断面内（磁力線と垂直な断面内）の方が、対流が強くなっている。
- [0014] このように、前記 4 コイルにより均一な磁場分布としたものでは、多少、対流の速度差が小さくなっているが、それでも周方向で不均一な流速分布となっている。特に、磁力線に垂直な断面内に坩堝壁から成長界面をつなぐ流れ場が残存することで、石英坩堝から溶出する酸素が結晶に到達するため、水平磁場印加による酸素濃度低下効果には限界があり、最近要求が多くなっているパワーデバイスやイメージセンサー用半導体結晶における極低濃度の酸素濃度要求に応えることが難しくなっているという問題点がある。また、坩堝の周方向で不均一な流れ場が存在することは、単結晶を回転させながら引き上げる単結晶においては成長縞の原因となり、成長方向に平行な断面内

を評価すると、結晶回転周期の抵抗率・酸素濃度変動が観察されるため、成長方向に垂直にスライスしたウェーハ面内ではリング状の分布となってしまうという問題点もある。

[0015] 特許文献2では、この問題を解決するため、超電導コイルのコイル軸を含む水平面内において、引き上げ炉の中心軸における磁力線方向をX軸としたときに前記X軸上の磁束密度分布が上に凸の分布であり、前記水平面内の前記中心軸における磁束密度を磁束密度設定値とした場合、前記X軸上の磁束密度は坩堝壁では前記磁束密度設定値の80%以下となると同時に、前記水平面内において前記X軸と直交し前記中心軸を通るY軸上の磁束密度分布が下に凸の分布であり、前記Y軸上の磁束密度は坩堝壁では前記磁束密度設定値の140%以上となるように、磁場分布を発生させるものであり、前記磁場発生装置において、それぞれ対向配置された超電導コイルの対をそれぞれのコイル軸が同じ水平面内に含まれるように2対設けるとともに、前記コイル軸間の前記X軸を挟む中心角度 α を100度以上120度以下とした。これにより、特許文献2に開示された技術では、以下の効果を得ることができる。すなわち、電磁力による対流抑制力が不十分だったX軸と垂直な断面内においても、熔融した単結晶材料の流速を低減できるとともに、熔融した単結晶材料のX軸に平行な断面における流速と、熔融した単結晶材料のX軸に垂直な断面における流速とをバランスさせることができる。また、X軸と垂直な断面内においても、熔融した単結晶材料の流速を低減することによって、坩堝壁から溶出した酸素が単結晶に到達するまでの時間が長くなり、熔融した単結晶材料の自由表面からの酸素蒸発量が増加することで、単結晶に取り込まれる酸素濃度を大幅に低減させることができる単結晶引き上げ装置とすることができる。また、熔融した単結晶材料のX軸に平行な断面における流速と、熔融した単結晶材料のX軸に垂直な断面における流速とをバランスさせることによって、育成する単結晶中の成長縞を抑制することができる単結晶引き上げ装置とすることができるとした。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：特開2004-51475号公報

特許文献2：特開2017-57127号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0017] しかしながら、本発明者らが各種コイル配置での磁場分布を解析した結果、特許文献2に記載の磁場分布は、特許文献2に記載のコイル配置以外でも実現可能であることが明らかとなった。また、特許文献2に記載のコイル配置では磁場効率を上げるのに全ての超電導コイルを引き上げ炉101（チャンバー）に極力近づけるため、超電導コイル104aと104b、又は104cと104dの間隔が引き上げ炉101のチャンバー並びに内部の黒鉛部材よりも狭くなってしまう（図15（a）参照）。

[0018] また、図15（b）に示したように、超電導コイル104aと104b、又は104cと104dについて、仮にその両者又はいずれかの側で円筒容器105に切り欠き131を設け、引き上げ炉101のチャンバーを上昇・旋回できるようにしたとしても、引き上げ炉101のチャンバー並びに大型の黒鉛部材は一旦超電導磁石130（マグネット）を回避するように上昇させてから取り出す必要があることから、作業効率が悪く、且つ高重量物を高所に上げる（アーム150を使用、図16参照）ことで、手間がかかり、安全性を確保する必要もあるため、解体・セット時には磁場発生装置を下降させてから実施する必要があった。

[0019] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、単結晶引き上げ装置の解体・セット時に磁場発生装置を移動させる必要がなく、育成する単結晶中の酸素濃度を低減できるとともに、育成する単結晶中の成長縞を抑制することができる単結晶引き上げ装置を提供することを目的とする。また、本発明は、そのような単結晶引き上げ装置を用いた単結晶引き上げ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

[0020] 上記目的を達成するために、本発明は、加熱ヒーター及び溶融した単結晶材料が収容される坩堝が配置され中心軸を有する引き上げ炉と、前記引き上げ炉の周囲に設けられ、超電導コイルと該超電導コイルを内蔵するクライオスタットを有する磁場発生装置とを備え、前記超電導コイルへの通電により前記溶融した単結晶材料に水平磁場を印加して、前記溶融した単結晶材料の前記坩堝内での対流を抑制する単結晶引き上げ装置であって、前記磁場発生装置は、前記超電導コイルを4個有し、前記4個の超電導コイルの全てのコイル軸が単一の水平面内に含まれるように配置されており、前記水平面内の前記中心軸における磁力線方向をX軸としたときに、該X軸と前記引き上げ炉の中心軸を含む断面で分けられる第1の領域及び第2の領域に、それぞれ2個ずつの前記超電導コイルが配置されており、前記4個の超電導コイルは、前記断面に対して線対称に配置されており、前記4個の超電導コイルは、いずれもコイル軸が前記水平面内において前記X軸と垂直なY軸に対して -30° 超 30° 未満の角度の範囲となるよう配置されており、前記4個の超電導コイルが発生する磁力線の方法は、前記断面に対して線対称であり、前記第1の領域及び第2の領域のそれぞれにおいて、2個の前記超電導コイルは、発生する磁力線の方法が逆であることを特徴とする単結晶引き上げ装置を提供する。

[0021] このような超電導コイルの配置を有する磁場発生装置を備える単結晶引き上げ装置であれば、単結晶引き上げ装置の解体・セット時に磁場発生装置を移動させる必要がない超電導コイルの配置とすることができる。さらに、このような超電導コイルの配置を有する磁場発生装置を備える単結晶引き上げ装置であれば、電磁力による対流抑制力が不十分だったX軸と垂直な断面内においても、溶融した単結晶材料の流速を低減できるとともに、溶融した単結晶材料のX軸に平行な断面における流速と、溶融した単結晶材料のX軸に垂直な断面における流速とをバランスさせることができる。X軸と垂直な断面内においても、溶融した単結晶材料の流速を低減することによって、坩堝

壁から溶出した酸素が単結晶に到達するまでの時間が長くなり、溶融した単結晶材料の自由表面からの酸素蒸発量が増加することで、単結晶に取り込まれる酸素濃度を大幅に低減させることができる単結晶引き上げ装置とすることができる。また、溶融した単結晶材料のX軸に平行な断面における流速と、溶融した単結晶材料のX軸に垂直な断面における流速とをバランスさせることによって、育成する単結晶中の成長縞を抑制することができる単結晶引き上げ装置とすることができる。

[0022] また、本発明の単結晶引き上げ装置においては、前記磁場発生装置は、前記クライオスタットとして、前記4個の超電導コイルを全て内蔵するコの字型形状のクライオスタットを備えるか、又は、前記第1の領域及び第2の領域のそれぞれにおいて2個の前記超電導コイルを内蔵するクライオスタットを備え、該2個のクライオスタットが構造的に連結された構造を有するものであることが好ましい。

[0023] このような磁場発生装置であれば、磁力線方向の手前側又は奥側に何も無い空間ができるため、引き上げ炉を構成する部材の操作が、磁場発生装置を昇降させずに可能となり、昇降装置も不要となる。

[0024] また、前記超電導コイルは、鉛直方向上方から見た該超電導コイルの幅よりも、該超電導コイルの鉛直方向の高さの方が長いものとすることができる。

[0025] 磁場発生装置の超電導コイルをこのような形状にすることで、上から見たコイルの幅が狭くとも、コイル軸を含む水平面内において、引き上げ炉の中心軸における磁束密度を高めることができる。

[0026] また、本発明は、上記のいずれかの単結晶引き上げ装置を用いて、シリコン単結晶を引き上げることを特徴とする単結晶引き上げ方法を提供する。

[0027] このような単結晶引き上げ方法であれば、取り込まれる酸素濃度が大幅に低減されるとともに成長縞が抑制されたシリコン単結晶を育成することができる。

発明の効果

[0028] 本発明の単結晶引き上げ装置であれば、単結晶引き上げ装置の解体・セット時に磁場発生装置を移動させる必要がない超電導コイルの配置とすることができる。それとともに、本発明の単結晶引き上げ装置であれば、単結晶に取り込まれる酸素濃度を大幅に低減させることができるとともに育成する単結晶中の成長縞を抑制することができる単結晶引き上げ装置とすることができる。また、本発明の単結晶引き上げ方法によれば、取り込まれる酸素濃度が大幅に低減されるとともに成長縞が抑制された単結晶を育成することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の単結晶引き上げ装置の一例を示す概略図であり、（a）は単結晶引き上げ装置の概略断面図であり、（b）は超電導発生装置における超電導コイルの配置（上から見た図）を表す概略図である。

[図2]本発明の単結晶引き上げ装置のコイル配置（上から見た図）の例を示す概略図である。

[図3]本発明の単結晶引き上げ装置における磁場発生装置に内蔵されるクライオスタットの一例を示す概略図である。

[図4]本発明において用いることができる超電導コイルの形状を示す概略図である。

[図5]（a）は、実施例1におけるシミュレーションによる磁場解析結果を示す概略図であり、（b）は、実施例1における超電導コイルの配置を示す概略図である。

[図6]実施例1におけるシミュレーションによる磁場分布を考慮した3D融液対流解析結果を示す図であり、（a）は磁場に垂直な断面における融液の速度ベクトルを示しており、（b）は磁場に垂直な断面における融液の酸素濃度を示しており、（c）は磁場に平行な断面における融液の速度ベクトルを示しており、（d）は磁場に平行な断面における融液の酸素濃度を示している。

[図7]（a）は、比較例1におけるシミュレーションによる磁場解析結果を示

す図であり、（b）は、比較例1における超電導コイルの配置を示す図である。

[図8]比較例1におけるシミュレーションによる磁場分布を考慮した3D融液対流解析結果を示す図であり、（a）は磁場に垂直な断面における融液の速度ベクトルを示しており、（b）は磁場に垂直な断面における融液の酸素濃度を示しており、（c）は磁場に平行な断面における融液の速度ベクトルを示しており、（d）は磁場に平行な断面における融液の酸素濃度を示している。

[図9]（a）は、比較例2におけるシミュレーションによる磁場解析結果を示す図であり、（b）は、比較例2における超電導コイルの配置を示す図である。

[図10]比較例2におけるシミュレーションによる磁場分布を考慮した3D融液対流解析結果を示す図であり、（a）は磁場に垂直な断面における融液の速度ベクトルを示しており、（b）は磁場に垂直な断面における融液の酸素濃度を示しており、（c）は磁場に平行な断面における融液の速度ベクトルを示しており、（d）は磁場に平行な断面における融液の酸素濃度を示している。

[図11]従来の単結晶引き上げ装置の一例を示す概略断面図である。

[図12]従来の単結晶引き上げ装置における超電導磁石の一例を示す概略斜視図である。

[図13]従来の磁束密度分布を示す図である。

[図14]特許文献1の超電導磁石を示す概略斜視図及び概略横断面図である。

[図15]特許文献2の超電導磁石を示す概略横断面図であり、（a）は円筒容器の場合を示し、（b）円筒容器の一部に切り欠きありの場合を示す。

[図16]特許文献2の超電導磁石を用いた場合の引き上げ炉（チャンバー）を上昇・旋回させる手順を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明について、実施態様の一例として、図を参照しながら詳細に

説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0031] まず、図1を参照しながら、本発明の単結晶引き上げ装置の実施態様の一例を説明する。図1(a)の単結晶引き上げ装置21は、加熱ヒーター13と、熔融した単結晶材料（以下、単に「融液」とも称する）16が収容される坩堝12が配置され中心軸20を有する引き上げ炉11と、引き上げ炉11の周囲に設けられ超電導コイルと該超電導コイルを内蔵するクライオスタットを有する磁場発生装置30とを備えており、超電導コイルへの通電により融液16に水平磁場を印加して、融液16の坩堝12内での対流を抑制しながら、単結晶19を引き上げ方向18に引き上げる構成になっている。

[0032] さらに、磁場発生装置30は、超電導コイルが図1(b)に示したように配置されたものである。図1(b)に示したように、磁場発生装置30は、超電導コイルを4個有する。また、4個の超電導コイル14a、14b、14c、14dの全てのコイル軸が単一の水平面（図1(a)に示したコイル軸を含む水平面22）内に含まれるように配置されている。さらに、水平面22内の中心軸20における磁力線17の方向をX軸としたときに、該X軸と引き上げ炉の中心軸20を含む断面で分けられる第1の領域及び第2の領域に、それぞれ2個ずつの超電導コイルが配置されている。図1(b)中、紙面上でX軸の左側を第1の領域、X軸の右側を第2の領域とすると、第1の領域には超電導コイル14aと超電導コイル14dが配置されている。第2の領域には超電導コイル14bと超電導コイル14cが配置されている。また、本発明においては、図1(b)に示したように、4個の超電導コイル14a、14b、14c、14dは、断面に対して線対称に配置されている。また、4個の超電導コイル14a、14b、14c、14dは、いずれもコイル軸が水平面22内においてX軸と垂直なY軸に対して -30° 超 30° 未満の角度の範囲となるよう配置されている。図1(b)には、第1の領域及び第2の領域に、それぞれ2個ずつ配置された超電導コイルが、X軸に平行に並べて配置されている状態を示している。また、本発明においては、4個の超電導コイル14a、14b、14c、14dが発生する磁力線の方

向は、図 1 (b) に示したように、上記の断面に対して線対称である。さらに、本発明において、第 1 の領域及び第 2 の領域のそれぞれにおいて、2 個の超電導コイルは、発生する磁力線の方が逆である。

[0033] 上記のように、本発明において、4 個の超電導コイル 14 a、14 b、14 c、14 d は、いずれもコイル軸が水平面 22 内において X 軸と垂直な Y 軸に対して -30° 超 30° 未満の角度の範囲となるよう配置されることが必要である。図 2 には、本発明の単結晶引き上げ装置のコイル配置（上から見た図）の例を示した。図 2 (a) はコイル軸が水平面 22 内において Y 軸に対して 0° の場合を示している。この場合、4 個の超電導コイル 14 a、14 b、14 c、14 d は X 軸に平行であり、コイル軸と Y 軸が平行である。図 2 (b) では、コイル軸が水平面 22 内において Y 軸に対して 25° の場合を示している。図 2 (c) には、同様に、コイル軸が水平面 22 内において Y 軸に対して -25° の場合を示している。図 2 (c) に示したように、コイル軸と Y 軸が、超電導コイルの X 軸と反対側で交わる場合、マイナスの角度と定義する。

[0034] コイル軸が Y 軸に対して -30° 超 30° 未満の角度の範囲となるよう配置されれば、所定の磁場分布を発生させることが可能である。このような本発明の超電導コイルの配置による磁場分布であれば、従来、電磁力による対流抑制力が不十分だった X 軸と垂直な断面内においても、熔融した単結晶材料の流速を低減できるとともに、熔融した単結晶材料の X 軸に平行な断面における流速と、熔融した単結晶材料の X 軸に垂直な断面における流速とをバランスさせることができる。また、X 軸と垂直な断面内においても、熔融した単結晶材料の流速を低減することによって、坩堝壁から溶出した酸素が単結晶に到達するまでの時間が長くなり、熔融した単結晶材料の自由表面からの酸素蒸発量が増加することで、単結晶に取り込まれる酸素濃度を大幅に低減させることができる単結晶引き上げ装置とすることができる。また、熔融した単結晶材料の X 軸に平行な断面における流速と、熔融した単結晶材料の X 軸に垂直な断面における流速とをバランスさせることによって、育成する

単結晶中の成長縞を抑制することができる単結晶引き上げ装置とすることができる。

[0035] また、コイル軸がY軸に対して -30° 超 30° 未満の角度の範囲となるよう配置されれば、単結晶引き上げ装置の解体・セット時に磁場発生装置を移動させる必要がない超電導コイルの配置とすることができる。コイル軸がY軸に対して -30° 以下となるか、 30° 以上の角度の範囲となるよう配置されると、超電導コイルを内蔵するクライオスタットの幅が大きくなるか、又は超電導コイル間の距離が短くなって、従来のように、黒鉛部品の解体・セットするのに磁場発生装置を昇降させる必要が出てきて問題となる。

[0036] 特にコイル軸の角度はY軸に対して -5° 以下にすることが好ましい。このような角度にすることで、超電導線の巻き数もしくは電流値を減らしても中心軸での磁束密度を維持することができることから、コイルに掛かる力を減じることが可能となり、クエンチしにくい磁場発生装置となる。

[0037] さらに、前記磁場発生装置において、超電導状態を作り出すためのクライオスタットは、図3（a）に示したように、4個の超電導コイル14a、14b、14c、14dを全て内蔵するコの字型形状のクライオスタット31を備えることができる。その他、上記の第1の領域及び第2の領域のそれぞれにおいて2個の超電導コイルを内蔵するクライオスタットを備え、該2個のクライオスタットが構造的に連結された構造を有するものとすることもできる。この態様のクライオスタットの例を図3（b）に示した。この態様では、第1の領域において2個の超電導コイル14a、14dが第1のクライオスタット32に内蔵されており、第2の領域において2個の超電導コイル14b、14cが第2のクライオスタット33に内蔵されている。さらに、この第1のクライオスタット32と第2のクライオスタット33が構造部材34により構造的に連結されている。

[0038] このような磁場発生装置であれば、磁力線方向の手前側又は奥側に何も無い空間ができるため、引き上げ炉11のチャンバーの旋回や、黒鉛部品の解体・セットが、磁場発生装置を昇降させずに可能となり、昇降装置も不要と

なる。

[0039] なお、本発明の単結晶引き上げ装置において用いる超電導コイルは、鉛直方向上方から見た該超電導コイルの幅よりも、該超電導コイルの鉛直方向の高さの方が長いものとすることができる。図4（a）、（b）にはこの超電導コイルを示している。図4（a）は超電導コイルの断面を示しており、図4（b）は、図4（a）を横に向けた様子を示しており、超電導コイルの高さはHで示される。Hの方向が鉛直方向の上下である。図4（b）中、Rは超電導コイルの曲線部（円弧）の曲率半径である。磁場発生装置の超電導コイルをこのような形状にすることで、上から見たコイルの幅が狭くとも、コイル軸を含む水平面内において、引き上げ炉の中心軸における磁束密度を高めることができる。

[0040] また、本発明の単結晶引き上げ装置を用いて、シリコン単結晶を引き上げることができる。このような単結晶引き上げ方法であれば、取り込まれる酸素濃度が大幅に低減されるとともに成長縞が抑制されたシリコン単結晶を育成することができる。

実施例

[0041] 以下、本発明を実施例及び比較例に基づきさらに説明するが、これらの実施例は例示的に示されるもので限定的に解釈されるべきではない。

[0042] （実施例1）

上下円弧の半径が250mm、高さ1000mmのコイルを2対（4個）有し、該2対（4個）の超電導コイルのコイル軸を含む水平面内の前記中心軸における磁力線方向をX軸としたときに、このX軸と引き上げ炉の中心軸を含む断面に対して、左右（第1の領域及び第2の領域）にそれぞれ一対各々2個の超電導コイルをX軸と平行に並べ、該断面に対して線対称に配置した磁場発生装置について、磁場解析と3D融液対流解析を行った後、この装置を用いてシリコン単結晶の引き上げを行った。

[0043] 図5（a）は、ANSYS-Maxwell 3Dによる磁場解析結果であり、中心軸における磁束密度が1000ガウス（0.1テスラ）となるよう

にコイルの電流×巻き数を調整して解析した後、磁束密度の分布を表示させたものである。なお、図5（b）はこのときの4個の超電導コイル14a、14b、14c、14dの配置を示した概略図である。

[0044] 上記磁場解析の結果から、結晶と融液（メルト）領域を含む空間の磁束密度を抽出し、磁場分布を考慮した3D融液対流解析を実施した。図6（a）、（c）は、その結果から得られた融液内の速度ベクトル（図6（a）が磁場に垂直な断面、図6（c）が磁場に平行な断面である。）、また図6（b）（d）は融液内の酸素濃度分布を示している（図6（b）が磁場に垂直な断面、図6（d）が磁場に平行な断面である。）。

[0045] その時の計算条件は、チャージ量400kg、32インチ（1インチは25.4mm）の坩堝、直径306mmのシリコン結晶、結晶回転9rpm、坩堝回転0.4rpm、引き上げ速度0.4mm/minとして、計算した。

[0046] 実施例1の磁場では、後述する比較例2と同様に、磁力線と垂直な断面においても対流抑制力が強く結晶端の下にのみ比較的活発な流れが見られる程度で、融液内の酸素濃度も低くなっている。

[0047] このコイル配置（図5（b）参照）であれば、黒鉛部品の解体・セット前に磁場発生装置を昇降させる必要はなく、またウェーハ全面で5ppm以下JEIDAを切ると共に面内分布に優れた極低酸素結晶を得ることができた。

[0048] （比較例1）

外径1100mmの一对（2個）のコイルを引上げ機を中心軸に対して左右対称に配置した磁場発生装置について、磁場解析と3D融液対流解析を行った後、この装置を用いてシリコン単結晶の引き上げを行った。

[0049] 図7（a）は、ANSYS-Maxwell3Dによる磁場解析結果であり、中心軸における磁束密度が1000ガウス（0.1テスラ）となるようにコイルの電流×巻き数を調整して解析した後、磁束密度の分布を表示させたものである。なお、図7（b）はこのときの2個の超電導コイル104a

、104bの配置を示した概略図である。

[0050] 上記磁場解析の結果から、結晶と融液領域を含む空間の磁束密度を抽出し、磁場分布を考慮した3D融液対流解析を実施した。図8の(a)、(c)は、その結果から得られた融液内の速度ベクトル(図8(a)が磁場に垂直な断面、図8(c)が磁場に平行な断面である。)、また図8の(b)、(d)は融液内の酸素濃度分布を示している(図8(b)が磁場に垂直な断面、図8(d)が磁場に平行な断面である。)。比較例1の磁場では、磁力線と垂直な断面において対流抑制力が弱く活発な渦流れが発生しており、融液内の酸素濃度も高くなっている。

[0051] その時の計算条件は、実施例1と同様に、チャージ量400kg、32インチ(1インチは25.4mm)の坩堝、直径306mmのシリコン結晶、結晶回転9rpm、坩堝回転0.4rpm、引き上げ速度0.4mm/minとして、計算した。

[0052] このコイル配置(図7(b)参照)であれば、黒鉛部品の解体・セット前に磁場発生装置を昇降させる必要はないが、ウェーハ全面で5ppm- JEIDA を切ると共に面内分布に優れた極低酸素結晶を得ることはできなかった。

[0053] (比較例2)

コイル軸を含む水平面内において、引上げ機を中心軸における磁力線方向をX軸としたときに、対向配置された直径900mmのコイルの対をそれぞれのコイル軸が同じ水平面内に含まれるように2対(4個)設けるとともに、前記X軸を挟むコイル軸間角度 α を120度として円筒容器内に配置した磁場発生装置について、磁場解析と3D融液対流解析を行った後、この装置を用いてシリコン単結晶の引き上げを行った。

[0054] 図9(a)は、ANSYS-Maxwell3Dによる磁場解析結果であり、中心軸における磁束密度が1000ガウス(0.1テスラ)となるようにコイルの電流×巻き数を調整して解析した後、磁束密度の分布を表示させたものである。なお、図9(b)はこのときの4個の超電導コイル104a

、104b、104c、104dの配置を示した概略図である。

[0055] 上記磁場解析の結果から、結晶と融液領域を含む空間の磁束密度を抽出し、磁場分布を考慮した3D融液対流解析を実施した。図10(a)、(c)は、その結果から得られた融液内の速度ベクトル(図10(a)が磁場に垂直な断面、図10(c)が磁場に平行な断面である。)、また図10(b)、(d)は融液内の酸素濃度分布を示している(図10(b)が磁場に垂直な断面、図10(d)が磁場に平行な断面である。))。

[0056] 比較例2の磁場では、磁力線と垂直な断面においても対流抑制力が強く結晶端の下にのみ比較的活発な流れが見られる程度で、融液内の酸素濃度も低くなっている。

[0057] その時の計算条件は、実施例1、比較例1と同様に、チャージ量400kg、32インチ(1インチは25.4mm)の坩堝、直径306mmのシリコン結晶、結晶回転9rpm、ルツボ回転0.4rpm、引き上げ速度0.4mm/minとして、計算した。

[0058] このコイル配置(図9(b)参照)であれば、全面で5ppm未満のJEIDAを切ると共に面内分布に優れた極低酸素結晶を得ることができるが、黒鉛部品の解体・セット前に磁場発生装置を昇降させる必要がある。

[0059] 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]

加熱ヒーター及び溶融した単結晶材料が収容される坩堝が配置され中心軸を有する引き上げ炉と、

前記引き上げ炉の周囲に設けられ、超電導コイルと該超電導コイルを内蔵するクライオスタットを有する磁場発生装置とを備え、

前記超電導コイルへの通電により前記溶融した単結晶材料に水平磁場を印加して、前記溶融した単結晶材料の前記坩堝内での対流を抑制する単結晶引き上げ装置であって、

前記磁場発生装置は、前記超電導コイルを4個有し、前記4個の超電導コイルの全てのコイル軸が単一の水平面内に含まれるように配置されており、

前記水平面内の前記中心軸における磁力線方向をX軸としたときに、該X軸と前記引き上げ炉の中心軸を含む断面で分けられる第1の領域及び第2の領域に、それぞれ2個ずつの前記超電導コイルが配置されており、

前記4個の超電導コイルは、前記断面に対して線対称に配置されており、

前記4個の超電導コイルは、いずれもコイル軸が前記水平面内において前記X軸と垂直なY軸に対して -30° 超 30° 未満の角度の範囲となるよう配置されており、

前記4個の超電導コイルが発生する磁力線の方法は、前記断面に対して線対称であり、

前記第1の領域及び第2の領域のそれぞれにおいて、2個の前記超電導コイルは、発生する磁力線の方法が逆であることを特徴とする単結晶引き上げ装置。

[請求項2]

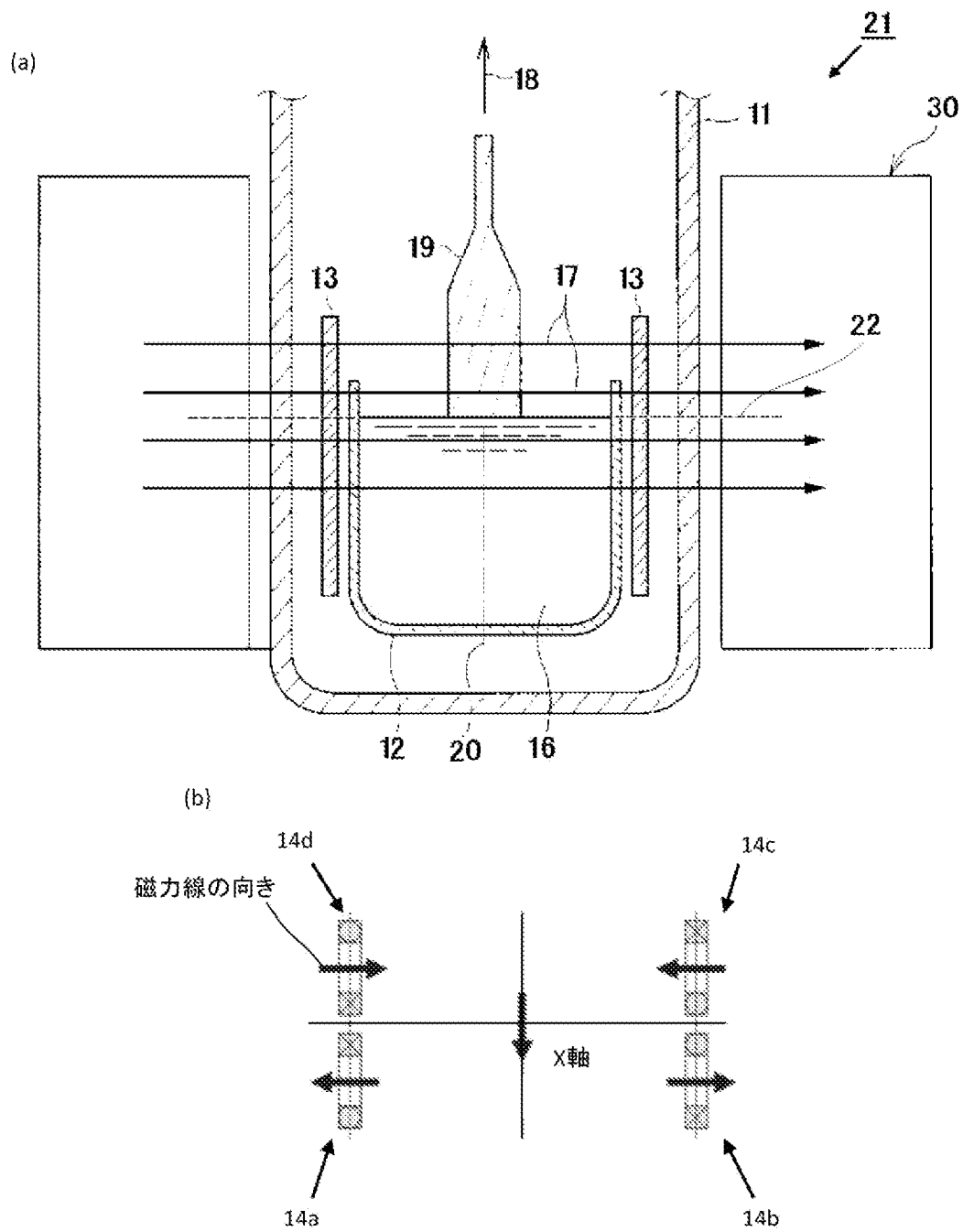
前記磁場発生装置は、前記クライオスタットとして、前記4個の超電導コイルを全て内蔵するコの字型形状のクライオスタットを備えるか、又は、前記第1の領域及び第2の領域のそれぞれにおいて2個の

前記超電導コイルを内蔵するクライオスタットを備え、該２個のクライオスタットが構造的に連結された構造を有するものであることを特徴とする請求項１に記載の単結晶引き上げ装置。

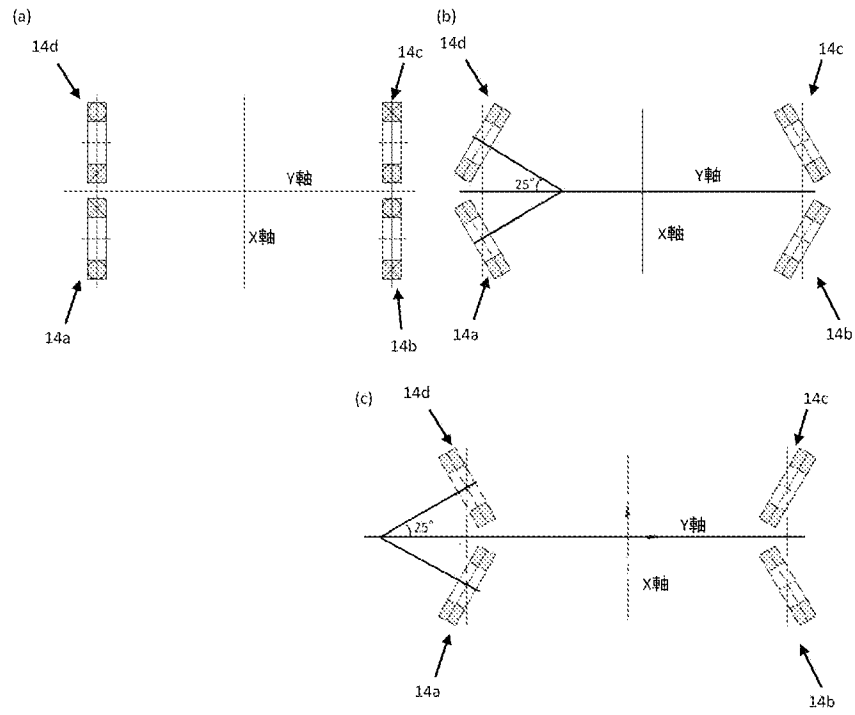
[請求項３] 前記超電導コイルは、鉛直方向上方から見た該超電導コイルの幅よりも、該超電導コイルの鉛直方向の高さの方が長いものであることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の単結晶引き上げ装置。

[請求項４] 請求項１から請求項３に記載の単結晶引き上げ装置を用いて、シリコン単結晶を引き上げること特徴とする単結晶引き上げ方法。

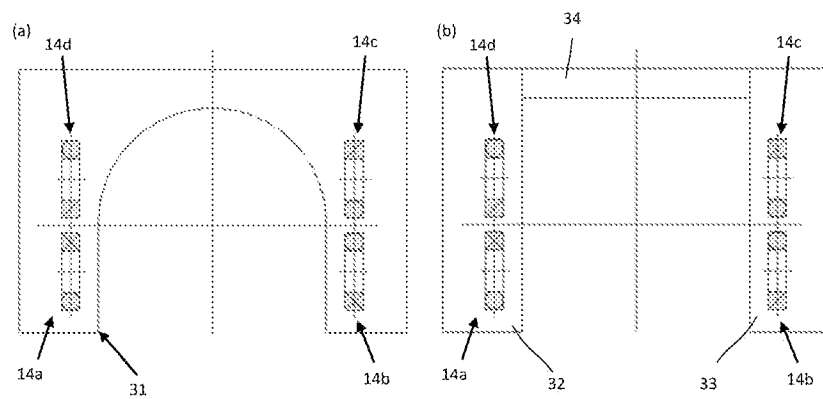
[図1]



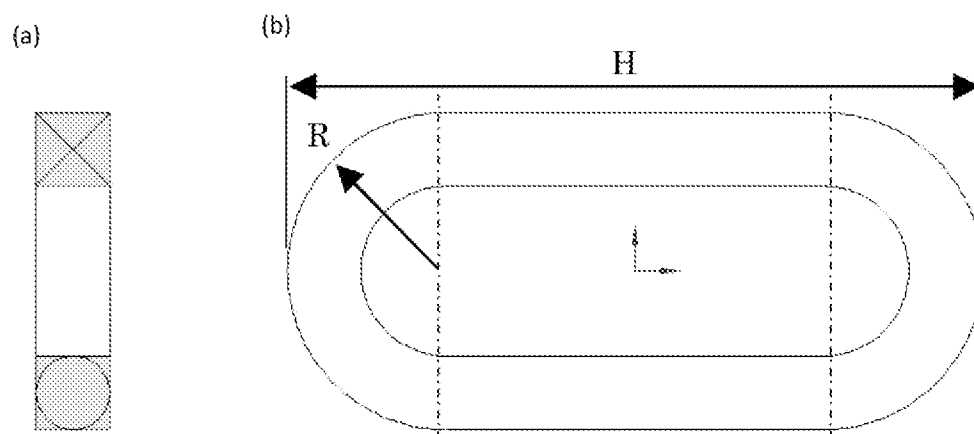
[図2]



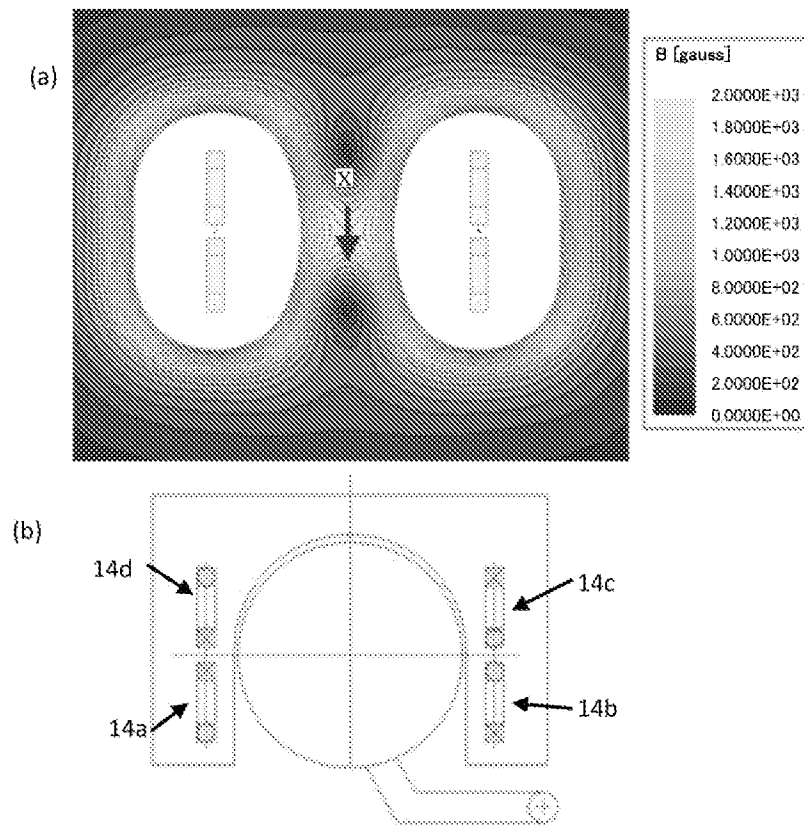
[図3]



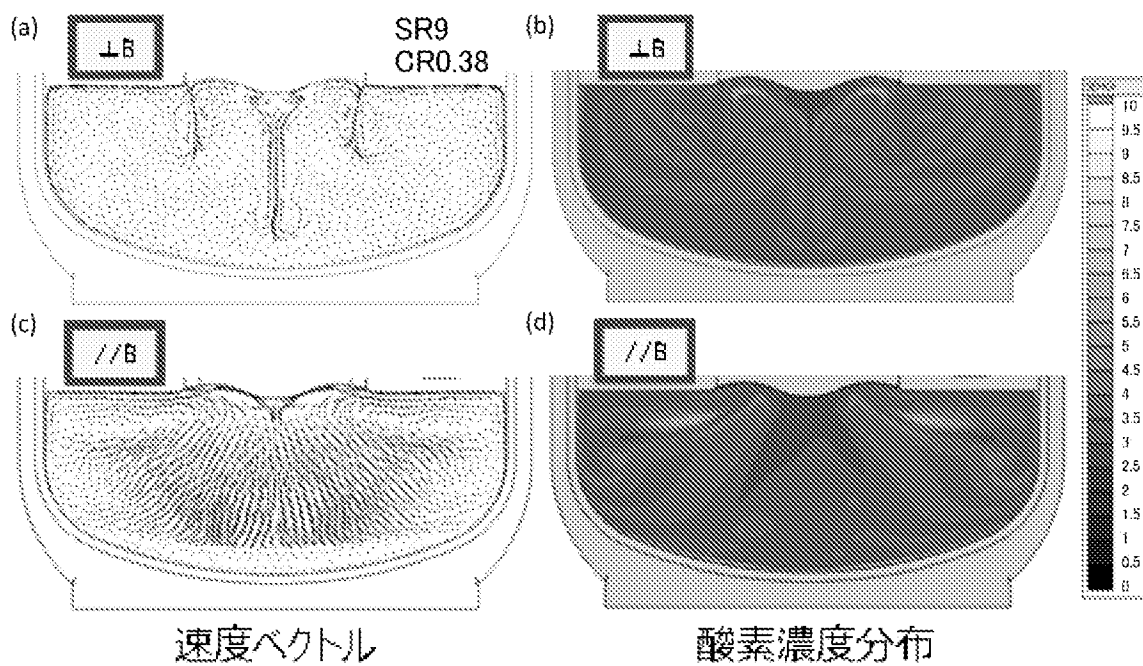
[図4]



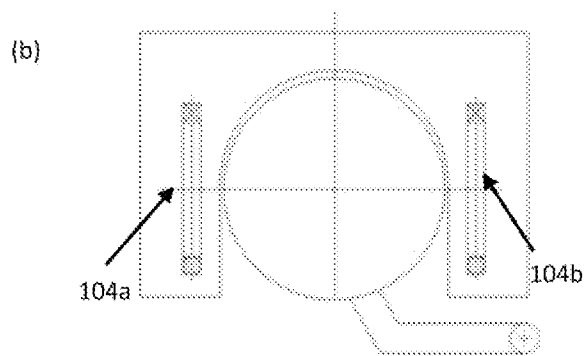
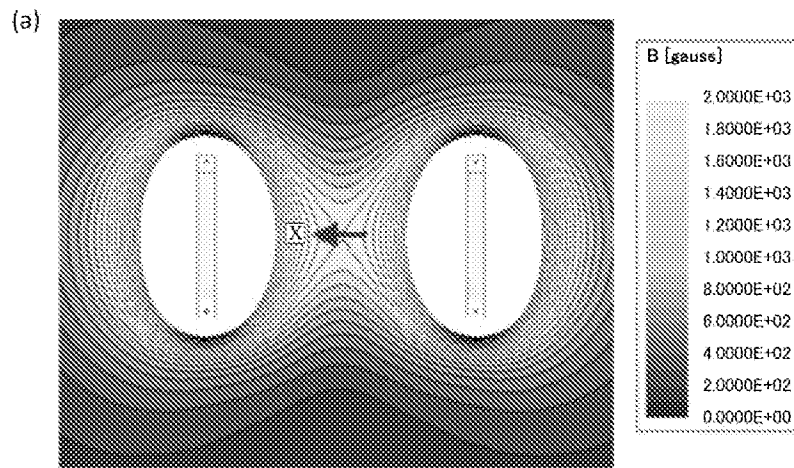
[図5]



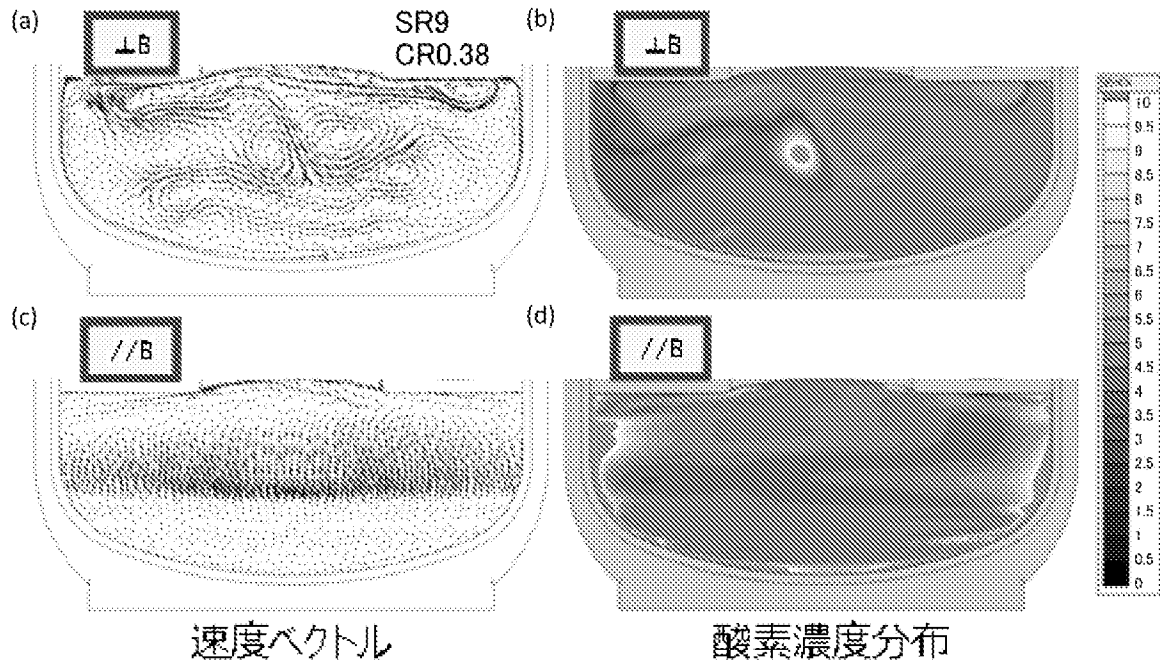
[図6]



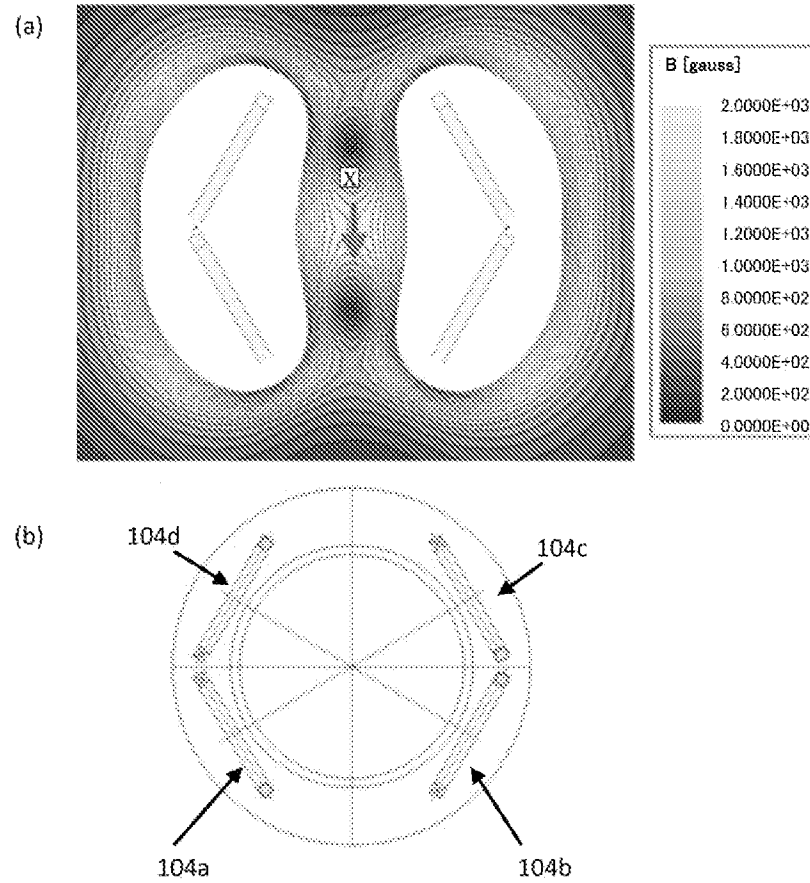
[図7]



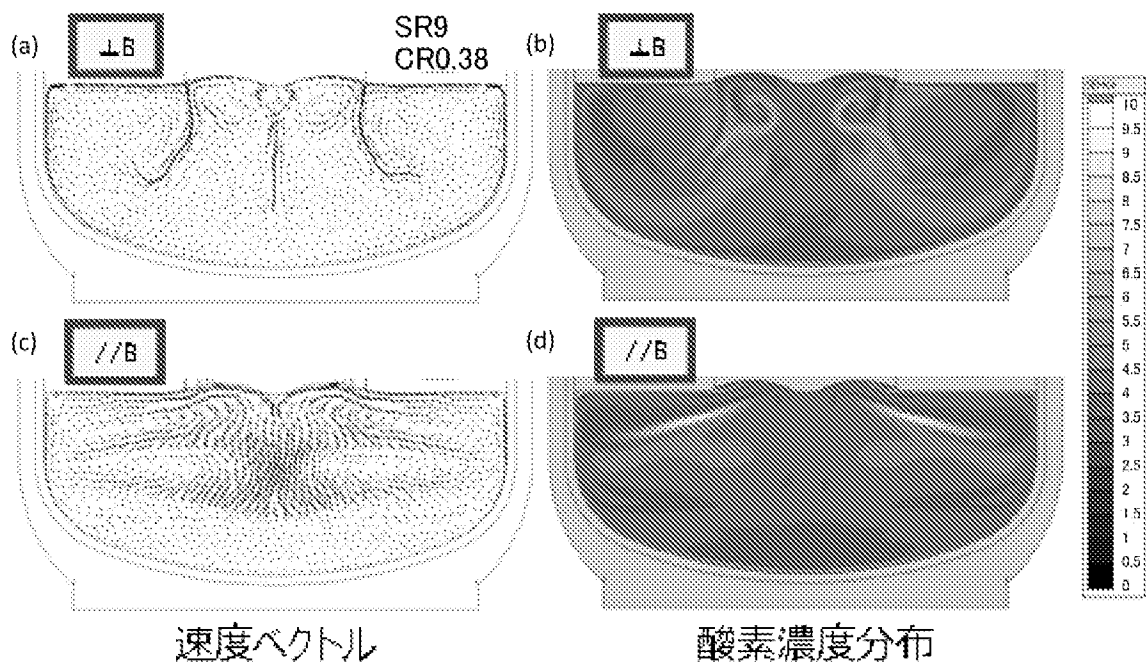
[図8]



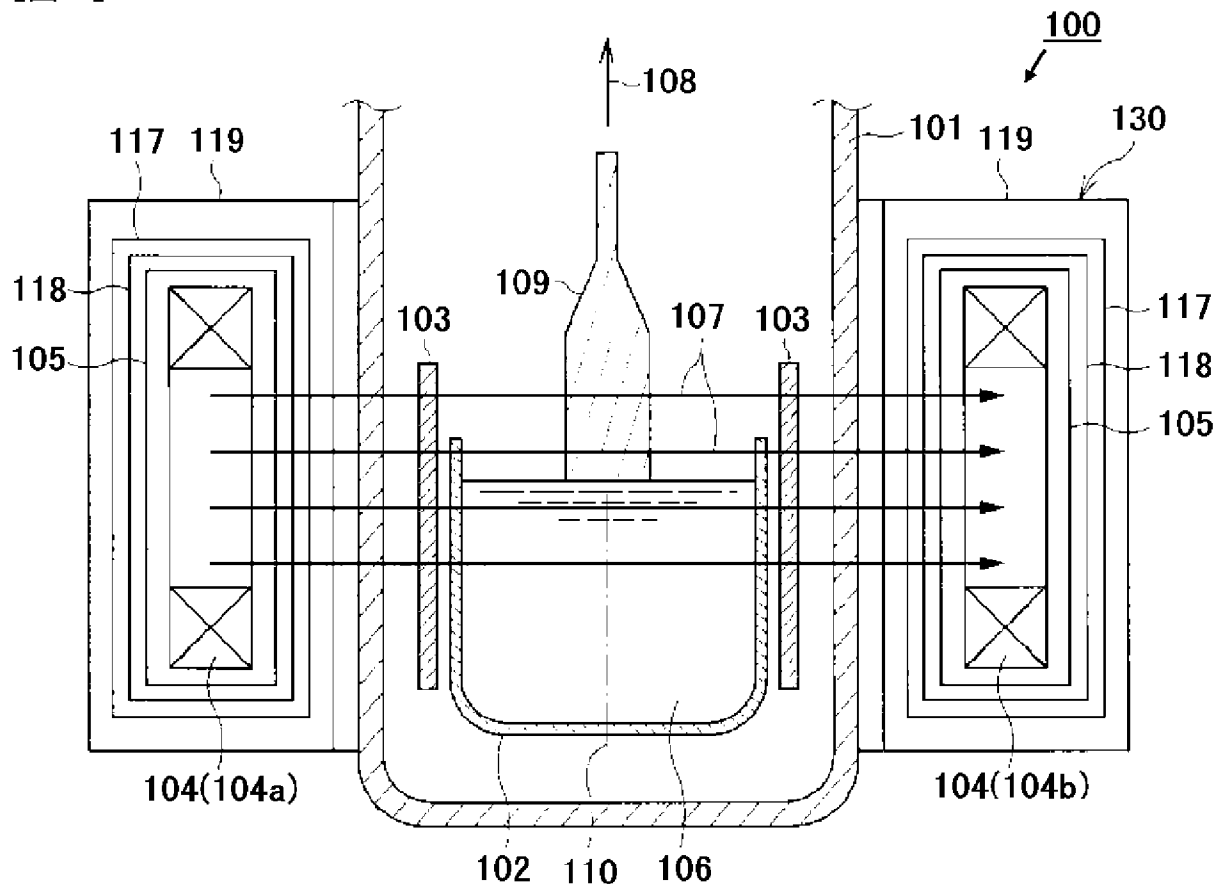
[図9]



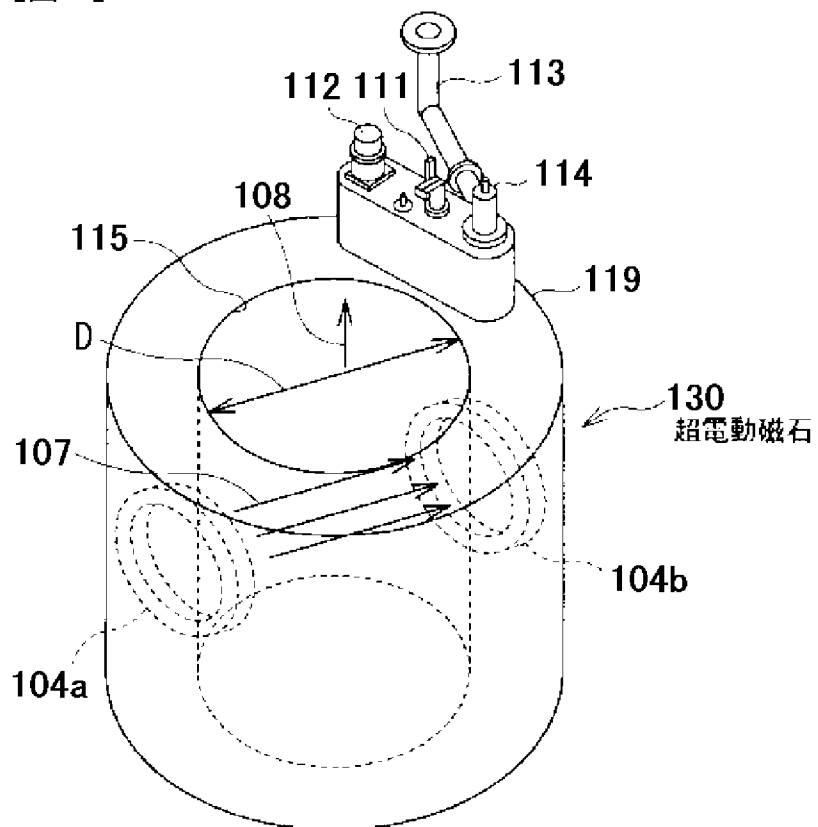
[図10]



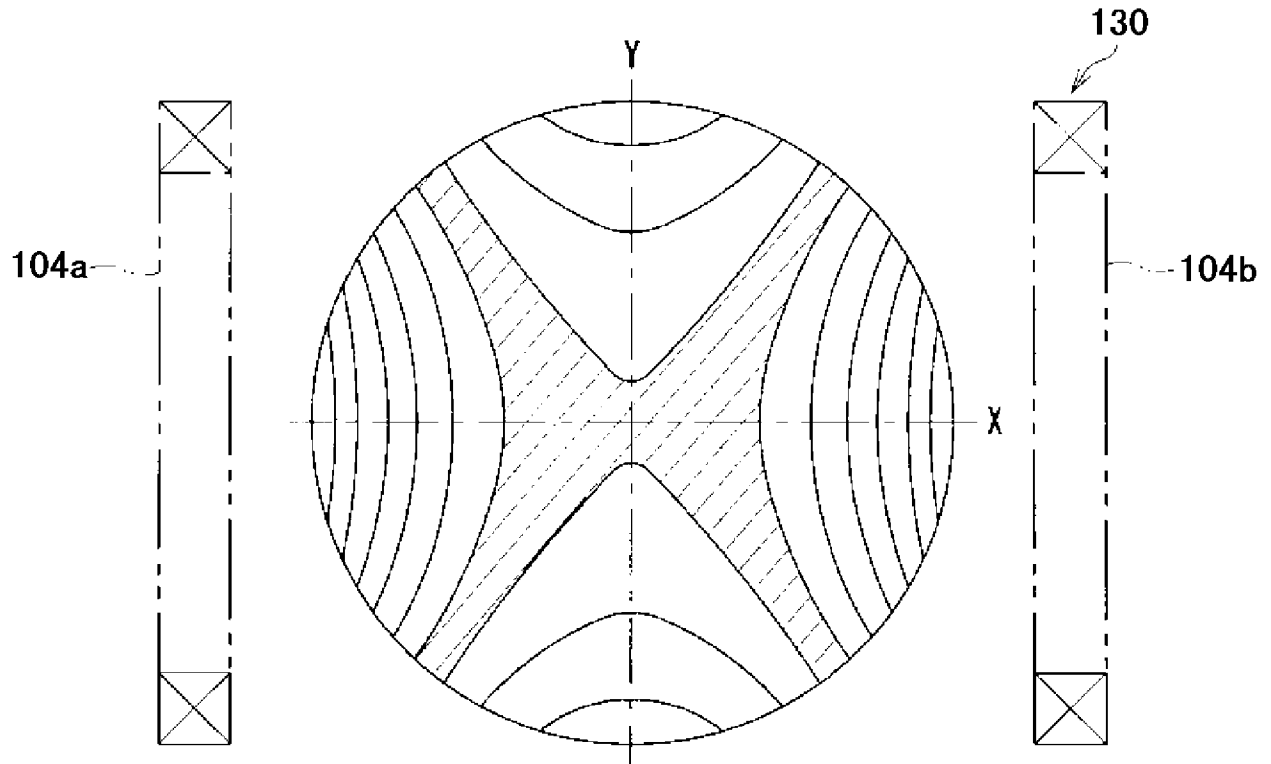
[図11]



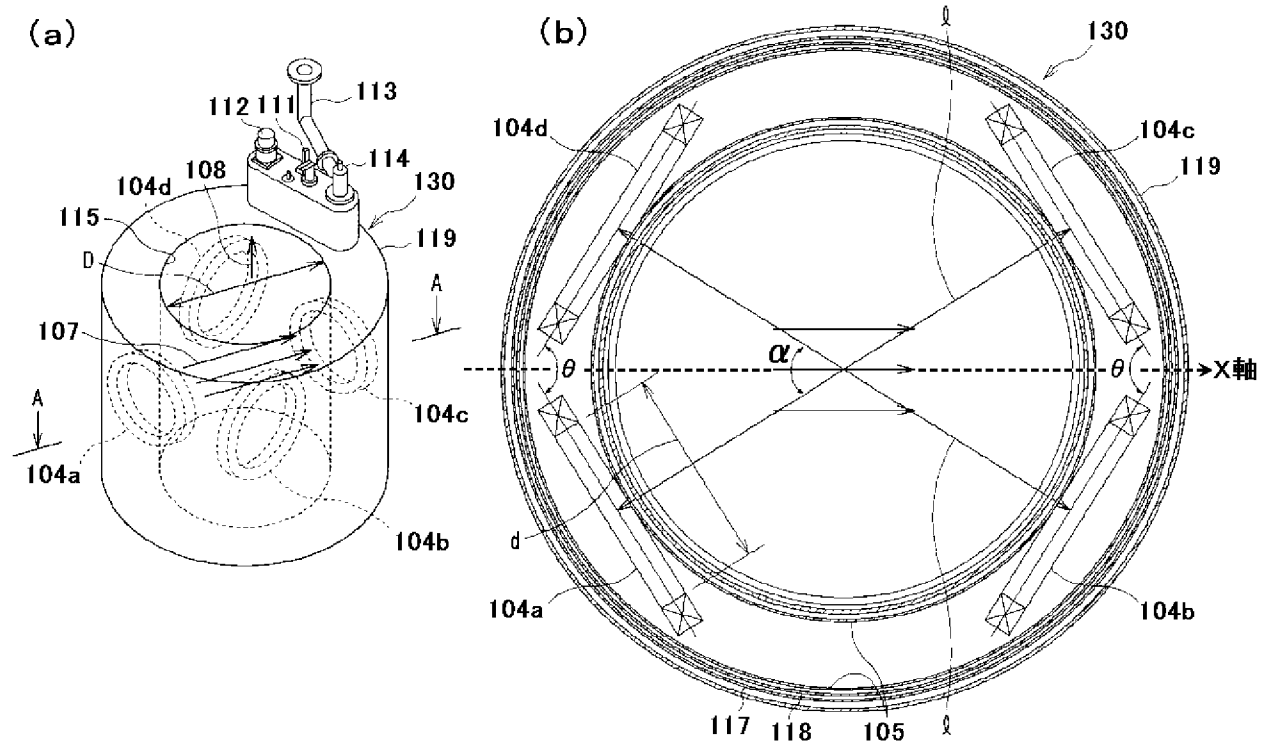
[図12]



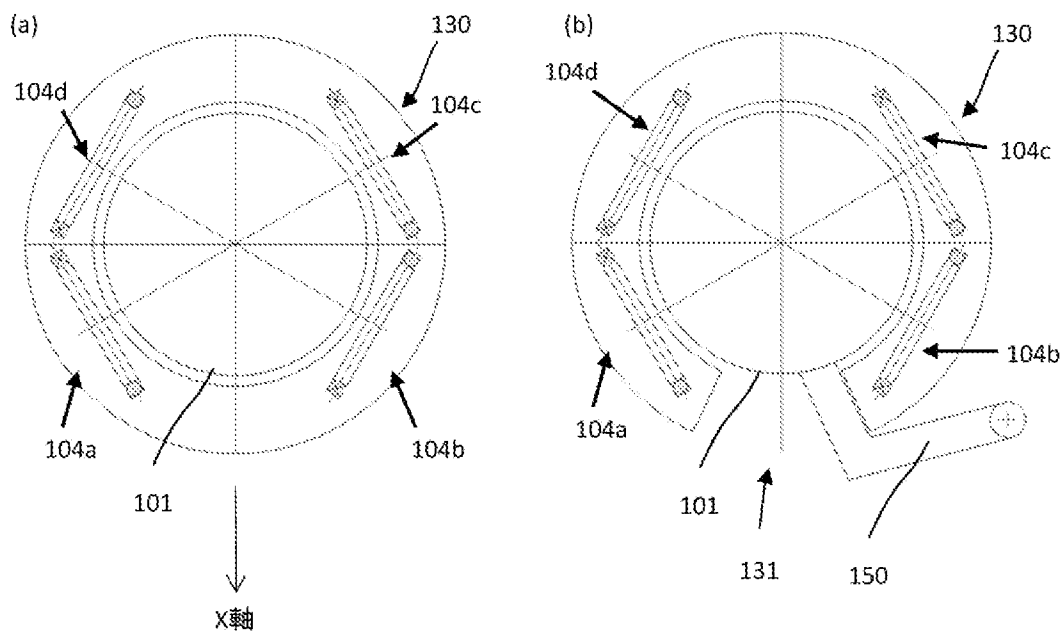
[図13]



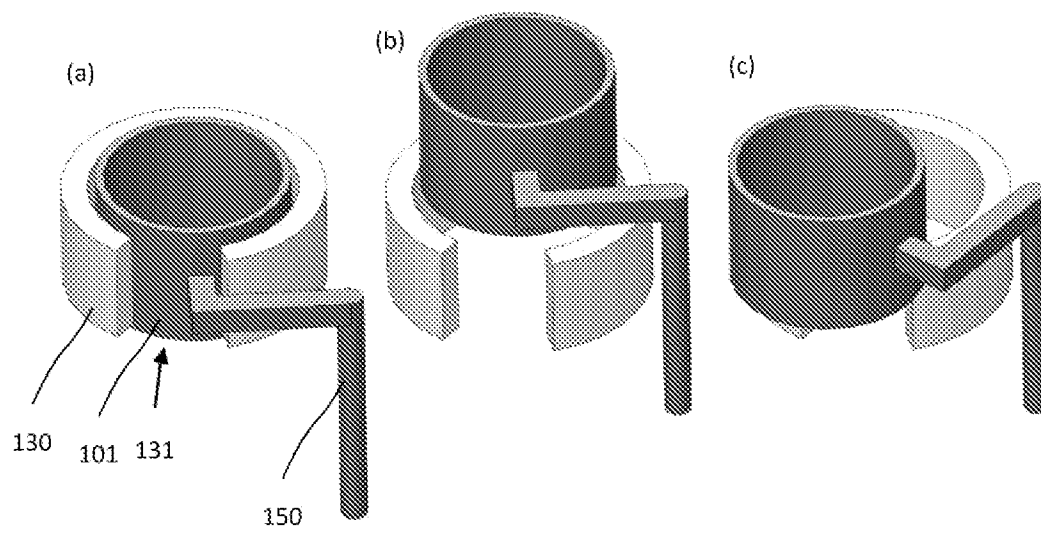
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B 15/00 (2006.01) i; C30B 29/06 (2006.01) i

FI: C30B15/00 Z; C30B29/06 502G

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)

C30B15/00; C30B29/06

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	JP 2004-51475 A (TOSHIBA CORP.) 19.02.2004 (2004-02-19) claims	1-4
A	WO 2017/047008 A1 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 23.03.2017 (2017-03-23) claims, fig. 1	1-4
A	JP 2005-123313 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 12.05.2005 (2005-05-12) claims, fig. 3, 5	1-4
A	JP 2000-182823 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 30.06.2000 (2000-06-30) claims, fig. 17	1-4
A	US 2014/0053771 A1 (WALTER, Wolfgang) 27.02.2014 (2014-02-27) claims, fig. 22-23	1-4

☐ 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

"I" 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
27 May 2020 (27.05.2020)

Date of mailing of the international search report
09 June 2020 (09.06.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/012164

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-51475 A	19 Feb. 2004	US 2004/0107894 A1 claims DE 10324674 A	
WO 2017/047008 A1	23 Mar. 2017	US 2018/0237940 A1 claims, fig. 1	
JP 2005-123313 A	12 May 2005	US 2005/0166600 A1 claims, fig. 4B, 7	
JP 2000-182823 A	30 Jun. 2000	(Family: none)	
US 2014/0053771 A1	27 Feb. 2014	DE 102013216378 A1 claims, fig. 22-23	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C30B 15/00(2006.01)i; C30B 29/06(2006.01)i FI: C30B15/00 Z; C30B29/06 502G		
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）） C30B15/00; C30B29/06		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 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 2004-51475 A（株式会社東芝）19.02.2004（2004-02-19） 特許請求の範囲	1-4
A	WO 2017/047008 A1（信越半導体株式会社）23.03.2017（2017-03-23） 請求の範囲、図1	1-4
A	JP 2005-123313 A（住友重機械工業株式会社）12.05.2005（2005-05-12） 特許請求の範囲、図3、図5	1-4
A	JP 2000-182823 A（三菱電機株式会社）30.06.2000（2000-06-30） 特許請求の範囲、図17	1-4
A	US 2014/0053771 A1（WALTER, Wolfgang）27.02.2014（2014-02-27） Claims, Fig. 22-23	1-4
☐ 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、一般的な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 “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 27.05.2020		国際調査報告の発送日 09.06.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 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） 西垣 歩美 4G 1190 電話番号 03-3581-1101 内線 3465

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/JP2020/012164

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2004-51475	A	19.02.2004	US	2004/0107894	A1	
				Claims			
				DE	10324674	A	
WO	2017/047008	A1	23.03.2017	US	2018/0237940	A1	
				Claims, Fig. 1			
JP	2005-123313	A	12.05.2005	US	2005/0166600	A1	
				Claims, Fig. 4B, Fig. 7			
JP	2000-182823	A	30.06.2000	(ファミリーなし)			
US	2014/0053771	A1	27.02.2014	DE	102013216378	A1	
				Claims, Fig. 22-23			