

(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  
2018年9月20日(20.09.2018)

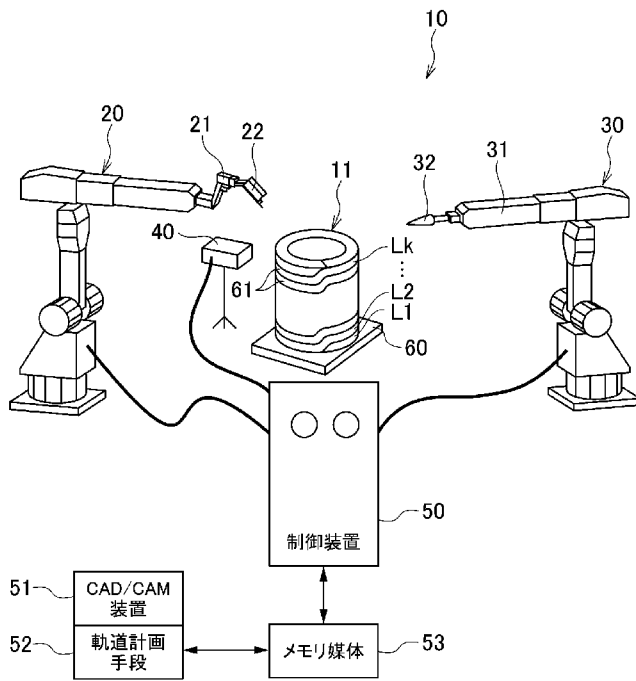


(10) 国際公開番号  
**WO 2018/168881 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*B23K 9/04* (2006.01)      *B33Y 30/00* (2015.01)  
*B23K 9/032* (2006.01)    *B33Y 50/00* (2015.01)  
*B33Y 10/00* (2015.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2018/009819
- (22) 国際出願日:                    2018年3月13日(13.03.2018)
- (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 2017-047553    2017年3月13日(13.03.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫
- 県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 山崎 雄幹 (YAMASAKI Takemasa). 佐藤 伸志 (SATO Shinji). 山田 岳史 (YAMADA Takeshi).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所(EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10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,

(54) Title: MANUFACTURING METHOD, MANUFACTURING SYSTEM, AND MANUFACTURING PROGRAM FOR ADDITIVE MANUFACTURED OBJECT

(54) 発明の名称: 積層造形物の製造方法、製造システム、及び製造プログラム



- 50 Control device
- 51 CAD/CAM device
- 52 Trajectory planning means
- 53 Memory medium

(57) Abstract: A welding robot (20) forms an additive manufactured object (11) by forming and laminating each layer (L1 ... Lk) of a welding bead (61) such that height  $h_{now}$  for the welding bead (61) of each layer (L1 ... Lk) is within a tolerance ( $\epsilon$ ) for a design height ( $h_k$ ). When height ( $h_{now}$ ) of the welding bead (61) is lower than a value for the tolerance ( $\epsilon$ ) subtracted from the design height ( $h_k$ ), the welding robot (20) forms another welding bead (61a) on the welding bead (61). When the height ( $h_{now}$ ) of the welding bead (61) is greater than a value of

WO 2018/168881 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

the tolerance ( $\varepsilon$ ) added to the design height ( $h_k$ ), welding bead (61) is removed by a cutting robot (30).

(57) 要約 : 溶接ロボット (20) は、各層 ( $L_1 \dots L_k$ ) の溶融ビード (61) の高さ  $h_{now}$  が、計画高さ ( $h_k$ ) に対して許容差 ( $\varepsilon$ ) の範囲内となるように各層 ( $L_1 \dots L_k$ ) の溶融ビード (61) を形成、積層して、積層造形物 (11) を形成する。溶融ビード (61) の高さ ( $h_{now}$ ) が、計画高さ ( $h_k$ ) に対して許容差 ( $\varepsilon$ ) を引いた値より低い場合は、溶接ロボット (20) が、溶融ビード (61) に重ねてさらに他の溶融ビード (61a) を形成する。溶融ビード (61) の高さ ( $h_{now}$ ) が、計画高さ ( $h_k$ ) に対して許容差 ( $\varepsilon$ ) を足した値より高い場合は、溶融ビード (61) を切削ロボット (30) により削除する。

## 明 細 書

発明の名称：

**積層造形物の製造方法、製造システム、及び製造プログラム**

### 技術分野

[0001] 本発明は、積層造形物の製造方法、製造システム、及び製造プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、生産手段としての3Dプリンタのニーズが高まっており、特に金属材料への適用については航空機業界等で実用化に向けて研究開発が行われている。金属材料を用いた3Dプリンタは、レーザやアーク等の熱源を用いて、金属粉体や金属ワイヤを溶融させ、溶融金属を積層させて造形物を造形する。

[0003] 従来、溶融金属を積層して造形物を造形する技術としては、溶着ビードを用いて金型を製造するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1には、金型の形状を表現する形状データを生成する工程と、生成された形状データに基づいて、金型を等高線に沿った積層体に分割する工程と、得られた積層体の形状データに基づいて、溶加材を供給する溶接トーチの移動経路を作成する工程と、を備える金型の製造方法が記載されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第3784539号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 造形物を造形するために溶融金属を積層する技術において、溶融ビードを鉛直方向に積層するだけでなく、複雑な形状を作る際には水平方向に積層する必要も生じる。この場合、次層の高さや形状を推定してビード積層位置を決め、溶融ビードを積層する。

[0006] しかしながら、実際の積層においては、推定の誤差や積層する部位の形状などの影響を受けて、実際のビード積層位置と、計画したビード積層位置との間に誤差が生じるため、補正が必要となる。計画したビード積層位置との誤差が生じると、次の層の形状が推定した形状と異なったものとなり、層を重ねるごとにその乖離が大きくなって、結果として目標の精度で造形物を形成できなくなる虞がある。

[0007] 例えば、ロボットなどの自動機を用いたアーク溶接により溶融ビードを積層する場合、図4 A及び図4 Bに示すように、実際の溶融ビードの高さ $h_{n,ow}$ が計画した溶融ビードの予定高さ $h_k$ と異なる可能性がある。この場合、図4 Aに示すように、前層のビード $L_p$ に対して次層のビード $L_n$ を溶接する際、シールドガスSGのシールド性が不安定となり、造形物の品質に影響を及ぼす場合がある。また、図4 Bに示すように、実際の溶融ビードの高さ $h_{n,ow}$ が計画した溶融ビードの予定高さ $h_k$ より高いと、次層のビード $L_n$ を溶接する際、前層のビード $L_p$ がアーク溶接のトーチTや溶加材Wと干渉して、造形物の品質に悪影響を及ぼすと共に、自動機の停止や、トーチの損傷などの課題が生じる。

[0008] 一方、特許文献1に記載の金型の製造方法では、積層高さの誤差補正や、各層の溶融ビードの高さ補正について考慮されておらず、改善の余地があった。

[0009] 本発明は、前述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、積層造形において、各層の溶融ビードの高さを適切に管理して、造形物の品質を向上すると共に、溶融ビードと積層装置との干渉を防止することができる積層造形物の製造方法、製造システム、及び製造プログラムを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0010] 本発明の上記目的は、下記の構成により達成される。

- (1) 造形物の形状を表す形状データを取得する工程と、  
前記形状データに基づいて前記造形物を互いに平行な複数の層に分割し、

前記各層の形状を表す層形状データを生成する工程と、

前記各層の溶融ビードを形成し、前記造形物の形状が形成されるまで前記溶融ビードを積層する工程と、

を備え、

前記各層の溶融ビードの形成は、

前記各層の層形状データに基づいて積層装置によって溶融ビードを形成する工程と、

前記形成された溶融ビードの高さを計測する工程と、

前記計測された溶融ビードの高さが前記予定高さに対して許容差の範囲内であるか比較する工程と、

前記溶融ビードの高さが前記予定高さに対して前記許容差を引いた値より低い場合は、前記溶融ビードに重ねてさらに他の溶融ビードを形成する工程と、

前記溶融ビードの高さが前記予定高さに対して前記許容差を足した値より高い場合は、前記溶融ビードを削除する工程と、

を備える積層造形物の製造方法。

(2) 前記計測工程及び前記比較工程は、前記他の溶融ビード形成工程又は前記溶融ビード削除工程を実行した後に再度行う(1)に記載の積層造形物の製造方法。

(3) 造形物を互いに平行な複数の層に分割した、前記各層の形状を表す層形状データに基づいて、前記複数の層の溶融ビードを形成する積層装置と、

前記積層装置により形成された前記溶融ビードを切削可能な切削装置と、

前記形成された溶融ビードの高さを測定する高さ計測装置と、

前記各層の層形状データに基づいて前記複数の層の前記溶融ビードを形成するように前記積層装置を制御すると共に、前記各層の溶融ビードの形成ごとに、前記高さ計測装置によって計測された前記溶融ビードの高さが予定高さに許容差を引いた値より低い場合、前記溶融ビードに重ねてさらに他の溶

融ビードを形成するように前記積層装置を制御し、前記溶融ビードの高さが前記予定高さに前記許容差を足した値より高い場合、前記溶融ビードを削除するように前記切削装置を制御する制御装置と、  
を備える積層造形物の製造システム。

(4) 造形物の形状を表す形状データに基づいて前記造形物を複数の層に分割された、前記各層の形状を表す層形状データを用いて、前記各層の溶融ビードを形成し、前記造形物の形状が形成されるまで前記溶融ビードを積層する手順を実行する積層造形物の製造プログラムであって、

前記各層の溶融ビードの形成は、前記各層の層形状データに基づいて積層装置によって溶融ビードを形成する手順、前記形成された溶融ビードの高さを計測する手順、前記計測された溶融ビードの高さが前記予定高さに対して許容差の範囲内であるか比較する手順、前記溶融ビードの高さが予定高さに対して前記許容値を引いた値より低い場合は、前記溶融ビードに重ねてさらに他の溶融ビードを形成する手順、前記溶融ビードの高さが前記予定高さに対して前記許容値を足した値より高い場合は、前記溶融ビードを削除する手順、を実行する積層造形物の製造プログラム。

## 発明の効果

[0011] 本発明の積層造形物の製造方法、製造システム、及び製造プログラムによれば、積層造形時に各層での溶融ビードの高さを計画通りの高さとする事が可能となり、結果として予め計画した溶融金属積層位置との誤差を抑制して造形精度が担保できる。また、造形中も溶接トーチと積層金属間の距離が適切になるため、シールドガスによるシールド性を確保でき、品質担保につながるだけでなく、溶接トーチなどの積層装置への衝突による破損を防止できる。

## 図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明に係る積層造形物の製造システムの外観図である。

[図2]積層造形物を形成する手順を示すプログラムのフローチャートである。

[図3]積層造形物を形成する手順を模式的に示す図である。

[図4A]実際のビード積層位置が計画したビード積層位置より低い時に、次層のビードを形成する場合を模式的に示す図である。

[図4B]実際のビード積層位置が計画したビード積層位置より高い時に、次層のビードを形成する場合を模式的に示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明に係る積層造形物の製造方法及び製造システムの一実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術範囲を限定するものではない。

[0014] 図1に示すように、本実施形態の積層造形物の製造システム10は、溶接ロボット20と、切削ロボット30と、高さ計測装置40と、制御装置50と、CAD/CAM装置51と、軌道計画手段52と、メモリー53と、を備える。即ち、本実施形態では、本発明の積層装置として、既存の溶接ロボット20が用いられ、本発明の切削装置として、既存の切削ロボット30が用いられている。

[0015] 積層造形物の製造システム10は、溶接ロボット20により溶加材（ワイヤ）Wを溶融しながら、積層造形物11の各層L1・・・Lkの形状を表す層形状データに基づいて溶接トーチ22を移動させて、溶融ビード61を複数層L1・・・Lkに亘って積層することで積層造形物11を成形する。

なお、図1では、積層造形物11の一例として、溶融ビード61を螺旋状に連続して積層する（即ち、前層の溶融ビード61の終端部と次層の溶融ビード61の始端部とが連続する）ことで略円筒形状を成型する場合を示しているが、積層造形物11は、任意の形状に設定可能である。

[0016] 溶接ロボット20は、多関節ロボットであり、先端アーム21の先端部に溶接トーチ22を備える。先端アーム21は、3次元的に移動可能であり、先端アーム21の姿勢及び位置を制御装置50で制御することにより、溶接トーチ22は、任意の姿勢で、任意の位置に移動することができる。

[0017] 溶接トーチ22は、シールドガスSG（図3参照）が供給される略筒状のシールドノズルと、シールドノズルの内部に配置された不図示のコンタクト

チップと、コンタクトチップに保持されて溶融電流が給電される溶加材Wと、を備える。溶接トーチ22は、溶加材Wを送給しつつ、シールドガスSGを流しながらアークを発生させて溶加材Wを溶融及び固化し、基台60上に溶融ビード61を積層して積層造形物11を形成する。なお、溶接トーチ22は、外部から溶加材を供給する非溶極式であってもよい。

[0018] 切削ロボット30は、溶接ロボット20と同様に、多関節ロボットであり、先端アーム31の先端部に、例えば、エンドミルや研削砥石などの金属加工工具32を備える。これにより、切削ロボット30は、制御装置50により、その加工姿勢が任意の姿勢を取り得るように、3次元的に移動可能となっている。

[0019] 切削ロボット30は、必要に応じて、溶接ロボット20により形成された溶融ビード61を金属加工工具32で所望に高さに加工する。

[0020] 高さ計測装置40は、溶融ビード61の高さ $h_{n.o.w}$ を測定する装置であり、接触式、非接触式などの任意の高さ計測装置が使用可能であるが、形成直後の溶融ビード61は高温であるため、レーザ式、撮像式などの非接触式計測装置を用いるのが好ましい。高さ計測装置40は、1層の溶融ビード61が形成されるごとに該溶融ビード61の高さ $h_{n.o.w}$ を測定する。

[0021] CAD/CAM装置51は、形成する積層造形物11の形状データを作成した後、複数の層に分割して各層 $L_1 \cdots L_k$ の形状を表す層形状データを生成する。軌道計画手段52は、層形状データに基づいて溶接トーチ22の移動軌跡を生成する。メモリー53は、生成された層形状データや溶接トーチ22の移動軌跡などを記憶する。

[0022] 制御装置50は、内部に格納された製造プログラムを実行することで、メモリー53に記憶された層形状データや溶接トーチ22の移動軌跡に基づいて、溶接ロボット20を制御すると共に、後述するように、各層の溶融ビード61の状態に応じて、溶接ロボット20及び切削ロボット30の動きを制御する。

[0023] 次に、図2及び図3を参照して、本実施形態の積層造形物の製造システム

10により積層造形物11を成形する具体的な手順について詳述する。

- [0024] 図2のフローチャートに示すように、まず、CAD/CAM装置51により積層造形物11の形状を表す形状データを作成し、入力された形状データ（CADデータ）を複数の層 $L_1 \dots L_k$ に分割して、各層 $L_1 \dots L_k$ の形状を表す層形状データを生成する（ステップS1）。各層 $L_1 \dots L_k$ の形状を表す層形状データは、溶接トーチ22の移動軌跡、即ち、溶融ビード61の積層軌跡となる。
- [0025] 積層造形物11の形状データの複数層への分割は、溶融ビード61の積層方向に対して略直交方向に分割するのが好ましい。即ち、溶融ビード61を垂直方向に積層して積層造形物11を形成する場合には水平方向に分割し、溶融ビード61を水平方向に積層して積層造形物11を形成する場合は、垂直方向に分割する。以下では、溶融ビード61を垂直方向に積層して積層造形物11を形成する場合について説明する。
- [0026] 次に、軌道計画手段52が、層形状データに基づいて、各層 $L_1 \dots L_k$ における溶接トーチ22の移動軌跡や、各層 $L_1 \dots L_k$ の溶融ビード61が積層された溶融ビード61の計画高さ $h_k$ 、などの具体的な溶融ビード61の積層計画を作成する（ステップS2）。
- [0027] そして、制御装置50が備えるカウンタの数値を $k=1$ にセットするとともに（ステップS3）、1層目の溶融ビード61が積層（形成）されたときの溶融ビード61の計画高さ $h_k$ を $h_1$ にセットする（ステップS4）。ここで、計画高さ $h_k$ は、積層された溶融ビード61の総高さ（合計高さ）とする。なお、各層 $L_1 \dots L_k$ ごとの溶融ビード61の計画高さは、同じであってもよく、また各層 $L_1 \dots L_k$ の層形状データに従って層ごとに異なる高さであってもよい。
- [0028] そして、図3に示すように、溶接トーチ22を、計画された移動軌跡に沿って移動させて、1層目の溶融ビード61を基台60上に積層する（ステップS5）。そして、高さ計測装置40により、1層目の溶融ビード61の高さ $h_{n.o.w}$ を測定する。なお、溶融ビード61の高さ $h_{n.o.w}$ の測定は、各層 $L_1$

… $L_k$ の溶融ビード61が形成されるごとに行う。

[0029] 次いで、測定された溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ に対して許容差 $\varepsilon$ の範囲内であるか否かを比較する。具体的には、測定された溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ から許容差 $\varepsilon$ を引いた値と等しいか、又は大きいかなんかが判別される（ステップS6）。

[0030] ステップS6において、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ から許容差 $\varepsilon$ を引いた値より小さいと判断されると、ステップS5に戻り、1層目の溶融ビード61の上にさらに追加の溶融ビード61aを積層し、再び溶融ビード61の高さ $h_{now}$ を測定して計画高さ $h_k$ との比較を行う。

[0031] これにより、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ に近づけられる。この結果、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が計画高さ $h_k$ より小さいまま、次層の溶融ビード61が積層されることによる、積層造形物11の品質への悪影響を抑制できる。

[0032] そして、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ から許容差 $\varepsilon$ を引いた値と等しいか、または大きいと判断されると、次のステップに進み、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ に許容差 $\varepsilon$ を足した値と等しいか、又は小さいかなんかが判別される（ステップS7）。

[0033] 溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ に許容差 $\varepsilon$ を足した値より大きい場合は、切削ロボット30の金属加工工具32により、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ になるように切削加工する（ステップS8）。

[0034] 切削ロボット30により溶融ビード61を切削加工した後、ステップS6に戻り、再び、高さ計測装置40により切削加工後の溶融ビード61の高さ $h_{now}$ を測定して、計画高さ $h_k$ と比較する。なお、溶融ビード61の切削加工により、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が計画高さ $h_k$ に対して許容差 $\varepsilon$ の範囲内であることが確実である場合には、図2に破線で示すように、計画した層数の溶融ビード61が積層されたか否かを判別するステップS9に進めてもよい。

[0035] ステップS7において、溶融ビード61の高さ $h_{now}$ が、計画高さ $h_k$ に許

容差  $\varepsilon$  を足した値より大きいと、次層（2層目）の溶融ビード61を積層するとき、溶接トーチ22や溶加材Wが積層済みの1層目の溶融ビード61に当接して、溶接ロボット20の停止や溶接トーチ22の損傷などに繋がる虞があるが、溶融ビード61の高さ  $h_{now}$  を、計画高さ  $h_k$  まで切削加工することでこれを防止することができる。

[0036] ステップS7で、溶融ビード61の高さ  $h_{now}$  が、計画高さ  $h_k$  に許容差  $\varepsilon$  を足した値と等しいか、又は小さい場合には、溶融ビード61の高さ  $h_{now}$  は、許容差  $\varepsilon$  の範囲内であると判断され、続いて計画した層数の溶融ビード61が積層されたか否かが判別される（ステップS9）。

[0037] ステップS9で計画した層数の溶融ビード61の積層が完了していないと判断されると、カウンタの数値をインクリメントして  $k=2$  にセットして（ステップS10）、ステップS4に戻り、計画高さ  $h_k$  を、1層目と2層目の溶融ビード61の合計高さである新しい計画高さ  $h_k$  に変更して、次層（2層目）の溶融ビード61を1層目の溶融ビード61の上に積層する。

[0038] 以後、同様に、計画した層数の溶融ビード61の積層が完了するまで、溶融ビード61の積層を繰り返し行って、積層造形物11を形成する。

[0039] ステップS9で計画した層数の溶融ビード61の積層が完了したと判断されると、積層造形物11の作成プログラムを終了する。

[0040] 以上説明したように、本実施形態の積層造形物の製造方法、製造システムによれば、積層造形物11の形状を表す形状データを取得し、該形状データに基づいて積層造形物11を複数の層  $L_1 \dots L_k$  に分割した、各層  $L_1 \dots L_k$  の形状を表す層形状データを生成する。そして、溶接ロボット20は、各層  $L_1 \dots L_k$  の溶融ビード61を積層形成して、積層造形物11を形成する。各層  $L_1 \dots L_k$  の溶融ビード61の形成は、各層  $L_1 \dots L_k$  の層形状データに基づいて溶接ロボット20によって溶融ビード61を形成する工程と、形成された溶融ビード61の高さ  $h_{now}$  を高さ計測装置40により計測する工程と、計測された溶融ビード61の高さ  $h_{now}$  が、計画高さ  $h_k$  に対して許容差  $\varepsilon$  の範囲内であるか比較し、溶融ビード61の高さ  $h_{now}$  が、計画高さ  $h_k$

に対して許容差  $\varepsilon$  を引いた値より低い場合は、溶接ロボット 20 が、溶融ビード 61 に重ねてさらに他の溶融ビード 61 a を形成する工程と、溶融ビード 61 の高さ  $h_{n_{ow}}$  が、計画高さ  $h_k$  に対して許容差  $\varepsilon$  を足した値より高い場合は、溶融ビード 61 を切削ロボット 30 により削除する工程と、を備える。これにより、積層造形時に各層  $L_1 \dots L_k$  での高さ  $h_{n_{ow}}$  を計画高さ  $h_k$  に対して許容差  $\varepsilon$  の範囲内とすることが可能となり、結果として予め計画した溶融金属積層位置との誤差を抑制して高精度で積層造形物 11 を形成できる。

[0041] また、造形中も溶接トーチ 22 と溶融ビード 61 間の距離が適切になるため、シールドガスによるシールド性を確保でき、品質担保につながるだけでなく、溶接トーチ 22 や溶加材 W と溶融ビード 61 との衝突による停止や損傷を防止できる。

[0042] また、高さ計測装置 40 により計測された溶融ビード 61 の高さ  $h_{n_{ow}}$  と、計画高さ  $h_k$  との比較は、追加の溶融ビード 61 a の積層、又は切削ロボット 30 による溶融ビード 61 の切削加工後に、再度行うので、より高い精度で積層造形物 11 を形成することができる。

[0043] また、本実施形態の積層造形物の製造プログラムによれば、溶接ロボット 20 が、各層  $L_1 \dots L_k$  の溶融ビード 61 を積層形成して、積層造形物 11 を形成する手順を実行する。また、各層  $L_1 \dots L_k$  の溶融ビード 61 の形成は、各層  $L_1 \dots L_k$  の層形状データに基づいて溶接ロボット 20 によって溶融ビード 61 を形成する手順と、形成された溶融ビード 61 の高さ  $h_{n_{ow}}$  を高さ計測装置 40 により計測する手順と、計測された溶融ビード 61 の高さ  $h_{n_{ow}}$  が、計画高さ  $h_k$  に対して許容差  $\varepsilon$  の範囲内であるか比較し、溶融ビード 61 の高さ  $h_{n_{ow}}$  が、計画高さ  $h_k$  に対して許容差  $\varepsilon$  を引いた値より低い場合は、溶接ロボット 20 が、溶融ビード 61 に重ねてさらに他の溶融ビード 61 a を形成する手順と、溶融ビード 61 の高さ  $h_{n_{ow}}$  が、計画高さ  $h_k$  に対して許容差  $\varepsilon$  を足した値より高い場合は、溶融ビード 61 を切削ロボット 30 により削除する手順と、を実行する。これにより、積層造形時に各層  $L_1 \dots L$

kでの高さ $h_{n.o.w}$ を計画高さ $h_k$ に対して許容差 $\varepsilon$ の範囲内とすることが可能となり、結果として予め計画した溶融金属積層位置との誤差を抑制して高精度で積層造形物11を形成できる。

[0044] なお、ステップS6において、他の溶融ビード61aを積層する際には、異なる溶加材Wや異なる溶接トーチ、また、異なる溶接条件で、積層誤差に応じて適切な高さの他の溶融ビード61aを積層するように行われてもよい。或いは、ステップS8での切削加工を予め見越して、溶融ビード61と同じ条件で、他の溶融ビード61aを積層してもよい。

[0045] なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。

例えば、上記実施形態では、溶融積層方式としてアーク溶接を適用した例について説明したが、他の金属溶融積層方法による積層装置、例えばSelective Laser Melting (SLM)、Laser Metal Deposition (LMD)のようなレーザによる溶融積層方式や、電子ビーム溶接なども適用可能である。

[0046] なお、本出願は、2017年3月13日出願の日本特許出願（特願2017-047553）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

## 符号の説明

[0047] 10 積層造形物の製造システム  
 11 積層造形物  
 20 溶接ロボット（積層装置）  
 30 切削ロボット（切削装置）  
 40 高さ計測装置  
 50 制御装置  
 61 溶融ビード  
 61a 他の溶融ビード  
 L1・・・Lk 層  
 $\varepsilon$  許容差

$h_{now}$  溶融ビードの高さ

$h_k$  溶融ビードの計画高さ (予定高さ)

## 請求の範囲

### [請求項1]

造形物の形状を表す形状データを取得する工程と、  
前記形状データに基づいて前記造形物を互いに平行な複数の層に分割し、前記各層の形状を表す層形状データを生成する工程と、  
前記各層の溶融ビードを形成し、前記造形物の形状が形成されるまで前記溶融ビードを積層する工程と、  
を備え、  
前記各層の溶融ビードの形成は、  
前記各層の層形状データに基づいて積層装置によって溶融ビードを形成する工程と、  
前記形成された溶融ビードの高さを計測する工程と、  
前記計測された溶融ビードの高さが前記予定高さに対して許容差の範囲内であるか比較する工程と、  
前記溶融ビードの高さが前記予定高さに対して前記許容差を引いた値より低い場合は、前記溶融ビードに重ねてさらに他の溶融ビードを形成する工程と、  
前記溶融ビードの高さが前記予定高さに対して前記許容差を足した値より高い場合は、前記溶融ビードを削除する工程と、  
を備える積層造形物の製造方法。

### [請求項2]

前記計測工程及び前記比較工程は、前記他の溶融ビード形成工程又は前記溶融ビード削除工程を実行した後に再度行う請求項1に記載の積層造形物の製造方法。

### [請求項3]

造形物を互いに平行な複数の層に分割した、前記各層の形状を表す層形状データに基づいて、前記複数の層の溶融ビードを形成する積層装置と、  
前記積層装置により形成された前記溶融ビードを切削可能な切削装置と、  
前記形成された溶融ビードの高さを測定する高さ計測装置と、

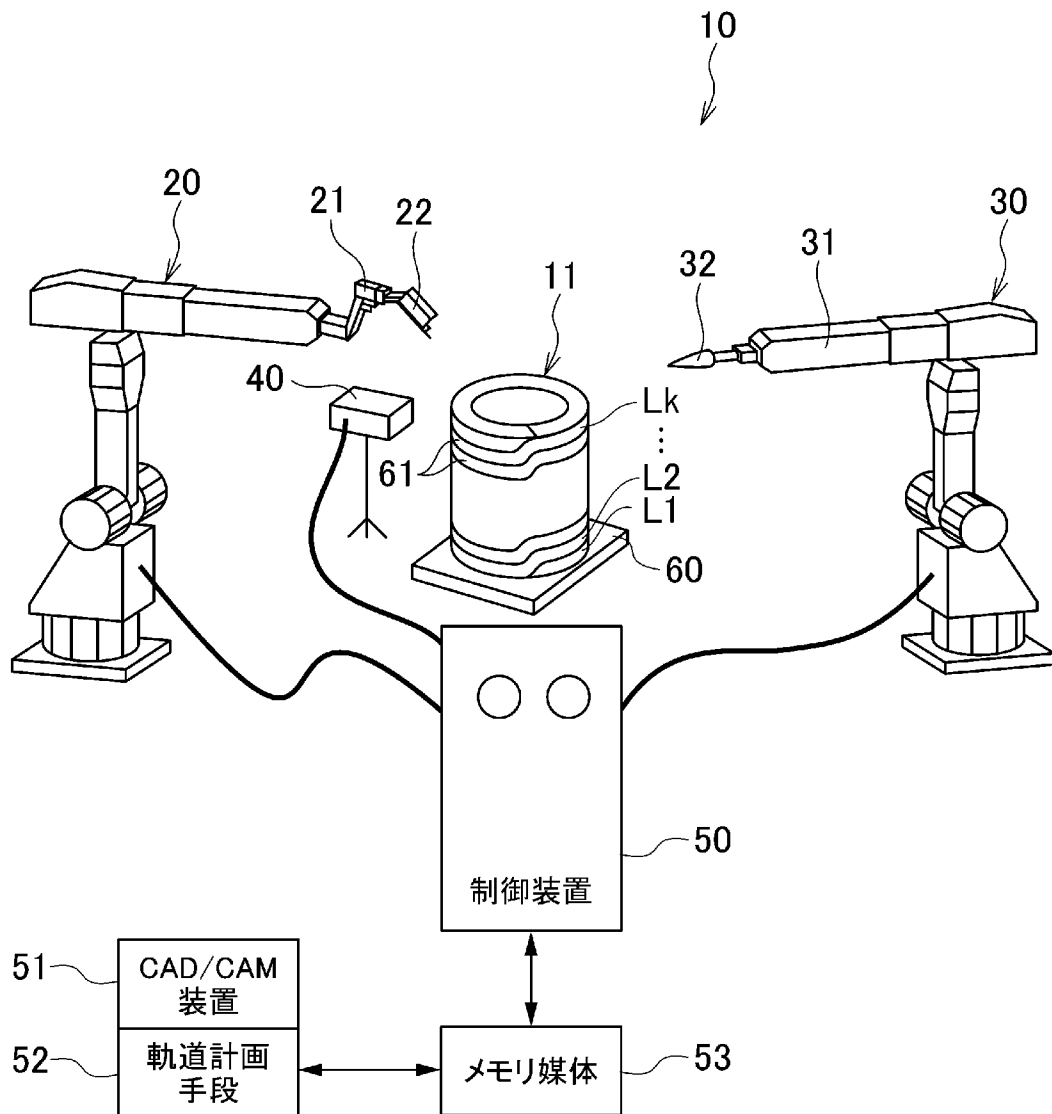
前記各層の層形状データに基づいて前記複数の層の前記溶融ビードを形成するように前記積層装置を制御すると共に、前記各層の溶融ビードの形成ごとに、前記高さ計測装置によって計測された前記溶融ビードの高さが予定高さに許容差を引いた値より低い場合、前記溶融ビードに重ねてさらに他の溶融ビードを形成するように前記積層装置を制御し、前記溶融ビードの高さが前記予定高さに前記許容差を足した値より高い場合、前記溶融ビードを削除するように前記切削装置を制御する制御装置と、  
を備える積層造形物の製造システム。

[請求項4]

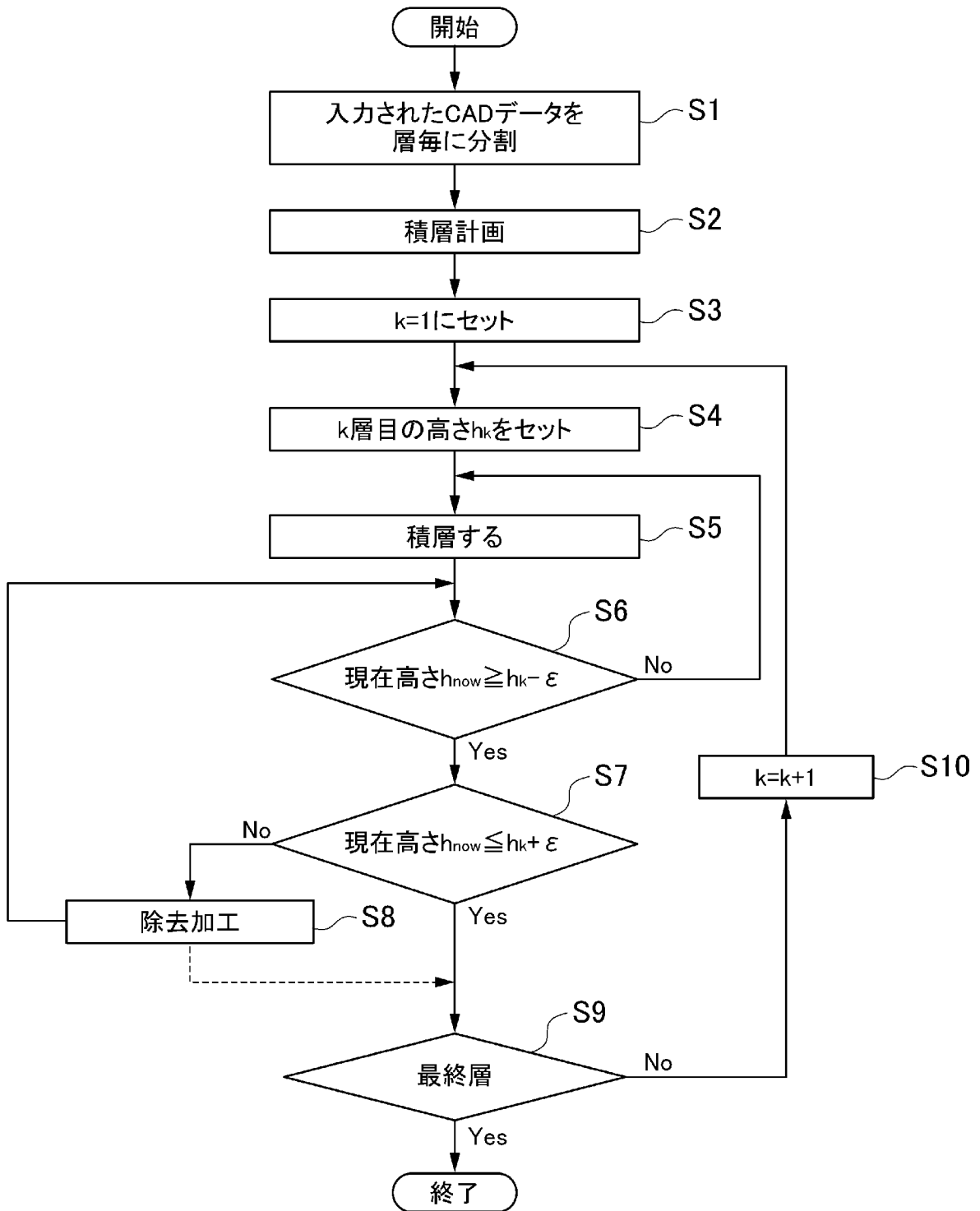
造形物の形状を表す形状データに基づいて前記造形物を複数の層に分割された、前記各層の形状を表す層形状データを用いて、前記各層の溶融ビードを形成し、前記造形物の形状が形成されるまで前記溶融ビードを積層する手順を実行する積層造形物の製造プログラムであって、

前記各層の溶融ビードの形成は、前記各層の層形状データに基づいて積層装置によって溶融ビードを形成する手順、前記形成された溶融ビードの高さを計測する手順、前記計測された溶融ビードの高さが前記予定高さに対して許容差の範囲内であるか比較する手順、前記溶融ビードの高さが予定高さに対して前記許容値を引いた値より低い場合は、前記溶融ビードに重ねてさらに他の溶融ビードを形成する手順、前記溶融ビードの高さが前記予定高さに対して前記許容値を足した値より高い場合は、前記溶融ビードを削除する手順、を実行する積層造形物の製造プログラム。

[図1]



[図2]



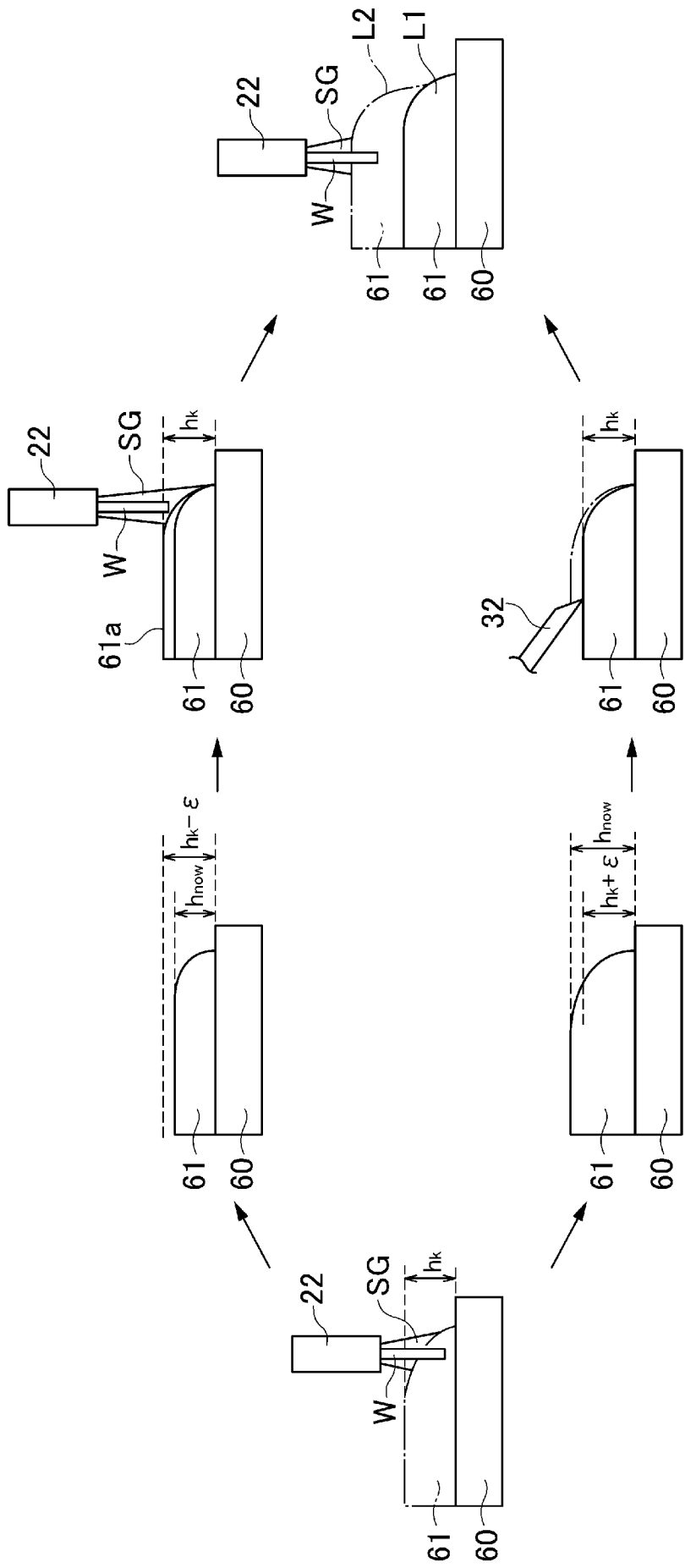
[図3]

2層目積層

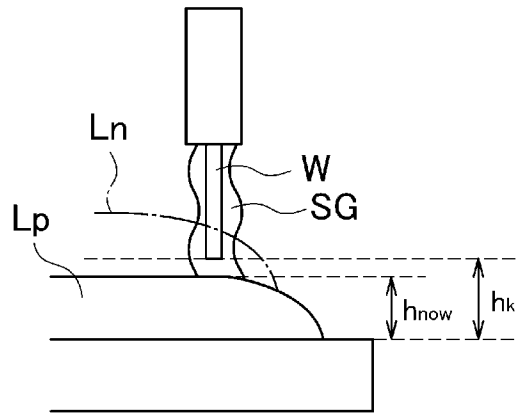
高さ補正

高さ計測

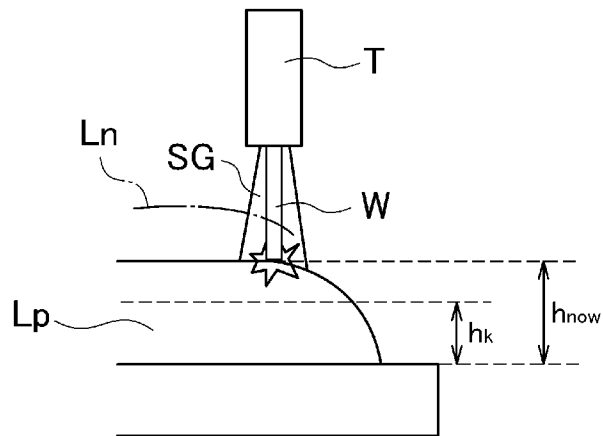
1層目積層



[図4A]



[図4B]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/009819

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>                  Int.Cl. B23K9/04(2006.01) i, B23K9/032(2006.01) i, B33Y10/00(2015.01) i, B33Y30/00(2015.01) i, B33Y50/00(2015.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>										
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                  Int.Cl. B23K9/04, B23K9/032, B33Y10/00, B33Y30/00, B33Y50/00</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1971-2018</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1996-2018</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1994-2018</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018	Registered utility model specifications of Japan	1996-2018	Published registered utility model applications of Japan	1994-2018
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996									
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018									
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018									
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018									
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">Category*</th> <th style="width:65%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 5-192767 A (PRINZ, F. B.) 03 August 1993, paragraphs [0018], [0019], fig. 5 &amp; US 5207371 A, column 5, line 59 to column 6, line 22, fig. 5 &amp; EP 529816 A1 &amp; DE 69206357 T2 &amp; AT 130945 T &amp; CA 2074742 A1</td> <td align="center">1-4</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 5-192767 A (PRINZ, F. B.) 03 August 1993, paragraphs [0018], [0019], fig. 5 & US 5207371 A, column 5, line 59 to column 6, line 22, fig. 5 & EP 529816 A1 & DE 69206357 T2 & AT 130945 T & CA 2074742 A1	1-4		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
A	JP 5-192767 A (PRINZ, F. B.) 03 August 1993, paragraphs [0018], [0019], fig. 5 & US 5207371 A, column 5, line 59 to column 6, line 22, fig. 5 & EP 529816 A1 & DE 69206357 T2 & AT 130945 T & CA 2074742 A1	1-4								
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>										
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>						
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>									
<p>Date of the actual completion of the international search 11.05.2018</p>		<p>Date of mailing of the international search report 22.05.2018</p>								
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>								

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2018/009819

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3208808 U (LINCOLN GLOBAL, INC.) 23 February 2017, paragraphs [0042]-[0055] & US 2015/0108096 A1, paragraphs [0050]-[0064] & US 2017/0252847 A1 & WO 2015/059533 A1 & DE 202014010776 U1 & CN 105658367 A	1-4
A	JP 2004-230431 A (FUJITSU LIMITED) 19 August 2004, entire text, all drawings & US 2004/0153192 A1 & CN 1519759 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K9/04(2006.01)i, B23K9/032(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y30/00(2015.01)i, B33Y50/00(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（IPC））

Int.Cl. B23K9/04, B23K9/032, B33Y10/00, B33Y30/00, B33Y50/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5-192767 A（フリッツ・ビー・プリンツ） 1993.08.03, 段落 [0018] - [0019], 図5 & US 5207371 A, 第5欄第59行 - 第6欄第22行, 図5 & EP 529816 A1 & DE 69206357 T2 & AT 130945 T & CA 2074742 A1	1-4

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的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  
 「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

11.05.2018

国際調査報告の発送日

22.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

竹下 和志

3P

2926

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 3208808 U (リンカーン グローバル, インコーポレイテッド) 2017.02.23, 段落 [0042] - [0055] & US 2015/0108096 A1, [0050]-[0064] & US 2017/0252847 A1 & WO 2015/059533 A1 & DE 202014010776 U1 & CN 105658367 A	1 - 4
A	JP 2004-230431 A (富士通株式会社) 2004.08.19, 全文, 全図 & US 2004/0153192 A1 & CN 1519759 A	1 - 4