

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年1月5日(05.01.2023)



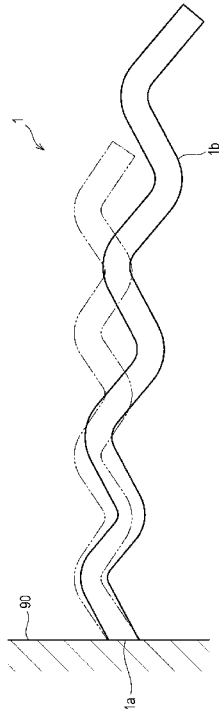
(10) 国際公開番号

WO 2023/276205 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 41/12 (2006.01) *H02N 2/18* (2006.01)
H01L 41/47 (2013.01)
- (72) 発明者: 大塚 努(OTSUKA Tsutomu); 〒9811226
宮城県名取市植松字宮島 3 1 - 1 スミ
ダ電機株式会社内 Miyagi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/001300
- (22) 国際出願日: 2022年1月17日(17.01.2022)
- (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 2021-106784 2021年6月28日(28.06.2021) JP
- (71) 出願人: スミダコーポレーション株式会社
(SUMIDA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040042
東京都中央区入船三丁目7番2号 K D X
銀座イーストビル7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, 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.

(54) Title: MAGNETOSTRICTIVE ELEMENT

(54) 発明の名称: 磁歪素子



(57) **Abstract:** With conventional magnetostrictive elements, in U-shaped, cantilevered, double-sided, and other structures, a large load is applied near a fixing location or near an immovable location when subjected to vibration from an external source. Additionally, in terms of structural mechanics, shearing force quadratically decreases, simply, as the distance from the fixing location increases. To provide a magnetostrictive element with high overall power generation efficiency, this magnetostrictive element 1 has a longitudinal shape, and vibrates in a direction crossing the longitudinal direction to generate an inverse magnetostriction effect. In at least a portion of the magnetostrictive element 1, a curved shape 1b curving in the direction crossing the longitudinal direction is formed in multiple cycles along the longitudinal direction of the longitudinal shape.

(57) 要約: 従来の磁歪素子に関して、U字型、片持ち、両持ちなどの構造においては、外部から振動を受けたときに、固定箇所近傍、又は不動部分近傍に、大きな荷重がかかることになる。そして、構造力学上、せん断力は、固定箇所からの距離が離れるにつれ、二次関数的に単純減少する。全体的に発電効率が高い磁歪素子を提供するため、本発明に係わる磁歪素子1は、長手形状を有し、長手方向に対する交差方向に振動させて逆磁歪効果を生じさせるものである。磁歪素子1は、長手形状の長手方向に沿って、少なくとも一部に、長手方向に対する交差方向に湾曲する湾曲形状1bが複数周期で形成されている。

(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))

明 細 書

発明の名称：磁歪素子

技術分野

[0001] 本発明は、磁歪素子に関する。

背景技術

[0002] 従来から磁歪素子を発電素子として用いることが知られている。磁歪素子（磁歪板又は磁歪棒）は、片持ち梁又は両持ち梁として固定され、ストレート状に形成され、その周りに、電力を取り出すためのコイルが配置されて、磁歪発電素子を構成することが一般的である。

[0003] 例えば、特許文献1には、U字型のフレーム（同文献には、フレームヨークと記載。）と、フレームに取り付けられたストレート状の磁歪素子（同文献には、磁歪板と記載。）と、フレーム及び磁歪素子の周囲に巻回されたコイルと、を備える磁歪発電素子が開示されている。

この磁歪発電素子は、フレームの先端に錘等の振動時の共振周波数を調整可能な部品を備える。この磁歪発電素子に外力が加わることによって振動が生じた場合に、錘が上下に振動し、鉄ガリウム合金又は鉄コバルト合金で形成された磁歪素子が設けられたU字型のフレームの根本部分（U字の底部）が撓むと同時に、フレームの先端の振幅が大きくなり、周囲の磁場を変化させる。その変化した磁場によって、コイル内に電流が誘起されて発電がなされることになる。

[0004] また、特許文献2には、両持ち梁状態で固定された磁歪素子（同文献には、磁歪棒と記載。）を有する発電装置が開示されている。この発電装置には、ストレート棒状の磁歪素子の両端が固定され、その周囲にコイルが巻回されている。そのため、振動を受けた場合、磁歪素子の固定されている部分があまり曲がらないが、中心部分の移動距離が大きくなり、周囲の磁場を変化させる。このため、コイル内に電流が誘起される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2020-78237号公報

特許文献2：国際公開第2015/178053号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、従来の磁歪素子に関して、U字型、片持ち、両持ちなどの構造においては、外部から振動を受けたときに、固定箇所近傍、又は不動部分近傍に、大きな荷重がかかることになる。そして、構造力学上、せん断力は、固定箇所からの距離が離れるにつれ、二次関数的に単純減少する。

[0007] つまり、固定箇所近傍においては、磁歪材料のせん断ひずみが大きく、固定箇所から離れれば離れるほど、磁歪材料の変位は大きくなるが、せん断ひずみが小さくなる。言い換えれば、固定箇所から離れるほど、磁場変化への寄与が少なくなり、発電量及び効率が小さくなるともいえる。

すなわち、長手方向に延在する磁歪素子において、その固定部位又は不動部位の近傍ほど発電力が高いが、離間するほど発電力が弱くなるという問題があった。

[0008] 特許文献1においては、ストレート状の磁歪素子が振動する際、自由端のせん断ひずみは屈曲箇所よりはるかに小さく、発電に寄与する分も小さくなる。

特許文献2においては、ストレート棒状の磁歪素子が外部から振動を受ける際、磁歪素子の両端部のせん断ひずみは大きい、その中心の位置におけるせん断ひずみは相対的に小さくなる。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、全体的に発電効率が高い磁歪素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る磁歪素子は、長手形状を有し、長手方向に対する交差方向に振動させて逆磁歪効果を発生させる磁歪素子であって、

前記長手形状の長手方向に沿って、少なくとも一部に、前記交差方向に湾曲する湾曲形状が複数周期で形成されていることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、全体的に発電効率が高い磁歪素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本実施形態に係る片持ち梁状の磁歪素子を示す側面図である。
[図2]片持ち梁状の磁歪素子が振動したときのイメージ図である。
[図3]両持ち梁状の磁歪素子を示す側面図である。
[図4]両持ち梁状の磁歪素子が振動したときのイメージ図である。
[図5]一方の面のみ波形に形成された磁歪素子を示す側面図である。
[図6]コイル状の磁歪素子を示す側面図である。
[図7]螺旋状の帯形状の磁歪素子を示す側面図である。
[図8]U字型に形成された磁歪素子を示す側面図である。
[図9]自由端部側において一方の面のみ波形に形成された磁歪素子を示す側面図である。
[図10]折返し部にも波形に形成されている磁歪素子を示す側面図である。
[図11]螺旋溝が形成された磁歪素子を示す側面図である。
[図12]振幅の異なる片持ち梁状の磁歪素子を示す側面図である。
[図13]振幅の異なる両持ち梁状の磁歪素子を示す側面図である。
[図14]周期の異なる片持ち梁状の磁歪素子を示す側面図である。
[図15]周期の異なる両持ち梁状の磁歪素子を示す側面図である。
[図16]波形の他の例に係る磁歪素子を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態に係る磁歪素子について説明する。

なお、本実施形態で用いる図面は、本発明の磁歪素子の構成、形状、磁歪素子を構成する各部材の配置を例示するものであり、本発明を限定するものではない。

また、図面は、磁歪素子の長さ、幅、高さといった寸法比を必ずしも正確に表すものではない。

また、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。

[0013] <概要>

まず、本実施形態に係る磁歪素子 1 の概要について主に図 1 及び図 2 を参照して説明する。図 1 は、本実施形態に係る片持ち梁状の磁歪素子 1 を示す側面図、図 2 は、片持ち梁状の磁歪素子 1 が振動したときのイメージ図である。

[0014] 本実施形態に係る磁歪素子 1 は、長手形状を有し、長手方向に対する交差方向に振動させて逆磁歪効果を生じさせるものである。

磁歪素子 1 は、長手形状の長手方向に沿って、少なくとも一部に、長手方向に対する交差方向に湾曲する湾曲形状 1 b が複数周期で形成されている。

本書における「湾曲」は、緩やかに曲がった形状の他に、鋭角に曲がった「屈曲」を含むものとする。

磁歪素子 1 が板状の場合においては、交差方向は面直方向であり、ワイヤ状の場合においては、交差方向は長手方向に交差する任意方向をいうものとする。さらに、面直方向は、磁歪素子 1 の長手方向及び幅方向の両方に対して直交する方向をいうものとする。

「複数周期」とは、「複数の同じ周期」と「複数の異なる周期」とを含む。

[0015] 上記構成によれば、長手方向に撓みやすくなるポイントを周期的に複数設けることで、逆磁歪効果による発電効率を高めることができる。

なお、磁歪素子 1 に振動を付与する振動源としては、使用者が直に先端を押す方法や、乗り物の振動を利用するものであってもよい。

[0016] <片持ち梁状の構成>

磁歪素子 1 に形成された湾曲形状 1 b は、図 1 及び図 2 に示すように、長手方向及び交差方向に直交する方向から見て波形に形成されている。

本実施形態に係る磁歪素子 1 においては、水平方向を長手方向としており、その交差方向は鉛直方向であり、これらに直交する方向はから見ることは、側面視においてという意味である。

しかし、このような構成に限定されず、他の構成であってもよい。

[0017] 上記構成の磁歪素子 1 は、従来のストレート形状の磁歪素子に比べて、他の装置 90 への固定箇所（固定部 1 a）から離れる（右側にある）先端でも、長手方向を沿って伸びながら、振幅方向において大きく変形することができる。そのため、素子全体の発電力を高めることを実現できる。

つまり、湾曲形状 1 b が波形に形成されていることで、波の各屈曲部分で縦ひずみ及びせん断ひずみを生じさせやすくすることができ、全体としての逆磁歪効果による発電効率を高めることができる。

[0018] <両持ち梁状の構成>

次に、両持ち梁状の磁歪素子 1 について、図 3 及び図 4 を参照して説明する。

図 3 は、両持ち梁状の磁歪素子 1 を示す側面図、図 4 は、両持ち梁状の磁歪素子 1 が振動したときのイメージ図である。

図 4 に示すように、磁歪素子 1 が振動すると、波形を構成する山頂部分と山底部分の節部分で折れ曲がりやすくなる。

また、図 3 及び図 4 に示すように、両持ち梁状の構成である場合、磁歪素子 1 が他の装置 90 への両端部の固定箇所（固定部 1 a）から中心位置に向けて大きく伸びながら上下方向に変形している。このため、従来の磁歪素子に比べて、固定箇所から最も離れる中心位置も大きく変形させることができ、発電効率を高めることもできる。

[0019] <一方の面のみ波形である構成>

次に、一方の面のみ波形である磁歪素子 10 について、図 5 を参照して説明する。

図 5 は、一方の面のみ波形（湾曲形状 10 b）に形成された磁歪素子 10 を示す側面図である。

磁歪素子 10 は、一方の面（上面）のみ波打つように湾曲形状 10b となっており、他方の面（下面）は、平面 10a である。

つまり、磁歪素子 10 は、長手方向の異なる位置で、厚みが異なることで、波形に形成されている。

[0020] 磁歪素子 1、10 の湾曲形状 1b、10b が波形に形成されていることによって、外力が付与されたときに波形の湾曲部分にひずみを生じさせやすくなる。そのため、従来のストレート形状の磁歪材料に比べて、逆磁歪効果による発電効率を高くすることができる。

[0021] また、上記のように、湾曲形状 1b、10b が円弧状の波形であるため、外力を受ける際、円心方向の成分と接線方向の成分に外力を分解することができる。このため、外力が付与されたときに振動する自由端においては、外力の接線方向の成分により磁歪素子 1 及び磁歪素子 10 が伸張しやすくなる。

すなわち、本実施形態に係る磁歪素子 1 及び磁歪素子 10 においては、従来のストレート形状の磁歪素子に比べて小さな力でも長尺方向に変形させやすくなる。

[0022] <コイル状の構成>

次に、コイル状の磁歪素子 20 について、図 6 を主に参照して説明する。

図 6 は、コイル状の磁歪素子 20 を示す側面図である。

[0023] 磁歪素子 20 の湾曲形状 20a は、コイル状に形成されている。本実施形態に係る磁歪素子 20 においては、すべてが湾曲形状 20a で形成されている（コイル状に形成されている）ものである。なお、磁歪素子 20 は、一部のみコイル状に形成されているものであってもよい。

特に、磁歪素子 20 は、コイル状に形成可能な例えばアモルファス合金で形成されている。

上記構成によれば、磁歪素子 20 がコイル状に形成されていることで、振動が付与された際に長手方向の縦ひずみ及びせん断ひずみを大きくすることができ、発電効率を高めることができる。

[0024] ＜螺旋状の帯形状の構成＞

次に、螺旋状の磁歪素子 30 について、図 7 を主に参照して説明する。

図 7 は、螺旋状の帯形状の磁歪素子 30 を示す側面図である。

[0025] 本実施形態に係る磁歪素子 30 の湾曲形状 30b は、長手方向を巻き軸方向とする螺旋状（の帯形状）に形成されている。本実施形態に係る磁歪素子 30 においては、すべてが湾曲形状 30b で形成されている（螺旋状の帯形状に形成されている）ものである。なお、磁歪素子 30 は、一部のみ螺旋状（の帯形状）に形成されているものであってもよい。

上記構成によれば、磁歪素子 30 が振動したときに、螺旋状であることで長手方向に伸縮することで、長手方向のひずみを大きくすることができ、発電効率を高めることができる。

[0026] ＜U字型の構成＞

次に、U字型の磁歪素子 40、41、42 について、図 8 から図 10 を主に参照して説明する。

図 8 は、U字型に形成された磁歪素子 40 を示す側面図、図 9 は、自由端部 40d 側において一方の面のみ波形に形成された磁歪素子 41 を示す側面図、図 10 は折返し部 40e も波形に形成されている磁歪素子 42 を示す側面図である。

[0027] 本実施形態に係る磁歪素子 40 は、U字型に屈曲して形成されており、固定端部 40c と、自由端部 40d と、固定端部 40c と自由端部 40d とに接続された折返し部 40e と、を有する。

波形（湾曲形状 40b）は、自由端部 40d が形成されている側に形成されている。

具体的には湾曲形状 40b は、固定端部 40c に近接又は離間する方向（上下方向）に波打つように形成されている。

[0028] 上記構成によれば、自由端部 40d 側に波形（湾曲形状 40b）が形成されていることで、振動時に波形部分を振動させることができ、波の各屈曲部分で縦ひずみ及びせん断ひずみを生じさせやすくすることができ、効率的に

発電することができる。

[0029] 図9に示す磁歪素子41においては、波形の湾曲形状41bが、自由端部40dにおける固定端部40cとの対向面側にのみ形成されている。

このような構成であっても、自由端部40dにおける肉厚を軸線方向の位置で異ならせることができる。このため、磁歪素子40と同様に、振動時に波形部分を振動させることができ、波の各屈曲部分で縦ひずみ及びせん断ひずみを生じさせやすくすることができ、効率的に発電することができる。

[0030] 図10に示す磁歪素子42においては、波形（湾曲形状42b）は、折返し部40eにも形成されている。

上記構成によれば、折返し部40eに生じるひずみを大きくして、発電効率を高めることができる。

[0031] なお、図10に示す磁歪素子42においては、折返し部40eにおける波形の周期が、自由端部40dにおける波形の周期よりも短い。

このような構成によれば、湾曲していることによって振動時にせん断応力が生じる方向が細かく変わる折返し部40eに合わせて、せん断ひずみを生じさせやすくすることができ、効率的に発電することができる。

しかしながら、このような構成に限定されず、自由端部40dにおける波形の周期と折返し部40eにおける波形の周期とは同じ周期で形成されていてもよい。

[0032] <螺旋溝を有する構成>

次に、螺旋溝50cを有する磁歪素子50について、図11を主に参照して説明する。

図11は、螺旋溝50cが形成された磁歪素子50を示す側面図である。

[0033] 磁歪素子50において、湾曲形状50bは、長手方向を巻き軸方向とする螺旋状の溝（螺旋溝50c）によって形成されている。

具体的には、磁歪素子50は、磁歪材料からなる丸棒の外周面に対して、周回するように螺旋溝50cを加工することによって形成されている。

上記構成によれば、磁歪素子50の肉厚を局所的、かつ、長手方向に均等

に薄くすることができ、長手方向のひずみを大きくすることができ、発電効率を高めることができる。

[0034] また、上記の実施形態においては、磁歪素子 4 2 を除いて、磁歪素子 1、1 0、2 0、3 0、4 0、4 1 の湾曲形状 1 b、1 0 b、2 0 a、3 0 b、4 0 b、4 1 b それぞれの振幅及び周期がすべて均一である。

しかしながら、本発明はこのような構成に限定されない。

[0035] <振幅が異なる構成>

磁歪素子において、長手方向において満遍なく発電させる（ひずみを生じさせて磁束を変化させる）ためには、根本部分（固定箇所）に比べて、根本から離れる箇所でひずみが生じやすい形状にすると好適である。換言すると、素子全体で満遍なく発電させるために、大きな応力が加わる箇所で変形しにくくし、小さな応力が加わる箇所で変形しやすくする構造であると好適である。

[0036] この点を踏まえ、異なる振幅の湾曲形状を有する磁歪素子 6 0、6 1 について、図 1 2 及び図 1 3 を主に参照して説明する。

図 1 2 は、振幅の異なる片持ち梁状の磁歪素子 6 0 を示す側面図、図 1 3 は、振幅の異なる両持ち梁状の磁歪素子 6 1 を示す側面図である。

[0037] 図 1 2 に示す片持ち梁状の磁歪素子 6 0 は、他の装置への固定部 6 0 a を一方の端部に有する。固定部 6 0 a の近傍にある第 1 位置における湾曲形状の振幅 A 1 は、第 1 位置よりも固定部 6 0 a から長手方向に離間した第 2 位置における湾曲形状の振幅 A 2 よりも大きい。

同様に、図 1 3 に示す両持ち梁状の磁歪素子 6 1 は、他の装置への固定部 6 1 a を両端部に有する。固定部 6 1 a の近傍にある第 1 位置における湾曲形状の振幅 A 3 は、第 1 位置よりも固定部 6 1 a から長手方向に離間した第 2 位置における湾曲形状の振幅 A 4 よりも大きい。

[0038] このように、磁歪素子 6 0、6 1 は、同じ周期の下で、固定箇所（又は不動部位）から離れる部位において、振幅が小さくなる形状となっている。

ここで、「周期」とは、波形形状の周期をいい、振動時の振れの時間であ

る振動周期とは異なる。ここで、「振幅」とは、波形形状の振幅をいい、振動時の振れの大きさである振動振幅とは異なる。

[0039] 上記構成によれば、固定部60a、61a近傍でせん断ひずみが大きくなる第1位置が第2位置の振幅よりも大きな振幅の形状とすることで、第2位置でせん断ひずみ及び縦ひずみが生じやすくなり、逆磁歪効果により全体としての発電効率を高めることができる。

なお、両持ち梁状の磁歪素子61においては、中央部に波の腹が位置する、換言すると中央部で波形の振幅が最大となると、外部から振動が加わったときに大きな振れが生じることになり好適である。

[0040] <周期が異なる構成>

本実施形態に係る磁歪素子70、71は、上記の振幅が異なる構成の磁歪素子60、61と目的は同じであり、素子全体で満遍なく発電可能とするための異なる周期の湾曲形状を有するものである。

磁歪素子70、71について、図14及び図15を主に参照して説明する。図14は、周期の異なる片持ち梁状の磁歪素子70を示す側面図、図15は、周期の異なる両持ち梁状の磁歪素子71を示す側面図である。

[0041] 図14に示す片持ち梁状の磁歪素子70は、他の装置への固定部70aを一方の端部に有する。固定部70aの近傍にある第1位置における湾曲形状の周期 T_1 は、第1位置よりも固定部から離間した第2位置における湾曲形状の周期 T_2 よりも大きい。

同様に、図15に示す両持ち梁状の磁歪素子71は、他の装置への固定部71aを両方の端部に有する。固定部71aの近傍にある第1位置における湾曲形状の周期 T_3 は、第1位置よりも固定部71aから離間した第2位置における湾曲形状の周期 T_4 よりも大きい。

[0042] 上記構成によれば、固定部70a、71a近傍でひずみが大きくなる第1位置の湾曲形状に対して第2位置の湾曲形状を小さな周期 T_2 、 T_4 とすることで、ひずみが生じやすくなり、全体としての発電効率を高めることができる。

[0043] なお、両持ち梁状の磁歪素子 71 においては、中央部に波の腹が位置する、換言すると中央部で波形の振幅が最大となると、外部から振動が加わったときに大きな振れが生じることになり好適である。

[0044] <波形についての他の構成>

上記「波形」については、正弦波形に限らない。矩形波、三角波等であってもよい。特に、矩形波であると応力が集中する屈曲点が多く、プレス機で製造しやすいため好適である。また、波形が複数の鈍角で形成される台形形状から構成されるものであれば、折れにくく、耐久性の点で好適である。

例えば、図 16 に示す磁歪素子 80 のように、振動方向において一部が張出し、他の一部が窪んでいる構成であってもよい。

[0045] <その他>

上記の振幅が異なる構成、及び上記の周期が異なる構成を同時に採用することが可能である。すなわち、加工、取付、信頼性、又は製造コスト等の要因で、磁歪素子の振幅及び周期の変化を適宜に選択すると好適である。

また、図 12 及び図 13 の振幅を異ならせる構成、及び図 14 及び図 15 の周期を異ならせる構成については、図 5 から図 11 の構成においても同様に適用することが可能である。

[0046] さらに、磁歪素子が振動発電機、又は振動発電素子に用いられる場合、それぞれの固有振動数を有するので、どちらかの固有振動数に合わせて上記波形素子の周期や振幅を調整して共振するようにすると好適である。

共振周波数を調整して、振動振幅のピーク値を高めて発電効率を高めるために、磁歪素子の自由端部に錘をつけてもよい。

[0047] また、磁歪素子において、固定部近傍の位置の断面積よりも固定部から離間する位置の断面積を大きくするようにしてもよい。このような構成によれば、振動振幅が大きい位置に錘が配設されるのと同様の効果になってひずみが全体的に大きくなる。かつ、自由端側で磁歪材が増えることになるので磁歪量も増える。

[0048] また、上記実施形態に係る磁歪素子を用いる振動発電機（磁歪発電素子）

においては、磁歪素子の周囲に直接コイルが巻回されるものであってもよい。しかしながら、磁歪素子の周囲に、コイルを巻回するための筒状の支持部材（例えばボビン）が設けられていると、磁歪素子の変形を阻害せず、またコイルを均一に巻回しやすくなるため好適である。

[0049] なお、本発明の磁歪素子に係る各種構成要素は、個々に独立した存在である必要はない。複数の構成要素が一個の部材として形成されていること、一つの構成要素が複数の部材で形成されていること、ある構成要素が他の構成要素の一部であること、ある構成要素の一部と他の構成要素の一部とが重複していること、等を許容する。

[0050] 上記実施形態は、以下の技術思想を包含するものである。

(1)

長手形状を有し、長手方向に対する交差方向に振動させて逆磁歪効果を発生させる磁歪素子であって、

前記長手形状の長手方向に沿って、少なくとも一部に、前記交差方向に湾曲する湾曲形状が複数周期で形成されていることを特徴とする磁歪素子。

(2)

前記湾曲形状は、前記長手方向及び前記交差方向に直交する方向から見て波形に形成されている(1)に記載の磁歪素子。

(3)

他の装置への固定部を有し、

前記固定部の近傍にある第1位置における前記湾曲形状の振幅は、前記第1位置よりも前記固定部から離間した第2位置における前記湾曲形状の振幅よりも大きい(2)に記載の磁歪素子。

(4)

前記磁歪素子は、U字型に屈曲して形成されており、固定端部と、自由端部と、前記固定端部と前記自由端部とに接続された折返し部と、を有し、

前記波形は、前記自由端部が形成されている側に形成されている(2)又は(3)に記載の磁歪素子。

(5)

前記波形は、前記折返し部にも形成されている(4)に記載の磁歪素子。

(6)

他の装置への固定部を有し、

前記固定部の近傍にある第1位置における前記湾曲形状の周期は、前記第1位置よりも前記固定部から離間した第2位置における前記湾曲形状の周期よりも大きい(2)から(5)のいずれか一項に記載の磁歪素子。

(7)

前記湾曲形状は、コイル状に形成されている(1)に記載の磁歪素子。

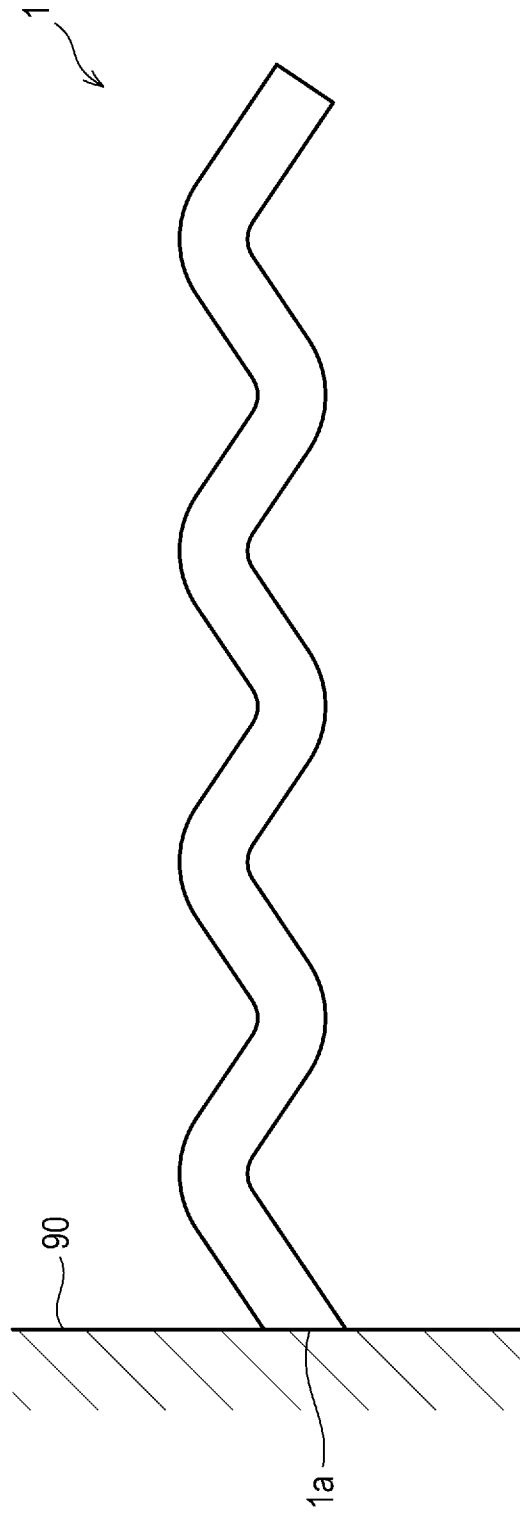
(8)

前記湾曲形状は、前記長手方向を巻き軸方向とする螺旋状に形成されている(1)に記載の磁歪素子。

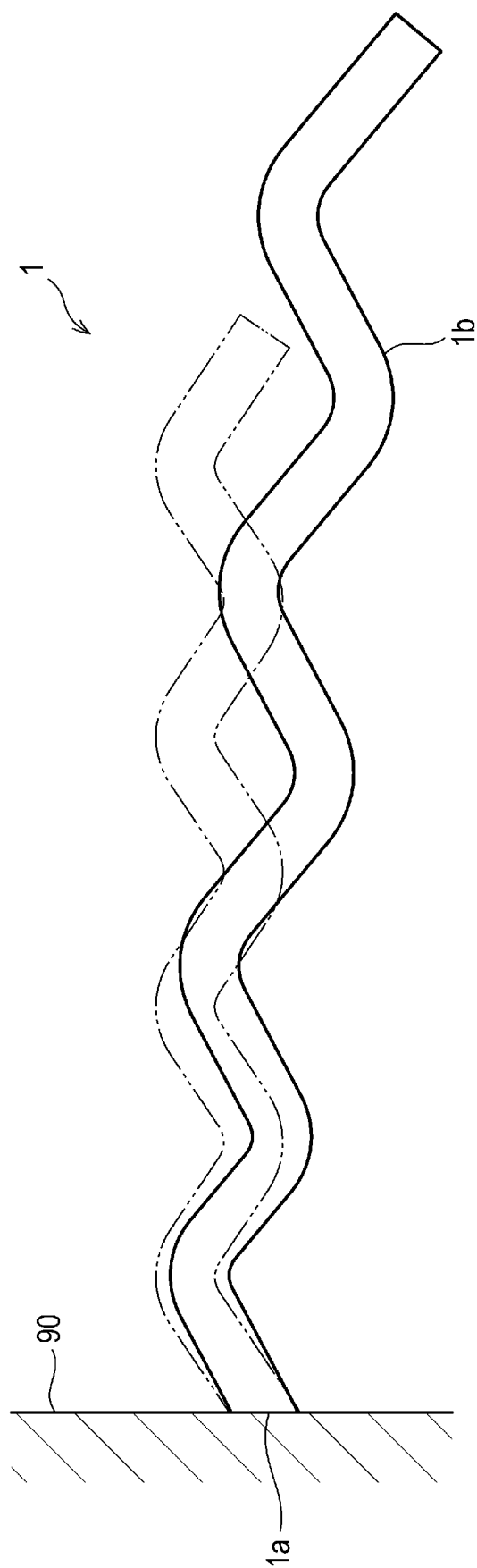
請求の範囲

- [請求項1] 長手形状を有し、長手方向に対する交差方向に振動させて逆磁歪効果を発生させる磁歪素子であって、
前記長手形状の長手方向に沿って、少なくとも一部に、前記交差方向に湾曲する湾曲形状が複数周期で形成されていることを特徴とする磁歪素子。
- [請求項2] 前記湾曲形状は、前記長手方向及び前記交差方向に直交する方向から見て波形に形成されている請求項1に記載の磁歪素子。
- [請求項3] 他の装置への固定部を有し、
前記固定部の近傍にある第1位置における前記湾曲形状の振幅は、前記第1位置よりも前記固定部から離間した第2位置における前記湾曲形状の振幅よりも大きい請求項2に記載の磁歪素子。
- [請求項4] 前記磁歪素子は、U字型に屈曲して形成されており、固定端部と、自由端部と、前記固定端部と前記自由端部とに接続された折返し部と、を有し、
前記波形は、前記自由端部が形成されている側に形成されている請求項2又は3に記載の磁歪素子。
- [請求項5] 前記波形は、前記折返し部にも形成されている請求項4に記載の磁歪素子。
- [請求項6] 他の装置への固定部を有し、
前記固定部の近傍にある第1位置における前記湾曲形状の周期は、前記第1位置よりも前記固定部から離間した第2位置における前記湾曲形状の周期よりも大きい請求項2から5のいずれか一項に記載の磁歪素子。
- [請求項7] 前記湾曲形状は、コイル状に形成されている請求項1に記載の磁歪素子。
- [請求項8] 前記湾曲形状は、前記長手方向を巻き軸方向とする螺旋状に形成されている請求項1に記載の磁歪素子。

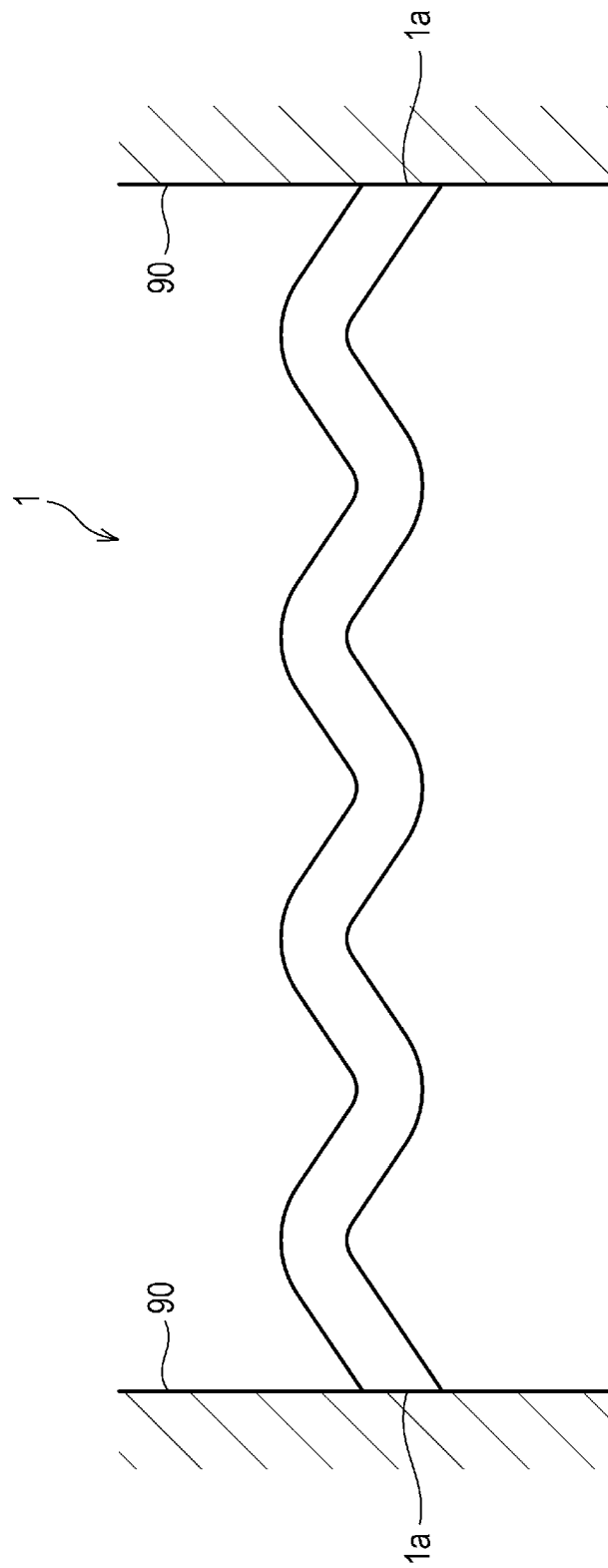
[図1]



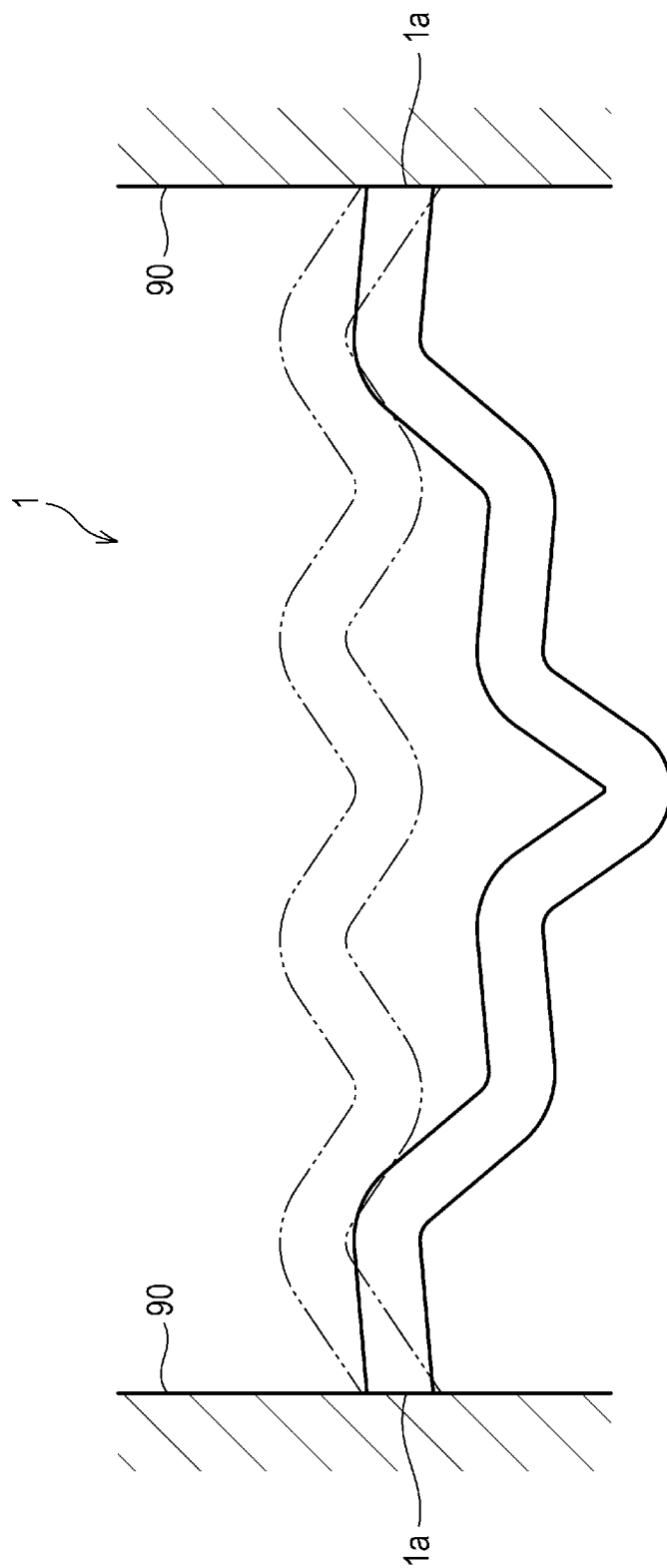
[図2]



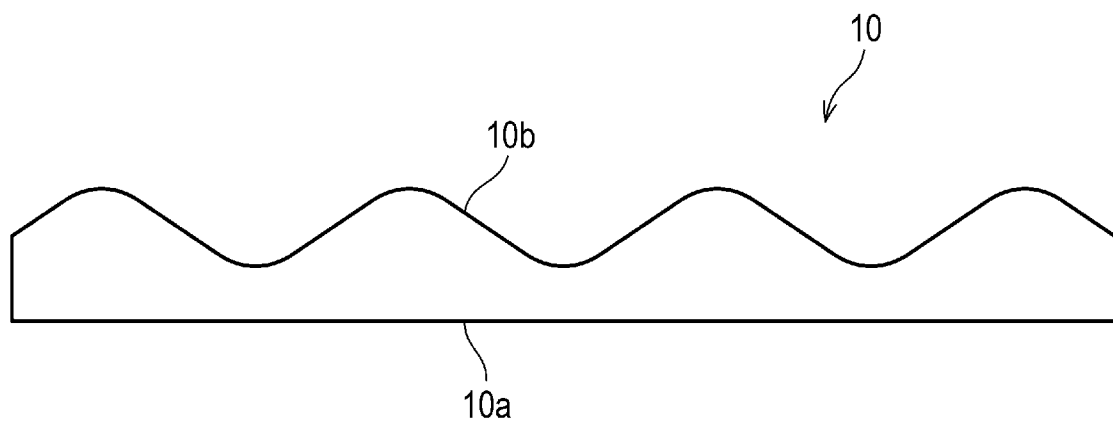
[図3]



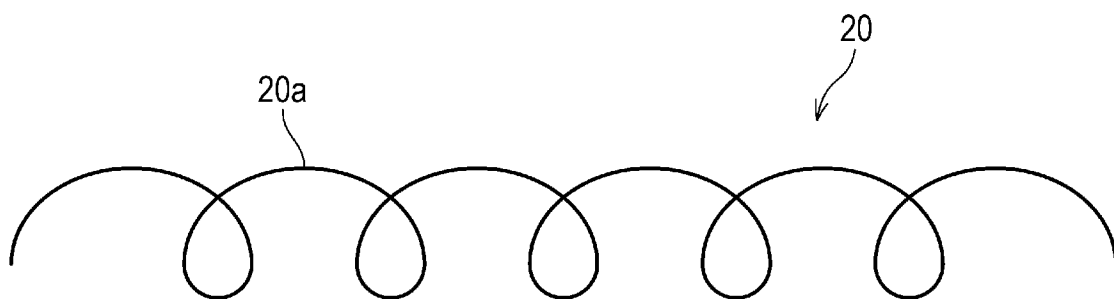
[図4]



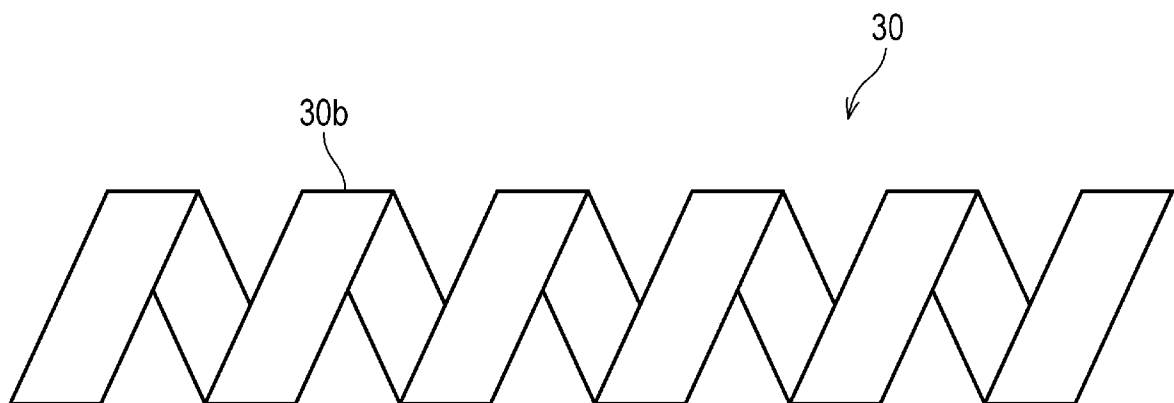
[図5]



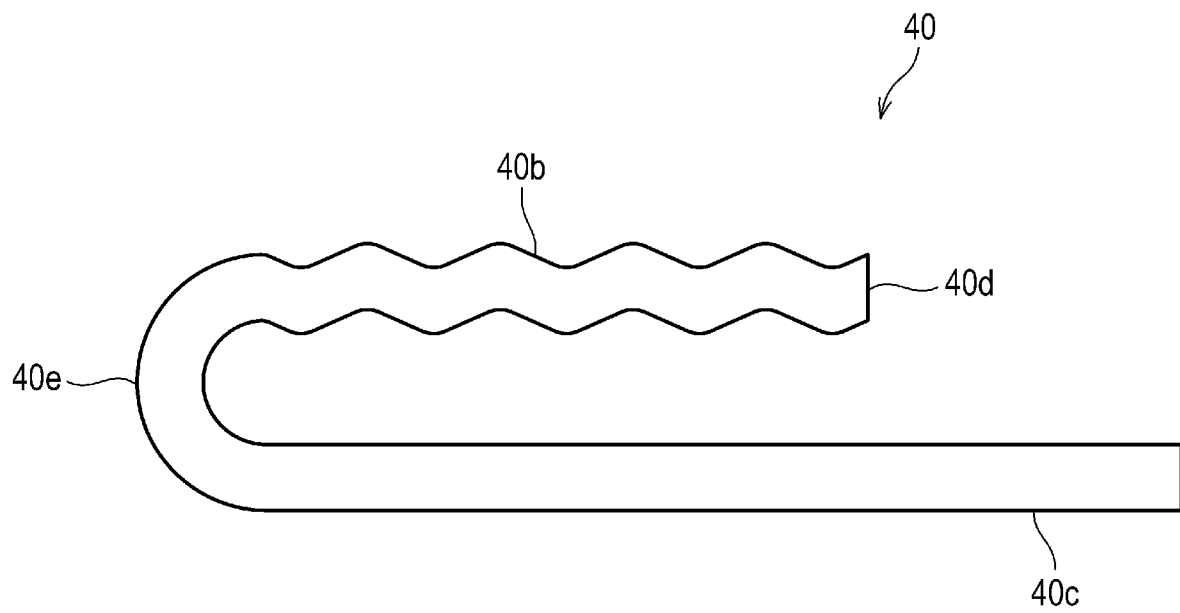
[図6]



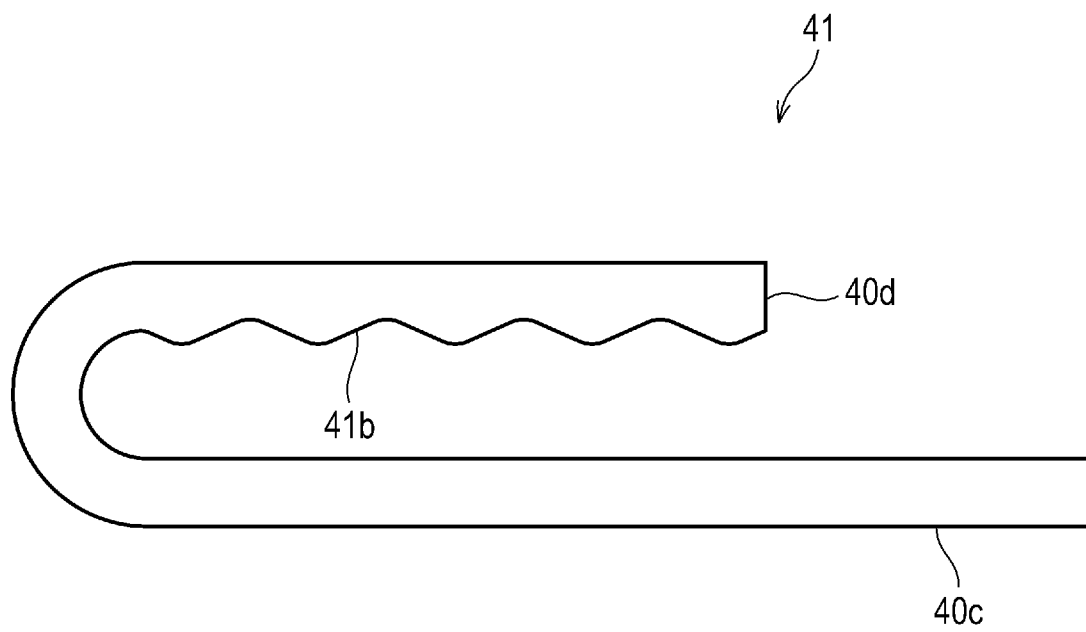
[図7]



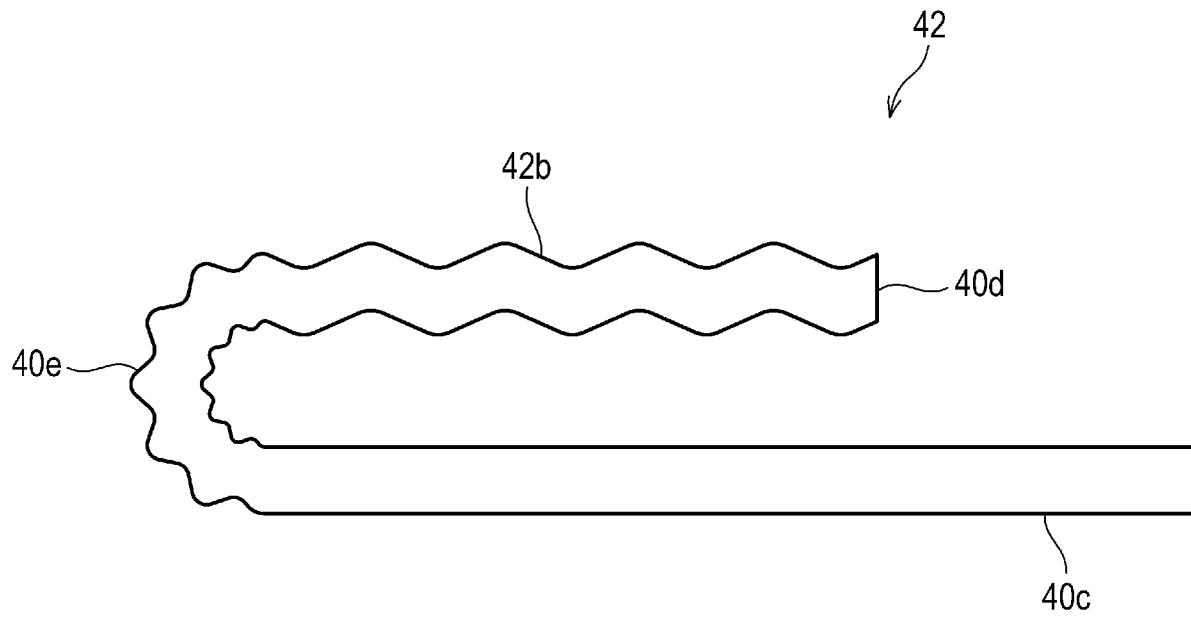
[図8]



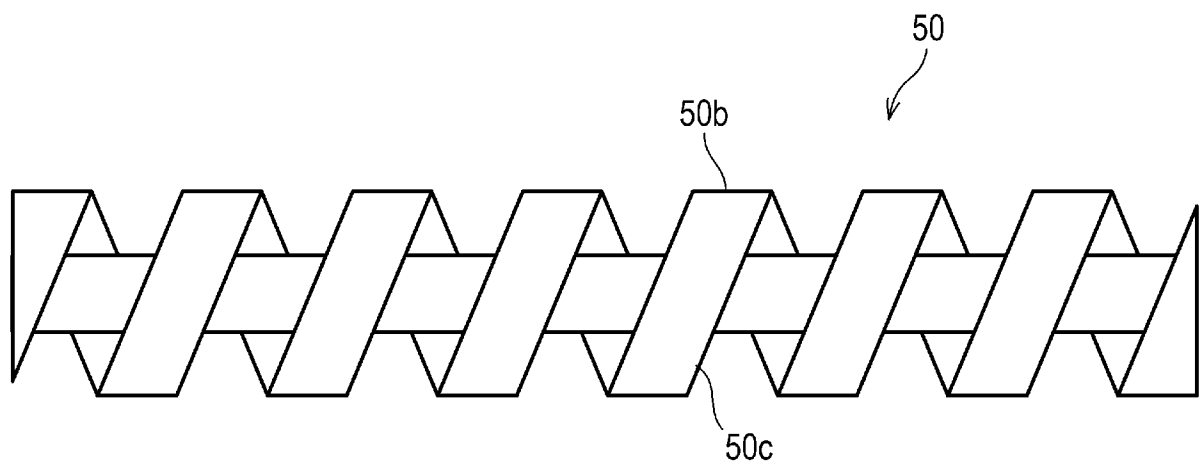
[図9]



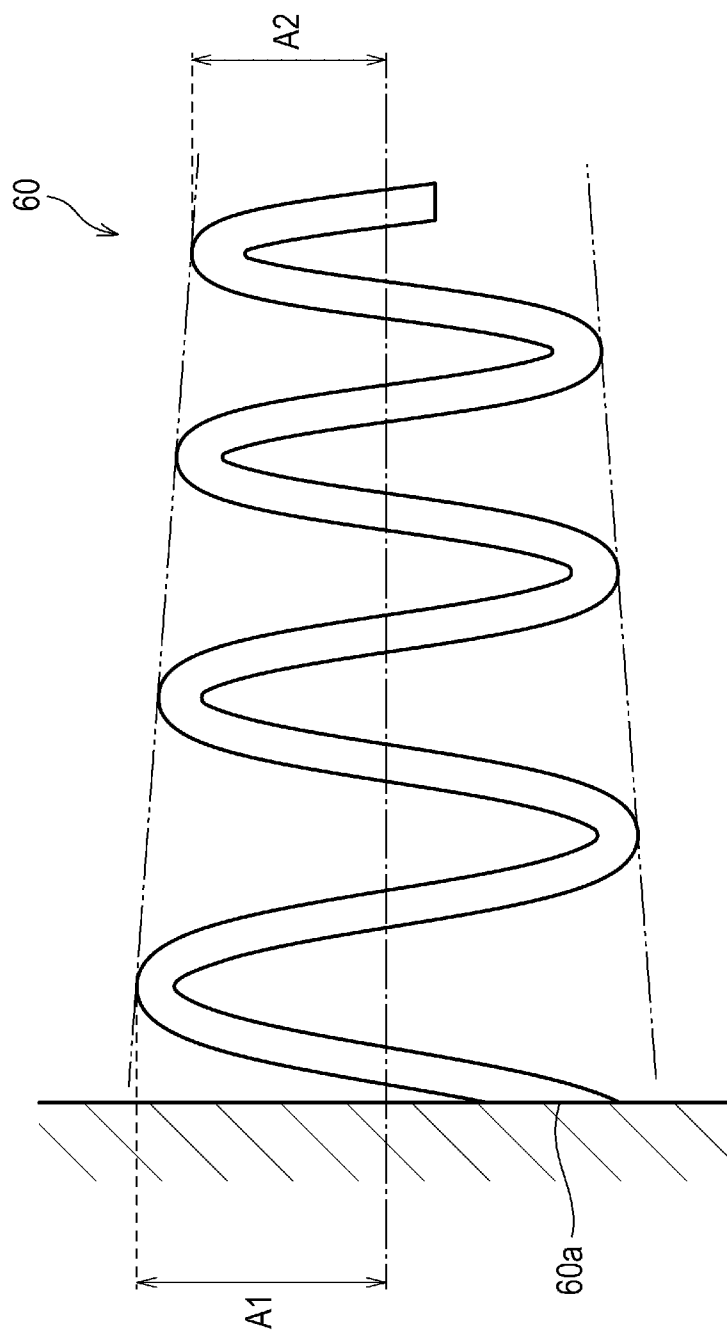
[図10]



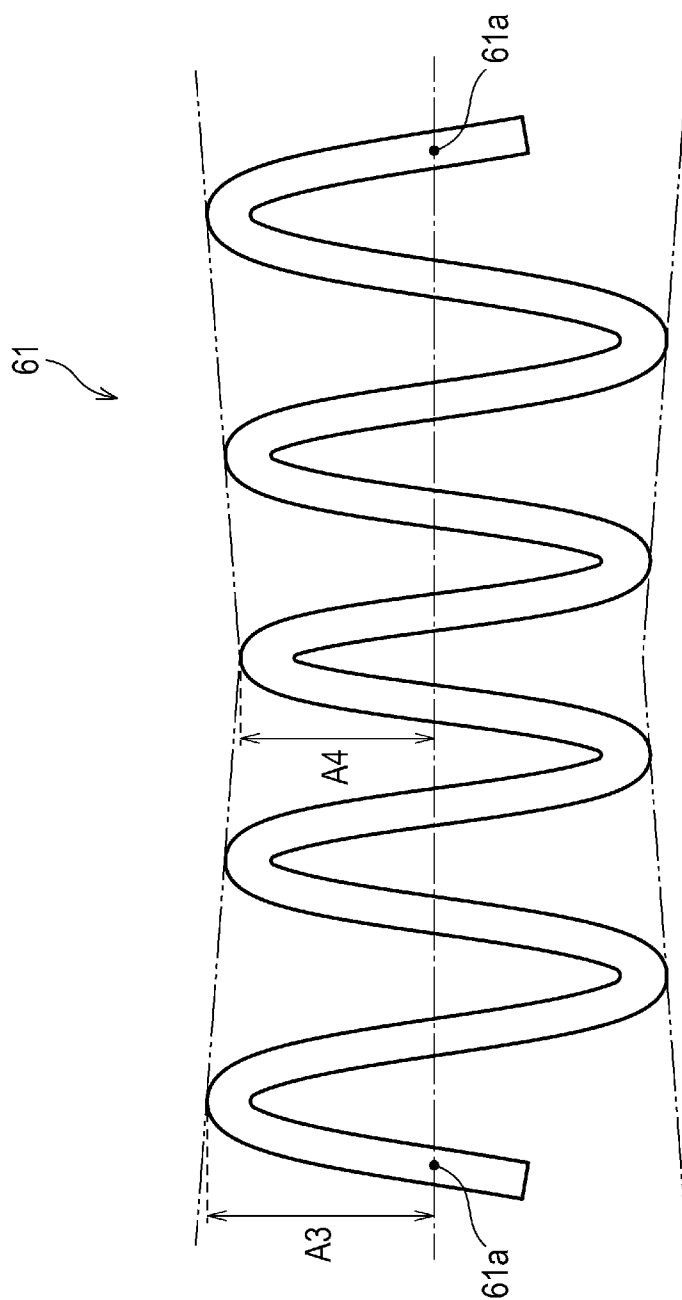
[図11]



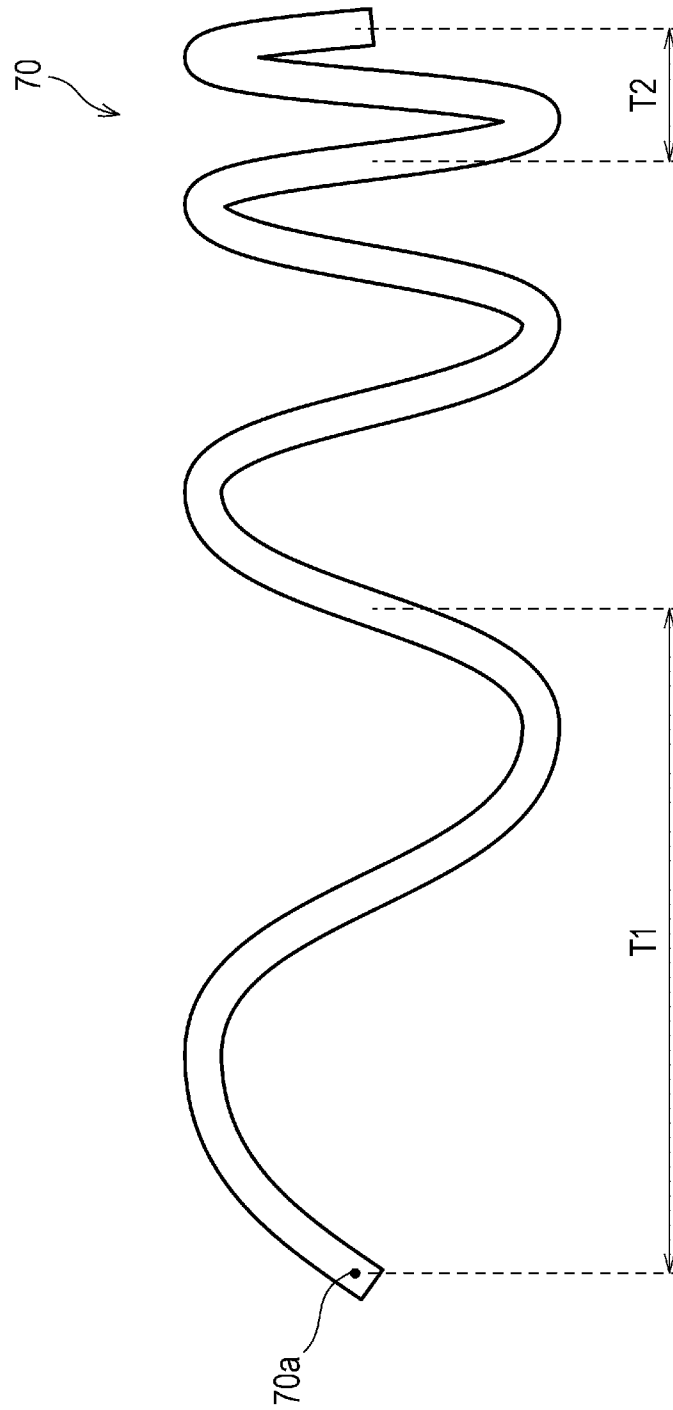
[図12]



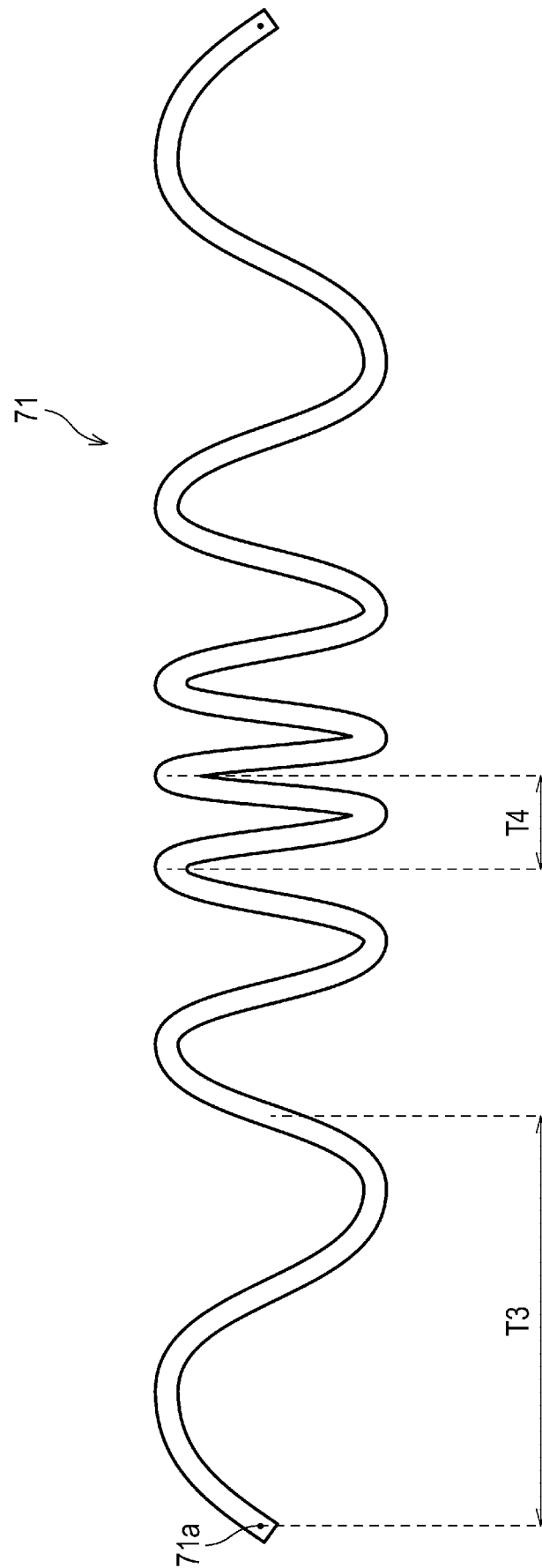
[図13]



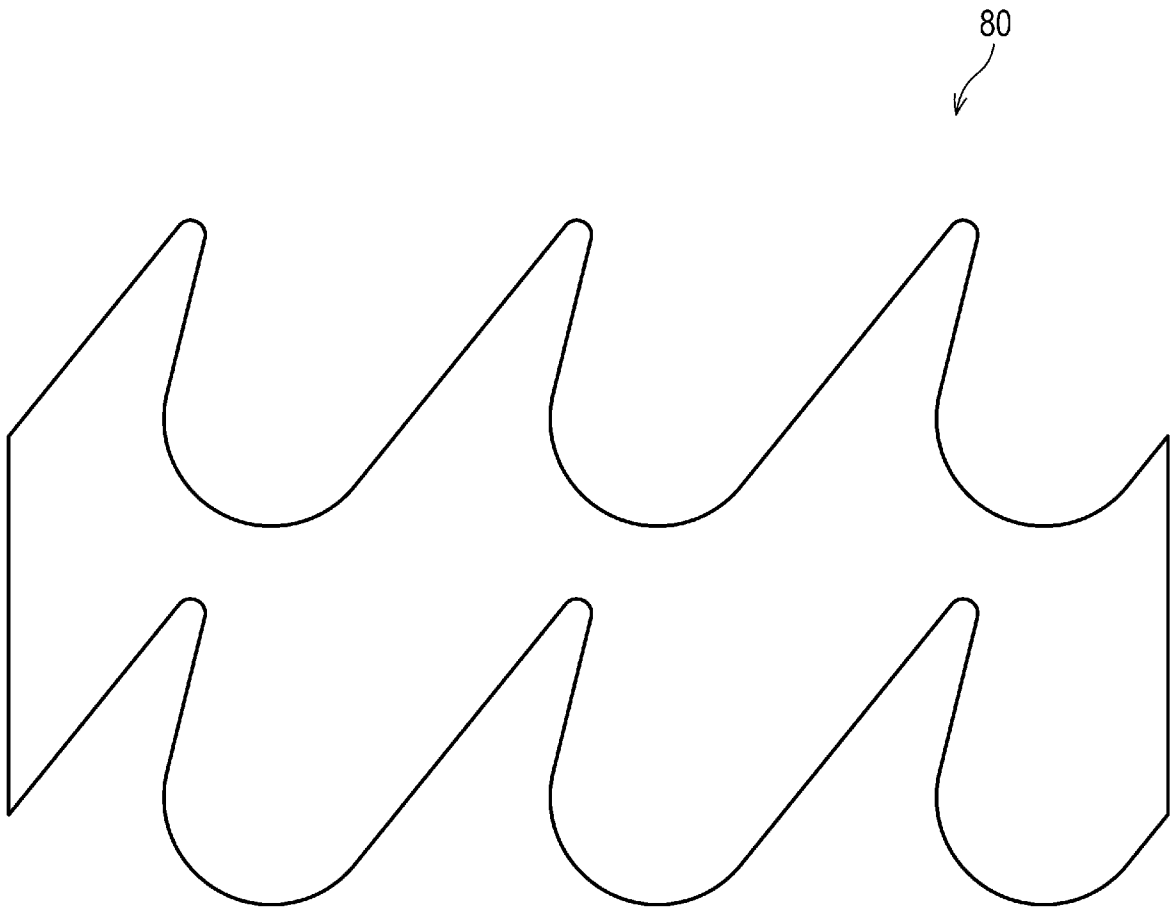
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/001300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 41/12**(2006.01)i; **H01L 41/47**(2013.01)i; **H02N 2/18**(2006.01)i

FI: H01L41/12; H02N2/18; H01L41/47

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)

H01L41/12; H01L41/47; H02N2/18

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-154681 A (TOHOKU UNIV.) 24 August 2015 (2015-08-24) paragraphs [0012], [0017], [0034]-[0036], [0038], [0041], fig. 8	1, 7-8
A		2-6
A	JP 2013-123684 A (NIKON CORP.) 24 June 2013 (2013-06-24) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2020-78237 A (KANAZAWA UNIV.) 21 May 2020 (2020-05-21) entire text, all drawings	1-8
A	WO 2015/178053 A1 (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.) 26 November 2015 (2015-11-26) entire text, all drawings	1-8

☐ 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

14 March 2022

Date of mailing of the international search report

22 March 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
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/JP2022/001300

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-154681	A	24 August 2015	(Family: none)	
JP	2013-123684	A	24 June 2013	US 2013/0241211	A1
				entire text, all drawings	
				WO 2012/096289	A1
				CN 103270686	A
JP	2020-78237	A	21 May 2020	WO 2020/079863	A1
				CN 112689945	A
WO	2015/178053	A1	26 November 2015	JP 2015-220960	A
				US 2017/0149360	A1
				entire text, all drawings	
				CN 106416046	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 41/12(2006.01)i; H01L 41/47(2013.01)i; H02N 2/18(2006.01)i FI: H01L41/12; H02N2/18; H01L41/47		
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）） H01L41/12; H01L41/47; H02N2/18		
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 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2015-154681 A (国立大学法人東北大学) 24.08.2015 (2015 - 08 - 24) [0012], [0017], [0034] - [0036], [0038], [0041], 図8	1, 7-8
A		2-6
A	JP 2013-123684 A (株式会社ニコン) 24.06.2013 (2013 - 06 - 24) 全文, 全図	1-8
A	JP 2020-78237 A (国立大学法人金沢大学) 21.05.2020 (2020 - 05 - 21) 全文, 全図	1-8
A	WO 2015/178053 A1 (ミツミ電機株式会社) 26.11.2015 (2015 - 11 - 26) 全文, 全図	1-8
☐ 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 14.03.2022		国際調査報告の発送日 22.03.2022
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） 宮本 博司 5F 6313 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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/JP2022/001300

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2015-154681	A	24.08.2015	(ファミリーなし)			
JP	2013-123684	A	24.06.2013	US	2013/0241211	A1	
				全文, 全図			
				WO	2012/096289	A1	
				CN	103270686	A	
JP	2020-78237	A	21.05.2020	WO	2020/079863	A1	
				CN	112689945	A	
WO	2015/178053	A1	26.11.2015	JP	2015-220960	A	
				US	2017/0149360	A1	
				全文, 全図			
				CN	106416046	A	