

(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  
2016年9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/143207 A1

- (51) 国際特許分類:  
H03H 7/09 (2006.01) H01F 27/00 (2006.01)  
H01F 17/00 (2006.01) H01F 27/08 (2006.01)  
H01F 17/04 (2006.01) H03H 7/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084152
- (22) 国際出願日: 2015年12月4日(04.12.2015)
- (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 2015-047908 2015年3月11日(11.03.2015) JP  
PCT/JP2015/063552 2015年5月12日(12.05.2015) 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: 春名 延是(HARUNA Nobuyuki); 〒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). ▲高▼橋 慶多(TAKAHASHI Keita); 〒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). 下畑 賢司(SHIMOHATA Kenji); 〒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). 宮川 成人(MIYAKAWA Naruto); 〒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).

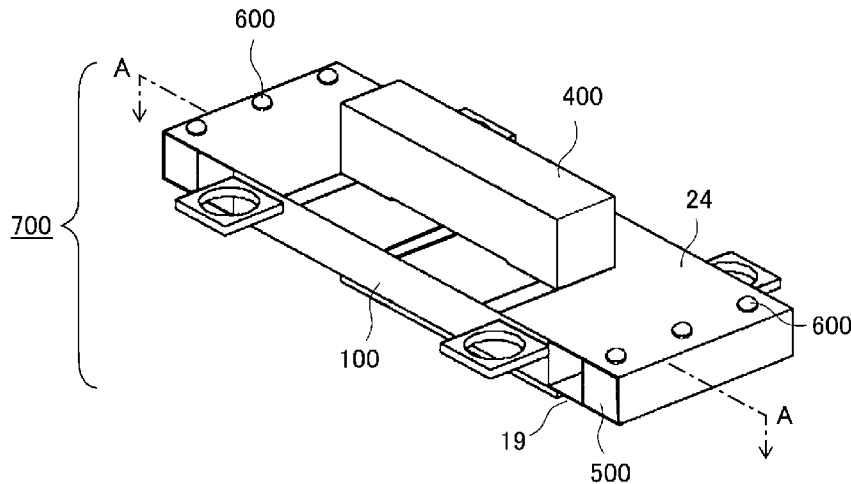
- (74) 代理人: 大岩 増雄, 外(OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目3番5号 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: NOISE FILTER

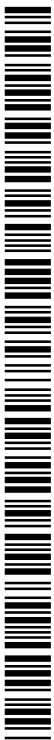
(54) 発明の名称: ノイズフィルタ

図 1



(57) Abstract: In order to maintain the noise filter damping effect up to higher frequencies and to enable preventing high temperatures in the noise filter, ground patterns (19a), (19b), (24a), (24b) of ground conductors (19), (24) are arranged extending outside of a winding pattern, in positions (29)-(32) corresponding to the input-output terminal positions (3), (6), (14), (18) of the winding pattern of a winding conductor (100), and in the ground patterns (19a), (19b), (24a), (24b) of the ground conductors, slits (20)-(23), (25)-(28) are provided which divide portions arranged around a magnetic core (400).

(57) 要約: ノイズフィルタの減衰効果を高周波まで維持させるとともに、ノイズフィルタが高温になるのを防止させることができるものを得る。グラウンド導体(19)、(24)のグラウンドパターン(19a)、(19b)、(24a)、(24b)が巻線導体(100)の巻線パターンの入出力端子位置(3)、(6)、(14)、(18)に対向する位置(29)~(32)において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されており、グラウンド導体のグラウンドパターン(19a)、(19b)、(24a)、(24b)には、磁性体コア(400)の周りに配置される部分を分断するスリット(20)~(23)、(25)~(28)が設けられている。



WO 2016/143207 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## 明 細 書

発明の名称：ノイズフィルタ

### 技術分野

[0001] この発明は、電力変換装置における半導体素子のスイッチング動作に伴って発生するノイズを減衰させるノイズフィルタに関する。

### 背景技術

[0002] モータ等の負荷に可変周波数、可変電圧の電力を供給するための装置として電力変換装置がある。電力変換装置は、装置内のコンバータ部分やインバータ部分の半導体素子がパワー半導体で構成されており、パワー半導体のスイッチング動作により電圧の昇降圧を行ったり、可変周波数、可変電圧の交流電圧を作り、モータ等の負荷に交流電力を供給する。パワー半導体のスイッチング動作により、たとえば出力のU相、V相、W相の中性点の電位変動や、装置内の寄生インダクタンス、寄生キャパシタンスによる充放電によって伝導性ノイズが発生することが一般的に知られている。伝導性ノイズの中でも複数の線に同位相、同振幅で流れ、帰還経路が接地線、接地電位になっている装置の金属筐体や大地を通る電流はコモンモード電流と呼ばれている。伝導性ノイズを減衰するためには、コモンモード電流（コモンモードノイズとも称す）の低減対策が不可欠となる。

[0003] 半導体素子のスイッチング動作等に伴い発生する上記のような導電性ノイズであるコモンモードノイズを低減することを目的として、磁性体コアに導体を巻回したコモンモードコイルが用いられる。コモンモードコイルは、磁性体コアに巻線を施したコイルインダクタンスと磁性体の抵抗成分を利用して、コモンモードノイズを低減させるコモンモードノイズフィルタとしての効果がある。また、対接地間の小さなインピーダンスを利用してコモンモードノイズを低減させるコンデンサと合わせて使用するとよりコモンモードノイズを低減させるフィルタとして機能する。

[0004] しかしながら、インダクタとコンデンサ（キャパシタ）を組み合わせるコ

モンモードノイズフィルタは、端子接続箇所が増える、組み立て作業が煩雑になる、部品の設置面積、設置体積が増えるため装置全体が大きくなるという課題がある。

- [0005] これを解決する方法として、例えば、特許文献1には、コモンモードコイルの巻線と接地線間に誘電体を挟み一体化した部品を、E字型コアとI字型コアもしくはE字型コア2個の磁性体に嵌め合わせることでインダクタとコンデンサを一体で構成した、フィルタ全体の設置面積を小さくした小型のコモンモードノイズフィルタが記載されている。また、特許文献2にも巻線パターンとグラウンドパターン間に誘電体を挟み、巻線パターンどうしとグラウンドパターンどうしをスルーホールを介して接続して構成されるブロックを複数重ね合わせてインダクタとコンデンサを一体化したノイズフィルタが記載されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2000-312121号公報  
特許文献2：実開昭62-134213号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献1、2のノイズフィルタはともにフィルタ内部から接地線を引き出してきて、接地電位に接続するため、接地線が長くなりコンデンサが比較的低い周波数で容量性から誘導性になってしまい、ノイズ減衰効果が高周波まで維持できないという課題があった。
- [0008] また、例えば車載用の電力変換装置の場合、エンジンルームからの熱が伝わることによりたとえば50度以上の温度環境におかれ、さらに、数10A以上の大電流が電力変換装置の回路を流れることで、ノイズフィルタが置かれる環境は高温となる。フィルタを構成する磁性体や誘電体は高温になると特性が劣化したり、絶縁性劣化等の耐久性が劣化するため、例えば、巻線のジュー

ル熱を放熱させる部材を別途設ける必要が生じ、その結果フィルタが大型化してしまう課題があった。

[0009] この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、ノイズフィルタの減衰効果を高周波まで維持させるものである。

### 課題を解決するための手段

[0010] この発明に係るノイズフィルタにおいては、平面状の導体からなり、層状に配置され層間を電氣的に接続した巻線パターンから構成される巻線導体と、巻線パターンの導体との間に誘電体を挟んで配置されたグラウンドパターンを構成するグラウンド導体と、巻線パターンが巻き回された磁性体コアを備えたノイズフィルタであって、グラウンドパターンが巻線パターンの入出力端子位置において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されており、グラウンド導体のグラウンドパターンには、磁性体コアの周りに配置される部分を分断するスリットが設けられている。

### 発明の効果

[0011] この発明のノイズフィルタによれば、ノイズフィルタの効果がある周波数帯域の高周波まで維持させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタを示す斜視図である。  
[図2]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタの巻線パターンを示す平面図である。  
[図3]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタのグラウンドパターンを示す平面図である。  
[図4]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタのコンデンサを流れるノイズ電流経路を説明するための説明図である。  
[図5]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタのコンデンサを流れるノイズ電流経路を説明するための説明図である。  
[図6]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタのコモンモードの等価回路を説明するための説明図である。

[図7]ノイズフィルタのコモンモードの等価回路を説明するための説明図である。

[図8]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタのコンデンサを流れるノイズ電流経路を説明するための説明図である。

[図9]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタのコンデンサを流れるノイズ電流経路を説明するための説明図である。

[図10]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタにおけるグラウンドパターンの接地構造を説明するための斜視図である。

[図11]この発明の実施の形態1によるノイズフィルタにおけるグラウンドパターンの接地構造を説明するための斜視図である。

[図12]この発明の実施の形態2によるノイズフィルタを示す斜視図である。

[図13]図1に示す切断線(A-A矢視)における断面図である。

[図14]この発明の実施の形態3によるノイズフィルタを示す斜視図である。

[図15]図14に示す切断線(B-B矢視)における断面図である。

[図16]この発明の実施の形態3によるノイズフィルタの巻線パターンを示す平面図である。

[図17]この発明の実施の形態3によるノイズフィルタの巻線パターンを示す平面図である。

[図18]この発明の実施の形態3によるノイズフィルタのグラウンドパターンを示す平面図である。

[図19]この発明の実施の形態4によるノイズフィルタの断面を示す断面図である。

[図20]この発明の実施の形態4によるノイズフィルタの巻線パターンを示す平面図である。

[図21]この発明の実施の形態4によるノイズフィルタのグラウンドパターンを示す平面図である。

[図22]この発明の実施の形態4によるノイズフィルタのコモンモードの等価回路を説明するための説明図である。

[図23]この発明の実施の形態5によるノイズフィルタを示す斜視図である。

[図24]この発明の実施の形態5によるノイズフィルタの巻線とグラウンドが一体になった基板部分を示す斜視図である。

[図25]この発明の実施の形態5によるノイズフィルタの巻線パターンとグラウンドパターンを示す平面図である。

[図26]この発明の実施の形態5によるノイズフィルタのコイル部分を示す斜視図である。

[図27]図23に示す切断線(C-C矢視)における断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係るノイズフィルタ(コモンモードノイズフィルタとも称す)を説明するための斜視図、図13は図1に示すコモンモードノイズフィルタのA-A線における断面図である。

[0014] 図1に示すノイズフィルタ(コモンモードノイズフィルタ)700は、概略的には、巻線パターンから構成される巻線導体100、巻線導体間を絶縁する誘電体(誘電体樹脂とも称す)200、グラウンドパターンを構成するグラウンド導体19、24、磁性体コア400とで構成されている。

[0015] 巻線導体100は平面状の導体からなる巻線である。巻線は、基板構造となっており、巻線導体は基板状に巻線パターンが形成され、巻線間に絶縁のための誘電体樹脂200(図13参照)が挟まれている。また、導体の縁面も絶縁性を高めるために誘電体樹脂で覆われている。本実施の形態の例では、巻線は2ターン分巻かれており、2ターンの巻線は3層の導体層で構成されており、1層目と5層目はグラウンド層を構成している。

[0016] 図2は、本実施の形態1の巻線パターンを説明するための平面図である。図2では、図13に示すように配置された2層目、3層目、4層目の正極側の巻線パターンを構成するそれぞれの巻線パターン1、7、13と、負極側の巻線パターンを構成するそれぞれの巻線パターン4、10、16を示している。即ち、図2(a)は、2層目正極側の巻線パターンと2層目負極側の

巻線パターンを示している。図2 (b) は、3層目正極側の巻線パターンと3層目負極側の巻線パターンを示している。図2 (c) は、4層目正極側の巻線パターンと4層目負極側の巻線パターンを示している。

[0017] 巻線パターンのそれぞれには、正極側の巻線パターン入力端子3、負極側の巻線パターン入力端子6、正極側の巻線パターン出力端子14、負極側の巻線パターン出力端子18が設けられている。巻線パターン間である2層目と3層目の端子間の端部（接続位置とも称す）2と端部8や端部5と端部12、3層目と4層目の端子間の端部9と端部15、端部11と端部17は、例えば、インナービアホール（IVH）で電氣的に接続されている。このとき、ビア部分の電流密度が高くなるとビア位置での発熱が大きくなるため、ビアは、巻線パターンと同程度の断面積になる程度に複数のビアを打つことが望ましい。また、巻線パターン1、4と巻線パターン13、16は、それぞれスリット25、26とスリット27、28が形成されている。

[0018] 図3は、本実施の形態1のグラウンドパターンを説明するための平面図である。図3 (a) は、1層目のグラウンドパターンを構成する正極側のグラウンドパターン24a、負極側のグラウンドパターン24b、図3 (b) は、5層目のグラウンドパターンを構成する正極側のグラウンドパターン19a、負極側のグラウンドパターン19bを示しており、それぞれ2層目、4層目との間に対地コンデンサを形成する。コンデンサのキャパシタンスは、対向する導体の面積に比例するため、できる限り大きい容量を形成するためには、巻線パターン1、4、13、16と完全に対向する位置にグラウンドパターン24a、24b、19a、19bを設けると対向面積は最大となり、キャパシタンスも最大となる。

グラウンドパターン24a、24bとグラウンドパターン19a、19bが巻線パターンの入力端子3、6および出力端子14、18に対向する位置29、30、31、32において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されている。言い換えると、例えば、グラウンドパターン24a、24bは、それぞれ対向する巻線パターン1、4よりも面積が広く配置されていること

になる。

また、グラウンドパターン24a、24bとグラウンドパターン19a、19bは、それぞれスリット20、21とスリット22、23が形成されている。本スリットが形成されていなければ、磁性体コアの周りでグラウンドパターンが導通すると巻線パターンの巻線との磁気結合により、巻線の高周波インピーダンスがショートした状態のようになり、磁性体コアに巻線を施した高周波での高いインピーダンスの効果が失われてしまうが、本スリットを設けることによりこのような問題を生じない。

[0019] 本実施の形態1では、2層目の正極側と負極側の巻線パターンは1層目のグラウンドパターン、4層目の正極側と負極側の巻線パターンは5層目のグラウンドパターンとの間にキャパシタンス（対地コンデンサ）を構成している。対地コンデンサは、コモンモードの高周波ノイズ電流に対するインピーダンスが小さいため、ノイズ電流をグラウンド層に流し、ノイズ電流のみを減衰させることができる。キャパシタンスを構成するための巻線パターンとグラウンド層間の誘電体層は、その誘電率が高い、もしくは厚みが薄いほどキャパシタンスが大きくなるためノイズ減衰効果は大きくなる。

[0020] さらに、正極側、負極側の両巻線パターンは、例えば、フェライトコア、アモルファスコア、結晶性の金属磁性体コアといった高周波で比透磁率が大きい磁性体コア400に巻き回す。正極側、負極側の両巻線を通るコモンモードのノイズ電流のコアを鎖交する磁束の方向は、同じであるため、正極、負極に通るコモンモードノイズの減衰に効果的である。本実施の形態1における磁性体コアは、U形状の2個のコアを組み合わせたもの（UUコアとも称す）、もしくはU形状とI形状の2種類のコアを組み合わせたもの（UIコアとも称す）であるが、後述する実施の形態3で説明するように、E形状の2個のコアを組み合わせたもの（EEコアとも称す）、もしくはE形状とI形状の2種類のコアを組み合わせたもの（EIコアとも称す）でもよい。

[0021] 図4は、実施の形態1における2層目の巻線パターンから1層目のグラウ

ンドパターンに流れる正極、負極それぞれのノイズ電流の経路を簡易的に示した図である。図4(a)は2層目正極側の巻線パターンと2層目負極側の巻線パターンを示している。また図4(b)は1層目のグラウンドパターンを構成する正極側のグラウンドパターンと負極側のグラウンドパターンを示している。図4に示すようにグラウンドパターン24a、24bにスリット20、21を設け、磁性体コア400を周回するパターンが導通しないようにすると、巻線パターンを流れている往路とグラウンドパターンを通過して接地電位に流れようとする復路のノイズ電流の向きが反対となり、発生させる磁束も反対となって打ち消しあうため、インダクタンスが発生しない。正極側のノイズ電流 $I_{Np}$ と負極側のノイズ電流 $I_{Nn}$ の向きは破線のようにになる。つまり、コモンモードの等価回路図(コアの等価回路は簡易的に1ターンごとの自己インダクタンス $L$ と1ターン目と2ターン目の相互インダクタンス $M$ のみで表記しているが、厳密には抵抗成分や容量成分をもつ。ここでの説明には不要のためインダクタンス $L$ のみ表記。)で示すと、図7のようにはならず、図6のようになるため、ノイズ減衰効果を高めることが可能となる。なお、対地間コンデンサ $C$ との関係は、図6のように表わされる。また、出力側のグラウンドパターン19a、19bと巻線パターン13、16も同様の配置関係にする必要がある。

[0022] また、図4に示したグラウンドパターン24a、24bのスリット20、21は、それぞれ誘電体を介して対向する巻線パターン1、4のスリット25、26と重なる位置となっており、このようにグラウンドパターンのスリットと巻線パターンのスリット位置が重なり合うようにスリットを入れた状態が最もキャパシタンスが大きくなる条件となり、コモンモードのノイズフィルタの減衰効果が最も大きい。上記したスリットの位置とフィルタ減衰効果の関係は、出力側のグラウンドパターン19a、19bのスリット22、23と巻線パターン13、16のスリット27、28も同様である。

[0023] 一方で図5になるようにグラウンドパターンを接地させてしまうと、ノイズ電流が往路だけで接地電位に流れ込むため、発生する磁束がコアを鎖交し

てしまい、巻線パターンの2ターンの巻線のインダクタンスと結合してしまう。なお、図5(a)は2層目正極側の巻線パターンと2層目負極側の巻線パターンを示している。また図5(b)は1層目のグラウンドパターンを構成する正極側のグラウンドパターンと負極側のグラウンドパターンを示している。

このような場合は、図7の等価回路となり、ノイズ減衰効果は図6に比べて著しく低い。内側から巻き始める巻線パターンの場合でも、同様に考える必要があり、図8のように接地させると、等価回路は図6のようになるが、図9のように接地させると、等価回路は、図7のようになるため、図8のように接地させる方が図9のように接地させるよりノイズ減衰効果は高い。なお、上記メカニズムは4層目の巻線パターンと5層目のグラウンドパターンの関係にも当てはまる。なお、図8(a)は2層目正極側の巻線パターンと2層目負極側の巻線パターンを示している。図8(b)は1層目のグラウンドパターンを構成する正極側のグラウンドパターンと負極側のグラウンドパターンを示している。また、図9(a)は2層目正極側の巻線パターンと2層目負極側の巻線パターンを示している。図9(b)は1層目のグラウンドパターンを構成する正極側のグラウンドパターンと負極側のグラウンドパターンを示している。

[0024] 図10、図11は、本実施の形態1におけるグラウンドパターンの接地構造を説明する斜視図である。電力変換装置はパワー半導体部分で損失するエネルギーが熱となって発生する。さらに電力変換装置は、より大きな電力を伝えるために巻線に数10～数百Aの大電流が流れるため、巻線配線からの発熱も大きい。このため、電力変換装置は、放熱フィン800をノイズフィルタに取り付けることが多い。一方で、放熱フィン800は、金属ブロックのため、グラウンド電位として使用される。

[0025] 本実施の形態1では、この放熱フィン800をノイズフィルタの冷却と対地コンデンサの接地先のグラウンドとして使用している。放熱フィン800には、溝(窪み部)801が設けられており、図10、図11に示すように、本ノ

イズフィルタを取り付けると、磁性体コア400の下部が溝801に嵌まり込んで收容され、グラウンド導体19のグラウンドパターンと放熱フィン800とが接触する。本ノイズフィルタは、グラウンド導体19とグラウンド導体24の間に導体スペーサ500を挟んで放熱フィン800に導電性ねじ600によって低接触抵抗で取り付けられる。グラウンド導体24も一緒に結合されて接地される。磁性体コア400に電気伝導率の高い、アモルファス、ファインメット、MnZn（マンガン亜鉛）フェライトを使う場合は、放熱フィン800との間を絶縁する。

[0026] 実施の形態1のコモンモードノイズフィルタはグラウンドパターンが入出力端子位置において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されており、さらにグラウンドパターンが線ではなく、平面状のパターンであるため、小さな自己インダクタンスで接地できる。

[0027] 従来、コンデンサは、例えば、1nF以上の容量の場合、コンデンサの内部、外部の配線の自己インダクタンスが10nHより大きくなると、50MHz以下の周波数で自己共振周波数をもつため、50MHz以上の周波数では容量性から誘導性になり、ノイズ電流を低減する効果は周波数が大きくなるにつれて小さくなる。

[0028] これに対し、本実施の形態1のように平面状の幅広いグラウンドパターン構造のまま接地できれば、1nF以上の容量であっても自己共振周波数を50MHz以上、つまり、50MHz以上でもノイズ減衰効果を発揮するコモンモードノイズフィルタを実現することができる。

[0029] さらに本実施の形態1のコモンモードノイズフィルタは、基板構造となっているため、基板の面に対して垂直な方向に熱が伝わりやすく、グラウンドパターンも幅広いため、効率的にノイズを放熱フィンに伝えることができる。その結果、コモンモードノイズフィルタを構成する、巻線パターンの断面積を小さくでき、また、別途巻線パターンのジュール熱を放熱させる部材を必要としないため、フィルタ全体の小型化の効果もある。

[0030] 本実施の形態1では、図4のように巻線を外側から巻き始めるパターンで

説明している。巻線を外側から巻く構成は、図8のように巻線を内側から巻き始めるのに比べてグラウンド層の引き回しが短くなるため、コンデンサの配線インダクタンスが低減するので、より高い周波数までノイズ低減効果を維持できる。また一方で、巻線を内側から巻き始める場合は、同じパターン数を実現する場合のパターン層数が巻線を外側から巻くよりも少なく済むため、結果として巻線パターンの総延長が短くなり、発熱量を小さく抑えることができる。ここで説明する外側とは、UUコアまたはUIコアにおいて、磁性体内で閉磁路を形成するコモンモード磁束の外周側（外側）を示している。

また、実施の形態1では、基板型巻線パターンが单相の場合を記載したが、これに限らず、三相の場合でも同様に構成することができ、巻線パターンどうしが磁氣的に結合しており、同様の作用効果を得ることができる。

[0031] 実施の形態2.

図12は、実施の形態2に係るコモンモードノイズフィルタを説明するための斜視図である。実施の形態2のノイズフィルタは、実施の形態1で示したノイズフィルタ（コモンモードノイズフィルタ）700を2個用いて構成した2段ノイズフィルタ900である。2段にすることで、ノイズ減衰効果が大幅に向上する。グラウンドパターンが入出力端子位置において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されていることは、実施の形態1と同様である。

[0032] さらに、従来の個別部品のインダクタとキャパシタを組み合わせるコモンモードノイズフィルタの場合は、2個のインダクタやインダクタとキャパシタを電氣的に接続するために、新たに端子を設ける必要があり、フィルタの設置面積は単純にフィルタを構成する個々の部品のその和よりも大きくなる。

それに対して、本実施の形態2のコモンモードノイズフィルタは、パターンで巻線導体、グラウンド導体を構成する基板型であるので、2段のフィルタの巻線パターン、グラウンドパターンを一体で作成できるため接地面積が

端子接続分増えることはなく小型である。

[0033] 実施の形態3.

図14は、実施の形態3に係るノイズフィルタの斜視図であって、放熱フィン1800を取り付けた状態を示している。図15は、図14に示すコモンモードノイズフィルタのB-B線における断面図である。グラウンドパターンが入出力端子位置において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されていることは、実施の形態1と同様である。

[0034] 図14に示すノイズフィルタ（コモンモードノイズフィルタ）1700は、概略的には、実施の形態1と同様に、巻線パターンを構成する巻線導体1100（図16、図17参照）、巻線導体間を絶縁する誘電体（誘電体樹脂とも称す）1200とグラウンドパターン119、124を構成するグラウンド導体、磁性体コア1400とで構成されている。

放熱フィン1800には、実施の形態1と同様に溝が設けられており、この溝に磁性体コア1400の下部が嵌まり込んで収容されている。また、導電性ねじ1600によって本ノイズフィルタが放熱フィン1800に取り付けられており、その取付構造は、実施の形態1における導電性ねじ600によるノイズフィルタと放熱フィンとの取付構造と同様に構成されている。

[0035] 磁性体コア1400は、形状がE型のコア（E型コア）を2個、もしくはE型コアと形状がI型のコア（I型コア）を組み合わせた構造である。

[0036] 巻線導体1100は、平面状の導体からなる巻線である。巻線は、基板構造となっており、巻線間に絶縁のための誘電体樹脂1200（図15参照）が挟まれている。また導体の縁面も絶縁性を高めるために誘電体樹脂で覆われている。本実施の形態の例では、巻線は2ターン分巻かれており、2ターンの巻線は、正極側、負極側それぞれ3層の導体層で構成されており、1層目と8層目はグラウンド層を構成している。本実施の形態では、磁性体コア1400としてE型コアを使用して、巻線パターンの正極側と負極側の上下関係の位置となる例で説明する。

[0037] 図16、17は本実施の形態3の巻線導体1100における巻線パターン

の構成を説明するための平面図である。図16の(a)～(c)は、2層目、3層目、4層目の正極側の巻線パターンを構成するそれぞれの巻線パターン101、107、113を示している。図17の(a)～(c)では、5層目、6層目、7層目の負極側の巻線パターンを構成するそれぞれの巻線パターン116、110、104を示している。本実施の形態では、巻線パターン101、107、113、116、110、104の順に2層目～7層目の巻線パターンを形成している。

[0038] 巻線パターンのそれぞれには、正極側の巻線パターン入力端子103、負極側の巻線パターン入力端子106、正極側の巻線パターン出力端子114、負極側の巻線パターン出力端子118が設けられている。巻線パターン間である2層目と3層目の端子間の端部（接続位置とも称す）102と端部108や3層目と4層目の端子間の端部109と端部115、および5層目と6層目の端子間の端部117と端部112、および、6層目と7層目の端子間の端子部111と端部105は、例えば、インナービアホール（IVH）で電氣的に接続されている。このときビア部分の電流密度が高くなると、ビア位置での発熱が大きくなるため、ビアは、巻線パターンと同程度の断面積になる程度に複数のビアを打つことが望ましい。

[0039] 図18は、本実施の形態3に係るノイズフィルタのグラウンドパターンの平面図である。図18(a)は、1層目のグラウンドパターン124、図18(b)は、7層目のグラウンドパターン119を示しており、それぞれ2層目、6層目との間に対地コンデンサを形成する。グラウンドパターン124、119には、実施の形態1と同様にスリット120、122を設ける必要がある。また、グラウンド層の接地位置に関しても実施の形態1で説明したように、巻線パターンを流れているノイズ電流（往路のノイズ電流）とグラウンドパターンを流れて接地電位に流れようとするノイズ電流（復路のノイズ電流）の向きが反対となるように接地する必要がある。本実施の形態3では、グラウンド層の接地位置は正極側、負極側それぞれ1箇所ずつに設けられている。

[0040] 実施の形態4.

図19は、実施の形態4に係るノイズフィルタであるコモンモードフィルタの断面図である。断面位置は、実施の形態3を示している図14におけるB-B線に相当するところである。正極側の巻線127と負極側の巻線128は、絶縁体製のスペーサ129で絶縁されている。

図20は、本実施の形態4に係るノイズフィルタの巻線パターンの平面図であって、図20(a)は正極側、図20(b)は負極側を表わしている。図21は本実施の形態4に係るノイズフィルタのグラウンドパターンの平面図であって、図21(a)は正極側、図21(b)は負極側を表わしている。

グラウンドパターンが入出力端子位置において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されていることは、実施の形態1と同様である。

[0041] 対地間コンデンサを形成するための正極側のグラウンドパターン124と巻線パターン101は、例えば、基板として一体化されており、グラウンドパターンと巻線パターン間の誘電体を利用して大きなキャパシタンスを実現している。負極側の対地間コンデンサも同様である。上記コンデンサを形成する部分の構成は実施の形態3と同じである。

[0042] 本実施の形態4のノイズフィルタの構成は、コンデンサを構成する部分以外の巻線127、128が実施の形態3のようなパターンではなく、例えば、らせん形状で形成されている。このように、巻線導体のグラウンドパターンと対向しない巻線が基板パターンではなく、一続きの導体で形成することで同極性の巻線間に誘電体が入らないため巻線間のキャパシタンスを小さくすることが可能となる。同極性の巻線間のキャパシタンス（寄生キャパシタンス） $C_s$ は、図22の等価回路で示すように、インダクタンス（コモンモードインダクタンス） $L$ に対して並列となるため、キャパシタンス $C_s$ が小さいほどノイズフィルタのノイズ低減性能が向上する。対地間コンデンサ $C_g$ との関係は、図22のように表わされる。なお、対地間コンデンサ $C_g$ を形成している巻線パターン101、104と巻線127、128の接続は接

続位置 125、126 でねじ止め、溶接等で行う。

[0043] 図 23 は、本実施の形態 5 のノイズフィルタ 2000 の斜視図であって、放熱フィン 3800 を取り付けた状態を示している。実施の形態 4 と同様に、巻線導体がらせん形状で形成されており、同極性の巻線間に誘電体が入っていないため巻線間のキャパシタンスを小さくすることが可能となる。このため、巻線と磁性体コアで形成するインダクタンスと並列となるキャパシタンスが小さく、ノイズ低減性能は向上する。

[0044] 図 24 は本実施の形態 5 のノイズフィルタのコンデンサを構成するコンデンサ部材 2100 とコンデンサ部材 2200 を抜き出した斜視図である。図 24 (a) が正極側のコンデンサ部材 2100、図 24 (b) が負極側のコンデンサ部材である。

図 25 は、本実施の形態 5 のコンデンサを構成するコンデンサ部材 2100 とコンデンサ部材 2200 の巻線パターンとグラウンドパターンを示した図である。図 25 (a) は、正極側の巻線パターン 2201 と正極側のグラウンドパターンを、図 25 (b) は、負極側の巻線パターンと負極側のグラウンドパターンを示している。グラウンドパターン 2104、2204 が入出力端子位置 2103、2203 において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されており、さらに、スリット 2105、2205 が形成されていることは、実施の形態 1 と同様である。巻線パターン 2201、2101 とグラウンドパターン 2204、2104 の間に誘電体樹脂が挟まれており、巻線パターンとグラウンドパターンの間にコンデンサを形成し、ノイズを低減する機能を有することも実施の形態 1 と同様である。本実施の形態 5 は、実施の形態 1 ~ 4 と異なりグラウンドパターンを折り曲げてあることが特徴である。

[0045] 図 26 は、本実施の形態 5 のらせん形状で形成された巻線導体を示しており、図 26 (a) は正極側の巻線導体 2800、図 26 (b) は負極側の巻線導体 2700 を示した斜視図である。端子部 2701 と端子部 2801 がそれぞれ、図 25 に示すパターンの入出力端子位置 2202、2102 とね

じ止め、溶接等で電氣的に接続させている。

[0046] 図27は、図23に示す切断線（C-C矢視）における断面図である。本実施の形態5では、例えば、磁性体コア2400を放熱フィン3800に押さえつけるための金属製の押え部材2300が設けられている。本実施の形態5の例では、巻線導体2800を放熱フィン3800に、例えば、ねじ止め等で押さえつけることで熱伝導性の高い絶縁シート2500、磁性体コア2400、絶縁性スペーサ3000を介して、巻線導体2700の側面を熱伝導性の高い絶縁シート3100に押さえつける。

[0047] 数10A以上の大きな電流が流れる、大容量の電力変換機器の場合、巻線の抵抗成分によって大きなジュール熱が発生する。実施の形態1でも説明したとおり、誘電体を利用して巻線パターンとグラウンドパターンの間にコンデンサを構成したコンデンサ部材2100、2200は、ノイズ電流の経路だけでなく、熱の放熱フィンへの伝搬経路となるため放熱性が優れている。このため巻線導体の断面積を小さくすることができ、その結果、磁性体コアを小さくすることができるためフィルタ全体を小型化することができる。本実施の形態5では、さらに巻線導体の側面を熱電性の高い絶縁シート3100を介して、放熱フィンと接続された金属部材2900に熱を伝搬させるため、フィルタの放熱性が向上し、フィルタ全体を小型化することが可能となる。磁性体コアが高い電気伝導性をもつ種類の場合、磁性体コアで直接、巻線導体2700を絶縁シート3100に押し付けると、巻線から磁性体コアにノイズ電流が流れて、ノイズフィルタを迂回するノイズ伝搬経路ができ、ノイズフィルタの効果を最大限に高めることが難しくなるため、絶縁性の材料を使用することが望ましい。絶縁シート3100が絶縁性である理由も同様であるが、さらに巻線導体2700と金属部材2900の接触熱抵抗を減らす目的から、柔らかい熱伝導性シートを介在させて使用するのが好ましい。絶縁スペーサ3000は、絶縁性の部材とばねを組み合わせた構成とすると弾性力を利用して巻線導体を絶縁性シート3100に押し付けることができるため、許容できる巻線やフェライトコアの寸法誤差も大きくなるため、

製作コストの低減させる効果もある。

[0048] また、磁性体コア2400の自身の発熱、もしくは巻線導体2700から磁性体コア2400に熱が伝搬すると磁性体コア2400の温度上がる。磁性体コアは一般に温度変化に対して特性が変化する性質をもつ。この変化を抑制するため、磁性体コアを押さえつける押え部材2300は金属製であることが望ましい。本実施の形態5で記載した巻線導体の側面から熱を放熱フィンに伝搬させる方法は、絶縁体で覆われた、実施の形態1のノイズフィルタでも有効である。

[0049] なお、この発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することができる。

### 符号の説明

[0050] 100, 1100, 2700, 2800 巻線導体、200, 1200 誘電体（誘電体樹脂）、400, 1400, 2400 磁性体コア、700, 1700, 2000 ノイズフィルタ（コモンモードノイズフィルタ）、800, 1800 放熱フィン、801 溝、1, 4, 7, 10, 13, 16, 101, 104, 107, 110, 113, 116, 2102, 2201 巻線パターン、19, 24 グラウンド導体、19a, 19b, 24a, 24b, 119, 124, 2104, 2204 グラウンドパターン、20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 120, 122, 2105, 2205 スリット

## 請求の範囲

- [請求項1] 平面状の導体からなり、層状に配置され層間を電氣的に接続した巻線パターンを構成する巻線導体と、前記巻線パターンの導体との間に誘電体を挟んで配置されグラウンドパターンを構成するグラウンド導体と、前記巻線パターンが巻き回された磁性体コアを備えたノイズフィルタであって、前記グラウンドパターンが巻線パターンの入出力端子に対向する位置において、巻線パターンの外側に延伸されて配設されており、前記グラウンド導体のグラウンドパターンには、前記磁性体コアの周りに配置される部分を分断するスリットが設けられていることを特徴とするノイズフィルタ。
- [請求項2] 前記巻線導体の入出力端子が前記磁性体コアのコア内で閉磁路を形成する磁束の外周側に設けられていることを特徴とする請求項1に記載のノイズフィルタ。
- [請求項3] 前記巻線導体は、基板状に前記巻線パターンが形成され、前記巻線パターンが複数相設けられており、前記巻線パターンどうしが磁氣的に結合していることを特徴とする請求項1に記載のノイズフィルタ。
- [請求項4] 前記グラウンド導体のグラウンドパターンに設けられた前記スリットの位置と前記誘電体を介して対向する前記巻線導体の巻線パターンに設けられたスリットの位置が重なりあうように前記グラウンドパターンと前記巻線パターンが配置されていることを特徴とする請求項1に記載のノイズフィルタ。
- [請求項5] 前記グラウンド導体の前記グラウンドパターンに接続された放熱フィンを備えたことを特徴とする請求項1に記載のノイズフィルタ。
- [請求項6] 前記放熱フィンには、前記磁性体コアを収容する溝が設けられ、前記磁性体コアが前記溝に収納された状態で前記グラウンド導体のグラウンドパターンが前記放熱フィンに接続されたことを特徴とする請求項5に記載されたノイズフィルタ。
- [請求項7] 前記巻線導体の前記グラウンドパターンと対向しない巻線が一続き

の線で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズフィルタ。

[請求項8] 前記ノイズフィルタが複数組直列接続されたことを特徴とする請求項 1 に記載のノイズフィルタ。

[請求項9] 前記巻線導体の側面と放熱フィンが絶縁物を介して接していることを特徴とする請求項 7 に記載のノイズフィルタ。

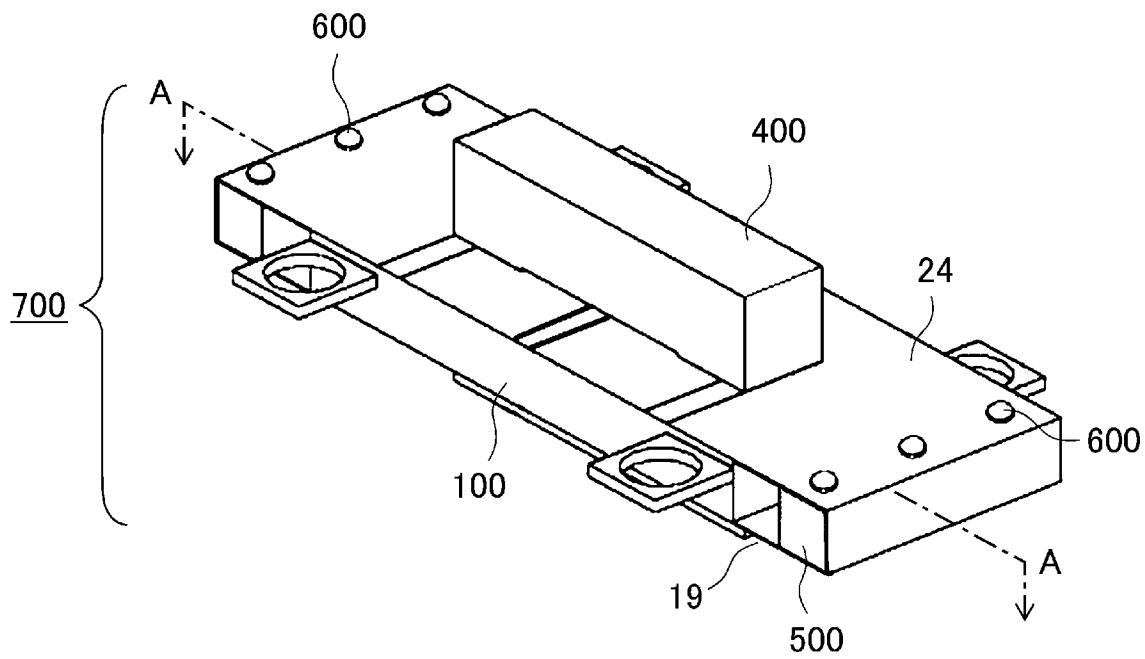
[請求項10] 前記磁性体コアを前記放熱フィンに押えつける押え部材を備えたことを特徴とする請求項 9 に記載のノイズフィルタ。

[請求項11] 前記巻線導体と前記磁性体コアの間に絶縁性部材を備えていることを特徴とする請求項 10 に記載のノイズフィルタ。

[請求項12] 前記誘電体と放熱フィンが接していることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズフィルタ。

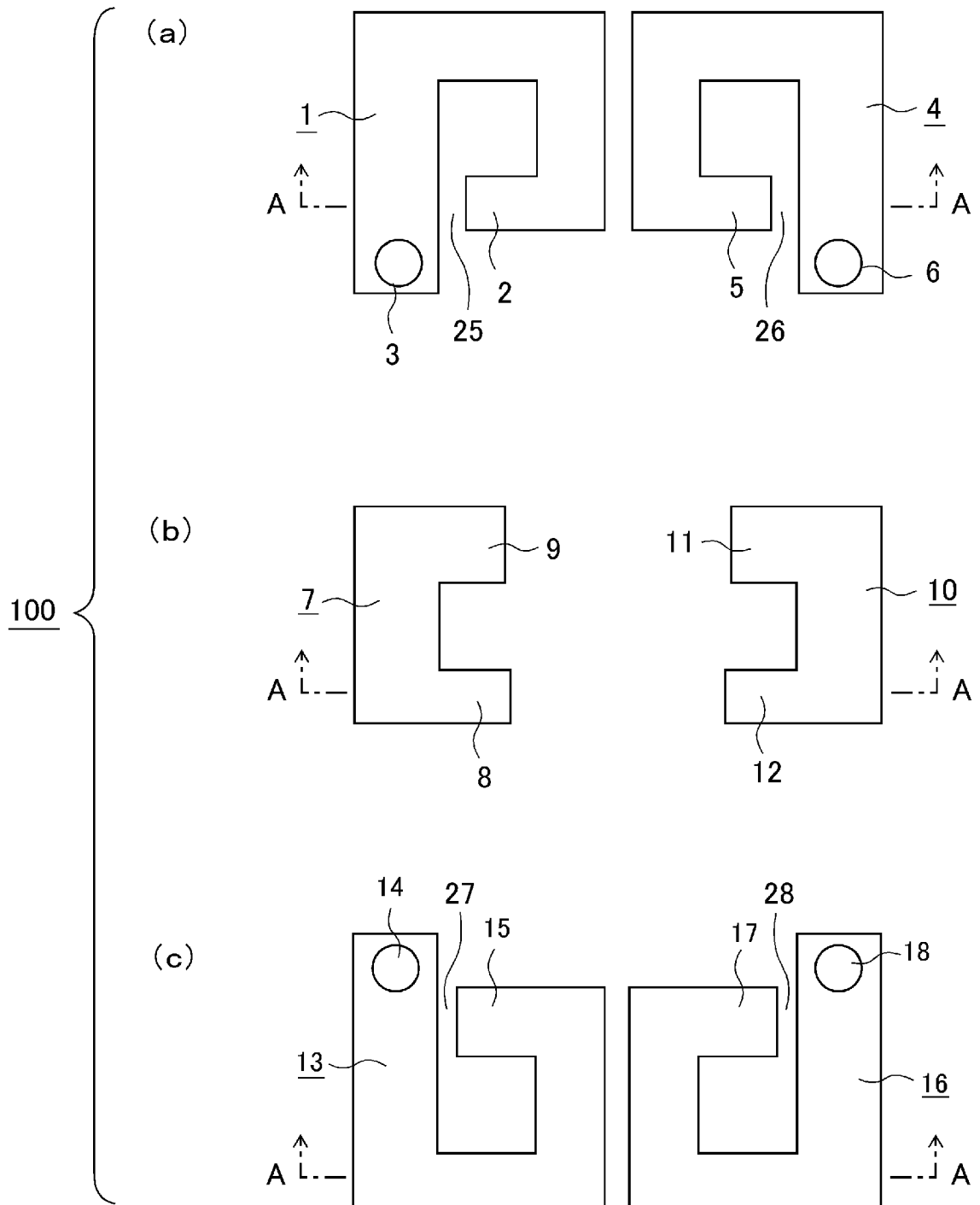
[図1]

図 1



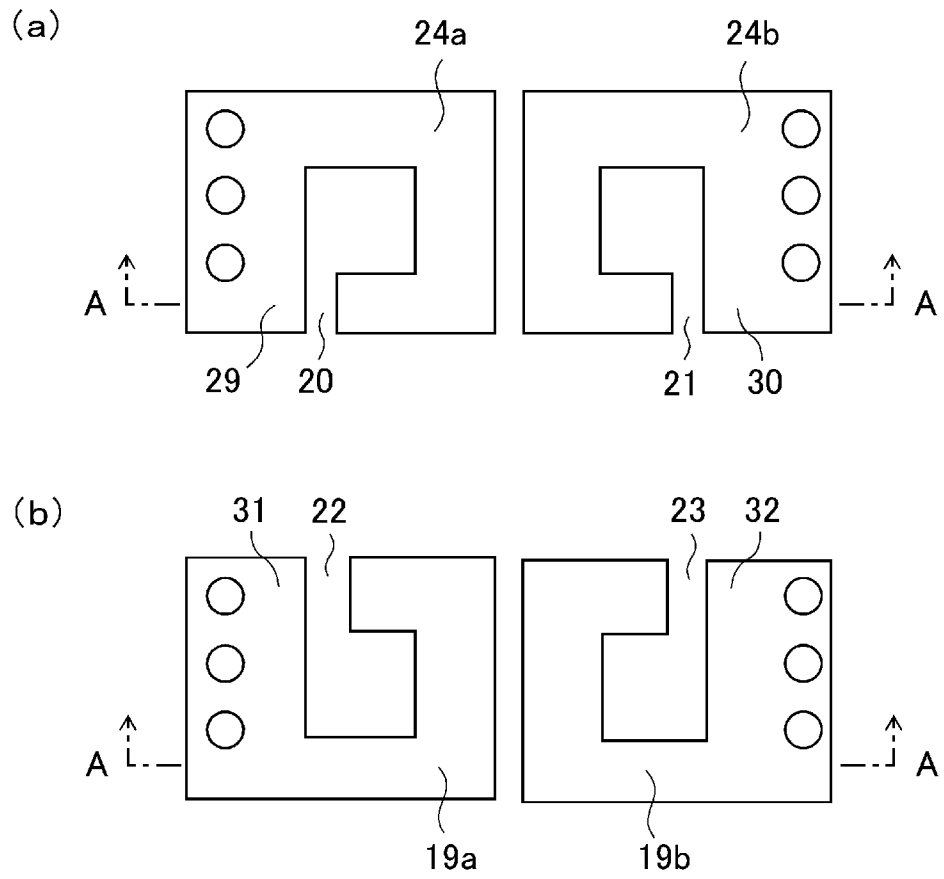
[図2]

図 2



[図3]

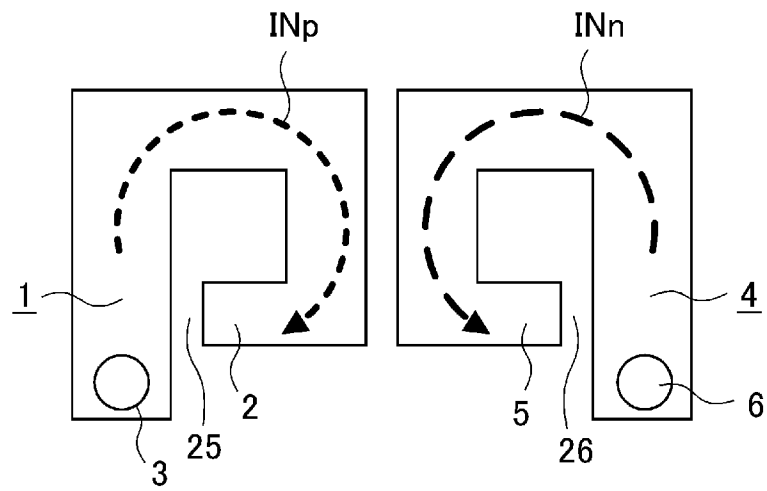
図 3



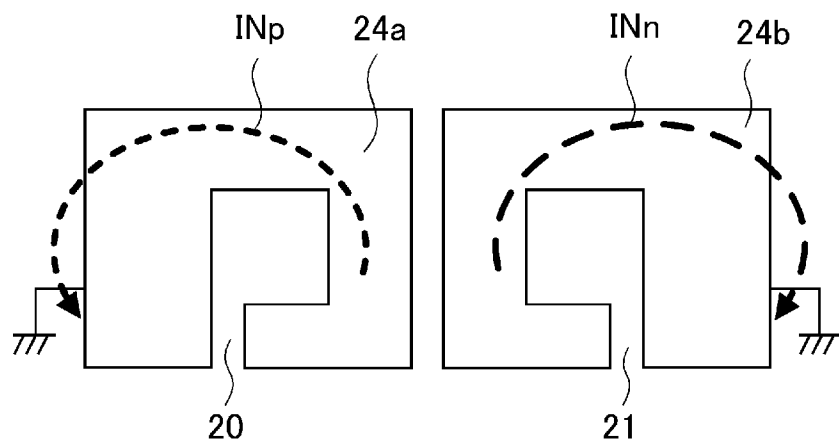
[図4]

図 4

(a)



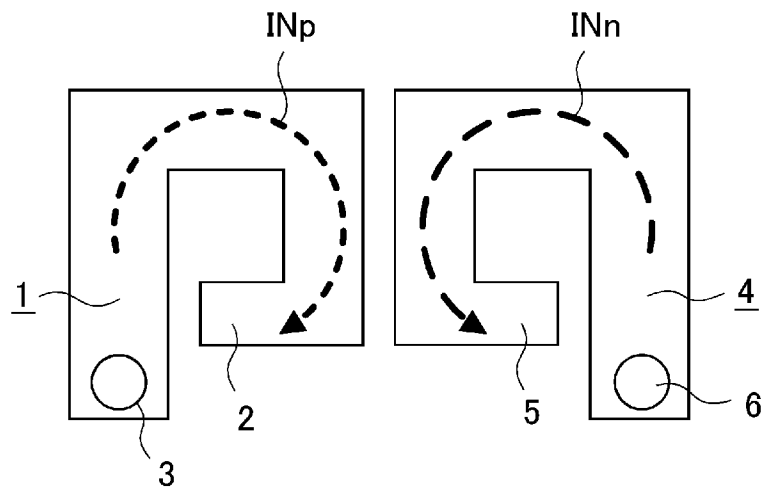
(b)



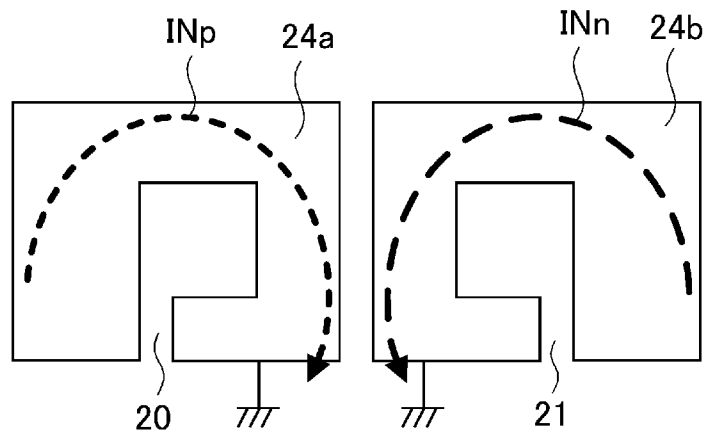
[図5]

図 5

(a)

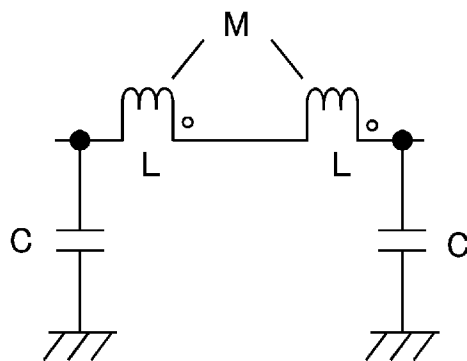


(b)



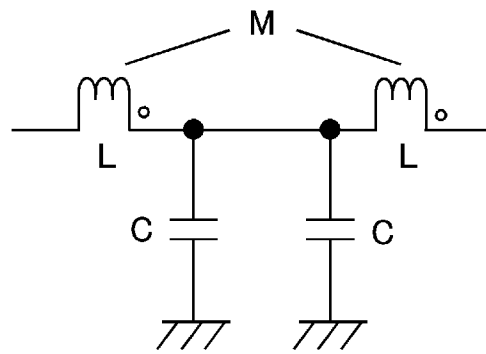
[図6]

図 6



[図7]

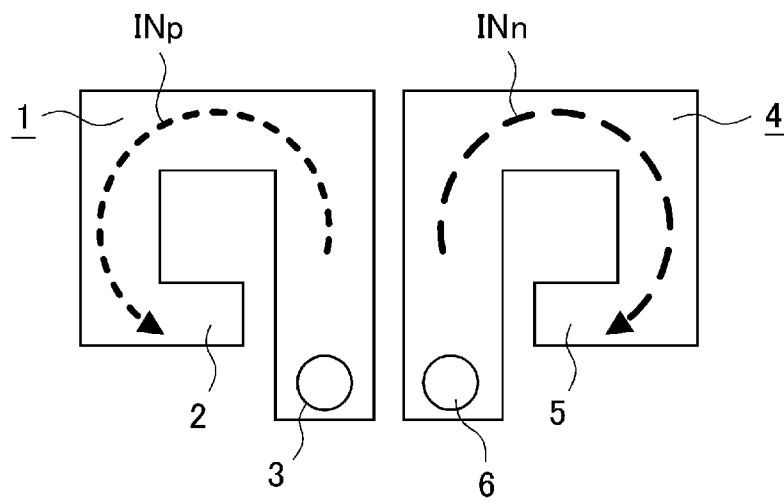
図 7



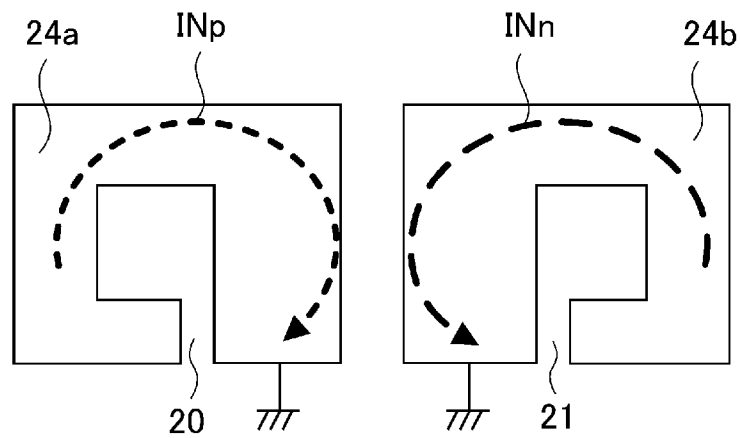
[図8]

図 8

(a)



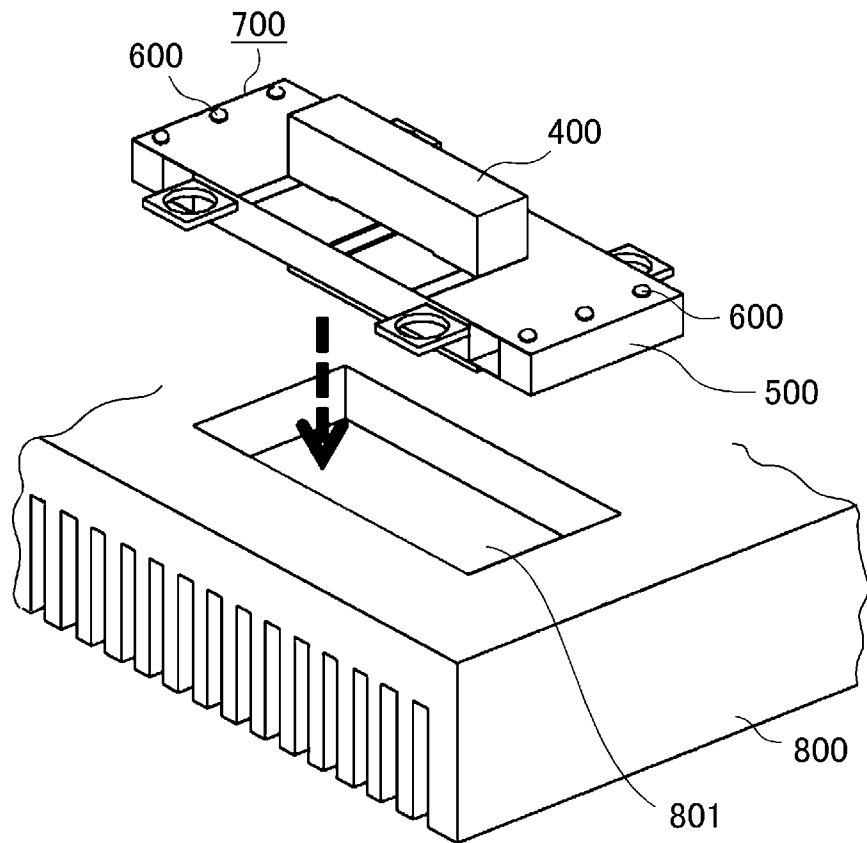
(b)





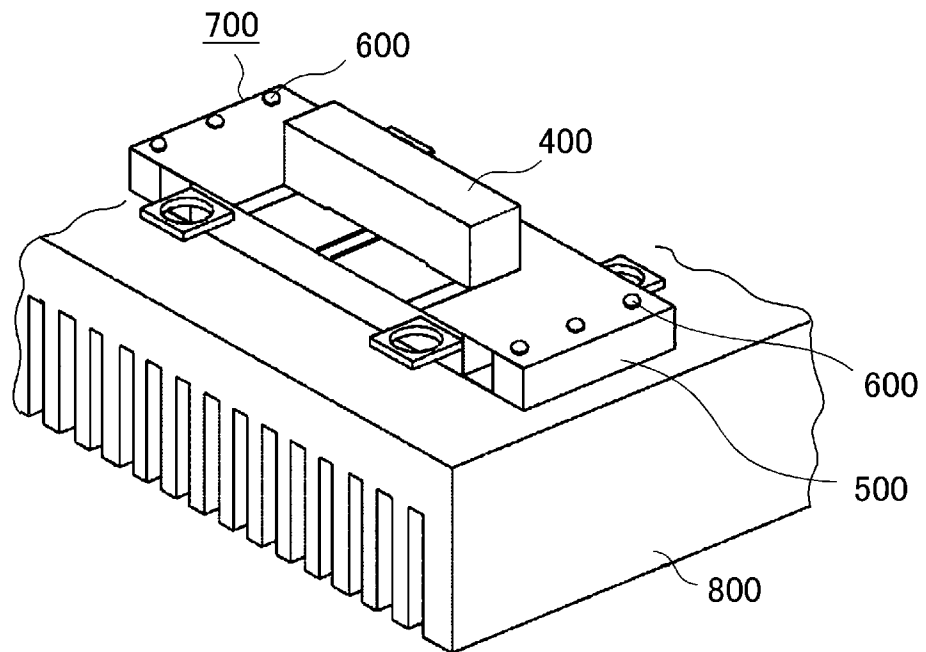
[図10]

図 10



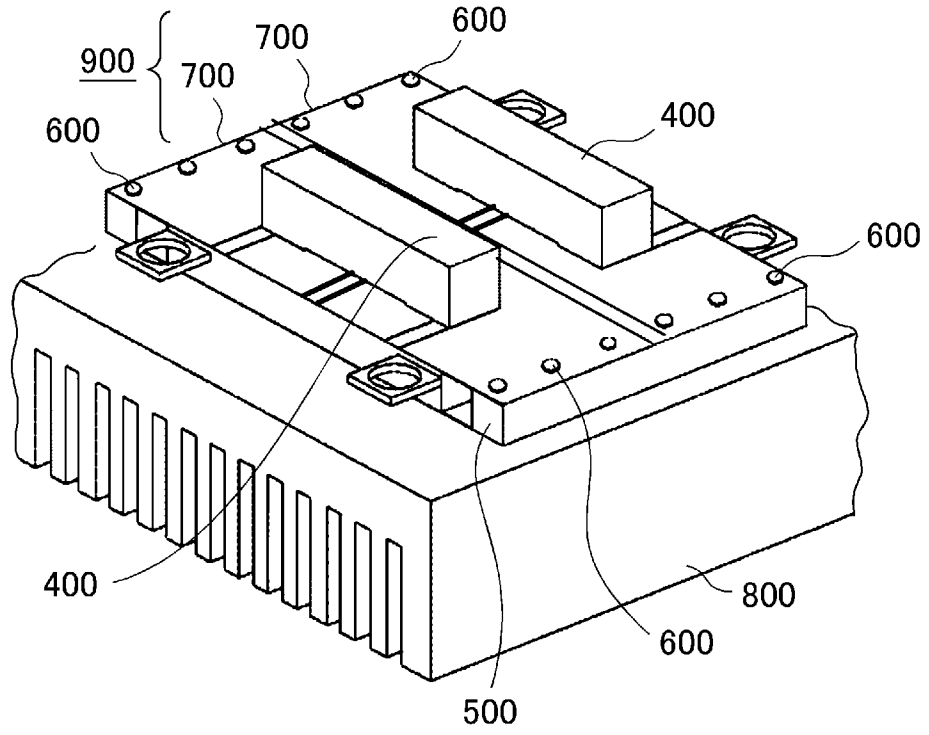
[図11]

図 11



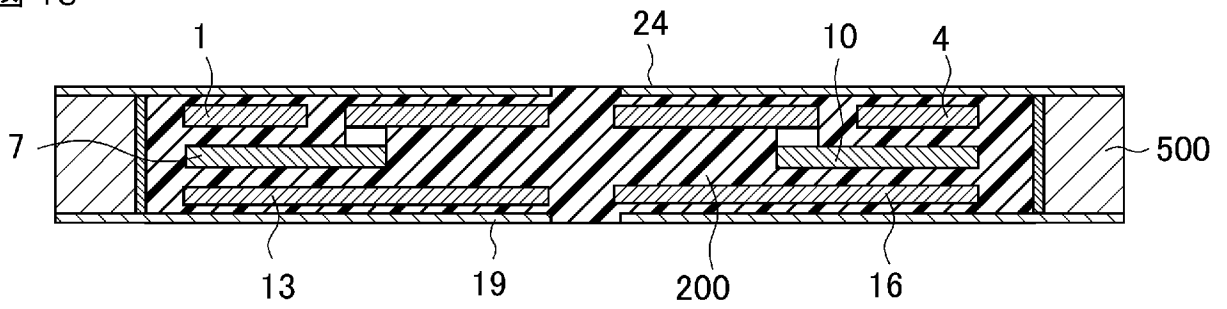
[図12]

図 12



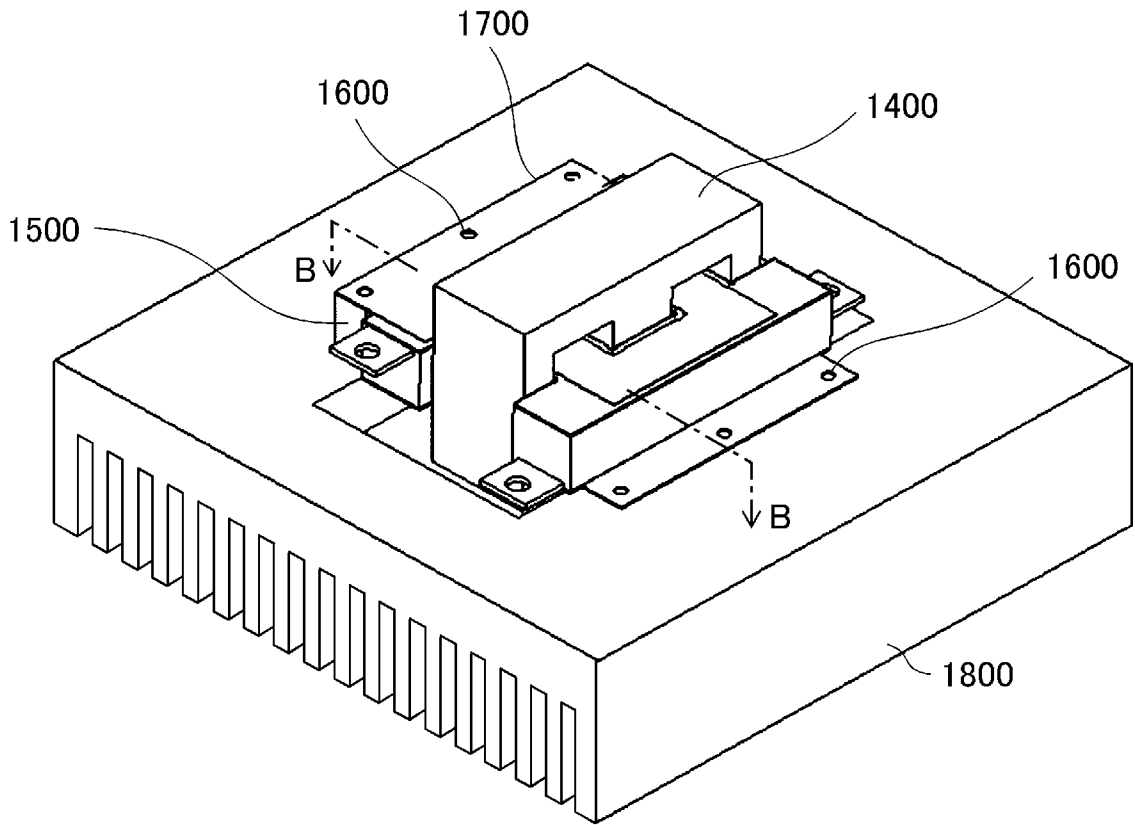
[図13]

図 13



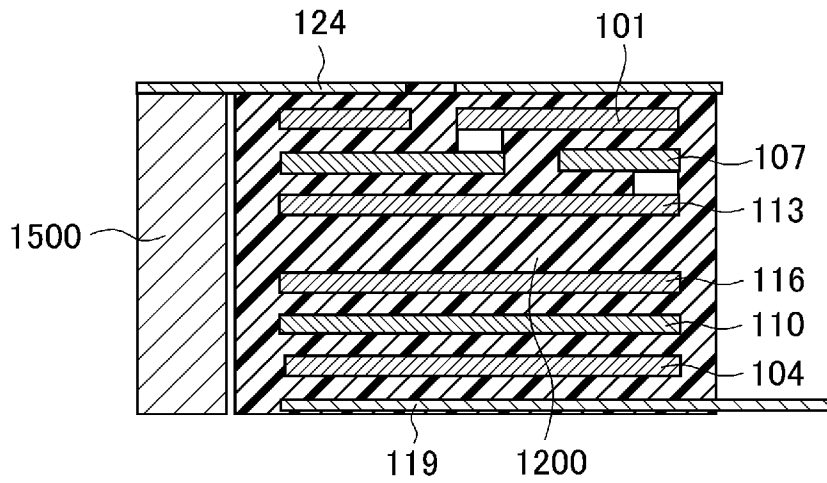
[図14]

図 14



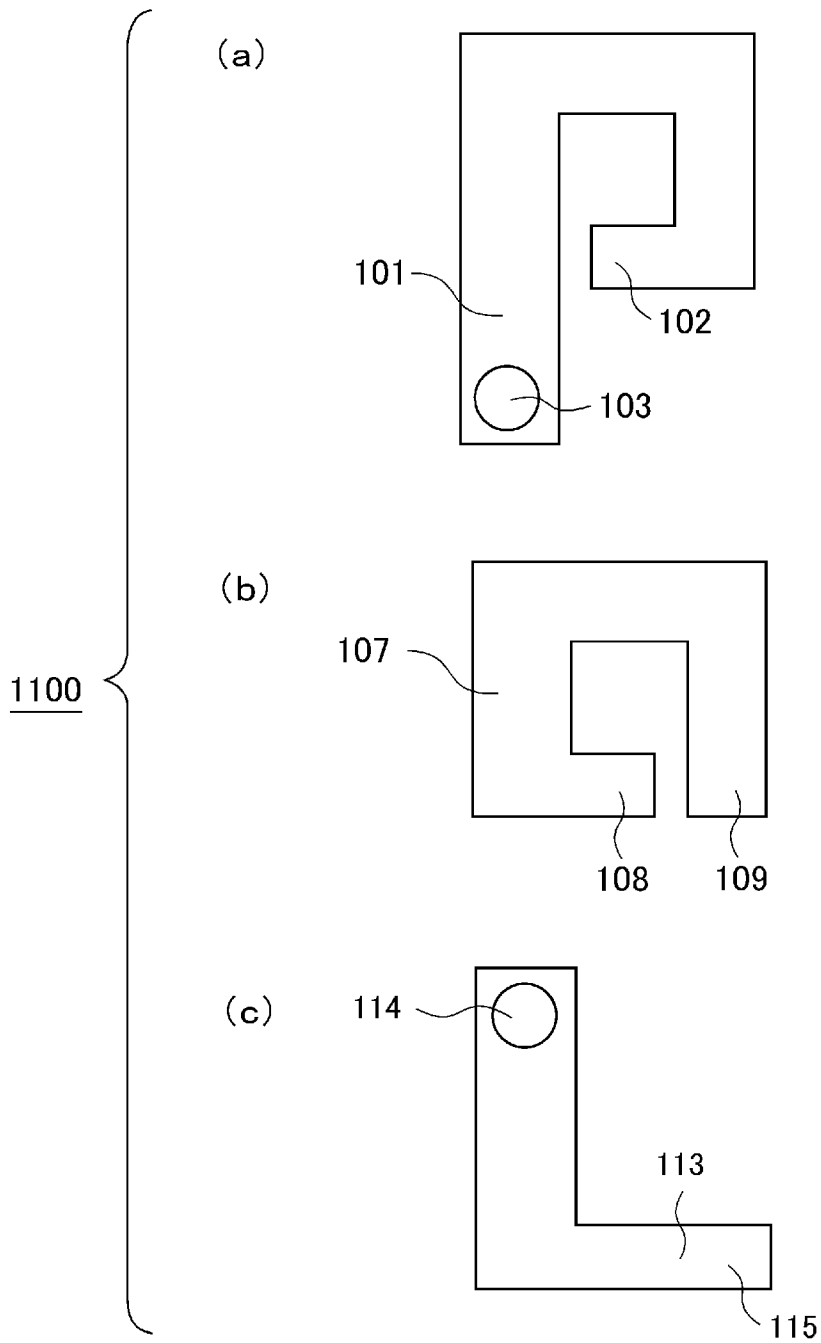
[図15]

図 15



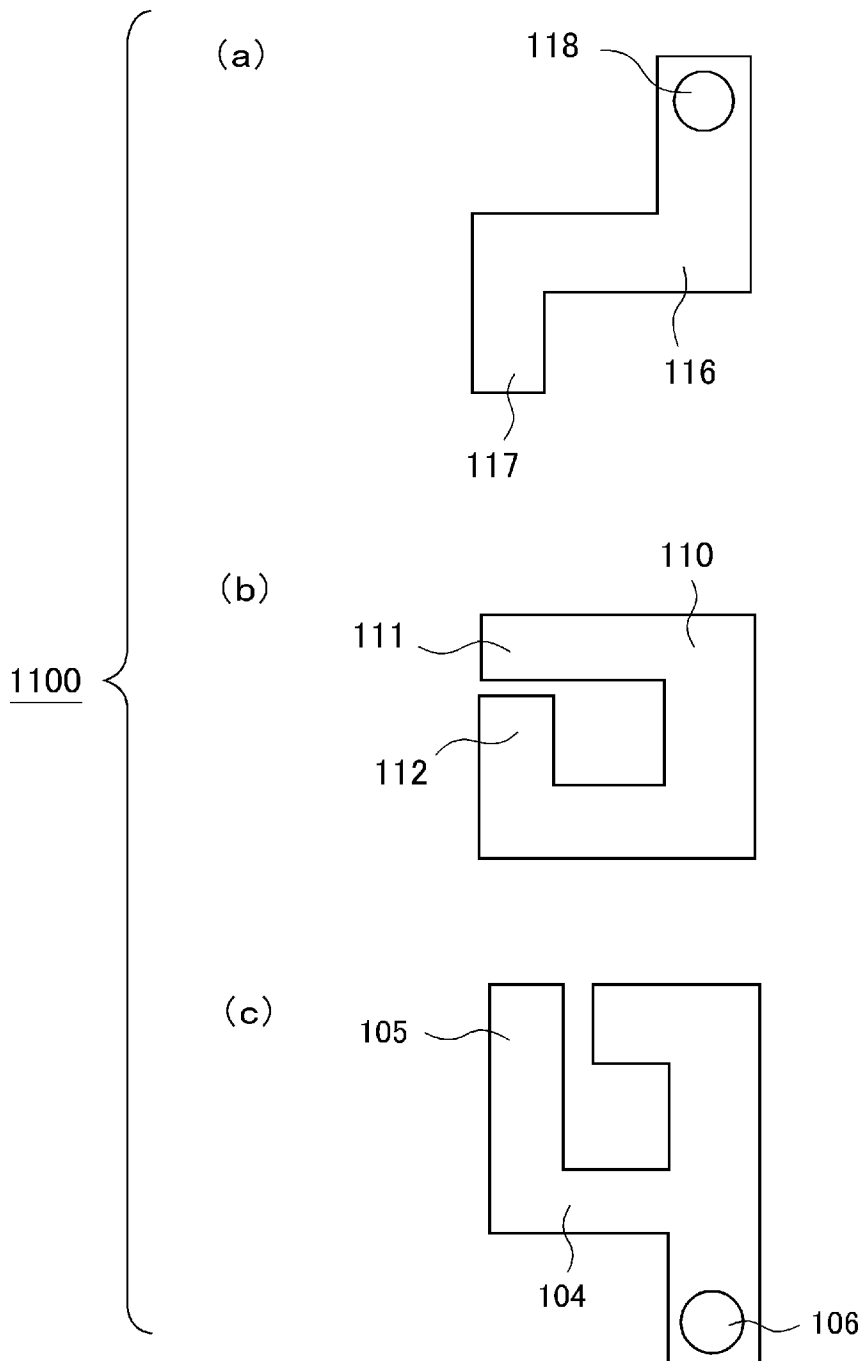
[図16]

図 16



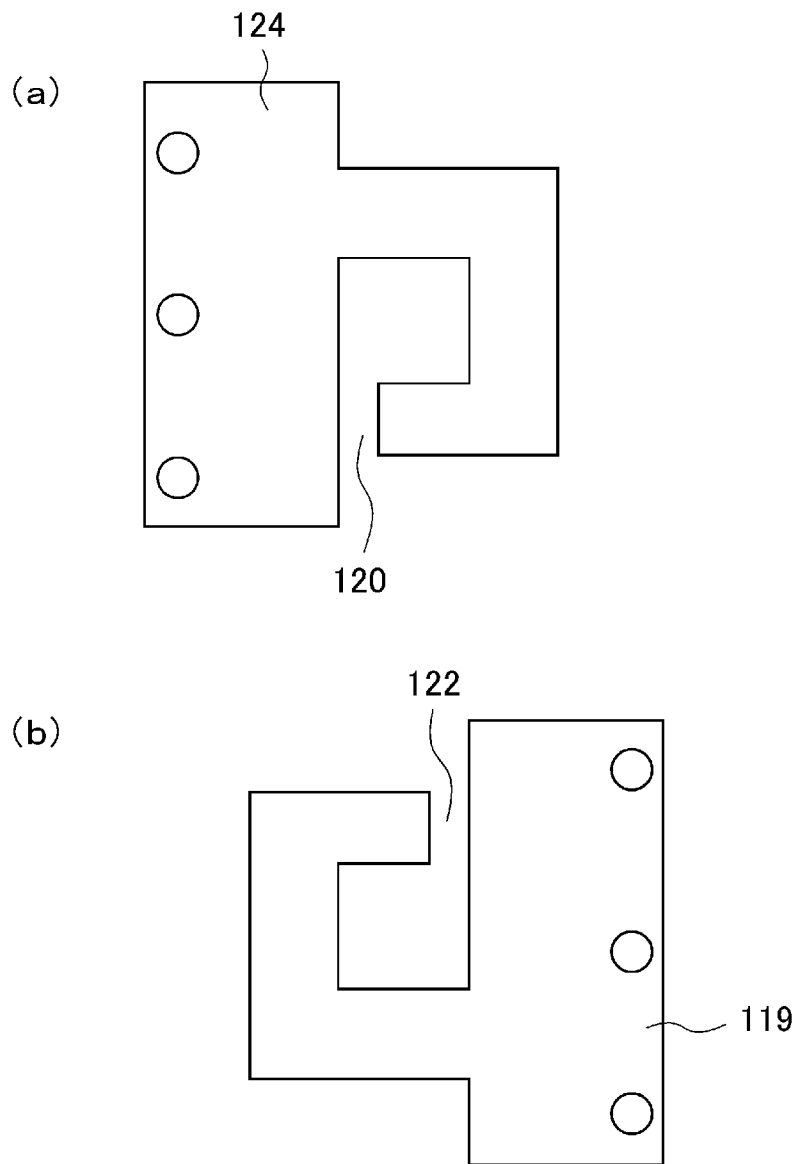
[図17]

図 17



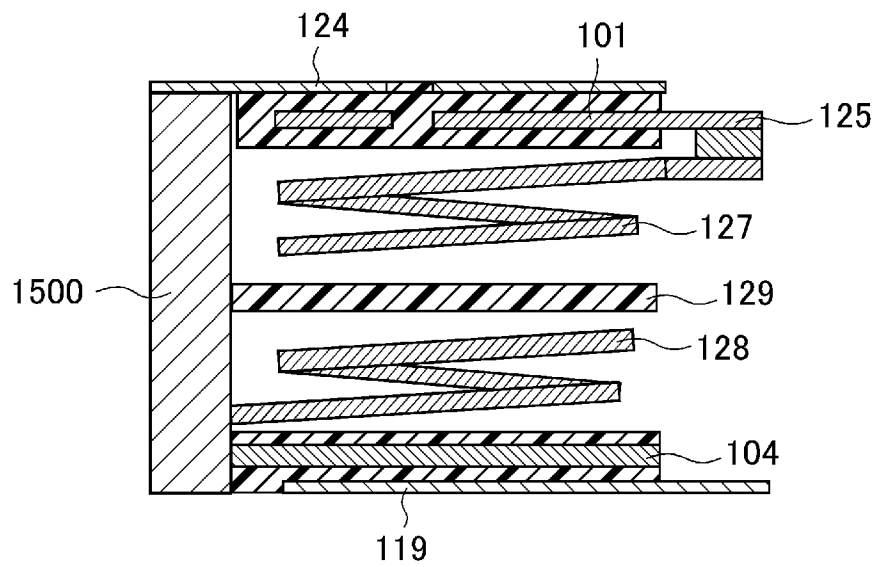
[圖18]

圖 18



[圖19]

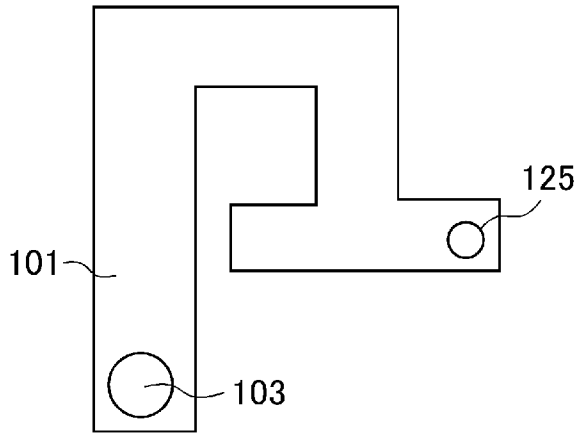
圖 19



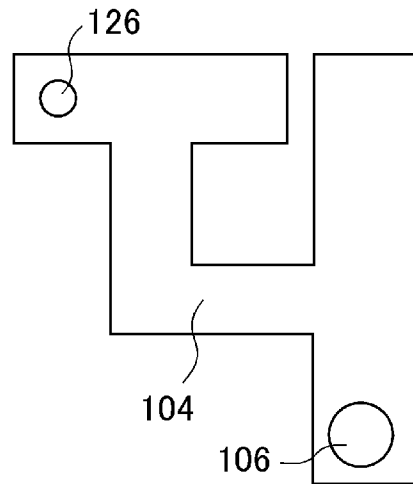
[図20]

図 20

(a)



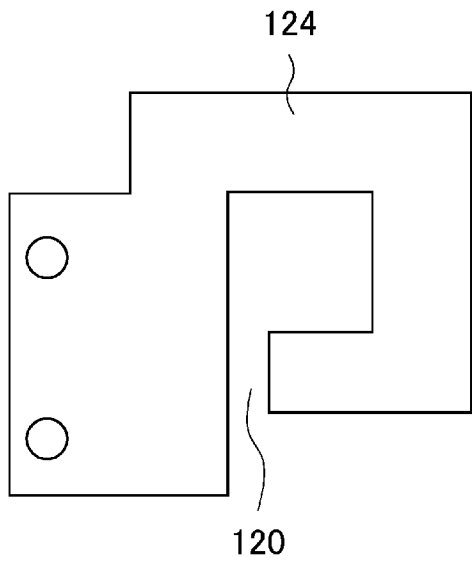
(b)



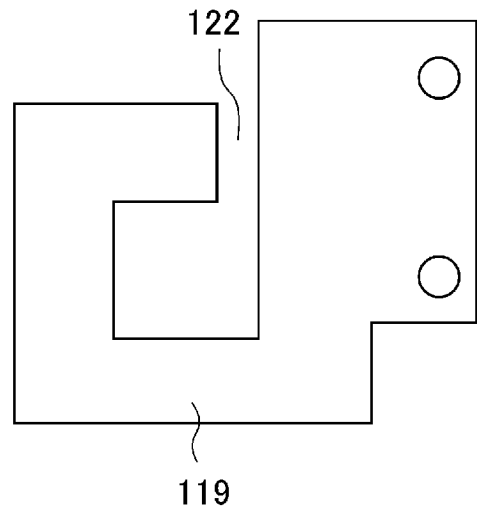
[図21]

図 21

(a)

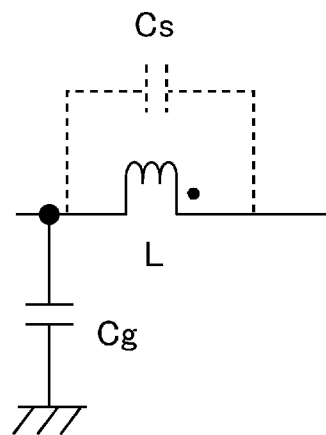


(b)



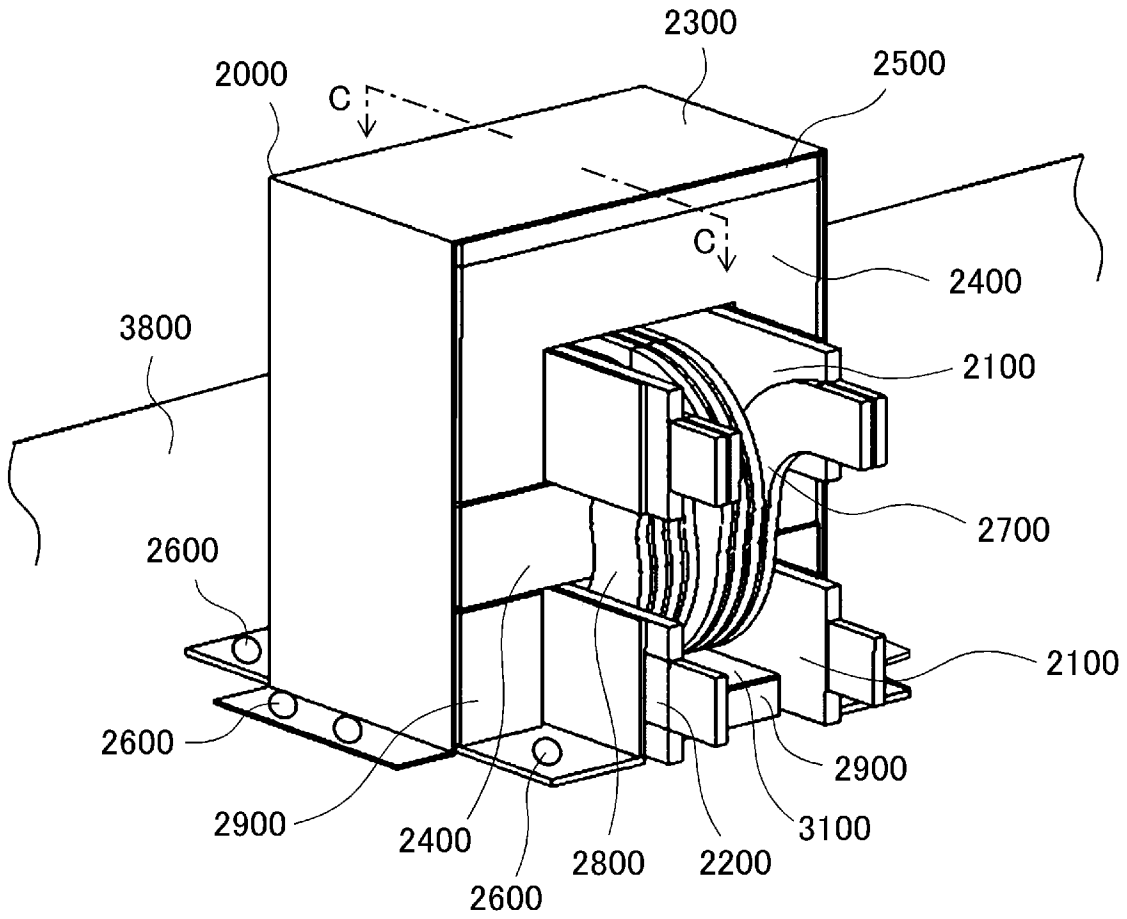
[図22]

図 22



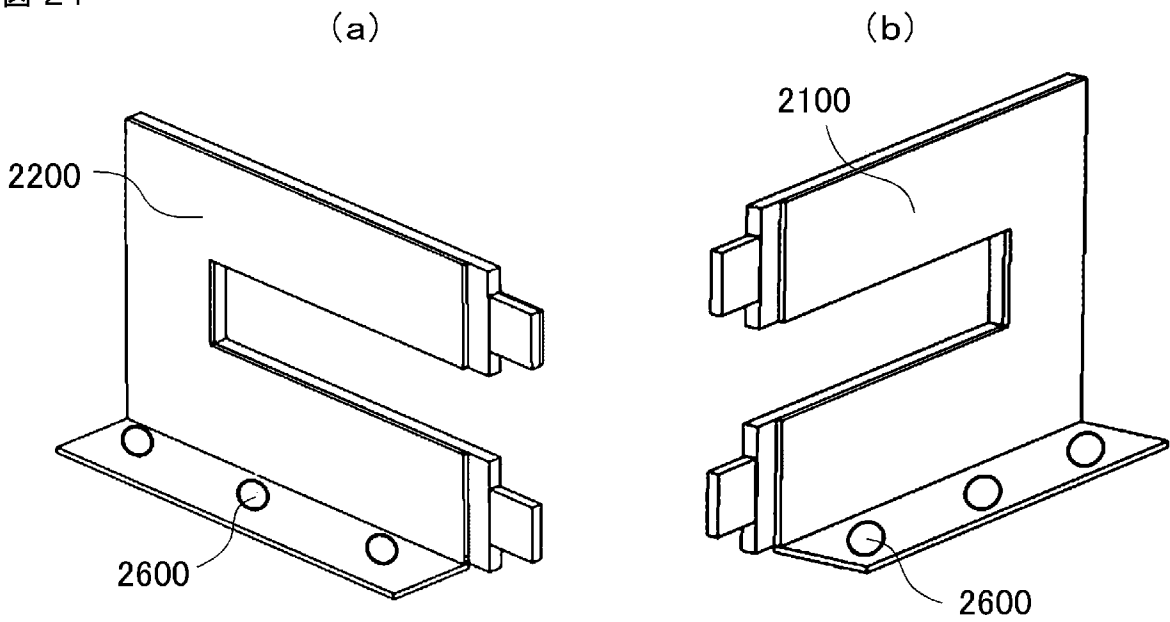
[図23]

図 23



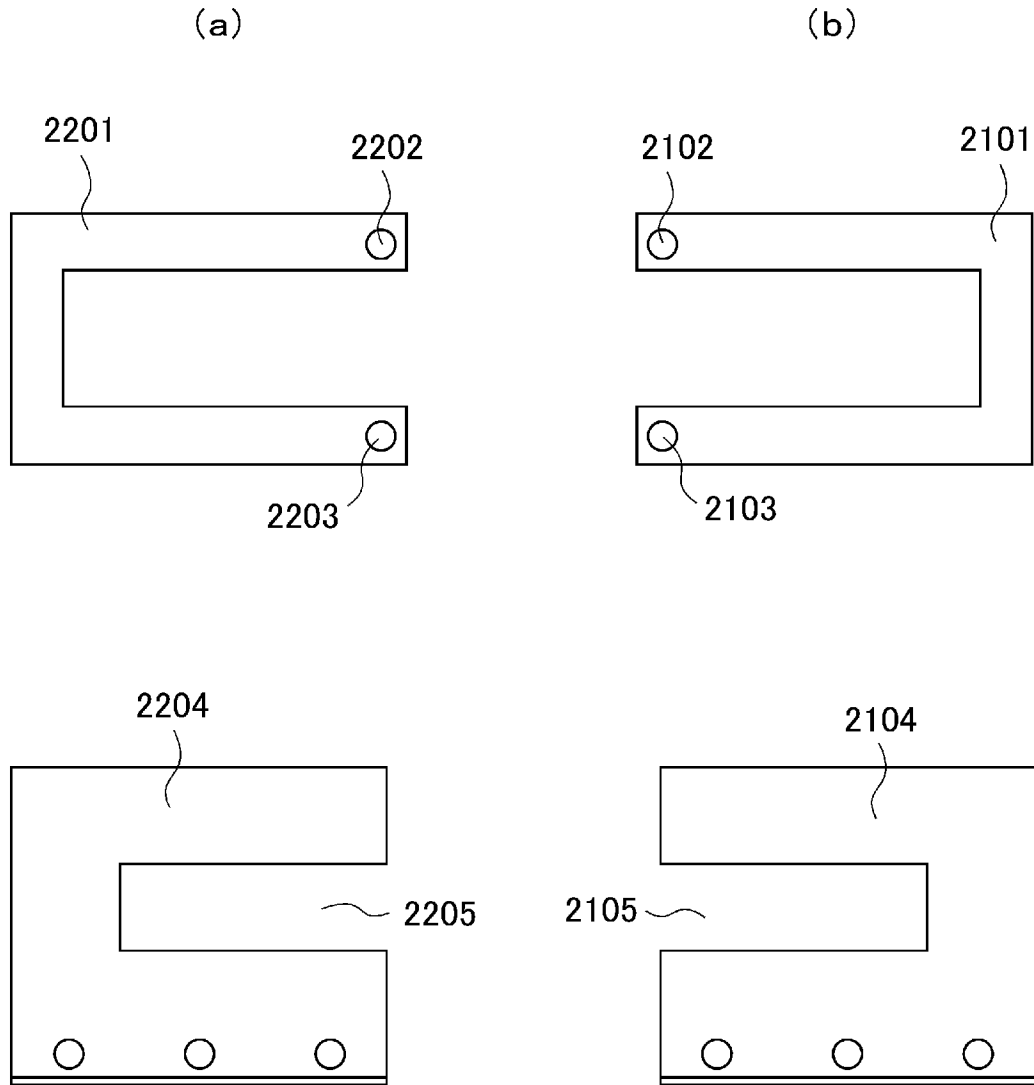
[図24]

図 24



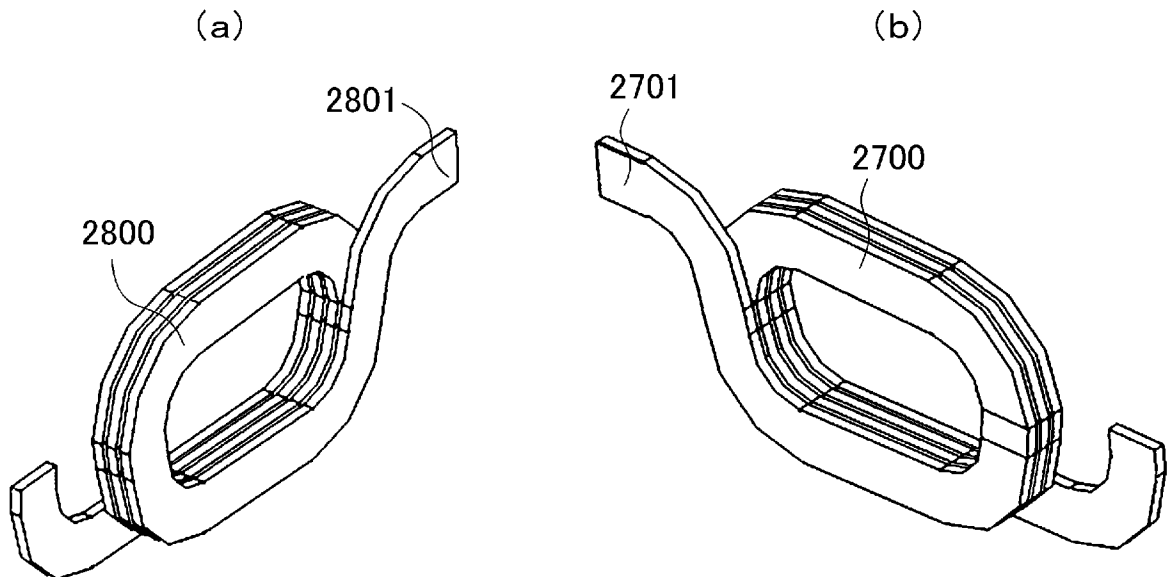
[図25]

図 25



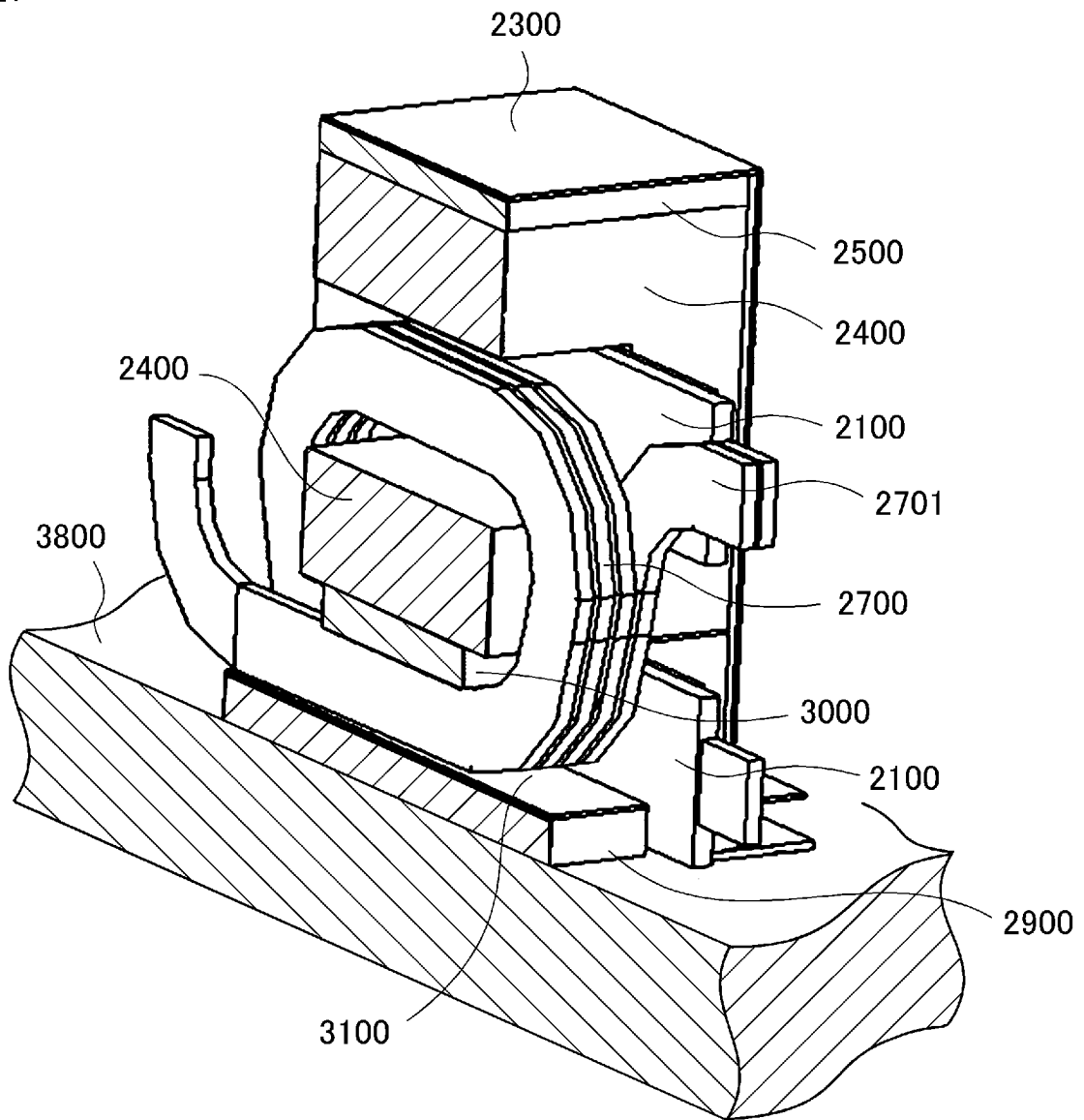
[図26]

図 26



[図27]

図 27



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084152

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H7/09(2006.01)i, H01F17/00(2006.01)i, H01F17/04(2006.01)i, H01F27/00(2006.01)i, H01F27/08(2006.01)i, H03H7/01(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)

H03H7/09, H01F17/00, H01F17/04, H01F27/00, H01F27/08, H03H7/01

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 5-234811 A (Toho Zinc Co., Ltd.), 10 September 1993 (10.09.1993), paragraphs [0008], [0009], [0012]; fig. 2, 7 (Family: none)	1-12
A	JP 2004-200826 A (Hioki E.E. Corp.), 15 July 2004 (15.07.2004), paragraphs [0028], [0029], [0039] to [0042]; fig. 14, 15, 20 to 22 (Family: none)	1-12
A	JP 2000-252124 A (Kabushiki Kaisha Kankyo Denji Gijutsu Kenkyusho), 14 September 2000 (14.09.2000), paragraphs [0015] to [0017]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-12

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  
26 January 2016 (26.01.16)

Date of mailing of the international search report  
09 February 2016 (09.02.16)

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/JP2015/084152

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6384705 B1 (Industrial Technology Research Institute), 07 May 2002 (07.05.2002), column 7, lines 41 to 50; fig. 7 & TW 444431 B	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H7/09(2006.01)i, H01F17/00(2006.01)i, H01F17/04(2006.01)i, H01F27/00(2006.01)i, H01F27/08(2006.01)i, H03H7/01(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. H03H7/09, H01F17/00, H01F17/04, H01F27/00, H01F27/08, H03H7/01

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 5-234811 A（東邦亜鉛株式会社）1993.09.10, 段落[0008], [0009], [0012], 図 2, 7（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2004-200826 A（日置電機株式会社）2004.07.15, 段落[0028], [0029], [0039]-[0042], 図 14, 15, 20-22 （ファミリーなし）	1-12
A	JP 2000-252124 A（株式会社環境電磁技術研究所）2000.09.14, 段落[0015]-[0017], 図 1, 2（ファミリーなし）	1-12

☑ 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

26.01.2016

国際調査報告の発送日

09.02.2016

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）

鬼塚 由佳

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

5W

5288

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	US 6384705 B1 (Industrial Technology Research Institute) 2002.05.07, 第7欄第41-50行, 図7 & TW 444431 B	1-12