

(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  
2019年1月17日(17.01.2019)



(10) 国際公開番号

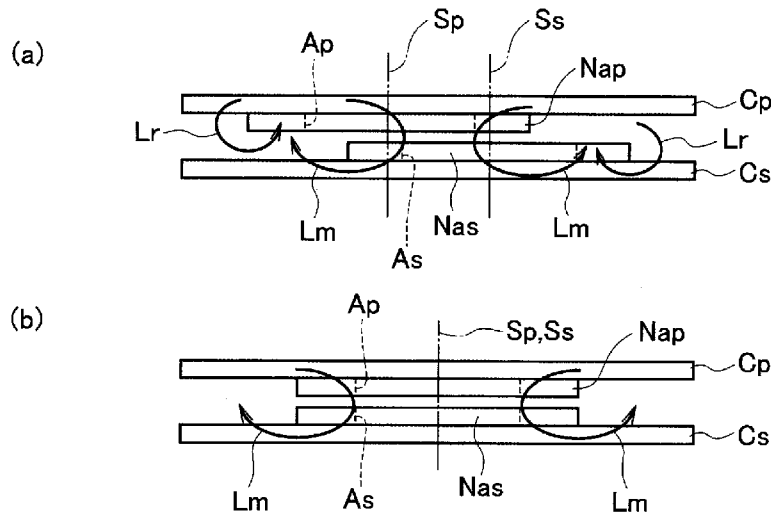
WO 2019/013131 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01F 38/08 (2006.01) H02M 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/025717
- (22) 国際出願日: 2018年7月6日(06.07.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2017-137997 2017年7月14日(14.07.2017) JP
- (71) 出願人: カルソニックカンセイ株式会社(CALSONIC KANSEI CORPORATION) [JP/JP]; 〒3318501 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目1917番地 Saitama (JP). 国立大学法人北海道大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION HOKKAIDO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒0600808 北海道札幌市北区北8条西5丁目 Hokkaido (JP). 国立大学法人宇都宮大学(UTSUNOMIYA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒3218585 栃木県宇都宮市陽東7丁目1番2号 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 岡▲崎▼文洋(OKAZAKI Fumihito); 〒3318501 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目1917番地 カルソニックカンセイ株式会社内 Saitama (JP). 小笠原 悟司(OGASAWARA Satoshi); 〒0600808 北海道札幌市北区北8条西5丁目 国立大学法人北海道大学内 Hokkaido (JP). 船渡 寛人(FUNATO Hirohito); 〒3218585

(54) Title: PLANAR TRANSFORMER AND DCDC CONVERTER

(54) 発明の名称: プレーナ型トランス及びDCDCコンバータ

[図3]



(57) **Abstract:** A planar transformer (Tp) is provided with a primary side planar air-core coil (Nap), a secondary side planar air-core coil (Nas), a primary side planar core (Cp) and a secondary side planar core (Cs). The secondary side planar air-core coil (Nas) is disposed with a gap in the direction of a winding central axis (Sp) of the primary side planar air-core coil (Nap) from the primary side planar air-core coil (Nap), and has a non-facing part (NFs) not facing the primary side planar air-core coil (Nap) in the direction of a winding central axis (Ss). The primary side planar core (Cp) and the secondary side planar core (Cs) are stacked, respectively, on the outer sides of the primary side planar air-core coil (Nap) and the secondary side planar air-core coil (Nas) in the directions of the winding central axes (Sp, Ss).



WO 2019/013131 A1

栃木県宇都宮市陽東7丁目1番2号 国立大学法人宇都宮大学内 Tochigi (JP).

- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: プレーナ型トランス (Tp) は、一次側の平面空芯コイル (Nap) と、二次側の平面空芯コイル (Nas) と、一次側の平面コア (Cp) 及び二次側の平面コア (Cs) と、を備える。二次側の平面空芯コイル (Nas) は、一次側の平面空芯コイル (Nap) から該一次側の平面空芯コイル (Nap) の巻線中心軸 (Sp) 方向に間隔をおいて配置され、巻線中心軸 (Ss) 方向において一次側の平面空芯コイル (Nap) と対向しない非対向部 (Nfs) を有する。一次側の平面コア (Cp) 及び二次側の平面コア (Cs) は、巻線中心軸 (Sp, Ss) 方向における、一次側の平面空芯コイル (Nap) 及び前記二次側の平面空芯コイル (Nas) の外側にそれぞれ積層される。

## 明 細 書

発明の名称： プレーナ型トランス及びDCDCコンバータ

### 技術分野

[0001] 本発明は、プレーナ型トランスに関する。

### 背景技術

[0002] 例えば、非対称ハーフブリッジ型のLLCコンバータを用いた絶縁型DCDCコンバータでは、高周波でトランスの漏れインダクタンスと共振用コンデンサとを直列共振させる必要がある。そのため、絶縁型DCDCコンバータでは、高周波用の大容量の共振用コンデンサに合わせて、トランスの漏れインダクタンスを大きくする必要がある。

[0003] ところで、トランスの漏れインダクタンスを調整できる提案として、副コアを設け、変圧器の二次側コイルを巻回した副コアのギャップに対するコア片の挿入度合いを調整することで、漏れインダクタンスをコントロールしようとした変圧器が知られている（特許文献1）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：実開昭61-188338号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上述した変圧器は、主に二次側に対して漏れインダクタンスを積極的に発生させる構成であるため、トランス全体として見た場合に漏れインダクタンスを十分に確保できない恐れがある。

[0006] 本発明は前記事情に鑑みなされたもので、本発明の目的は、漏れインダクタンスを十分に確保できるようにすることにある。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様によるプレーナ型トランスは、一次側の平面空芯コイルと、一次側の平面空芯コイルから該一次側の平面空芯コイルの巻線中心軸方向

に間隔をおいて配置され、巻線中心軸方向において一次側の平面空芯コイルと対向しない非対向部を有する二次側の平面空芯コイルと、巻線中心軸方向における一次側の平面空芯コイル及び二次側の平面空芯コイルの外側にそれぞれ積層された、一次側の平面コア及び二次側の平面コアと、を備える。

### 発明の効果

[0008] 本発明の一態様によれば、漏れインダクタンスを十分に確保できるプレーナ型トランスを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係るプレーナ型トランスを用いたDCDCコンバータを示す回路図である。

[図2]図2は、図1のトランスを構成するプレーナ型トランスの原理的な構成を示すもので、(a)は分解斜視図、(b)は側面図、(c)は平面図である。

[図3]図3(a)は、図2の配置としたプレーナ型トランスの一次側及び二次側の平面空芯コイルに生じる漏れインダクタンス及び励磁インダクタンスを示す説明図であり、図3(b)は、正対させた一次側及び二次側の平面空芯コイルに生じる漏れインダクタンス及び励磁インダクタンスを示す説明図である。

[図4]図4は、図2の一次側及び二次側の平面空芯コイルに生じる漏れインダクタンス及び励磁インダクタンスの強さと両平面空芯コイルの巻線中心軸のずれ量との相関を示すグラフである。

[図5]図5は、図1のトランスとして用いるプレーナ型トランスの具体的な構成を示すもので、(a)は平面図、(b)は(a)の|—|線断面図、(c)は一次側の平面コアを形成した基板の表面側を示す平面図、(d)は二次側の平面コアを形成した基板の裏面側を示す平面図である。

[図6]図6は、一次側と二次側とで平面空芯コイルの大きさが異なり図1のトランスとして用いるプレーナ型トランスの断面図である。

### 発明を実施するための形態

- [0010] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施形態に係るプレーナ型トランスを用いたDCDCコンバータを示す回路図である。
- [0011] 図1に示す本実施形態のDCDCコンバータ1は、非対称ハーフブリッジ型のLLCコンバータ3をトランスTの一次側に用いた絶縁型DCDCコンバータである。
- [0012] このDCDCコンバータ1は、一次側に入力された直流電圧 $V_{in}$ を、LLCコンバータ3のMOSFET等で構成した半導体素子 $Q_1$ 、 $Q_2$ のスイッチングにより交流に変換し、トランスTの一次側及び二次側のコイル $N_p$ 、 $N_s$ 間で昇圧した後、整流用ダイオード $D_1$ 、 $D_2$ 及び平滑用コンデンサ $C_o$ で直流に戻して、二次側の負荷 $R_o$ に供給する。
- [0013] このとき、半導体素子 $Q_1$ 、 $Q_2$ を、一次側コイル $N_p$ の漏れインダクタンスと共振用コンデンサ $C_r$ との直列共振回路の共振周波数の周期で交互にオンオフさせることで、LLCコンバータ3におけるスイッチング損失を抑えて、直流電圧 $V_{in}$ を高効率で昇圧することができる。
- [0014] ところで、DCDCコンバータ1は、共振回路で構成され、半導体素子 $Q_1$ 、 $Q_2$ を高周波（ここで言う高周波とは少なくとも1MHz以上）でオンオフさせる。また、共振回路を高周波で成立させるためには、極めて小さな励磁インダクタンス（例えば、2MHzで駆動させる場合、 $0.8\mu\text{H}$ ）と大きな漏れインダクタンス（例えば、2MHzで駆動させる場合、 $1.1\mu\text{H}$ ）が求められる。
- [0015] そこで、本実施形態のDCDCコンバータ1では、トランスTとしてプレーナ型トランスを用いている。以下、プレーナ型トランスの構成について、図2を参照して説明する。図2はトランスTを構成するプレーナ型トランスの原理的な構成を示すもので、(a)は分解斜視図、(b)は側面図、(c)は平面図である。
- [0016] 図2(a)に示す例のプレーナ型トランス $T_p$ は、磁性体で構成された一次側の平面コア $C_p$ 及びこれに積層された金属製の一次側の平面空芯コイル

$N_{ap}$ と、磁性体で構成された二次側の平面コア $C_s$ 及びこれに積層された金属製の二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とを有する。

[0017] なお、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とは、同じ径の円環状に形成されており、非同軸に配置されている。また、一次側の平面コア $C_p$ と二次側の平面コア $C_s$ とは、同じ大きさの矩形状に形成されている。そして、一次側の平面コア $C_p$ 及び二次側の平面コア $C_s$ は、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の外径よりも大きい外形を有している。

[0018] 図2(b)に示すように、一次側の平面コア $C_p$ は二次側の平面コア $C_s$ と間隔をおいて正対するように配置される。そして、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ 及び二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ は、一次側の平面コア $C_p$ 及び二次側の平面コア $C_s$ の互いに対向する面にそれぞれ積層される。

[0019] 一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とは、一次側の平面コア $C_p$ と二次側の平面コア $C_s$ との間隔方向、つまり、それぞれの巻線中心軸 $S_p$ 、 $S_s$ の軸方向に隙間を空けて配置される。また、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とは、それぞれの空芯 $A_p$ 、 $A_s$ が一部重なるように、それぞれの巻線中心軸 $S_p$ 、 $S_s$ の位置を巻線中心軸 $S_p$ 、 $S_s$ に直交する径方向にずらして配置される。

[0020] このような配置とすることで、図2(c)に示すように、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ には、巻線中心軸 $S_p$ の径方向において二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ と重なる対向部分 $F_p$ と、二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の外側に位置する非対向部分 $NF_p$ とが設けられる。

[0021] 同様に、二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ にも、巻線中心軸 $S_s$ の径方向において一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と重なる対向部分 $F_s$ と、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ の外側に位置する非対向部分 $NF_s$ とが設けられる。

[0022] なお、図2(a)～(c)の各図では、各平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ の端子部分の図示を省略している。

[0023] このように一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$

sとを、巻線中心軸 $S_p$ 、 $S_s$ の径方向にずらして配置することで、図3（a）の説明図に示すように、両平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ 間には、対向部分 $F_p$ 、 $F_s$ において励磁インダクタンス $L_m$ が生じ、非対向部分 $N_{Fp}$ 、 $N_{Fs}$ において漏れインダクタンス $L_r$ が生じる。

[0024] 仮に、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とを、巻線中心軸 $S_p$ 、 $S_s$ が径方向において重なるように配置すると、図3（b）の説明図に示すように、両平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ 間に生じるのは、殆ど、対向部分 $F_p$ 、 $F_s$ における励磁インダクタンス $L_m$ のみとなる。

[0025] このため、図3（a）に示すように、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ の巻線中心軸 $S_p$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の巻線中心軸 $S_s$ とを互いにずらしたプレーナ型トランス $T_p$ は、図3（b）に示す、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ の巻線中心軸 $S_p$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の巻線中心軸 $S_s$ とが重なる同軸のプレーナ型トランス $T_p$ よりも、図1のLLCコンバータ3において一次側コイル $N_p$ の漏れインダクタンスを共振用コンデンサ $C_r$ と直列共振させるトランス $T$ として適している。

[0026] そして、図3（a）に示すプレーナ型トランス $T_p$ では、図4のグラフに示すように、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とのずれ量が大きくなるほど、両者に生じる漏れインダクタンス $L_r$ は増加し、励磁インダクタンス $L_m$ は減少する。なお、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とのずれとは、双方の巻線中心のずれのことである。

[0027] そこで、図3（a）の一次側と二次側の両平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ 間に、図1の共振用コンデンサ $C_r$ と直列共振する大きさの漏れインダクタンス $L_r$ と、図1の一次側及び二次側のコイル $N_p$ 、 $N_s$ 間に必要な結合係数を満たす大きさの励磁インダクタンス $L_m$ とが生じるずれ量を持たせたプレーナ型トランス $T_p$ を、図1のトランス $T$ として用いる。

[0028] なお、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ と

の磁気結合は、少なくとも両者の一部が対向すれば、空芯 $A_p$ 、 $A_s$ どうしが対向しなくても得られる。このため、所望の漏れインダクタンス $L_r$ を得るための、一次側及び二次側の両平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ 間のずれ量は、両者の少なくとも外縁どうしが重なる大きさまでの範囲とすることができる。

[0029] 次に、図1のトランス $T$ として用いるプレーナ型トランス $T_p$ の具体的な構成について、図5(a)～(d)を参照して説明する。図5(a)はプレーナ型トランス $T_p$ の平面図、(b)は(a)の $I-I$ 線断面図、(c)は一次側の平面コアを形成した基板の表面側を示す平面図、(d)は二次側の平面コアを形成した基板の裏面側を示す平面図である。

[0030] 図5(a)に示す本実施形態のプレーナ型トランス $T_p$ は、同図の $I-I$ 線断面図である図5(b)に示すように、表面51と裏面53とに一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とをそれぞれ形成した基板5を有している。この基板5は、例えばガラスエポキシ等の絶縁性樹脂材料によってリジットに形成されている。

[0031] 基板5の表面51に形成した一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ は、図5(c)に示すように、方形状にループさせた導体の両端に設けた端子部 $R_p$ を、表面51の長辺側に延出させている。一方、図5(b)に示すように、基板5の裏面53に形成した二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ は、図5(d)に示すように、方形状にループさせた一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と同一形状の導体の両端に設けた端子部 $R_s$ を、裏面53の短辺側に延出させている。

[0032] このように、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ の端子部 $R_p$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の端子部 $R_s$ とを重ならないように配置することで、両端子部 $R_p$ 、 $R_s$ が磁気回路の一部を構成するのを防いでいる。

[0033] そして、本実施形態のDCDCコンバータ1では、上述したように構成されたプレーナ型トランス $T_p$ をLLCコンバータ3のトランス $T$ として用いることから、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とのずれ量を増やして、両平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ に生じる漏れイ

ンダクタンス $L_r$ を増やすことができる。

[0034] なお、この例においても、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とのずれとは、双方の巻線中心のずれのことを言う。

[0035] そして、この例においても、高周波でスイッチングする半導体素子 $Q_1$ 、 $Q_2$ に合わせた大容量の共振用コンデンサ $C_r$ と直列共振させるのに十分な大きさの漏れインダクタンス $L_r$ をプレーナ型トランス $T_p$ に生じさせて、 $LLC$ コンバータ $3$ を高周波で駆動することができる。

[0036] しかも、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とのずれ量によって、両平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ に生じる漏れインダクタンス $L_r$ を調整できるので、一次側の平面コア $C_p$ や二次側の平面コア $C_s$ を含むプレーナ型トランス $T_p$ の構造物を高精度に加工する必要をなくすることができる。

[0037] また、一次側の平面コア $C_p$ や二次側の平面コア $C_s$ は、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の空芯 $A_p$ 、 $A_s$ に挿入されるセンターポールを有していない。したがって、両平面コア $C_p$ 、 $C_s$ は、一次側や二次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ の空芯 $A_p$ 、 $A_s$ を挟んで、各平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ の巻線中心軸 $S_p$ 、 $S_s$ の軸方向に間隔をおいて正対するように配置される。

[0038] このため、本実施形態のプレーナ型トランス $T_p$ では、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ を通る磁束が一次側の平面コア $C_p$ や二次側の平面コア $C_s$ に集中することがない。

[0039] よって、図2(c)に示す一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ との非対向部分 $N_{fp}$ 、 $N_{fs}$ に、両平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ のずれ量に応じた大きさの漏れインダクタンス $L_r$ を確実に生じさせることができる。

[0040] 但し、必要な大きさの漏れインダクタンス $L_r$ を生じさせることができる限り、一次側や二次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ の空芯 $A_p$ 、 $A_s$ に挿入されるセンターポールを一次側の平面コア $C_p$ や二次側の平面コア $C_s$

に設けて、一次側の平面コア $C_p$ や二次側の平面コア $C_s$ をEEコアやEIコアで構成してもよい。

[0041] さらに、本実施形態のDCDCコンバータ1によれば、プレーナ型トランス $T_p$ の一次側の平面コア $C_p$ や二次側の平面コア $C_s$ を、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の外径よりも大きい外形で形成した。

[0042] このため、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ に生じる漏れ磁束をプレーナ型トランス $T_p$ に留めて、プレーナ型トランス $T_p$ の漏れインダクタンス $L_r$ を効率的に構成させることができる。

[0043] 但し、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ に生じる漏れ磁束の磁路を全て覆って、必要な大きさの漏れインダクタンス $L_r$ を生じさせることができるのであれば、一次側の平面コア $C_p$ や二次側の平面コア $C_s$ を、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の外径よりも小さい外形で形成してもよい。

[0044] また、本実施形態では、プレーナ型トランス $T_p$ の一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とを、それぞれの端子部 $R_p$ 、 $R_s$ を除いて同じ形状とした。しかし、例えば図6の断面図に示すように、一次側と二次側とで平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ の大きさを異ならせてもよく、あるいは、一次側と二次側とで平面空芯コイル $N_{ap}$ 、 $N_{as}$ の巻数を異ならせてもよい。

[0045] なお、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とをエッチング等によって形成することができ、それぞれの位置を高精度に加工することができる。そして、このような加工をするにあたって、基板5のどこかに基準部（例えば貫通孔）を開けておくようにしてもよい。

[0046] そのようにすることで、二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ を形成する際に、当該基準部から所定距離分、平面空芯コイル $N_{as}$ の巻線中心をずらすように加工して、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ のずれ精度を高くすることができる。

[0047] そして、本発明は、非対称ハーフブリッジ型のLLCコンバータを用いた絶縁型DCDCコンバータのトランスに限らず、漏れインダクタンスを利用する分野で使用される各種のトランスに広く適用可能である。

[0048] 以上、本発明の実施形態について説明したが、これらの実施形態は本発明の理解を容易にするために記載された単なる例示に過ぎず、本発明は上述した実施形態に限定されることなく、その発明の範囲内において種々の変形が可能であることはいうまでもない。

[0049] 本出願は、2017年7月14日に出願された日本国特許出願第2017-137997号に基づく優先権を主張しており、この出願の全内容が参照により本願明細書に組み込まれる。

### 産業上の利用可能性

[0050] 本発明の一態様は、漏れインダクタンスを利用する分野で使用される各種のトランスにおいて利用することができる。

### 符号の説明

- [0051]
- 1 DCDCコンバータ
  - 3 LLCコンバータ
  - 5 基板（絶縁基板）
    - 51 基板表面（第1面）
    - 53 基板裏面（第2面）
  - A<sub>p</sub> 一次側の平面空芯コイルの空芯
  - A<sub>s</sub> 二次側の平面空芯コイルの空芯
  - C<sub>o</sub> 平滑用コンデンサ
  - C<sub>p</sub> 一次側の平面コア
  - C<sub>r</sub> 共振用コンデンサ
  - C<sub>s</sub> 二次側の平面コア
  - D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> 整流用ダイオード
  - F<sub>p</sub>, F<sub>s</sub> 対向部分
  - L<sub>m</sub> 励磁インダクタンス

$L_r$  漏れインダクタンス  
 $N_{ap}$  一次側の平面空芯コイル  
 $N_{as}$  二次側の平面空芯コイル  
 $N_{Fp}, N_{Fs}$  非対向部分  
 $N_p$  一次側コイル  
 $N_s$  二次側コイル  
 $Q_1, Q_2$  半導体素子  
 $R_o$  負荷  
 $R_p$  一次側の平面空芯コイルの端子部  
 $R_s$  二次側の平面空芯コイルの端子部  
 $S_p$  一次側の平面空芯コイルの巻線中心軸  
 $S_s$  二次側の平面空芯コイルの巻線中心軸  
 $T_p$  プレーナ型トランス  
 $V_{in}$  直流電圧

## 請求の範囲

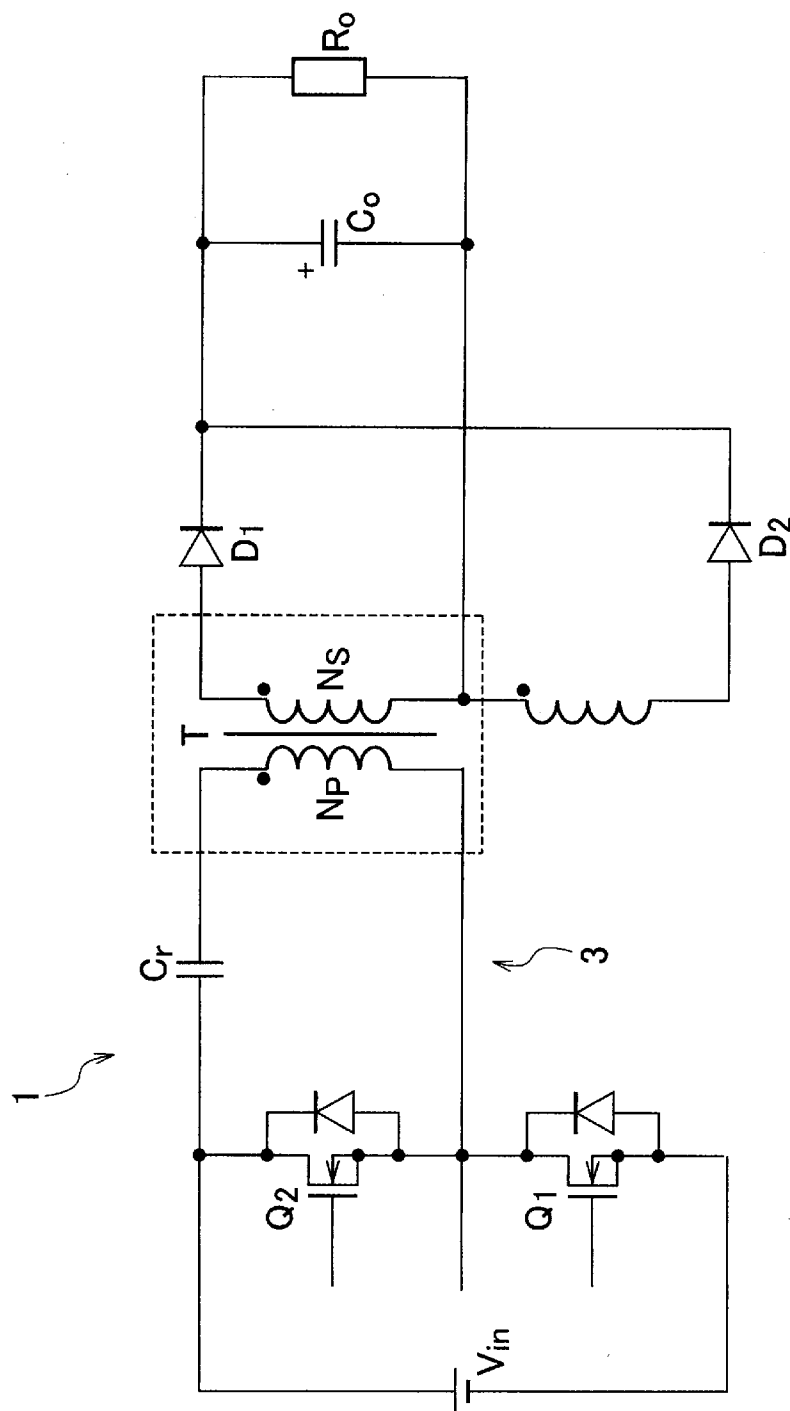
- [請求項1] 一次側の平面空芯コイルと、  
前記一次側の平面空芯コイルから該一次側の平面空芯コイルの巻線中心軸方向に間隔をおいて配置され、前記巻線中心軸方向において前記一次側の平面空芯コイルと対向しない非対向部を有する二次側の平面空芯コイルと、  
前記巻線中心軸方向における、前記一次側の平面空芯コイル及び前記二次側の平面空芯コイルの外側にそれぞれ積層された、一次側の平面コア及び二次側の平面コアと、  
を備えるプレーナ型トランス。
- [請求項2] 前記一次側及び二次側の各平面空芯コイルは、前記巻線中心軸方向において互いに対向する対向部分をそれぞれ有している請求項1に記載のプレーナ型トランス。
- [請求項3] 前記一次側の平面コアと前記二次側の平面コアとは、非同軸で配置されている請求項1又は2に記載のプレーナ型トランス。
- [請求項4] 前記一次側の平面コア及び前記二次側の平面コアは、前記巻線中心軸方向における前記一次側及び二次側の各平面空芯コイルの空芯部どうしの対向部分を挟んで前記巻線中心軸方向に間隔をおいて配置されている請求項1～3の何れか1項に記載のプレーナ型トランス。
- [請求項5] 前記一次側及び二次側の各平面コアは、前記巻線中心軸方向と交差する平面における前記一次側及び二次側の各平面空芯コイルの輪郭よりも大きい外形を有している請求項1～4の何れか1項に記載のプレーナ型トランス。
- [請求項6] 前記巻線中心軸方向における前記一次側の平面空芯コイル及び前記二次側の平面空芯コイルの間に介設された絶縁基板をさらに備えており、該絶縁基板の第1面に前記一次側の平面空芯コイルが形成され、前記絶縁基板の前記第1面とは反対側の第2面に前記二次側の平面空芯コイルが形成されている請求項1～5の何れか1項に記載のプレー

ナ型トランス。

[請求項7]

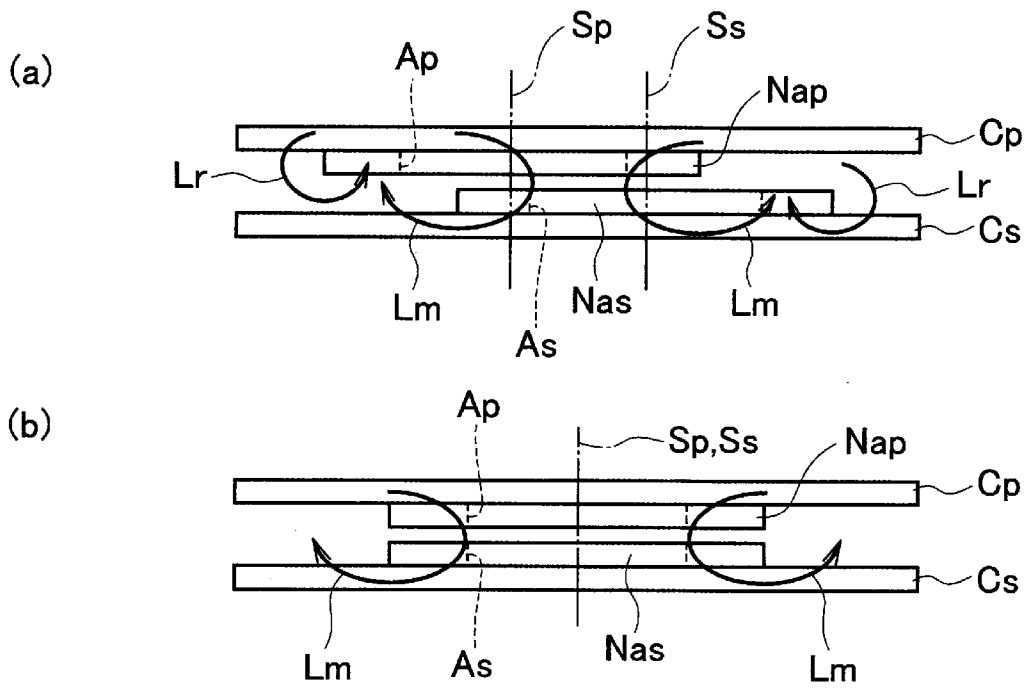
LLCコンバータを用いた絶縁型のDCDCコンバータのトランスとして、請求項1～6の何れか1項に記載のプレーナ型トランスを用いたDCDCコンバータ。

[図1]

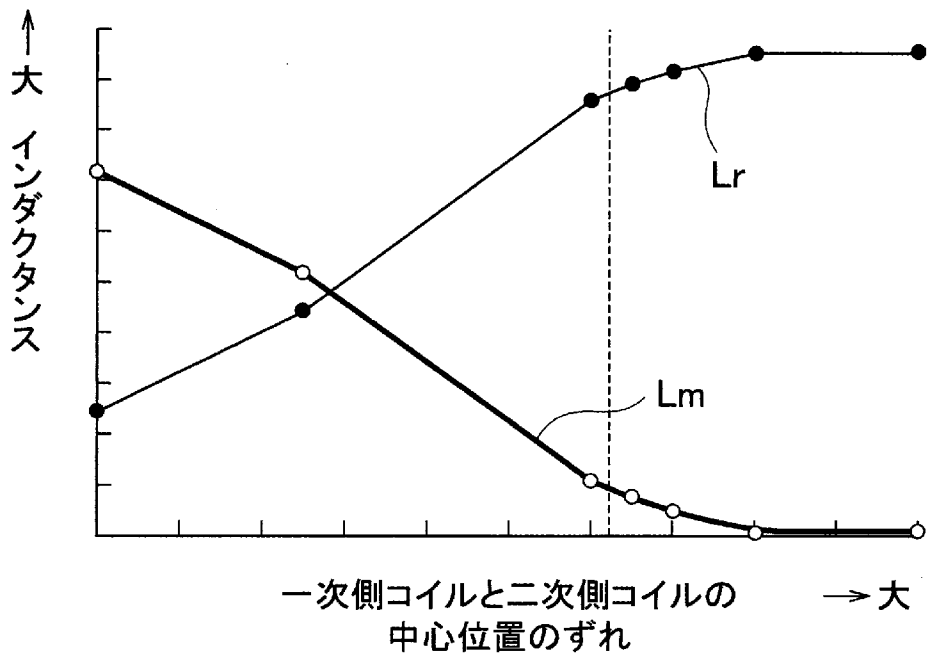




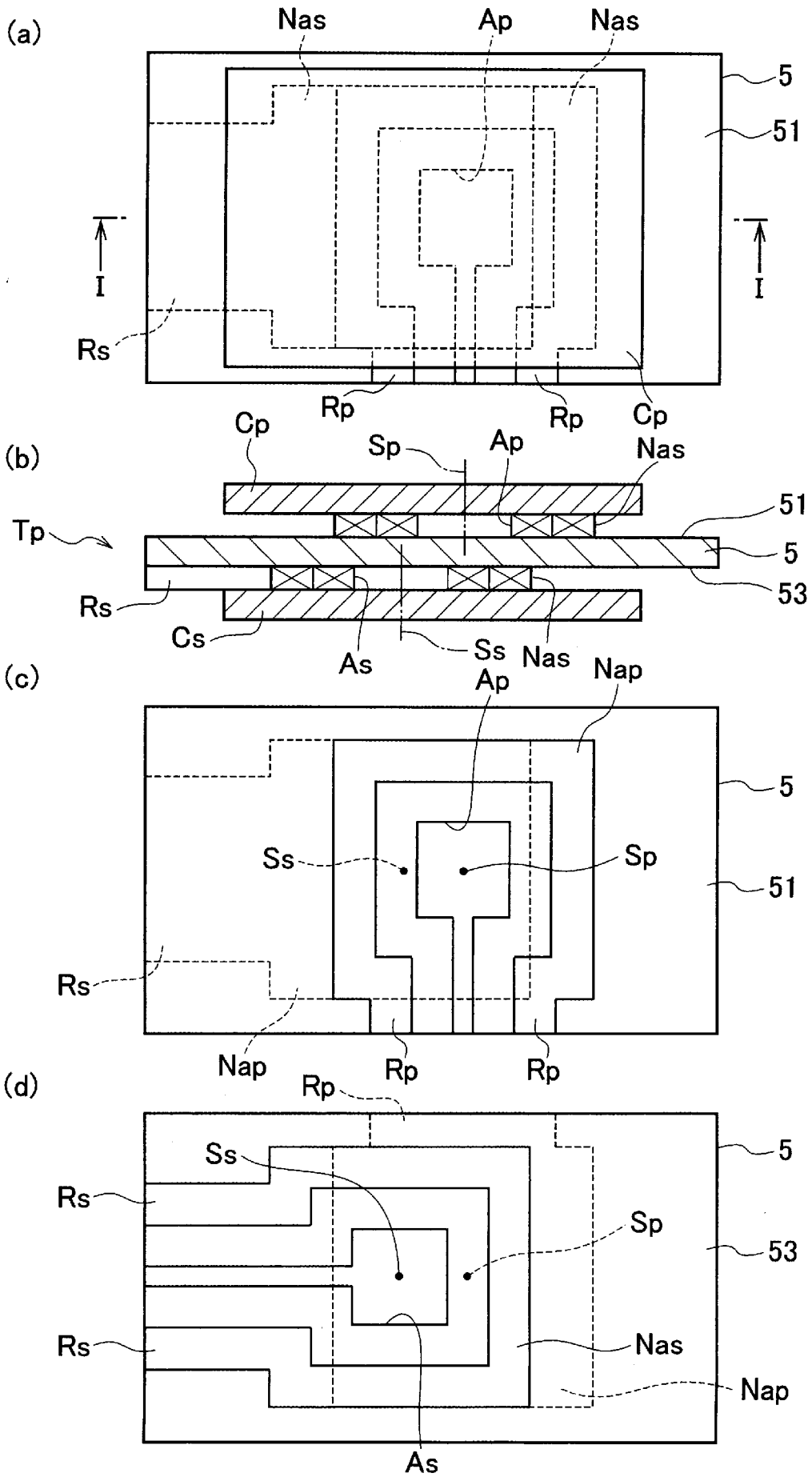
[図3]



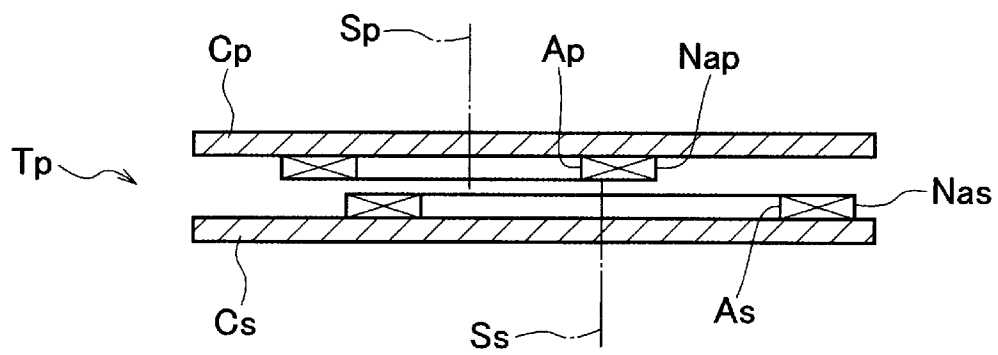
[図4]



[図5]



[図6]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/025717

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. H01F38/08 (2006.01) i, H02M3/28 (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. H01F38/08, H02M3/28

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
Y	JP 2013-80881 A (TDK CORPORATION) 02 May 2013, paragraphs [0008]-[0063], fig. 1-6 & US 2013/0154787 A1, paragraphs [0011]-[0082], fig. 1-6	1-7
Y	JP 2000-243637 A (NEC KANSAI LTD.) 08 September 2000, paragraphs [0002]-[0005], fig. 9 (Family: none)	1-7
Y	JP 5-326295 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 10 December 1993, paragraph [0002], fig. 2 (Family: none)	1-7

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  
29 August 2018 (29.08.2018)

Date of mailing of the international search report  
11 September 2018 (11.09.2018)

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/JP2018/025717

Claim 3 includes the text "the primary planar core and the secondary planar core are disposed non-coaxially...", but this text does not appear in the description at all. Meanwhile, as supported by the following text in the description (paragraph [0017]), that is, "also, a primary planar air-core coil Nap and a secondary planar air-core coil Nas are formed in annular shapes of the same diameter and disposed non-coaxially. Also, a primary planar core Cp and a secondary planar core Cs are formed in rectangular shapes of the same size. In addition, the primary planar core Cp and the secondary planar core Cs have outer diameters that are greater than the outer diameter of the primary planar air-core coil Nap or the secondary planar air-core coil Nas", it is reasonable to assume that the above text in claim 3 was intended to indicate that "the primary planar air-core coil and the secondary planar air-core coil are disposed non-coaxially...". Therefore, the search and examination for claim 3 was carried out on the basis of said assumption about the intended claim.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01F38/08(2006.01)i, H02M3/28(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. H01F38/08, H02M3/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-80881 A (TDK株式会社) 2013.05.02, [0008] - [0063], 図1-6 & US 2013/0154787 A1, [0011]-[0082], Figs.1-6	1-7
Y	JP 2000-243637 A (関西日本電気株式会社) 2000.09.08, [0002] - [0005], 図9 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 5-326295 A (松下電工株式会社) 1993.12.10, [0002], 図2 (ファミリーなし)	1-7

☐ 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

29.08.2018

国際調査報告の発送日

11.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 健一

5D

9373

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

請求項3において、「前記一次側の平面コアと前記二次側の平面コアとは、非同軸で配置されている……」という記載があるが、当該記載事項自体について、明細書には、何ら記載されていない。一方、明細書の「なお、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ と二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ とは、同じ径の円環状に形成されており、非同軸に配置されている。また、一次側の平面コア $C_p$ と二次側の平面コア $C_s$ とは、同じ大きさの矩形状に形成されている。そして、一次側の平面コア $C_p$ 及び二次側の平面コア $C_s$ は、一次側の平面空芯コイル $N_{ap}$ や二次側の平面空芯コイル $N_{as}$ の外径よりも大きい外形を有している。」([0017])との記載によって裏付けられるように、上記記載事項は、「前記一次側の平面空芯コイルと前記二次側の平面空芯コイルとは、非同軸で配置されている……」と補正されることが合理的に予測できるので、このように予測される補正後の請求項に基づき、当該請求項についての調査・審査を行った。