

(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1月2日(02.01.2020)



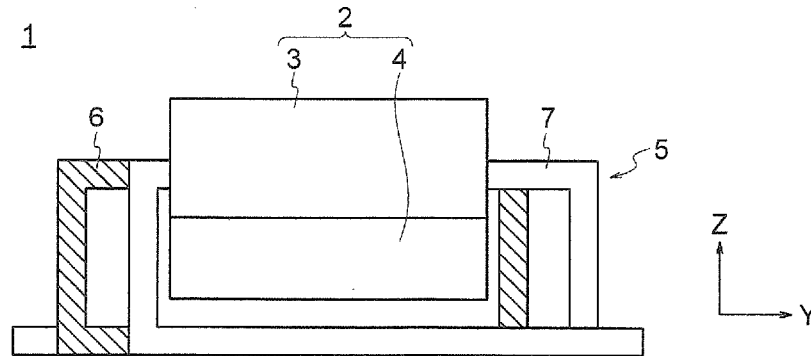
(10) 国際公開番号

WO 2020/003565 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 37/00 (2006.01) *H01F 38/08* (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/001323
- (22) 国際出願日: 2019年1月17日(17.01.2019)
- (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 2018-123064 2018年6月28日(28.06.2018) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:菅原 烈 (SUGAWARA, Retsu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 粟根 和俊(AWANE, Kazutoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 米岡 雄大(YONEOKA, Yudai); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人:曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 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,

(54) Title: COMMON MODE CHOKE COIL

(54) 発明の名称: コモンモードチョークコイル



(57) Abstract: This common mode choke coil comprises a magnetic core 2, and a pair of coils 5 wound on a winding part 4 of the magnetic core. Each coil of the pair of coils 5 is provided with a first electrode coil 6 and a second electrode coil 7 which are respectively wound N turns on the winding part in a spiral shape in the length direction of the winding part. The first electrode coil 6 and the second electrode coil 7 are arranged on the winding part 4 such that one or more turns among the N turns are adjacent to each other. When seen from the length direction of the winding part 4, at least one adjacent turn of the first electrode coil and the second electrode coil includes a parallel-running section 11 in which the electrode coils overlap each other, and a non-parallel running section 12 in which the same separate from each other in a direction orthogonal to the length direction of the winding part 4. N is an integer of 1 or more.



WO 2020/003565 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, 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, 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))

(57) 要約: この発明によるコモンモードチョークコイルは、磁性体コア2と、上記磁性体コアの巻線部4に巻かれた一対のコイル5と、を備え、上記一対のコイル5は、それぞれ、上記巻線部に上記巻線部の長さ方向に螺旋状にNターン巻かれた第1の極コイル6と第2の極コイル7とを備え、上記第1の極コイル6と第2の極コイル7とは、上記Nターンのうち、1ターン以上が隣り合うように上記巻線部4に配置されており、隣り合う上記第1の極コイルと上記第2の極コイルとの少なくとも1ターンにおいて、上記巻線部4の長さ方向から見て、互いに重なる並走部11と、上記巻線部4の長さ方向と直交する方向に互いに離れる非並走部12と、を備え、但し、Nは1以上の整数である。

明 細 書

発明の名称： コモンモードチョークコイル

技術分野

[0001] この発明は、電源と負荷装置との間に設けられて、負荷装置側で発生して電源側へ伝搬されるノイズを低減するコモンモードチョークコイルに関する。

背景技術

[0002] 負荷装置である交流駆動モータを制御する電力変換装置においては、電力変換装置のインバータの高速スイッチング動作により、EMIノイズ（Electro-Magnetic Interference Noise）が発生する。このEMIノイズが、伝導ノイズとなって、電源ラインおよびアースを流れるために、他の電気機器に伝わって誤動作を起こさせるなどの悪影響を及ぼす可能性がある。ノイズには、電源と負荷装置との間の伝送路を伝搬するノーマルモードノイズと、伝送路とアースとの間を伝搬するコモンモードノイズとの2種類がある。コモンモードチョークコイルは、コモンモードインダクタンスを持ち、主にコモンモードノイズの低減に用いられるが、漏れ磁束に起因するノーマルモードインダクタンス、すなわち漏れインダクタンスも備えているため、ノーマルモードノイズの低減にも効果がある。

[0003] 通常、コモンモードチョークコイルは、磁性体コアと一对のコイルとからなり、磁性体コアに一对のコイルのそれぞれを個別に巻く分割巻きの構成をとる。しかし、そのような構成では、コモンモードチョークコイルに流す電流が大きくなると、磁性体コアが磁気飽和してしまい、コモンモードインダクタンスが低下してしまう。

[0004] そこで、従来は、磁性体コアと一对のコイルとから構成されるコモンモードチョークコイルにおいて、一对のコイルをバイファイラ巻きすることにより、磁気飽和を抑制する手法が提案されていた（例えば、特許文献1参照）。

[0005] 特許文献1による従来のコモンモードチョークコイルにおいては、バイファイラ巻きを用いることで一对のコイルから生じる磁束が打ち消され、磁性体コアの磁気飽和が抑制される。しかしながら、漏れ磁束が小さくなるため、ノーマルモードインダクタンスが小さくなってしまい、ノーマルモードノイズの低減性能が悪化してしまう。

[0006] このような状況を鑑み、磁性体コアと一对のコイルとから構成されるコモンモードチョークコイルにおいて、バイファイラ巻きと分割巻きとを併用することにより、磁気飽和を抑制しつつ、ノーマルモードノイズの低減性能を改善する手法が提案されていた（例えば、特許文献2，3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平7-029775号公報

特許文献2：特開平11-214229号公報

特許文献3：特開2002-246244号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献2，3による従来のコモンモードチョークコイルでは、磁気飽和を抑制しつつノーマルモードノイズの低減性能を改善するために、バイファイラ巻きと分割巻きとを併用して一对のコイルを構成していた。そのため、巻線部が磁性体コアの磁路長さ方向に伸長してしまい、磁性体コアが大型化するという課題があった。

[0009] この発明は、上記課題を解決するためになされたもので、巻線部を磁路長さ方向に伸長させることなく磁気飽和を抑制し、かつノーマルモードノイズの低減性能を改善することができる小型のコモンモードチョークコイルを得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] この発明によるコモンモードチョークコイルは、磁性体コアと、上記磁性

体コアの巻線部に巻かれた一対のコイルと、を備える。上記一対のコイルは、それぞれ、上記巻線部に上記巻線部の長さ方向に螺旋状にNターン巻かれた第1の極コイルと第2の極コイルとを備え、上記第1の極コイルと第2の極コイルとは、上記Nターンのうち、1ターン以上が隣り合うように上記巻線部に配置されており、隣り合う上記第1の極コイルと上記第2の極コイルとの少なくとも1ターンにおいて、上記巻線部の長さ方向から見て、互いに重なる並走部と、上記巻線部の長さ方向と直交する方向に互いに離れる非並走部と、を備えている。但し、Nは1以上の整数である。

発明の効果

[0011] この発明によれば、一対のコイルを構成する第1の極コイルと第2の極コイルは、Nターンのうち、1ターン以上が隣り合うように巻線部に配置されている。これにより、巻線部を磁路長さ方向に伸長させることなく磁気飽和を抑制できる。

隣り合う上記第1の極コイルと上記第2の極コイルとの少なくとも1ターンにおいて、第1の極コイルと第2の極コイルは、巻線部の長さ方向から見て、互いに重なる並走部と、巻線部の長さ方向と直交する方向に互いに離れる非並走部と、を備えている。これにより、非並走部がノーマルモードインダクタンスに寄与し、ノーマルモードノイズの低減性能を改善できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す斜視図である。

[図2]この発明の実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す正面図である。

[図3]この発明の実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す下面図である。

[図4]この発明の実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す側面図である。

[図5]この発明の実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルにおける一

対のコイルを示す側面図である。

[図6]この発明の実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルのコイルに流れる電流と、それにより生じる磁束を示す模式図である。

[図7]1ターンのコイルの形状を示す模式図である。

[図8]特許文献1に示される従来のコモンモードチョークコイルにおける、隣り合うコイルから鎖交する磁束を示した模式図である。

[図9]この発明の実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルにおける、隣り合うコイルから鎖交する磁束を示した模式図である。

[図10]この発明の実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルを示す正面図である。

[図11]この発明の実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルを示す下面図である。

[図12]この発明の実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルにおける一対のコイルを示す側面図である。

[図13]この発明の実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルにおける一対のコイルと金属筐体とを示す側面図である。

[図14]比較例のコモンモードチョークコイルにおける一対のコイルと金属筐体とを示す側面図である。

[図15]この発明の実施の形態3に係るコモンモードチョークコイルを示す側面図である。

[図16]この発明の実施の形態4に係るコモンモードチョークコイルを示す側面図である。

[図17]この発明の実施の形態5に係るコモンモードチョークコイルを示す正面図である。

[図18]この発明の実施の形態5に係るコモンモードチョークコイルを示す下面図である。

[図19]この発明の実施の形態6に係るコモンモードチョークコイルにおける一対のコイルを示す斜視図である。

[図20]この発明の実施の形態6に係るコモンモードチョークコイルにおける一対のコイルを示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、この発明に係るコモンモードチョークコイルの好適な実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0014] 実施の形態1.

図1は、この発明を実施するための実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す斜視図、図2は、実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す正面図、図3は、実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す下面図、図4は、実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルを示す側面図、図5は、実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルにおける一対のコイルを示す側面図である。

[0015] 図1から図5において、コモンモードチョークコイル1は、U形コア3およびI形コア4からなる磁性体コア2と、第1の極コイルである正極コイル6および第2の極コイルである負極コイル7からなる一対のコイル5と、備える。各図において、X方向は、磁性体コア2の磁路長さ方向である。磁性体コア2の磁路長さ方向は、一対のコイル5の巻線部であるI形コア4を通る磁束の方向であり、I形コア4の長さ方向である。また、Z方向は、X方向と直交する方向であり、U形コア3がI形コア4に連結される方向である。Y方向は、X方向とZ方向との直交する方向である。

[0016] U形コア3とI形コア4とは、フェライトなどの磁性材料で構成される。磁性体コア2は、I形コア4がU形コア3の両側脚部を連結するように配置されて、閉磁路に構成されている。正極コイル6と負極コイル7とは、ターン部がX方向に交互に並ぶように、銅製の平角導体を螺旋状にI形コア4に7ターンずつ巻いて構成されている。正極コイル6と負極コイル7は、同じコイル形状に構成され、図4中、Y方向にずれて、I形コア4に巻かれている。これにより、正極コイル6と負極コイル7は、図5に示されるように、X方向から見て、互いに重なる重畳領域である並走部11と、互いに重なら

ない非重畳領域である非並走部12と、を備える。なお、X方向から見て、正極コイル6と負極コイル7とが互いに重ならない非重畳領域とは、正極コイル6と負極コイル7とがX方向と直交する方向に互いに離れている領域である。なお、X方向とは、螺旋状に巻かれた一对のコイル5のコイル軸方向とも表現できる。

[0017] 実施の形態1によるコモンモードチョークコイル1においては、一对のコイル5を構成する正極コイル6と負極コイル7とは、ターン部がX方向に交互に並ぶように、I形コア4に螺旋状に巻かれて構成されている。すなわち、一对のコイル5は、バイファイラ巻により構成されている。そこで、コモンモードチョークコイル1は、バイファイラ巻と分割巻とを併用して一对のコイルを構成している特許文献2、3による従来のコモンモードチョークコイルに比べて、X方向の寸法を縮小でき、小型化が図られる。

[0018] つぎに、正極コイル6と負極コイル7が並走部11と非並走部12とを備えることによる効果について、図6を参照して説明する。図6は、実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルのコイルに流れる電流と、それにより生じる磁束を示す模式図である。なお、図6中、Iは電流、Φは磁束を示している。

[0019] 並走部11においては、電流Iは、正極コイル6と負極コイル7とに逆向きに、かつ近接して流れる。これにより、電流Iが正極コイル6と負極コイル7とを流れることにより発生する磁束Φが互いに打ち消し合い、磁性体コア2の磁気飽和を抑制する。ただし、並走部11は、ノーマルモードインダクタンスへの寄与は小さい。

[0020] 一方、非並走部12においては、電流Iは、正極コイル6と負極コイル7とに逆向きに、かつ離れて流れる。これにより、電流Iが正極コイル6と負極コイル7とを流れることにより発生する磁束Φの一部が打ち消されずに残り、ノーマルモードインダクタンスに寄与する。ただし、非並走部12は、磁性体コア2の磁気飽和の抑制への寄与は小さい。

[0021] このように、コモンモードチョークコイル1においては、一对のコイル5

は、磁性体コア2の磁気飽和の抑制に寄与する並走部11と、ノーマルモードインダクタンスに寄与する非並走部12と、を備えている。これにより、コモンモードチョークコイル1は、磁性体コア2の磁気飽和を抑制して、ノーマルモードノイズの低減性能を改善することができる。

[0022] ここで、実施の形態1におけるノーマルモードインダクタンスと、特許文献1におけるバイファイラ巻きを一对のコイルに適用した場合のノーマルモードインダクタンスと、を比較する。図7は、1ターンのコイル8の形状を示す模式図である。

[0023] 1ターンのコイル8の部分自己インダクタンス、および部分相互インダクタンスは、式1で表される。

[0024] [数1]

$$L_{p\bar{i}j} = \frac{\mu_0}{2\pi} l \left\{ \ln \left[\frac{l}{d} + \sqrt{\left(\frac{l}{d}\right)^2 + 1} \right] + \frac{d}{l} - \sqrt{\left(\frac{d}{l}\right)^2 + 1} \right\} \cdots \text{(式1)}$$

[0025] ここで、 i, j は、それぞれ1, 2, 3, 4のいずれかの値をとり、図7に示される区画番号に対応する。 $L_{p\bar{i}j}$ は、 $i = j$ のとき、部分自己インダクタンスを示し、 $i \neq j$ のとき、部分相互インダクタンスを示す。 μ_0 は真空の透磁率、 l はコイル8の長さ、 d は、 $i = j$ のとき、コイル8の幅、 $i \neq j$ のとき、 i 番目の区画のコイル8と j 番目の区画のコイル8との間の距離である。このとき、1ターンのコイル8のループインダクタンスは、式2で表される。

[0026] [数2]

$$L_{\text{loop}} = \sum_{i=j} L_{p\bar{i}j} - \sum_{i \neq j} L_{p\bar{i}j} \cdots \text{(式2)}$$

[0027] 図7に示されるに、各区画におけるコイル8の幅を2mm、1番目と3番目の区画のコイル8間距離を50mm、2番目と4番目の区画のコイル8間距離を20mmとすると、 $L_{\text{loop}} = 54.8 \text{ nH}$ となる。実施の形態1では、正極コイル6と負極コイル7とのターン数が7ターンであり、正極コイル6と負極コイル7との2つのコイルがあることを考慮すると、ノーマルモード

インダクタンスは、 $54.8 \text{ nH} \times 7 \times 2 = 767 \text{ nH}$ となる。

但し、これは、本実施の形態におけるコイルの並走部11、もしくは特許文献1に示されるバイファイラ巻きにおける隣り合うコイルの影響を考慮していない値である。

[0028] 部分相互インダクタンスは、1番目と3番目との区画の組み合わせと、2番目と4番目との区画の組み合わせとのみを計算した。これは、1番目および2番目の区画の組み合わせと、3番目および4番目の区画の組み合わせとにおける部分相互インダクタンスは、ベクトルポテンシャルの向きとコイル8の向きとが直交し、0になるためである。

[0029] つぎに、隣り合うコイルの影響を考慮してノーマルモードインダクタンスを比較する。図8は、特許文献1に示される従来のコモンモードチョークコイルにおける、隣り合うコイルから鎖交する磁束を示した模式図、図9は、実施の形態1に係るコモンモードチョークコイルにおける、隣り合うコイルから鎖交する磁束を示した模式図である。なお、図8における正極コイル60、70は、正極コイル6と負極コイル7と同一のコイル形状に構成されている。

[0030] 式3は、コイルのループインダクタンスとコイルを鎖交する磁束との関係を示す。

[0031] [数3]

$$L_{\text{loop}} = \frac{\Phi}{I} = \int_s \vec{B} \cdot d\vec{s} / I \dots (\text{式3})$$

[0032] Φ はコイルを鎖交する磁束、 B はコイルを鎖交する磁束密度、 s はコイルで囲まれた面、 I はコイルを流れる電流である。

[0033] 特許文献1による従来のコモンモードチョークコイルにおいては、バイファイラ巻きに巻かれた正極コイル60と負極コイル70とは、X方向から見て、互いに重なっている重畳領域のみを有している。すなわち、従来のコモンモードチョークコイルにおいては、正極コイル60と負極コイル70とは、並走部11のみを有し、非並走部12を有していない。そして、図8に示

されるように、隣り合う正極コイル60と負極コイル70とに流れる電流Iは逆向きであり、鎖交する磁束Φは逆向きとなる。これにより、隣り合う正極コイル60と負極コイル70とに鎖交する磁束Φは、互いに打ち消される。正極コイル60と負極コイル70とを鎖交する全磁束Φに対する、打ち消される磁束Φの割合をnとすると、 L_{loop} の値、すなわちノーマルモードインダクタンスは、 $(1-n)$ 倍となる。但し、nは、 $0 < n < 1$ である。例えば、 $n = 0.9$ とすると、上記式2から算出したノーマルモードインダクタンスは、 $767 \text{ nH} \times (1 - 0.9) = 76.7 \text{ nH}$ となる。

[0034] 実施の形態1によるコモンモードチョークコイル1においては、正極コイル6と負極コイル7とが並走部11と非並走部12とを備えているので、隣り合う正極コイル6と負極コイル7との対向面積は、非並走部12が存在する分小さくなる。ここで、非並走部12の存在により、隣り合う正極コイル6と負極コイル7との対向面積が、並走部11のみを有する隣り合う正極コイル60、70の対向面積のm倍になったとする。その結果、隣り合う正極コイル6と負極コイル7とに鎖交する全磁束Φに対する打ち消される磁束Φの割合は、 $(n \times m)$ 倍となる。但し、mは、 $0 < m < 1$ である。実施の形態1では、正極コイル6と負極コイル7との対向面積は、非並走部12を設けることで、特許文献1において正極コイル60、70の対向面積が $20 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ であったものが、 $20 \text{ mm} \times 45 \text{ mm}$ となった。そこで、 $m = 0.9$ となる。実施の形態1においても $n = 0.9$ とすると、ノーマルモードインダクタンスは、 $767 \text{ nH} \times (1 - 0.9 \times 0.9) = 146 \text{ nH}$ となる。このように、実施の形態1によれば、一对のコイルに並走部11のみを有するバイファイラ巻きを適用した特許文献1に比べて、ノーマルモードインダクタンスを改善できることがわかる。

[0035] ここでは、計算の簡単化のため、磁束密度Bが正極コイル6と負極コイル7とで囲われた面に対して垂直で、位置によらず一定とした。

[0036] 以上のように、実施の形態1によれば、一对のコイル5は、ターン部がX方向に交互に並ぶように、磁性体コア2のI形コア4に螺旋状に巻かれた正

極コイル6と負極コイル7とからなる。正極コイル6と負極コイル7とは、磁気飽和抑制に寄与する並走部11と、ノーマルモードインダクタンスに寄与する非並走部12と、を備える。これにより、磁性体コア2をX方向に伸長することなく、磁気飽和を抑制でき、ノーマルモードノイズの低減性能を改善することが可能となる、小型のコモンモードチョークコイル1を実現できる。

[0037] なお、上記実施の形態1では、正極コイル6と負極コイル7とが同じコイル形状に構成されているものとしているが、正極コイル6と負極コイル7とは、異なるコイル形状に構成されてよい。

また、上記実施の形態1では、隣り合う正極コイル6と負極コイル7とは、7ターンの全てにおいて、並走部11と非並走部12とを備えているが、隣り合う正極コイル6と負極コイル7とは、7ターンのなかの少なくとも1ターンにおいて、並走部11と非並走部12とを備えていればよい。

[0038] 実施の形態2.

図10は、この発明を実施するための実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルを示す正面図、図11は、実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルを示す下面図、図12は、実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルにおける一对のコイルを示す側面図、図13は、実施の形態2に係るコモンモードチョークコイルにおける一对のコイルと金属筐体とを示す側面図、図14は、比較例のコモンモードチョークコイルにおける一对のコイルと金属筐体とを示す側面図である。

[0039] 図10から図12において、一对のコイル21は、第1の極コイルである正極コイル22と第2の極コイルである負極コイル23とを備える。正極コイル22のターン部は、負極コイル23のターン部よりZ方向に大きい形状に構成されている。正極コイル22と負極コイル23は、ターン部がX方向に交互に並ぶように、I形コア4に7ターンずつ巻かれている。金属部材である金属筐体25が、Z方向のI形コア4のU形コア3と反対側に配置されている。そして、正極コイル22と負極コイル23は、Z方向のI形コア4

のU形コア3と反対側に位置する外周部を金属筐体25に平板状の絶縁体24を介して接するように配置されて、金属筐体25に保持されている。そこで、正極コイル22は、負極コイル23に対して、Z方向の金属筐体25と反対側に突出している。これにより、正極コイル22と負極コイル23は、図12に示されるように、X方向から見て、互いに重なる重畳領域である並走部11と、互いに重ならない非重畳領域である非並走部12と、を備える。ここで、金属筐体25には、銅、鉄、アルミニウムなどの金属材料が用いられる。

なお、他の構成は、上記実施の形態1と同様に構成されている。

[0040] 実施の形態2によるコモンモードチョークコイル1Aでは、正極コイル22と負極コイル23とは、ターン部がX方向に交互に並ぶように、磁性体コア2のI形コア4に螺旋状に巻かれている。また、正極コイル22と負極コイル23とは、磁気飽和抑制に寄与する並走部11と、ノーマルモードインダクタンスに寄与する非並走部12と、を備える。したがって、実施の形態2においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

[0041] 並走部11では、電流が隣り合う正極コイル22と負極コイル23とに流れることにより発生する磁束Φは、互いに打ち消しあう。一方、非並走部12では、電流が隣り合う正極コイル22と負極コイル23とに流れることにより発生する磁束Φは、互いに打ち消しあわない。そのため、図13および図14に示されるように、漏れ磁束が生じる。

[0042] 比較例のコモンモードチョークコイルにおいては、図14に示されるように、一对のコイル21Aにおける非並走部12が金属筐体25に近い位置に配置されている。そこで、漏れ磁束が金属筐体25に鎖交するため、漏れ磁束が遮蔽されるので、ノーマルモードインダクタンスへの寄与が小さくなる。

[0043] 一方、実施の形態2によるコモンモードチョークコイル1Aでは、図13に示めされるように、一对のコイル21における非並走部12が金属筐体25から離れた位置に配置されている。そこで、漏れ磁束が金属筐体25に鎖

交しないため、漏れ磁束が遮蔽されることがないので、ノーマルモードインダクタンスへの寄与が大きくなる。

[0044] このように、実施の形態2によれば、一对のコイル21における非並走部12が、金属筐体25から離れた位置に配置されている。そこで、非並走部12における漏れ磁束が金属筐体25に鎖交しないので、漏れ磁束が金属筐体25に鎖交する場合に比べて、ノーマルモードインダクタンスの改善がより効果的になる。

[0045] なお、上記実施の形態2では、金属筐体25が一对のコイル21のI形コア4のU形コア3と反対側に配置されているが、金属筐体25は、一对のコイル21のI形コア4のU形コア3側、又は一对のコイル21のY方向の片側に配置されてもよい。この場合においても、非並走部12は、I形コア4の金属筐体25と反対側に配置される。

[0046] また、上記実施の形態2では、一对のコイル21を保持する金属部材として専用の金属筐体25を用いているが、金属部材は、コモンモードチョークコイルを実装する装置の筐体、コモンモードチョークコイルを冷却するヒートシンク、コモンモードチョークコイルを実装する基板のグラウンドなどを用いてもよい。この場合においても、一对のコイルは、絶縁体を介してこれらの金属部材に保持される。また、一对のコイル21の非並走部12は、I形コアの筐体、ヒートシンク、基板のグラウンドなどの金属部材と反対側に配置されていればよい。

[0047] 実施の形態3.

図15は、この発明を実施するための実施の形態3に係るコモンモードチョークコイルを示す側面図である。

[0048] 図15において、矩形の四角柱に構成された補助磁性体コア30が、非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に、当該空間のX方向の一端から他端に至るように挿入されている。

なお、他の構成は、上記実施の形態1と同様に構成されている。

[0049] 実施の形態3によるコモンモードチョークコイル1Bにおいても、正極コ

イル6と負極コイル7とは、ターン部がX方向に交互に並ぶように、磁性体コア2のI形コア4に螺旋状に巻かれている。また、正極コイル6と負極コイル7とは、磁気飽和抑制に寄与する並走部11と、ノーマルモードインダクタンスに寄与する非並走部12と、を備える。したがって、実施の形態3においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

[0050] コモンモードチョークコイル1Bでは、補助磁性体コア30が、非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に配置されている。これにより、実施の形態3によるコモンモードチョークコイル1Bは、補助磁性体コア30が非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に配置されていない実施の形態1に比べ、体積を増加させることなく、より効果的にノーマルモードインダクタンスを改善できる。

[0051] なお、上記実施の形態3では、実施の形態1によるコモンモードチョークコイル1における非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に補助磁性体コア30を配置しているが、他の実施の形態によるコモンモードチョークコイルにおける非並走部の正極コイルと負極コイルとで囲まれた空間内に補助磁性体コア30を配置しても、同様の効果が得られる。

[0052] また、実施の形態3において、補助磁性体コア30は磁性体コア2と同じ磁性材料で構成してもよいし、異なる磁性材料で構成してもよい。

[0053] 実施の形態4.

図16は、この発明を実施するための実施の形態4に係るコモンモードチョークコイルを示す側面図である。

[0054] 図16において、矩形の四角筒体の構造を有する放熱部材である金属板31が、非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に、当該空間のX方向の一端から他端に至るように挿入されている。さらに、金属板31は、絶縁体32を介して当該空間を構成する正極コイル6および負極コイル7の内周壁面に接する状態で、当該空間に挿入されている。ここで、金属板31には、銅、鉄、アルミニウムなどの金属材料が用いられる。

なお、他の構成は、上記実施の形態1と同様に構成されている。

- [0055] 実施の形態4によるコモンモードチョークコイル1Cにおいても、正極コイル6と負極コイル7とは、ターン部がX方向に交互に並ぶように、磁性体コア2のI形コア4に螺旋状に巻かれている。また、正極コイル6と負極コイル7とは、磁気飽和抑制に寄与する並走部11と、ノーマルモードインダクタンスに寄与する非並走部12と、を備える。したがって、実施の形態4においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。
- [0056] コモンモードチョークコイル1Cでは、金属板31が、非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に、絶縁体32を介して正極コイル6および負極コイル7に接するように配置されている。これにより、実施の形態4によるコモンモードチョークコイル1Cは、金属板31が非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に配置されていない実施の形態1に比べ、体積を増加させることなく、一对のコイル5の放熱性を改善することができる。また、金属板31は、非並走部12から生じる漏れ磁束を遮蔽しないので、非並走部12を設けることによるノーマルモードインダクタンスを改善する効果を阻害しない。
- [0057] なお、上記実施の形態4では、実施の形態1によるコモンモードチョークコイル1における非並走部12の正極コイル6と負極コイル7とで囲まれた空間内に金属板31を挿入しているが、他の実施の形態によるコモンモードチョークコイルにおける非並走部の正極コイルと負極コイルとで囲まれた空間内に金属板31を挿入しても、同様の効果が得られる。
- [0058] また、上記実施の形態4では、金属板31の内部を空洞としているが、金属板31内に樹脂材料を充填してもよく、実施の形態3における補助磁性体コア30を金属板31内に挿入してもよい。
- [0059] また、上記実施の形態1-4では、正極コイルと負極コイルとは、ターン部がX方向に交互に並ぶように、I形コアに螺旋状に7ターンずつ巻かれているが、正極コイルと負極コイルとは、7ターン限定されず、複数ターンであればよい。
- [0060] 実施の形態5.

図17は、この発明を実施するための実施の形態5に係るコモンモードチョークコイルを示す正面図、図18は、実施の形態5に係るコモンモードチョークコイルを示す下面図である。

[0061] 図17および図18において、正極コイル6と負極コイル7とは、7ターンのうち、6ターンがX方向に交互に並ぶように、銅製の平角導体を螺旋状にI形コア4に巻いて構成されている。

なお、他の構成は、上記実施の形態1と同様に構成されている。

[0062] 実施の形態5によるコモンモードチョークコイル1Dでは、正極コイル6と負極コイル7とは、ターン部がX方向に交互に並ぶように、磁性体コア2のI形コア4に螺旋状に巻かれている。また、正極コイル6と負極コイル7とは、磁気飽和抑制に寄与する並走部11と、ノーマルモードインダクタンスに寄与する非並走部12と、を備える。したがって、実施の形態5においても、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。

[0063] コモンモードチョークコイル1Dでは、正極コイル6と負極コイル7とが、X方向に1ターン分ずれて、I形コア4に配置されている。すなわち、正極コイル6と負極コイル7とが、バイファイラ巻きと分割巻きとを併用して構成されているので、磁気飽和を抑制しつつ、ノーマルモードノイズの低減性能を改善することができる。

[0064] 上記実施の形態5では、正極コイル6と負極コイル7とは、全7ターンのうち、6ターンがX方向に交互に並ぶように配置され、残る1ターンが自身のコイルと隣り合うように配置されている。すなわち、正極コイル6と負極コイル7とは、全7ターンのうち、6ターンが異なる極のコイルと隣り合うように配置され、残る1ターンが同じ極のコイルと隣り合うように配置されている。しかし、全7ターンのうち、異なる極のコイルが隣り合うターン数は6ターンに限定されず、6ターンから1ターンであればよい。また、正極コイル6と負極コイル7のターン数は7ターンに限定されない。すなわち、正極コイル6と負極コイル7とは、全Nターンのうち、Mターンが異なる極のコイルと隣り合うように配置され、(N-M)ターンが同じ極のコイルと

隣り合うように配置されればよい。但し、 N は2以上の整数、 M は1以上、 $(N-1)$ 以下の整数である。

[0065] ここで、正極コイル6と負極コイル7とが並走部11のみを備えている場合には、ノーマルモードインダクタンスの調整が、ターン数 N と M の比でしか調整できない。その結果、ノーマルモードインダクタンスは、離散的な値しか取れない。

[0066] 実施の形態5では、正極コイル6と負極コイル7とが並走部11と非並走部12とを備えているので、ノーマルモードインダクタンスを任意の値に調整可能となる。

[0067] なお、上記実施の形態5では、実施の形態1による共通モードチョークコイル1における正極コイル6と負極コイル7を、全7ターンのうち、6ターンが X 方向に交互に並ぶように配置され、残る1ターンが同じ極のコイルと隣り合うように配置しているが、他の実施の形態による共通モードチョークコイルにおける正極コイルと負極コイルを、全7ターンのうち、6ターンが X 方向に交互に並ぶように配置され、残る1ターンが同じ極のコイルと隣り合うように配置しても、同様の効果が得られる。

[0068] 実施の形態6.

図19は、この発明を実施するための実施の形態6に係る共通モードチョークコイルにおける一対のコイルを示す斜視図、図20は、実施の形態6に係る共通モードチョークコイルにおける一対のコイルを示す側面図である。

[0069] 図19および図20に示されるように、一対のコイル40は、1ターンの第1の極コイルである正極コイル41と、1ターンの第2の極コイルである負極コイル42と、を備える。正極コイル41と負極コイル42とは、図示されていないが、隣り合うように磁性体コアの巻線部であるI形コアに巻かれている。さらに、正極コイル41と負極コイル42とは、 X 方向から見て、互いに重なる重畳領域である並走部11と、互いに重ならない非重畳領域である非並走部12と、を備える。

なお、他の構成は、上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

[0070] 実施の形態 6 においても、それぞれ 1 ターンの正極コイル 4 1 と負極コイル 4 2 とが、X 方向に隣り合うように磁性体コアの I 形コアに巻かれている。また、正極コイル 4 1 と負極コイル 4 2 とは、1 ターンのなかで、磁気飽和抑制に寄与する並走部 1 1 と、ノーマルモードインダクタンスに寄与する非並走部 1 2 と、を備える。したがって、実施の形態 6 においても、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

[0071] なお、実施の形態 6 で説明したように、正極コイルと負極コイルとが 1 ターンである場合においても、本発明の効果が得られる。したがって、本発明は、正極コイルと負極コイルとは、I 形コアの長さ方向に螺旋状に 1 ターン以上巻かれ、正極コイルと負極コイルとは、1 ターン以上が隣り合うように I 形コアに配置され、隣り合う正極コイルと負極コイルとの少なくとも 1 ターンにおいて、並走部と非並走部とを備えていればよい。

[0072] また、上記実施の形態 6 においても、上記実施の形態 2 と同様に、金属筐体 2 5 が一对のコイル 4 0 における非並走部 1 2 から離れた位置に配置されてもよい。

また、上記実施の形態 6 においても、補助磁性体コア 3 0 が、非並走部 1 2 の正極コイル 4 1 と負極コイル 4 2 とで囲まれた空間内に挿入されてもよい。

さらに、上記実施の形態 6 においても、金属板 3 1 が、非並走部 1 2 の正極コイル 4 1 と負極コイル 4 2 とで囲まれた空間内に、絶縁体 3 2 を介して正極コイル 4 1 および負極コイル 4 2 に接するように配置されてもよい。

[0073] また、上記各実施の形態では、U 形コアと I 形コアとから構成されている磁性体コアを用いているが、磁性体コアは、U 形コアと I 形コアとを組み合わせたコアに限定されず、例えば、U 形コアと U 形コアとを組み合わせたコア、トロイダルコアなどを用いてもよい。

[0074] また、上記各実施の形態では、正極コイルおよび負極コイルの材料として、銅製の平角導体を用いているが、他の良導電性の材料、例えばアルミ製の

平角導体を用いてもよい。また、正極コイルおよび負極コイルの材料として平角導体を用いているが、円形断面の導体を用いてもよい。

[0075] また、上記各実施の形態では、正極コイルおよび負極コイルは、矩形筒状のコイル形状に構成されているが、コイル形状は、矩形筒状に限定されない。

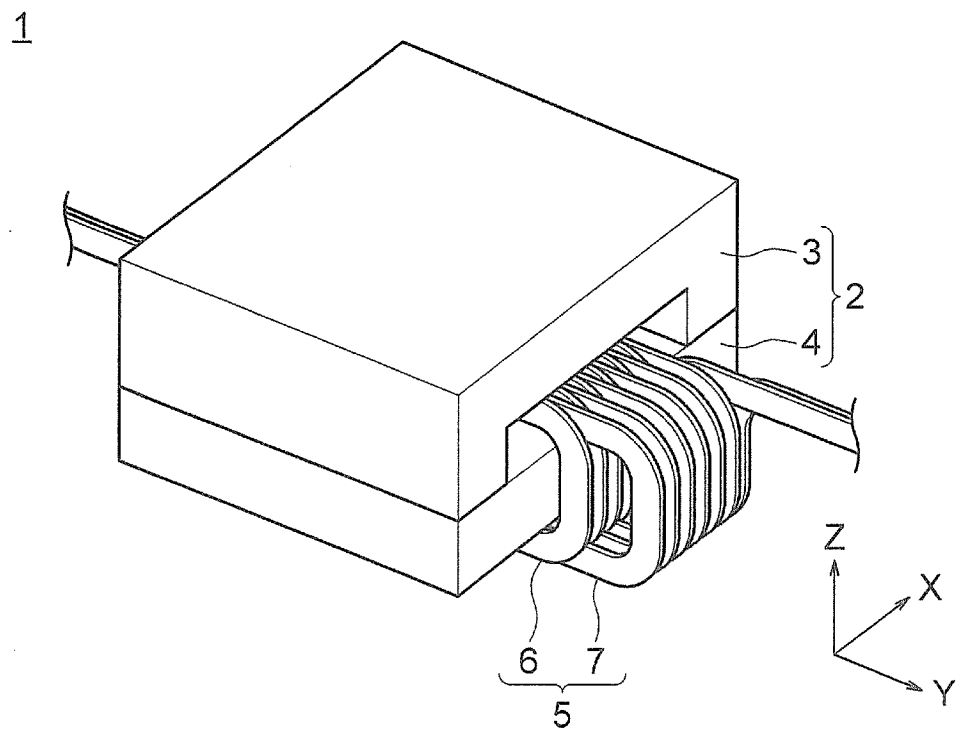
符号の説明

[0076] 2 磁性体コア、4 I形コア（巻線部）、5 一对のコイル、6 正極コイル、7 負極コイル、11 並走部、12 非並走部、21 一对のコイル、22 正極コイル、23 負極コイル、25 金属筐体（金属部材）、30 補助磁性体コア、31 金属板（放熱部材）、40 一对のコイル、41 正極コイル、42 負極コイル。

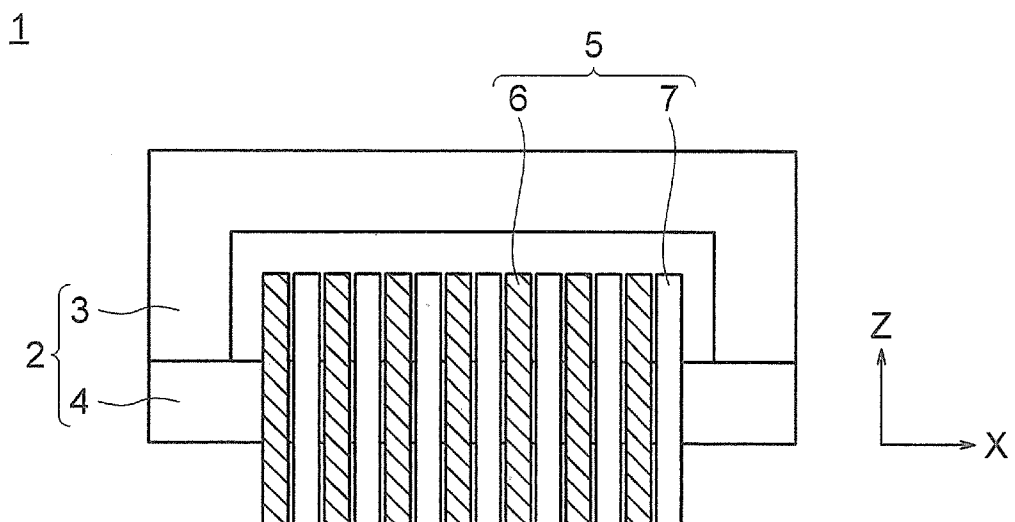
請求の範囲

- [請求項1] 磁性体コアと、
上記磁性体コアの巻線部に巻かれた一対のコイルと、を備え、
上記一対のコイルは、それぞれ、上記巻線部に上記巻線部の長さ方向に螺旋状にNターン巻かれた第1の極コイルと第2の極コイルとを備え、
上記第1の極コイルと第2の極コイルとは、上記Nターンのうち、1ターン以上が隣り合うように上記巻線部に配置されており、隣り合う上記第1の極コイルと上記第2の極コイルとの少なくとも1ターンにおいて、上記巻線部の長さ方向から見て、互いに重なる並走部と、上記巻線部の長さ方向と直交する方向に互いに離れる非並走部と、を備え、但し、Nは1以上の整数であるコモンモードチョークコイル。
- [請求項2] 上記巻線部の長さ方向から見て、上記巻線部の一方の側に位置する上記一対のコイルの外周部を保持する金属部材をさらに備え、
上記非並走部は、上記一対のコイルの上記巻線部の上記金属部材と反対側に配置されている請求項1記載のコモンモードチョークコイル。
- [請求項3] 上記金属部材は、上記一対のコイルを冷却するヒートシンクである請求項2記載のコモンモードチョークコイル。
- [請求項4] 補助磁性体コアが、上記非並走部で囲まれた空間内に挿入されている請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のコモンモードチョークコイル。
- [請求項5] 放熱部材が、上記非並走部で囲まれた空間内に挿入されている請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のコモンモードチョークコイル。

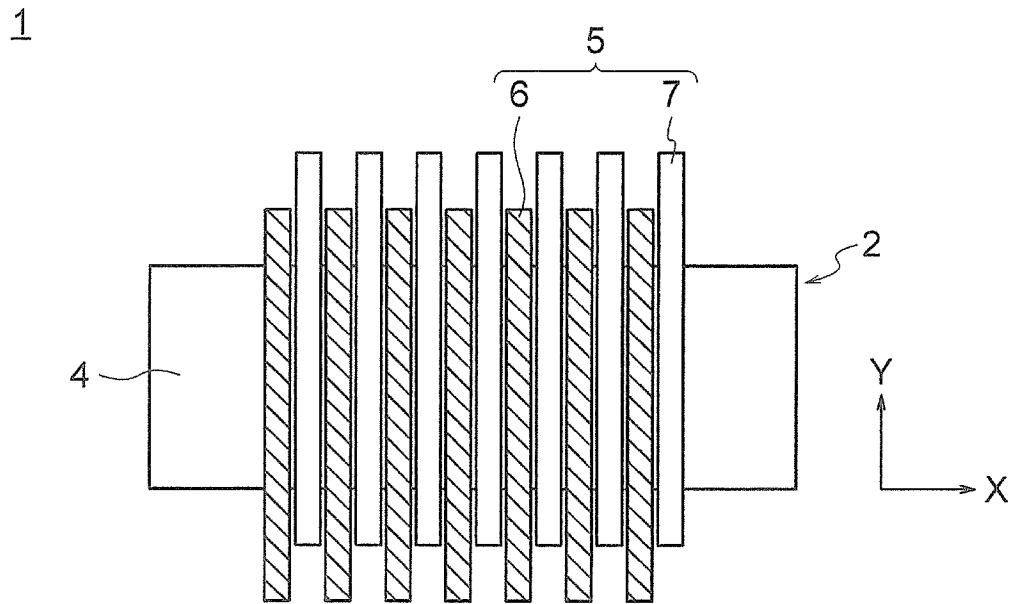
[図1]



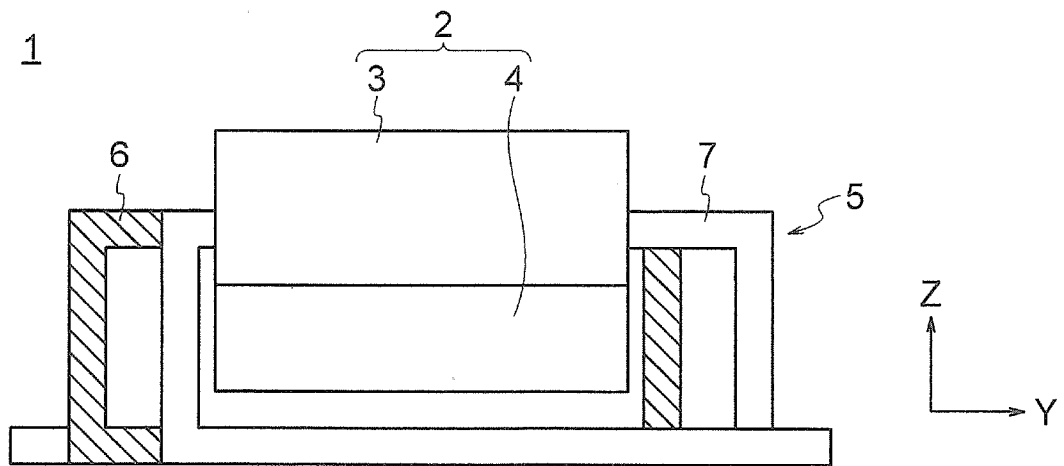
[図2]



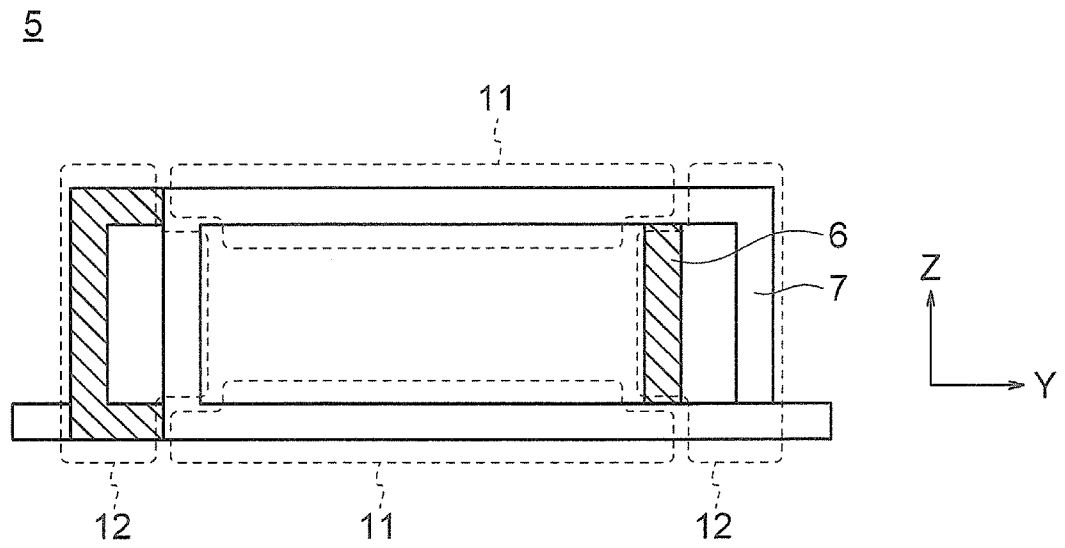
[図3]



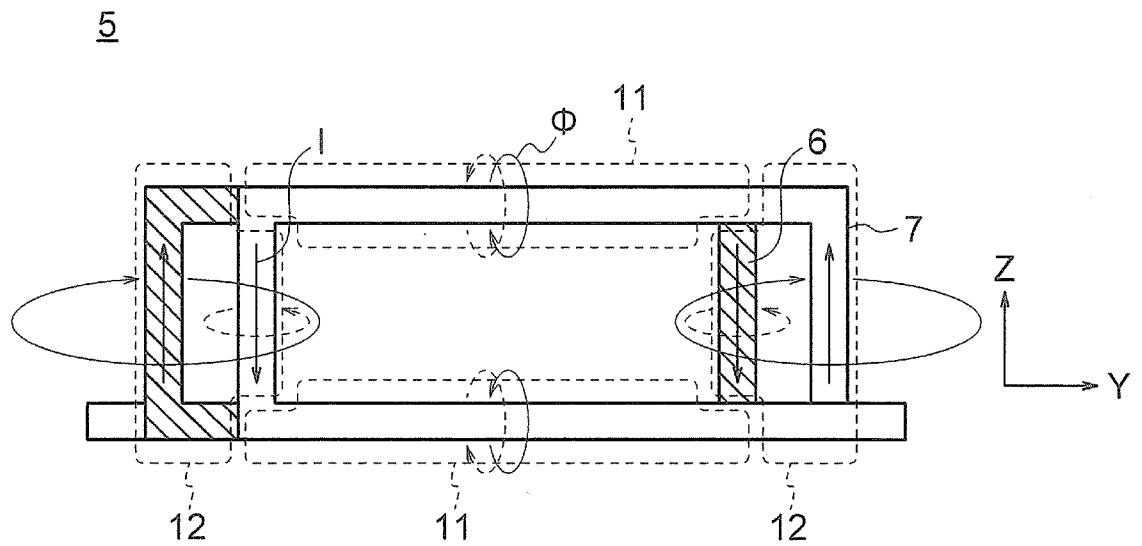
[図4]



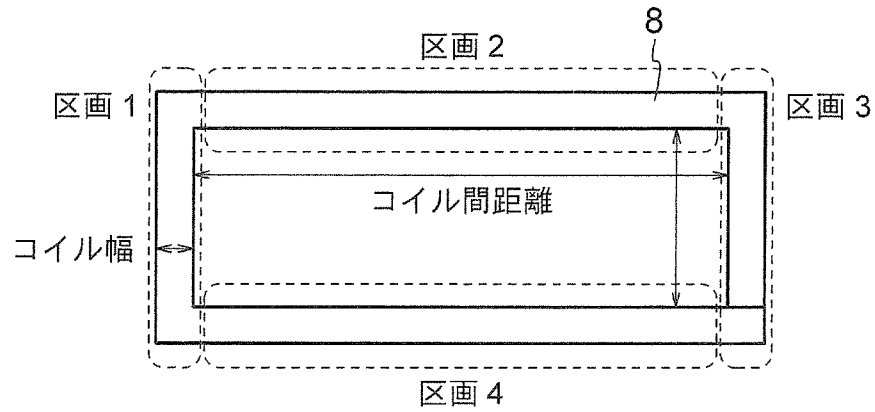
[図5]



[図6]

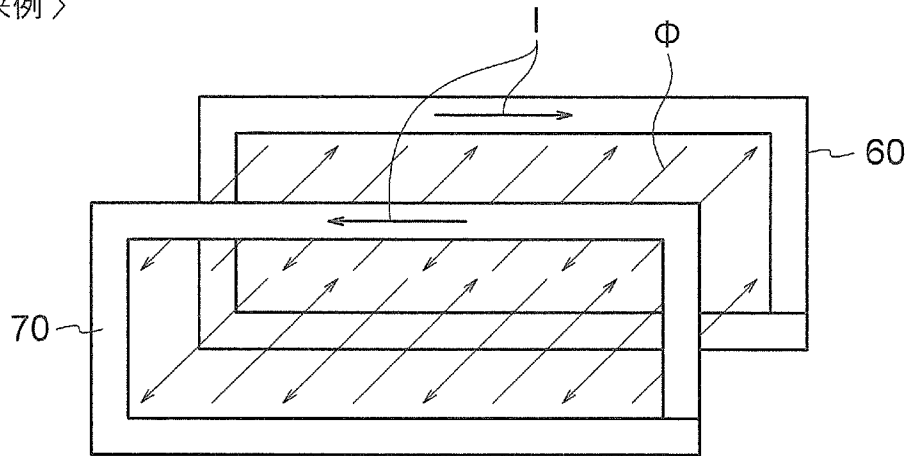


[図7]

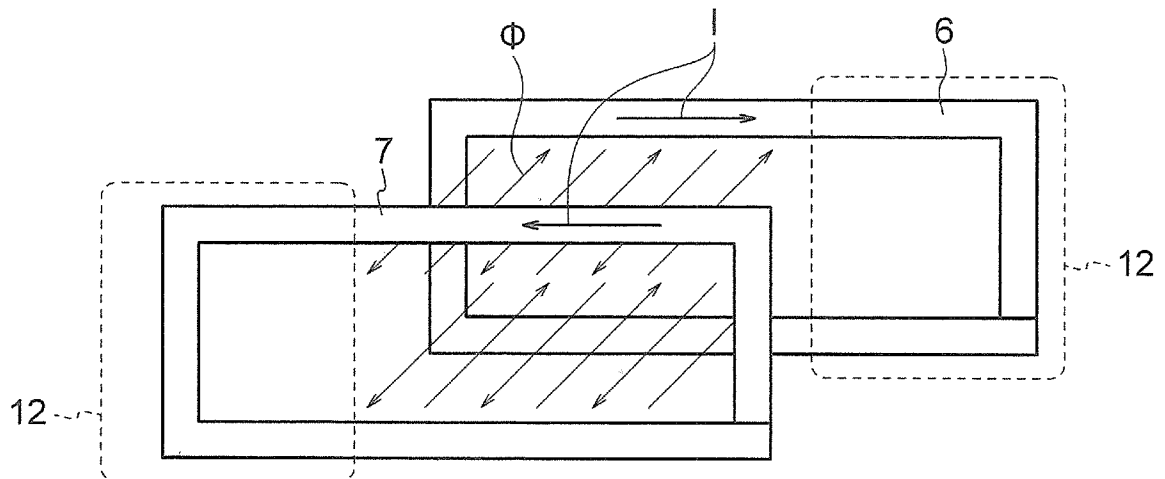


[図8]

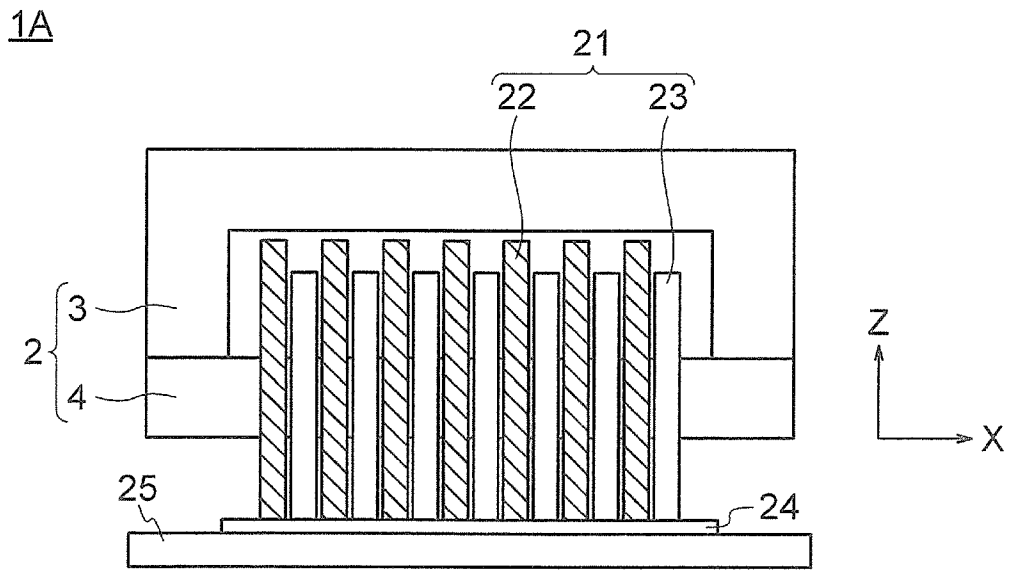
〈従来例〉



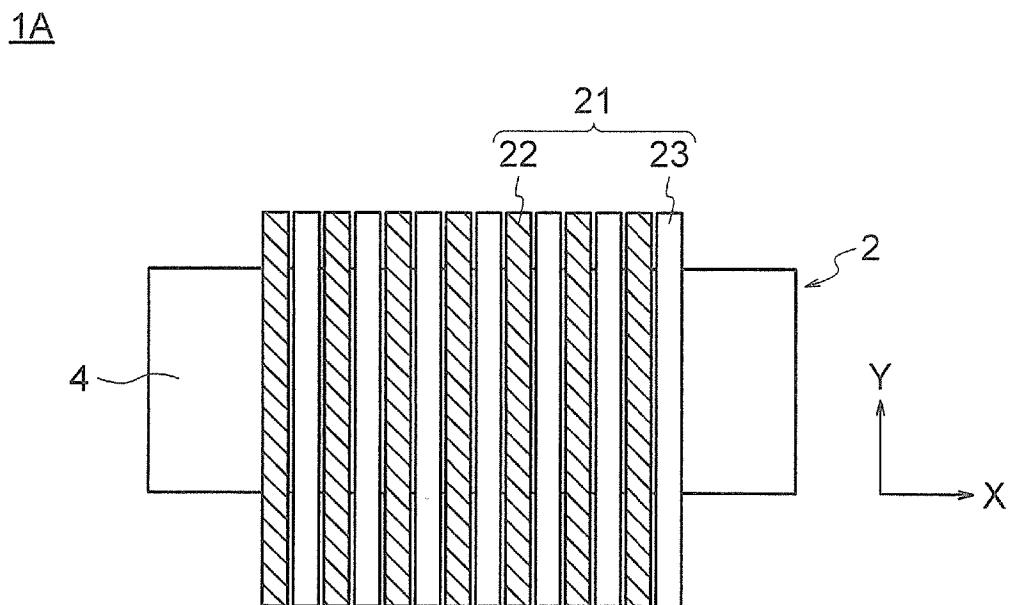
[図9]



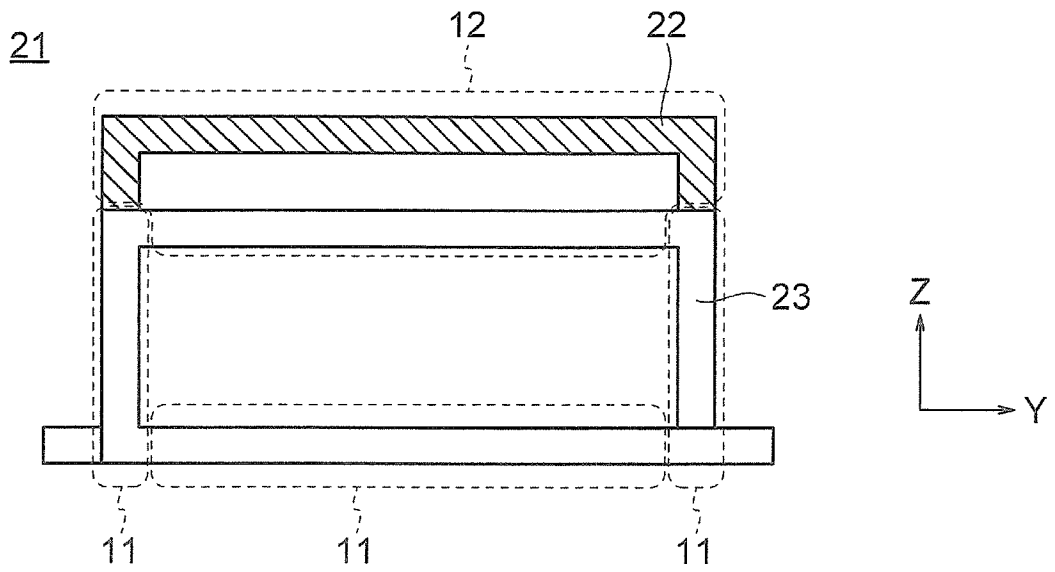
[図10]



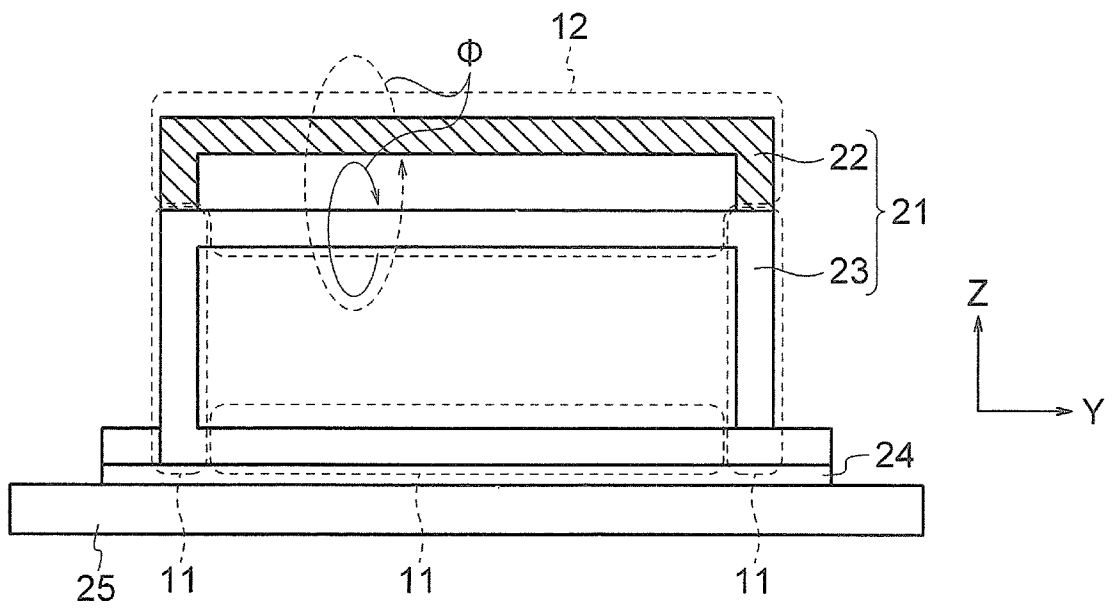
[図11]



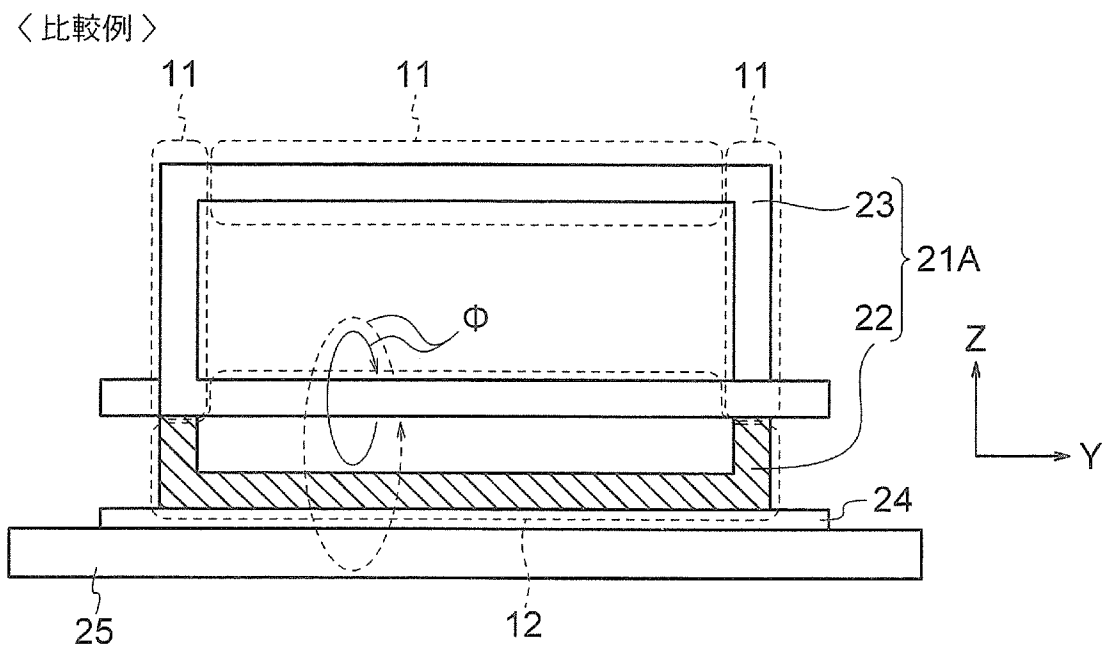
[図12]



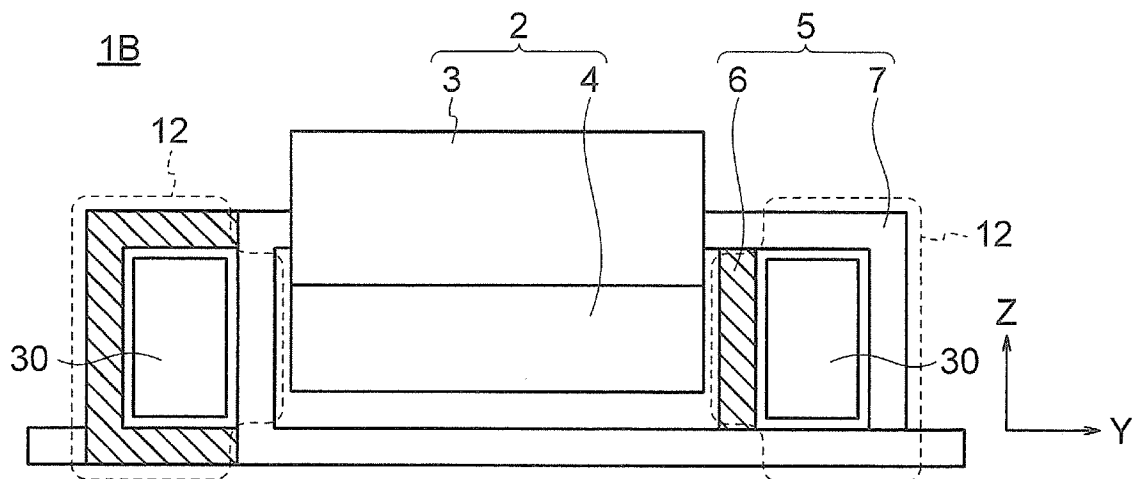
[図13]



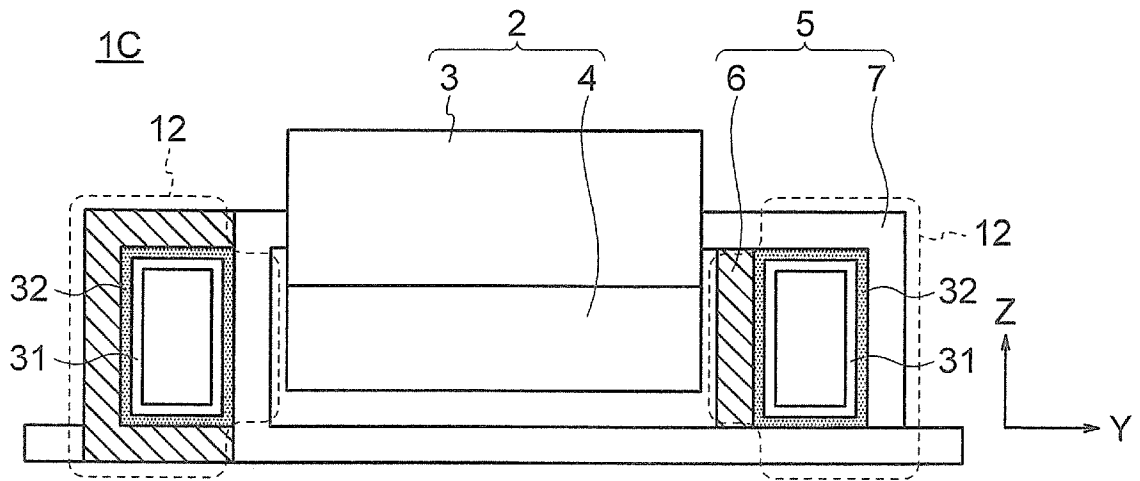
[図14]



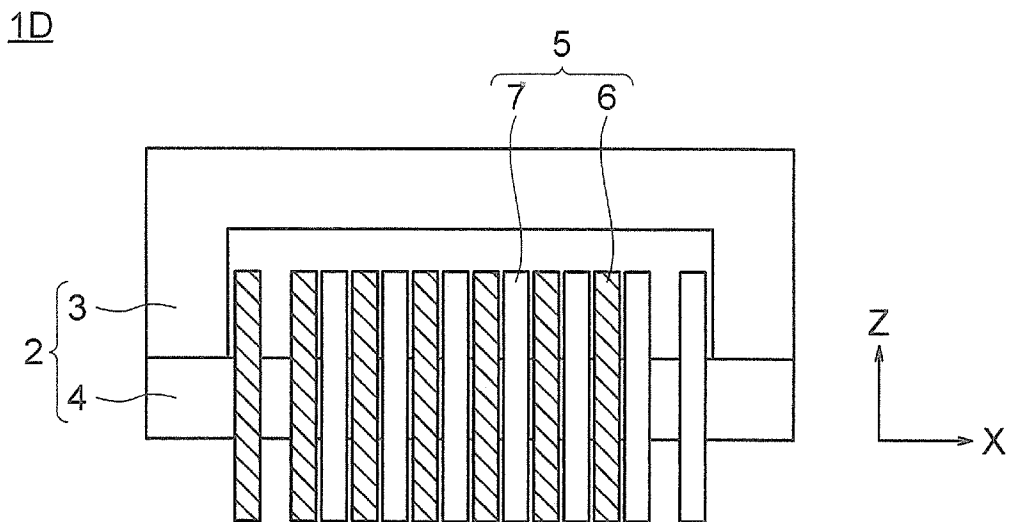
[図15]



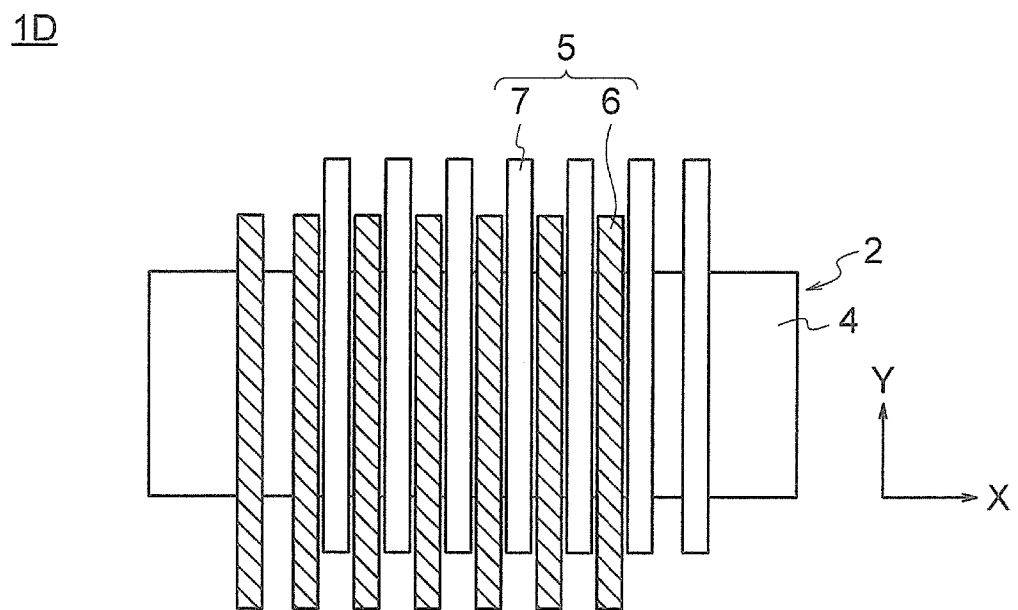
[図16]



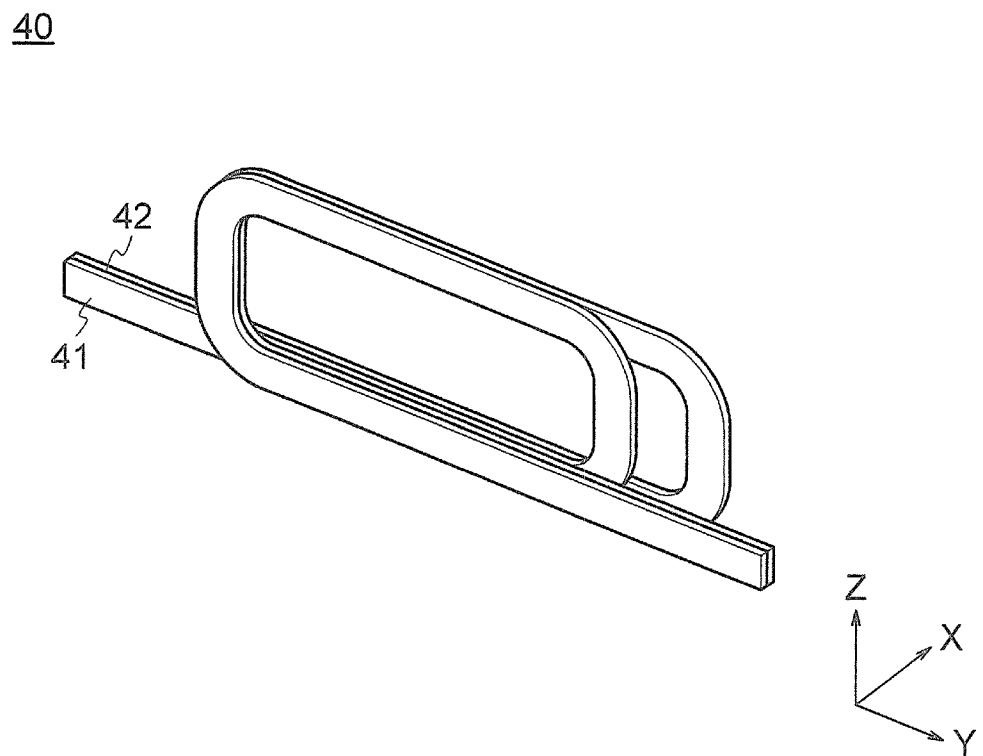
[図17]



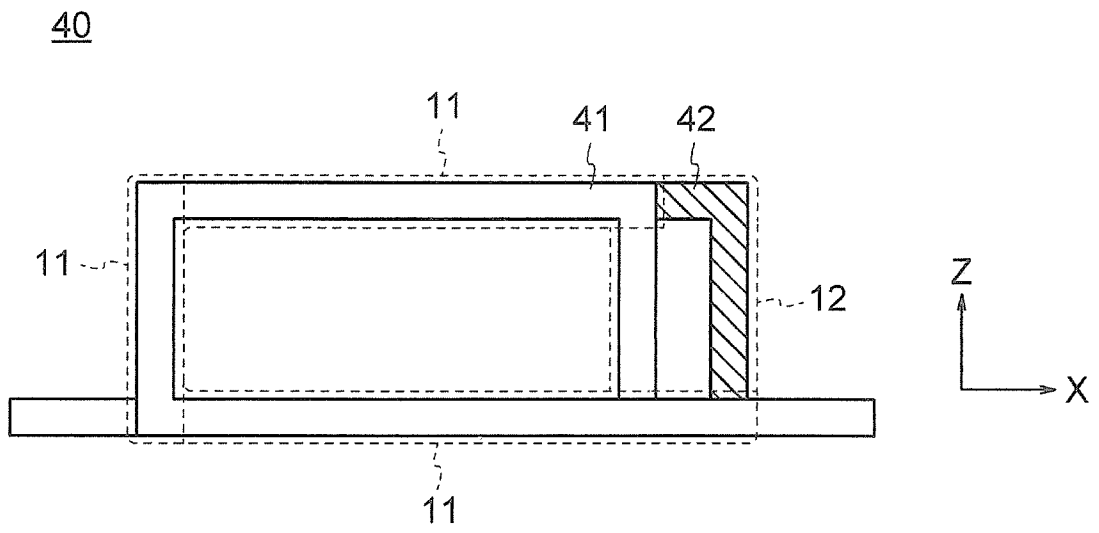
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/001323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01F37/00 (2006.01) i, H01F27/28 (2006.01) i, H01F38/08 (2006.01) 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)

Int.Cl. H01F37/00, H01F27/28, H01F38/08

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 A	JP 10-163046 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 19 June 1998, paragraphs [0019], [0041], [0053], fig. 4 (Family: none)	1, 4 2-3, 5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 19.02.2019	Date of mailing of the international search report 05.03.2019
---	--

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/JP2019/001323

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 2005-166791 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 23 June 2005, entire text, fig. 1-8 (Family: none)	1-5
A	JP 2007-27445 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 01 February 2007, entire text, fig. 1-19 (Family: none)	1-5
E, X E, A	JP 2019-9152 A (SUMIDA CORPORATION) 17 January 2019, paragraphs [0022], [0050], fig. 1, 2, 5 & CN 109103000 A	1 2-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01F37/00(2006.01)i, H01F27/28(2006.01)i, H01F38/08(2006.01)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. H01F37/00, H01F27/28, H01F38/08

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	J P 10-163046 A (松下電器産業株式会社)	1, 4
A	1998.06.19, 段落【0019】【0041】【0053】, 図4 (ファミリーなし)	2-3, 5

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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 19.02.2019	国際調査報告の発送日 05.03.2019
--------------------------	--------------------------

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） 五貫 昭一 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5D	9368
--	---	----	------

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 2005-166791 A (太陽誘電株式会社) 2005.06.23, 全文, 図1-8 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2007-27445 A (株式会社村田製作所) 2007.02.01, 全文, 図1-19 (ファミリーなし)	1-5
E, X	JP 2019-9152 A (スミダコーポレーション株式会社) 2019.01.17,	1
E, A	段落【0022】【0050】, 図1-2, 5 & CN 109103000 A	2-5