(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
2023年8月10日(10.08.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/149472 A1

(51) 国際特許分類:
*C08J 5/00* (2006.01) *C08K 7/02* (2006.01)
*C08J 5/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/003211

(22) 国際出願日： 2023年2月1日(01.02.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

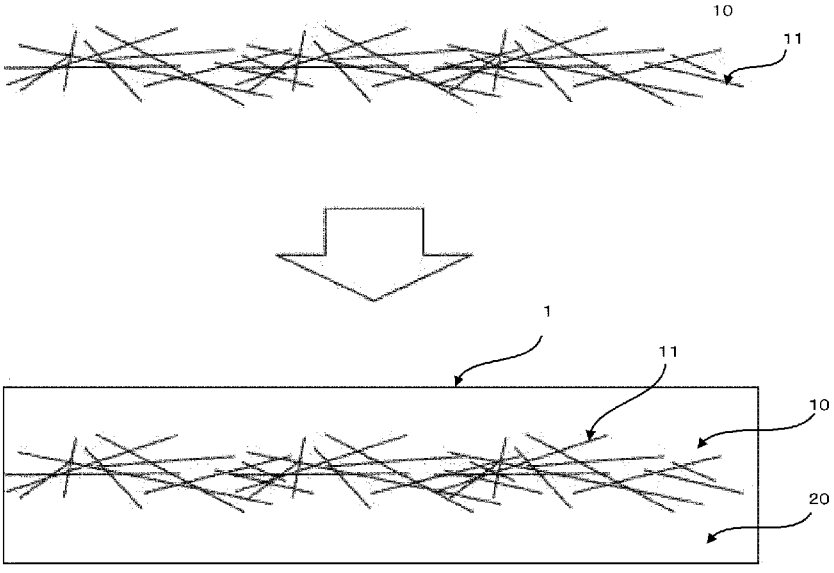
(30) 優先権データ：
特願 2022-016179 2022年2月4日(04.02.2022) JP

(71) 出願人: 国立大学法人東海国立大学機構 (**NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOKAI NATIONAL HIGHER EDUCATION AND RESEARCH SYSTEM**) [JP/JP]; 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町１番 Aichi (JP). 株式会社Ｕ－ＭＡＰ (**U-MAP CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒4640822 愛知県名古屋市千種区穂波町一丁目２９番地クレスト本山１００３ Aichi (JP).

(72) 発明者: 宇治原 徹(**UJIHARA Toru**); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町１番 国立大学法人東海国立大学機構内 Aichi (JP). 奥野 和輝(**OKUNO Kazuki**); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町１番 国立大学法人東海国立大学機構内 Aichi (JP). 岡田 詩歩(**OKADA Shiho**); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町１番 国立大学法人東海国立大学機構内 Aichi (JP). 渡邉 将太(**WATANABE Shota**); 〒4640822 愛知県名古屋市千種区穂波町一丁目２９番地クレスト本山１００３ 株式会社Ｕ－ＭＡＰ内 Aichi (JP). 松本 昌樹(**MATSUMOTO Masaki**); 〒4640822 愛知県名古屋市千種区穂波町一丁目２９番地クレスト本山１００３ 株式会社Ｕ－ＭＡＰ内 Aichi (JP).

(54) **Title:** RESIN MOLDED PRODUCT AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称： 樹脂成形体及びその製造方法




(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide: a resin molded product equipped with AlN whiskers having excellent thermal conductivity; and a method for producing the same. The resin molded product is equipped with at least: AlN whiskers having a fibrous AlN single crystal and an oxygen-containing layer that coats the surface of the AlN single crystal; and a resin material. The weight ratio of the AlN whiskers is 3.0-65.0 wt%.

(57) 要約：熱伝導性に優れるＡＩＮウィスカを具備する樹脂成形体、及びその製造方法を提供することを目的とする。 樹脂成形体は、ファイバー状のＡＩＮ単結晶体、及び、前記ＡＩＮ単結晶体の表面を被覆する酸素含有層を有するＡＩＮウィスカと、樹脂材料と、を少なくとも具備し、ＡＩＮウィスカの重量比が、３．０ｗｔ％以上６５．０ｗｔ％以下である。



WO 2023/149472 A1

(74) 代理人：小野　誠，外 (**ONO Makoto** et al.)；〒1008136 東京都千代田区大手町一丁目１番１号 大手町パークビルディング アンダーソン・毛利・友常法律事務所 外国法共同事業 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, 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, 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 ： 樹脂成形体及びその製造方法

## 技術分野

[0001] 本開示は、ＡｌＮウィスカを具備する樹脂成形体、及び、ＡｌＮウィスカを具備する樹脂成形体の製造方法に関する。

## 背景技術

[0002] 電子機器の小型化、高性能化に伴い、当該電子機器における熱マネージメントの重要性が増している。電子機器の性能低下等の懸念から、熱は可能な限り電子機器の外部に逃がす必要がある。この点において、電子機器の内部に使用される樹脂部品の熱伝導率の向上が求められている。

[0003] 樹脂部品の熱伝導率を向上させる方法として、球状セラミックス等の絶縁性のフィラーを添加することが知られている。熱伝導率を向上させるためには、フィラー同士の接触効率を高めてネットワーク（放熱経路）を形成することが重要である。球状のフィラーが用いられる場合においては、ネットワーク形成の観点で、７０ｗｔ％～９０ｗｔ％の重量比の球状のフィラーが樹脂材料に充填（添加）されることが一般的である。しかしながら、高い充填量（重量比）は、樹脂材料（樹脂部品）の重量増加、加工性低下等の問題がある。また、樹脂材料に対するフィラーの充填量は実質的に限界が迫っている。

[0004] このような背景に鑑み、本願の発明者らの一部は、高い熱伝導性と高い絶縁性を兼ね備えるファイバー状のＡｌＮウィスカを研究開発した（特許文献１及び特許文献２）。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１４－７３９５１号公報

特許文献2：特開２０１８－１５４５３４号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献１及び特許文献２に開示されるＡＩＮウィスカを樹脂材料に対して、商用利用を見据えた熱伝導性、加工性等の観点から、どの程度充填させればよいか、ＡＩＮウィスカをどのような形態で樹脂材料に添加させればよいか、等は依然として不明であった。そこで本開示は、様々な実施形態により、熱伝導性に優れるＡＩＮウィスカを具備する樹脂成形体、及びその製造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

[0007] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、少ない充填量（小さい重量比）のＡＩＮウィスカを具備する樹脂成形体であっても、熱伝導性の向上に寄与することを見出すに至った。

[0008] すなわち、一態様に係る樹脂成形体は、ファイバー状のＡＩＮ単結晶体、及び、前記ＡＩＮ単結晶体の表面を被覆する酸素含有層を有するＡＩＮウィスカと、樹脂材料と、を少なくとも具備し、前記ＡＩＮウィスカの重量比が、３．０ｗｔ％以上６５．０ｗｔ％以下である。

[0009] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記ＡＩＮウィスカの重量比が、３．０ｗｔ％以上２０．０ｗｔ％以下、又は、５０．０ｗｔ％以上６５．０ｗｔ％以下である。

[0010] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記ＡＩＮウィスカは、直径が１．０μｍ以上のものを主成分とする。

[0011] また、一態様に係る前記樹脂成形体は、複数の前記ＡＩＮウィスカが互いに接触してネットワーク形成されたシート状形成物に前記樹脂材料が含浸されて形成される。

[0012] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記樹脂材料は、球状であって、該樹脂成形体は、複数の前記樹脂材料の各々の表面が複数の前記ＡＩＮウィスカで被覆されて形成される被覆形成物からなる。

[0013] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、単位体積あたりに前記ＡＩＮウィスカ同士が接触する点の総数である接触点数が、０．０１５／$\mu m^3$以

上１／μｍ$^3$以下の範囲にある。

[0014] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記接触点数が、０．０１６／μｍ$^3$以上１／μｍ$^3$以下の範囲にある。

[0015] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記接触点数が、０．０２０／μｍ$^3$以上１／μｍ$^3$以下の範囲にある。

[0016] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記接触点数が、０．０２３／μｍ$^3$以上１／μｍ$^3$以下の範囲にある。

[0017] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記ＡｌＮウィスカが、１．０μｍ以上１０μｍ以下の範囲にある直径を有する。

[0018] また、一態様に係る前記樹脂成形体において、前記ＡｌＮウィスカが、５．０μｍ以上１０μｍ以下の範囲にある直径を有する。

[0019] さらに、一態様に係る樹脂成形体の製造方法は、ファイバー状のＡｌＮ単結晶体、及び、前記ＡｌＮ単結晶体の表面を被覆する酸素含有層を有するＡｌＮウィスカと、樹脂材料と、を少なくとも具備する樹脂成形体の製造方法であって、複数の前記ＡｌＮウィスカが互いに接触してネットワーク形成されたシート状形成物を形成する工程と、前記シート状形成物に前記樹脂材料を含浸させる工程と、を含むものである。

[0020] また、別の態様に係る樹脂成形体の製造方法は、ファイバー状のＡｌＮ単結晶体、及び、前記ＡｌＮ単結晶体の表面を被覆する酸素含有層を有するＡｌＮウィスカと、球状の樹脂材料と、を少なくとも具備する樹脂成形体の製造方法であって、複数の前記樹脂材料の各々の表面が複数の前記ＡｌＮウィスカで被覆された被覆形成物を形成する工程と、形成された前記被覆形成物を押圧する工程と、を含むものである。

## 発明の効果

[0021] 本開示の樹脂成形体は、ＡｌＮウィスカを少ない重量比で含みつつ熱伝導性に優れるものである。

## 図面の簡単な説明

[0022] [図1]一実施形態に係る樹脂成形体の構成を模式的に示す概略図である。

[図2]第１変形例に係る樹脂成形体の構成を模式的に示す概略図である。

[図3]第２変形例に係る樹脂成形体の構成を模式的に示す概略図である。

[図4]第３変形例に係る樹脂成形体の構成を模式的に示す概略図である。

[図5]実施例及び比較例に係る樹脂成形体の熱伝導率の結果を示す図である。

[図6]実施例及び比較例に係る樹脂成形体の熱伝導率の結果を示す図である。

[図7]図７は、上述した一実施形態に係る樹脂成形体（図１）としての６つのサンプル及び上述した第３変形例に係る樹脂成形体（図４）としての７つのサンプルの各々について行われた測定の結果を示す表である。

[図8]図８は、図７に示した測定の結果に基づいて、一実施形態に係る樹脂成形体及び第３変形例に係る樹脂成形体の各々について、接触点数と熱伝導率との関係を示すグラフである。

[図9]図９は、図７に示した測定の結果に基づいて、４種類の平均径（の範囲）の各々について接触点数と熱伝導率との関係を示すグラフである。

## 発明を実施するための形態

[0023] 以下、添付図面を参照しつつ樹脂成形体及びその製造方法の様々な実施形態を説明する。なお、図面において共通した構成要件には同一の参照符号が付されている。また、添付した図面が必ずしも正確な縮尺で記載されているわけではないということに留意されたい。

[0024] １．一実施形態に係る樹脂成形体

一実施形態に係る樹脂成形体の概要について、図１を参照しつつ説明する。図１は、一実施形態に係る樹脂成形体１の構成を模式的に示す概略図である。なお、本開示において「樹脂成形体」とは、ＡｌＮウィスカ及び樹脂材料を主成分として形成される成形体を指すものとする。

[0025] 一実施形態に係る樹脂成形体１は、主に、複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１が互いに接触してネットワーク形成されたシート状形成物１０と、樹脂材料２０と、を含むものである。一実施形態に係る樹脂成形体１（及び後述する変形例に係る樹脂成形体）には、分散材等の他の添加剤が含まれていても良い。ネットワーク形成されたシート状形成物１０とは、複数（多数）の

ＡＩＮウィスカ１１が絡み合って互いに接触しあうことで当該複数のＡＩＮウィスカ１１によって多数の放熱経路が形成された薄いシート状のものをいう。一実施形態に係る樹脂成形体１は、このシート状形成物１０に樹脂材料２０が含浸されて形成される。

[0026] 複数のＡＩＮウィスカ１１の各々は、ファイバー状のＡＩＮ単結晶体と、当該ＡＩＮ単結晶体の表面を筒状に被覆する酸素含有層と、を主に含む。また、複数のＡＩＮウィスカ１１の各々は、酸素含有層のさらに外側に、当該酸素含有層を筒状に被覆する疎水層を含んでいてもよい。

[0027] 複数のＡＩＮウィスカ１１の各々の長さは、１．０μｍ～５．０ｃｍの範囲であればよいが、この範囲に制限されない。また、複数のＡＩＮウィスカ１１の各々の直径は、０．１μｍ～５０．０μｍの範囲であれば良いが、樹脂成形体１に用いられるＡＩＮウィスカ１１の直径としては、ネットワーク形成（放熱経路の形成）の観点から１．０μｍ以上であることが好ましく、２．０μｍ～５０．０μｍのものを用いることがより好ましい。樹脂成形体１に用いられるＡＩＮウィスカ１１の構造の詳細、製造方法等の詳細については既に公知であるため（例えば、上記特許文献１及び特許文献２参照）、本開示においてこれらの詳細な説明は省略する。

[0028] ここで、シート状形成物１０及び一実施形態に係る樹脂成形体１の製造方法について説明する。

[0029] まず、公知の方法により製造されたＡＩＮウィスカ１１を複数（多数）準備したうえで、複数のＡＩＮウィスカ１１を所定の溶媒中に分散させた後に漉き作業を行って、複数のＡＩＮウィスカ１１が一定程度均一に分散された紙状の中間生成物を生成する。その後、この中間生成物をプレス機にて所定圧力、所定時間押圧することで、シート状形成物１０を形成することができる。なお、前述の所定の溶媒としては、水、有機溶剤等を制限なく用いることができる。所定の溶媒として有機溶剤を用いる場合、例えば、エタノール、プロパノール等の極性を有するものを用いることができる。また、前述の所定圧力とは、例えば１０ｋｇ／ｃｍ$^2$～１００ｋｇ／ｃｍ$^2$の圧力とすれば

よい。また、前述の所定時間とは、例えば５分～６０分とすればよい。なお、中間生成物をプレス機にて押圧することは、当該中間生成物に含まれる所定の溶媒を除去することを目的とするものである。したがって、当該中間生成物に含まれる所定の溶媒の含有量が少ない場合には、中間生成物をプレス機にて押圧する工程を省略して、前述のとおり生成された中間生成物をシート状形成物１０として用いてもよい。

[0030] 次に、形成されたシート状形成物１０を所定の型に載置したうえで、この型内に液状の樹脂材料２０を含浸させた後、樹脂材料２０を固化（硬化）させることで一実施形態に係る樹脂成形体１を形成することができる。

[0031] ここで、樹脂材料２０としては、例えば、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、熱硬化性ポリイミド、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン等の熱硬化性樹脂を制限なく用いることができる。

[0032] また、樹脂材料２０として、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポロスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、アクリロニトリルスチレン共重合体、アクリロニトリルブタジエンスチレン共重合体、アクリロニトリルエチレンプロピレンジエンスチレン共重合体、メタクリル樹脂等の熱可塑性樹脂を制限なく用いることもできる。

[0033] さらにまた、樹脂材料２０として、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニル等のフッ素樹脂を制限なく用いることもできる。

[0034] さらにまた、樹脂材料２０として、ポリカーボネート、ポリアミド樹脂、ポリアセタール、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニルサルファイド、ポリスルホン、ポリエーテルイミド、ポリアミドイミド、熱可塑性ポリイミド、液晶ポリマー等を制限なく用いることもできる。

[0035] さらにまた、樹脂材料２０として、アクリロニトリルスチレンアクリレート、アタクチックポリプロピレン、セルロースアセテート、セルロースアセ

テートブチレート、塩素化塩化ビニル、クロロプレンゴム、ジアリルフタレート、エチレンエチルアクリレート、エチレンプロピレンジエン三元共重合体、エチレンテトラフルオロエチレン共重合体、エチレン酢酸ビニル共重合体、エチルビニルエーテル、エチレンビニルアルコール共重合体、パーフロロゴム、テトラフルオロエチレン－ヘキサフルオロプロピレン共重合体、軟質ウレタンフォーム等を制限なく用いることもできる。

[0036] さらにまた、樹脂材料２０として、ガラス繊維強化プラスチック、ガラス繊維強化熱可塑性プラスチック、ブチルゴム、アイオノマー、イソプレンゴム、メラミンホルムアルデヒド、メチルメタクリレート、ニトリルゴム、天然ゴム、ポリアクリル酸、ポリアリルエーテルケトン、ポリエステルアルキド樹脂、ポリアクリロニトリル、ポリアリレート等を制限なく用いることもできる。

[0037] さらにまた、樹脂材料２０として、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール、ポリブタジエンスチレン、ジアリルテレフタレート、ポリジシクロペンタジエン、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンオキシド、ポリエーテルスルホン、フェノールホルムアルデヒド、テトラフルオロエチレンパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、ポリイソブチレン、ポリメチルペンテン等を制限なく用いることもできる。

[0038] さらにまた、樹脂材料２０として、ポリフタルアミド、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンオキシド、ポリトリメチレンテレフタレート、反応性ポリウレタン、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、アクリル変性ポリ塩化ビニル、ポリ二塩化ビニル、塩化ビニル酢酸ビニル共重合体等を制限なく用いることもできる。

[0039] さらにまた、樹脂材料２０として、ポリビニルホルマール、ポリビニルピロリドン、スチレンブタジエン、スチレンブタジエンラバー、スチレンブロック共重合体、スチレンブタジエンスチレンブロック共重合体、スチレンエチレンブチレンスチレンブロック共重合体、スチレンエチレンプロピレンスチレンブロック共重合体、スチレンイソプレンスチレンブロック共重合体、

シートモールディングコンパウンド、シンジオタクチックポリスチレン、熱可塑性エラストマー、熱可塑性ポリウレタン、ユリアホルムアルデヒド樹脂、超高分子量ポリエチレン、塩化ビニルエチレン、塩化ビニルアクリル酸オクチル、架橋ポリエチレン等を制限なく用いることもできる。

[0040] 一実施形態に係る樹脂成形体１におけるＡｌＮウィスカ１１（複数のＡｌＮウィスカ１１）の充填量は、樹脂成形体１の熱伝導性及び加工性の観点から重量比で３．０ｗｔ％～６５．０ｗｔ％の範囲であることが好ましい。樹脂成形体１の熱伝導性を向上させるためには、樹脂成形体１においてＡｌＮウィスカ１１を最低でも３．０ｗｔ％充填させることが必要である。また、樹脂成形体１においてＡｌＮウィスカ１１の重量比が６５．０ｗｔ％以上、とりわけ７０．０ｗｔ％以上となってしまうと、樹脂成形体１の加工性が低下してしまう（樹脂成形体１を成形することが困難となってしまう）。なお、加工性を重要視した樹脂成形体１が求められる場合においては、当該樹脂成形体１におけるＡｌＮウィスカ１１（複数のＡｌＮウィスカ１１）の充填量は、重量比で３．０ｗｔ％～２０．０ｗｔ％の範囲であることがより好ましく、５．０ｗｔ％～２０．０ｗｔ％の範囲であることが最も好ましい。他方、熱伝導性を重要視した樹脂成形体１が求められる場合においては、当該樹脂成形体１におけるＡｌＮウィスカ１１（複数のＡｌＮウィスカ１１）の充填量は、重量比で４０．０ｗｔ％～６５．０ｗｔ％の範囲であることがより好ましく、５０．０ｗｔ％～６５．０ｗｔ％の範囲であることが最も好ましい。

[0041] ２．変形例に係る樹脂成形体

２－１．第１変形例

次に、第１変形例に係る樹脂成形体の概要について、図２を参照しつつ説明する。図２は、第１変形例に係る樹脂成形体２の構成を模式的に示す概略図である。

[0042] 第１変形例に係る樹脂成形体２は、主に、複数のＡｌＮウィスカ１１と、前述のとおり説明した樹脂材料２０と、球状のＡｌＮフィラー３０と、を含

むものである。つまり、第１変形例に係る樹脂成形体２は、樹脂材料２０と球状のＡＩＮフィラー３０とを主に含む従前の樹脂材に、さらに複数のＡＩＮウィスカ１１をさらに加えたものと理解することができる。

[0043] また、第１変形例に係る樹脂成形体２においては、前述の一実施形態に係る樹脂成形体１に含まれるシート状形成物１０は存在しない。つまり、第１変形例に係る樹脂成形体２は、公知の方法により製造された複数（多数）のＡＩＮウィスカ１１と、公知の方法により製造された複数の球状のＡＩＮフィラー３０とを予め準備し、これらを所定の型に均一に分散するように載置し、この型内に液状の樹脂材料２０を含浸させた後、樹脂材料２０を固化（硬化）させることで形成される。

[0044] 第１変形例に係る樹脂成形体２に含まれる複数のＡＩＮウィスカ１１及び樹脂材料２０は、一実施形態に係る樹脂成形体１において用いられるものと同様のものを用いることができる。また、第１変形例に係る樹脂成形体２に含まれる球状のＡＩＮフィラー３０は、一般的に公知のものを用いることができる。

[0045] 第１変形例に係る樹脂成形体２におけるＡＩＮウィスカ１１（複数のＡＩＮウィスカ１１）の充填量は、樹脂成形体２に対する球状のＡＩＮフィラー３０の充填量が例えば重量比で６０ｗｔ％～７０ｗｔ％程度である場合においては、重量比で３．０ｗｔ％～２０．０ｗｔ％の範囲であることが好ましく、５．０ｗｔ％～２０．０ｗｔ％の範囲であることがより好ましく、５．０ｗｔ％～１０．０ｗｔ％の範囲であることが最も好ましい。既に球状のＡＩＮフィラー３０が６０ｗｔ％～７０ｗｔ％程度含まれている場合、重量比で３．０ｗｔ％以上のＡＩＮウィスカ１１が含まれることによって樹脂成形体２の熱伝導性を向上させることが可能となる。一方、既に球状のＡＩＮフィラー３０が６０ｗｔ％～７０ｗｔ％程度含まれている場合、ＡＩＮウィスカ１１が重量比で２０．０ｗｔ％を超える量含まれてしまうと、樹脂成形体２の加工性、成形性の観点で好ましくない。

[0046] ２－２．第２変形例

次に、第２変形例に係る樹脂成形体の概要について、図３を参照しつつ説明する。図３は、第２変形例に係る樹脂成形体３の構成を模式的に示す概略図である。

[0047] 第２変形例に係る樹脂成形体３は、主に、複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１と、球状の樹脂材料５０と、を含むものである。なお、第２変形例に係る樹脂成形体３においては、図３に示すように、複数の樹脂材料５０の各々の表面が複数のＡｌＮウィスカ１１で被覆された被覆形成物４０が形成されている。つまり、第２変形例に係る樹脂成形体３は、一実施形態に係る樹脂成形体１におけるシート状形成物１０の代替として被覆形成物４０が含められている。

[0048] 第２変形例に係る樹脂成形体３は、公知の方法により製造された複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１と球状の複数の樹脂材料５０とを予め準備し、複数の樹脂材料５０の各々の表面が複数のＡｌＮウィスカ１１で被覆された被覆形成物４０を形成したうえで、この被覆形成物４０を所定の型に載置し、当該被覆形成物４０を所定の圧力で押圧し且つ所定温度で加熱処理を行うことで形成される。

[0049] 第２変形例に係る樹脂成形体３に含まれる複数のＡｌＮウィスカ１１は、一実施形態に係る樹脂成形体１において用いられるものと同様のものを用いることができる。また、第２変形例に係る樹脂成形体３に含まれる樹脂材料５０は、一実施形態に係る樹脂成形体１において用いることが可能な樹脂材料２０と同様のものであって、且つ球状とされているものを制限なく用いることができる。

[0050] また、第２変形例に係る樹脂成形体３における第２樹脂材料５０としては、直径が１．０μｍ～２００．０μｍのものを一例として用いることができ、より好ましくは５．０μｍ～１００．０μｍのものを用いることができ、最も好ましくは１０．０μｍ～５０．０μｍのものを用いることができる。

[0051] 第２変形例に係る樹脂成形体３におけるＡｌＮウィスカ１１（複数のＡｌＮウィスカ１１）の充填量は、前述の一実施形態と同様、樹脂成形体３の熱

伝導性及び加工性の観点から、重量比で３．０ｗｔ％～６５．０ｗｔ％の範囲であることが好ましい。

[0052] ２－３．第３変形例

次に、第３変形例に係る樹脂成形体の概要について、図４を参照しつつ説明する。図４は、第３変形例に係る樹脂成形体４の構成を模式的に示す概略図である。

[0053] 第３変形例に係る樹脂成形体４は、主に、複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１と、前述のとおり説明した樹脂材料２０と、を含むものである。第３変形例に係る樹脂成形体４は、前述のとおり説明した一実施形態に係る樹脂成形体１と類似するものの、当該樹脂成形体１におけるシート状形成物１０を用いることなく、複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１の各々を破砕してその長さを短くしたものが用いられる。第３変形例に係る樹脂成形体４における複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１の長さは、概ね１．０μｍ～３００．０μｍの範囲であるがこれに限定されず、一実施形態に係る樹脂成形体１において用いられたＡｌＮウィスカの長さよりも短いものであればよい。

[0054] 第３変形例に係る樹脂成形体４は、公知の方法により製造された複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１を予め準備したうえでこれを所定の長さに破砕し、この破砕された複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１を液状の樹脂材料２０に分散させ、液状の樹脂材料２０内に複数（多数）のＡｌＮウィスカ１１が分散したものを所定の型内に載置したうえで、樹脂材料２０を固化（硬化）させることで形成される。

[0055] 第３変形例に係る樹脂成形体４に含まれる複数のＡｌＮウィスカ１１及び樹脂材料２０は、一実施形態に係る樹脂成形体１において用いられるものと同様のものを用いることができる。

[0056] 第３変形例に係る樹脂成形体４におけるＡｌＮウィスカ１１（複数のＡｌＮウィスカ１１）の充填量は、前述の一実施形態と同様、樹脂成形体４の熱伝導性及び加工性の観点から、重量比で３．０ｗｔ％～６５．０ｗｔ％の範囲であることが好ましく、２０．０ｗｔ％～４０．０ｗｔ％の範囲であるこ

とがより好ましい。

## 実施例

[0057] １．実施例１乃至実施例３

公知の方法により製造された多数のＡｌＮウィスカを水中に分散させた後、漉き作業を１０分実施して、複数のＡｌＮウィスカが一定程度均一に分散された紙状の中間生成物を得た。その後、得られた中間生成物を４０ｋｇ／ｃｍ$^2$の圧力値で３０分間プレス機にて押圧することで、シート状形成物を形成した。

[0058] 次に、形成されたシート状形成物を所定の型に載置したうえで、この型内に液状のエポキシ樹脂を添加したうえで、当該型を８０℃で３時間加熱後さらに１５０℃で１時間加熱する硬化工程を経てエポキシ樹脂を硬化させることで樹脂成形体を得た。なお、シート状形成物に含まれるＡｌＮウィスカの樹脂成形体に対する重量比（ｗｔ％）が以下の表１に示す割合になるように、液状のエポキシ樹脂が添加された。なお、実施例１において使用されたＡｌＮウィスカの直径は、実施例２及び実施例３において使用されたＡｌＮウィスカの直径よりも太いものであった。また、実施例１乃至実施例３に係る樹脂成形体は、前述の一実施形態に係る樹脂成形体１に対応するものである。

[0059] [表1]

| | 実施例１ | 実施例２ | 実施例３ |
|---|---|---|---|
| ＡｌＮウィスカ | 50.0wt% | 12.8wt% | 5.7wt% |

[0060] ２．実施例４及び実施例５

公知の方法により製造された複数の球状のＡｌＮフィラーを、液状のエポキシ樹脂中に添加し分散させた後、さらに、公知の方法により製造された多数のＡｌＮウィスカを当該エポキシ樹脂中に添加し分散させることでスラリーを調整した。このスラリーを所定の型内に均一に載置したうえで、当該型を８０℃で３時間加熱後さらに１５０℃で１時間加熱する硬化工程を経てエポキシ樹脂を硬化させることで樹脂成形体を得た。なお、この樹脂成形体に

含まれるＡｌＮウィスカの当該樹脂成形体に対する重量比（ｗｔ％）が以下の表２に示す割合になるように、液状のエポキシ樹脂が添加された。なお、以下表２における括弧書の値は、樹脂成形体に対するＡｌＮウィスカと球状のＡｌＮフィラーとの合計の重量の重量比を示している。また、実施例４及び実施例５に係る樹脂成形体は、前述の第１変形例に係る樹脂成形体２に対応するものである。

[0061] [表2]

| | 実施例４ | 実施例５ |
|---|---|---|
| ＡｌＮウィスカ | 5.0wt%<br>(60.0wt%) | 5.0wt%<br>(70.0wt%) |

[0062] ３．実施例６及び実施例７

公知の方法により製造された多数のＡｌＮウィスカと、多数の球状（粉末状）のフェノール樹脂とを準備した。そして、複数のフェノール樹脂の各々の表面が複数のＡｌＮウィスカによって被覆されるようにして被覆形成物を形成した。

[0063] 次に、形成された被覆形成物を所定の型に載置したうえで、この被覆形成物を加圧しながら５分間１８０℃で加熱してフェノール樹脂を硬化させることで樹脂成形体を得た。なお、この樹脂成形体に含まれるＡｌＮウィスカの当該樹脂成形体に対する重量比（ｗｔ％）が以下の表３に示す割合になるように被覆形成物が形成された。なお、実施例６及び実施例７に係る樹脂成形体は、前述の第２変形例に係る樹脂成形体３に対応するものである。

[0064] [表3]

| | 実施例６ | 実施例７ |
|---|---|---|
| ＡｌＮウィスカ | 11.7wt% | 21.8wt% |

[0065] ４．実施例８乃至実施例１１

公知の方法により製造された多数のＡｌＮウィスカを所定の長さになるまで破砕した。ＡｌＮウィスカの長さは、１．０μｍ～３００．０μｍであった。次に、破砕された多数のＡｌＮウィスカを液状のエポキシ樹脂に分散させた。液状のエポキシ樹脂中に多数のＡｌＮウィスカが分散したものを所定

の型内に載置し、当該型を８０℃で３時間加熱後さらに１５０℃で１時間加熱する硬化工程を経てエポキシ樹脂を硬化させることで樹脂成形体を得た。なお、この樹脂成形体に含まれるＡｌＮウィスカの当該樹脂成形体に対する重量比（ｗｔ％）が以下の表４に示す割合になるように、液状のエポキシ樹脂中にＡｌＮウィスカが分散された。なお、実施例１１において使用されたＡｌＮウィスカの直径は、実施例８乃至実施例１０において使用されたＡｌＮウィスカの直径よりも太いものであった。また、実施例８乃至実施例１１に係る樹脂成形体は、前述の第３変形例に係る樹脂成形体４に対応するものである。

[0066] [表4]

| | 実施例８ | 実施例９ | 実施例１０ | 実施例１１ |
|---|---|---|---|---|
| ＡｌＮウィスカ | 40.0wt% | 30.0wt% | 20.0wt% | 30.0wt% |

[0067] ５．比較例１及び比較例２

比較例１及び比較例２としては、球状のＡｌＮフィラーのみが添加された市販品の樹脂成形体を用いた。この市販品に用いられていた樹脂材料はシリコーン樹脂であった。比較例１及び比較例２に係る樹脂成形体の各々に含まれる球状のＡｌＮフィラーの充填量（樹脂成形体に対する重量比（ｗｔ％））は以下の表５に示すとおりである。

[0068] [表5]

| | 比較例１ | 比較例２ |
|---|---|---|
| 球状のＡｌＮフィラー | 65.0wt% | 95.0wt% |

[0069] ６．評価

前述のとおり得た実施例１乃至実施例１１、並びに、比較例１及び比較例２に係る樹脂成形体の各々に関して、熱伝導率を測定した。実施例１乃至実施例１１、並びに、比較例１及び比較例２の熱伝導率は、熱拡散率、比熱、及び密度の積から算出した。なお、実施例１乃至実施例１１、並びに、比較例１及び比較例２に関する熱拡散率の測定はアドバンス理工社製のＬａｓｅｒＰＩＴ装置を用い、比熱の測定は島津製作所社製のＤＳＣ－６０Ａを用い

、密度の測定はＡ＆Ｄ社製のＡＤ－１６５３を用いた。図５及び図６は、実施例１乃至１１、並びに、比較例１及び比較例２に係る樹脂成形体の熱伝導率の結果を示す図である。

[0070] 図５及び図６に示すように、実施例１乃至実施例１１に係る樹脂成形体は、ＡＩＮウィスカを少ない重量比で含みつつ熱伝導性に優れるものであった。また、実施例５と比較例１とを比較すると（実施例５は、比較例１に５．０ｗｔ％のＡＩＮウィスカが追加的に添加されていると理解することができる）、実施例５の熱伝導率は比較例１の熱伝導率よりも高い値となった。さらにまた、実施例１乃至実施例３に係る樹脂成形体の熱伝導率は他の実施例よりも高い値となった。

[0071] 以上の結果は、実施例１乃至実施例１１に係る樹脂成形体においては、ＡＩＮウィスカに起因するネットワーク（放熱経路）が効率的に形成されていると理解される。とりわけ、シート状形成物を含む樹脂成形体においては、かかるネットワークがより効率的に形成されていると考えられる。

[0072] ７．実験データ

図７は、上述した一実施形態に係る樹脂成形体１（図１）としての６つのサンプル及び上述した第３変形例に係る樹脂成形体４（図４）としての７つのサンプルの各々について行われた測定の結果を示す表である。図７において、「充填量（ｗｔ）」は、樹脂成形体に充填されたＡＩＮウィスカ１１の充填量（単位：ｗｔ）を示し、「充填量（ｖｏｌ％）」は、樹脂成形体に充填されたＡＩＮウィスカ１１の充填量（単位：ｖｏｌ％）を示し、「熱伝導率」は、樹脂成形体の熱伝導率を示す。

[0073] また、「（単位）体積あたりの接触点数」（すなわち「接触点数」）は、樹脂成形体に充填された複数のＡＩＮウィスカ１１同士が単位体積（$\mu m^3$）あたりに接触する点の総数を示す。ここでは、一例として、５００（μｍ）×５００（μｍ）×５００（μｍ）という体積におけるＡＩＮウィスカ１１の接触点数を測定し、このように測定された接触点数を$500^3$（$\mu m^3$）で除することにより、単位体積あたりの接触点数（すなわち「接触点数」）が

算出されている。なお、ここでは、接触点数は、一例として、各サンプルのＸ線ＣＴ画像を撮像し、撮像したＸ線ＣＴ画像に対してコンピュータを用いた画像解析処理を行うことにより、計測されたものである。

[0074] さらに、樹脂成形体に充填された複数のＡＩＮウィスカ１１の直径は完全に同一ではなくばらつきを有するものであるところ、「平均径（μｍ）」は、このような複数のＡＩＮウィスカ１１の直径の平均（＝複数のＡＩＮウィスカの直径の合計／ＡＩＮウィスカの総数）を示す。なお、ここでは、平均径を求めるための「複数のＡＩＮウィスカ」の一例として、電子顕微鏡を用いて各サンプルの一部を撮像し、この撮像により得られた画像に含まれるすべてのＡＩＮウィスカを用いた。別の例では、電子顕微鏡を用いて各サンプルの全体を撮像し、この撮像により得られる画像に含まれるすべてのＡＩＮウィスカを、「複数のＡＩＮウィスカ」として用いることも可能である。さらに別の例では、上記いずれかの手法を用いて得られた画像において、単位体積に含まれるすべてのＡＩＮウィスカを「複数のＡＩＮウィスカ」として用いることも可能である。

[0075] 図８は、図７に示した測定の結果に基づいて、一実施形態に係る樹脂成形体１及び第３変形例に係る樹脂成形体４の各々について、接触点数と熱伝導率との関係を示すグラフである。

[0076] 図８及び図７から明らかであるように、第３変形例に係る樹脂成形体４に着目すると、接触点数が０．０１２（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が１．５（Ｗ／ｍｋ）であるのに対して、接触点数が０．０１５（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が２（Ｗ／ｍｋ）に（２次曲線に沿うように）増加している。また、製造上の観点（加工性を確保するという観点）から接触点数の上限は１．０であることが好ましい。具体的には、接触点数が１を上回る場合には、樹脂材料の粘度が増加する結果、樹脂成形体をシート状に成形することが困難になる可能性が考えられる。よって、接触点数の上限は１．０であることが好ましい。

[0077] したがって、接触点数は、０．０１５（／μｍ$^3$）以上１．０（／μｍ$^3$）以

下であることがさらに好ましい。さらにまた、別の上限として、接触点数が０．０２９（／μｍ$^3$）であるときに、熱伝導率が５（Ｗ／ｍｋ）であり、この熱伝導率は、接触点数が０．０１２（／μｍ$^3$）であるときにおける熱伝導率（１．５（Ｗ／ｍｋ））より著しく大きい。したがって、接触点数は、０．０１５（／μｍ$^3$）以上０．０２９（／μｍ$^3$）以下であることがさらに好ましい。

[0078] 加えて、接触点数が０．０１５（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が２（Ｗ／ｍｋ）であるのに対して、接触点数が０．０１６（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が３（Ｗ／ｍｋ）に（２次曲線に沿うように）増加している。したがって、接触点数は、０．０１６（／μｍ$^3$）以上１．０（／μｍ$^3$）以下であることがさらに好ましく、０．０１６（／μｍ$^3$）以上０．０２９（／μｍ$^3$）以下であることがさらにまた好ましい。

[0079] 一実施形態に係る樹脂成形体１に着目すると、接触点数が０．０１４（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が４（Ｗ／ｍｋ）であるのに対して、接触点数が０．０２０（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が４．７（Ｗ／ｍｋ）に増加している。また、製造上の観点（加工性を確保するという観点）から接触点数の上限は１．０であることが好ましい。具体的には、接触点数が１．０を上回る場合には、複数のＡＩＮウィスカを不織布状に成形することが困難になる可能性、及び／又は、複数のＡＩＮウィスカ同士の間に形成される空隙の中に樹脂材料が含浸し難くなる可能性が考えられる。よって、接触点数の上限は１．０であることが好ましい。

[0080] したがって、接触点数は、０．０２０（／μｍ$^3$）以上１．０（／μｍ$^3$）以下であることがさらに好ましい。さらにまた、別の上限として、接触点数が０．０４６（／μｍ$^3$）であるときに、熱伝導率が１４（Ｗ／ｍｋ）であり、この熱伝導率は、接触点数が０．０１４（／μｍ$^3$）であるときにおける熱伝導率（４（Ｗ／ｍｋ））より著しく大きい。したがって、接触点数は、０．０２０（／μｍ$^3$）以上０．０４６（／μｍ$^3$）以下であることがさらに好ましい。

[0081] 加えて、接触点数が０．０２０（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が４．７（Ｗ／ｍｋ）であるのに対して、接触点数が０．０２３（／μｍ$^3$）であるときに熱伝導率が５．３（Ｗ／ｍｋ）に（２次曲線に沿うように）増加している。したがって、接触点数は、０．０２３（／μｍ$^3$）以上１．０（／μｍ$^3$）以下であることがさらに好ましく、０．０２３（／μｍ$^3$）以上０．０４６（／μｍ$^3$）以下であることがさらにまた好ましい。

[0082] 図９は、図７に示した測定の結果に基づいて、４種類の平均径（の範囲）の各々について接触点数と熱伝導率との関係を示すグラフである。ここで、４種類の平均径（の範囲）は、１μｍ未満、１μｍ以上５μｍ未満、５μｍ以上１０μｍ未満、及び、１０μｍ以上、という範囲を含む。なお、これら４種類の平均径は、一実施形態に係る樹脂成形体１と第３変形例に係る樹脂成形体４とを区別していない。また、図９に示されたグラフにおいて、横軸は対数表記により表現されている。

[0083] 図９及び図７から明らかであるように、同一又は略同一の接触点数において、平均径が１μｍ未満であるときにおける熱伝導率に比べて、平均径が１μｍ以上１０μｍ以下であるときに熱伝導率が著しく大きい。したがって、平均径は、１μｍ以上１０μｍ以下であることが好ましい。また、平均径は、５μｍ以上１０μｍ以下であることがさらに好ましい。

[0084] 本出願は、「樹脂成形体及びその製造方法」と題して２０２２年２月４日に提出された日本国特許出願第２０２２－０１６１７９に基づいており、この日本国特許出願による優先権の利益を享受する。この日本国特許出願の全体の内容が引用により本明細書に組み入れられる。

## 符号の説明

[0085] １～４　樹脂成形体

１０　シート状形成物

１１　ＡｌＮウィスカ

２０　樹脂材料

３０　球状のＡｌＮフィラー

４０　被覆形成物

５０　球状の樹脂材料

# 請求の範囲

[請求項1] ファイバー状のＡｌＮ単結晶体、及び、前記ＡｌＮ単結晶体の表面を被覆する酸素含有層を有するＡｌＮウィスカと、

樹脂材料と、

を少なくとも具備し、

前記ＡｌＮウィスカの重量比が、３．０ｗｔ％以上６５．０ｗｔ％以下である、樹脂成形体。

[請求項2] 前記ＡｌＮウィスカの重量比が、３．０ｗｔ％以上２０．０ｗｔ％以下、又は、５０．０ｗｔ％以上６５．０ｗｔ％以下である、請求項１に記載の樹脂成形体。

[請求項3] 前記ＡｌＮウィスカは、直径が１．０μｍ以上のものを主成分とする、請求項１に記載の樹脂成形体。

[請求項4] 複数の前記ＡｌＮウィスカが互いに接触してネットワーク形成されたシート状形成物に前記樹脂材料が含浸されて形成される、請求項１に記載の樹脂成形体。

[請求項5] 前記樹脂材料は、球状であって、

複数の前記樹脂材料の各々の表面が複数の前記ＡｌＮウィスカで被覆されて形成される被覆形成物からなる、請求項１に記載の樹脂成形体。

[請求項6] 単位体積あたりに前記ＡｌＮウィスカ同士が接触する点の総数である接触点数が、０．０１５／μｍ$^3$以上１／μｍ$^3$以下の範囲にある、請求項１に記載の樹脂成形体。

[請求項7] 前記接触点数が、０．０１６／μｍ$^3$以上１／μｍ$^3$以下の範囲にある、請求項６に記載の樹脂成形体。

[請求項8] 前記接触点数が、０．０２０／μｍ$^3$以上１／μｍ$^3$以下の範囲にある、請求項６に記載の樹脂成形体。

[請求項9] 前記接触点数が、０．０２３／μｍ$^3$以上１／μｍ$^3$以下の範囲にある、請求項６に記載の樹脂成形体。

[請求項10] 前記ＡＩＮウィスカが、１．０μｍ以上１０μｍ以下の範囲にある直径を有する、請求項１に記載の樹脂成形体。

[請求項11] 前記ＡＩＮウィスカが、５．０μｍ以上１０μｍ以下の範囲にある直径を有する、請求項１０に記載の樹脂成形体。

[請求項12] ファイバー状のＡＩＮ単結晶体、及び、前記ＡＩＮ単結晶体の表面を被覆する酸素含有層を有するＡＩＮウィスカと、

樹脂材料と、

を少なくとも具備する樹脂成形体の製造方法であって、

複数の前記ＡＩＮウィスカが互いに接触してネットワーク形成されたシート状形成物を形成する工程と、

前記シート状形成物に前記樹脂材料を含浸させる工程と、

を含む、樹脂成形体の製造方法。

[請求項13] ファイバー状のＡＩＮ単結晶体、及び、前記ＡＩＮ単結晶体の表面を被覆する酸素含有層を有するＡＩＮウィスカと、

球状の樹脂材料と、

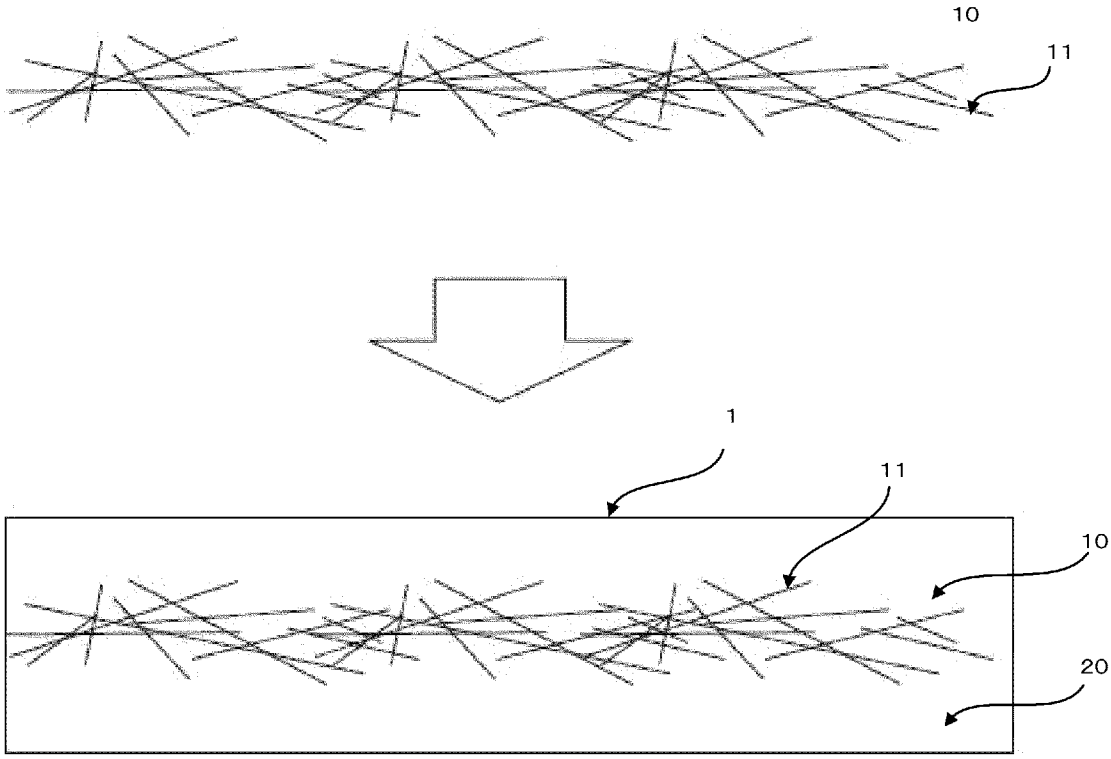
を少なくとも具備する樹脂成形体の製造方法であって、

複数の前記樹脂材料の各々の表面が複数の前記ＡＩＮウィスカで被覆された被覆形成物を形成する工程と、

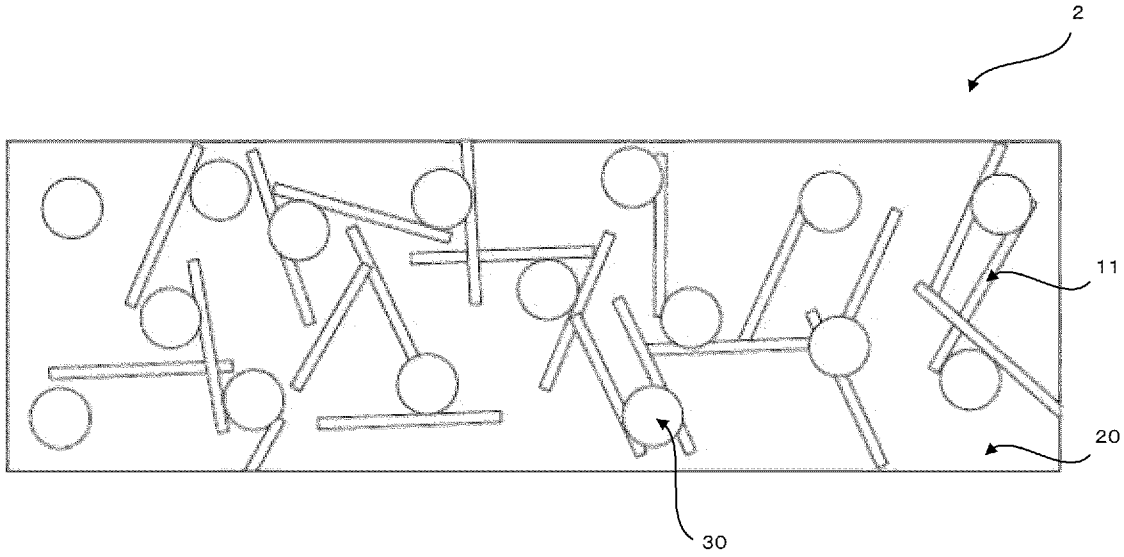
形成された前記被覆形成物を押圧する工程と、

を含む、樹脂成形体の製造方法。

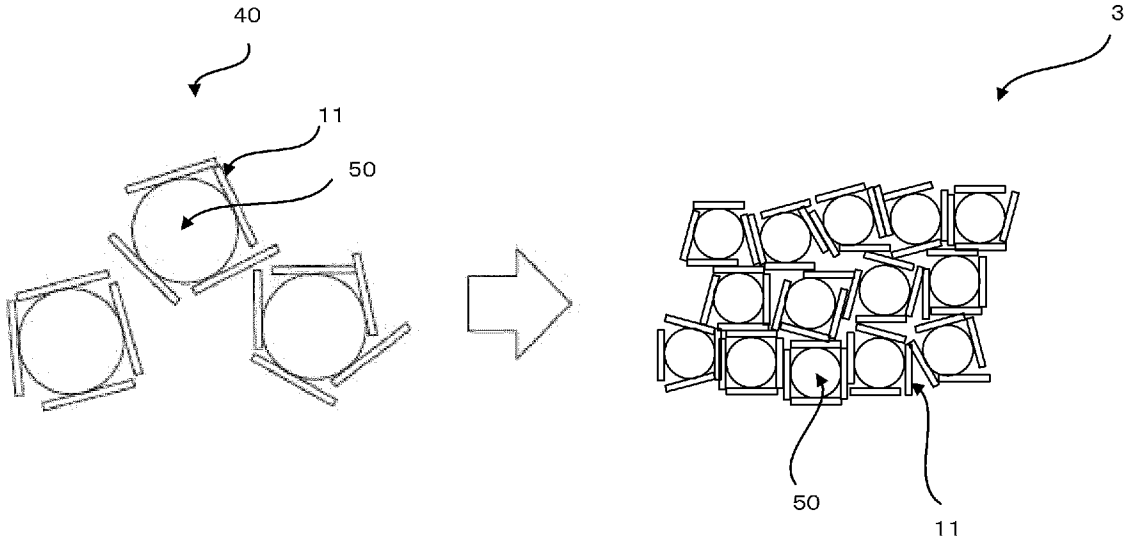
[図1]



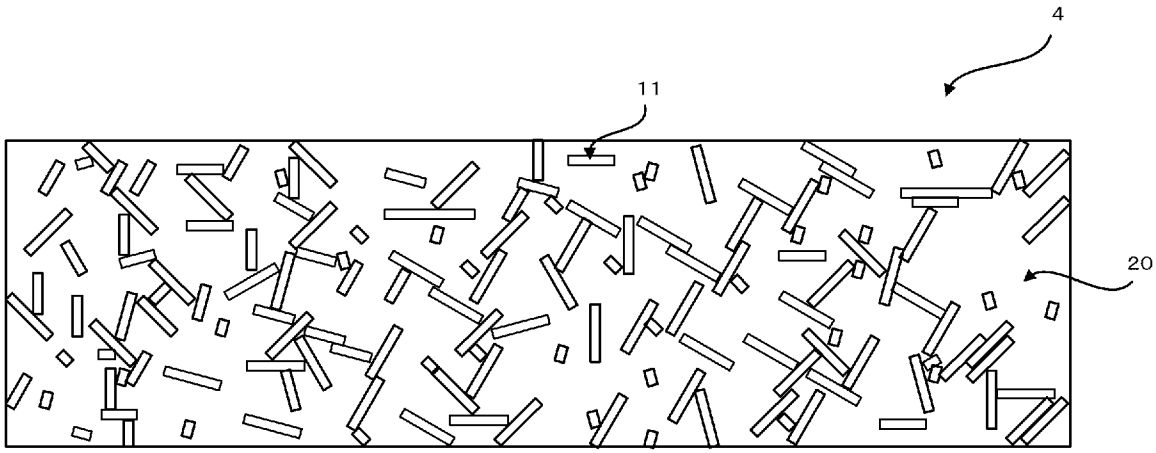

[図2]



[図3]



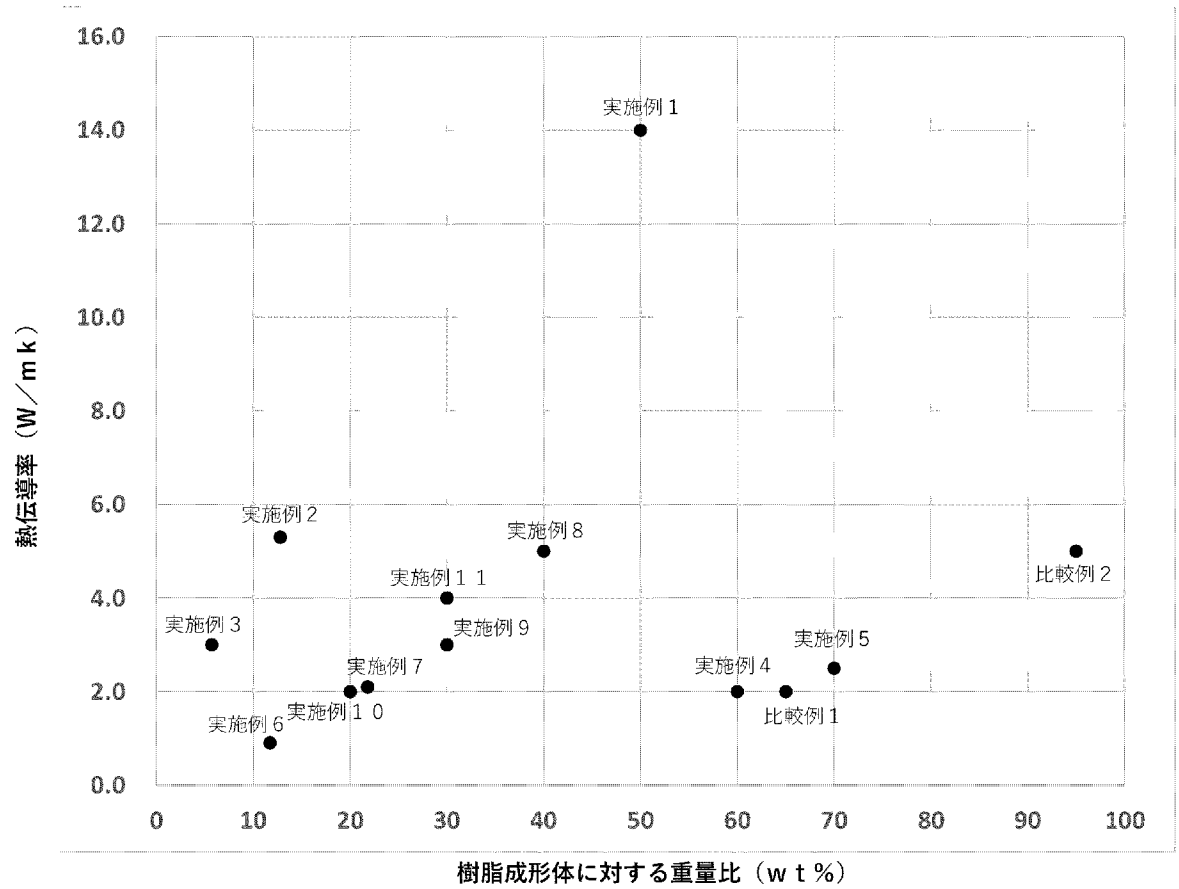

[図4]



[図5]

| | 重量比（対樹脂成形体比） | 熱伝導率(W/mk) |
|---|---|---|
| 実施例１ | 50 | 14.0 |
| 実施例２ | 12.8 | 5.3 |
| 実施例３ | 5.7 | 3.0 |
| 実施例４（AINウィスカ＋球状のAINフィラーの合計重量比） | 60 | 2.0 |
| 実施例５（AINウィスカ＋球状のAINフィラーの合計重量比） | 70 | 2.5 |
| 実施例６ | 11.7 | 0.9 |
| 実施例７ | 21.8 | 2.1 |
| 実施例８ | 40 | 5.0 |
| 実施例９ | 30 | 3.0 |
| 実施例１０ | 20 | 2.0 |
| 実施例１１ | 30 | 4.0 |
| 比較例１ | 65 | 2.0 |
| 比較例２ | 95 | 5.0 |

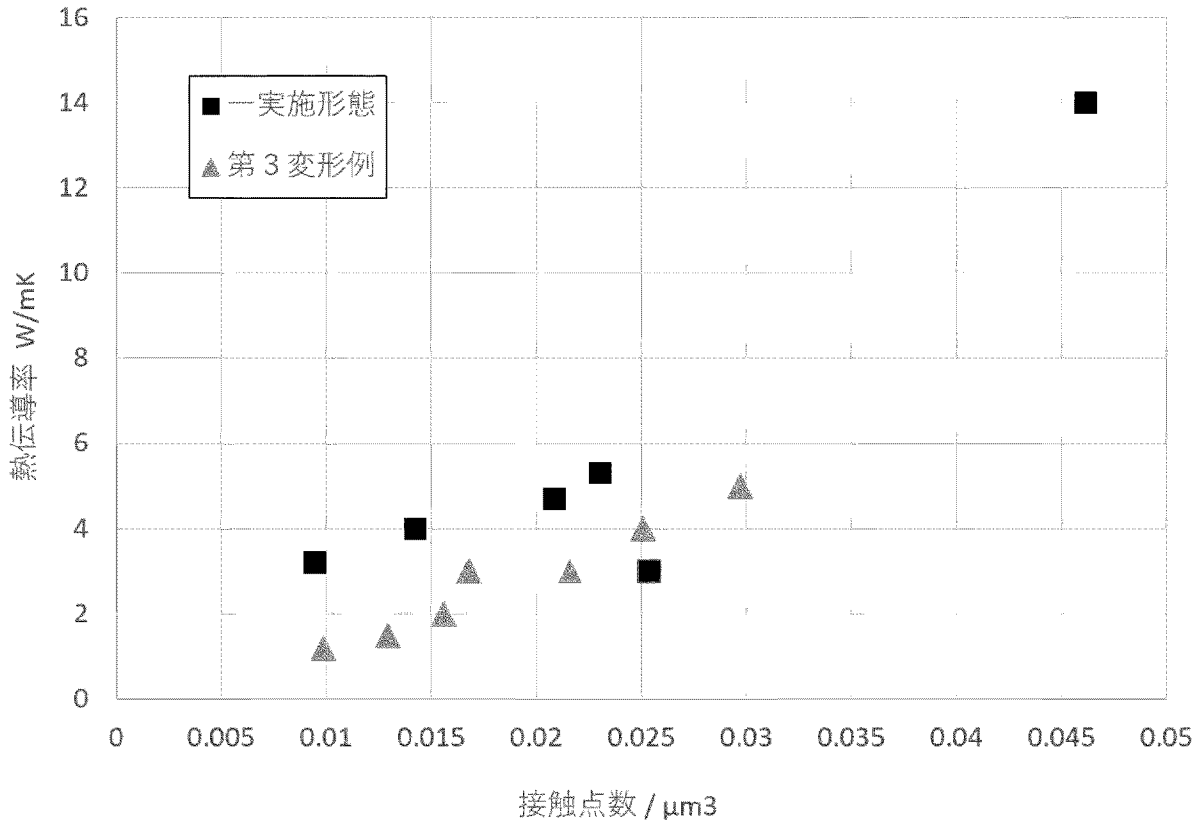
[図6]



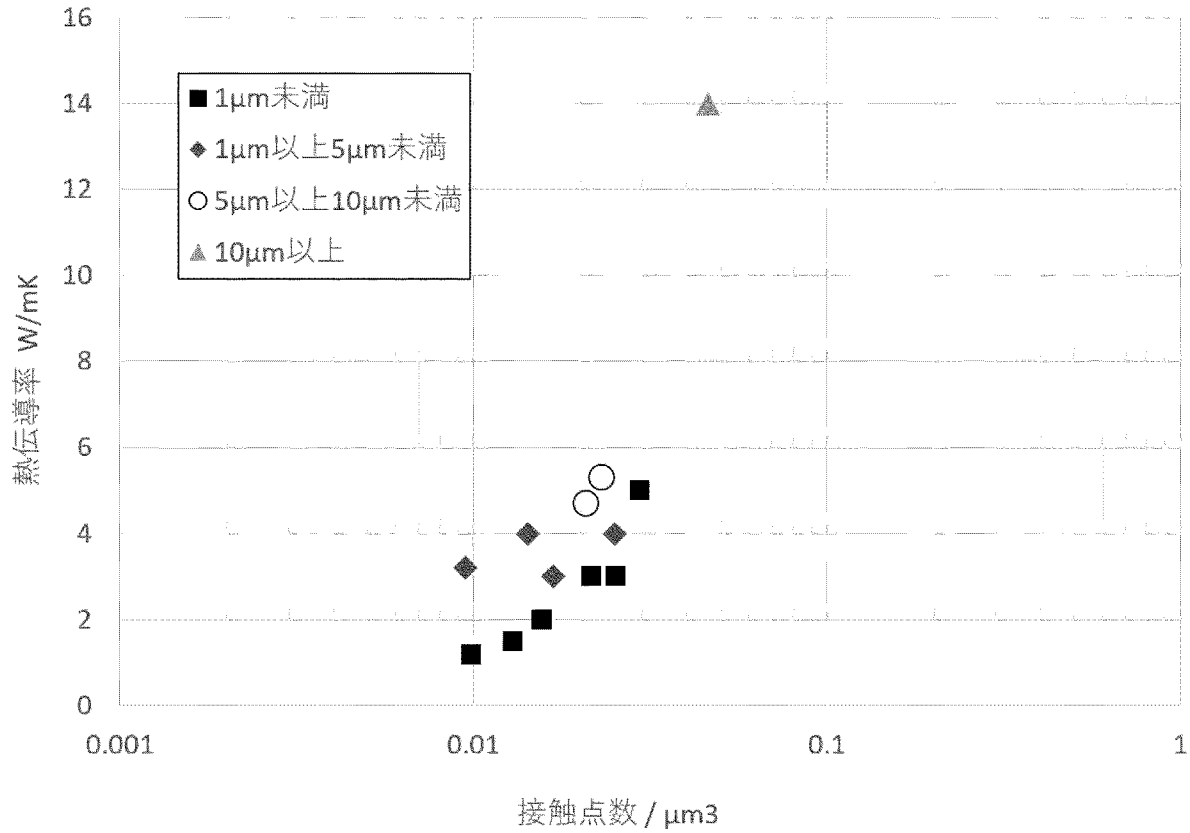
[図7]

| 実施形態 | 充填量 (wt) | 充填量 (vol%) | 熱伝導率 (W/mk) | 体積あたりの接触点数 | 平均径 (μm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 一実施形態 | 50 | 26.4 | 14 | 0.04614626 | 12.50 |
| 一実施形態 | 12.8 | 5 | 5.3 | 0.023063553 | 5.20 |
| 一実施形態 | 3.8 | 1.8 | 3.2 | 0.00946794 | 3.84 |
| 一実施形態 | 4 | 1.97 | 4 | 0.01423585 | 4.20 |
| 一実施形態 | 7 | 2.63 | 4.7 | 0.020891464 | 5.50 |
| 一実施形態 | 5.7 | 2.12 | 3 | 0.025402632 | 0.96 |
| 第３変形例 | 40 | 19.3 | 5 | 0.029700064 | 0.95 |
| 第３変形例 | 30 | 13.3 | 3 | 0.016794018 | 1.32 |
| 第３変形例 | 20 | 8.2 | 2 | 0.015589156 | 0.95 |
| 第３変形例 | 30 | 13.3 | 4 | 0.025105464 | 1.28 |
| 第３変形例 | 26.2 | 12 | 3 | 0.021641563 | 0.97 |
| 第３変形例 | 18.4 | 8 | 1.5 | 0.012941466 | 0.98 |
| 第３変形例 | 16.4 | 7 | 1.2 | 0.009876244 | 0.98 |

[図8]



[図9]


16
14
12
10
8
6
4
2
0
0.001
0.01
0.1
1
熱伝導率 W/mK
接触点数 / μm3
1μm未満
1μm以上5μm未満
5μm以上10μm未満
10μm以上

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2023/003211**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***C08J 5/00***(2006.01)i; ***C08J 5/06***(2006.01)i; ***C08K 7/02***(2006.01)i
FI: C08J5/00 CER; C08J5/06 CEZ; C08K7/02

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)

C08J5/00; C08J5/06; C08K7/02

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. |
|---|---|---|
| X | JP 2021-160987 A (NATIONAL UNIV CORPORATION TOKAI NATIONAL HIGHER EDUCATION AND RESEARCH SYSTEM) 11 October 2021 (2021-10-11)<br>entire document, in particular, claims, paragraphs [0068]-[0124] | 1-3, 10, 11 |
| A | JP 6-219857 A (DOWA MINING CO., LTD.) 09 August 1994 (1994-08-09)<br>entire text | 1-13 |
| A | JP 2010-116455 A (NITTO DENKO CORP.) 27 May 2010 (2010-05-27)<br>entire document | 1-13 |
| A | WO 2015/030098 A1 (KUMAMOTO PREFECTURE) 05 March 2015 (2015-03-05)<br>entire text | 1-13 |
| A | JP 2020-176222 A (TOKUYAMA CORP.) 29 October 2020 (2020-10-29)<br>entire text | 1-13 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **13 March 2023** | **20 March 2023** |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br>**Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

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

International application No.
**PCT/JP2023/003211**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| JP 2021-160987 A | 11 October 2021 | (Family: none) | |
| JP 6-219857 A | 09 August 1994 | (Family: none) | |
| JP 2010-116455 A | 27 May 2010 | (Family: none) | |
| WO 2015/030098 A1 | 05 March 2015 | JP 2015-48358 A | |
| JP 2020-176222 A | 29 October 2020 | (Family: none) | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/003211

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C08J 5/00(2006.01)i; C08J 5/06(2006.01)i; C08K 7/02(2006.01)i
FI: C08J5/00 CER; C08J5/06 CEZ; C08K7/02

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））

C08J5/00; C08J5/06; C08K7/02

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

| | |
|---|---|
| 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

| 引用文献のカテゴリー* | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| X | JP 2021-160987 A (国立大学法人東海国立大学機構) 11.10.2021 (2021-10-11)<br>文献全体、特に特許請求の範囲、段落0068－0124 | 1-3,10,11 |
| A | JP 6-219857 A (同和鉱業株式会社) 09.08.1994 (1994-08-09)<br>文献全体 | 1-13 |
| A | JP 2010-116455 A (日東電工株式会社) 27.05.2010 (2010-05-27)<br>文献全体 | 1-13 |
| A | WO 2015/030098 A1 (熊本県) 05.03.2015 (2015-03-05)<br>文献全体 | 1-13 |
| A | JP 2020-176222 A (株式会社トクヤマ) 29.10.2020 (2020-10-29)<br>文献全体 | 1-13 |

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 13.03.2023 | 20.03.2023 |

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）
大村　博一　4F 3973
電話番号 03-3581-1101 内線 3430

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/JP2023/003211

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 2021-160987 A | 11.10.2021 | （ファミリーなし） | |
| JP 6-219857 A | 09.08.1994 | （ファミリーなし） | |
| JP 2010-116455 A | 27.05.2010 | （ファミリーなし） | |
| WO 2015/030098 A1 | 05.03.2015 | JP 2015-48358 A | |
| JP 2020-176222 A | 29.10.2020 | （ファミリーなし） | |