

(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
2021年6月10日(10.06.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/112097 A1

(51) 国際特許分類:

B29C 69/00 (2006.01) *B29C 64/30* (2017.01)
B33Y 10/00 (2015.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/044734

(22) 国際出願日: 2020年12月1日(01.12.2020)

(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 2019-218803 2019年12月3日(03.12.2019) JP

(71) 出願人: フドー株式会社(**FUDOW COMPANY LIMITED**) [JP/JP]; 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-16 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 廣岡 伸樹(**HIROOKA Nobuki**); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-16 フドー株式会社内 Kanagawa (JP). 大段 悠介(**ODAN Yusuke**); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-16 フドー株式会社内 Kanagawa (JP). 三嶋 章吾(**MISHIMA Shogo**); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-16 フドー株式会社内 Kanagawa (JP). 江口 剛志(**EGUCHI Takeshi**); 〒1820034 東京都調布市下石原一丁目54番地1 第一電通株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 前島 大吾, 外(**MAEJIMA Daigo et al.**); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町一丁目14番地第二東ビル5階 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, IT, JO, JP, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING FIBER-REINFORCED RESIN ARTICLE

(54) 発明の名称: 繊維強化樹脂物の製造方法



(57) Abstract: Provided is a method for producing, efficiently and in a short amount of time, a fiber-reinforced resin article having excellent mechanical properties. This method comprises: a 3D printing step in which a 3D printer uses fibers and a resin to build a shape; and a pressurization step for pressurizing the 3D printed product built by the 3D printing step. The pressurization step is performed at a temperature at which the resin included in the 3D printed product remains soft, and heat added to the temperature at which the resin remains soft comes from induction heat.

(57) 要約: 短時間で、効率良く、機械的特性に優れた繊維強化樹脂物を提供することである。繊維と樹脂とが用いられて3Dプリンターにより造形が行われる3Dプリンティング工程と、前記3Dプリンティング工程による3Dプリント造形物を加圧する加圧工程とを具備し、前記加圧工程は前記3Dプリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、前記樹脂が軟化している温度への加熱は誘導加熱による。



WO 2021/112097 A1

明 細 書

発明の名称： 繊維強化樹脂物の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は繊維強化樹脂物の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 複合材料（繊維強化樹脂（F R P（Fiber Reinforced Plastics）：無機繊維強化プラスチック（例えば、炭素繊維強化プラスチック（C F R P）、ガラス繊維強化プラスチック（G F R P）、その他のセラミック繊維強化プラスチック、金属繊維強化プラスチック）、有機繊維強化プラスチック（例えば、アラミド繊維強化プラスチック、天然繊維（例えば、セルロース繊維）強化プラスチック））が注目されている。例えば、航空宇宙産業や自動車産業にあっては、軽量化による省エネルギーの観点から、C F R Pは、特に、注目されている。勿論、前記産業以外の分野でも、注目されている。最近では、セルロース繊維強化プラスチックも注目を浴び出した。

[0003] 付加製造技術（Additive manufacturing：3 Dプリンター（3D printer）造形技術）が知られている。この技術は、“平成25年度 特許出願技術動向調査報告書（概要） 3 Dプリンター”において、次のように説明されている。3 Dプリンター造形技術（付加製造技術）は、材料を付着することによって、物体を、三次元形状の数値表現から、作成するプロセスを指す。多くの場合、層の上に層を積むことによって、実現される。3 Dプリンターの表現が、紙に出力される二次元の対比から、使用されている。A S T M F 2 7 9 2－1 2 a（Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies）においては、付加製造技術（Additive manufacturing）の用語が用いられている。

[0004] 付加製造技術（3 Dプリンター造形技術）を用いた熱可塑性樹脂積層製品は、作りたい形状を自由に造形できる特徴から、個人が使用する迄、普及している。しかしながら、前記製品は樹脂自体の力学的特性が低かった。この

為、付加製造技術による製品は、これまでは、玩具程度のものが殆どであった。

[0005] 例えば、M a r k F o r g e d社からは、C F R P用の3 Dプリンターが提案されている。繊維を含む材料形態になることで、従来の自由造形と言う概念から自由繊維配向と言う考え方への拡がりをみせた。この為、前記航空宇宙産業や自動車産業にあっても、付加製造技術によって、C F R P製品の開発が試みられている。機械部品産業にあっても、付加製造技術によって、C F R P製品の開発が試みられている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2 0 1 6－7 8 2 0 5

特許文献2：特開2 0 1 6－1 7 2 3 1 7

特許文献3：特許第6 3 8 8 2 3 8号

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来の付加製造技術は短時間で効率良く成形品を提供できなかった。

[0008] 本発明が解決しようとする課題は、短時間で、効率良く、機械的特性に優れた繊維強化樹脂物を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、

繊維強化樹脂物の製造方法であって、

繊維と樹脂とが用いられて3 Dプリンターにより造形が行われる3 Dプリンティング工程と、

前記3 Dプリンティング工程による3 Dプリント造形物を加圧する加圧工程

とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記3 Dプリント造形物の樹脂が軟化している温度で行

われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱は、前記３Ｄプリント造形物を加熱する加熱装置と前記３Ｄプリント造形物とが非接触で行われる方法を提案する。

[0010] 本発明は、

繊維強化樹脂物の製造方法であって、

繊維と樹脂とが用いられて３Ｄプリンターにより造形が行われる３Ｄプリンティング工程と、

前記３Ｄプリンティング工程による３Ｄプリント造形物を加圧する加圧工程

とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱は誘導加熱による方法を提案する。

[0011] 本発明は、

繊維強化樹脂物の製造方法であって、

繊維と樹脂とが用いられて３Ｄプリンターにより造形が行われる３Ｄプリンティング工程と、

前記３Ｄプリンティング工程による３Ｄプリント造形物を加圧する加圧工程

とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱は赤外線照射による方法を提案する。

[0012] 本発明は、

繊維強化樹脂物の製造方法であって、

繊維と樹脂とが用いられて３Ｄプリンターにより造形が行われる３Ｄプリンティング工程と、

前記３Ｄプリンティング工程による３Ｄプリント造形物を加圧する加圧工程

とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱はレーザー照射による方法を提案する。

[0013] 本発明は、

繊維強化樹脂物の製造方法であって、

繊維と樹脂とが用いられて３Ｄプリンターにより造形が行われる３Ｄプリンティング工程と、

前記３Ｄプリンティング工程による３Ｄプリント造形物を加圧する加圧工程

とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱はマイクロ波照射による方法を提案する。

[0014] 本発明は、上記方法であって、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温度は（前記樹脂の軟化温度－１００℃）～（前記樹脂の軟化温度＋３００℃）である方法を提案する。

[0015] 本発明は、上記方法であって、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温度は９０～５００℃である方法を提案する。

[0016] 本発明は、上記方法であって、前記加熱が誘導加熱による場合、前記繊維は導電性繊維である方法を提案する。

[0017] 本発明は、上記方法であって、前記加熱が赤外線照射による場合の３Ｄプ

プリント造形物は、厚さが1.5 cm以下の平板状物であり、かつ、 $1 \leq \{ (\text{厚さが最も厚い個所の厚さ}) / (\text{厚さが最も薄い個所の厚さ}) \} \leq 2$ である方法を提案する。

[0018] 本発明は、上記方法であって、前記加熱がレーザー照射による場合の3Dプリント造形物は、最大厚さが1.5 cm以上の部分を有する立体形状物であり、かつ、 $2 \leq \{ (\text{厚さが最も厚い個所の厚さ}) / (\text{厚さが最も薄い個所の厚さ}) \}$ である方法を提案する。

[0019] 本発明は、上記方法であって、前記加熱がマイクロ波照射による場合の3Dプリント造形物は、突起部を有する立体形状物である方法を提案する。

[0020] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂が熱可塑性樹脂である方法を提案する。

[0021] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂が熱硬化性樹脂である方法を提案する。

[0022] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂は熱可塑性樹脂および熱硬化性樹脂の群の中から選ばれる一種または二種以上である方法を提案する。

[0023] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂は、例えばポリアミド樹脂、飽和ポリエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、ポリエーテルサルフォン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエーテルニトリル樹脂、フェノキシ樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリケトン樹脂、ウレタン樹脂、フッ素系樹脂、ポリベンゾイミダゾール樹脂、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、フェノール樹脂、マレイミド樹脂、シアネート樹脂、ビスマレイミド樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、キシレン樹脂、及びジシクロペンタジエン樹脂の群の中から選ばれる一種または二種以上である方法を提案する。

[0024] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂が、例えばシアネート樹脂および

ビスマレイミド樹脂の群の中から選ばれる一種または二種以上である方法を提案する。

[0025] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂は、例えばポリアミド樹脂の群の中から選ばれる一種または二種以上である方法を提案する。

[0026] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂は、例えばポリアミド樹脂であって、ジアミン由来の構成単位と、ジカルボン酸由来の構成単位とを含み、ジアミン由来の構成単位の50モル%以上がキシリレンジアミンに由来するものである方法を提案する。

[0027] 本発明は、上記方法であって、前記繊維が、好ましくは、強化繊維である方法を提案する。

[0028] 本発明は、上記方法であって、前記繊維が、好ましくは、導電性繊維である方法を提案する。

[0029] 本発明は、上記方法であって、前記繊維が、好ましくは、炭素繊維である方法を提案する。

[0030] 本発明は、上記方法であって、繊維長が3cm以上の繊維を含む方法を提案する。

[0031] 本発明は、上記方法であって、前記加圧に、好ましくは、サーボプレス装置が用いられ方法を提案する。

[0032] 本発明は、上記方法であって、前記加圧に、好ましくは、成形型が用いられる方法を提案する。

[0033] 本発明は、上記方法であって、前記加熱が、好ましくは、前記加圧の前に行われる方法を提案する。

[0034] 本発明は、上記方法であって、前記3Dプリント造形物の少なくとも一部が成形型内に配置された状態で加熱が行われる方法を提案する。

[0035] 本発明は、上記方法であって、前記3Dプリンターによる前記3Dプリント造形物が成形型のキャビティ内に位置して前記3Dプリント造形物および前記成形型と加熱装置とが非接触で前記3Dプリント造形物の樹脂が軟化する温度に加熱された3Dプリント造形物が前記キャビティ内で加圧される方

法を提案する。

[0036] 本発明は、上記方法であって、好ましくは、前記加圧工程は0.01 MPa以上の条件下で行われる方法を提案する。

[0037] 本発明は、上記方法であって、好ましくは、前記加圧工程は0.1 MPa以上の条件下で行われる方法を提案する。

[0038] 本発明は、上記方法であって、前記3Dプリンティング工程は、繊維強化プラスチック製品が二つ以上の部分に分割された場合に対応する各々の部分が、別々に、成形される工程を具備し、前記加圧工程は、前記別々の工程で成形された各々の部分が一つに組み合わされて加圧される工程を具備する方法を提案する。前記繊維強化プラスチック製品（製品A）は、その内容（及び／又は形状）によっては、一度（1回：一つ）の3Dプリンティング工程によつての成形が困難な場合が考えられる。例えば、或る製品Aは、部分A1、部分A2、…、部分An（nは2以上の整数）の合体（組み合わせ）になる場合が考えられる。前記部分Ak（k=1～n）は、一度の3Dプリンティング工程によつて、簡単に成形できる場合が考えられる。このようなケースは、当然、考えられる。例えば、前記部分A1に存在する繊維と、前記部分Ak（k=2～n）に存在する繊維とが異なる繊維の場合などは、該当する。樹脂が変更になる場合も、該当する。或いは、前記製品Aの形状が複雑すぎて、一度の3Dプリンティング工程では成形できない（でき難い）場合も、該当する。要するに、完成品が幾つかの部分の合体になる場合は前記方法が有効である。すなわち、部分A1が、3Dプリンティング工程A1によつて、成形される。部分A2が、3Dプリンティング工程A2によつて、成形される。同様に、部分Anが、3Dプリンティング工程Anによつて、成形される。前記3Dプリンティング工程A1、A2、…、Anによつて成形された部分A1、A2、…、Anが、前記製品Aとなるように組み合わされる。例えば、部分A1、A2、…、Anが所定の成形型に配置され、前記製品Aの形となるように組み合わされる。この組み合わされた状態において、加圧が行われる。この加圧によつて、一体化がなされる。

[0039] 本発明は、上記方法であって、場合によっては、前記３Ｄプリンティング工程で得られた製品が、前記加圧工程の前において、予備成形される予備成形工程を更に具備する方法を提案する。

[0040] 本発明は、上記方法であって、好ましくは、前記３Ｄプリンティング工程は、前記３Ｄプリンティング工程で得られた製品中の繊維が樹脂中に分散しているように行われる方法を提案する。

[0041] 本発明は、上記方法であって、前記樹脂および繊維が用いられて３Ｄプリンターにより造形された３Ｄプリント造形物と、キャビティを有する成形型とを用意する準備工程を具備する方法を提案する。

[0042] 本発明は、上記方法であって、試験片（長さ：１００ｍｍ。幅：１５ｍｍ。厚さ：２ｍｍ）の曲げ強度が１０００ＭＰａ以上で、曲げ弾性率が８０ＧＰａ以上の繊維強化樹脂物を製造する方法を提案する。

[0043] 本発明は、上記方法によって成形された成形物を提案する。

発明の効果

[0044] 本発明によれば、機械的特性が向上した繊維強化樹脂物が、効率良く、短時間で得られた。例えば、長さが１００ｍｍ、幅が１５ｍｍ、厚さが２ｍｍの試験片の曲げ強度が１０００ＭＰａ以上で、曲げ弾性率が８０ＧＰａ以上の繊維強化樹脂物が、効率良く、短時間で得られた。

[0045] 本発明は簡単に実施できる。

図面の簡単な説明

[0046] [図１]実施例１における説明図

[図２]実施例２における説明図

[図３]実施例３における説明図

[図４]実施例４における説明図

[図５]加圧後の３Ｄプリント造形物に内在する空隙内容を示すＸ線ＣＴ写真（照射面から見た断面）

[図６]加圧後の３Ｄプリント造形物に内在する空隙内容を示すＸ線ＣＴ写真（照射面に対して垂直断面）

[図7]加圧後の３Ｄプリント造形物に内在する空隙内容を示すＸ線ＣＴ写真（照射面から見た断面）

[図8]加圧後の３Ｄプリント造形物に内在する空隙内容を示すＸ線ＣＴ写真（照射面に対して垂直断面）

発明を実施するための形態

[0047] 本発明の実施形態が説明される。

[0048] 本発明は繊維強化樹脂物の製造方法である。前記繊維強化樹脂物は繊維強化樹脂（プラスチック）製品とも謂われる。前記繊維強化樹脂物は、少なくとも、繊維および樹脂を有する。前記方法は３Ｄプリンティング工程を具備する。前記３Ｄプリンティング工程は３Ｄプリンターによる造形が行われる工程である。前記３Ｄプリンティング工程では、材料として、少なくとも、繊維および樹脂が用いられる。前記３Ｄプリンティング工程としては、次のような工程が挙げられる。例えば、繊維と樹脂とが用いられ、ノズルを具備する付加製造装置（３Ｄプリンター）によって成形される工程が挙げられる。例えば、繊維と樹脂とが用いられ、熱溶解積層法を用いた付加製造装置（３Ｄプリンター）によって成形される工程が挙げられる。例えば、積層体の上面に又は該積層体上に貼り合わされるシート面に３次元モデルの所定断面における積層体領域データに基づいて未凝固の凝固剤を塗布印刷する塗布印刷工程と前記未凝固の凝固剤が塗布印刷されたシートと積層体とを保温状態において重ね合わせ貼着する貼着工程とを具備せず、又は表面に凝固剤が選択的に塗布されたシートを積層して該凝固剤により前記シート間を選択的に接着する接着工程を具備しない付加製造技術が用いられ、かつ、繊維と樹脂とが用いられて成形される工程が挙げられる。例えば、凝固剤を塗布したシートを積層・接着する工程を具備しない付加製造技術が用いられ、かつ、繊維と樹脂とが用いられて成形される工程が挙げられる。勿論、これ等に限られない。

[0049] 前記３Ｄプリンティング工程では、樹脂（プラスチック）と繊維とが用いられる。前記工程では、樹脂（マトリックスとなる樹脂）と、繊維とが、別

々のノズルから、供給（排出）されても良い。各々の材料が同時に供給（排出）されても良い。時間差を持って供給（排出）されても良い。繊維強化プラスチック材料（樹脂中に繊維が分散した材料）が、一つのノズルから、供給（排出）されても良い。前記工程によって、所望形状の繊維強化プラスチック製品（3Dプリント造形物）が得られた。前記繊維強化プラスチック製品Aと略同形状の物が、一つ（1回）の前記3Dプリンティング工程によって、成形される場合がある。前記製品Aは、部分A1、…、部分Ak（kはn以下の整数）、…、部分An（nは2以上の整数）の合体になる場合がある。このような場合は、前記部分A1は、一つ（1回）の3Dプリンティング工程A1によって、成形される。同様に、前記部分Akは、一つ（1回）の3Dプリンティング工程Akによって、成形される。前記部分Anは、一つ（1回）の3Dプリンティング工程Anによって、成形される。前記3Dプリンティング工程A1、…、Ak、…、Anによって成形された部分A1、…、Ak、…、Anを組み合わせた場合、この組み合わせたものが前記製品Aと同形状になる。すなわち、前記3Dプリンティング工程は、一つ（1回）で済む場合と、二つ以上（2回以上）を要する場合とがある。どちらが採用されるかは、前記製品Aの内容によって、決定される。前記3Dプリンティング工程で得られた製品が、場合によっては、前記加圧工程の前において、予備成形される。前記予備成形によって、最終製品に近い形状の製品が得られる。勿論、予備成形が不要な場合もある。ここで、予備成形とは、前記3Dプリンティング工程と前記加圧工程との間に行われる成形である。前記工程で得られた製品（繊維強化プラスチック製品）は、好ましくは、前記製品中の繊維が、プラスチック（マトリックス樹脂）中に、分散している。好ましくは、繊維がプラスチック（樹脂）中に分散しているように3Dプリンティング工程が行われた。前記3Dプリンティング工程は公知の条件下で行われても良い。或いは、格別な条件が採用されても良い。

[0050] 前記方法は加圧工程を具備する。前記加圧工程は3Dプリント造形物を加圧する工程である。前記3Dプリント造形物は前記3Dプリンティング工程

により得られた物である。前記加圧工程は、前記3Dプリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる。前記樹脂が軟化している温度への加熱は、例えば、前記3Dプリント造形物を加熱する加熱装置（加熱源）と前記3Dプリント造形物とが非接触で行われる。前記加熱の加熱時間は、好ましくは0.1秒以上であった。更に好ましくは1秒以上であった。好ましくは10分以内であった。更に好ましくは5分以内であった。前記加熱は、好ましくは、例えば誘導加熱による。前記加熱は、好ましくは、例えば赤外線照射による。前記加熱は、好ましくは、例えばレーザー照射による。前記加熱は、好ましくは、例えばマイクロ波照射による。前記3Dプリント造形物の加熱が前記加熱方式に拠った場合、金型を加熱して内部に装填された前記3Dプリント造形物が加熱された場合よりも、曲げ強度や曲げ弾性率などの機械的特性が良かった。前記3Dプリント造形物の樹脂が軟化している温度は、好ましくは、（前記樹脂の軟化温度−100℃）～（前記樹脂の軟化温度+300℃）であった。更に好ましくは（前記樹脂の軟化温度−50℃）以上であった。更に好ましくは（前記樹脂の軟化温度+250℃）以下であった。もっと好ましくは前記樹脂の軟化温度以上であった。例えば、90℃以上であった。例えば、500℃以下であった。更には、450℃以下であった。もっと更には400℃以下であった。前記軟化温度は、融点、ガラス転移点、軟化点の中の何れの概念（言葉）であっても良い。何れの概念（言葉）が用いられるかは、その樹脂に応じて、適宜、選択される。融点が存在する場合は、軟化温度は融点である。融点、ガラス転移点、及び軟化点の何れもが存在する場合、それ等の中で最も高い温度のものが採用されるのが好ましい。例えば、融点（ M_p ）とガラス転移点（ T_g ）とが存在している場合、仮に、 $T_g = 140^\circ\text{C}$ 、 $M_p = 340^\circ\text{C}$ である場合、融点が軟化温度である。前記加圧時における温度は前述の通りである。加圧装置（金型）内に前記3Dプリント造形物が配置される前の段階で前記3Dプリント造形物が加熱されていても良い。加圧装置（金型）内に前記3Dプリント造形物が配置された後の段階で前記3Dプリント造形物が加熱されても良い。加圧装置（金型

）内に前記 3 D プリント造形物が配置される段階（配置途中段階：前記 3 D プリント造形物の一部が金型内に配置された状態）で前記 3 D プリント造形物が加熱されていても良い。前記温度以上の温度に加熱される事が有っても、自然放冷によって加圧時の温度が前記温度になっておれば良い。前記加圧装置（金型）自体は加熱されなくても良いが、加熱されていても良い。前記加圧装置（金型）の温度が低い場合、前記加圧装置（金型）内に前記 3 D プリント造形物が配置されると、前記 3 D プリント造形物が前記温度より低くなる場合も起きる。この事を鑑みると、前記加圧装置、特に、前記 3 D プリント造形物が配置される金型が加熱されている事は好ましい。

[0051] 前記加熱は、好ましくは、誘導加熱方式が採用される。誘導加熱に用いられる装置は、好ましくは電磁誘導加熱装置であった。特に、高周波誘導加熱装置であった。誘導加熱に用いられる周波数は、好ましくは 1 k H z 以上であった。更に好ましくは 1 0 k H z 以上であった。好ましくは 1 0 M H z 以下であった。更に好ましくは 4 0 0 k H z 以下であった。電磁誘導加熱装置（高周波誘導加熱装置）が用いられた場合には、加圧後の 3 D プリント造形物に内在する空隙を低減する特長が奏された。図 5 及び図 6 は、誘導加熱によって予め加熱された 3 D プリント造形物が金型内に入れられて加圧された場合に、前記加圧成形物に内在する空隙内容が示される X 線 C T 写真である。図 7 及び図 8 は、金型を加熱することで金型内に配置された 3 D プリント造形物が加熱・加圧された場合に、前記加圧成形物に内在する空隙内容が示される X 線 C T 写真である。図 5, 6 の X 線 C T 写真と図 7, 8 の X 線 C T 写真との対比から、加熱に誘導加熱方式が採用された場合、前記加圧成形物に内在する空隙が少ない事を理解できる。この特徴は予想も出来ない特徴であろう。前記空隙が少ない分、前記 3 D プリント造形物（繊維強化樹脂物）は機械的強度が高い。前記誘導加熱方式が採用された場合、3 D プリント造形物は内部から加熱される。前記 3 D プリント造形物の軟化が効率的である。軟化が短時間で進行する。例えば、表面から加熱する方式、例えば赤外線照射加熱方式に比べると、軟化に要する時間が 1 / 5 以下であった。前記誘

導加熱方式が採用された場合、前記繊維は導電性繊維でなければならない。導電性繊維としては、例えば金属繊維、炭素繊維、或いは導電性ポリマーがある。最も好ましくは炭素繊維であった。前記3Dプリント造形物は厚さが0.1cm以上のものが好ましかった。更に好ましくは0.3cm以上のものであった。すなわち、誘導加熱方式に拠る場合、例えば赤外線加熱方式に拠る場合よりも、前記3Dプリント造形物の厚さが厚くても温度ムラが起き難かった。従って、誘導加熱方式は前記3Dプリント造形物の厚さが厚い物に適していた。上限値に格別な制約は無い。前記3Dプリント造形物が大型（平面積が大）な場合、誘導加熱による加熱は効果的に行われ難かった。製品が小型な場合に適していた。従って、前記誘導加熱方式が採用される場合、前記3Dプリント造形物は長手方向の一辺の長さが20cm以下のものが好ましかった。更に好ましくは10cm以下のものであった。

[0052] 前記加熱は、好ましくは、赤外線照射方式が採用される。赤外線は、例えば、短波長、中波長、近赤外、遠赤外と言った波長領域が挙げられる。例えば、前記3Dプリント造形物が比較的大面積である場合は、赤外線照射方式の採用は前記誘導加熱方式の採用よりも好ましかった。例えば、前記3Dプリント造形物は長手方向の一辺の長さが5cm以上のものが好ましかった。更に好ましくは10cm以上のものであった。前記3Dプリント造形物が次の要件A, B, Cを満たす場合は、赤外線照射加熱方式の採用が好ましかった。

要件A：前記3Dプリント造形物は平板状物

要件B：厚さが1.5cm以下

要件C： $1 \leq \{ (\text{厚さが最も厚い個所の厚さ}) / (\text{厚さが最も薄い個所の厚さ}) \} \leq 2$

赤外線照射方式に拠る場合、照射面と厚みの比率が20～500（単位はmm）の場合、加熱時における温度ムラが少なかった。

赤外線照射方式が採用された場合は、前記繊維が導電性繊維でなければならない要件は不要である。強化用途に用いられる繊維ならば如何なる繊維で

も良い。前記繊維の選択の自由度が高い。

[0053] 前記加熱は、好ましくは、レーザー照射方式が採用される。例えば、前記 3D プリント造形物が次の要件 D, E, F を満たす場合は、レーザー照射方式の採用が好ましかった。

要件 D : 前記 3D プリント造形物は立体形状物

要件 E : 前記立体形状物は最大厚さが 1.5 cm 以上の部分を有する

要件 F : $2 \leq \{ (\text{厚さが最も厚い個所の厚さ}) / (\text{厚さが最も薄い個所の厚さ}) \}$

前記立体形状物の一例として、断面が略 L 字形状物、略 H 字形状物、或いは略 T 字形状物、又は略凸形状物が挙げられる。勿論、前記形状が一部に存在する物であっても良い。前記「厚さが最も厚い個所の厚さ」は、前記断面略 L 字形状の場合には、垂直方向部分 (|) の長さである。前記「厚さが最も薄い個所の厚さ」は、前記断面略 L 字形状の場合には、水平方向部分 (—) の厚さである。前記の如きの形状物の場合、レーザー照射方式の採用は前記赤外線照射方式の採用よりも好ましかった。

照射面の厚みの最大値と最小値との比が 5 ~ 40 の場合、及び / 又は、照射面と最大厚みとの比が 5 ~ 40 (単位は mm) の場合、レーザー照射装置の採用が好ましかった。

レーザー照射方式が採用された場合は、前記繊維が導電性繊維でなければならない要件は不要である。強化用途に用いられる繊維ならば如何なる繊維でも良い。前記繊維の選択の自由度が高い。

[0054] 前記加熱は、好ましくは、マイクロ波照射方式が採用される。例えば、前記 3D プリント造形物が次の要件 G, H を満たす場合は、マイクロ波照射方式の採用が好ましかった。

要件 G : 前記 3D プリント造形物は立体形状物

要件 H : 前記立体形状物は突起部 (例えば、鋭角状の突起部 (例えば、端縁に鋭角状の突起部)) を有する

鋭角状突起部を有する立体形状物としては、例えば歯車形状物が挙げられ

る。前記鋭角状突起部は、図4からも判る通り、鋭角状突起部の先端部が欠けた形状の場合も含まれる。

マイクロ波照射方式が採用された場合は、前記繊維が導電性繊維でなければならない要件は不要である。強化用途に用いられる繊維ならば如何なる繊維でも良い。前記繊維の選択の自由度が高い。

[0055] 前記3Dプリント造形物の形状と加熱方法との関係が下記の表－1に示される。

表－1

		被加熱物の特徴			
		導電繊維を有する	厚み1.5 cm以下 $1 \leq T/t^* \leq 2$	厚み1.5cm以上 $2 \leq T/t^*$	端縁に鋭角状突起部を有する立体形状物
加熱方法	誘導加熱	◎	○	○	○
	赤外線加熱	○	◎	○	△
	レーザー加熱	○	△	◎	△
	マイクロ波加熱	○	△	△	◎

※T:厚さが最も厚い個所の厚さ
t:厚さが最も薄い個所の厚さ

[0056] 前記加圧工程は、前記3Dプリンティング工程で得られた製品（予備成形工程を有する場合は、予備成形された製品）が加圧される工程である。例えば、前記3Dプリンティング工程で得られた製品（予備成形工程を有する場合は、予備成形された製品）が所定形状の型（例えば、成形型（金型））内に入れられて加圧される工程である。前記加圧工程時における前記製品（3Dプリント造形物）の温度は前記の通りである。本工程時に加熱されても、本工程の前に加熱されていても良い。但し、加圧時に加熱を行う事は、現実的には、熱損失が大きい。従って、好ましくは、加圧前に加熱されている。前記加圧工程は、好ましくは、0.01MPa以上の条件（圧力）下で行われた。より好ましくは0.1MPa以上であった。更に好ましくは0.5MPa以上であった。好ましくは100MPa以下であった。より好ましくは70MPa以下であった。更に好ましくは50MPa以下であった。圧力が低すぎた場合、本発明の特長が小さかった。圧力が高すぎた場合、特長の向上度が比例して大きくなるものではなかった。圧力が高すぎた場合、コスト

が高く付いた。このようなことから、上記の範囲が好ましかった。加圧時間は、好ましくは、0.5秒以上であった。より好ましくは1秒以上であった。加圧時間の上限値には格別な制約は無い。しかし、加圧時間が長すぎると、経済性が悪い。従って、加圧時間の上限値は30分程度である。

[0057] 前記加圧工程を経たことによって、前記加圧工程を経なかった場合に比べて、機械的強度（例えば、引張強度及び／又は曲げ強度）の向上が実現できた。

構成材料として、繊維強化プラスチックではなく、プラスチックのみ（非強化プラスチック）が用いられた場合、前記加圧工程がない場合と、前記加圧工程が追加された場合とで、付加製造技術製品の機械的特性に大きな差は認められなかった。

ところが、繊維強化プラスチック製品の場合には、加圧工程の有無によって、製品の機械的特性に大きな差が認められた。

本発明者は、機械的強度が向上した理由を次のように考えている。付加製造技術で得られた繊維強化プラスチック製品は、ボイド（気泡）が、内部に出来ている。前記ボイドの発生は繊維に起因したと考えられる。前記ボイドの存在によって、製品の機械的強度の向上度が低かったと考えられた。ところが、付加製造技術工程後の製品が加圧（特に、加熱・加圧）された場合、前記ボイドが減少（或いは、消滅）し、機械的強度の向上が得られたと考えられた。

[0058] 前記樹脂（プラスチック）は、3Dプリンティング工程（付加製造技術）で用いることが出来る樹脂（マトリックス樹脂）ならば、如何なる樹脂でも良い。熱可塑性樹脂が用いられる。熱硬化性樹脂が用いられる。どちらか一方が用いられるのみでも良い。併用されても良い。樹脂は、一種類であっても、二種類以上であっても良い。前記樹脂の形態はフィルム状（又はシート状）であっても良い。前記樹脂の形態は繊維（糸、又はフィラメント）状であっても良い。前記樹脂が繊維状の場合は、本発明にあっては、所謂、混繊糸（例えば、WO2016/167136A1参照）である。混繊糸の場合

、WO 2016/167136 A1に開示の技術を採用できる。前記樹脂は官能基（反応性基：極性基）を持つものが好ましい。官能基（反応性基：極性基）を持たない樹脂を用いることも出来る。

[0059] 熱可塑性樹脂には、熱可塑性樹脂のみからなる場合と、熱可塑性樹脂を主成分とする場合とがある。本発明にあっては、何れの場合でも良い。本発明（本明細書）において、熱可塑性樹脂の言葉には、特に、断らない限り、熱可塑性樹脂のみからなる場合、熱可塑性樹脂を主成分とする場合の双方が含まれる。熱可塑性樹脂が主成分とは、熱可塑性樹脂が50質量%以上の場合である。好ましくは、80質量%以上である。更に好ましくは90質量%以上である。

[0060] 熱硬化性樹脂には、熱硬化性樹脂のみからなる場合と、熱硬化性樹脂を主成分とする場合とがある。本発明にあっては、何れの場合でも良い。本発明（本明細書）において、熱硬化性樹脂の言葉には、特に、断らない限り、熱硬化性樹脂のみからなる場合、熱硬化性樹脂を主成分とする場合の双方が含まれる。熱硬化性樹脂が主成分とは、熱硬化性樹脂が50質量%以上の場合である。好ましくは、80質量%以上である。更に好ましくは90質量%以上である。

[0061] 熱硬化性樹脂としては、例えばエポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、フェノール樹脂、マレイミド樹脂、ビスマレイミド樹脂、シアネート樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、ジシクロペンタジエン樹脂などが例示される。

[0062] 熱可塑性樹脂としては、例えばポリオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、熱可塑性ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアセタール樹脂（ポリオキシメチレン樹脂）、ポリカーボネート樹脂、（メタ）アクリル樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエーテルニトリル樹脂、フェノキシ樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリケトン樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、熱可塑性ウレタン樹脂、フッ素系樹脂、熱可塑性ポリベンゾイミダゾール樹脂などが例示さ

れる。

[0063] 前記ポリオレフィン樹脂としては、例えばポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリブタジエン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、塩化ビニル樹脂、塩化ビニリデン樹脂、酢酸ビニル樹脂、ポリビニルアルコール樹脂などが例示される。

[0064] 前記ポリスチレン樹脂としては、例えばポリスチレン樹脂、アクリロニトリルースチレン樹脂（ＡＳ樹脂）、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂（ＡＢＳ樹脂）などが例示される。

[0065] 前記ポリアミド樹脂としては、例えばポリアミド６樹脂（ナイロン６）、ポリアミド１１樹脂（ナイロン１１）、ポリアミド１２樹脂（ナイロン１２）、ポリアミド４６樹脂（ナイロン４６）、ポリアミド６６樹脂（ナイロン６６）、ポリアミド６１０樹脂（ナイロン６１０）などが例示される。前記ポリアミド系樹脂の一つであるナイロン（以下「ＰＡ」と略記することがある）としては、ＰＡ６（ポリカプロアミド、ポリカプロラクタム、ポリε-カプロラクタムとも称される）、ＰＡ２６（ポリエチレンアジパミド）、ＰＡ４６（ポリテトラメチレンアジパミド）、ＰＡ６６（ポリヘキサメチレンアジパミド）、ＰＡ６９（ポリヘキサメチレンアゼパミド）、ＰＡ６１０（ポリヘキサメチレンセバカミド）、ＰＡ６１１（ポリヘキサメチレンウンデカミド）、ＰＡ６１２（ポリヘキサメチレンドデカミド）、ＰＡ１１（ポリウンデカンアミド）、ＰＡ１２（ポリドデカンアミド）、ＰＡ１２１２（ポリドデカメチレンドデカミド）、ＰＡ６Ｔ（ポリヘキサメチレンテレフタルアミド）、ＰＡ６Ｉ（ポリヘキサメチレンイソフタルアミド）、ＰＡ９１２（ポリノナメチレンドデカミド）、ＰＡ１０１２（ポリデカメチレンドデカミド）、ＰＡ９Ｔ（ポリノナメチレンテレフタラミド）、ＰＡ９Ｉ（ポリノナメチレンイソフタルアミド）、ＰＡ１０Ｔ（ポリデカメチレンテレフタラミド）、ＰＡ１０Ｉ（ポリデカメチレンイソフタルアミド）、ＰＡ１１Ｔ（ポリウンデカメチレンテレフタルアミド）、ＰＡ１１Ｉ（ポリウンデカメチレンイソフタルアミド）、ＰＡ１２Ｔ（ポリドデカメチレンテレフタラミド）

）、P A 1 2 I（ポリドデカメチレンイソフタルアミド）、ポリアミドX D 6（ポリメタキシリレンアジパミド）、ポリアミドX D 1 0（ポリキシリレンセバカミド）等が例示される。

[0066] 前記ポリエステル樹脂としては、例えばポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリエチレンナフタレート樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリトリメチレンテレフタレート樹脂、液晶ポリエステル等が例示される。

[0067] 前記（メタ）アクリル樹脂としては、例えばポリメチルメタクリレートが例示される。

[0068] 前記変性ポリフェニレンエーテル樹脂としては、例えば変性ポリフェニレンエーテル等が例示される。

[0069] 前記熱可塑性ポリイミド樹脂としては、例えば熱可塑性ポリイミド、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂などが例示される。

[0070] 前記ポリスルホン樹脂としては、例えば変性ポリスルホン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂などが例示される。

[0071] 前記ポリエーテルケトン樹脂としては、例えばポリエーテルケトン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルケトンケトン樹脂などが例示される。

[0072] 前記フッ素系樹脂としては、例えばポリテトラフルオロエチレン等などが例示される。

[0073] 繊維強化樹脂における繊維としては、無機繊維が挙げられる。有機繊維であっても良い。両者の併用であっても良い。前記繊維の繊維長は、好ましくは、3 c m以上の繊維長を有する連続繊維である。前記連続繊維の平均繊維長は特に制限はないが、成形加工性の観点から、0. 0 5～2 0 0 0 0 mの範囲のものが好ましかった。より好ましくは0. 1 m以上であった。更に好ましくは0. 5 m以上であった。もっと好ましくは1 m以上であった。更にもっと好ましくは5 m以上であった。より好ましくは1 0 0 0 0 m以下であった。更に好ましくは7 0 0 0 m以下であった。例えば、1 0 0～1 0 0 0 0 mであった。例えば、1 0 0 0～7 0 0 0 mであった。本発明における繊

維の長さは、特に述べない限り、重量平均繊維長である。前記繊維の平均繊維径は、好ましくは、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上であった。より好ましくは $4\text{ }\mu\text{m}$ 以上であった。更に好ましくは $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であった。好ましくは $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であった。より好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下であった。更に好ましくは $12\text{ }\mu\text{m}$ 以下であった。前記平均繊維径は、単糸の直径である。

[0074] 前記無機繊維の例として、例えば炭素繊維、炭化珪素繊維、アルミナ繊維、ボロン繊維、ガラス繊維、金属繊維などが挙げられる。これ等に限られない。特に好ましくは導電性の繊維であった。例えば、炭素繊維であった。

[0075] 前記炭素繊維としては、ポリアクリロニトリル（PAN）系炭素繊維、石油・石炭ピッチ系炭素繊維、レーヨン系炭素繊維、セルロース系炭素繊維、リグニン系炭素繊維、フェノール系炭素繊維、気相成長系炭素繊維などが例示される。これ等の中から一種または二種以上が適宜用いられる。用いられる炭素繊維は、好ましくは、引張弾性率が $100\text{ GPa}\sim 1000\text{ GPa}$ のものであった。炭素繊維の形態は、特に限定されない。炭素繊維の形態は、連続繊維でも、不連続繊維でもよい。連続繊維としては、例えば炭素繊維を一方向に配置したもの（一方向材）が挙げられる。不連続繊維を用いる場合としては、樹脂中に、例えば炭素繊維が特定の方向に配向するように配置された材料、面内方向にランダムに分散して配置された材料などが挙げられる。炭素繊維は、単糸状のもの、繊維束状のもの、両者の混在物でも良い。炭素繊維は、一般的に、数千～数万本のフィラメントが集合した繊維束状となっている。炭素繊維として炭素繊維束を用いる場合に、炭素繊維束をそのまま使用すると、繊維束の交絡部が局部的に厚くなり、薄肉の端面を有する炭素繊維強化樹脂加工品を得ることが困難になる場合がある。従って、炭素繊維として炭素繊維束を用いる場合は、炭素繊維束を拡幅したり、又は開繊したりして使用するのが好ましい。

[0076] 前記金属繊維の例として、例えばAl繊維、Au繊維、Ag繊維、Fe繊維、Cu繊維、ステンレス繊維などが挙げられる。

[0077] 有機繊維の例として、例えばアラミド繊維、芳香族ポリアミド繊維、セル

ロース繊維、ポリエチレン繊維、ポリ（パラフェニレンベンゾビスオキサゾール）繊維（Zylon（東洋紡社製））などが挙げられる。

[0078] 前記繊維は処理剤で処理されていても良い。前記処理剤としては集束剤が挙げられる。表面処理剤が挙げられる。例えば、特許第4894982号公報に開示の処理剤が挙げられる。前記繊維表面の処理剤と前記樹脂の官能基（反応性基：極性基）とが反応した場合、好都合である。

[0079] 前記処理剤は、例えばエポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シランカップリング剤、水不溶性ポリアミド樹脂、及び水溶性ポリアミド樹脂の群の中から選ばれる。好ましくは、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、水不溶性ポリアミド樹脂、及び水溶性ポリアミド樹脂の群の中から選ばれる。一種であっても、二種以上が用いられても良い。

[0080] 前記エポキシ樹脂としては、グリシジル化合物（例えば、エポキシアルカン、アルカンジエポキシド、ビスフェノールA－グリシジルエーテル、ビスフェノールA－グリシジルエーテルの二量体、ビスフェノールA－グリシジルエーテルの三量体、ビスフェノールA－グリシジルエーテルのオリゴマー、ビスフェノールA－グリシジルエーテルのポリマー、ビスフェノールF－グリシジルエーテル、ビスフェノールF－グリシジルエーテルの二量体、ビスフェノールF－グリシジルエーテルの三量体、ビスフェノールF－グリシジルエーテルのオリゴマー、ビスフェノールF－グリシジルエーテルのポリマー、ステアリルグリシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル、エチレンオキシドラウリルアルコールグリシジルエーテル、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル等）、グリシジルエステル化合物（例えば、安息香酸グリシジルエステル、p－トルイル酸グリシジルエステル、ステアリン酸グリシジルエステル、ラウリン酸グリシジルエステル、パルミチン酸グリシジルエステル、オレイン酸グリシジルエステル、リノール酸グリシジルエステル、リノレン酸グリシジルエステル、フタル酸ジグリシジルエステル等）、グリシジルアミン化合物（例えば、テトラグリシジルア

ミノジフェニルメタン、トリグリシジルアミノフェノール、ジグリシジルアニリン、ジグリシジルトルイジン、テトラグリシジルメタキシレンジアミン、トリグリシジルシアヌレート、トリグリシジルイソシアヌレート等）が挙げられる。

[0081] 前記ウレタン樹脂としては、例えばポリオール、油脂と多価アルコールとをウムエステル化したポリオール、及びポリイソシアネートとOH基を持つ化合物とを反応させて得られるウレタン樹脂が挙げられる。

[0082] 前記ポリイソシアネートとしては、脂肪族イソシアネート（例えば、1, 4-テトラメチレンジイソシアネート、1, 6-ヘキサメチレンジイソシアネート、2, 2, 4-トリメチルヘキサメチレンジイソシアネート、2, 8-ジイソシアネートメチルカプロエート等）、脂環族ジイソシアネート（例えば、3-イソシアネートメチルー3, 5, 5-トリメチルシクロヘキシルイソシアネート、メチルシクロヘキシルー2, 4-ジイソシアネート等）、芳香族ジイソシアネート（例えば、トルイレンジイソシアネート、ジフェニルメタンジイソシアネート、1, 5-ナフテンジイソシアネート、ジフェニルメチルメタンジイソシアネート、テトラアルキルジフェニルメタンジイソシアネート、4, 4-ジベンジルジイソシアネート、1, 3-フェニレンジイソシアネート等）、ハロゲン化ジイソシアネート（例えば、塩素化ジイソシアネート類、臭素化ジイソシアネート）が挙げられる。前記ポリイソシアネートは、一種でも、二種以上でも良い。

[0083] 前記ポリオールとしては、通常ウレタン樹脂の製造に使用されるポリオールが挙げられる。例えば、ジエチレングリコール、ブタンジオール、ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、ビスフェノールA、シクロヘキサンジメタノール、トリメチロールプロパン、グリセリン、ペンタエリスリトール、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ポリエステルポリオール、ポリカプロラクトン、ポリテトラメチレンエーテルグリコール、ポリチオエーテルポリオール、ポリアセタールポリオール、ポリブタジエンポリオール、フランジメタノール等が挙げられる。前記ポリオールは、一種

でも、二種以上でも良い。

[0084] 前記シランカップリング剤としては、例えばトリアルコキシまたはトリアリロキシシラン化合物（例えば、アミノプロピルトリエトキシシラン、フェニルアミノプロピルトリメトキシシラン、グリシジルプロピルトリエトキシシラン、メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン等）、ウレイドシラン、スルフィドシラン、ビニルシラン、イミダゾールシラン等が挙げられる。前記シランカップリング剤は、一種でも、二種以上でも良い。

[0085] 前記水不溶性ポリアミド樹脂は、25℃で1gのポリアミド樹脂を100gの水に添加した場合、99質量%以上が溶解しないものである。前記水不溶性ポリアミド樹脂が用いられる場合、水（又は有機溶媒）に、粉末状の水不溶性ポリアミド樹脂を分散（又は懸濁）させて用いることが好ましかった。このような粉末状の水不溶性ポリアミド樹脂の分散物（又は懸濁液）に混繊維束を浸漬して用い、乾燥させて混繊維糸とすることが出来る。

[0086] 水不溶性ポリアミド樹脂としては、ポリアミド6、ポリアミド66、ポリアミド610、ポリアミド11、ポリアミド12、キシリレンジアミン系ポリアミド樹脂（好ましくは、ポリキシリレンアジパミド、ポリキシリレンセバカミド）等が挙げられる。或いは、前記の共重合体が挙げられる。前記ポリアミド樹脂の粉体が、界面活性剤（例えば、ノニオン系、カチオン系、アニオン系、又はこれらの混合物）によって、乳化分散されたものでも良い。水不溶性ポリアミド樹脂（水不溶性ナイロンエマルジョン）の市販品として、例えばセボルジョンPA（住友精化製）、Michem Emulsion（Michaelman製）が挙げられる。

[0087] 前記水溶性ポリアミド樹脂は、25℃で1gのポリアミド樹脂を100gの水に添加した場合、99質量%以上が水に溶解するものである。水溶性ポリアミド樹脂としては、アクリル酸グラフト化N-メトオキシメチル化ポリアミド樹脂、アミド基を付与したN-メトオキシメチル化ポリアミド樹脂などの変性ポリアミドが挙げられる。水溶性ポリアミド樹脂の市販品として、

例えばA Qーナイロン（東レ製）、トレジン（ナガセケムテックス製）が挙げられる。

[0088] 前記処理剤の量は、好ましくは、強化繊維（例えば、炭素繊維など）の0.001～1.5質量%であった。より好ましくは、0.1～1.2質量%であった。更に好ましくは、0.5～1.1質量%であった。このような範囲とすることにより、強化繊維の分散度が向上した。

[0089] 処理剤による処理方法は、公知の方法を採用できる。例えば、処理剤溶液中に前記繊維が浸漬される。これにより、繊維表面に処理剤が付着する。繊維表面に処理剤をエアブローする手法も採用できる。既に表面処理剤（又は処理剤）で処理されている繊維が用いられても良い。表面処理剤（又は処理剤）が付着している市販の繊維を洗浄し、再度、表面処理剤（又は処理剤）を付着させるようにしても良い。

[0090] 長さ3cm以上の繊維の割合は、好ましくは、30体積%以上であった。より好ましくは40体積%以上であった。更に好ましくは45体積%以上であった。或いは、好ましくは30質量%以上であった。より好ましくは42質量%以上であった。更に好ましくは55質量%以上であった。上限値に格別な制約はない。一つの基準として、例えば60体積%が挙げられる。好ましくは、70体積%が挙げられる。或いは、好ましくは、80質量%が挙げられる。

[0091] 前記混繊糸に用いられる好ましい樹脂として熱可塑性樹脂が挙げられる。例えば、ポリオレフィン樹脂（例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン等）、ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂（例えば、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等）、ポリカーボネート樹脂、ポリオキシメチレン樹脂、ポリエーテルケトン、ポリエーテルサルホン、熱可塑性ポリエーテルイミド等が挙げられる。ポリアミド樹脂は好ましい樹脂であった。

[0092] 前記熱可塑性樹脂組成物は、エラストマー成分を含んでいても良い。エラストマー成分としては、例えばポリオレフィン系エラストマー、ジエン系エ

ラストマー、ポリスチレン系エラストマー、ポリアミド系エラストマー、ポリエステル系エラストマー、ポリウレタン系エラストマー、フッ素系エラストマー、シリコン系エラストマー等が挙げられる。好ましくはポリオレフィン系エラストマー及びポリスチレン系エラストマーである。ラジカル開始剤の存在下（又は非存在下）で、 α 、 β -不飽和カルボン酸及びその酸無水物、アクリルアミド並びにそれらの誘導体等で変性した変性エラストマーも好ましい。これらのエラストマーは、ポリアミド樹脂に対する相溶性を付与する為である。前記エラストマーが用いられる場合、エラストマー成分の配合量は、好ましくは、熱可塑性樹脂組成物の5～25質量%であった。

[0093] 本発明の目的・効果を損なわない範囲で、前記熱可塑性樹脂組成物には、各種の添加剤（例えば、酸化防止剤、熱安定剤等の安定剤、耐加水分解性改良剤、耐候安定剤、艶消剤、紫外線吸収剤、赤外線吸収材、核剤、可塑剤、分散剤、難燃剤、帯電防止剤、着色防止剤、ゲル化防止剤、着色剤、離型剤等）を加えることが出来る。詳細は、特許第4894982号公報の記載を参酌できる（本願明細書に組み込まれる）。前記熱可塑性樹脂組成物は、フィラーを含んでいても良い。但し、好ましくは、フィラーを含まない。具体的には、熱可塑性樹脂組成物中のフィラーの含有量は、好ましくは、3質量%以下であった。

[0094] 前記ポリアミド樹脂としては、ポリアミド4、ポリアミド6、ポリアミド11、ポリアミド12、ポリアミド46、ポリアミド66、ポリアミド610、ポリアミド612、ポリヘキサメチレンテレフタラミド（ポリアミド6T）、ポリヘキサメチレンイソフタラミド（ポリアミド6I）、ポリアミド66/6T、XD系ポリアミド（ポリキシリレンアジパミド、ポリキシリレンセバカミド、ポリキシリレンドデカミド等）、ポリアミド9T、ポリアミド9MT、ポリアミド6I/6T等が挙げられる。

[0095] 前記ポリアミド樹脂の中でも、成形性、耐熱性の観点から、好ましくは、ジアミン由来の構成単位とジカルボン酸由来の構成単位とを含み、ジアミン由来の構成単位の50モル%以上がキシリレンジアミンに由来するポリアミ

ド樹脂（XD系ポリアミド）であった。前記XD系ポリアミド樹脂は、好ましくは、ジアミン由来の構成単位の70モル%以上がキシリレンジアミンに由来するものであった。更に好ましくは、ジアミン由来の構成単位の90モル%以上がキシリレンジアミンに由来するものであった。前記ポリアミド樹脂が混合物である場合は、好ましくは、ポリアミド樹脂中のXD系ポリアミドの比率が50質量%以上のものであった。より好ましくは80質量%以上のものであった。

[0096] 前記XD系ポリアミドは、好ましくは、ジアミン由来の構成単位の70モル%以上（より好ましくは80モル%以上、更に好ましくは90モル%以上）がメタキシリレンジアミン及び／又はパラキシリレンジアミンに由来し、ジカルボン酸由来の構成単位の好ましくは50モル%以上（より好ましくは70モル%以上、更に好ましくは80モル%以上、特に好ましくは90モル%以上）が α ， ω －直鎖脂肪族ジカルボン酸（好ましくは、炭素原子数が4～20）に由来するものであった。

[0097] 前記XD系ポリアミドを構成するジアミンは、好ましくは、メタキシリレンジアミンを含む。より好ましくは、ジアミンの30モル%以上がメタキシリレンジアミンである。更に好ましくは、51モル%以上がメタキシリレンジアミンである。もっと好ましくは、70モル%以上がメタキシリレンジアミンである。

[0098] 前記XD系ポリアミドの原料ジアミン成分として用いることが出来るメタキシリレンジアミン及びパラキシリレンジアミン以外のジアミンとしては、脂肪族ジアミン（例えば、テトラメチレンジアミン、ペンタメチレンジアミン、2－メチルペンタンジアミン、ヘキサメチレンジアミン、ヘプタメチレンジアミン、オクタメチレンジアミン、ノナメチレンジアミン、デカメチレンジアミン、ドデカメチレンジアミン、2，2，4－トリメチル－ヘキサメチレンジアミン、2，4，4－トリメチルヘキサメチレンジアミン等）、脂環式ジアミン（例えば、1，3－ビス（アミノメチル）シクロヘキサン、1，4－ビス（アミノメチル）シクロヘキサン、1，3－ジアミノシクロヘキ

サン、1,4-ジアミノシクロヘキサン、ビス(4-アミノシクロヘキシル)メタン、2,2-ビス(4-アミノシクロヘキシル)プロパン、ビス(アミノメチル)デカリン、ビス(アミノメチル)トリシクロデカン等)、芳香環を有するジアミン(例えば、ビス(4-アミノフェニル)エーテル、パラフェニレンジアミン、ビス(アミノメチル)ナフタレン)が挙げられる。ジアミンは、1種でも、2種以上でも良い。

[0099] ジアミン成分としてキシリレンジアミン以外のジアミンが用いられる場合、好ましくは、ジアミン由来の構成単位は50モル%未満であった。より好ましくは30モル%以下であった。更に好ましくは25モル%以下であった。もっと好ましくは20モル%以下であった。好ましい下限値は1モル%であった。更に好ましい下限値は5モル%であった。

[0100] ポリアミド樹脂の原料ジカルボン酸成分は、好ましくは、 α , ω -直鎖脂肪族ジカルボン酸(好ましくは、炭素原子数4~20)であった。例えば、コハク酸、グルタル酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、アジピン酸、セバシン酸、ウンデカン二酸、ドデカン二酸などが挙げられる。前記酸は、1種でも、2種以上でも良い。前記酸の中でも、ポリアミド樹脂の融点が成形加工に適切な範囲となることから、好ましくは、アジピン酸またはセバシン酸であった。セバシン酸は特に好ましかった。

[0101] 以下、本発明が具体的に説明される。下記実施例は本発明の一実施例に過ぎない。本発明は下記実施例に限定されない。本発明の特長が大きく損なわれない変形・応用例も本発明に含まれる。

[0102] [実施例1]

樹脂(熱可塑性樹脂)としてXD10(三菱ガス化学(株)製)が用いられた。前記XD10は次のようにして得られた。反応容器(攪拌機、分縮器、全縮器、温度計、滴下ロート、窒素導入管、及びストランドダイを具備)内に、セバシン酸(伊藤製油(株)製TAグレード)10kg(49.4mol)、及び酢酸ナトリウム/次亜リン酸ナトリウム・一水和物(モル比=1/1.5)11.66gが入れられた。窒素置換が十分に行われた。この

後、少量の窒素気流下で、系内が攪拌されながら、加熱溶融（ $\sim 170^{\circ}\text{C}$ ）が行われた。混合キシリレンジアミン 6.647 kg （メタキシリレンジアミン 34.16 mol 、パラキシリレンジアミン 14.64 mol 、三菱ガス化学（株）製）が溶融したセバシン酸に攪拌下で滴下された。生成する縮合水を系外に排出しながら、 2.5 時間掛けて、 240°C まで昇温した。滴下終了後、内温を上昇させ、 250°C に達した時点で反応容器内が減圧された。更に内温を上昇させて 255°C で 20 分間、溶融重縮合反応が継続された。この後、系内が窒素で加圧された。得られた重合物がストランドダイから取り出され、ペレット化が行われた。これにより、ポリアミド樹脂XD10が得られた。前記ポリアミド樹脂XD10の融点は 213°C であった。数平均分子量は 15400 であった。前記XDが真空乾燥機で乾燥された。この乾燥XDが、単軸押出機（ 30 mm φのスクリーを有する）で、溶融押出された。Tダイ（ 500 mm 幅）による押出成形が行われた。対ロール（ステンレス製、表面は凹凸状シボ、ロール温度 70°C 、ロール圧 0.4 MPa ）によりフィルムが得られた。このフィルムは表面にシボを有していた。前記フィルムの端部がスリットされた。キャストフィルム（厚み $20\text{ }\mu\text{m}$ 、 500 mm 幅）が得られた。

[0103] 繊維として炭素繊維（三菱レイヨン（株）製、Pyrofil-TR-50S-12000-AD、 8000 dtex 、繊維数 12000 f ）が用いられた。前記炭素繊維の平均長さは 5000 m であった。

[0104] 前記炭素繊維が一方向に引き揃えられたシート状物と、前記XDフィルムとの積層物（炭素繊維割合： $45\text{ 体積}\%$ ）が、加熱（ 220°C ）・加圧（ 1 MPa ）された。フッ素樹脂コーティングのロールが、前記加熱・加圧に、用いられた。前記加熱・加圧後、 40°C のロールで冷却された。前記複合材がスリット（幅： 0.8 mm ）された。先頭側の端部が芯材に固定され、巻き取られた（ 0.1 MPa （巻取張力）、 $1\text{ m}/\text{分}$ （巻取速度）、 25°C （温度）、 50% （相対湿度））。

[0105] 前記複合材（積層材、スリット材）が用いられ、又、3Dプリンター（V

e l l e m a n 社製 K 8 2 0 0) が用いられ、付加製造技術が実施 (ノズル温度 : 2 5 0 ° C、ステージ温度 : 6 0 ° C) された。3 D プリント造形物 (環状体 (図 1 参照 外径 (直径) : 2 c m 内径 (直径) : 1 c m 厚さ : 2 m m) 環状体に含まれている繊維の長手方向 (繊維の方向) が円周方向に配向) が得られた。この 3 D プリント造形物における炭素繊維の平均長さは 2 m であった。

[0106] 前記図 1 の製品 (3 D プリント造形物) が、金型に入れられる前に、高周波電磁誘導加熱装置 (第一電通株式会社製) で高周波が 5 秒間照射された。これによって、3 0 0 ° C に加熱された。

[0107] 前記加熱後の製品 (3 D プリント造形物) が、金型 (その内形は図 1 の製品の外形に相当) 内に、入れられた。前記金型は、予め、前記熱可塑性樹脂のガラス転移温度 $T_g + 50^\circ\text{C}$ (1 2 0 ° C) に加熱されている。サーボプレス装置 (第一電通株式会社製) が用いられ、加圧 (温度 : 3 0 0 ° C、圧力 : 1 0 M P a、時間 : 1 0 秒) が行われた。加圧は前記加熱直後であったから、温度は略 3 0 0 ° C である。加圧方向 (主たる加圧方向) は、図 1 の上端面に対して垂直方向であった。この方向は、炭素繊維の長さ方向に対して、交差する方向 (垂直方向) であった。

[0108] [参考例 1]

前記実施例 1 において、加熱・加圧工程が省略された以外は、同様に行われた。

[0109] [参考例 2]

前記実施例 1 において、前記炭素繊維が用いられなかった以外は、同様に行われた。

[0110] [参考例 3]

前記実施例 1 において、前記炭素繊維が用いられず、かつ、加熱・加圧工程が省略された以外は、同様に行われた。

[0111] [参考例 4]

前記図 1 の 3 D プリント造形物が金型に入れられた。前記高周波電磁誘導

加熱装置による加熱が前記３Ｄプリント造形物に対しては行われなかった。前記金型が加熱された。前記３Ｄプリント造形物の温度は３００℃であった。この後、前記サーボプレス装置が用いられ、加圧（温度：３００℃、圧力：１０ＭＰａ、時間：１０秒）が行われた。

[0112] 上記実施例１及び参考例１，２，３，４と同様の工程を経て試験片（長さ：１００ｍｍ 幅：１５ｍｍ 厚さ：２ｍｍ）が成形された。前記試験片に含まれている繊維は繊維長手方向（繊維方向）が前記試験片の長手方向に沿っていた。前記試験片の曲げ強度や曲げ弾性率（ＪＩＳ Ｋ ７ ０ ７ ４ に準じて測定）などの機械的特性が調べられた。この結果が下記の表－２に示される。実施例１の試験片の機械的特性は参考例１，２，３，４の試験片の機械的特性に比べて優れていた。

表－２

		樹脂	炭素繊維 体積含有率(%)	加圧加熱	加熱方法	曲げ強度(MPa)	曲げ弾性率(GPa)
参考例	1	XD10	45	—	誘導加熱	553	47
	2	XD10	0	○	誘導加熱	105	2
	3	XD10	0	—	誘導加熱	117	2
	4	XD10	45	○	金型加熱	952	78
実施例	1	XD10	45	○	誘導加熱	1,037	86
	2	XD10	45	○	赤外線加熱	1,075	88
	3	XD10	45	○	レーザー加熱	1,004	81
	4	XD10	45	○	マイクロ波加熱	1,025	84
	5	シアネート樹脂	45	○	誘導加熱	1,262	98
	6	ベンゾオキサジン	45	○	誘導加熱	1,238	96
	7	フェノール	45	○	誘導加熱	1,203	93
	8	フェノール	60	○	誘導加熱	1,462	119

[0113] [実施例２]

前記実施例１に準じて行われた。３Ｄプリント造形物（環状体（図２参照）。外径（直径）：３０ｃｍ。内径（直径）：２５ｃｍ。厚さ：１ｍｍ。）が、金型に入れられる前に、赤外線ヒーター（ヘレウス株式会社製）によって、３００℃に加熱された。この後、前記サーボプレス装置が用いられ、加圧（温度：３００℃、圧力：１０ＭＰａ、時間：１０秒）が行われた。

[0114] [実施例３]

前記実施例１に準じて行われた。３Ｄプリント造形物（断面凸形状体（図

3 参照)。水平な底面板部の幅：1.5 cm。奥行方向の長さ：2 cm。厚さ：3 mm。底面板部の下面から垂直板部の上端面までの高さ：2 cm。) が得られた。前記図3の製品(3Dプリント造形物)が、金型に入れられる前に、レーザー照射モジュール(Ningbo Xinrui Laser Technology Co., Ltd. 製)によって、300℃に加熱された。この後、前記サーボプレス装置が用いられ、加圧(温度：300℃、圧力：10 MPa、時間：10秒)が行われた。

[0115] [実施例4]

前記実施例1に準じて行われた。3Dプリント造形物(歯車形状部材(図4参照)が得られた。前記図4の製品(3Dプリント造形物)が、金型に入れられる前に、マイクロ波照射装置(ミクロ電子株式会社製)が用いられて、300℃に加熱された。この後、前記サーボプレス装置が用いられ、加圧(温度：300℃、圧力：10 MPa、時間：10秒)が行われた。

[0116] [実施例5]

上記実施例では熱可塑性樹脂が用いられた例であった。前記熱可塑性樹脂の代わりにシアネート樹脂(三菱ガス化学株式会社製開発品、TA-1500、25℃で固体状の熱硬化性樹脂)が用いられて、前記の場合と同様に行われた。但し、前記加熱手段(高周波電磁誘導装置など)による加熱温度は230℃であった。熱硬化性樹脂が用いられた本例では、金型は、予め、前記熱硬化性樹脂の硬化温度(180℃)に加熱されていた。熱硬化性樹脂が用いられた本例の場合も同様な傾向が確認できた。

[0117] [実施例6]

前記熱可塑性樹脂の代わりにベンゾオキサジン樹脂(四国化成工業株式会社製、製品名P-d型ベンゾオキサジン)が用いられて、付加製造技術が実施された。その際、巻き取られている前記複合材は加熱によって巻癖が解除されながら巻き出された。それ以外は前記の場合と同様に行われた。但し、前記加熱手段(高周波電磁誘導装置など)による加熱温度は210℃であった。熱硬化性樹脂が用いられた本例では、金型は、予め、前記熱硬化性樹脂の

硬化温度（175℃）に加熱されていた。熱硬化性樹脂が用いられた本例の場合も同様な傾向が確認できた。

[0118] [実施例 7]

前記熱可塑性樹脂の代わりにフェノール樹脂（アイカ工業株式会社製、製品名BRM-416T）が用いられて、同様に行われた。但し、前記加熱手段（高周波電磁誘導装置など）による加熱温度は190℃であった。熱硬化性樹脂が用いられた本例では、金型は、予め、前記熱硬化性樹脂の硬化温度（160℃）に加熱されていた。熱硬化性樹脂が用いられた本例の場合も同様な傾向が確認できた。

[0119] [実施例 8]

前記熱可塑性樹脂の代わりにフェノール樹脂（アイカ工業株式会社製、製品名BRM-416T）が用いられて、炭素繊維の割合が60体積%であった以外は実施例7と同様に行われた。熱硬化性樹脂が用いられた本例の場合も同様な傾向が確認できた。

請求の範囲

- [請求項1] 繊維強化樹脂物の製造方法であって、
繊維と樹脂とが用いられて３Ｄプリンターにより造形が行われる３
Ｄプリンティング工程と、
前記３Ｄプリンティング工程による３Ｄプリント造形物を加圧する
加圧工程
とを具備してなり、
前記加圧工程は、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温
度で行われる工程であり、
前記樹脂が軟化している温度への加熱は、前記３Ｄプリント造形物
を加熱する加熱装置と前記３Ｄプリント造形物とが非接触で行われる
方法。
- [請求項2] 繊維強化樹脂物の製造方法であって、
繊維と樹脂とが用いられて３Ｄプリンターにより造形が行われる３
Ｄプリンティング工程と、
前記３Ｄプリンティング工程による３Ｄプリント造形物を加圧する
加圧工程
とを具備してなり、
前記加圧工程は、前記３Ｄプリント造形物の樹脂が軟化している温
度で行われる工程であり、
前記樹脂が軟化している温度への加熱は誘導加熱による
方法。
- [請求項3] 繊維強化樹脂物の製造方法であって、
繊維と樹脂とが用いられて３Ｄプリンターにより造形が行われる３
Ｄプリンティング工程と、
前記３Ｄプリンティング工程による３Ｄプリント造形物を加圧する
加圧工程
とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記 3 D プリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱は赤外線照射による方法。

[請求項4]

繊維強化樹脂物の製造方法であって、

繊維と樹脂とが用いられて 3 D プリンターにより造形が行われる 3 D プリンティング工程と、

前記 3 D プリンティング工程による 3 D プリント造形物を加圧する加圧工程

とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記 3 D プリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱はレーザー照射による方法。

[請求項5]

繊維強化樹脂物の製造方法であって、

繊維と樹脂とが用いられて 3 D プリンターにより造形が行われる 3 D プリンティング工程と、

前記 3 D プリンティング工程による 3 D プリント造形物を加圧する加圧工程

とを具備してなり、

前記加圧工程は、前記 3 D プリント造形物の樹脂が軟化している温度で行われる工程であり、

前記樹脂が軟化している温度への加熱はマイクロ波照射による方法。

[請求項6]

前記 3 D プリント造形物の樹脂が軟化している温度は（前記樹脂の軟化温度－100℃）～（前記樹脂の軟化温度＋300℃）である請求項1～請求項5いずれかの方法。

[請求項7]

前記加熱が誘導加熱による場合、前記繊維は導電性繊維である

請求項 1, 2, 6 いずれかの方法。

- [請求項8] 前記加熱が赤外線照射による場合の 3 D プリント造形物は、
厚さが 1.5 cm 以下の平板状物であり、
 $1 \leq \{ (\text{厚さが最も厚い個所の厚さ}) / (\text{厚さが最も薄い個所の厚さ}) \} \leq 2$ である

請求項 1, 3, 6 いずれかの方法。

- [請求項9] 前記加熱がレーザー照射による場合の 3 D プリント造形物は、
最大厚さが 1.5 cm 以上の部分を有する立体形状物であり、
 $2 \leq \{ (\text{厚さが最も厚い個所の厚さ}) / (\text{厚さが最も薄い個所の厚さ}) \}$ である

請求項 1, 4, 6 いずれかの方法。

- [請求項10] 前記加熱がマイクロ波照射による場合の 3 D プリント造形物は、
突起部を有する立体形状物である

請求項 1, 5, 6 いずれかの方法。

- [請求項11] 前記樹脂が熱可塑性樹脂である
請求項 1 ～請求項 10 いずれかの方法。

- [請求項12] 前記樹脂が熱硬化性樹脂である
請求項 1 ～請求項 10 いずれかの方法。

- [請求項13] 前記繊維が炭素繊維である
請求項 1 ～請求項 12 いずれかの方法。

- [請求項14] 繊維長が 3 cm 以上の繊維を含む
請求項 1 ～請求項 13 いずれかの方法。

- [請求項15] 前記 3 D プリンターによる前記 3 D プリント造形物が成型型のキャビティ内に位置して前記 3 D プリント造形物および前記成型型と加熱装置とが非接触で前記 3 D プリント造形物の樹脂が軟化する温度に加熱された 3 D プリント造形物が前記キャビティ内で加圧される
請求項 1 ～請求項 12 いずれかの方法。

- [請求項16] 前記樹脂および繊維が用いられて 3 D プリンターにより造形された

3Dプリント造形物と、キャビティを有する成形型とを用意する準備工程を具備する

請求項1～請求項15いずれかの方法。

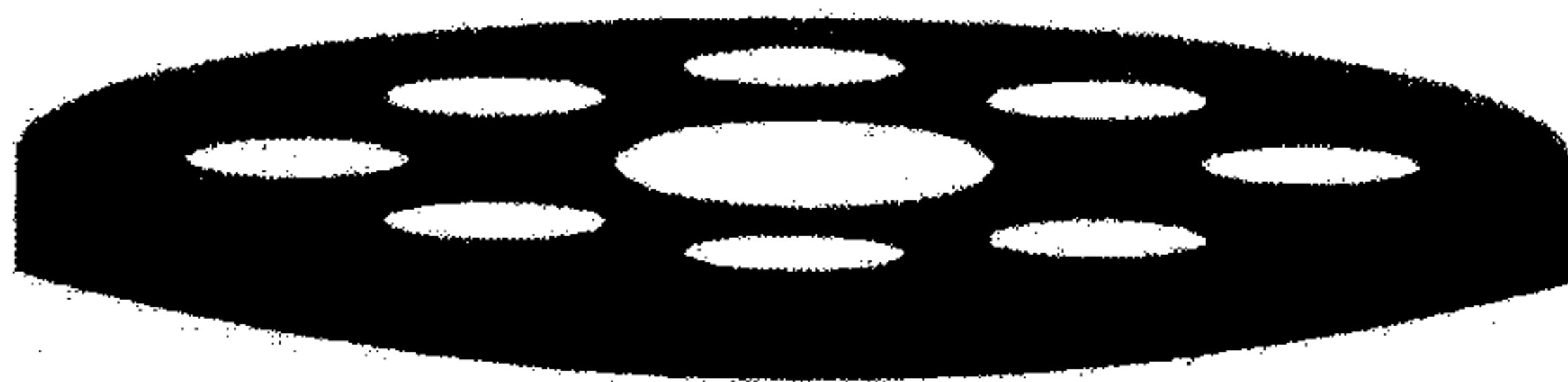
[請求項17] 試験片（長さ：100mm 幅：15mm 厚さ：2mm）の曲げ強度が1000MPa以上で、曲げ弾性率が80GPa以上の繊維強化樹脂物を製造する方法である

請求項1～請求項16いずれかの方法。

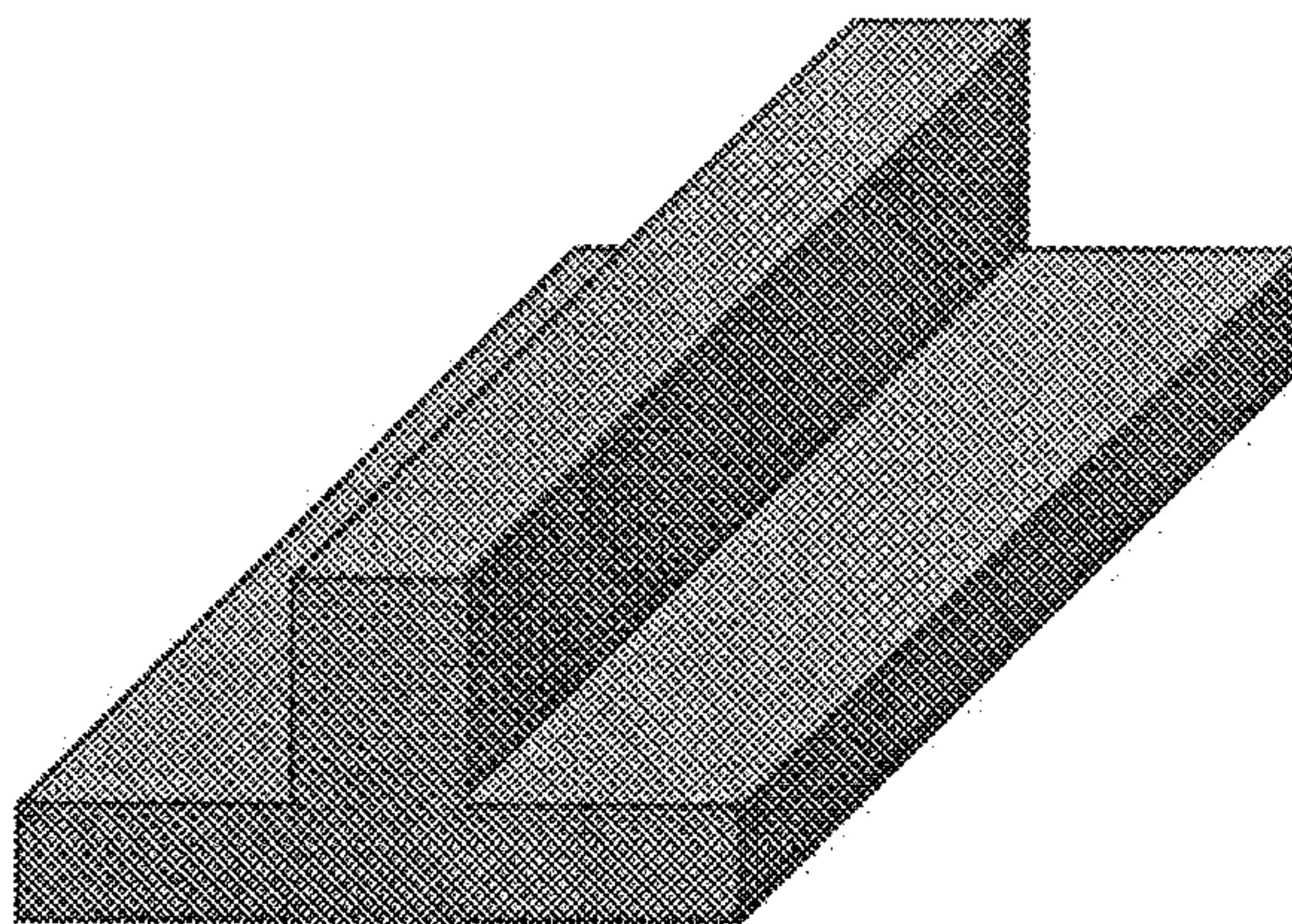
[図1]



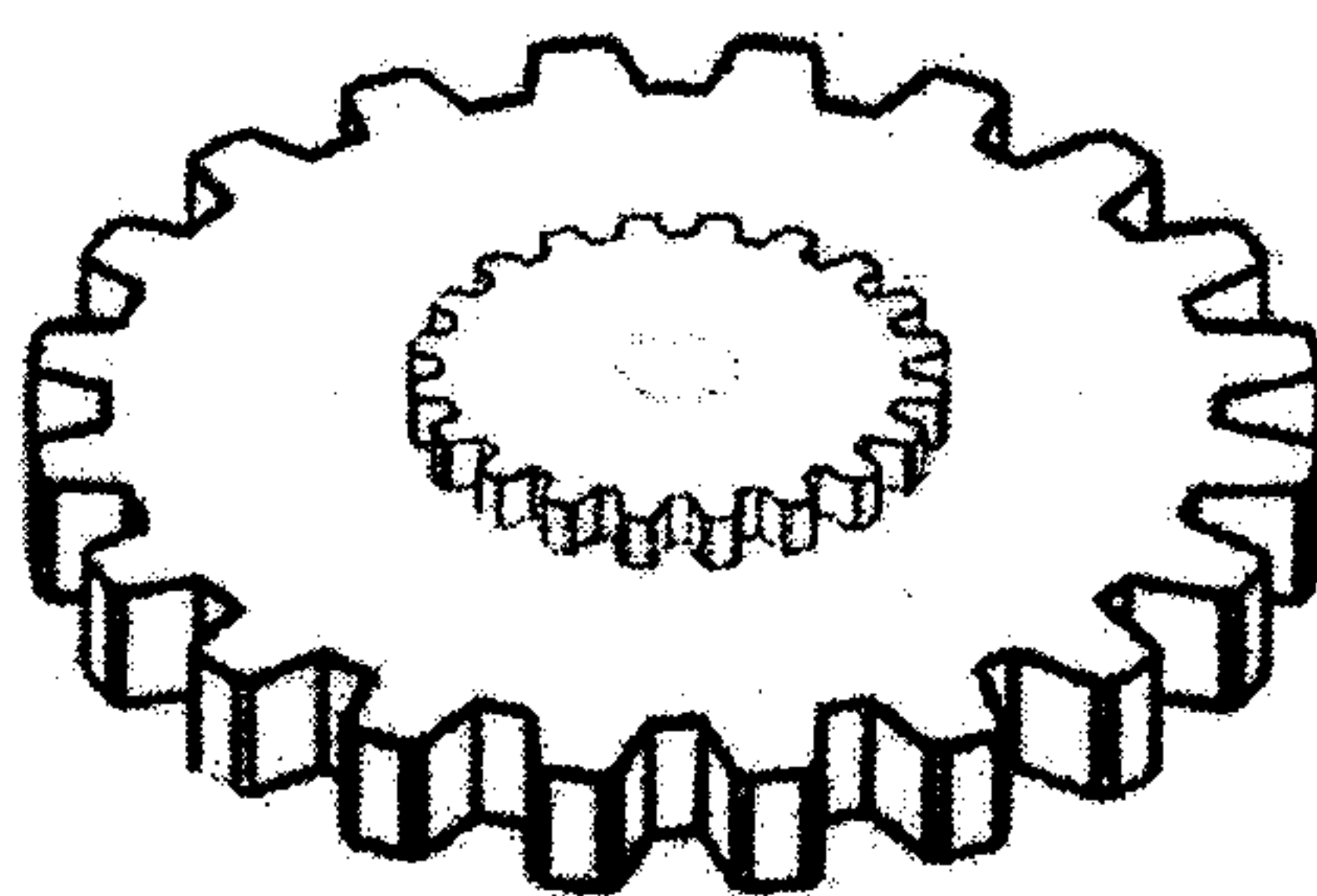
[図2]



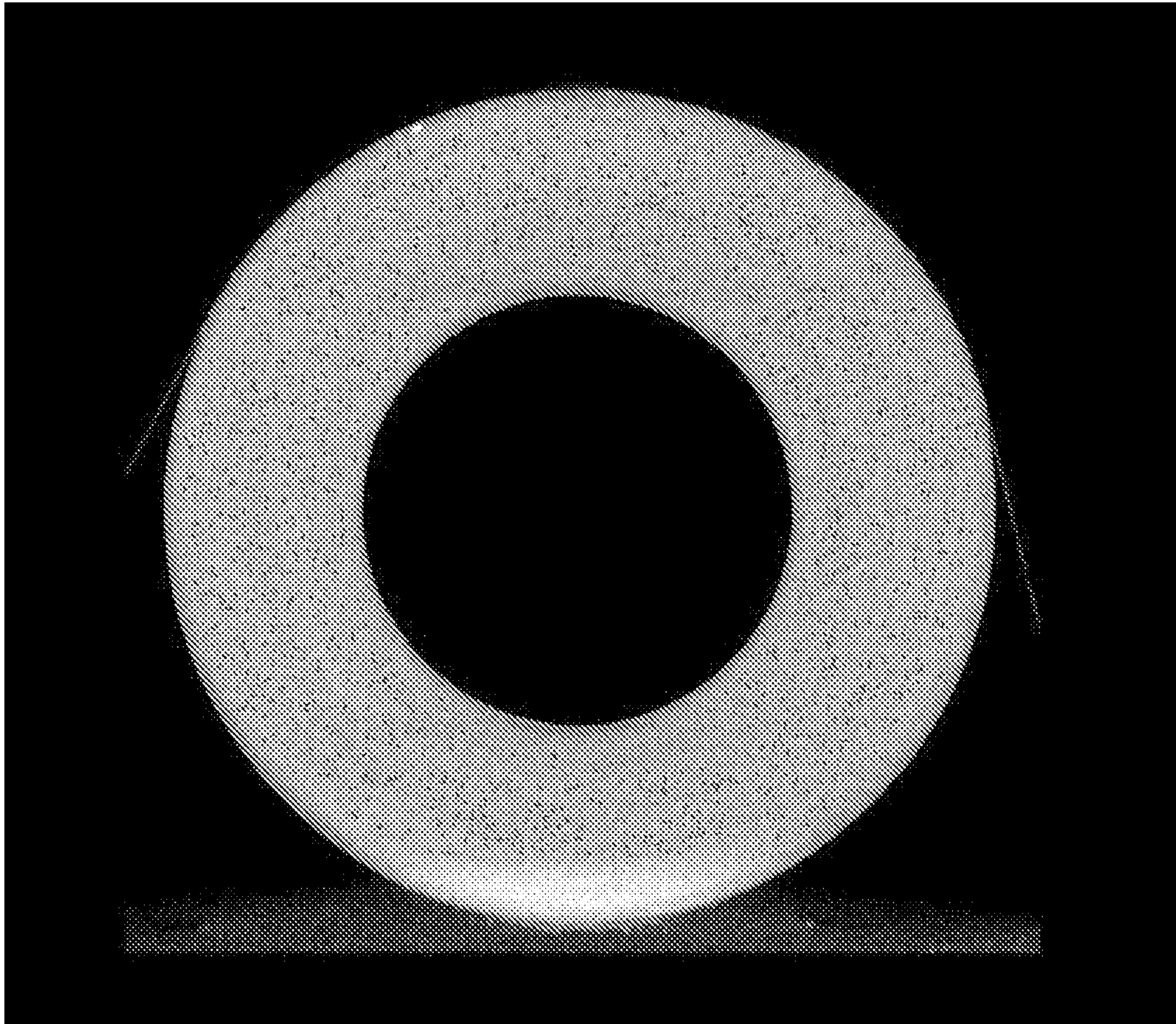
[図3]



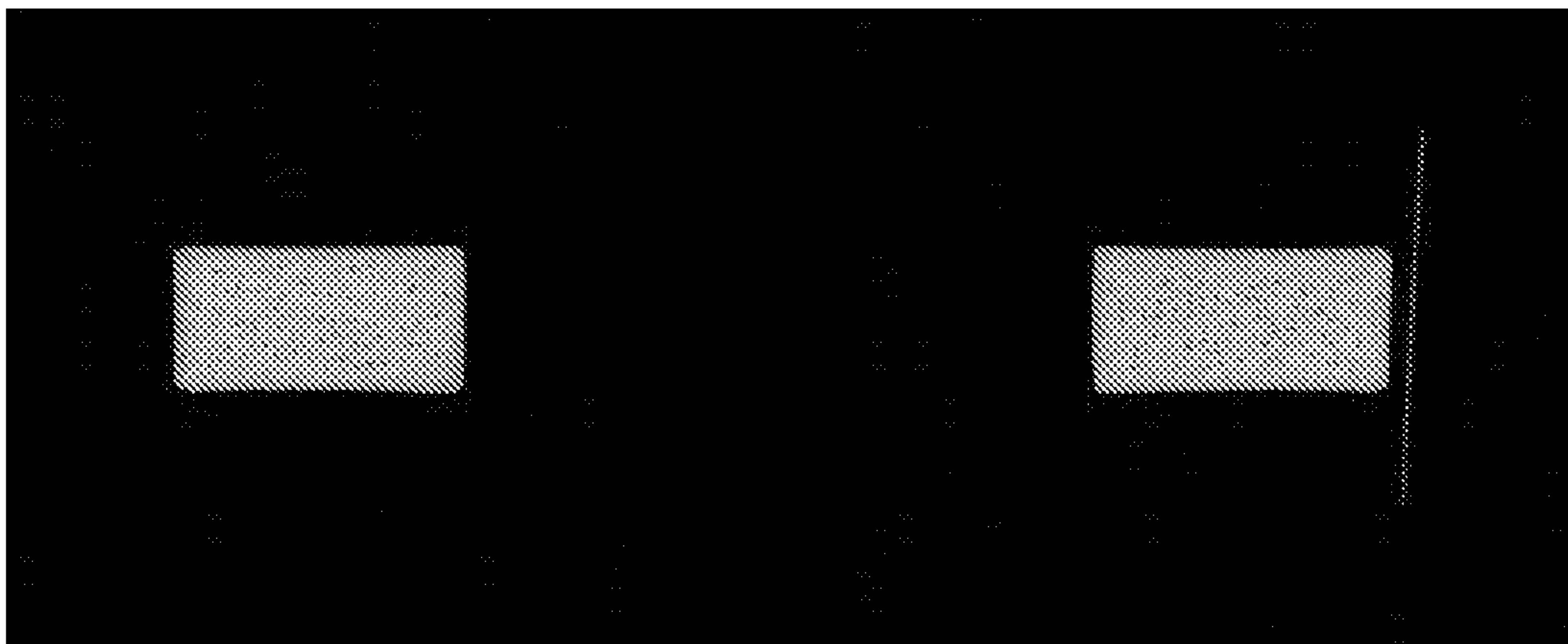
[図4]



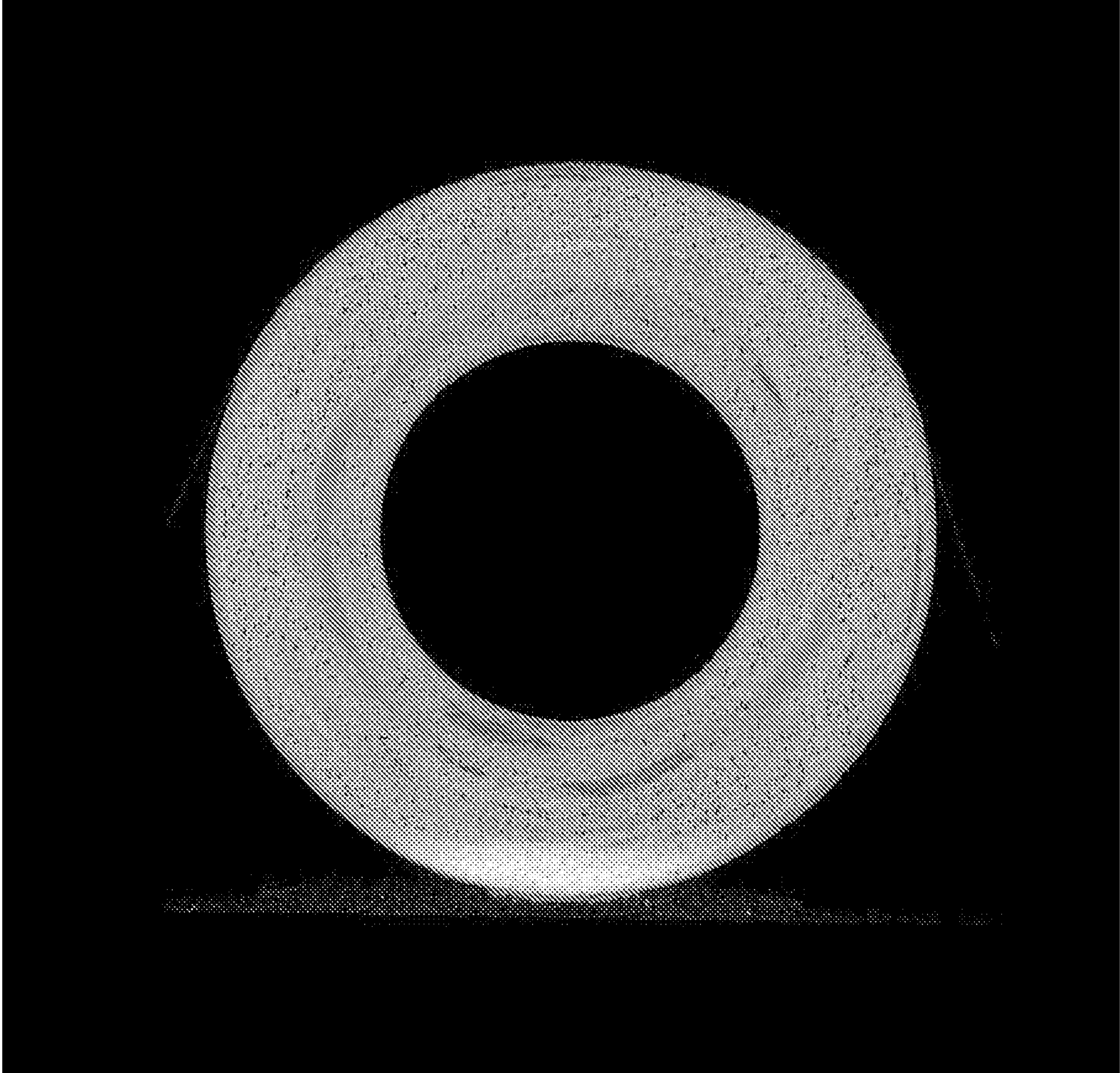
[図5]



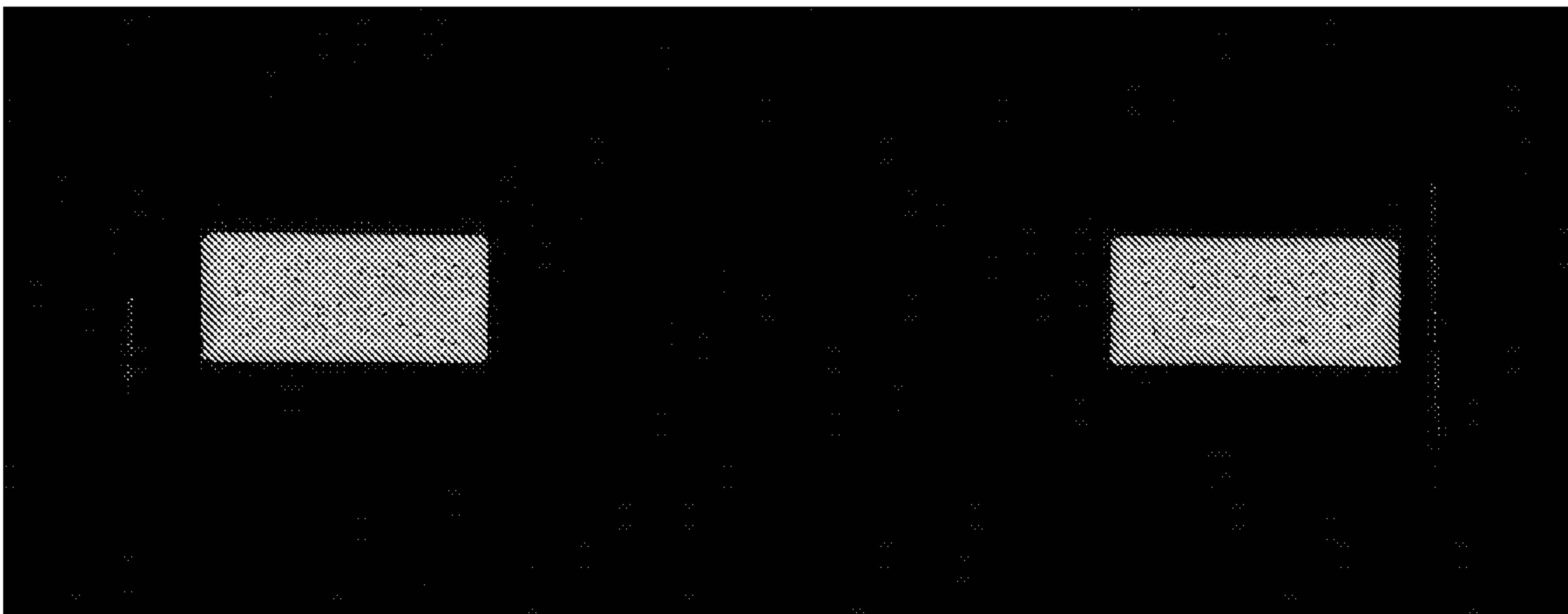
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/044734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 69/00(2006.01)i; B33Y 10/00(2015.01)i; B29C 64/30(2017.01)i
 FI: B29C64/30; B33Y10/00; B29C69/00

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)

B29C69/00; B33Y10/00; B29C64/30

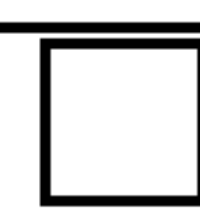
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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	CN 208697972 U (JIAXING COETEK MATERIAL CO., LTD.) 05 April 2019 (2019-04-05) paragraphs [0027]-[0032]	1-11, 13-14
A	entire text	12, 15-17
X	JP 2019-518864 A (DESKTOP METAL, INC.) 04 July 2019 (2019-07-04) paragraphs [0079]-[0094], [0122]-[0125], fig. 1	1-11, 13-14
A	entire text	12, 15-17
X	JP 2019-123241 A (MARKFORGED, INC.) 25 July 2019 (2019-07-25) claim 1, paragraph [0061], fig. 1B	1, 6, 11, 13-14
A	entire text	2-5, 7-10, 12, 15-17
A	JP 2019-84832 A (SEIKO EPSON CORP.) 06 June 2019 (2019-06-06) entire text	1-17



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
01 February 2021 (01.02.2021)

Date of mailing of the international search report
16 February 2021 (16.02.2021)

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/JP2020/044734

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 208697972 U	05 Apr. 2019	(Family: none)	
JP 2019-518864 A	04 Jul. 2019	US 2017/0173692 A1	
		paragraphs [0079]-[0094], [0120]-[0122], fig. 1	
		WO 2017/152142 A1	
		AU 2017228507 A	
		CA 3008667 A	
		CN 108698297 A	
		KR 10-2018-0118692 A	
JP 2019-123241 A	25 Jul. 2019	US 9126365 B1	
		claim 1, paragraph [0198], fig. 1	
		WO 2014/153535 A2	
		CA 2907492 A	
		AU 2014235848 A	
		CA 2914512 A	
		CN 105339154 A	
		AU 2018203340 A	
		IL 242901 A	
JP 2019-84832 A	06 Jun. 2019	(Family: none)	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/044734
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） B29C 69/00(2006.01)i; B33Y 10/00(2015.01)i; B29C 64/30(2017.01)i FI: B29C64/30; B33Y10/00; B29C69/00		
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（I P C）） B29C69/00; B33Y10/00; B29C64/30		
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 2 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 1 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	CN 208697972 U (JIAXING COETEKs MATERIAL CO., LTD.) 05.04.2019 (2019 - 04 - 05)	1-11, 13-14
A	段落0027-0032 全文	12, 15-17
X	JP 2019-518864 A (デスクトップ メタル インコーポレイテッド) 04.07.2019 (2019 - 07 - 04)	1-11, 13-14
A	段落0079-0094, 0122-0125, 図1 全文	12, 15-17
X	JP 2019-123241 A (マークフォージド インコーポレイテッド) 25.07.2019 (2019 - 07 - 25)	1, 6, 11, 13-14
A	請求項1, 段落0061, 図1B 全文	2-5, 7-10, 12, 15-17
A	JP 2019-84832 A (セイコーエプソン株式会社) 06.06.2019 (2019 - 06 - 06)	1-17
☐ 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 01.02.2021		国際調査報告の発送日 16.02.2021
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） 関口 貴夫 4R 6110 電話番号 03-3581-1101 内線 3471

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	208697972	U	05.04.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-518864	A	04.07.2019	US 2017/0173692 A1 段落0079-0094, 0120-0122, 図1	
				WO 2017/152142 A1	
				AU 2017228507 A	
				CA 3008667 A	
				CN 108698297 A	
				KR 10-2018-0118692 A	
JP	2019-123241	A	25.07.2019	US 9126365 B1 請求項1, 段落0198, 図1	
				WO 2014/153535 A2	
				CA 2907492 A	
				AU 2014235848 A	
				CA 2914512 A	
				CN 105339154 A	
				AU 2018203340 A	
				IL 242901 A	
JP	2019-84832	A	06.06.2019	(ファミリーなし)	