

(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
2020年12月3日(03.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/241530 A1

- (51) 国際特許分類:
B22F 3/105 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
B22F 3/16 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01) B33Y 10/00 (2015.01)
C21D 9/00 (2006.01) B33Y 80/00 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020422
- (22) 国際出願日: 2020年5月22日(22.05.2020)
- (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 2019-102725 2019年5月31日(31.05.2019) JP
- (71) 出願人: 日立金属株式会社 (HITACHI METALS,LTD.) [JP/JP]; 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西田 純一 (NISHIDA Junichi); 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内 Tokyo (JP). 桑原 孝介 (KUWABARA Kousuke); 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内 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: FE-AL-BASED ALLOY VIBRATION-DAMPING COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: Fe-Al系合金制振部品およびその製造方法

[図3]

AA
積層方向
↑



AA Lamination direction

(57) Abstract: The present invention provides: an Fe-Al-based vibration-damping component containing little solidification defects, exhibiting good vibration-damping performance even in the presence of remaining solidification defects, and having an irregular cross-sectional shape; and a method for manufacturing the vibration-damping component. The Fe-Al-based alloy vibration-damping component comprises 4.0-12.0% by mass of Al with the balance Fe and inevitable impurities, has an average crystal grain size in the range of over 700 μm to 2,000 μm, has a cross-sectional defect rate

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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)）

of lower than 0.1%, and has an irregular cross-sectional shape. In the Fe-Al-based alloy vibration-damping component and the method for manufacturing the vibration-damping component, the method is for obtaining the vibration-damping component having an irregular cross-sectional shape and includes a shaping step in which a metal powder comprising 4.0-12.0% by mass of Al with the balance Fe and inevitable impurities is melted using a heat source set to a scanning rate of 700-1,700 mm/second and is solidified to obtain a shaped product and an annealing step in which the shaped product is annealed at a temperature of 800-1200°C.

(57) 要約：凝固欠陥が少なく、欠陥が残っていたとしても制振特性が良好な、異形断面形状を有するFe-Al系制振部品とその製造方法を提供する。質量%でAl：4.0～12.0%、残部Fe及び不可避免の不純物であり、平均結晶粒径が700μmを超えて2000μm以内の範囲内にあり、断面欠陥率が0.1%未満であり、異形断面形状を有する、Fe-Al系合金制振部品。また、質量%でAl：4.0～12.0%、残部Fe及び不可避免の不純物でなる金属粉末を、走査速度を700mm/秒～1700mm/秒に設定した熱源で熔融凝固させ、造形体を得る造形工程と、前記造形体を800～1200℃の温度で焼鈍する焼鈍工程と、を含み、異形断面形状を有する制振部品を得る、Fe-Al系合金制振部品の製造方法とその製造方法。

明 細 書

発明の名称： F e - A l 系合金制振部品およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、F e - A l 系合金制振部品およびその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 自動車などの車両の静粛性を向上させたり、切削機械などにおける仕上げ精度を向上させたりするための振動対策として、制振性に優れる金属材料の要求がある。前述の制振合金としては、例えば、F e - A l 合金、F e - C r - A l 合金、F e - C o - V 合金があり、これらの合金は強磁性体型の制振合金として知られている。いずれも磁歪の大きな材料で、振動に伴う歪の大きさに応じた磁歪により材料内の磁壁が移動することで、振動の弾性エネルギーを吸収する。その他の制振合金としてM n - C u 合金があるが、これは熱弾性マルテンサイト変態における双晶変形を利用するもので、変態温度以上では制振効果がなくなる。強磁性体型は比較的の高い温度まで制振効果があり、中でもF e - A l 合金は原料コストが安価であり、優れた制振性を有する制振合金として知られている。

[0003] このF e - A l 合金は圧延など塑性加工を行って板として使用されることが多い。例えば、特許文献1（特開2014-80676）では厚さが1.4mm以下の冷間圧延材の製造工程が開示されており、特許文献2（特開2014-114468）では熱間加工による塑性加工と冷間圧延する冷間加工工程が開示されている。

これらの塑性加工材の平均結晶粒径については、結晶粒界が磁壁の移動の妨げとなるために、結晶粒が大きいほど磁歪も大きくなり内部摩擦を高める効果がある。特許文献3（特開2001-59139）では平均結晶粒径は300～700 μ mの範囲内に規定されている。結晶粒径が大きすぎると、冷間加工性が低下するのと、構造材料として必要な強度低下が懸念されるため

に上限が決められている。

[0004] ところで、上述したような制振部品の制振効果をより高めるためには、例えば部品内部に空間を設けるといったように、複雑な形状が必要になる傾向にある。このような複雑形状の部品を製造する方法として、金属材の粉末をレーザーなどによって局所的に熔融・凝固させて、構造物を任意の形状へ成型できる積層造形法が挙げられる。この積層造形法のような塑性加工を行わないプロセスは、設計の自由度が高く、制振材料と組み合わせることで、より大きな制振効果が期待される。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2014-80676号
特許文献2：特開2014-114468号
特許文献3：特開2001-59139号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら上述したような積層造形法などの急速熔融急凝固プロセスを適用すると、部品内部に微小な欠陥や介在物が生成されやすく、振動減衰機構となる磁壁の移動を妨げて十分な制振効果が得られない可能性が考えられる。特許文献1～3には上記の課題について記載されておらず、検討の余地が残されている。

そこで本発明の目的は、凝固欠陥が少なく、微小欠陥が残っていても制振特性向上に有利なFe-AI系合金制振部品とそ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

[0007] 本発明者は凝固組織について鋭意検討した結果、制振特性が低下しない結晶粒径範囲と、この結晶粒径を得るための急速熔融急凝固プロセスについて見出し、本発明に到達した。

すなわち本発明の一態様は、質量％でAl：4.0～12.0％、残部Fe及び不可避免的不純物でなり、平均結晶粒径が700 μ mを超えて2000 μ m以内の範囲内にあり、断面欠陥率が0.1％未満であり、異形断面形状を有する、Fe-Al系合金制振部品である。

[0008] 本発明の他の一態様は、質量％でAl：4.0～12.0％、残部Fe及び不可避免的不純物でなる金属粉末を、走査速度を700mm／秒～1700mm／秒に設定した熱源で熔融凝固させ、造形体を得る造形工程と、前記造形体を800～1200℃の温度で焼鈍する焼鈍工程と、を含み、異形断面形状を有する制振部品を得る、Fe-Al系合金制振部品の製造方法である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、凝固欠陥が少なく、微小欠陥が残っていても制振特性向上に有利なFe-Al系合金制振部品を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施例における試験片採取方法を説明するための、模式図である。

[図2]本発明例の焼鈍前断面写真である。

[図3]本発明例の焼鈍後断面写真である。

[図4]比較例の焼鈍前断面写真である。

[図5]比較例の焼鈍後断面写真である。

[図6]他の比較例の焼鈍前断面写真である。

[図7]他の比較例の焼鈍後断面写真である。

[図8]異形断面形状を説明するための参考図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態について、具体的に説明する。

本発明のFe-Al系合金制振部品（以下、単に制振部品とも記載する。）は、質量％でAl：4.0～12.0％を含み、残部Fe及び不可避免的不純物からなる。AlはFeに固溶し磁歪を増加させることで、制振性に寄与する。Alが増えると磁歪は大きくなり、10％前後で最大となる。一方、

透磁率は $A \mid$ が増えると低くなり、磁壁が動き難くなる。以上のことから、 $A \mid$ は 4.0 ~ 12.0 % とした。好ましい下限は 6.0 % であり、上限は 10.0 % である。

[0012] 本実施形態の制振部品は、平均結晶粒径が $700 \mu\text{m}$ を超えて $2000 \mu\text{m}$ 以内の範囲内であることが主要な特徴である。圧延などの塑性加工を含む従来の製造方法では、平均結晶粒径を $300 \sim 500 \mu\text{m}$ 程度とすることで大きな制振特性が得られていた。しかし積層造形法により製造した部品では、微小な凝固欠陥や介在物が不可避に生成されるため、同じ結晶粒に制御しても微細な介在物、凝固欠陥により磁壁の移動が妨げられ、従来の塑性加工品よりも制振特性が小さいことが判明した。本実施形態の制振部品は平均結晶粒径を $700 \mu\text{m}$ を超えるように制御することで、上述した微小な凝固欠陥や介在物を有していても磁壁の移動が阻害されにくく、従来品と同等以上の制振特性を発揮することが可能である。一方で平均結晶粒径が大きくなりすぎると、制振部品の延性が低下する傾向にあるので、上限を $2000 \mu\text{m}$ とした。好ましい平均結晶粒径の下限は $800 \mu\text{m}$ であり、より好ましい平均結晶粒径の下限は $900 \mu\text{m}$ である。また、好ましい平均結晶粒径の上限は $1800 \mu\text{m}$ であり、より好ましい平均結晶粒径の上限は $1600 \mu\text{m}$ であり、さらに好ましい平均結晶粒径の上限は $1400 \mu\text{m}$ であり、特に好ましい平均結晶粒径の上限は $1200 \mu\text{m}$ である。なお、あまりにも欠陥が多すぎると、上記の平均結晶粒径を有していても十分な制振特性が得られないため、断面欠陥率が 0.1 % 未満とする。なおこの断面欠陥率の測定は、例えば、部品の厚さ方向に平行な断面（長尺部品であれば、その横断面）を鏡面研磨した後、光学顕微鏡で観察し、得られた画像を解析することで測定することが可能である。

[0013] 本実施形態の制振部品は、異形断面形状を有する。即ち、制振部品の長手方向と厚み方向の何れかまたは両方に、厚さが異なる部分を有する。さらには、厚さ方向の断面の長径を $D1$ 、短径を $D2$ とした際に、 $D1$ と $D2$ の差が 0.5 mm 以上である異形断面形状を有することが好ましい。異形断面形

状の例を図8に示す。本実施形態の異形断面形状とは、例えば、長尺部品の横断面で、図8（a）に示すような断面に中空を有する形状、図8（b）に示すようなH型、および図8（c）に示すような断面形状の肉厚が変化する形状である。なお図8（a）のような断面に中空を有する形状の場合、短径D2は、中空部分を除いた厚み（ $D2a + D2b$ ）とする。

[0014] 続いて本実施形態の製造方法について説明する。本実施形態の製造方法は、質量%でAl：4.0～12.0%を含み、残部Fe及び不可避免の不純物からなる金属粉末を、走査速度を700mm/秒～1700mm/秒に設定した熱源で熔融凝固させ、造形体を得る造形工程を行う。この合金粉末は一般的に使用されている粉末製造法により製造されたものを用いることができる。例えば、アトマイズ法や、メルトスピニング法等を用いることができる。

[0015] 本実施形態における、粉末を熔融凝固させる手段としては、一般的に知られている粉末積層造形法を適用すればよい。粉末積層造形法としては、例えば、パウダーベッド法、ダイレクトメタルデポジション法等が上げられる。熱源も、レーザー、電子ビーム、アーク、プラズマ等から適宜選択することができる。なお本実施形態では、レーザーを熱源としたパウダーベッド法を選択している。

[0016] 本実施形態の製造方法における主要な特徴は、金属粉末を熔融凝固させ、造形体を得る造形工程において、熱源の走査速度を700mm/秒～1700mm/秒に設定することにある。造形工程後の造形体を観察すると、平均結晶粒径は100～300μm程度であるが、これを焼鈍で700μmを超える粗大結晶粒にするためには、造形体に適度な内部歪みを残存させる必要がある。内部歪みは急熱急冷による熱応力、相変態にともなう変態応力により導入され、その大きさを駆動力にして再結晶が発生する。走査速度が遅く、凝固がゆっくりと進行すると、内部に蓄積される歪みが小さくなり、焼鈍しても再結晶せずに、凝固時の結晶粒（100～300μm程度の等軸粒）がそのまま残る傾向にあるため、本実施形態では熱源の走査速度を700m

m/秒以上とした。好ましい走査速度は800mm/秒以上である。一方で走査速度を速くして、凝固速度を大きくすると、内部歪みは大きくなるが、再結晶の核となる発生サイトが多くなり、再結晶粒は微細になる傾向にある。また、凝固速度が大きくなると、凝固欠陥も多くなり再結晶の成長が妨げられ、造形体の強度も低下する可能性があるため、本実施形態では走査速度を1700mm/秒以下とした。好ましい走査速度は1600mm/秒以下であり、より好ましい走査速度は1500mm/秒以下である。

[0017] また本実施形態の製造方法では、上述した熱源の走査速度を満たしつつ、熱源のエネルギー密度を $65 \sim 135 \text{ J/mm}^3$ にすることが好ましい。このエネルギー密度は、走査熱源の出力を P 、走査速度を v 、走査間隔を p 、1層当たりの積層厚さを d とした時に、 $P / (v \cdot p \cdot d)$ で計算される。上述したエネルギー密度範囲内で金属粉末を溶融凝固させることで、安定して焼鈍後に粗大な結晶粒を得ることが可能である。

[0018] 本実施形態の造形体は、急冷凝固組織の集合からなる金属組織を有している。そのミクロ組織は積層方向に沿った柱状組織を有している。この柱状組織は(110)(200)の結晶方位を主体としており、合わせて90%以上の比率であることが好ましい。より好ましくは95%以上である。これにより、焼鈍後のミクロ組織がより粗大になると考えられる。また本実施形態の造形体は、GOS値(Grain Orientation Spread)が 3° 以上の結晶粒が多いことが好ましい。このGOS値とは、同じ結晶粒内において、任意の測定点と粒内の他の測定点との測定点間の方位差を平均化した値を示す。例えば、上記の積層方向に沿った柱状組織(図1の場合、厚さ方向に平行な断面組織)において、GOS値が 3° 以上の結晶粒が100個/ mm^2 であることが好ましく、150個/ mm^2 であることがより好ましい。

[0019] 本実施形態の製造方法では、焼鈍前の造形体に、 $1100^\circ\text{C} \sim 1300^\circ\text{C}$ の温度で、50MPa $\sim$ 300MPaの熱間等方圧加圧処理を行ってもよい。これにより、内部の欠陥を減少させて制振部品の性能をさらに高める効果

が期待できる。

[0020] 本実施形態の製造方法では、得られた造形体に対して焼鈍を行う。これは造形体のままでは300 μ m程度の結晶粒しか得られないため、焼鈍を実施し再結晶させることで結晶粒を粗大化させる必要があるためである。急速凝固で熱応力が残存した状態が有効であるが、再結晶させるためには800℃以上の加熱が必要である。好ましくは900℃以上である。1200℃を超えると結晶粒の成長は緩やかとなり、熱処理変形が大きくなるので上限は1200℃とした。

[0021] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の変更を行うことができるものである。例えば、焼鈍後の部品に対して形状精度を高めるために、切削等の加工工程を導入してもよい。

実施例

[0022] 質量%でのAl量が6.43%、8.32%、10.40%で残部Fe及び不可避免的不純物からなる成分のガスアトマイズ粉を作製し、10～53 μ mに分級した。ガスアトマイズは真空中で高周波溶解し、るつぼ下の直径5mmノズルから熔融した合金を落下させ、高圧アルゴンで噴霧することで実施した。これを原料粉末とし、3次元積層造形機（EOS社製、EOS-M290）で、S45Cをベースプレートとし、パウダーベット方式でレーザー照射による高速熔融急凝固で幅10mm、長さ120mm、積層高さ20mmの長尺形状の造形体（図1）を作製した。1層当たりの積層厚みは40 μ mで1層ごとに照射方向を67°づつ回転させた。レーザーのビーム径は0.1mm程度でレーザー出力を200～350Wで調整した。造形条件を表1に示す。粉末の種類はA、B、Cで表しており、それぞれAl量が6.43%、8.32%、10.40%に対応する。焼鈍は表1に示す焼鈍温度で水素気流中で30分間加熱保持した後に、100℃/分程度で冷却した。

[0023] 続いて組織観察と各種特性の測定を行った。ミクロ組織は焼鈍前と焼鈍後

の2種類について、厚み方向（積層方向）に平行な断面を観察した。具体的には図1の長尺形状における横断面を鏡面研磨した後、光学顕微鏡（倍率：200倍、測定範囲：10mm²）で観察した。得られた画像は画像処理ソフトウェアImageJを用いて画像解析し、欠陥率は焼鈍後のミクロ組織の黒色欠陥の面積率を求めた。

結晶粒径は、焼鈍後の試料を上記の横断面において光学顕微鏡（倍率：100倍）で観察し、厚み方向に対して直角に3mmの線分を引き、結晶粒界との交点をカウントして算出した。この時線分は同じ結晶粒と交わらないように任意に10本引き、平均値を平均結晶粒径とした。表1に合わせて結果を示す。

各種特性は造形体から、図1に示すような方向に、減衰比測定用のハンマリング用の短冊試験片（厚さ1.5mm、幅10mm、長さ60mm）、磁気特性評価用の薄板試験片（厚さ0.6mm、幅8mm、長さ120mm）、引張試験片（平行部2.6mm角、長さ11mm）を採取した。採取した試料はそれぞれ、表1に示す焼鈍温度で焼鈍を行った後に評価を行った。

ハンマリング試験は片側25mmをバイスで固定し、突き出し長さを35mmとし、平面の先端に加速度センサーを付着させて、幅側面をインパルスハンマーを使って約50Nの力で叩き減衰特性（共振周波数、減衰比）を測定した。

透磁率は単板磁気特性試験（直流）に準じ、有効磁路長を約90mmとし、1次コイルにより4000A/mの磁場を印加し、励磁された磁束を2次コイルで測定して透磁率を測定した。

引張試験はJIS-Z-2241（2011）に従って室温で行い、引張強さ、伸びを測定した。各種特性の測定結果を表2に結果を示す。

[0024]

[表1]

No	Al量	走査速度 [mm/秒]	出力 [W]	走査ピッチ [mm]	エネルギー 密度 [J/mm ³]	焼鈍温度 [°C]	欠陥率 [%]	結晶粒径 [μm]	備考
1	A	1000	300	0.07	107	1000°C	0	880	本発明例
2	B	1000	300	0.07	107	1000°C	0.02	1175	本発明例
3	B	1000	350	0.09	97	1100°C	0.04	910	本発明例
4	B	800	250	0.07	112	1150°C	0	780	本発明例
5	C	800	250	0.07	112	1100°C	0.05	740	本発明例
6	A	1200	350	0.07	104	900°C	0.01	930	本発明例
7	B	1200	350	0.07	104	1000°C	0.04	960	本発明例
8	B	1400	350	0.07	89	1100°C	0.08	1120	本発明例
11	A	600	200	0.09	93	900°C	0	120	比較例
12	B	600	200	0.09	93	1000°C	0	90	比較例
13	C	600	200	0.09	93	1000°C	0.13	120	比較例
14	B	600	300	0.09	139	1000°C	0.09	150	比較例
15	C	600	300	0.09	139	1000°C	0.21	160	比較例
16	A	1750	300	0.07	61	900°C	0.32	280	比較例
17	B	1750	300	0.07	61	1000°C	0.18	500	比較例
18	C	1750	300	0.07	61	1000°C	0.2	440	比較例
19	B	1750	200	0.09	32	1000°C	5.38	160	比較例
20	A	1750	200	0.09	32	1000°C	4.94	190	比較例

[0025]

[表2]

No	共振周波数 [Hz]	減衰比	透磁率	引張強さ [MPa]	伸び [%]
1	414	0.19	6750	445	14
2	365	0.20	4400	534	9.8
3	381	0.19	4200	532	9.1
4	443	0.15	3970	537	10
5	475	0.13	2710	572	1.5
6	510	0.18	7220	440	12
7	389	0.19	4250	545	9.5
8	402	0.19	4380	541	9.0
11	553	0.04	6120	455	18
12	575	0.04	2110	598	14
13	560	0.03	1850	652	1.2
14	461	0.05	2790	578	14
15	643	0.02	1790	626	0.7
16	432	0.03	6540	401	5.3
17	418	0.08	4680	515	3.2
18	428	0.06	2470	585	0.8
19	438	0.08	2360	391	1.7
20	451	0.04	1740	446	0.4

[0026] 表1の結果より、走査速度が800～1700mm/秒の範囲内である本発明例のNo. 1～8は、焼鈍後の平均結晶粒径は700 μ mを超えており、欠陥率も0.1%未満であった。ハンマリング試験では共振周波数300～500Hzの範囲で減衰比は0.1以上となった。従来品である6～10%Alの圧延材の焼鈍後の減衰比が、同一の試験方法で、0.13～0.2の範囲であるので、ほぼ同等の減衰特性が得られていることが確認できた。特に平均結晶粒径が800 μ m以上であるNo. 1～3、No. 6～8は、減衰比が0.18～0.19と、本発明例の中でも大きい水準であることを確認した。

[0027] 代表例として、図2、3にそれぞれNo. 2の焼鈍前と焼鈍後のミクロ組織を示す。焼鈍前は積層方向に成長した柱状結晶粒が観察され、幅は約10

0 μm 程度である。1000℃の焼鈍後には約1000 μm 程度の粗大な再結晶粒が得られている。その他の本発明鋼も同様に、焼鈍で再結晶し700 μm を超える再結晶が得られた。

[0028] 比較例であるN o. 11～15は走査速度が600 mm/秒と本発明例よりも遅い場合であり、焼鈍後にほとんど再結晶が起こらず、平均結晶粒径は100～150 μm 程度である。図4、5にそれぞれN o. 12の焼鈍前と焼鈍後のミクロ組織を示す。焼鈍前では等軸の結晶粒が得られており、焼鈍後の結晶粒もほとんど変化は見られない。引張強度は結晶粒が微細な影響もあり、本発明例よりも高めの値であるが、減衰比はいずれも0.1以下となった。

[0029] 比較例であるN o. 16～20は走査速度が1750 mm/秒と速い場合で、焼鈍前では欠陥が多く、いずれも欠陥率は0.1を超えており、焼鈍後に再結晶するものの結晶粒径は小さいことが確認された。図6、7にそれぞれN o. 19の焼鈍前と焼鈍後のミクロ組織を示す。焼鈍前では欠陥が多く分散した組織となっており、焼鈍後は再結晶はしているが、結晶粒径は小さい。そのため比較例の制振部品は強度、延性が低く、また耐食性も低下する可能性が高い。

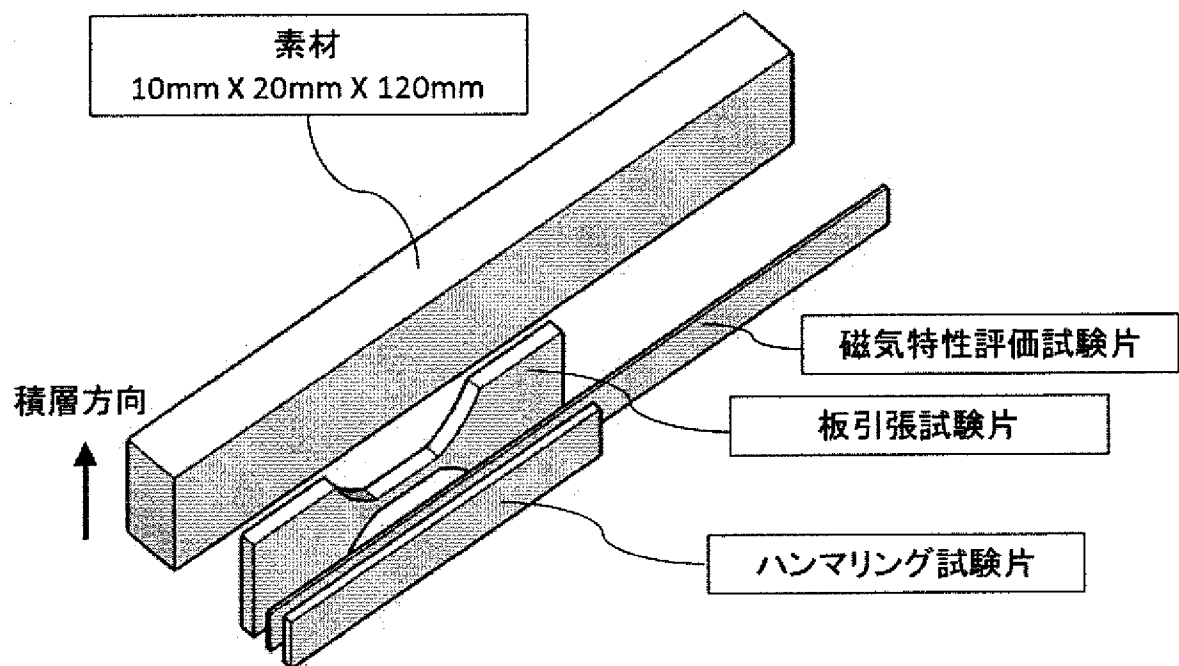
産業上の利用可能性

[0030] 本発明のFe-AI系合金制振部品及びその製造方法によれば、異形断面形状を有する3次元形状の部品を製造することが可能なために、Fe-AI系合金材料の優れた制振特性と形状設計を組み合わせることにより、制振特性が高まり、より高い静粛性、振動対策が必要な、自動車などの車両部品、加工機械などの部品への適用が可能となる。

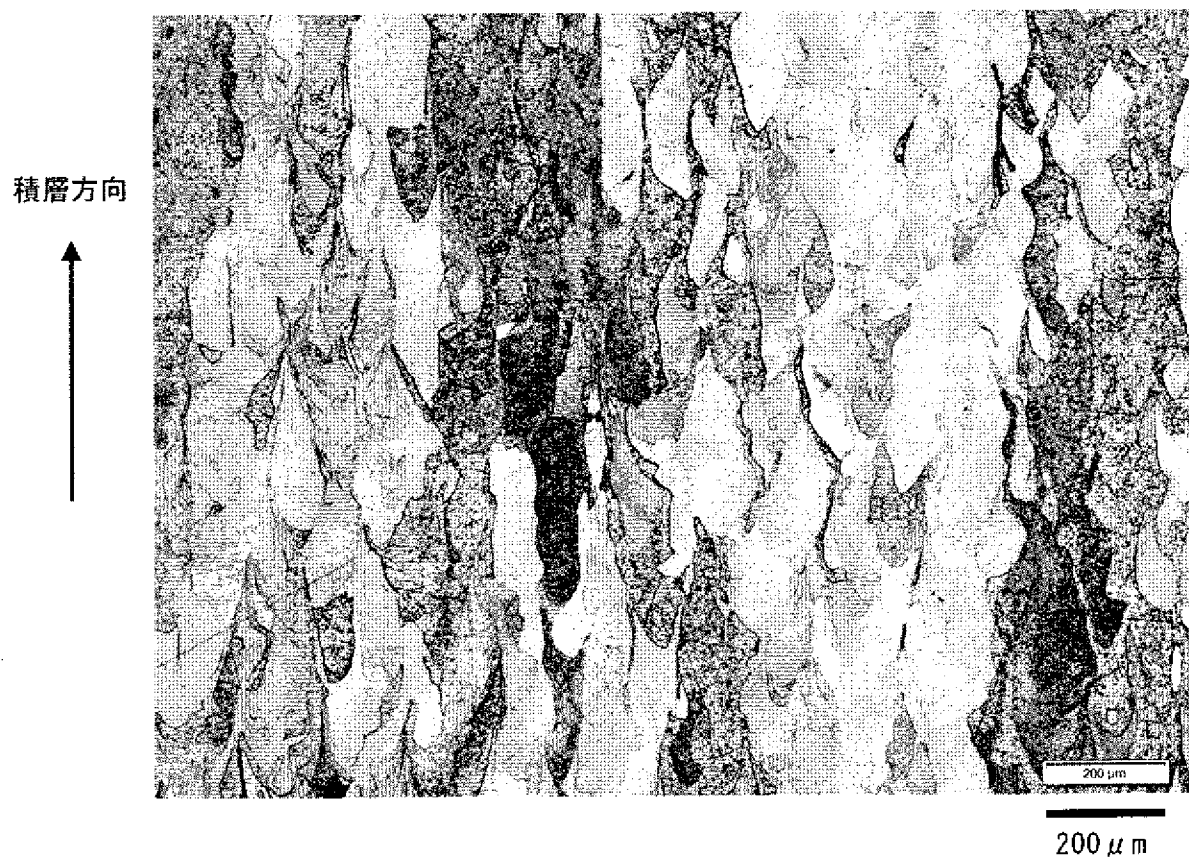
請求の範囲

- [請求項1] 質量％でAl：4.0～12.0％、残部Fe及び不可避免の不純物でなり、
平均結晶粒径が700 μ mを超えて2000 μ m以内の範囲内にあり、断面欠陥率が0.1％未満であり、異形断面形状を有する、Fe-Al系合金制振部品。
- [請求項2] 質量％でAl：4.0～12.0％、残部Fe及び不可避免の不純物でなる金属粉末を、走査速度を700mm／秒～1700mm／秒に設定した熱源で熔融凝固させ、造形体を得る造形工程と、
前記造形体を800～1200℃の温度で焼鈍する焼鈍工程と、
を含み、異形断面形状を有する制振部品を得る、Fe-Al系合金制振部品の製造方法。

[図1]



[図2]



[図3]

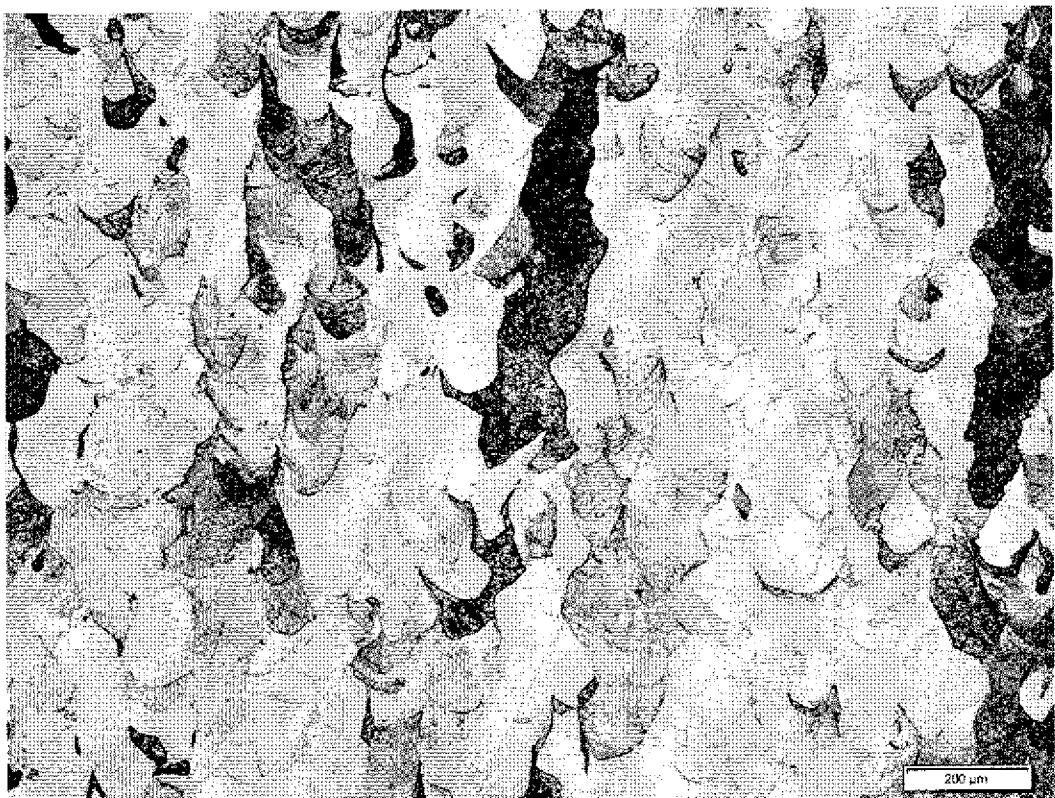
積層方向



200 μm

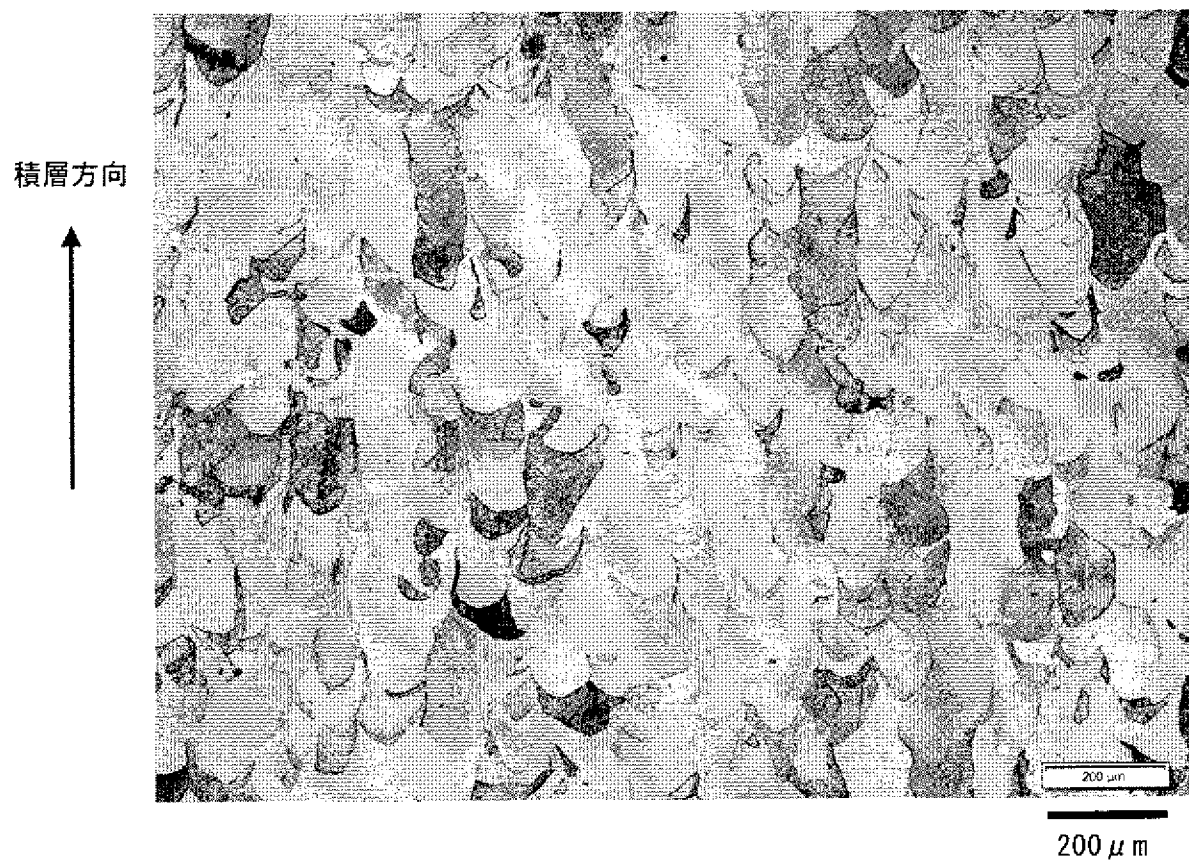
[図4]

積層方向

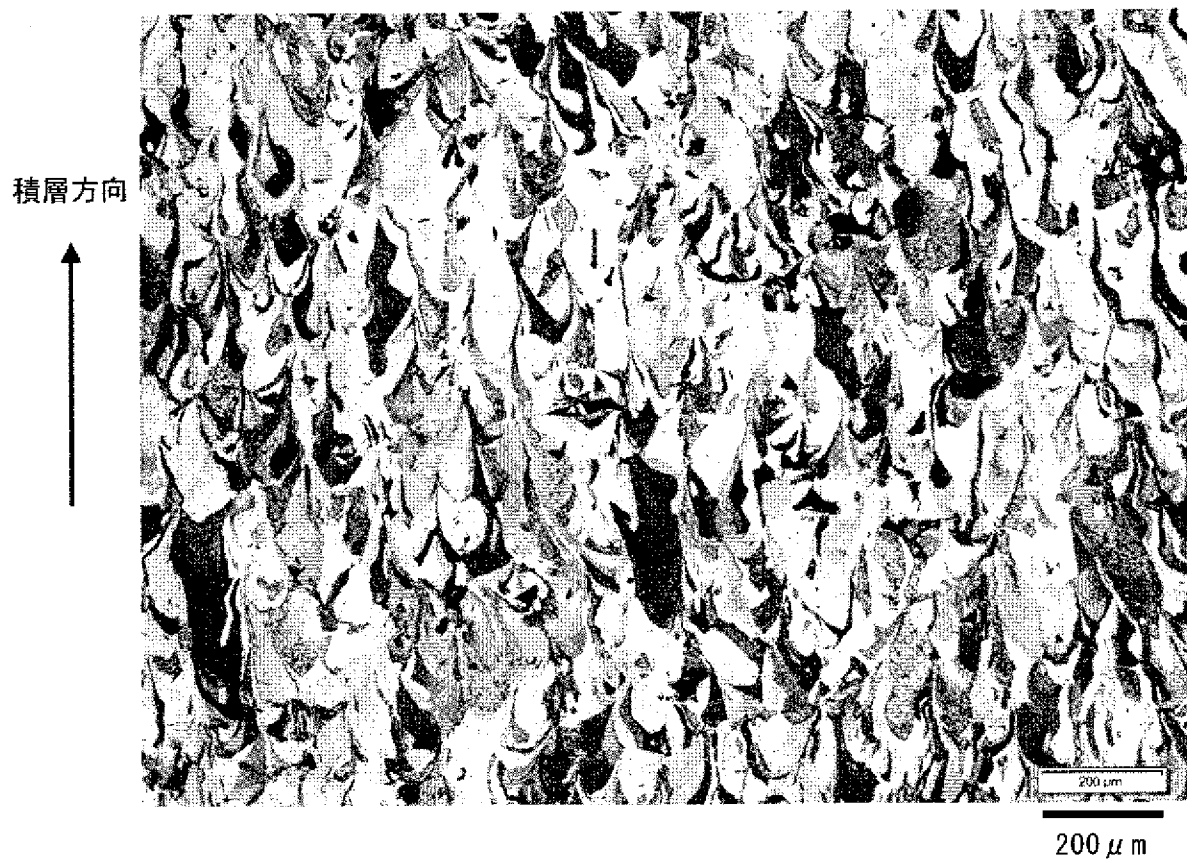


200 μm

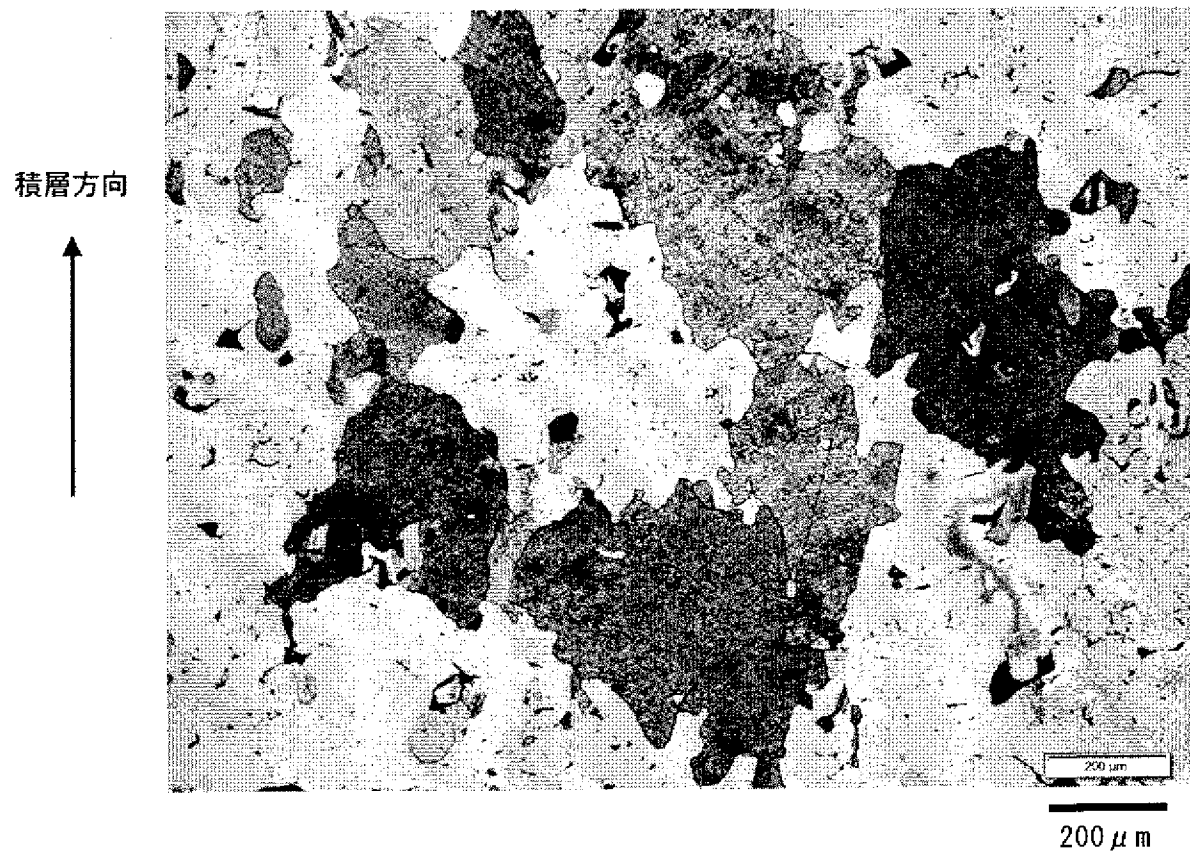
[図5]



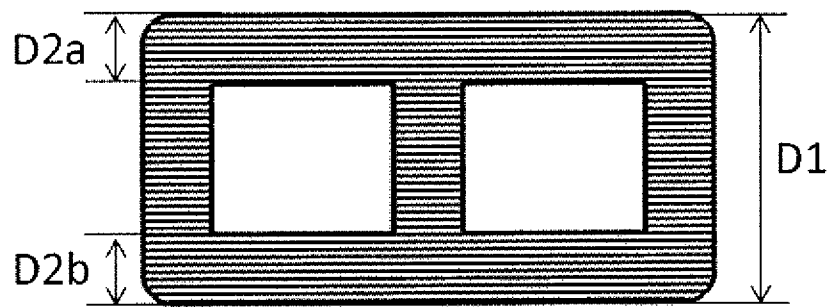
[図6]



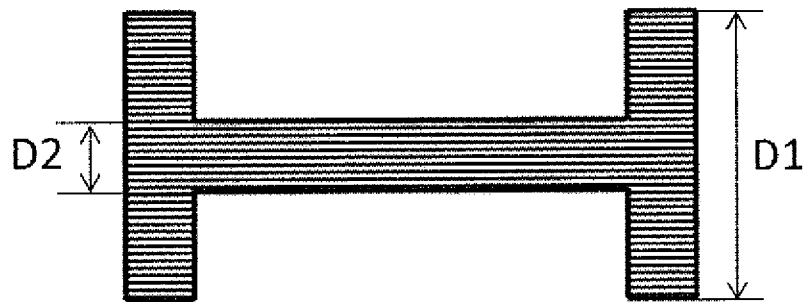
[図7]



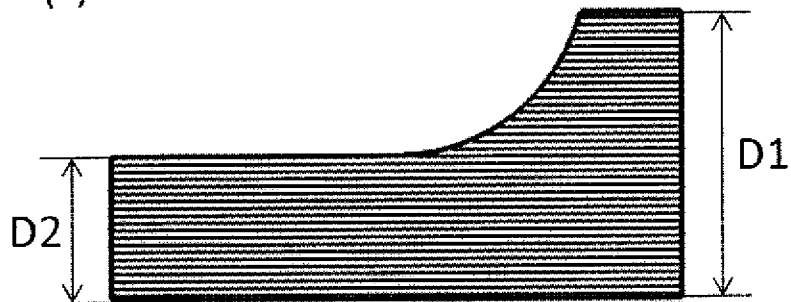
[図8]



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B22F3/24(2006.01)i, C21D9/00(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, C22C38/06(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y80/00(2015.01)i
FI: C22C38/00302T, C22C38/06, C21D9/00A, B22F3/105, B22F3/16, B22F3/24B, B33Y10/00, B33Y80/00

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)

Int.Cl. B22F3/105, B22F3/16, B22F3/24, C21D9/00, C22C38/00, C22C38/06, B33Y10/00, B33Y80/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	JP 2001-59139 A (OSAKA CITY) 06.03.2001 (2001-03-06), entire text	1-2
A	JP 8-120394 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 14.05.1996 (1996-05-14), entire text	1-2
A	WO 2013/150972 A1 (HITACHI METALS LTD.) 10.10.2013 (2013-10-10), entire text	1-2

☐ 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
17.07.2020

Date of mailing of the international search report
28.07.2020

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/JP2020/020422

JP 2001-59139 A	06.03.2001	(Family: none)
JP 8-120394 A	14.05.1996	(Family: none)
WO 2013/150972 A1	10.10.2013	US 2014/0374050 A1 entire text CN 104169027 A entire text

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B22F 3/105(2006.01)i; B22F 3/16(2006.01)i; B22F 3/24(2006.01)i; C21D 9/00(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/06(2006.01)i; B33Y 10/00(2015.01)i; B33Y 80/00(2015.01)i FI: C22C38/00 302T; C22C38/06; C21D9/00 A; B22F3/105; B22F3/16; B22F3/24 B; B33Y10/00; B33Y80/00		
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（IPC）） B22F3/105; B22F3/16; B22F3/24; C21D9/00; C22C38/00; C22C38/06; B33Y10/00; B33Y80/00 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2001-59139 A（大阪市）06.03.2001（2001-03-06） 全文	1-2
A	JP 8-120394 A（住友金属工業株式会社）14.05.1996（1996-05-14） 全文	1-2
A	WO 2013/150972 A1（日立金属株式会社）10.10.2013（2013-10-10） 全文	1-2
☐ 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、一般的な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 17.07.2020		国際調査報告の発送日 28.07.2020
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） 瀧澤 佳世 4K 4426 電話番号 03-3581-1101 内線 3435

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/020422

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2001-59139	A	06.03.2001	(ファミリーなし)	
JP	8-120394	A	14.05.1996	(ファミリーなし)	
WO	2013/150972	A1	10.10.2013	US 2014/0374050 A1	
				全文	
				CN 104169027 A	
				全文	