

(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
2025年4月10日(10.04.2025)



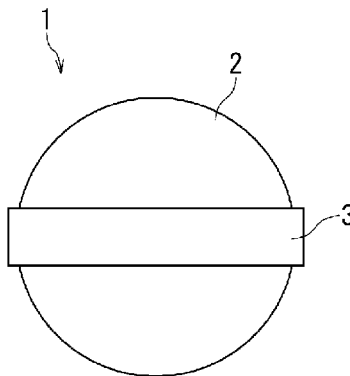
(10) 国際公開番号

WO 2025/074956 A1

- (51) 国際特許分類:
B30B 5/02 (2006.01) *B30B 11/00* (2006.01)
B28B 3/00 (2006.01) *B30B 15/30* (2006.01)
B28B 7/34 (2006.01) *C04B 35/587* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/034767
- (22) 国際出願日: 2024年9月27日(27.09.2024)
- (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 2023-173969 2023年10月6日(06.10.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 (JP). 東芝マテリアル株式会社 (TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 (JP).
- (72) 発明者: 牧野 圭祐 (MAKINO, Keisuke); 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内 (JP). 市川 浩 (ICHIKAWA, Hiroshi); 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内 (JP). 秋元 俊之 (AKIMOTO, Toshiya); 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内 (JP). 秋谷 英 (AKIYA, Suguru); 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内 (JP). 西垣 寿 (NISHIGAKI, Hisashi); 〒2350032 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 東芝マテリアル株式会社内 (JP).

(54) Title: FILLING METHOD OF CERAMIC MOLDED BODY, METHOD FOR MANUFACTURING CIP BODY, METHOD FOR MANUFACTURING CERAMIC SINTERED BODY, AND METHOD FOR MANUFACTURING MATERIAL FOR CERAMIC BALL

(54) 発明の名称: セラミックス成形体の充填方法、CIP体の製造方法、セラミックス焼結体の製造方法、及び、セラミックスボール用素材の製造方法



(57) Abstract: A filling method of a ceramic molded body according to an embodiment of the present invention includes filling a plurality of holes, which are formed in a CIP rubber mold, with a plurality of pre-treatment molded bodies which are molded bodies before a CIP treatment and have a maximum diameter of 5.0 mm or more, and has a filling step. In the filling step, the plurality of pre-treatment molded bodies is respectively filled into the plurality of holes by suction conveyance. It is preferable that the pre-treatment molded bodies are molded from a mixed powder that has a total amount of ceramic powder of 80% by mass or more and a binder amount of 3% by mass to 20% by mass inclusive.

(57) 要約: 実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法は、CIP用ゴム型に形成される複数の穴部に、CIP処理前の成形体であり最大直径が5.0mm以上である複数の処理前成形体を充填するものであり、充填工程を有する。充填工程は、複数の処理前成形体をそれぞれ、吸着搬送により複数の穴部に充填する。当該処理前成形体は、セラミックス粉末の合計量が80質量%以上であり、バインダ量が3質量%以上20質量%以下である混合粉から成形されることが好適である。

(74) 代理人: 弁理士法人東京国際特許事務所 (TOKYO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目13番地6第一K・Sビル402号室 (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, JP, 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))

明 細 書

発明の名称：

セラミックス成形体の充填方法、CIP体の製造方法、セラミックス焼結体の製造方法、及び、セラミックスボール用素材の製造方法

技術分野

[0001] 後述する実施形態は、セラミックス成形体の充填方法、CIP体の製造方法、セラミックス焼結体の製造方法、及び、セラミックスボール用素材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 種々のセラミックス材料は高硬度、絶縁性、耐摩耗性などの特性を有し、特に純度を高め粒子径を均一化させたファインセラミックスは、コンデンサ、アクチュエータ材料、耐火材など様々な分野に用いられる特性を発現させる。それら特性の中で、耐摩耗性、絶縁性を生かした製品としてボール用途がある。ボール用途には、ベアリング、治具、工具、ゲージ、電磁弁、チェック弁、各種バルブなどがある。このうち、ベアリング用途では、酸化アルミニウム、窒化珪素、酸化ジルコニウムなどの材料が用いられている（特許文献1～3）。例えば、特許文献1、特許文献2において窒化珪素材料、特許文献3において酸化ジルコニウム材料を用いたベアリングボールが開示されている。

[0003] これらのベアリングボール用材料を製造するプロセスにおいては、セラミックス成形体（単に「成形体」と記載する場合もある）を焼結する方法が用いられている。また、成型方法には金型を用いたプレス成型が用いられている。プレス成型は、一般的に、上部パンチと下部パンチの間に粉体を挿入し、圧力をかけてCIP処理前の成形体として処理前成形体を得る方法である。この処理前成形体は上下からの一軸方向の荷重により形成されているため、さらに冷間等方加圧成形（CIP：Cold Isostatics Press）により全方向から加圧することで、均質な処理前成形体を得る方法が実施されている（特

許文献4)。特許文献4によると、プレス成型時に、金型を保護するために上部パンチの先端部と下部パンチの先端部の間に隙間を設けてプレス成形しなければならない。これにより、処理前成形体には球面部と帯状部が形成されるため、焼結後のベアリングボール用素材にも球面部と帯状部が形成される。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開平6-48813号公報
特許文献2：特許第2764589号
特許文献3：特開昭60-18620号公報
特許文献4：国際公開2023/003040号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] CIP用ゴム型（単に「ゴム型」と記載する場合もある）に形成された複数の穴部に複数の処理前成形体を充填し、ゴム型積層体（複数のゴム型が積層されたもの）に等方水圧をかけることで、処理前成形体中の空隙を各方向から均等に潰し、処理前成形体中の密度均一性を向上することが可能である。ゴム型に形成された複数の穴部に複数の処理前成形体を充填する工程では、ゴム型の上に複数の処理前成形体を載せて転がしながら各処理前成形体を穴部に嵌め込む方法などが挙げられる。この場合、ゴム型の上を処理前成形体が転がるため、処理前成形体がゴム型の表面に擦れて摩耗したり、複数の処理前成形体同士が衝突して破損したりするなどの課題があった。特に、帯状部を有する処理前成形体の場合でサイズが大きいときは、処理前成形体自体が重くなるため、帯状部の角部分が擦れたり潰れたりする可能性があった。また、帯状部を有する複数の処理前成形体同士が衝突した場合の損傷具合が大きくなる可能性があった。

- [0006] また、生産性を向上するために、より多くの処理前成形体をCIP処理す

るには、穴部の開口部の大きさ（直径）は処理前成形体の大きさ（直径）に近づけることが望ましい。しかしながら、穴部の開口部の大きさと処理前成形体の大きさとが近いゴム型では、全ての穴部に処理前成形体を充填するまでには相当の時間がかかるという課題があった。

[0007] また、処理前成形体は強度が低い場合が多く、処理前成形体のゴム型上での擦れや、複数の処理前成形体同士の接触によって処理前成形体に部分的な欠けや割れといった欠陥が発生していた。処理前成形体に欠陥があると、CIP処理の後に生成される焼結体にも欠陥が発生する。例えば、欠陥のある焼結体からベアリングボールに加工すると、信頼性の低いベアリングボールしか得られていなかった。

[0008] 本発明はこのような課題を解決するものであり、処理前成形体に発生する欠陥を低減することができるセラミックス成形体の充填方法、CIP体の製造方法、セラミックス焼結体の製造方法、及び、セラミックスボール用素材の製造方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0009] 実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法はCIP用ゴム型に形成される複数の穴部に、CIP処理前の成形体であり最大直径が5.0mm以上である複数の処理前成形体を充填するものであり、充填工程を有する。充填工程は、複数の処理前成形体をそれぞれ、吸着搬送により複数の穴部に充填する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法を説明するための、金型プレス成型によるセラミックスボール用素材の一例を示す外観図。

[図2]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法を説明するための、金型プレス成型の一例を示す断面図。

[図3]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法を説明するための、ゴム型積層体の一例を示す斜視図。

[図4]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法を説明するための、処理

前成形体が充填された状態のゴム型積層体の一例を示す断面図。

[図5]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法を説明するための、ゴム型積層体の形態を示す上面図。

[図6]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法の第1工程を説明するための断面図。

[図7]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法の第2工程を説明するための断面図。

[図8]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法の第3工程を説明するための断面図。

[図9]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法の第4工程を説明するための断面図。

[図10]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法の第5工程を説明するための断面図。

[図11]実施形態に係るセラミックス成形体の充填方法の第6工程を説明するための断面図。

実施形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、セラミックス成形体の充填方法、CIP体の製造方法、セラミックス焼結体の製造方法、及び、セラミックスボール用素材の製造方法の実施形態について詳細に説明する。

[0012] 実施形態に係る成形体の充填方法では、ゴム型積層体を構成するゴム型は、複数の成形体を充填する複数の穴部を有する。

[0013] 図1にプレス成型による成形体を焼結して得られるセラミックスボール用素材、例えばベアリングボール用材料を示す。図1中、符号1はセラミックスボール用素材、符号2はセラミックスボール用素材1のうち球面部、符号3はセラミックスボール用素材1のうち帯状部、である。また、図2にセラミックスボール用素材1の焼結前の処理前成形体を成形するプレス金型を示す。図2中、符号4はプレス金型、符号5はパンチ部、符号5Uはパンチ部5のうち上部パンチ、符号5Dはパンチ部5のうち下部パンチ、符号Yはダ

イス、である。上部パンチ5 Uの先端部と、下部パンチ5 Dの先端部と、ダイスYとの間の空間により形成された成形体の帯状部が、セラミックスボール用素材1の帯状部3に対応する。

[0014] 図3は、3個のゴム型が積層されたゴム型積層体の一例を示す斜視図である。図3中、符号6はゴム型積層体であり、符号7は上段ゴム型、符号8は中段ゴム型、符号9は下段ゴム型である。ゴム型積層体6は、図3のような3段の構成に限らず、中段ゴム型8のない、上段ゴム型7と下段ゴム型9との2段の構成でもよく、また、中段ゴム型8が2段以上ある4段以上の構成でもよい。

[0015] 図4は、3段のゴム型が積層されたゴム型積層体の一例を示す断面図である。図4中、符号6はゴム型積層体、符号7～9はゴム型、符号10はセラミックスボール用素材1（図1に図示）の焼結前の処理前成形体、符号11は穴部、である。ここで、処理前成形体10を処理するためのゴム型積層体6とは、CIP成形を行う際の成形型である。ゴム型積層体6を構成するゴム型7～9はそれぞれ、板状である。ここで、板状とは、ある一定程度の厚さ（高さ）を有しているものである。上段ゴム型7の底面と、下段ゴム型9の天面と、中段ゴム型8の、対向する天面及び底面とにそれぞれ、半球形状の複数の穴部11が設けられている。対向する半球形状の穴部11同士が一体となって球形状を形成できるような位置に複数の穴部11が配置される。

[0016] 下段ゴム型9上に複数の処理前成形体10を投入し、下段ゴム型9の天面に形成された複数の穴部11に複数の処理前成形体10を嵌め込み、下段ゴム型9の上に中段ゴム型8を重ねる。次に、重ねられた中段ゴム型8上に複数の処理前成形体10を投入し、中段ゴム型8の天面に形成された複数の穴部11に複数の処理前成形体10を嵌め込み、中段ゴム型8の上に上段ゴム型7を重ねる。又は、下段ゴム型9に、処理前成形体10を予め嵌め込んだ中段ゴム型8を重ね、ゴム型8の上に上段ゴム型7を重ねる。これにより、ゴム型7～9の間に複数の処理前成形体10が密閉されることになる。重ね合わせられたゴム型7～9に等方水圧をかけることで、処理前成形体10中

の空隙を各方向から均等に潰し、処理前成形体10中の密度均一性を向上、つまり、密度不均一性を少なくすることが可能である。

[0017] 図4に示すように、複数の穴部11はそれぞれ略半球形状を有する。また、処理前成形体10に対するCIP処理によって得られる成形体であるCIP体は球形状を有する場合に限らず、円柱形状（コロ）を有していてもよい。CIP体が円柱形状を有している場合、穴部11は略半球形状を有するのではなく、開口部を略円形状とした略円柱形状を有する。さらには、CIP体は、金型成型だけでなく転動造粒などによって得られた処理前成形体10に基づいてもよい。転動造粒などによって得られた処理前成形体10に基づくCIP体であれば帯部がない形状もある。このため、処理前成形体10は帯状部を有していても有していなくてもよい。前記方法の中では、金型成型又は転動造粒などの方法で得られた処理前成形体10に対しCIP処理を行うことがより好ましい。また、処理前成形体10は、図1に示すように、帯状部3を有していてもよいし、有していなくてもよい。また、ゴム型7～9においては、穴部11の形状を考慮するものであって、その側面形状については特に限定するものではない。なお、処理前成形体10と、CIP体と、後述する脱脂体とは、成形体の一例である。

[0018] ゴム型積層体6は、処理前成形体10のCIP処理に用いるためのものである。CIP処理には、WET-CIPと呼ばれるものとDRY-CIPと呼ばれるものがある。WET-CIPは粉末又は処理前成形体10を袋等の変形抵抗の小さく、ある一定以上の強度を有するもので密封して、液と接しないようにし液圧を加える方法である。一方、DRY-CIPと呼ばれるものは、ゴム型積層体6を用いて行われるものであり、ゴム型積層体6の下部にゴム型積層体6を支える台を有した加圧方法である。これらは液圧による加圧であるため、方向性のない等方圧力による成形が可能となる。等方圧力であるため、処理前成形体10内の不均一な密度分布を抑制することができる。CIPのことを、冷間静水圧プレス、ラバープレスと呼ぶこともある。ゴム型積層体6の使用は、これらのうち特にDRY-CIPを採用する場合

により好適な結果を生じさせる。

[0019] また、図3に示すように、ゴム型積層体6を構成するゴム型7～9は板状、例えば、略正円板形状を備えることが好ましい。略正円板形状とは、対向する天面及び底面間の高さが比較的低い正円柱形状又は楕円柱形状であることを示している。なお、板状のゴム型7～9は、円板形状に限らず、多角形状等を有していてもよい。ゴム型7～9が多角形状を有する場合は、五角形以上の形状を有することが好ましい。また、ゴム型7～9は、上下に隣り合うゴム型と接続するための係合部を設けてもよい。ゴム型7～9は円板形状であると、上下に複数のゴム型7～9同士を重ねたときの位置合わせを行いやすい。特に、正円板形状であると上下に隣り合うゴム型7～9の方向性がないのでゴム型7～9を重ねやすい。また、ゴム型7～9を多段に重ねたゴム型積層体6を運搬する際に崩れることを抑制することができる。ゴム型積層体6におけるゴム型の積層数は2段以上であることが好ましい。複数のゴム型を積層することにより、ゴム型積層体6で一度にCIP処理できる処理前成形体10の数を増やすことができる。

[0020] また、ゴム型7～9それぞれの1段の厚さ（高さ）は5mm以上、30mm以下が好ましい。ゴム型7～9があまり薄いと、ゴム型7～9の変形リスクが高まる。ゴム型7～9が変形すると、ゴム型7～9同士がうまく係合せず、ゴム型7～9の積層時及びゴム型積層体6の搬送時にゴム型7～9が崩れる可能性がある。また、ゴム型7～9が崩れなかった場合にも、バランスが偏り、ゴム型積層体6の搬送時に不具合が発生する虞がある。さらに、ゴム型7～9が変形していると、処理前成形体10に対するCIP処理の際に均一に圧力がかかりにくくなる可能性がある。

[0021] ゴム型積層体6を構成するゴム型の積層数は特に限定されるものではないが（図3及び図4では3段の場合を例示）、50段以下が好ましい。ゴム型の積層数が多すぎると、CIP処理装置へのゴム型積層体6の運搬時や、CIP処理装置からの取り出し時に積層した複数のゴム型が崩れる可能性がある。また、積層された複数のゴム型が崩れなかった場合にも、ゴム型積層体

6の運搬時に生じる横揺れ等による係合部の劣化を速めてしまう可能性がある。したがって、ゴム型積層体6を構成するゴム型のより好ましい段数は2段以上30段以下である。より好ましくは、ゴム型の段数は2段以上20段以下である。量産性等も考慮するとゴム型の段数は3段以上10段以下であることがさらに好ましい。本明細書では、ゴム型の段数が3段である場合を例にとって説明する。

[0022] また、3段のゴム型7～9を積層させる際にはゴム型7～9の高さは誤差が少ないことが好ましい。例えば、ゴム型7～9の高さの誤差は1割以下であることが好ましい。ゴム型7～9の高さの誤差が大きいと、ゴム型積層体6の運搬時にゴム型7～9が崩れやすくなる可能性があるからである。ゴム型7～9の積層面の面積についてもゴム型7～9の誤差が少ないことが好ましい。ゴム型7～9における積層面の面積に誤差が大きいとCIP処理の際に均一に圧力がかかりにくくなる可能性があるからである。

[0023] また、必要に応じてゴム型7～9の側面や、ゴム型7の天面や、ゴム型9の底面（つまり、穴部11を設けない非穴部面）に、目印や軽量化等の目的で凹部や凸部等を設けてもよい。つまり、ゴム型7～9の非穴部面の形状は特に限定されるものではない。

[0024] また、ゴム型7～9のゴムのショア硬さHsが30以上50以下の範囲内であることが好ましい。前述のように、処理前成形体10が充填されたゴム型7～9には等方圧が付加される。ショア硬さHsが30以上50以下の範囲内であると、変形量を均質にできる。このため、処理前成形体10の表面とゴム型7～9を均一に接触できる変形能を具備することができる。また、ゴム型7～9の耐久性も良好である。なお、ショア硬さHsの測定はJIS-Z-2246（2000）に準じて行うものとする。

[0025] 処理前成形体10の充填方法は、複数の処理前成形体10をそれぞれ、吸着搬送により複数の穴部11に充填する充填工程を有する。複数の処理前成形体10をそれぞれ吸着搬送により複数の穴部11に充填することにより、処理前成形体10とゴム型の擦れをなくし、処理前成形体10同士の衝突を

避けることができる。吸着搬送は、プレス成型機あるいは処理前成形体10を整列させたトレイの処理前成形体10を吸着アーム14（図7に図示）により1つずつ吸着して、吸着状態の処理前成形体10をゴム型に移動して吸引解除（離脱）する。なお、1個の吸着アーム14により処理前成形体10を1つずつ順に移動させて全ての処理前成形体10を移動させてもよいし、 k （ k は2以上の整数）個の吸着アーム14により処理前成形体10の k 個をまとめて全ての処理前成形体10を移動させてもよい。

[0026] 図5は、下段ゴム型9の天面の例を示す上面図である。中段ゴム型8の天面及び底面も図5と同様になる。また、上段ゴム型7の底面も図5と同様になる。

[0027] 図6～図11は、天面に穴部11が形成されるゴム型8, 9（例えば、下段ゴム型9）への処理前成形体10の充填方法を説明するための図である。図6～図11は、処理前成形体10の中心を含む鉛直面で切断した断面図である。なお、図6～11では、ゴム型8, 9のうち下段ゴム型9への処理前成形体10の充填方法を例にとって説明する。図6は、処理前成形体10がプレス金型の下部パンチ5Dから排出される前の第1工程を示す。下部パンチ5Dの上面がダイスYの上面まで達し、処理前成形体10の帯状部10'がダイスYの上方に位置する。

[0028] 図7は、処理前成形体10の球面部に、吸着アーム14に装着した吸着パッド15が吸着した第2工程を示す。吸着パッド15の先端中央部には、吸着アーム14の軸方向に沿う貫通孔まで延びる穴Hが開いている。吸着パッド15の先端中央部が処理前成形体10に接触した状態でさらに穴Hから処理前成形体10を吸引することにより、吸着パッド15の先端中央部が処理前成形体10に吸着する。

[0029] 図8は、処理前成形体10を吸着した状態で吸着アーム14が上方に移動して処理前成形体10を持ち上げる第3工程を示す。図9は、処理前成形体10を吸着した状態で吸着アーム14が下段ゴム型9の上に移動した第4工程を示す。第4工程において、移動された処理前成形体10が下段ゴム型9

の穴部 11 のほぼ真上にくるように、少なくとも吸着アーム 14 が移動される。ここで、下段ゴム型 9 を固定したまま吸着アーム 14 のみを複数の穴部 11 までそれぞれ移動させてもよいし、吸着アーム 14 を複数の穴部 11 が配置された円周上まで移動させつつ、処理前成形体 10 が下段ゴム型 9 の穴部 11 のほぼ真上にくるように下段ゴム型 9 を鉛直軸回転させてもよい。図 10 は、吸着アーム 14 が下降した後に吸着解除され、下段ゴム型 9 の穴部 11 に処理前成形体 10 が落下した第 5 工程を示す。図 11 は、吸着アーム 14 が退避した後の第 6 工程を示す。

[0030] 図 7 において、処理前成形体 10 との密着性を高めるため、吸着パッド 15 の素材は伸縮性のあるゴム等の弾性体であることが好ましい。吸着パッド 15 として弾性体を使用する場合は、硬度が 70° 以下であることが好ましい。硬度が 70° を超えると処理前成形体 10 への吸着時に変形せず、処理前成形体 10 との密着性がよくなく、処理前成形体 10 をうまく吸着できない可能性がある。図 7～図 9 に示す吸引状態の吸着パッド 15 は、図 10 に示す非吸着状態の吸着パッド 15 と比較して、その先端部が処理前成形体 10 の形状に合わせて変形している。なお、硬度の測定は J I S _ K 6 2 5 3 - 3 (2 0 1 2) に準じて行うものとする。また、吸着パッド 15 の吸着面の形状は、処理前成形体 10 の球面部の形状に対応する円形が好ましい。吸着時の吸着圧力は $50 \sim 100 \text{ KPa}$ であり、吸着パッド 15 の吸着面のサイズは $\phi 3 \text{ mm}$ 以上 30 mm 以下である。吸着圧力と吸着面のサイズは処理前成形体 10 の直径により変化させる。すなわち、処理前成形体 10 の直径が小さい場合は吸着圧力と吸着面のサイズは小さくなる。これとは逆に、処理前成形体 10 の直径が大きいと吸着圧力と吸着面のサイズは大きくなる。

[0031] 図 10 では、図 9 の状態から、下段ゴム型 9 の穴部 11 に処理前成形体 10 が落下している。このとき、処理前成形体 10 の落下距離 L (図 9 に図示) は 50 mm 以下であることが好ましい。落下距離 L は、ゴム型 8, 9 の天面の平面に対する、落下前の処理前成形体 10 の下端の高さを意味する。落下距離 L が 50 mm を超えると衝撃で処理前成形体 10 にダメージを与える

ためである。このため、好ましい落下距離Lは30mm以下であり、より好ましい落下距離Lは15mm以下である。

[0032] また、処理前成形体10をゴム型9に充填する方法では、処理前成形体10は最大直径が5.0mm以上である。

[0033] 処理前成形体10を上下方向からの加圧でプレス成型した場合は、加える圧力を低く設定し求める形状を低密度で得て、その後のCIP工程にて等圧で加圧して高密度にすることによりCIP体の均一化を図る。処理前成形体10を載せて下段ゴム型9を回転させるなどして処理前成形体10を穴部11に充填する方法などがとられる場合がある。この場合、処理前成形体10の最大直径が5.0mm未満であると処理前成形体10が軽いため、下段ゴム型9の上を処理前成形体10が転がっても、下段ゴム型9の表面に擦れて摩耗せず、処理前成形体10同士が衝突してもほとんど破損しない。

[0034] しかしながら、処理前成形体10の最大直径が5.0mm以上であると、処理前成形体10が重いため、下段ゴム型9の上を処理前成形体10が転がると、処理前成形体10が下段ゴム型9の表面に擦れて摩耗しやすく、また、処理前成形体10同士が衝突して破損しやすくなる。このとき、球面部から突出して形成されている帯状部10'（図6に図示）の角部分が擦れたり潰れたりする可能性がある。処理前成形体10の重量は直径に比例して重くなる。よって、処理前成形体10の直径が大きい処理前成形体10を処理する場合の方が歩留まりが良くなり、図6～図11の充填方法による効果が大きくなる。このため、より好ましくは処理前成形体10の最大直径が7.0mm以上、さらに好ましくは10.0mm以上である。

[0035] また、処理前成形体10は、球形状、円柱形状、板形状等の形状を有する。この中では、処理前成形体10は、図1に示すように、球形状のセラミックスボール用素材1を製造するために、球形状を有することが好ましい。球形状とは、帯状部ありセラミックスボール用素材1（図1に図示）のように球面部2と帯状部3とを有する形状か、帯状部なしセラミックスボール用素材（図示省略）のように球面部のみの形状である。前述のように、CIP処

理を行うことにより、処理前成形体10に等方圧を付与することができる。
特に、処理前成形体10が球形状を有すると等方圧の効果が得やすくなる。

[0036] 処理前成形体10の充填方法では、処理前成形体10中のセラミックス粉末の合計量が80質量%以上であり、バインダ量が3質量%以上20質量%以下である。

[0037] また、処理前成形体10は、セラミックス粉末中に含まれる酸化アルミニウム（アルミナ）、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化ジルコニウム（ジルコニア）、炭化珪素、窒化アルミニウムのいずれか1種以上を主成分（50質量%以上）とすることが好ましい。また、酸化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化ジルコニウム、炭化珪素、窒化アルミニウムのいずれか1種以上を85質量%以上含有することがより好ましい。処理前成形体10はCIP後、必要に応じて脱脂工程を経て、焼結工程によりセラミックス焼結体（以下、単に「焼結体」と記載する場合もある）となる。処理前成形体10がボール形状であると、セラミックス焼結体もボール形状となる。ボール形状のセラミックス焼結体はセラミックスボール用素材1とも呼ばれ、ベアリングボールとして用いられている。ベアリングボールは、セラミックスボール用素材1が研磨加工されて製造される。特に、窒化珪素焼結体は、優れた耐摩耗性を有しており、ベアリングボールとして有効である。

[0038] また、処理前成形体10のセラミックス粉末が、酸化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化ジルコニウムのいずれか1つを85質量%以上含有するということは、得られるセラミックス焼結体も酸化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化ジルコニウムのいずれか1つを85質量%以上含有するということである。また、これら主成分以外に、焼結助剤を15質量%以下含有してもよいものである。

[0039] 例えば、酸化アルミニウム焼結体又は酸化ジルコニウム焼結体は、ビッカース硬度が1200以上1700以下程度である。その一方で、韌性値が $3 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上 $6 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下程度と低い。それに対し、窒化珪素焼結体は、ビッカース硬度が1400以上1800以下程度と高い。また、

靱性値が $5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上 $10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以下程度と高い。窒化珪素焼結体は高い靱性値とビッカース硬度を両立しており、その点から耐摩耗性に優れる。これは、窒化珪素焼結体が、 β 型窒化珪素結晶粒子が主体となった組織であるためである。 β 型窒化珪素結晶粒子は長細い形状を有しており、長細い結晶粒子が複雑に絡み合うことにより高い靱性値を達成している。

[0040] 処理前成形体10の混合粉中のバインダ量は3質量%以上20質量%以下である。バインダはセラミックス粉末同士を結合する役割をしている。処理前成形体10を脱脂焼結する段階でバインダは加熱により分解除去される。バインダの量が3質量%未満であるとセラミックス粉末同士を結合する効果が得られず、処理前成形体10の強度が低下する。このため、吸着搬送によっても処理前成形体10が損傷する可能性がある。また、バインダ量が20質量%を超えると、処理前成形体10の強度は上がるが、バインダを除去した空隙が残るため焼結体の強度が低下する可能性がある。このためバインダ量は3質量%以上20質量%以下であり、好ましくは5質量%以上15質量%以下であり、より好ましくは7質量%以上12質量%以下である。

[0041] また、球形状のセラミックス焼結体をベアリングボールにするには研磨加工が必要である。焼結工程後の球形状のセラミックス焼結体をセラミックスボール用素材1（図1に図示）と呼ぶ。セラミックスボール用素材1は、図1の場合は処理前成形体10の帯状部に起因する帯状部3ありの球体となる。セラミックスボール用素材1は、図示しないが、処理前成形体10の帯状部に起因する帯状部3なしの球体となる場合もある。セラミックスボール用素材1を研磨加工して球体としたものをベアリングボールと呼ぶ。

[0042] 以上のように、ゴム型積層体6は、処理前成形体10に等方圧を付加するのに好適である。特に、ゴム型積層体6は、処理前成形体10をCIP処理するのに好適である。ベアリングボールの直径は1.0mm以上50.0mm以下の範囲で様々なものがある。ゴム型積層体6は、様々なサイズの処理前成形体10に適用することができる。

[0043] 次に、セラミックスボール用素材1の製造方法について説明する。セラミ

ックスボール用素材 1 の製造方法は、前述した処理前成形体 10 の充填方法を用いる方法である。

[0044] また、CIP 体の製造方法は、複数の処理前成形体 10 をゴム型 8, 9 に形成された複数の穴部 11 に充填した後に積層してゴム型積層体 6 とする工程に加え、充填された複数の処理前成形体 10 の CIP 処理を行う工程を含む。

[0045] また、セラミックス焼結体の製造方法は、複数の処理前成形体 10 をゴム型 8, 9 に形成された複数の穴部 11 に充填した後に積層してゴム型積層体 6 とする工程と、充填された複数の処理前成形体 10 の CIP 処理を行う工程とに加え、CIP 体を焼結することによりセラミックス焼結体を得る工程を含む。なお、セラミックス焼結体がボール形状である場合、セラミックスボール用素材 1 となる。

[0046] セラミックス焼結体、例えば、セラミックスボール用素材 1 の製造方法は上記構成を有していれば良いものであるが、歩留まり（良品数／製造数）を良くするための方法を以下に説明する。

[0047] まず、処理前成形体 10 の調整方法を、窒化珪素を使って説明する。酸化アルミニウム、窒化ホウ素、酸化ジルコニウムのいずれか 1 種以上を主成分（50 質量%以上）とする場合は、窒化珪素を置き換えて読むものとする。また、本発明の実施例においては処理前成形体 10 を得る方法として 1 軸加圧成形を挙げるが、成型方法はこれに限定されるわけではない。例えば、成型方法は転動造粒法であってもよい。

[0048] まず、原料となる窒化珪素粉末に適量の焼結助剤粉末、添加剤、溶媒、及びバインダ等を加え混合、解砕し、スプレードライヤーにて造粒を行う。この工程により、原料粉末の造粒粉を調製した。また、窒化珪素粉末と焼結助剤粉末の合計を 100 質量%としたとき、窒化珪素粉末を 85 質量%以上にするのが好ましい。添加物は可塑剤等である。溶媒は、水又は有機溶媒である。有機溶媒としてはアルコール、ケトン、ベンゼン等がある。また、バインダは有機物である。バインダの添加量は、窒化珪素粉末と焼結助剤粉

末の合計を100質量部としたとき、3質量部以上20質量部以下とすることが好ましい。バインダ量を調整することにより、一軸加圧成形、及び処理前成形体10の形状保持力、密度均一性を調整することが出来る。また、造粒粉とすることにより窒化珪素粉末と焼結助剤粉末を均一に混合することができる。

[0049] 次に、造粒粉を使って一軸加圧成型を行う。一軸加圧成型は、図2に示す上部パンチ5Uと下部パンチ5Dを用いた金型成型方法が挙げられる。金型の形状により、処理前成形体10の形状を調製することができる。上部パンチ5Uと下部パンチ5Dとの内側をそれぞれ半球形状とすることにより、球形の処理前成形体10を得ることができる。また、上部パンチ5Uと下部パンチ5Dの内側を略円柱形状とすることで、コロ形状（略円柱状）の処理前成形体10を得ることができる。一軸加圧成型により得られた処理前成形体10は、図1に図示する球面部2と帯状部3とを有する球形状を有するセラミックスボール用素材1の焼結前のものに対応する。

[0050] 次に、処理前成形体10をCIP処理する工程を行う。CIP処理を行う際に、ゴム型積層体6を用いる。ゴム型積層体6を構成するゴム型8、9、例えば、下段ゴム型9に形成された複数の穴部11に複数の処理前成形体10を充填する。このとき、下段ゴム型9に多数の穴部11を設けることにより、処理前成形体10の処理数を増やすことができる。また、下段ゴム型9に複数の穴部11を設けたとき、すべての穴部11に処理前成形体10を充填した上でCIP処理することが好ましい。一部の穴部11に処理前成形体10を充填しなくてもよいが、すべての穴部11に処理前成形体10を充填した方が等方圧を均質化することができるからである。

[0051] 処理前成形体10は、造粒粉を用いて成形されている。CIP処理により、処理前成形体10に等方圧を加えると、造粒粉がつぶれて密度ばらつきを抑制することができる。処理前成形体10の成形に造粒粉を用いることにより、窒化珪素粉末と焼結助剤粉末が均質に分散した上で、密度ばらつきを抑制できるのである。CIP処理の際に、処理前成形体10に掛る圧力が不均

一であると、造粒粉がつぶれずに残ってしまう。つぶれずに残った部分は密度ばらつきの原因となる。

[0052] CIP成形の圧力は、一軸加圧成型のプレス圧力よりも高いことが好ましい。また、CIP処理の条件は、圧力30MPa以上300MPa以下の範囲内であることが好ましい。圧力がこの範囲内であると、CIP処理後のCIP体の密度ばらつきを低減することができる。特に、ゴム型積層体6を構成するゴム型7～9の硬度がショア硬さHs30以上50以下のものを用いたときに有効である。CIP圧力が30MPa未満であると圧力が不足する可能性がある。また、圧力が300MPaを超えて高いと、ゴム型7～9の耐久性が低下する可能性がある。

[0053] CIP体は、密度ばらつきを低減できている。そのため、後述する焼結工程でCIP体の収縮割合を制御することができる。CIP体の改善は、セラミックス焼結体の改善になるのである。ゴム型積層体6を用いたセラミックスボール用素材1の製造方法は、CIP体の欠陥の発生率改善することができる。

[0054] 次に、CIP体を脱脂する脱脂工程を行う。脱脂工程は、バインダ等の有機成分の分解温度以上で加熱し、有機成分を飛ばす工程である。脱脂工程は、窒素雰囲気、大気雰囲気中で行ってもよい。脱脂工程により成形体として脱脂体を得ることができる。

[0055] 次に、脱脂体を焼結する焼結工程を行う。焼結工程は、1700℃以上2000℃以下が好ましい。また、焼結工程は窒素雰囲気中で行うことが好ましい。加えて、焼結時の圧力は大気圧以上300MPa以下の範囲内で行うことが好ましい。なお、大気圧は0.10133MPa (=1atm)である。焼結工程により得られた焼結体に対し、HIP（熱間静水圧プレス）処理を行ってもよいものとする。この工程により、セラミックス焼結体（例えば、セラミックスボール用素材1）を得ることができる。また、セラミックスボール用素材1は、理論密度98%以上のセラミックス焼結体とする。

[0056] セラミックスボール用素材1を研磨加工することによりセラミックスボール

を製造することができる。球の研磨加工は、代表的なものとして定盤加工が挙げられる。例えば、セラミックスボール用素材1を、平行に設けられた定盤間に挿入する。研磨定盤の運動により、セラミックスボール用素材1を真球に加工することが挙げられる。ベアリングボールの表面粗さはA S F M _ _ F 2 0 9 4 に定められている。ベアリングボールは、用途に応じてA S T M _ _ F 2 0 9 4、I S O 2 6 6 0 2、又はJ I S R 1 6 6 9 に準じたグレードが採用される。そのグレードに準じた表面粗さR a に研磨される。グレードが上がると表面粗さR a が0.01 μm以下の鏡面加工が施されるものもある。

[0057] (実施例1～9、比較例1～6)

原料となるセラミック粉末に焼結助剤、添加剤、溶剤、及びバインダ等を加え混合、解砕し、スプレードライヤーにて造粒を行った。表1に示すように、実施例1～5と比較例1～2は窒化珪素を85質量%以上含有した処理前成形体(窒化珪素成形体)10に対応し、実施例6～7と比較例3～4は酸化アルミニウム(アルミナ)を85質量%以上含有した処理前成形体(酸化アルミニウム成形体)10に対応し、実施例8～9と比較例5～6は酸化ジルコニウム(ジルコニア)を85質量%以上含有した処理前成形体(酸化ジルコニウム成形体)10に対応する。それぞれ主成分と焼結助剤の合計を100質量部としたとき、バインダの添加量を3質量部以上20質量部以下とした。なお、表1中、酸化アルミニウムはアルミナ、酸化ジルコニウムはジルコニアと記している。

[0058] 次に造粒粉を用いてプレス成型を行った。プレス成型は図2に示すプレス金型4において上下のパンチ5U、5Dを使った金型成形により行われる。上部パンチ5Uと下部パンチ5Dを使ったプレス成型は一軸加圧成型である。また、金型は球形状の処理前成形体10を作るためのものである。これにより、処理前成形体10を作製した。また、実施例に用いられる処理前成形体10は、図1に示すように、球面部2と帯状部3とを有する帯状部ありセラミックスボール用素材1に対応するものである。しかしながら、処理前成

形体10は、球面部2のみを有する帯状部なしセラミックスボール用素材（図示省略）に対応するものであっても同様である。

[0059] 処理前成形体10に対してCIP処理するために、ゴム型7～9を準備した。ゴム型7～9はショア硬さHs30以上50以下を用いた。また、上段ゴム型7の底面と、下段ゴム型9の天面と、中段ゴム型8の天面及び底面とにそれぞれ、半球形状の複数の穴部11を設けている。

[0060] 実施例1～9に係る充填方法では、図6～図11に示す製造工程により、プレス金型4から処理前成形体10を吸着して下段ゴム型9に移動させた。これに対して、比較例1～6に係る充填方法では、下段ゴム型に形成される穴部の数の1.2倍の個数の処理前成形体を投入し、当該下段ゴム型を回転することにより、穴部に処理前成形体を充填した。表1では処理前成形体の充填方法として、それぞれ、吸着又は回転と表示した。また、実施例1～9に係る吸着方法による充填方法では、下段ゴム型9までの処理前成形体10の落下距離Lを調整した。

[0061] 次に、処理前成形体10が充填された下段ゴム型9上に、処理前成形体10が充填された中段ゴム型8を積層し、当該中段ゴム型8上に上段ゴム型7を積層し、ゴム型積層体6とした。このゴム型積層体6を使って、充填された複数の処理前成形体20に対してCIP処理を行った。CIPの圧力は30MPa以上300MPa以下の範囲内で、一軸加圧成形の圧力よりも高い静水圧を掛けた。この工程により、CIP体を作製した。

[0062] 次にCIP処理後の成形体であるCIP体を光学顕微鏡で外観検査をして、欠け不良が発生したCIP体の個数を数えて欠け不良率を求めた。欠け不良率を表1に示す。

[0063]

[表1]

| 充填方法 | 材料 | 処理前成形体の直径 [mm] | 充填方法 | 落下距離L [mm] | 欠け不良率 [%] |
|------|-------|-------------------|------|---------------|--------------|
| 実施例1 | 窒化珪素 | 11.0 | 吸着 | 25 | 0.9 |
| 実施例2 | 窒化珪素 | 11.0 | 吸着 | 5 | 0.0 |
| 実施例3 | 窒化珪素 | 11.0 | 吸着 | 50 | 1.8 |
| 実施例4 | 窒化珪素 | 28.0 | 吸着 | 5 | 0.0 |
| 実施例5 | 窒化珪素 | 28.0 | 吸着 | 50 | 1.0 |
| 実施例6 | アルミナ | 11.0 | 吸着 | 5 | 0.0 |
| 実施例7 | アルミナ | 28.0 | 吸着 | 50 | 1.0 |
| 実施例8 | ジルコニア | 11.0 | 吸着 | 5 | 0.0 |
| 実施例9 | ジルコニア | 28.0 | 吸着 | 50 | 2.1 |
| 比較例1 | 窒化珪素 | 11.0 | 回転 | - | 8.0 |
| 比較例2 | 窒化珪素 | 28.0 | 回転 | - | 9.4 |
| 比較例3 | アルミナ | 11.0 | 回転 | - | 7.1 |
| 比較例4 | アルミナ | 28.0 | 回転 | - | 10.4 |
| 比較例5 | ジルコニア | 11.0 | 回転 | - | 8.0 |
| 比較例6 | ジルコニア | 28.0 | 回転 | - | 9.4 |

[0064] 次に、欠け不良品を除き脱脂・焼結工程を行った。焼結工程は、窒化珪素が1800℃、窒素雰囲気中、大気圧で行った。酸化アルミニウムと酸化ジルコニウムは、1500℃、大気雰囲気中、大気圧で行った。その後、窒化珪素は、温度1700℃以上1900℃以下、窒素雰囲気中、圧力50MPa以上200MPa以下でHIP処理を行った。酸化アルミニウムと酸化ジルコニウムは、温度1300℃以上1500℃以下、大気雰囲気中、圧力50MPa以上200MPa以下でHIP処理を行った。

[0065] 実施例1～14及び比較例1～3の処理前成形体10から製造されたセラミックボール用素材1を用いて、研磨前の焼結体について外観検査を実施した。

[0066] 表1に示す実施例1～3、6、8及び比較例1、3、5は、研磨加工後に11/32インチ(8.73mm)となるセラミックボールのためのセラミックボール用素材に対応する。また、実施例4～5、7、9及び比較例2、4、6は7/8インチ(22.225mm)のセラミックボールのためのセラミックボール用素材に対応する。いずれもベアリングボールとして使

用できるものである。

[0067] 上記表1から分かる通り、実施例に係る充填方法における欠け不良率は、低いものであった。これに対して、比較例に係る充填方法の欠け不良率は実施例に比べて高いものとなった。これは、実施例に係る充填方法では処理前成形体10を吸着充填することにより処理前成形体10同士が衝突せず、またゴム型8, 9との擦れも発生しなかったためである。これに対して比較例に係る充填方法では、処理前成形体をゴム型上で回転して処理前成形体を充填したため、処理前成形体同士の衝突やゴム型の擦れが発生し欠け不良が多くなったためである。また、実施例に係る充填方法の中でも、処理前成形体10の落下距離Lが小さいほうが、大きい場合と比較して欠け不良の発生率が低かった。処理前成形体10の落下距離Lが小さいほうが処理前成形体10に与える衝撃が小さいことが欠け不良率の低減につながったものである。

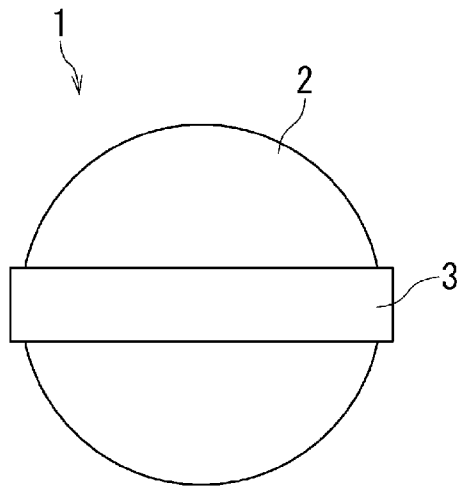
[0068] 以上説明した実施形態によれば、処理前成形体10に発生する欠陥を低減することができる処理前成形体10の充填方法、CIP体の製造方法、焼結体の製造方法、及び、セラミックスボール用素材の製造方法を提供することができる。また、実施形態によれば、処理前成形体10の充填工程での歩留まりを向上させることが可能である。

[0069] 以上、本発明のいくつかの実施形態を例示したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更などを行うことができる。これら実施形態はその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。また、前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

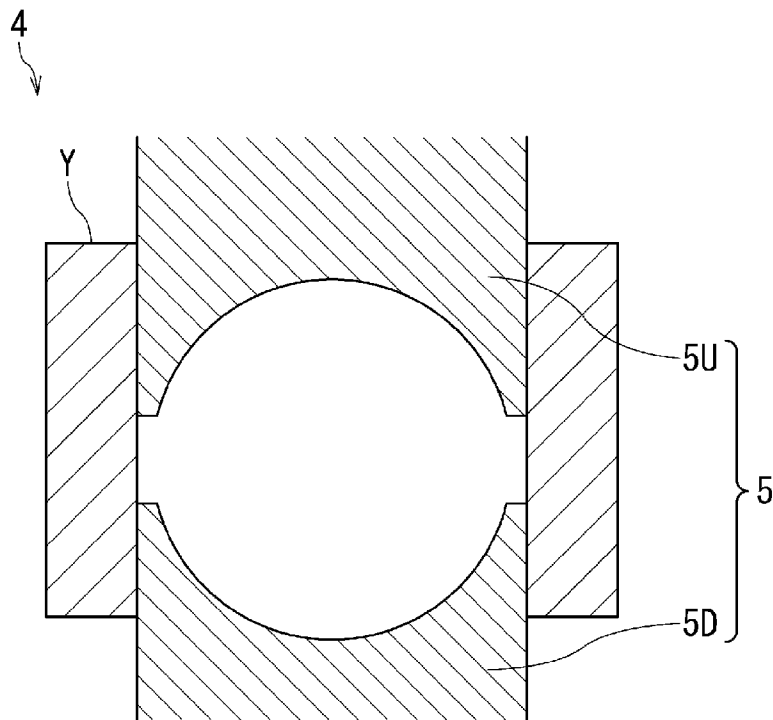
請求の範囲

- [請求項1] C I P用ゴム型に形成される複数の穴部に、C I P処理前の成形体であり最大直径が5.0mm以上である複数の処理前成形体を充填するセラミックス成形体の充填方法であって、
前記複数の処理前成形体をそれぞれ、吸着搬送により前記複数の穴部に充填する充填工程
を有することを特徴とするセラミックス成形体の充填方法。
- [請求項2] 前記処理前成形体は、セラミックス粉末の合計量が80質量%以上であり、バインダ量が3質量%以上20質量%以下である混合粉から成形されることを特徴とする請求項1に記載のセラミックス成形体の充填方法。
- [請求項3] 前記処理前成形体が窒化珪素からなる成形体であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のセラミックス成形体の充填方法。
- [請求項4] 請求項1又は請求項2に記載の充填工程と、
前記複数の処理前成形体のうち、前記複数の穴部の一部又は全部に充填された処理前成形体にC I P処理を行って複数のC I P体を生成するC I P工程と、
を有することを特徴とするC I P体の製造方法。
- [請求項5] 請求項4に記載の充填工程及びC I P工程と、
前記複数のC I P体を焼結することにより複数のセラミックス焼結体を生成する焼結工程と、
を有することを特徴するセラミックス焼結体の製造方法。
- [請求項6] 請求項5に記載の充填工程、C I P工程及び焼結工程
を有し、
前記複数のセラミックス焼結体が球面部及び帯状部を有するか、又は、球面部のみを有する形状であることを特徴とするセラミックスボール用素材の製造方法。

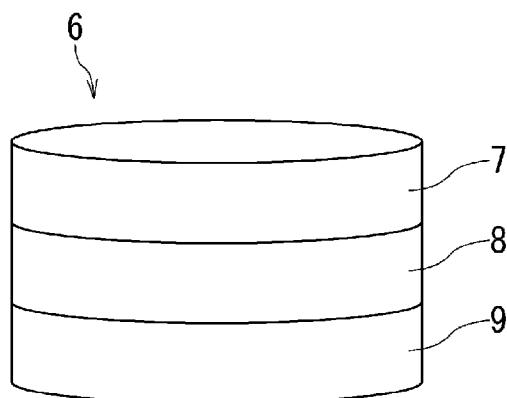
[図1]



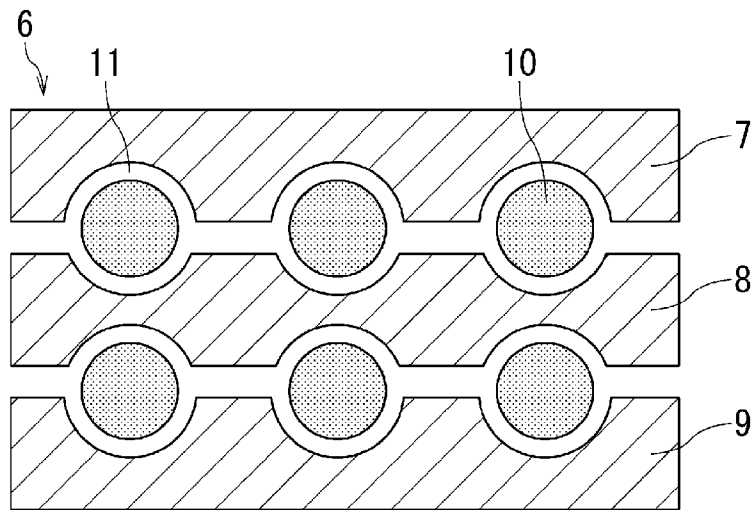
[図2]



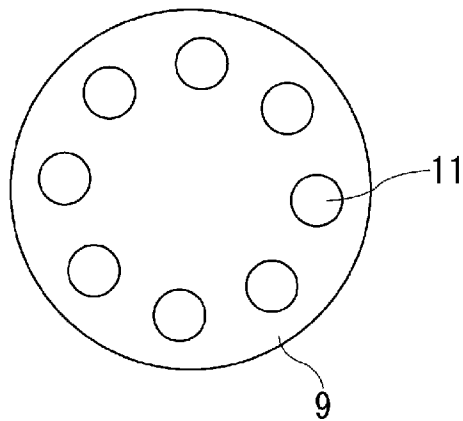
[図3]



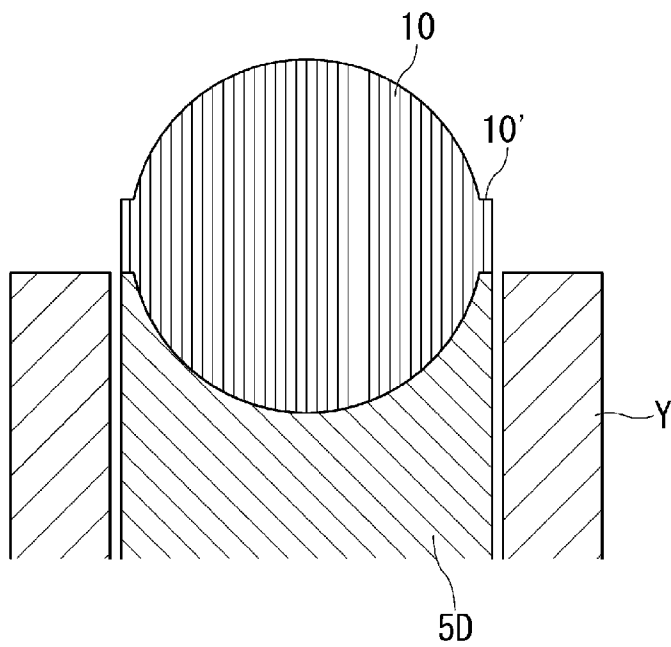
[図4]



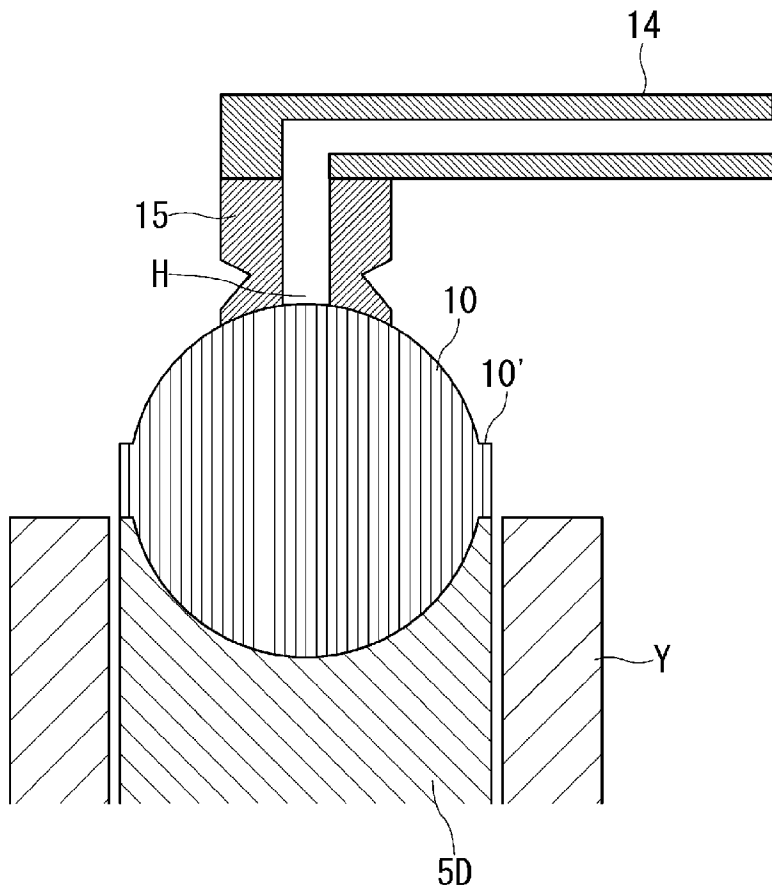
[図5]



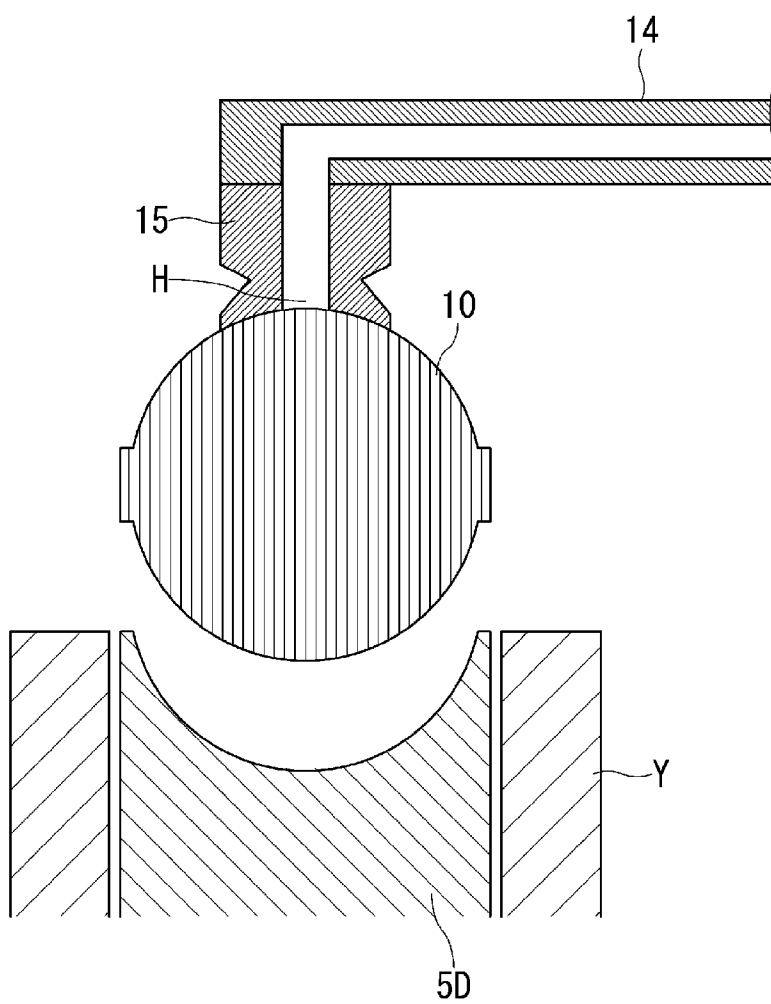
[図6]



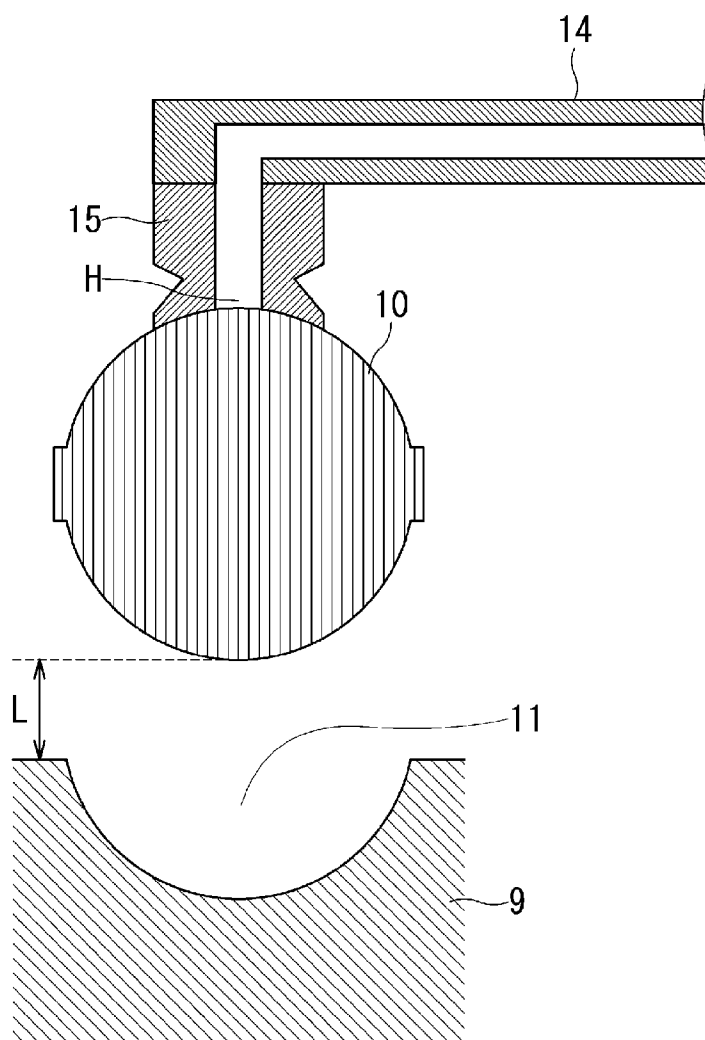
[図7]



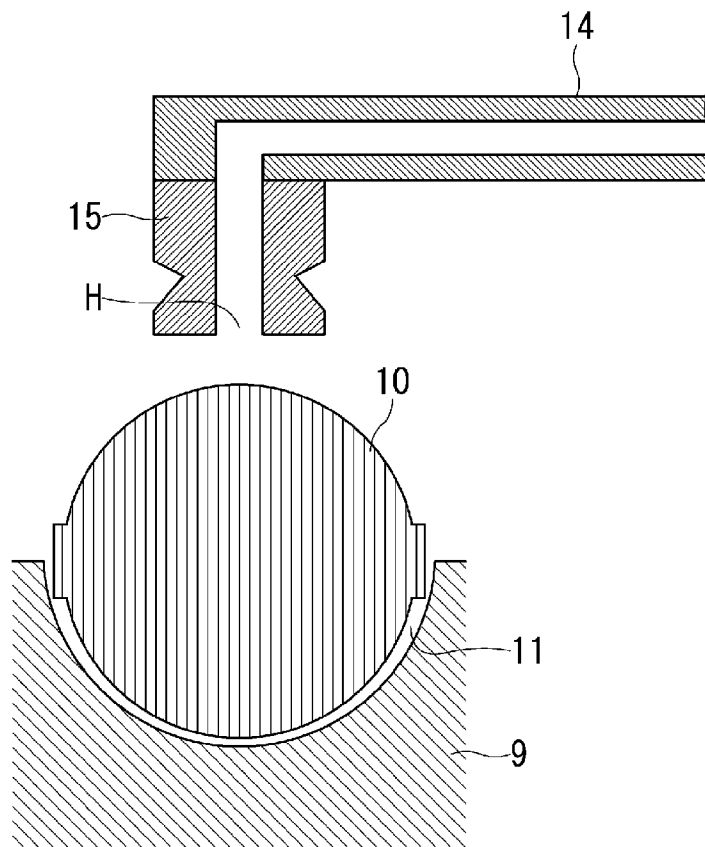
[図8]



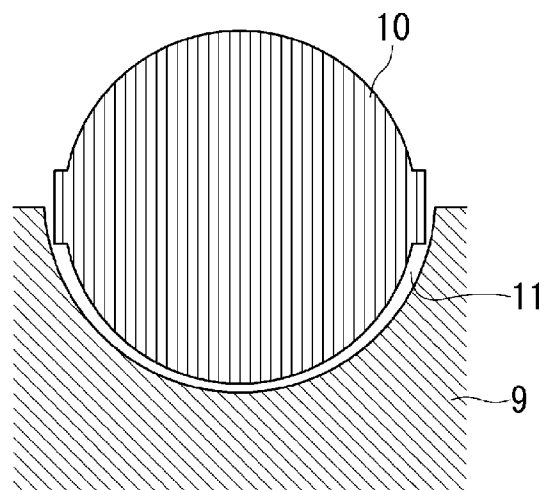
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/034767

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|---|
| <i>B30B 5/02</i> (2006.01)i; <i>B28B 3/00</i> (2006.01)i; <i>B28B 7/34</i> (2006.01)i; <i>B30B 11/00</i> (2006.01)i; <i>B30B 15/30</i> (2006.01)i; <i>C04B 35/587</i> (2006.01)i FI: B30B5/02 C; B28B3/00 102; B28B7/34 J; B30B11/00 T; B30B15/30 108; C04B35/587 | | |
| 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) B30B5/02; B28B3/00; B28B7/34; B30B11/00; B30B15/30; C04B35/587 | | |
| 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 | | |
| 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 3-73310 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 28 March 1991 (1991-03-28) page 3, lower left column, lines 5-13 | 1-6 |
| Y | JP 2020-196021 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 10 December 2020 (2020-12-10) paragraph [0006], fig. 5-6 | 1-6 |
| Y | WO 2023/003040 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 26 January 2023 (2023-01-26) paragraphs [0003]-[0094], fig. 1-9 | 1-6 |
| Y | JP 2002-36216 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 05 February 2002 (2002-02-05) claim 1, paragraph [0013], fig. 1-15 | 1-6 |
| A | JP 8-236527 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 13 September 1996 (1996-09-13) entire text, all drawings | 1-6 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 25 November 2024 | | Date of mailing of the international search report 10 December 2024 |
| 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/JP2024/034767

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-------------|----|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| JP | 3-73310 | A | 28 March 1991 | (Family: none) | |
| JP | 2020-196021 | A | 10 December 2020 | (Family: none) | |
| WO | 2023/003040 | A1 | 26 January 2023 | US 2024/0149546 A1 | paragraphs [0005]-[0112], fig. 1-9 |
| | | | | EP 4375057 A1 | |
| | | | | CN 117677485 A | |
| JP | 2002-36216 | A | 05 February 2002 | US 2002/0043745 A1 | claim 1, paragraph [0029], fig. 1-15 |
| JP | 8-236527 | A | 13 September 1996 | (Family: none) | |
| JP | 11-40568 | A | 12 February 1999 | (Family: none) | |

| | | |
|--|--|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B30B 5/02(2006.01)i; B28B 3/00(2006.01)i; B28B 7/34(2006.01)i; B30B 11/00(2006.01)i; B30B 15/30(2006.01)i; C04B 35/587(2006.01)i FI: B30B5/02 C; B28B3/00 I02; B28B7/34 J; B30B11/00 T; B30B15/30 I08; C04B35/587 | | |
| 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）） B30B5/02; B28B3/00; B28B7/34; B30B11/00; B30B15/30; C04B35/587 | | |
| 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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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 |
| Y | JP 3-73310 A (株式会社東芝) 28.03.1991 (1991-03-28) 第3頁左下欄第5-13行 | 1-6 |
| Y | JP 2020-196021 A (日本特殊陶業株式会社) 10.12.2020 (2020-12-10) 段落 [0006], [図5] - [図6] | 1-6 |
| Y | WO 2023/003040 A1 (株式会社 東芝) 26.01.2023 (2023-01-26) 段落 [0003] - [0094], [図1] - [図9] | 1-6 |
| Y | JP 2002-36216 A (日本特殊陶業株式会社) 05.02.2002 (2002-02-05) [請求項1], 段落 [0013], [図1] - [図15] | 1-6 |
| A | JP 8-236527 A (松下電器産業株式会社) 13.09.1996 (1996-09-13) 全文, 全図 | 1-6 |
| A | JP 11-40568 A (新日本製鐵株式会社) 12.02.1999 (1999-02-12) 全文, 全図 | 1-6 |
| <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。 | | |
| * 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 25. 11. 2024 | 国際調査報告の発送日 10. 12. 2024 | |
| 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） 豊島 唯 3P 9432 電話番号 03-3581-1101 内線 3363 | |

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/JP2024/034767

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|-------------------|------------|---|-----|
| JP 3-73310 A | 28.03.1991 | (ファミリーなし) | |
| JP 2020-196021 A | 10.12.2020 | (ファミリーなし) | |
| WO 2023/003040 A1 | 26.01.2023 | US 2024/0149546 A1 段落[0005]-[0112], FIGS.1-9 EP 4375057 A1 CN 117677485 A | |
| JP 2002-36216 A | 05.02.2002 | US 2002/0043745 A1 [請求項1], [0029], FIGS.1-15 | |
| JP 8-236527 A | 13.09.1996 | (ファミリーなし) | |
| JP 11-40568 A | 12.02.1999 | (ファミリーなし) | |