

(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  
2017 年 9 月 14 日(14.09.2017)

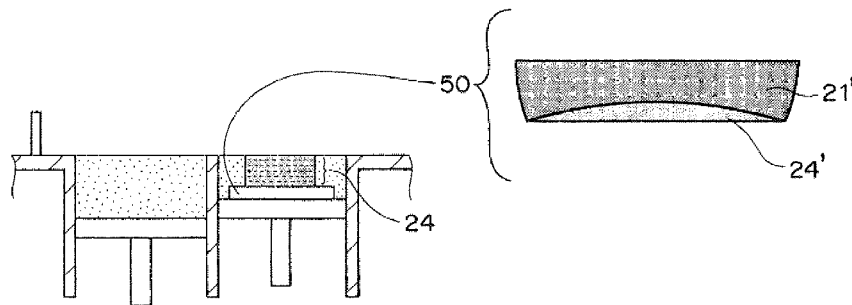


(10) 国際公開番号  
**WO 2017/154965 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*B22F 3/16* (2006.01) *B29C 67/00* (2017.01)  
*B22F 3/105* (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009190
- (22) 国際出願日: 2017 年 3 月 8 日(08.03.2017)
- (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 2016-045893 2016 年 3 月 9 日(09.03.2016) JP
- (71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見 2 丁目 1 番 6 1 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 阿部 諭(ABE, Satoshi). 不破 勲(FUWA, Isao). 森 幹夫(MORI, Mikio).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))  
— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL MOLDED OBJECT PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 三次元形状造形物の製造方法



(57) Abstract: In order to provide a three-dimensional molded object production method in which warping deformation is reduced, one embodiment of the present invention provides a three-dimensional molded object production method in which powder layer formation and solidified layer formation through light beam irradiation are repeatedly performed, wherein a plate layered body is used as a foundation for the three-dimensional molded object, said plate layered body having a molding plate and a dummy solidified layer, and the dummy solidified layer is provided on one main surface of the molding plate, while the three-dimensional molded object is produced on another main surface of the molding plate.

(57) 要約: 反り変形が減じられた三次元形状造形物の製造方法を提供するために、本発明の一実施形態では、粉末層形成および光ビームの照射による固化層形成を繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、三次元形状造形物の土台として、造形プレートおよびダミー固化層を有して成るプレート積層体を用い、造形プレートの一の方の主面上にダミー固化層を設ける一方、造形プレートの他方の主面上で三次元形状造形物を製造する方法が提供される。



WO 2017/154965 A1

## 明 細 書

発明の名称：三次元形状造形物の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、三次元形状造形物の製造方法に関する。より詳細には、本発明は、粉末層への光ビーム照射によって固化層を形成する三次元形状造形物の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 光ビームを粉末材料に照射することを通じて三次元形状造形物を製造する方法（一般的には「粉末焼結積層法」と称される）は、従来より知られている。かかる方法は、以下の工程（i）および（i i）に基づいて粉末層形成と固化層形成とを交互に繰り返し実施して三次元形状造形物を製造する。

（i）粉末層の所定箇所に光ビームを照射し、かかる所定箇所の粉末を焼結又は熔融固化させて固化層を形成する工程。

（i i）得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、同様に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程。

[0003] このような製造技術に従えば、複雑な三次元形状造形物を短時間で製造することが可能となる。粉末材料として無機質の金属粉末を用いる場合、得られる三次元形状造形物を金型として使用することができる。一方、粉末材料として有機質の樹脂粉末を用いる場合、得られる三次元形状造形物を各種モデルとして使用することができる。

[0004] 粉末材料として金属粉末を用い、それによって得られる三次元形状造形物を金型として使用する場合の粉末焼結積層法を例にとる。図10に示すように、まず、スキージング・ブレード23を動かして造形プレート21上に所定厚みの粉末層22を形成する（図10（a）参照）。次いで、粉末層22の所定箇所に光ビームLを照射して粉末層22から固化層24を形成する（図10（b）参照）。引き続いて、得られた固化層24の上に新たな粉末層22を形成して再度光ビームを照射して新たな固化層24を形成する。この

ようにして粉末層形成と固化層形成とを交互に繰り返し実施すると固化層 24 が積層することになり（図 10（c）参照）、最終的には積層化した固化層 24 から成る三次元形状造形物を得ることができる。最下層として形成される固化層 24 は造形プレート 21 と結合した状態になるので、三次元形状造形物と造形プレート 21 とは一体化物を成すことになり、その一体化物を金型として使用できる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特表平 1－502890号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の粉末焼結積層法では、光ビームが照射される粉末層の照射箇所が焼結現象または溶融固化現象などを経ることによって固化層 24 となる。かかる固化層 24 の形成に際しては粉末材料間の空隙が減じられること等に起因して、図 11（a）に示すような収縮応力が生じ得る。その結果、三次元形状造形物 100 とその土台の造形プレート 21 との一体化物には反り変形が生じ易くなる（図 11（b）参照）。つまり、三次元形状造形物 100 について所望形状が得られない虞がある。

[0007] 本発明は、かかる事情に鑑みて為されたものである。すなわち、本発明の目的は、反り変形が減じられた三次元形状造形物の製造方法を提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明の一実施形態では、

（i）粉末層の所定箇所に光ビームを照射して当該所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させて固化層を形成する工程、および

（ii）得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、当該新たな粉末層の所定箇所に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程

により粉末層形成および固化層形成を交互に繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、

三次元形状造形物の土台として、造形プレートおよびダミー固化層を有して成るプレート積層体を用い、

造形プレートの一方の主面上にダミー固化層を形成する一方、造形プレートの他方の主面上で三次元形状造形物を製造する、三次元形状造形物の製造方法が提供される。

### 発明の効果

[0009] 本発明の製造方法では、反り変形が減じられた三次元形状造形物を得ることができる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の概念を模式的に示した断面図

[図2]プレート積層体の調製を模式的に示した断面図（図2（a）：造形プレートの準備、図2（b）：反り変形、図2（c）：平面加工処理）

[図3]プレート積層体の残留応力を模式的に示した断面図

[図4]プレート積層体による反り変形の低減を模式的に示した断面図

[図5]支持テーブルに設置するプレート積層体を模式的に示した断面図

[図6]本発明の製造方法の経時的な態様を模式的に示した断面図（図6（a）：造形プレートの準備、図6（b）：反り変形、図6（c）：平面加工処理、図6（d）：支持テーブルへの設置、図6（e）：三次元形状造形物の製造）

[図7]三次元形状造形物に生じ得る応力を示したグラフ

[図8]ブラスト加工の態様を模式的に示した断面図

[図9]ダミー固化層の輪郭サイズ変更を模式的に示した断面図（図9（a）：輪郭形状と略同一、図9（b）：輪郭形状より大きい）

[図10]粉末焼結積層法が実施される光造形複合加工のプロセス態様を模式的に示した断面図（図10（a）：粉末層形成時、図10（b）：固化層形成時、図10（c）：積層途中）

[図11]粉末焼結積層法で三次元形状造形物に反り変形が生じる現象を模式的に示した断面図（図11（a）：収縮応力が発生した固化層、図11（b）：反り変形した三次元形状造形物）

[図12]光造形複合加工機の構成を模式的に示した斜視図

[図13]光造形複合加工機の一般的な動作を示すフローチャート

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下では、図面を参照して本発明の一実施形態をより詳細に説明する。図面における各種要素の形態および寸法は、あくまでも例示にすぎず、実際の形態および寸法を反映するものではない。

[0012] 本明細書において「粉末層」とは、例えば「金属粉末から成る金属粉末層」または「樹脂粉末から成る樹脂粉末層」を意味している。また「粉末層の所定箇所」とは、製造される三次元形状造形物の領域を実質的に指している。従って、かかる所定箇所に存在する粉末に対して光ビームを照射することによって、その粉末が焼結又は溶融固化して三次元形状造形物を構成することになる。更に「固化層」とは、粉末層が金属粉末層である場合には「焼結層」を意味し、粉末層が樹脂粉末層である場合には「硬化層」を意味している。

[0013] また、本明細書で直接的または間接的に説明される“上下”の方向は、例えば三次元形状造形物の製造時におけるプレート積層体と三次元形状造形物との位置関係に基づいており、プレート積層体を基準にして三次元形状造形物が製造される側を「上方向」とし、その反対側を「下方向」とする。

[0014] [粉末焼結積層法]

まず、本発明の製造方法の前提となる粉末焼結積層法について説明する。特に粉末焼結積層法において三次元形状造形物の切削処理を付加的に行う光造形複合加工を例として挙げる。図10は、光造形複合加工のプロセス態様を模式的に示しており、図12および図13は、粉末焼結積層法と切削処理とを実施できる光造形複合加工機の主たる構成および動作のフローチャートをそれぞれ示している。

- [0015] 光造形複合加工機 1 は、図 1 2 に示すように、粉末層形成手段 2、光ビーム照射手段 3 および切削手段 4 を備えている。
- [0016] 粉末層形成手段 2 は、金属粉末または樹脂粉末などの粉末を所定厚みで敷くことによって粉末層を形成するための手段である。光ビーム照射手段 3 は、粉末層の所定箇所光ビーム L を照射するための手段である。切削手段 4 は、積層化した固化層の側面、すなわち、三次元形状造形物の表面を削るための手段である。
- [0017] 粉末層形成手段 2 は、図 1 0 に示すように、粉末テーブル 2 5、スキージング・ブレード 2 3、支持テーブル 2 0 および造形プレート 2 1 を主に有して成る。粉末テーブル 2 5 は、外周が壁 2 6 で囲まれた粉末材料タンク 2 8 内にて上下に昇降できるテーブルである。スキージング・ブレード 2 3 は、粉末テーブル 2 5 上の粉末 1 9 を支持テーブル 2 0 上へと供して粉末層 2 2 を得るべく水平方向に移動できるブレードである。支持テーブル 2 0 は、外周が壁 2 7 で囲まれた造形タンク 2 9 内にて上下に昇降できるテーブルである。そして、造形プレート 2 1 は、支持テーブル 2 0 上に配され、三次元形状造形物の土台となるプレートである。
- [0018] 光ビーム照射手段 3 は、図 1 2 に示すように、光ビーム発振器 3 0 およびガルバノミラー 3 1 を主に有して成る。光ビーム発振器 3 0 は、光ビーム L を発する機器である。ガルバノミラー 3 1 は、発せられた光ビーム L を粉末層 2 2 にスキャンする手段、すなわち、光ビーム L の走査手段である。
- [0019] 切削手段 4 は、図 1 2 に示すように、エンドミル 4 0 および駆動機構 4 1 を主に有して成る。エンドミル 4 0 は、積層化した固化層の側面、すなわち、三次元形状造形物の表面を削るための切削工具である。駆動機構 4 1 は、エンドミル 4 0 を所望の切削すべき箇所へと移動させる手段である。
- [0020] 光造形複合加工機 1 の動作について詳述する。光造形複合加工機 1 の動作は、図 1 3 のフローチャートに示すように、粉末層形成ステップ (S 1)、固化層形成ステップ (S 2) および切削ステップ (S 3) から構成されている。粉末層形成ステップ (S 1) は、粉末層 2 2 を形成するためのステップ

である。かかる粉末層形成ステップ（S1）では、まず支持テーブル20を $\Delta t$ 下げ（S11）、造形プレート21の上面と造形タンク29の上端面とのレベル差が $\Delta t$ となるようにする。次いで、粉末テーブル25を $\Delta t$ 上げた後、図10（a）に示すようにスキージング・ブレード23を粉末材料タンク28から造形タンク29に向かって水平方向に移動させる。これによって、粉末テーブル25に配されていた粉末19を造形プレート21上へと移送させることができ（S12）、粉末層22の形成が行われる（S13）。粉末層22を形成するための粉末材料としては、例えば「平均粒径 $5\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ 程度の金属粉末」および「平均粒径 $30\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ 程度のナイロン、ポリプロピレンまたはABS等の樹脂粉末」を挙げることができる。粉末層22が形成されたら、固化層形成ステップ（S2）へと移行する。固化層形成ステップ（S2）は、光ビーム照射によって固化層24を形成するステップである。かかる固化層形成ステップ（S2）においては、光ビーム発振器30から光ビームLを発し（S21）、ガルバノミラー31によって粉末層22上の所定箇所へと光ビームLをスキャンする（S22）。これによって、粉末層22の所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させ、図10（b）に示すように固化層24を形成する（S23）。光ビームLとしては、炭酸ガスレーザ、Nd：YAGレーザ、ファイバレーザまたは紫外線などを用いてよい。

[0021] 粉末層形成ステップ（S1）および固化層形成ステップ（S2）は、交互に繰り返して実施する。これにより、図10（c）に示すように複数の固化層24が積層化する。

[0022] 積層化した固化層24が所定厚みに達すると（S24）、切削ステップ（S3）へと移行する。切削ステップ（S3）は、積層化した固化層24の側面、すなわち、三次元形状造形物の表面を削るためのステップである。エンドミル40（図10（c）および図12参照）を駆動させることによって切削ステップが開始される（S31）。例えば、エンドミル40が3mmの有効刃長さを有する場合、三次元形状造形物の高さ方向に沿って3mmの切削

処理を行うことができるので、 $\Delta t$ が0.05mmであれば60層分の固化層24が積層した時点でエンドミル40を駆動させる。具体的には駆動機構41によってエンドミル40を移動させながら、積層化した固化層24の側面に対して切削処理を施すことになる(S32)。このような切削ステップ(S3)の最終では、所望の三次元形状造形物が得られているか否かを判断する(S33)。所望の三次元形状造形物が依然得られていない場合は、粉末層形成ステップ(S1)へと戻る。以降、粉末層形成ステップ(S1)～切削ステップ(S3)を繰り返し実施して更なる固化層の積層化および切削処理を実施することによって、最終的に所望の三次元形状造形物が得られる。

[0023] [本発明の製造方法]

本発明は、上述した粉末焼結積層法で製造する三次元形状造形物の土台に特徴を有している。

[0024] 具体的には、本発明では、少なくとも2層から成るプレート積層体50を三次元形状造形物の土台として用いる(図1参照)。プレート積層体50を用いることによって、最終的に、反り変形が減じられた三次元形状造形物を得ることができる。

[0025] プレート積層体50は、図1に示されるように、造形プレート21'およびダミー固化層24'を有して成る。ここで、本明細書における「プレート積層体」という用語は、三次元形状造形物を製造するための土台であって、特に積層構造を有するプレート状の土台のことを意味している。

[0026] 図示する態様から分かるように、プレート積層体50の積層構造は、造形プレート21'とダミー固化層24'とが互いに積層した形態を有している。造形プレート21'は、粉末焼結積層法で常套的に用いられる造形プレート21(図10(a)参照)に相当するところ、特に三次元形状造形物の製造前にて残留応力を内部に有し得るプレートである(“残留応力”については後述する)。一方、ダミー固化層24'は、造形プレート21'の主面に設けられる固化層であって、特に三次元形状造形物(固化層24)が接する

主面とは反対側の主面に設けられる固化層である（図 1 参照）。換言すれば、ダミー固化層 24' は、造形プレート 21' を介して三次元形状造形物と離隔する層に相当する。

[0027] このような事項から分かるように、本明細書で用いる「ダミー固化層」の“ダミー”といった用語は、土台上で製造される三次元形状造形物を構成する固化層とは“異なる”固化層のことを実質的に意味している。

[0028] 本発明の製造方法において、プレート積層体 50 は、反り変形を一旦経た積層体である。つまり、製造時に用いる三次元形状造形物の土台（プレート積層体 50）の前駆体に“意図的”に反り変形を生じさせている。特に、ダミー固化層 24' の形成によって得られる反り変形した積層体 50' に平面加工処理を施してプレート積層体 50 を得ることが好ましい（図 2 参照）。このようなプレート積層体 50 は、三次元形状造形物の製造に先立って調製しておくことが好ましい。

[0029] より具体的には、まず、造形プレート 21' 上にダミー固化層 24' を形成して積層体 50' を得る（図 2（a）および図 2（b）参照）。図 11（a）および図 11（b）を参照して説明した現象の如く、ダミー固化層 24' の形成に際しては積層体 50' に反り変形が生じる。次いで、かかる反り変形した積層体 50' を好ましくは平面加工処理に付す（図 2（b）および図 2（c）参照）。特に“土台”として好適な形状が得られるように平面加工処理を行うことが好ましい。平面加工処理は、反り変形した積層体 50' の主面を実質的に平らな面とする処理である。以上の如くの“反り変形”および“平面加工処理”が行われることによって、本発明で用いるのに好適なプレート積層体 50 を得ることができる。

[0030] なお、平面加工処理では、プレート積層体 50 が三次元形状造形物の製造の“土台”としてより好適な形状を有するように、反り変形した積層体 50' の対向する両主面を切削加工に付すことが好ましい。より具体的には、図 2（b）および図 2（c）に示すように、反り変形に起因した湾曲部分を除去して平坦な面が両主面で得られるように積層体 50' に切削加工処理を施

すことが好ましい。これにより、プレート積層体 50 の両主面が互いに実質的に平行な関係を有することになり、“土台”としてプレート積層体 50 を用いた際、実質的に水平となった面上で三次元形状造形物を好適に製造できる。

[0031] プレート積層体 50 は、反り変形を一旦経ているので、内部に応力が残存した状態となっている。つまり、プレート積層体 50 はその内部に残留応力を有し得る。特に、プレート積層体 50 を構成する造形プレート 21' においては、図 3 に示すように、外側に向いた応力 14 が残存し得る。従って、三次元形状造形物の製造に際して、三次元形状造形物に生じ得る応力に抗するようにプレート積層体 50 の残留応力を利用すれば、三次元形状造形物の反り変形を減じることができる。

[0032] 図 4 に示されるように、「プレート積層体 50 の残留応力 14 の向き」と「三次元形状造形物 100 に生じ得る応力 15 の向き」とが互いに逆になるようにプレート積層体 50 を設置することが好ましい。三次元形状造形物 100 の製造に際して、それらの応力（14，15）が相殺されるように相互作用するからである。つまり、図 4 に示すようにプレート積層体 50 を設ければ、三次元形状造形物 100 に生じ得る応力 15 がプレート積層体 50 の残留応力 14 によって緩和されることになり、結果として、反り変形が減じられた三次元形状造形物 100 を好適に得ることができる。

[0033] 「プレート積層体 50 の残留応力 14 の向き」と「三次元形状造形物 100 に生じ得る応力 15 の向き」とが互いに逆となるようにするには、プレート積層体 50 の両主面のうちダミー固化層 24' が形成されていない側の主面が上側となるようにプレート積層体 50 を設置することが好ましい。つまり、ダミー固化層 24' が形成される造形プレート 21' の主面を“表側主面”とみなすと、造形プレート 21' の“裏側主面”が上側となるようにプレート積層体 50 を設置することが好ましい。

[0034] 例えば上述した光造形複合加工機 1（図 10 および図 12～13 参照）で三次元形状造形物を製造する場合を例にとると、プレート積層体 50 を図 5

に示すように支持テーブル20上に設置することが好ましい。かかる場合、支持テーブル20に設置されたプレート積層体50の上側の露出面は上記“裏側主面”に相当する。つまり、支持テーブル20に固定化したプレート積層体50を用いて粉末層形成および固化層形成を行うに際して、ダミー固化層24'が造形プレート21'と支持テーブル20との間に位置付けられるようにプレート積層体50を支持テーブル20に固定化することが好ましい。図5に示すように支持テーブル20に固定化されたプレート積層体50では残留応力14の向きは“外側”となっているところ、そのプレート積層体50上に製造される三次元形状造形物に生じ得る応力の向きは“内側”となる。従って、結果的には、それらの応力が互いに相殺されるようになり、反り変形が減じられた三次元形状造形物を得ることができる。

[0035] 以下においては、本発明の一実施形態に係る製造方法を経時的に説明する。

[0036] (1) 造形プレートの準備

まず、図6(a)に示すように、造形プレート21'を準備する。ここで準備する造形プレート21'は、粉末焼結積層法で常套的に用いられる造形プレート21(図10(a)参照)であってよい。例えば粉末として金属粉末を用いることによって固化層として焼結層(鉄系材料から成る焼結層)を形成する場合、造形プレート21'の材質は、スチール、超硬合金、高速度工具鋼、合金工具鋼、ステンレス鋼および機械構造用炭素鋼から成る群から選択される少なくとも1種類の材質であってよい。また、造形プレート21'は、あくまでも“プレート”ゆえ、典型的には全体として扁平状となっていることが好ましい。造形プレート21'の具体的な形状は、製造される三次元形状造形物に対して“土台”を供するものであれば、いずれの形状でもよい。それゆえ、造形プレート21'の形状は、直方体形状に特に限定されず、円板形状または多角柱形状などであってもよい。造形プレート21'の主面サイズは、一般的には三次元形状造形物の底面サイズよりも大きいことが求められ、例えば、三次元形状造形物の底面サイズの110~200%程

度であってよい。更に、造形プレート21'の厚み（すなわち、三次元形状造形物の製造時における積層方向の造形プレート寸法）は、例えば10～70mm程度であってよい。

[0037] (2) 反り変形の付加

準備した造形プレート21'は、ダミー固化層24'の形成を通じて反り変形に付す（図6（a）および図6（b）参照）。具体的には、まず、造形プレート21'上に粉末層を形成し、その粉末層に対して光ビームを照射してダミー固化層24'を形成する。

[0038] ダミー固化層24'の形成に用いられる粉末材料は、後刻の三次元形状造形物の製造に用いる粉末材料と同じであってよい。つまり、例えば平均粒径 $5\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ 程度の金属粉末を用いてよい。そのような粉末材料を用いることによってダミー固化層24'のための粉末層が形成される。粉末層に対しては光ビームが全体的に照射され、粉末材料の焼結又は熔融固化を経てダミー固化層24'が形成されることになる。ダミー固化層24'の厚みは例えば0.1mm～10mm程度であってよい。なお、図6（b）に示されるように、ダミー固化層24'は、造形プレート21'の主面全体に及ぶように広範に形成してよい。

[0039] ここで、ダミー固化層24'の形成時においては、粉末材料間の空隙が減じられることに起因して収縮応力が生じ、ダミー固化層24'とそれが接合する造形プレート21'とが反り変形する。つまり、ダミー固化層24'と造形プレート21'とから成る積層体50'に反り変形が発生する。かかる積層体50'では、“反り”に起因して造形プレート21'にて外側に向かって働く応力14が残存し得る（図6（b）参照）。特に、ダミー固化層24'が形成された造形プレート21'の主面を“表側主面”とみなした場合、造形プレート21'の“裏側主面”の近傍に外側に向かって働く応力14が残存され得る。

[0040] (3) 平面加工処理

反り変形した積層体50'に対しては、平面加工処理を施す（図6（b）

および図6（c）参照）。より具体的には、反り変形に起因した湾曲部分を除去して平坦な面が得られるように積層体50'を切削加工処理に付す。図示されるように、特に積層体50'の対向する両主面に対して切削加工処理を施すことが好ましい。これにより、当該両主面が互いに実質的に平行となり、三次元形状造形物の土台としてより好適なプレート積層体50が得られることになる。

[0041] かかる平面加工処理を施すために切削加工手段を用いてよい。切削加工手段は、表面切削を施せるものであればいずれのものであってよく、例えば、汎用の数値制御（NC：Numerical Control）工作機械またはそれに準ずるものであってよい。特に、切削工具（エンドミル）を自動交換可能なマシニングセンタ（MC）であることが好ましい。エンドミルは、例えば超硬素材の二枚刃ボールエンドミルが主に用いられる。必要に応じて、スクエアエンドミル、ラジウスエンドミルなどを用いてもよい。なお、切削加工手段を用いて切削加工を施した後、積層体50'の両主面の平面度をより上げるために平面研削盤等を用いて平面研削加工を付加的に行ってもよい。

[0042] （４）プレート積層体の上下反転

上記（１）～（３）を経ることで得られたプレート積層体50は“反転”に付す。つまり、反り変形後に平面加工処理を施して得られたプレート積層体50は上下ひっくり返される（図6（c）および図6（d）参照）。より具体的には、ダミー固化層24'が相対的に上側に位置付けられ、造形プレート21'が相対的に下側に位置付けられたプレート積層体50を上下ひっくり返す。ダミー固化層24'が形成された造形プレート21'の主面を“表側主面”とみなすと、造形プレート21'の“裏側主面”が上側となるようにプレート積層体50を反転させることになる。

[0043] 図6（d）に示されるように、“上下反転”によって、ダミー固化層24'が造形プレート21'と支持テーブル20との間に位置付けられるようにプレート積層体50を支持テーブル20に固定化することが好ましい。これ

により支持テーブル 20 に固定化されたプレート積層体 50 の残留応力 14 の向きが“外側”となる一方、プレート積層体 50 上で製造される三次元形状造形物 100 に生じ得る応力 15 の向きは“内側”となる（図 6（e）参照）。よって、三次元形状造形物 100 が製造される際にはその“内側”の応力 15 を打ち消すようにプレート積層体 50 の残留応力 14 が好適に作用できるようになる。

[0044] （５）三次元形状造形物の製造

プレート積層体 50 の固定化後、そのプレート積層体 50 を土台として三次元形状造形物 100 の製造を行う。図 6（c）および図 6（e）に示す態様から分かるように、プレート積層体 50 における造形プレート 21' の“裏側主面”上で三次元形状造形物 100 を製造することになる。

[0045] プレート積層体 50 上で製造される三次元形状造形物 100 に生じ得る応力 15 の向きは“内側”である。これに対して、プレート積層体 50 では、“反り変形”に起因して残留応力 14 の向きが“外側”となっている。つまり、三次元形状造形物 100 の製造時の応力 15 とプレート積層体 50 の残留応力 14 とは互いに逆方向となる。これにより、三次元形状造形物 100 の製造時の応力 15 が、プレート積層体 50 の残留応力 14 によって緩和され、三次元形状造形物 100 の反りが減じられることになる。

[0046] 本願発明者らは、三次元形状造形物 100 の製造時に生じる応力 15 は、特に製造初期で相対的に大きく発生することを見出している（図 7 参照）。より具体的には、図 7 から分かるように、三次元形状造形物 100 の底面に大きな応力が生じ得る。これは、三次元形状造形物 100 とその土台との界面近傍に特に大きな応力が生じることを意味している。

[0047] この点、本発明の製造方法では、土台としてプレート積層体 50 が用いられるので、製造初期に三次元形状造形物 100 に生じる応力に対して効果的に影響を与えることができる。より具体的にいえば、三次元形状造形物に生じる応力は、三次元形状造形物の底面で特に大きく発生し得るものの、かかる底面にはプレート積層体 50 が設けられているので、プレート積層体 50

の残留応力 1 4 で三次元形状造形物の応力 1 5 を効果的に減じることができる（図 4 参照）。

[0048] 上記においては本発明の理解のために典型的な実施形態を説明したが、本発明の製造方法としては、種々の具体的な実施形態が考えられる。

[0049] （ブラスト加工の態様）

本発明の製造方法は、三次元形状造形物で生じ得る応力に抗するためにプレート積層体の残留応力を利用している。しかしながら、プレート積層体によってはその残留応力が三次元形状造形物に生じ得る応力よりも小さい場合も考えられる。

[0050] かかる場合、プレート積層体に対してブラスト加工を施すことが好ましい。具体的には、平面加工処理を施した後で得られるプレート積層体 5 0 の造形プレート 2 1' の“裏側主面”に対してブラスト加工を付加的に施すことが好ましい（図 8 参照）。

[0051] ブラスト加工を施すと、プレート積層体 5 0 において外側に向く応力 1 4 が強まる作用が供され得る。つまり、プレート積層体 5 0 において、三次元形状造形物の応力に抗することになる応力 1 4 が増すことになる。これは、ブラスト加工によってプレート積層体 5 0 の残留応力 1 4 を適宜調整できることを意味しており、それゆえ三次元形状造形物の反り低減がより効率的に行える。

[0052] なお、ブラスト加工を施すと、プレート積層体の表面粗さが増すことになる。表面粗さの増加は、プレート積層体とその上に製造される三次元形状造形物との接合面積の増加につながる。従って、ブラスト加工を実施した場合、プレート積層体と三次元形状造形物との間の接合力が向上し得、プレート積層体と三次元形状造形物との一体化物の構造強度が増す効果も奏され得る。

[0053] （ダミー固化層の輪郭サイズ変更の態様）

プレート積層体の調製に際して、ダミー固化層は造形プレートの主面の一部にのみ形成してよい。例えば、図 9（a）に示すようにダミー固化層 2 4

’の輪郭形状が後刻に製造する三次元形状造形物100の底面の輪郭形状と略同一となるようにダミー固化層24’の形成を行う。かかる態様では、プレート積層体50に残留応力を生じさせつつも、ダミー固化層24’の形成のための時間を最小限に抑えることができる。つまり、ダミー固化層24’に要する光ビームの使用を減じることができ、より効率的な三次元形状造形物100の製造が実現され得る。

[0054] なお、図9(a)に示す態様ではプレート積層体50に必要な残留応力が足りない場合、ダミー固化層24’の輪郭形状を後刻で製造する三次元形状造形物100の底面の輪郭形状よりも大きくしてよい(図9(b)参照)。ダミー固化層24’のサイズが大きくなれば、その分だけプレート積層体50の残留応力14を大きくできるからである。あくまでも例示にすぎないが、ダミー固化層24’の輪郭形状が後刻で製造する三次元形状造形物100の底面の輪郭形状よりも0.5~10mm程度大きくなるようにダミー固化層24’を形成してよい。より具体的には、プレート積層体50において図9(b)に示す“L”に相当寸法が0.5~10mm程度となるようにダミー固化層24’を形成してよい。

[0055] 以上、本発明の一実施形態について説明してきたが、本発明の適用範囲のうちの典型例を例示したに過ぎない。従って、本発明はこれに限定されず、種々の改変がなされ得ることを当業者は容易に理解されよう。

[0056] なお、上述のような本発明の一実施形態は、次の好適な態様を包含している。

#### 第1態様：

(i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させて固化層を形成する工程、および

(ii) 得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、該新たな粉末層の所定箇所に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程  
により粉末層形成および固化層形成を交互に繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、

前記三次元形状造形物の土台として、造形プレートおよびダミー固化層を有して成るプレート積層体を用い、

前記プレート積層体においては、前記造形プレート的一方の主面上に前記ダミー固化層を形成する一方、前記造形プレートの他方の主面上で前記三次元形状造形物を製造する、三次元形状造形物の製造方法。

#### 第2 態様：

上記第1 態様において、前記ダミー固化層の形成によって得られる反り変形した積層体に平面加工処理を施して前記プレート積層体を得る、三次元形状造形物の製造方法。

#### 第3 態様：

上記第2 態様において、前記平面加工処理では前記反り変形した積層体の対向する両主面を切削加工に付す、三次元形状造形物の製造方法。

#### 第4 態様：

上記第2 態様又は第3 態様において、前記プレート積層体に対してブラスト加工を施す、三次元形状造形物の製造方法。

#### 第5 態様：

上記第1 態様～第4 態様のいずれかにおいて、支持テーブルに固定化した前記プレート積層体を用いて前記粉末層形成および前記固化層形成を行っており、

前記ダミー固化層が前記造形プレートと前記支持テーブルとの間に位置付けられるように前記プレート積層体を該支持テーブルに前記固定化する、三次元形状造形物の製造方法。

### **産業上の利用可能性**

[0057] 本発明の一実施形態に係る三次元形状造形物の製造方法を実施することによって、種々の物品を製造することができる。例えば、『粉末層が無機質の金属粉末層であって、固化層が焼結層となる場合』では、得られる三次元形状造形物をプラスチック射出成形用金型、プレス金型、ダイカスト金型、鋳造金型、鍛造金型などの金型として用いることができる。一方、『粉末層が

有機質の樹脂粉末層であって、固化層が硬化層となる場合』では、得られる三次元形状造形物を樹脂成形品として用いることができる。

### 関連出願の相互参照

[0058] 本出願は、日本国特許出願第2016-045893号（出願日：2016年3月9日、発明の名称：「三次元形状造形物の製造方法」）に基づくパリ条約上の優先権を主張する。当該出願に開示された内容は全て、この引用により、本明細書に含まれるものとする。

### 符号の説明

[0059] 50 プレート積層体  
21' 造形プレート  
24' ダミー固化層  
100 三次元形状造形物  
20 支持テーブル

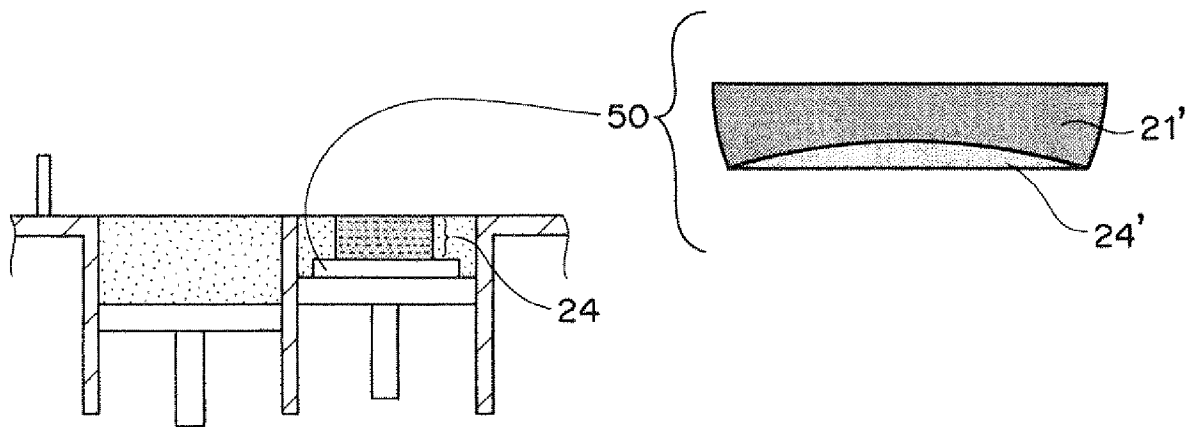
## 請求の範囲

- [請求項1]           ( i ) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させて固化層を形成する工程、および
- ( i i ) 得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、該新たな粉末層の所定箇所に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程により粉末層形成および固化層形成を交互に繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、
- 前記三次元形状造形物の土台として、造形プレートおよびダミー固化層を有して成るプレート積層体を用い、
- 前記プレート積層体においては、前記造形プレート的一方の主面上に前記ダミー固化層を形成する一方、前記造形プレートの他方の主面上で前記三次元形状造形物を製造する、三次元形状造形物の製造方法。
- [請求項2]           前記ダミー固化層の形成によって得られる反り変形した積層体に平面加工処理を施して前記プレート積層体を得る、請求項 1 に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [請求項3]           前記平面加工処理では前記反り変形した積層体の対向する両主面を切削加工に付す、請求項 2 に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [請求項4]           前記プレート積層体に対してブラスト加工を施す、請求項 2 に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [請求項5]           支持テーブルに固定化した前記プレート積層体を用いて前記粉末層形成および前記固化層形成を行っており、
- 前記ダミー固化層が前記造形プレートと前記支持テーブルとの間に位置付けられるように前記プレート積層体を該支持テーブルに前記固定化する、請求項 1 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

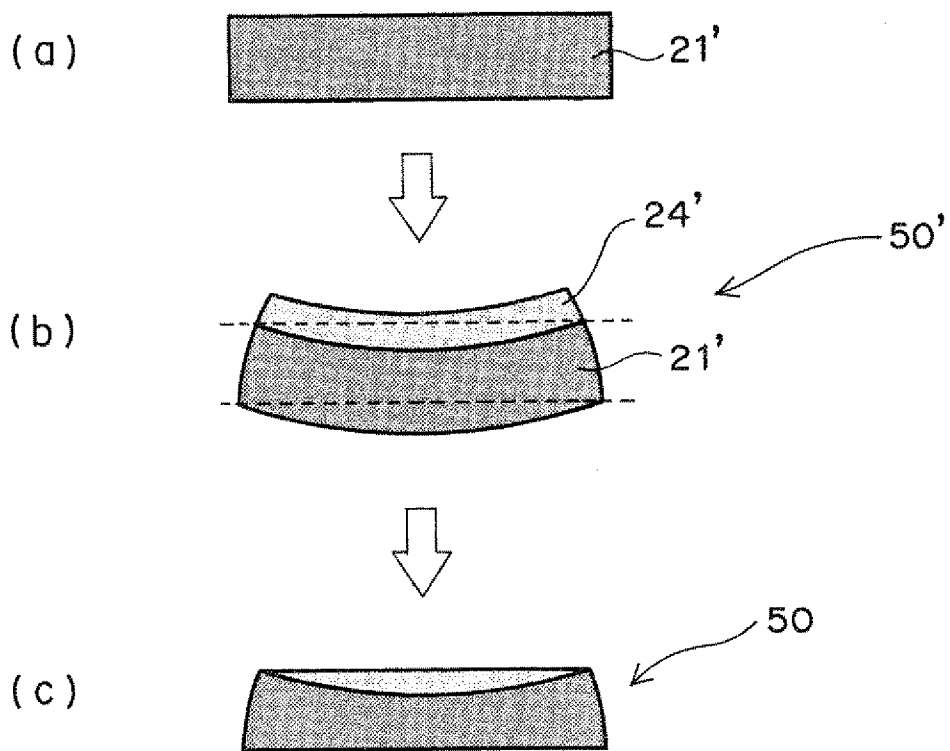
**補正された請求の範囲**  
**[2017年7月5日(05.07.2017) 国際事務局受理]**

- [請求項 1] (補正後) (i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させて固化層を形成する工程、および
- (i i) 得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、該新たな粉末層の所定箇所に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程により粉末層形成および固化層形成を交互に繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、
- 前記三次元形状造形物の土台として、造形プレートおよびダミー固化層を有して成るプレート積層体を用い、
- 前記プレート積層体においては、前記造形プレートの方の主面上に前記ダミー固化層を形成する一方、前記造形プレートの他方の主面上で前記三次元形状造形物を製造し、および
- 前記ダミー固化層の形成によって得られる反り変形した積層体に平面加工処理を施して前記プレート積層体を得る、三次元形状造形物の製造方法。
- [請求項 2] (削除)
- [請求項 3] (補正後) 前記平面加工処理では前記反り変形した積層体の対向する両主面を切削加工に付す、請求項 1 に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [請求項 4] (補正後) 前記プレート積層体に対してブラスト加工を施す、請求項 1 に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [請求項 5] 支持テーブルに固定化した前記プレート積層体を用いて前記粉末層形成および前記固化層形成を行っており、
- 前記ダミー固化層が前記造形プレートと前記支持テーブルとの間に位置付けられるように前記プレート積層体を該支持テーブルに前記固定化する、請求項 1 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

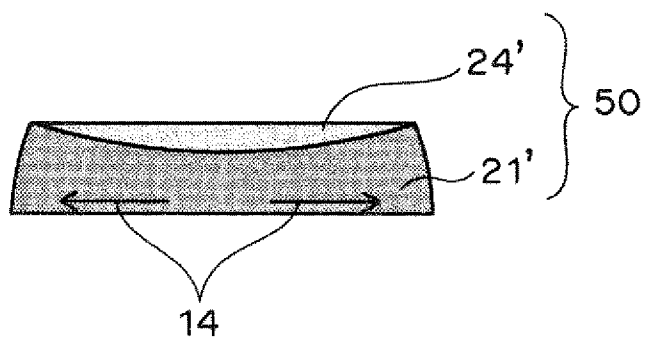
[図1]



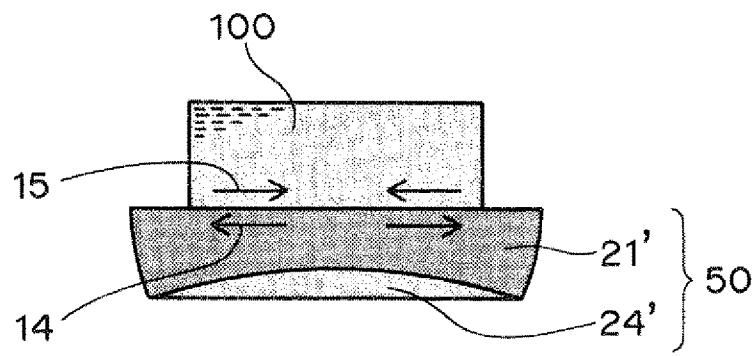
[図2]



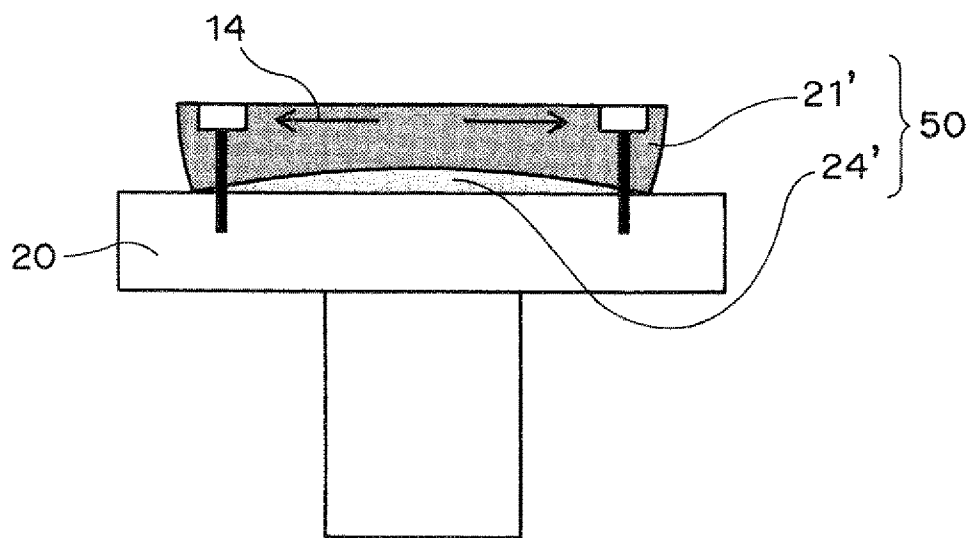
[図3]



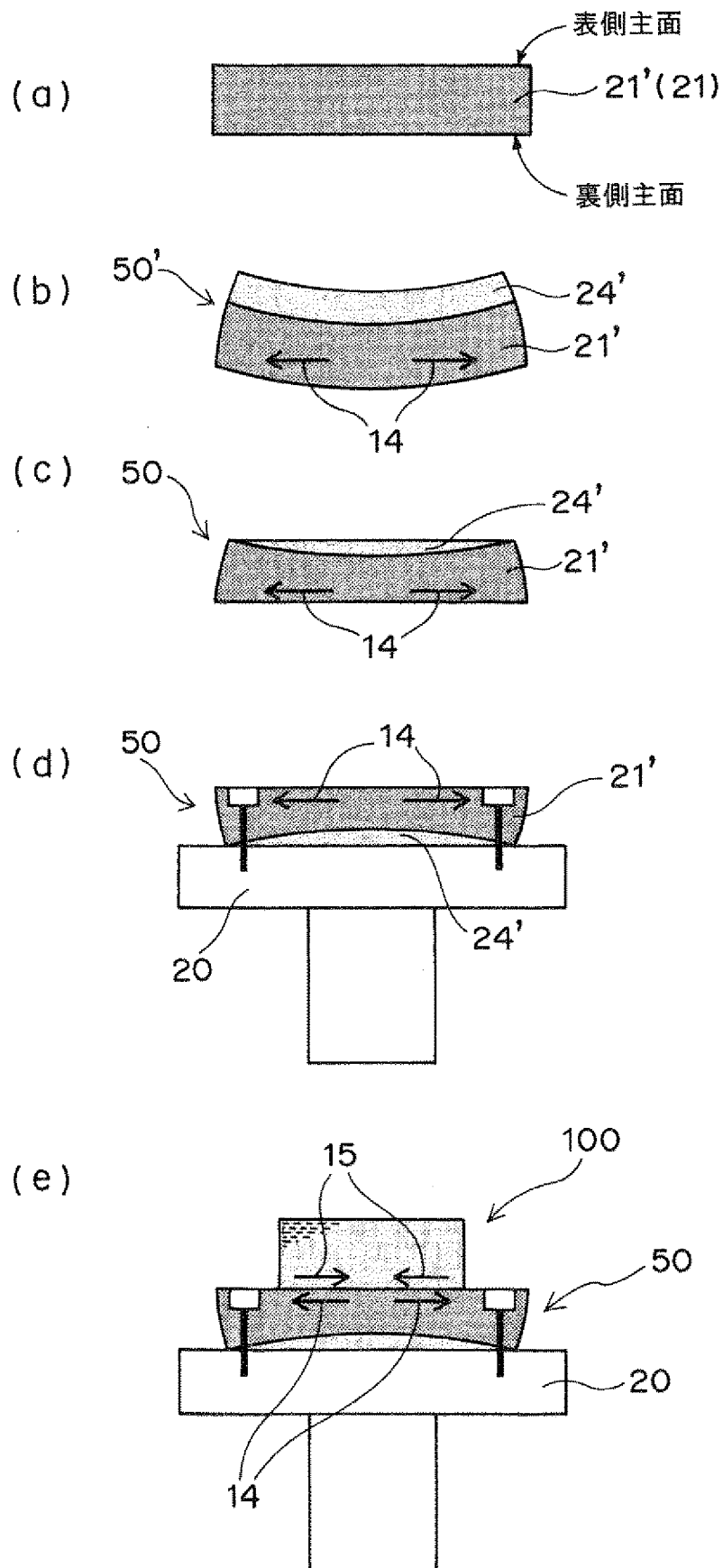
[図4]



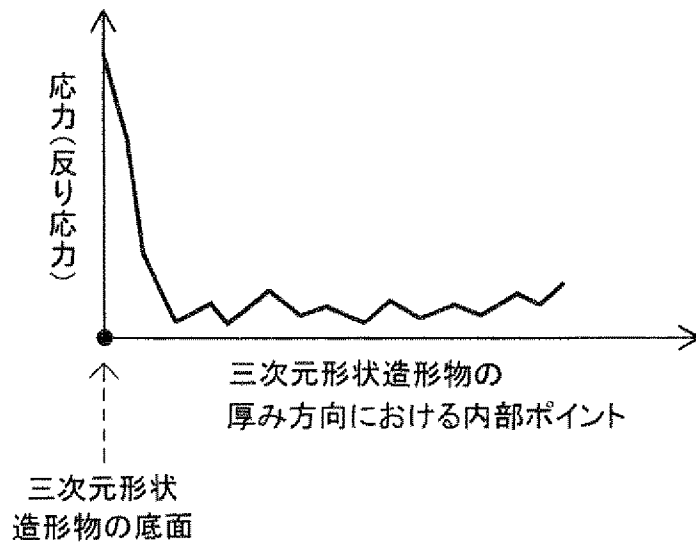
[図5]



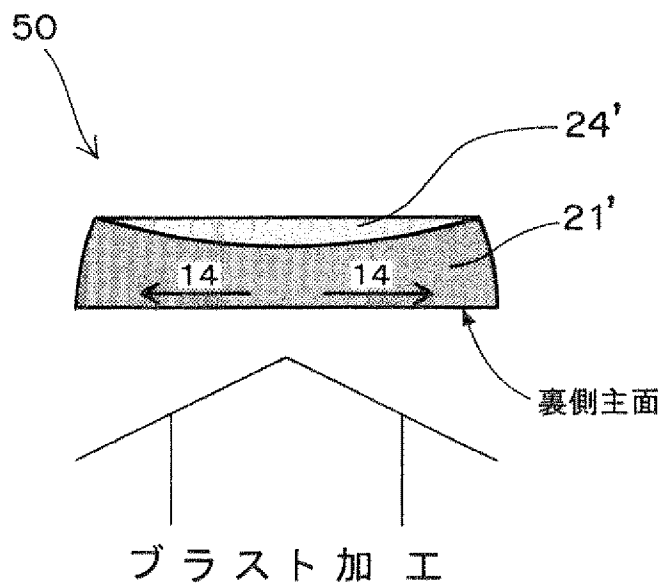
[図6]



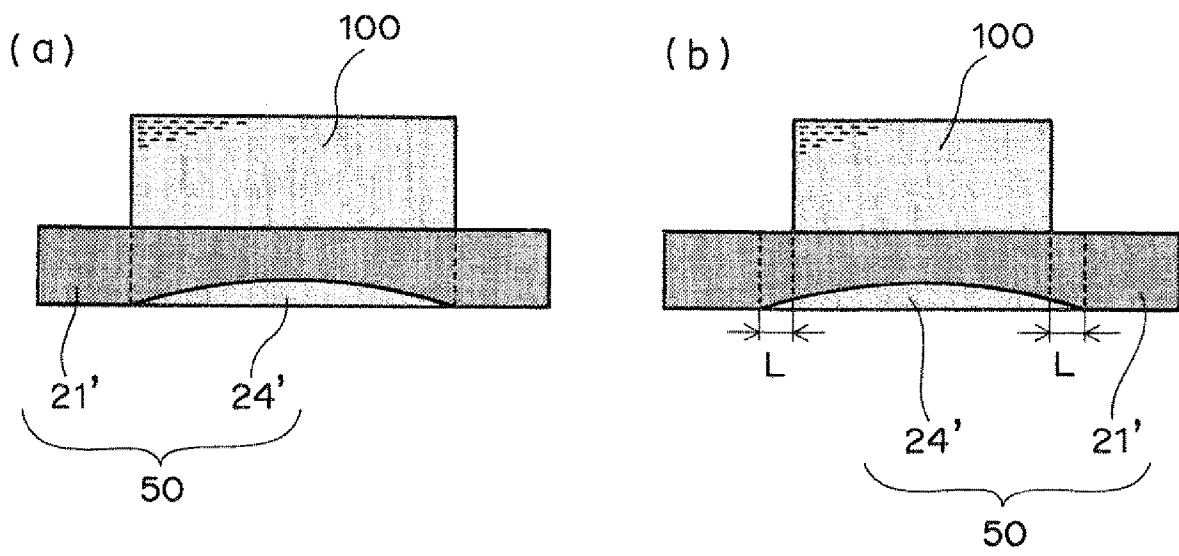
[図7]



[図8]

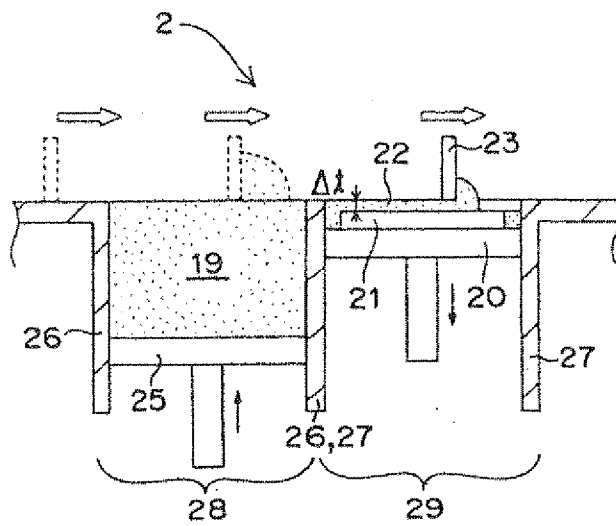


[図9]

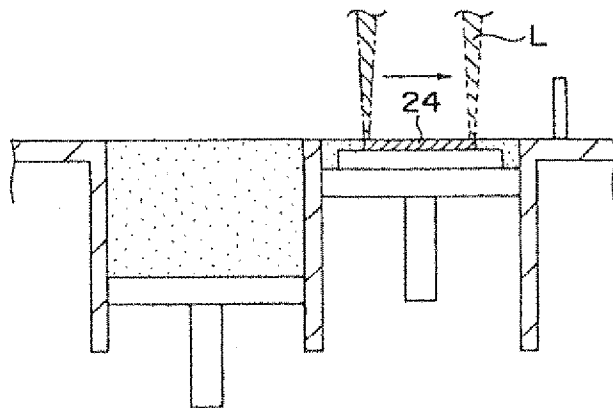


[図10]

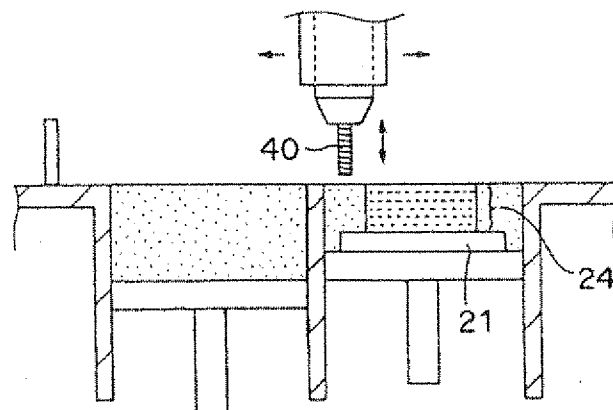
(a)



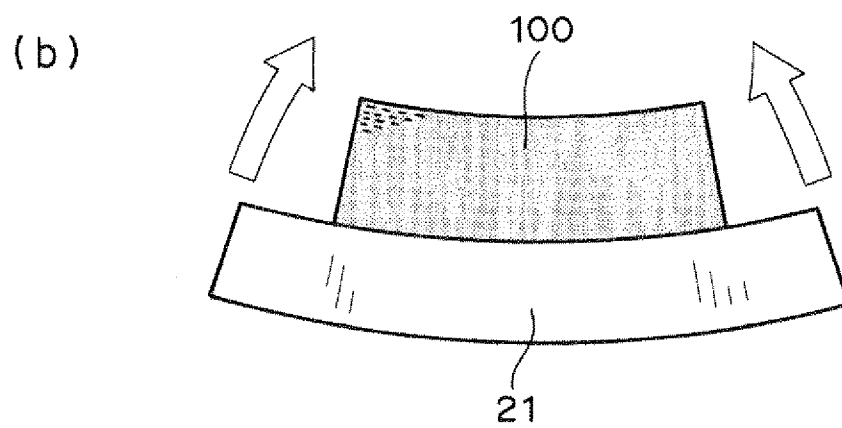
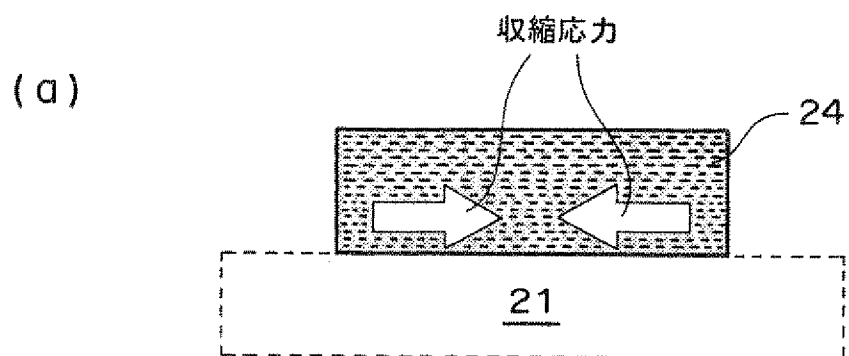
(b)



(c)

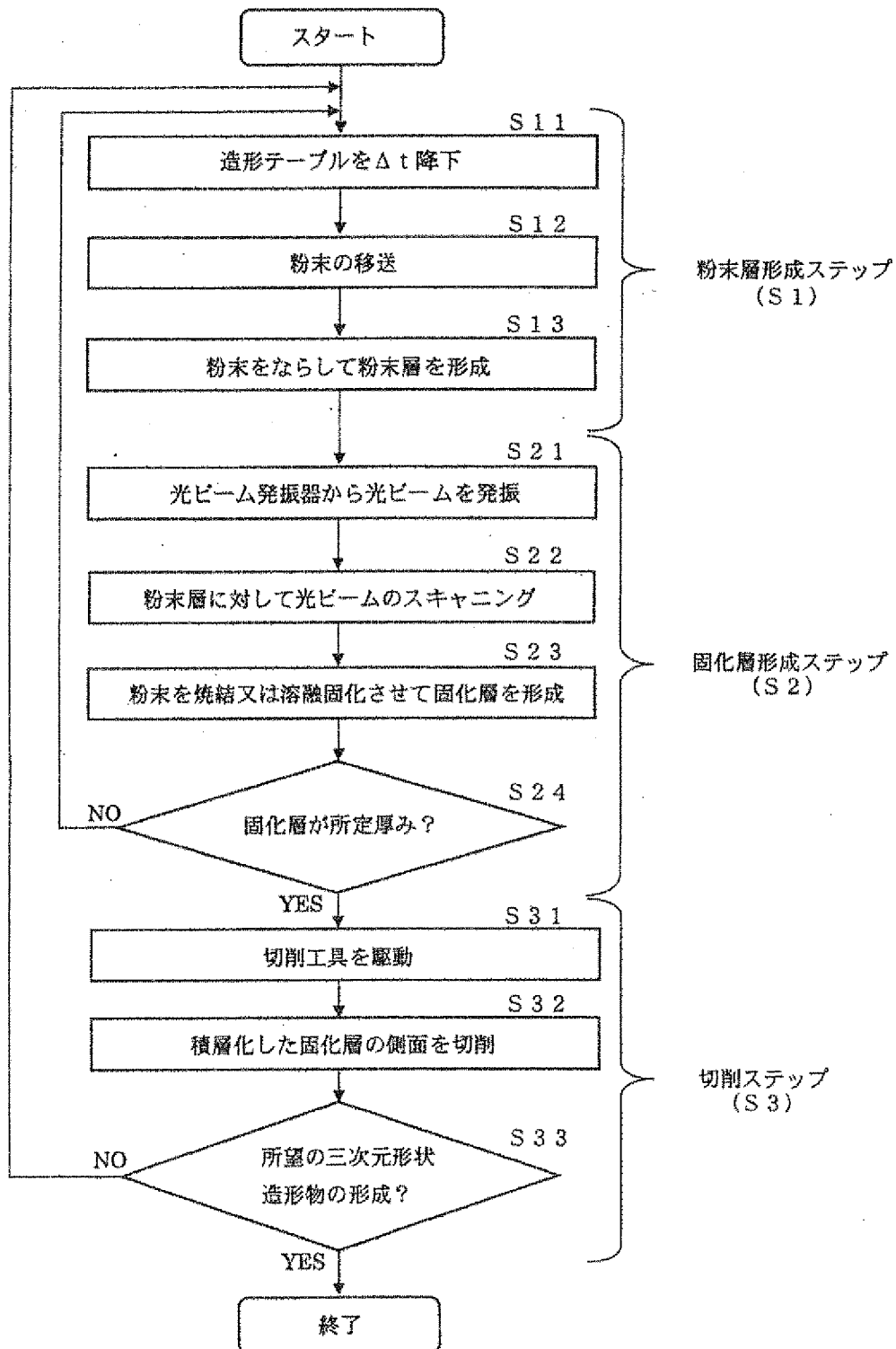


[図11]





[図13]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009190

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22F3/16(2006.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B29C67/00(2017.01)i, B33Y10/00(2015.01)i

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)

B22F3/16, B22F3/105, B29C67/00, B33Y10/00

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

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<br>A    | JP 2012-506803 A (MTT Technologies Ltd.),<br>22 March 2012 (22.03.2012),<br>claim 18; paragraph [0033]<br>& US 2011/0241947 A1<br>claim 18; paragraph [0030] | 1, 5<br>2-4           |
| A         | JP 2012-224906 A (Panasonic Corp.),<br>15 November 2012 (15.11.2012),<br>all pages; all drawings<br>(Family: none)                                           | 2-4                   |
| A         | WO 2016/017155 A1 (Panasonic Intellectual<br>Property Management Co., Ltd.),<br>04 February 2016 (04.02.2016),<br>all pages; all drawings<br>(Family: none)  | 2-4                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 April 2017 (19.04.17)

Date of mailing of the international search report  
09 May 2017 (09.05.17)

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**

International application No.

PCT/JP2017/009190

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | WO 2011/102382 A1 (Panasonic Corp.),<br>25 August 2011 (25.08.2011),<br>all pages; all drawings<br>& US 2012/0308781 A1 | 2-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B22F3/16(2006.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B29C67/00(2017.01)i, B33Y10/00(2015.01)i

## 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））

Int.Cl. B22F3/16, B22F3/105, B29C67/00, B33Y10/00

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 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                         | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X<br>A          | JP 2012-506803 A（エムティーティー テクノロジーズ リミテッ<br>ド）2012.03.22, 【請求項18】、段落【0033】 & US 2011/0241947<br>A1 Claim18, Paragraph[0030] | 1、5<br>2-4     |
| A               | JP 2012-224906 A（パナソニック株式会社）2012.11.15, 全頁全図<br>（ファミリーなし）                                                                 | 2-4            |
| A               | W0 2016/017155 A1（パナソニック I P マネジメント株式会社）<br>2016.02.04, 全頁全図（ファミリーなし）                                                     | 2-4            |
| A               | W0 2011/102382 A1（パナソニック株式会社）2011.08.25, 全頁全図<br>& US 2012/0308781 A1                                                     | 2-4            |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

|                                                               |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                                | 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの     |
| 「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                        | 「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                     |
| 「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） | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                     | 「&」 同一パテントファミリー文献                                                   |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                  |                                                                     |

国際調査を完了した日

19.04.2017

国際調査報告の発送日

09.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田代 吉成

4 E

9448

電話番号 03-3581-1101 内線 3425