(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
2014 年 12 月 24 日(24.12.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/203447 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 17/00 (2006.01) *H01F 17/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/002577

(22) 国際出願日: 2014 年 5 月 16 日(16.05.2014)

(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 2013-128372 2013 年 6 月 19 日(19.06.2013) JP

(71) 出願人: ＦＤＫ株式会社(FDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058677 東京都港区新橋５丁目３６番１１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山内　清久(YAMAUCHI, Kiyohisa); 〒1058677 東京都港区新橋５丁目３６番１１号ＦＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 松林　大介(MATSUBAYASHI, Daisuke); 〒1058677 東京都港区新橋５丁目３６番１１号ＦＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 加藤　充次(KATO, Juji); 〒1058677 東京都港区新橋５丁目３６番１１号ＦＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 北岡　幹雄(KITAOKA, Mikio); 〒1058677 東京都港区新橋５丁目３６番１１号ＦＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木　茂徳(SUZUKI, Shigenori); 〒1058677 東京都港区新橋５丁目３６番１１号ＦＤＫ株式会社内 Tokyo (JP).

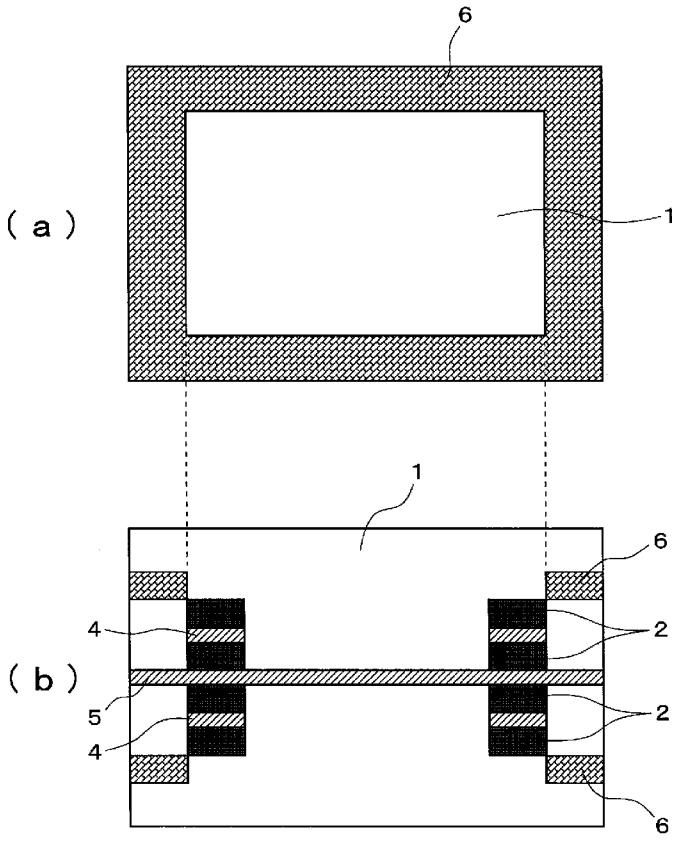
(74) 代理人: 清水　千春(SHIMIZU, Chiharu); 〒1040061 東京都中央区銀座８丁目１６番１０号　中銀本社ビル３階 Tokyo (JP).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

[続葉有]

(54) **Title**: STACKED INDUCTOR

(54) 発明の名称 : 積層インダクタ



(57) **Abstract**: Provided is a stacked inductor in which it is possible to significantly improve DC bias characteristics by way of a permanent magnet which emits a bias magnetic flux, and in which it is possible to use a low-loss material as magnetic material so as to also achieve improvement of converter conversion efficiency. The present invention is a stacked inductor in which a plurality of electrically insulating magnetic layers (1) and conductive patterns (2) are stacked, such that between the outer peripheral edge of the stacked inductor, in which a coil (2) which orbits spirally is formed within the magnetic layers (1) by way of the conductive patterns (2) being sequentially connected in the direction of stacking, and the outer peripheral edge of the coil (2), annular permanent magnetic layers (6), which have been magnetized so as to emit magnetic flux in the opposite direction of the direction of magnetic flux excited by the coil (2), are disposed so that, in axial view of the coil, the inner circumferential portion of the annular permanent magnetic layers (6) do not overlap with the conductive patterns (2), and gaps between the permanent magnetic layers and the conductive patterns (2) are blocked.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/203447 A1

(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, 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:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

バイアス磁束を発する永久磁石によって直流重畳特性を大幅に改善することができるとともに、磁性体として低損失な材料が使用可能となってコンバータ変換効率の向上も図ることが可能になる積層インダクタを提供する。本発明は、複数の電気絶縁性の磁性層（１）および導電パターン（２）が積層され、導電パターン（２）が積層方向に順次接続されることにより磁性層（１）内に螺旋状に周回するコイル（２）が形成された積層インダクタの外周縁部とコイル（２）の外周縁部との間に、コイル（２）によって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁された環状の永久磁石層（６）を、コイルの軸線方向視において、その内周部が導電パターン（２）と重複することなく、かつ導電パターン（２）との間を塞ぐように配置した積層インダクタである。

明　細　書

発明の名称 ： 積層インダクタ

技術分野

[0001] 本発明は、特に高バイアスを必要とするＤＣ－ＤＣコンバータ用のインダクタ等として用いて好適な積層インダクタに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、電源回路部品の小型化、薄型化の要請に伴い、ＤＣ－ＤＣコンバータなどの電源回路に使用されるトランスやチョークコイルとして、積層構造のチップインダクタが開発され実用化されている。

[0003] このような積層インダクタは、電気絶縁性の磁性層と導体パターンが交互に積層されるとともに、上記導体パターンが積層方向に順次接続されることにより、磁性体中に積層方向に重畳しながら螺旋状に周回するコイルが形成され、当該コイルの両端がそれぞれ引出導体を介して積層体チップ外表面に引き出されたものである。ここで、磁性体としてフェライトが用いられ、磁性層や導体パターンは、例えばスクリーン印刷の技法などを使用して形成されて積層されている。

[0004] 一方、近年小型化を要求するモバイル市場においては、使用される電源のスイッチング周波数の上昇、およびその処理性能向上に合わせてインダクタに流す電流値が増加している。上記フェライトは、一般的に高い周波数（数ＭＨｚ～数十ＭＨｚ）での損失が少ないことから、高いスイッチング周波数で動作するモバイル用電源にはフェライト材料を使用した積層チップインダクタは最適である。また、チップ形状は実装性や量産性に優れるため、モバイル市場においては積層チップインダクタが多く採用されてきた。

しかしながら、一般的に上記フェライトは、磁束飽和密度が低く、直流重畳特性が悪い傾向があるために、昨今のモバイル市場における電流増加に追従することが困難になりつつある。

[0005] これを解決するために、上記コイルのサイズを大きくして、コイル内を流

れる磁束密度を低くするか、あるいは磁性材料そのものを飽和し難い金属材料にして上記積層インダクタにおいて直流重畳特性を向上させる方策が考えられるが、上記コイルサイズを大きくすると、積層インダクタ全体の大型化を招来して市場要求に反することになる。また、実装性の優れたチップ形状を維持し、かつ磁気飽和し難い金属材料を磁性体として使用したチップインダクタも登場しているが、一般的に金属材料はフェライト比較すると高い周波数での損出が大きく、コンバータ用途では変換効率が低下するという欠点がある。

[0006] ところで、上記積層インダクタに用いられている磁性体は、電源動作時にコイルを流れる電流から励磁される磁束によって飽和する。したがって、上記磁性体の飽和を抑制できれば、直流重畳特性を改善することが可能になる。

[0007] そこで、下記特許文献１、２においては、図１５に見られるような、磁性体２０内に埋設されたコイル２１の内方に永久磁石２２を配置し、コイル２１から励磁する磁束Ｘを永久磁石２２が発する逆方向のバイアス磁束Ｙによって打ち消すことにより、磁性体の飽和を抑制して直流重畳特性を改善したインダクタンス素子が提案されている。

[0008] しかしながら、同図に示すようにコイル２１内に永久磁石２２を配置した場合に、磁性体２０内に、永久磁石２２から発せられる上記コイル２１によって励磁される磁束Ｘと逆方向の磁束Ｙの他に、当該永久磁石２２の周囲にバイアス磁束として作用しない漏れ磁束Ｚが発せられてしまう。このため、永久磁石２２からのバイアス磁束Ｙが効果的に働かなくなり、期待したほどの直流重畳特性の向上が望めないという問題点があった。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２００２－１７０７１５号公報

特許文献2：特開平３－１０１１０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、バイアス磁束を発する永久磁石によって直流重畳特性を大幅に改善することができるとともに、この結果磁性体として低損失な材料が使用可能となってコンバータ変換効率の向上も図ることが可能になる積層インダクタを提供することを課題とするものである。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するため、請求項１に記載の発明は、複数の電気絶縁性の磁性層および導電パターンが積層され、各々の上記導電パターンが上記積層方向に順次接続されることにより上記磁性層内に螺旋状に周回するコイルが形成されるとともに、上記コイルの両端部が外周部に引き出される積層インダクタにおいて、上記積層インダクタの外周縁部と上記コイルの外周縁部との間に、上記コイルによって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁された環状の永久磁石層を、上記コイルの軸線方向視において、その内周部が上記導電パターンと重複することなく、かつ上記導電パターンとの間を塞ぐように配置したことを特徴とするものである。

[0012] 請求項２に記載の発明は、複数の電気絶縁性の磁性層および導電パターンが積層され、各々の上記導電パターンが上記積層方向に順次接続されることにより上記磁性層内に螺旋状に周回するコイルが形成されるとともに、上記コイルの両端部が外周部に引き出される積層インダクタにおいて、上記コイルの内部の全面にわたって、上記コイルによって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁された環状の永久磁石層を、上記コイルの軸線方向視において、その外周部が上記導電パターンと重複することなく、かつ上記導電パターンとの間を塞ぐように配置したことを特徴とするものである。

[0013] また、請求項３に記載の発明は、請求項１または２に記載の発明において、上記軸線方向視において、上記永久磁石層と上記導電パターンとの間に間隙が形成されているとともに、当該間隙が上記永久磁石層と上記導電パター

ンとの間に介装された環状の電気絶縁性の非磁性パターンとによって塞がれていることを特徴とするものである。

[0014] さらに、請求項４に記載の発明は、請求項１～３のいずれかに記載の発明において、上記磁性層および上記永久磁石層、または上記磁性層および上記永久磁石層並びに上記非磁性パターンは、９４０℃以下の温度で一括焼成可能な材料からなることを特徴とするものである。

[0015] 上記請求項４に記載の発明において、請求項５に記載の発明は、上記磁性層としてＮｉ－Ｚｎフェライト系材料を用い、上記非磁性パターンとしてＺｎフェライト系材料を用い、上記永久磁石層としてＢａフェライト粉体またはＳｒフェライト粉体にBi_2O_3およびSiO_2を添加した低温焼結磁石材料を用いたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0016] 請求項１～５のいずれかに記載の発明においては、永久磁石層を、軸線方向視において、コイル外方またはコイル内部の全面にわたって配置しているために、図１５に示した永久磁石のような、バイアス磁束Ｙとして作用しない逆方向の漏れ磁束Ｚを生じることがない。この結果、上記永久磁石層によって、直流重畳特性を大幅に改善することができる。また、磁性体（磁性層）として、比較的飽和し易いものの低損失な材料を用いることができるために、コンバータ変換効率の向上も図ることが可能になる。

[0017] さらに、請求項４に記載の発明のように、上記磁性層、永久磁石層、非磁性パターンとして、９４０℃以下の温度で一括焼成可能な材料を用いれば、積層体を９４０℃以下の温度で低温焼結して一体化した後に、永久磁石層を着磁することにより、容易に製造することができる。

[0018] 具体的には、請求項５に記載の発明のように、上記磁性層としてＮｉ－Ｚｎフェライト系材料を用い、上記非磁性パターンとしてＺｎフェライト系材料を用い、上記永久磁石層としてＢａフェライト粉体またはＳｒフェライト粉体にBi_2O_3およびSiO_2を添加した低温焼結磁石材料を用いることが好適である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図１は、本発明の積層インダクタの第１の実施形態を示す全体の斜視図である。

[図2]図２は、図１の積層インダクタを製造するための積層体を示す分解斜視図である。

[図3]図３は、図１の積層インダクタを示すもので、（ａ）は平断面図、（ｂ）は縦断面図である。

[図4]図４は、第１の実施形態の第１の変形例を示す要部の縦断面図である。

[図5]図５は、第２の変形例を示す縦断面図である。

[図6]図６は、第３の変形例を示すもので、（ａ）は平断面図、（ｂ）は縦断面図である。

[図7]図７は、本発明の積層インダクタの第２の実施形態を示すものであり、（ａ）は平断面図、（ｂ）は縦断面図である。

[図8]図８は、第２の実施形態の第１の変形例を示すもので、（ａ）は平断面図、（ｂ）は縦断面図である。

[図9]図９は第２の実施形態の第２の変形例を示すもので、（ａ）は平断面図、（ｂ）は縦断面図である。

[図10]図１０は、第２の実施形態の第３の変形例を示すもので、（ａ）は平断面図、（ｂ）は縦断面図である。

[図11]図１１は、第１の実施形態に示した積層インダクタと比較例の積層インダクタとの直流重畳特性を比較した実施例の結果を示す図である。

[図12]図１２は、第２の実施形態に示した積層インダクタと比較例の積層インダクタとの直流重畳特性を比較した実施例の結果を示す図である。

[図13]図１３は、第１の実施形態に示した積層インダクタと、永久磁石と内部導体とを重複させた比較例の積層インダクタとの直流重畳特性を比較した実施例の結果を示す図である。

[図14]図１４は、第２の実施形態に示した積層インダクタと、永久磁石と内部導体とを重複させた比較例の積層インダクタとの直流重畳特性を比較した

実施例の結果を示す図である。

[図15]図１５は、従来の磁石入り積層インダクタを示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] （第１の実施形態）

図１～図３は、本発明に係る積層インダクタの第１の実施形態を示すものであり、図４～図６は、各々その第１～第３の変形例を示すものである。

図１～図３に示すように、この積層インダクタは、複数の電気絶縁性の磁性層１および導電パターン２が積層され、各層の導電パターン２が積層方向に順次接続されることにより、磁性層１によって構成される磁性体内において螺旋状に周回するコイル２が形成されるとともに、コイル２の両端部が外周部に引き出されて外部電極３に接続された直方体状のもので、外部電極３が図示されない回路基板のランド部に接続されることにより、面実装されるものである。

[0021] ここで、上記積層方向に隣接する導電パターン２間には、導電パターン２の形状に対応した形状を有する電気絶縁性の非磁性パターン４が配置され、さらに積層方向の中間位置に、非磁性パターン４に換えて磁気ギャップとなる電気絶縁性の非磁性層５が全面にわたって１層配設されている。

[0022] そして、この実施形態およびその第１～第３の変形例に係る積層インダクタにおいては、コイル２の軸線方向視において、この積層インダクタの外周縁部（すなわち磁性層１の外周縁部）とコイル２の外周縁部との間に全面にわたって、上記コイル２によって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁された永久磁石層６が配置されている。

[0023] すなわち、本実施形態の積層インダクタにおいては、図３に示すように、積層方向の両端に位置する導電パターン２の上側および下側に隣接して、それぞれ環状の永久磁石層６が配置されている。また、永久磁石層６は、上記軸線方向視においてコイル２と重複しないように、その内法寸法が導電パターン２の外法寸法と同じになるように形成されている。

[0024] 上記構成からなる積層インダクタ１を製造するには、図２および図３Ａと

図３Ｂに示すように、先ずスクリーン印刷法などにより電気絶縁材のＮｉ－Ｚｎ系フェライト材ペーストを印刷することにより磁性層１を形成し、この磁性層１上に、ＢａフェライトまたはＳｒフェライト粉体にBi_2O_3またはSiO_2を添加した低温焼結磁石材料ペーストを印刷して永久磁石層６を形成するとともに、この永久磁石層６を除いた部分に磁性層１を印刷する。なお、図２は、一平面に４個の積層インダクタを同時に製造する場合を示すものである。

[0025] 次いで、この永久磁石層６を形成した層の上に、導電パターン２を印刷し、同様に当該導電パターン２を除いた部分に磁性層１を印刷した後に、導電パターン２上に、当該導電パターン２の形状に対応した形状に電気絶縁性のＺｎフェライト材を印刷して非磁性パターン４を形成し、これを除いた部分に磁性層２を形成する。

[0026] このようにして、図３（ｂ）に示すように、磁性層１中に導電パターン２と非磁性パターン４とを交互に積層し、その積層方向両端部に永久磁石層６を配置するとともに、積層方向の中間位置においては、非磁性パターン４と同じ電気絶縁性のＺｎフェライト材ペースを全面にわたって印刷して非磁性層５を形成する。これと併行して、上下の導体パターン２間を、ビア穴などを利用して電気的に接続する。

[0027] 次いで、得られた積層体を、９４０℃以下の温度、具体的には約９００℃で一括焼成して一体化した後に、永久磁石層６をコイル２によって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁することにより、図１に示す積層インダクタを製造することができる。なお、図２に示す場合には、各々積層インダクタを構成する４つの積層体に切断した後に、各積層体を焼結する。

[0028] また、図４は、本実施形態の第１の変形例を示すもので、この積層インダクタが図１～図３に示したものと異なる点は、積層方向における永久磁石層６と導電パターン２との間に、導電パターン２間に形成した非磁性パターン４と同様のＺｎフェライト材からなる非磁性パターン７を形成したことにあ

る。この非磁性パターン７は、同図に示すように永久磁石層６の内法寸法が導電パターン２の外法寸法と同じ場合、あるいは上記軸線方向視において永久磁石層６と導電パターン２との間に間隙が形成されている場合に、当該間隙を塞ぐ寸法に形成されている。

[0029] さらに、図５は、本実施形態の第２の変形例を示すもので、この積層インダクタは、第１の実施形態において、導電パターン２間に配設されて絶縁層として用いられた非磁性パターン４に換えて、磁性体の透磁率の１／４以下の透磁率を有する磁性層８を、上記導電パターン２間において全面にわたって配置したものである。

[0030] また、図６は、本実施形態の第３の変形例を示すものである。

この積層インダクタにおいては、積層インダクタの外周縁部（すなわち磁性層１の外周縁部）とコイル２の外周縁部との間の全面に、２層にわたって永久磁石層６が配置されている。ここで、永久磁石層６は、非磁性パターン４が形成されている層と、その下方に隣接して導電パターン２が形成されている層とに配置されている。

[0031] そして、永久磁石層６は、非磁性パターン４が形成されている層においては、その内周縁が非磁性パターン４の外周縁と接するように形成され、かつ導電パターン２が形成されている層においては、その内周縁が導電パターン２の外周縁と接するように形成されている。

[0032] （第２の実施形態）

図７は、本発明に係る積層インダクタの第２の実施形態を示すものであり、図８～図１０は、その第１～第３の変形例を示すものである。なお、以下、図１～図６に示したものと同一構成部分については、同一符号を付してその説明を簡略化する。

これらの積層インダクタにおいては、コイル２の軸線方向視において、コイル２の内部の全面にわたって、コイル２によって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁された永久磁石層６が配置されている。

[0033] すなわち、第２の実施形態の積層インダクタにおいては、図７に示すよう

に、積層方向の図中最上部の導電パターン２の上側の層に、導電パターン２間に形成した非磁性パターン４と同様のＺｎフェライト材からなる環状の非磁性パターン７がコイル２内に延出するように形成されるとともに、この非磁性パターン７の上層に、四角形状の永久磁石層６が配置されている。ここで、永久磁石層６は、上記軸線方向視においてコイル２と重複しないように、その外法寸法が導電パターン２の内法寸法と同じになるように形成されている。

[0034] 図８は、上記構成からなる積層インダクタの第１の変形例を示すもので、この積層インダクタにおいては、上記永久磁石６に加えて、さらに積層方向の図中最下部の導電パターン２の下側の層に、同様の環状の非磁性パターン７がコイル２内に延出するように形成されるとともに、この非磁性パターン７の下層に、四角形状の永久磁石層６が配置されている。この永久磁石層６も、上記軸線方向視においてコイル２と重複しないように、その外法寸法が導電パターン２の内法寸法と同じになるように形成されている。

[0035] 次いで、図９は、第２の変形例を示すもので、この積層インダクタは、積層方向の図中最上部の導電パターン２の内部に、四角形状の永久磁石層６が配置されている。この永久磁石層６は、上記導電パターン２と同じ層に形成されたもので、上記軸線方向視においてコイル２と重複しないように、かつ隙間を形成しないように、その外法寸法が導電パターン２の内法寸法と同じになるように形成されている。

[0036] また、図１０に示す第３の変形例に係る積層インダクタおいては、図９に示した永久磁石層６の外法寸法が、導電パターン２の内法寸法よりも小さい四角形状に形成されるとともに、導電パターン２と永久磁石層６との間に、コイル２の軸線方向視において両者間を塞ぐ環状の非磁性パターン７が形成されている。

[0037] 以上の構成からなる第１および第２の実施形態並びにこれらの変形例に示した積層インダクタによれば、永久磁石層６を、軸線方向視において、コイル２の外方またはコイル２内部を塞ぐように配置しているために、図１５に

示した永久磁石のような、バイアス磁束Ｙとして作用しない逆方向の漏れ磁束Ｚを生じることがない。この結果、永久磁石層６によって、直流重畳特性を大幅に改善することができる。換言すれば、磁性体（磁性層）１として、比較的飽和し易いものの低損失な材料を用いることができるために、コンバータ変換効率の向上も図ることが可能になる。

[0038] さらに、磁性層１としてＮｉ－Ｚｎフェライト系材料を用い、非磁性パターン４、７としてＺｎフェライト系材料を用い、永久磁石層６としてＢａフェライト粉体またはＳｒフェライト粉体にBi_2O_3およびSiO_2を添加した低温焼結磁石材料を用いているために、製造時に約９００℃の温度で一括焼成した後に、永久磁石層６を着磁することにより、容易に製造することができる。

実施例

[0039] 本発明に係る積層インダクタの効果を検証するために、シミュレーションによって本発明の積層インダクタと比較例の積層インダクタにおける直流重畳特性を求めて比較した。

なお、本発明の積層インダクタおよび比較例の積層インダクタ共に、チップサイズは２．５×２．０×１．０ｍｍ、内部導体の巻数は５ターン、内部導体の膜厚は１２０μｍ、内部導体間の絶縁層厚さは１５μｍとした。

[0040] 先ず、図１１は、第１の実施形態および第１の変形例に示した構成を有する積層インダクタ（１）、（２）と、永久磁石層と内部導体との間に５０μｍの隙間を形成した比較例の積層インダクタ（３）との直流重畳特性を比較したものである。図１１から明らかなように、上記比較例の積層インダクタ（３）に対して、軸線方向視において永久磁石層と内部導体とが接するように配置した積層インダクタ（１）の方が直流重畳特性に優れる。

[0041] また、永久磁石層と内部導体との間に隙間を形成した場合においても、当該隙間を非磁性パターンによって塞いだ積層インダクタ（２）によれば、上記積層インダクタ（１）と同等の直流重畳特性が得られる。

[0042] 次いで、図１２は、第２の実施形態の第２の変形例および第３の変形例に

示した構成を有する積層インダクタ（４）、（５）と、内部導体とその内部に配置した永久磁石との間に５０μｍの隙間を形成した比較例の積層インダクタ（６）との直流重畳特性を比較したものである。図１２に見られる直流重畳特性のシミュレーション結果においても、本発明に係る積層インダクタ（４）、（５）は、比較例の積層インダクタ（６）よりも特性に優れる。

[0043] 次に、図１３は、上記積層インダクタ（１）と、永久磁石層と内部導体とをコイルの軸線方向視において１５０μｍ重複させた比較例の積層インダクタ（７）との直流重畳特性を比較したものである。同図から、本発明に係る積層インダクタ（１）に対して、永久磁石層と内部導体とを重複させた比較例の積層インダクタ（７）は、直流重畳特性が顕著に劣化することが判る。

[0044] また、図１４は、上記積層インダクタ（４）と、内部導体内に配置した永久磁石層と内部導体とをコイルの軸線方向視において１５０μｍ重複させた比較例の積層インダクタ（８）との直流重畳特性を比較したものである。同図から、本発明に係る積層インダクタ（４）に対して、永久磁石層と内部導体とを重複させた比較例の積層インダクタ（８）は、特に初期値の低下が大きく、よって図１３に示した結果と同様に、上記軸線方向視において永久磁石層を内部導体に重ねる構造が好ましくないことが判る。

産業上の利用可能性

[0045] バイアス磁束を発する永久磁石によって直流重畳特性を大幅に改善することができるとともに、磁性体として低損失な材料が使用可能となってコンバータ変換効率の向上も図ることが可能になる積層インダクタが提供できる。

符号の説明

[0046] １　磁性層

２　導電パターン（コイル）

３　外部電極

４、５、７、８　非磁性パターン

６　永久磁石層

請求の範囲

[請求項1] 複数の電気絶縁性の磁性層および導電パターンが積層され、各々の上記導電パターンが上記積層方向に順次接続されることにより上記磁性層内に螺旋状に周回するコイルが形成されるとともに、上記コイルの両端部が外周部に引き出される積層インダクタにおいて、

上記積層インダクタの外周縁部と上記コイルの外周縁部との間に、上記コイルによって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁された環状の永久磁石層を、上記コイルの軸線方向視において、その内周部が上記導電パターンと重複することなく、かつ上記導電パターンとの間を塞ぐように配置したことを特徴とする積層インダクタ。

[請求項2] 複数の電気絶縁性の磁性層および導電パターンが積層され、各々の上記導電パターンが上記積層方向に順次接続されることにより上記磁性層内に螺旋状に周回するコイルが形成されるとともに、上記コイルの両端部が外周部に引き出される積層インダクタにおいて、

上記コイルの内部の全面にわたって、上記コイルによって励磁される磁束の方向と逆方向の磁束を発するように着磁された環状の永久磁石層を、上記コイルの軸線方向視において、その外周部が上記導電パターンと重複することなく、かつ上記導電パターンとの間を塞ぐように配置したことを特徴とする積層インダクタ。

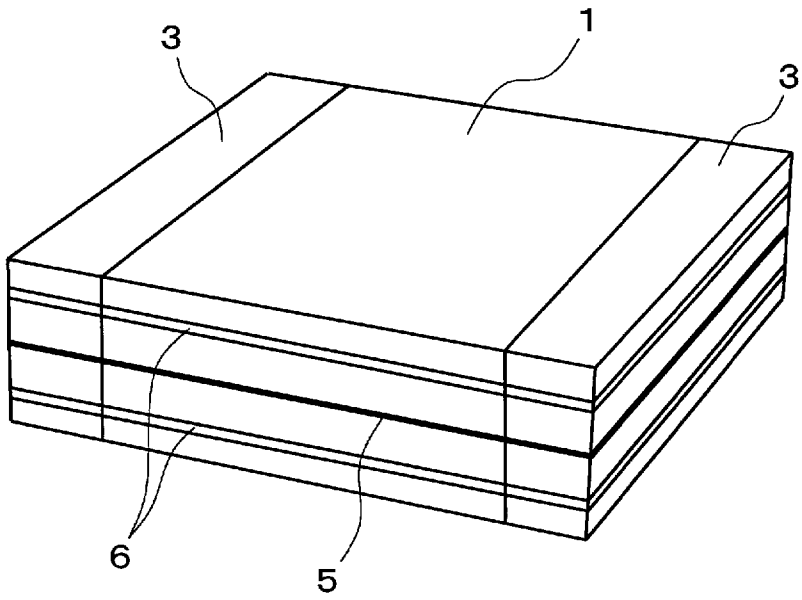
[請求項3] 上記軸線方向視において、上記永久磁石層と上記導電パターンとの間に間隙が形成されているとともに、当該間隙が上記永久磁石層と上記導電パターンとの間に介装された環状の電気絶縁性の非磁性パターンとによって塞がれていることを特徴とする請求項１または２に記載の積層インダクタ。

[請求項4] 上記磁性層および上記永久磁石層、または上記磁性層および上記永久磁石層並びに上記非磁性パターンは、９４０℃以下の温度で一括焼成可能な材料からなることを特徴とする請求項１ないし３のいずれか

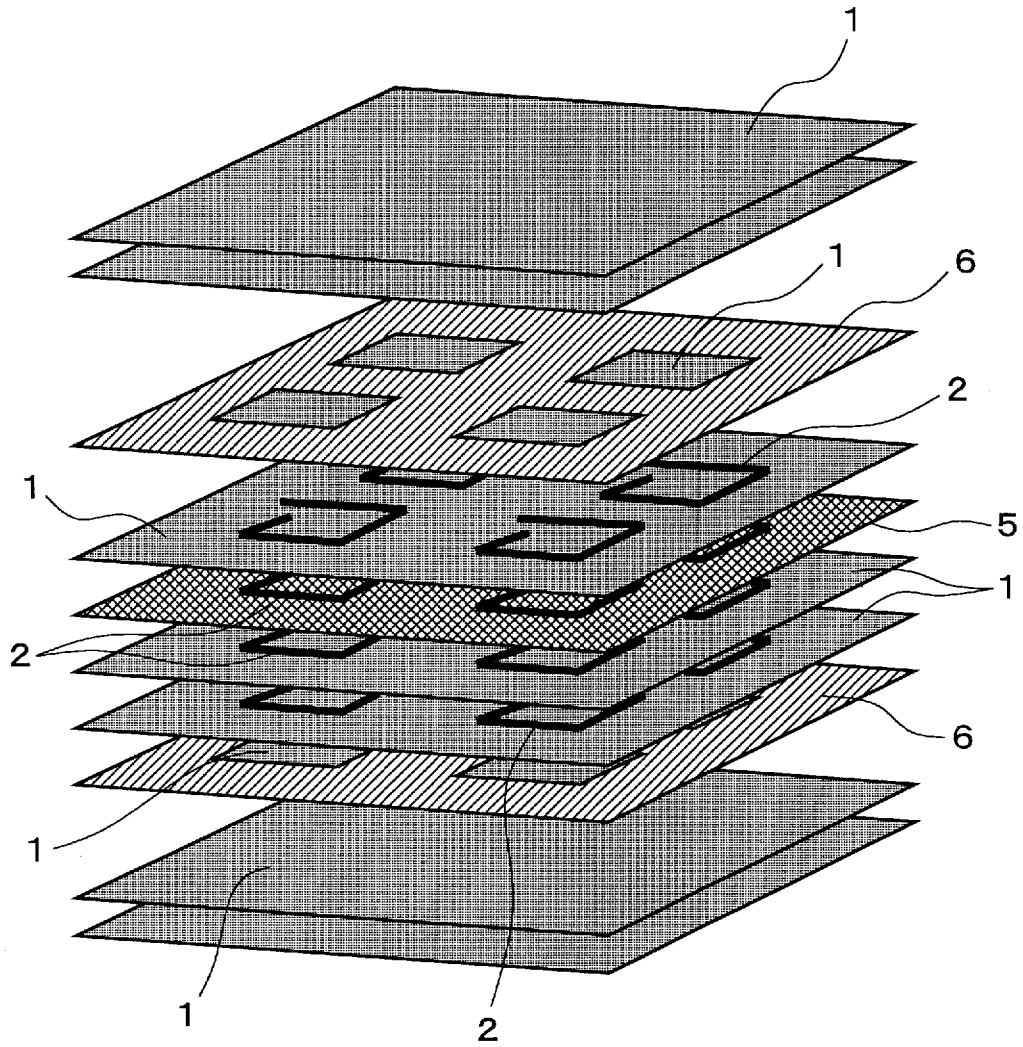
に記載の積層インダクタ。

[請求項5] 上記磁性層としてＮｉ－Ｚｎフェライト系材料を用い、上記非磁性パターンとしてＺｎフェライト系材料を用い、上記永久磁石層としてＢａフェライト粉体またはＳｒフェライト粉体にBi_2O_3およびSiO_2を添加した低温焼結磁石材料を用いたことを特徴とする請求項４に記載の積層インダクタ。

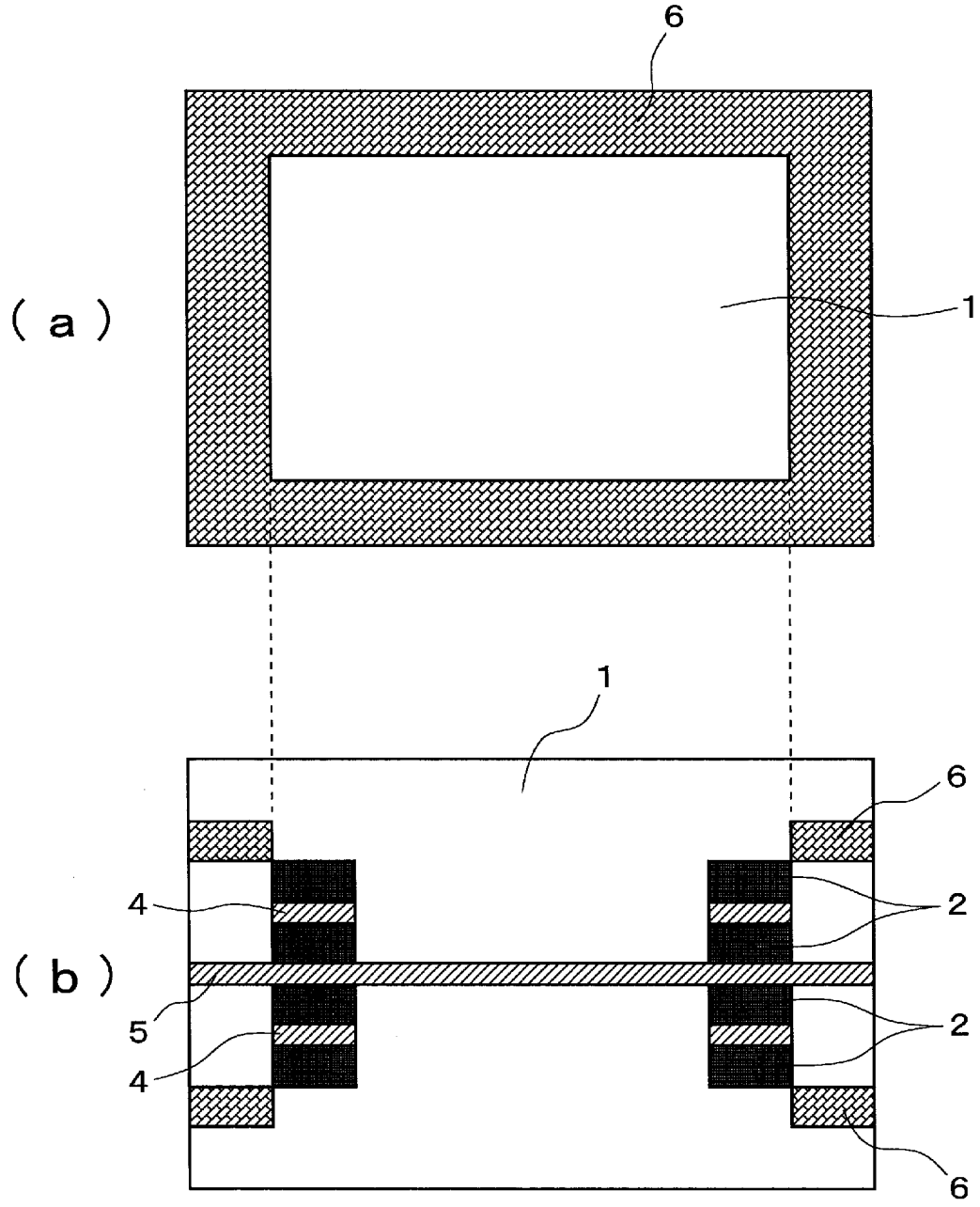
[図1]



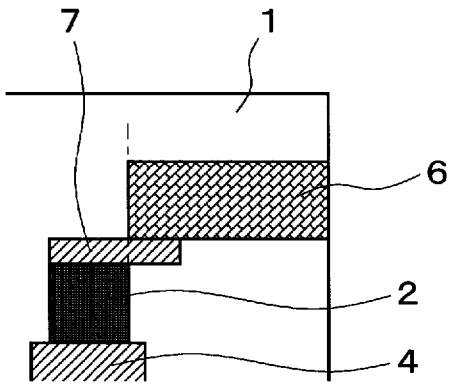
[図2]



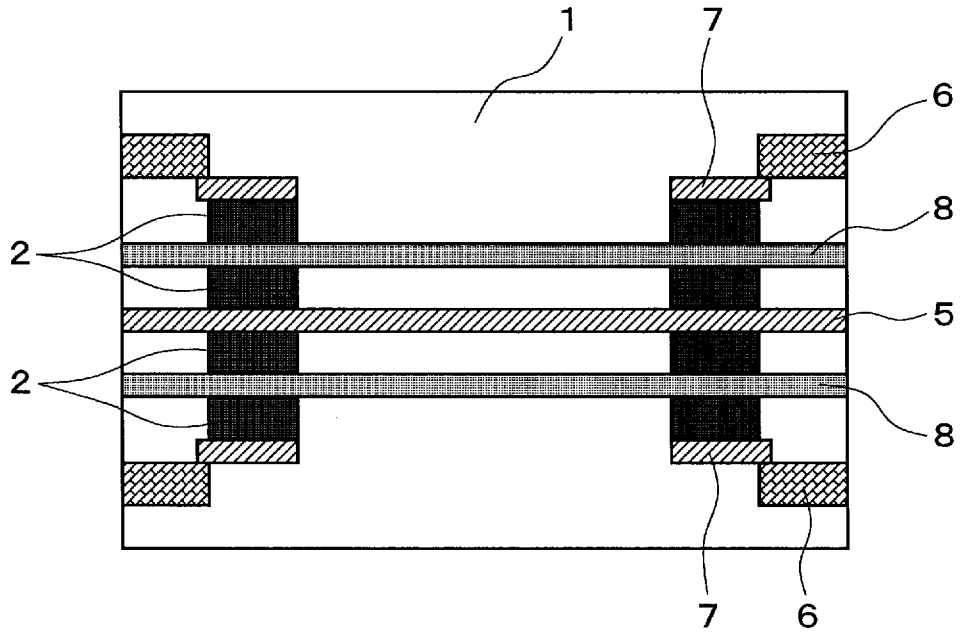
[図3]



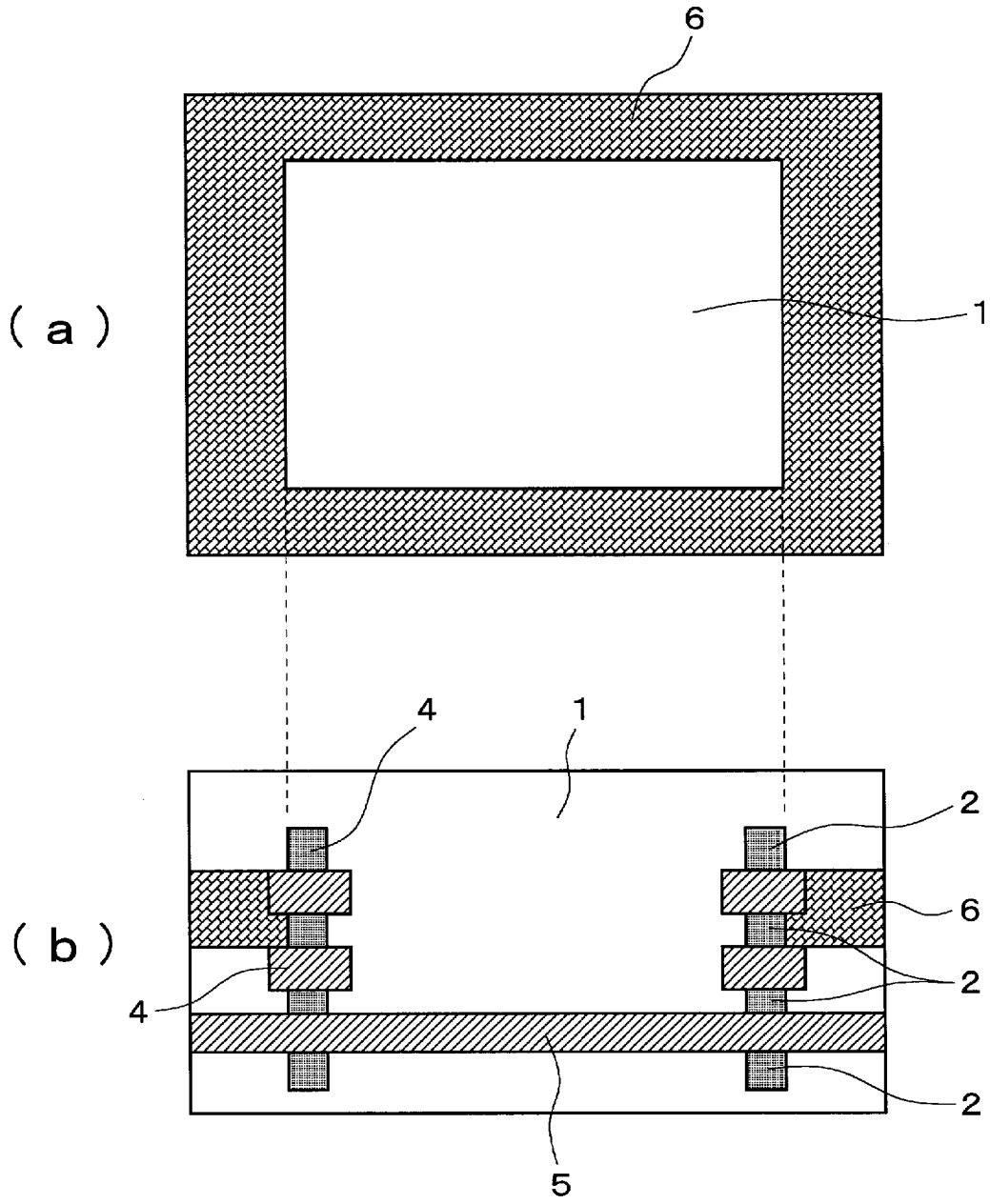
[図4]



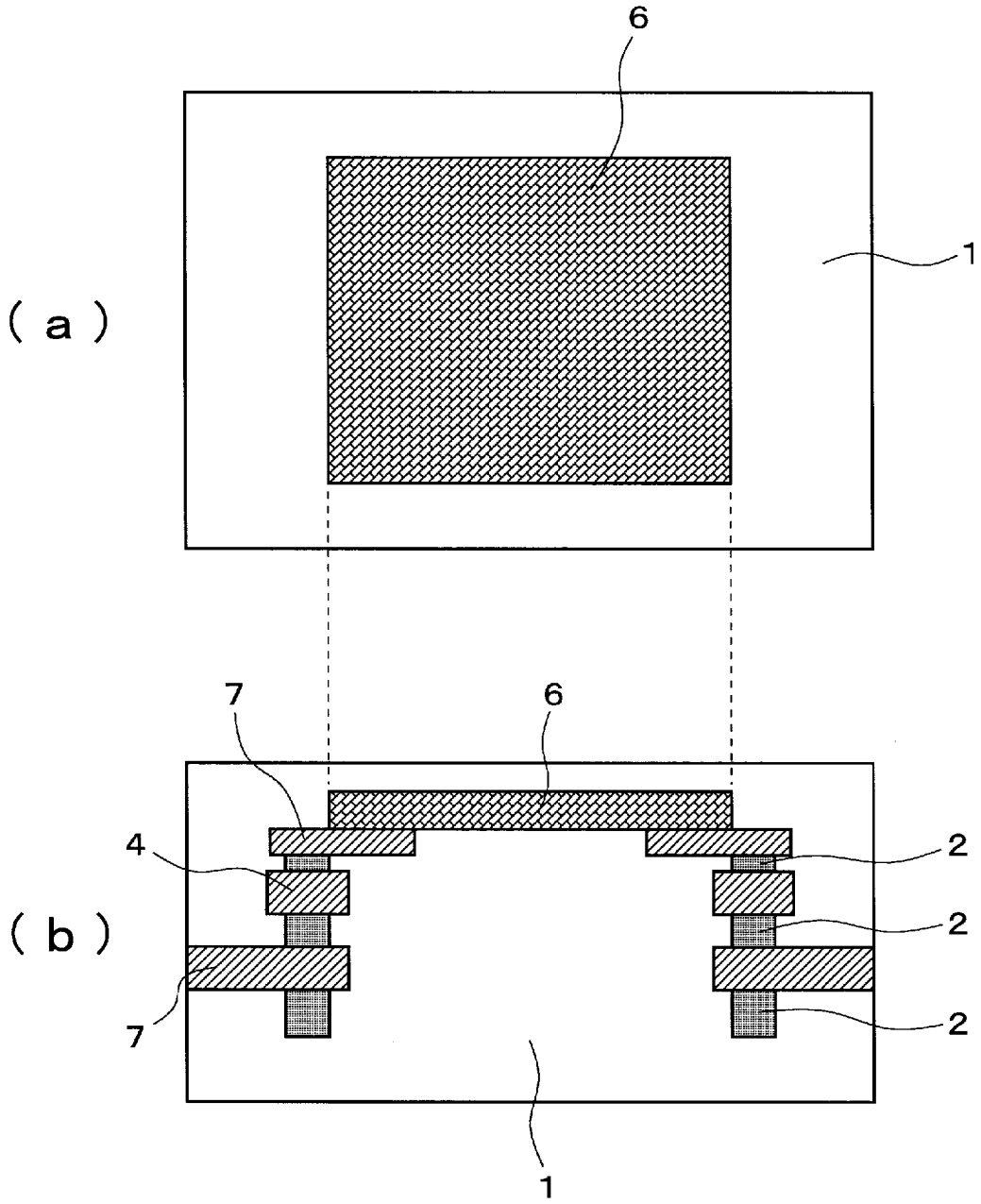
[図5]



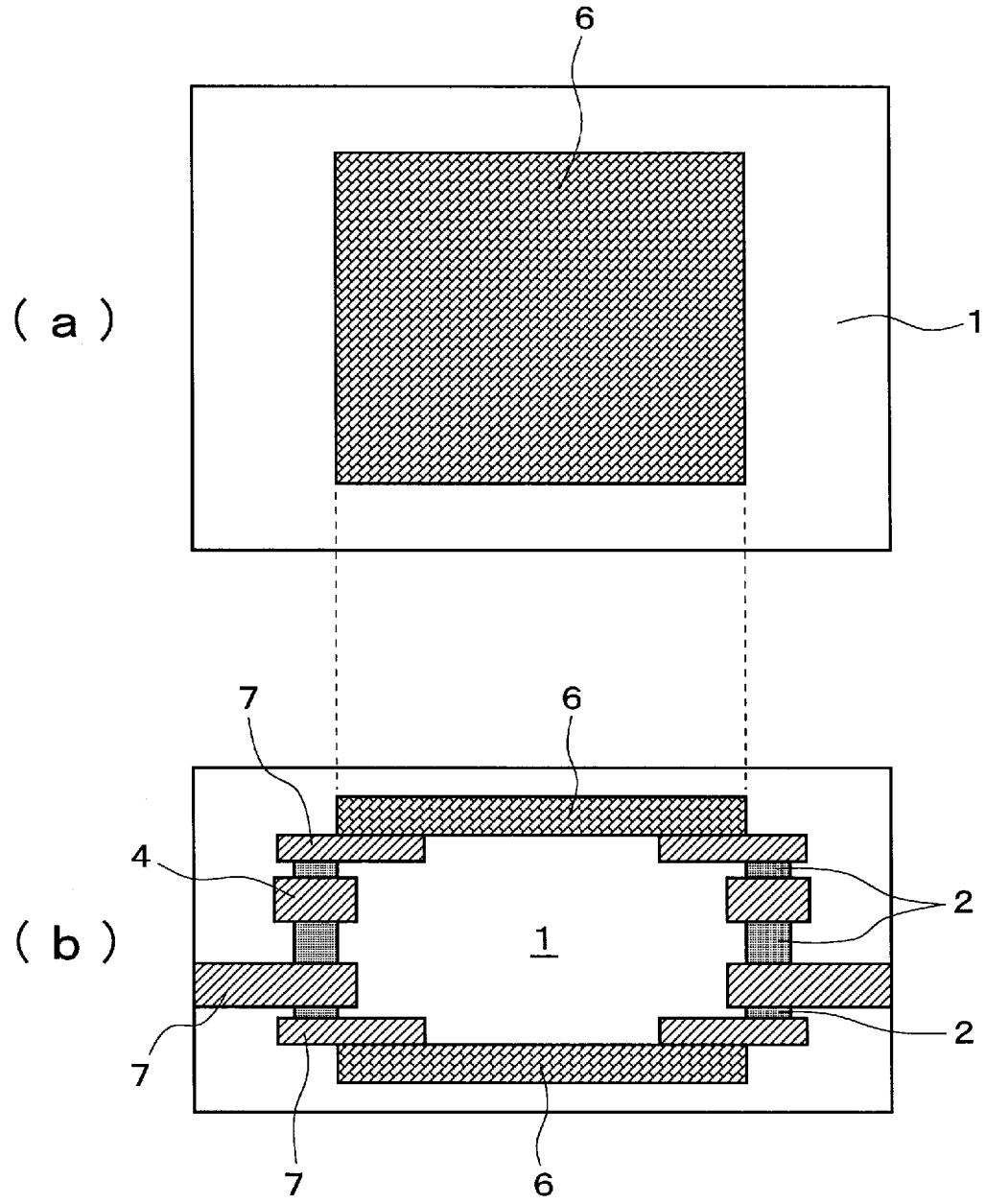
[図6]



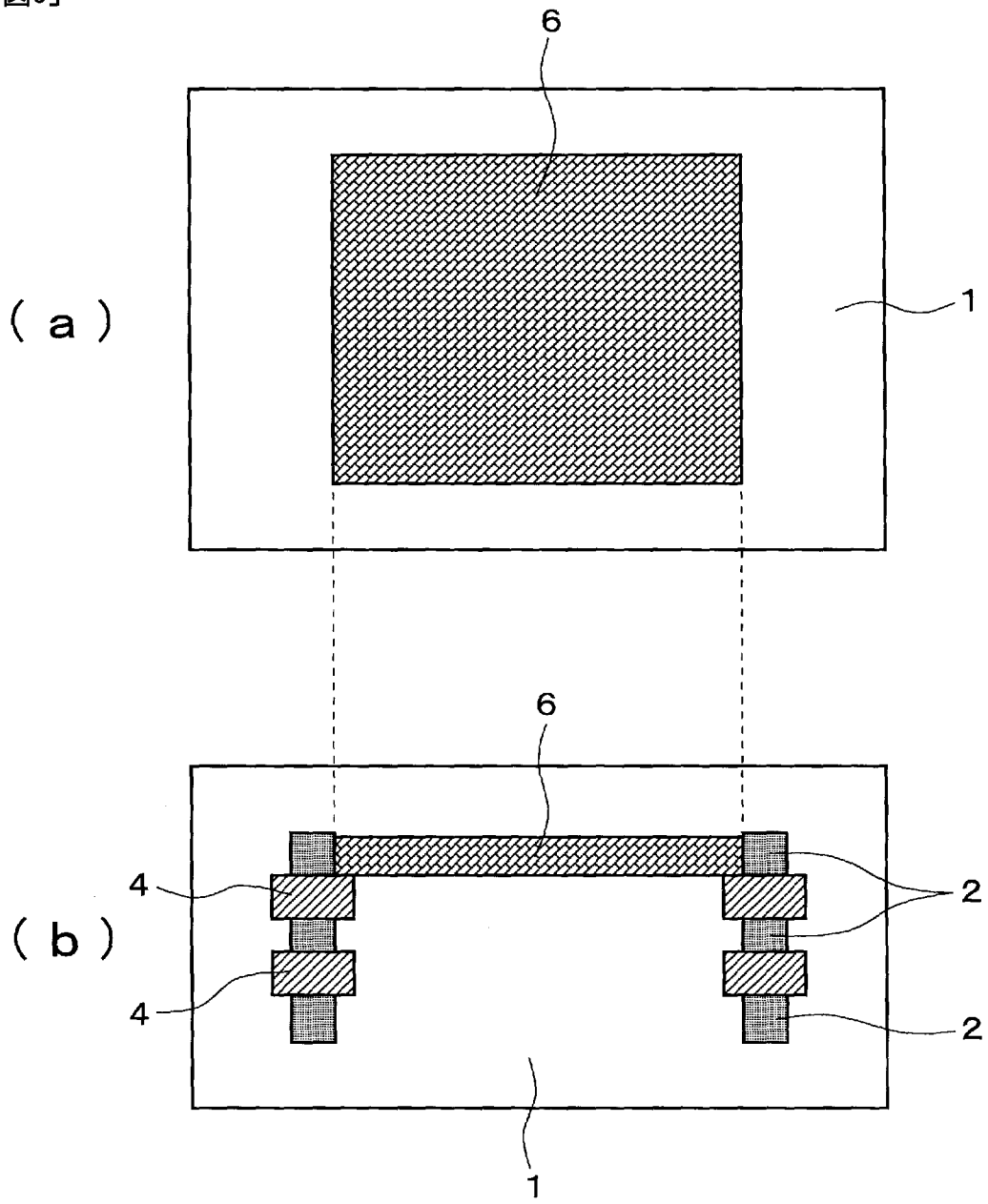
[図7]



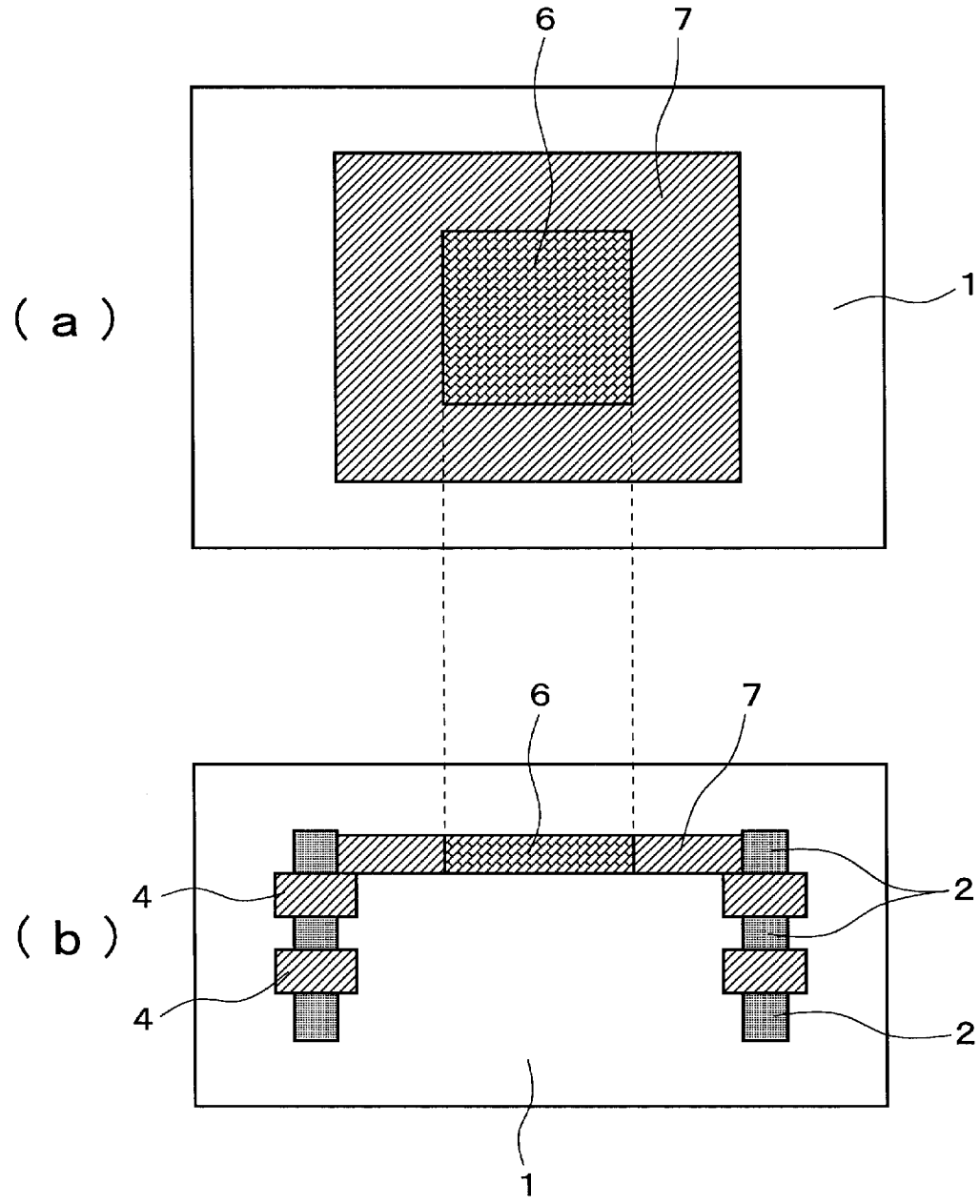
[図8]



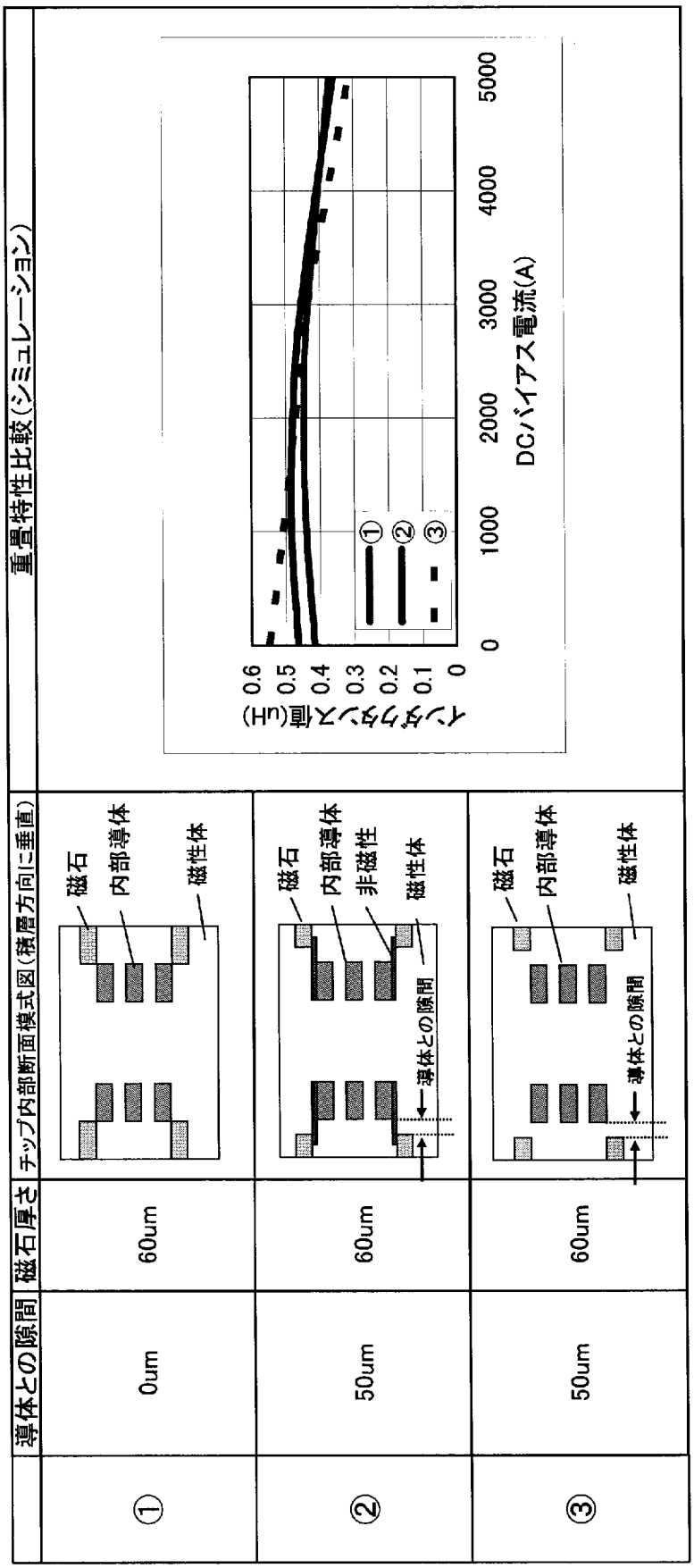
[図9]



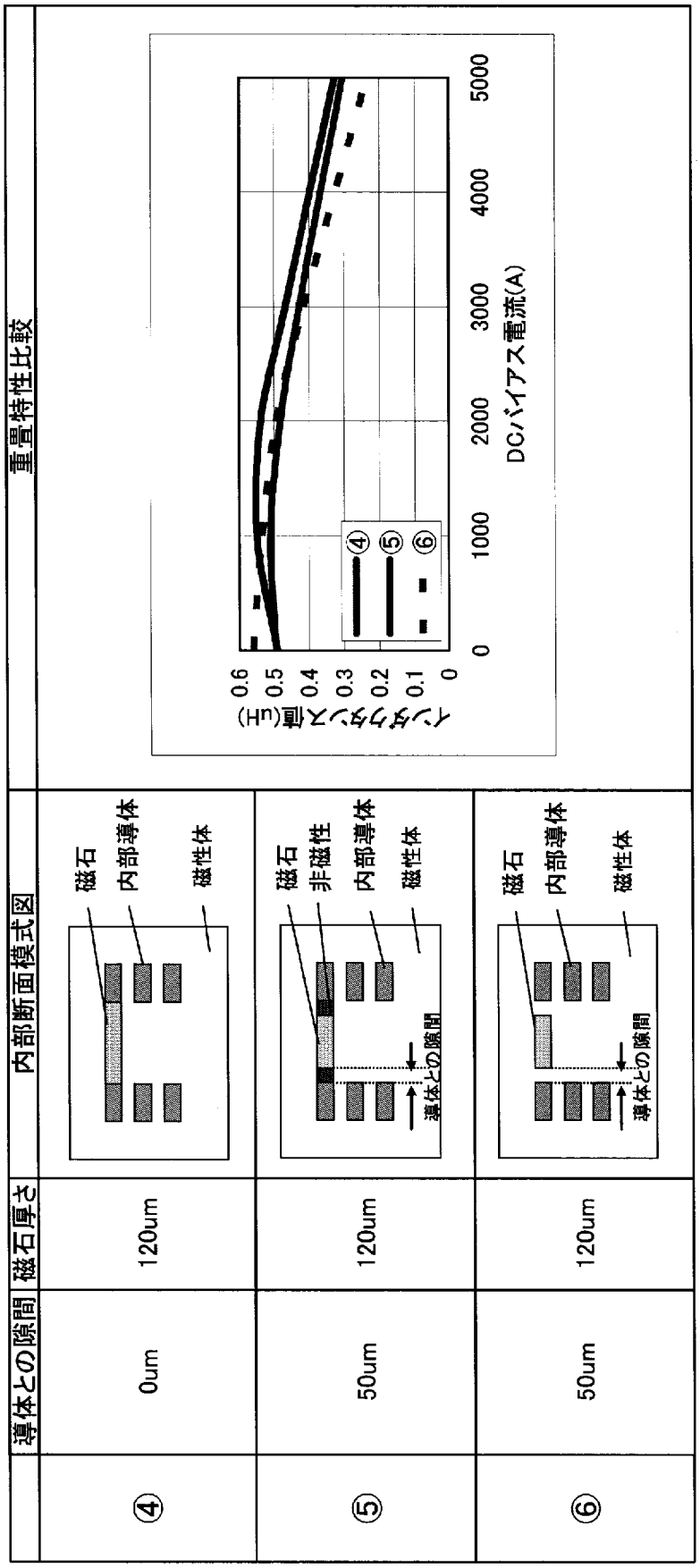
[図10]



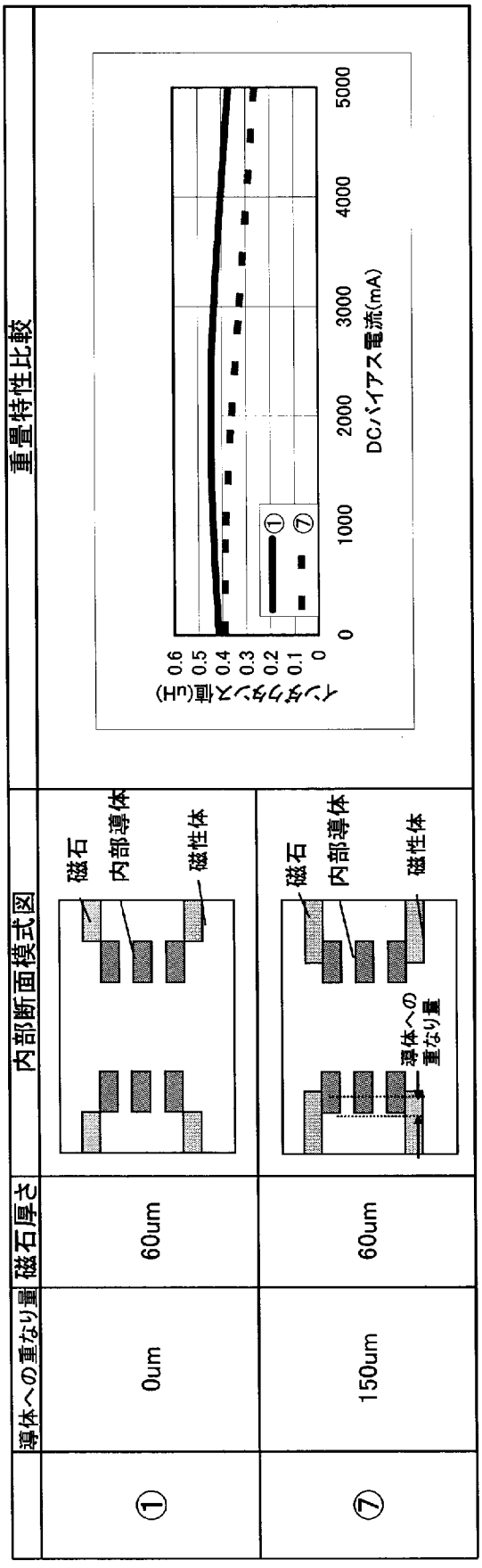
[図11]


重畳特性比較(シミュレーション)
導体との隙間
磁石厚さ
チップ内部断面模式図(積層方向に垂直)
①
0um
60um
磁石
内部導体
磁性体
②
50um
60um
磁石
内部導体
非磁性
磁性体
導体との隙間
③
50um
60um
磁石
内部導体
磁性体
導体との隙間
インダクタンス値(uH)
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
DCバイアス電流(A)
①
②
③

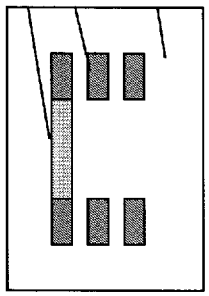
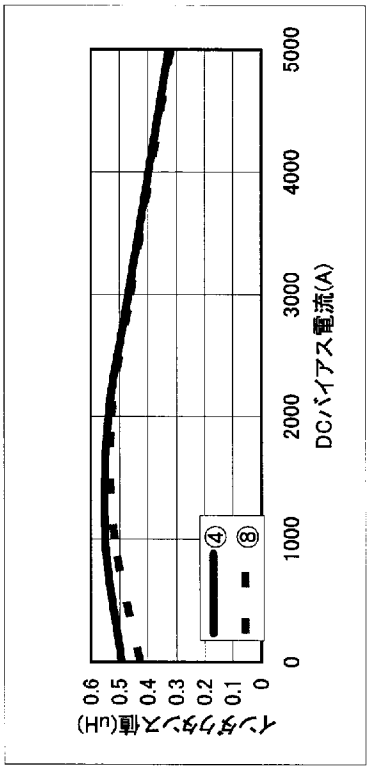
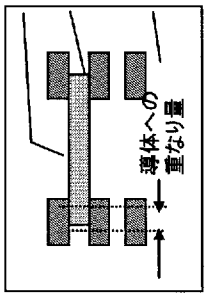
[図12]


重畳特性比較
内部断面模式図
導体との隙間
磁石厚さ
④
0um
120um
磁石
内部導体
磁性体
⑤
50um
120um
磁石
非磁性
内部導体
磁性体
導体との隙間
⑥
50um
120um
磁石
内部導体
磁性体
導体との隙間
インダクタンス値(uH)
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
DCバイアス電流(A)
④
⑤
⑥

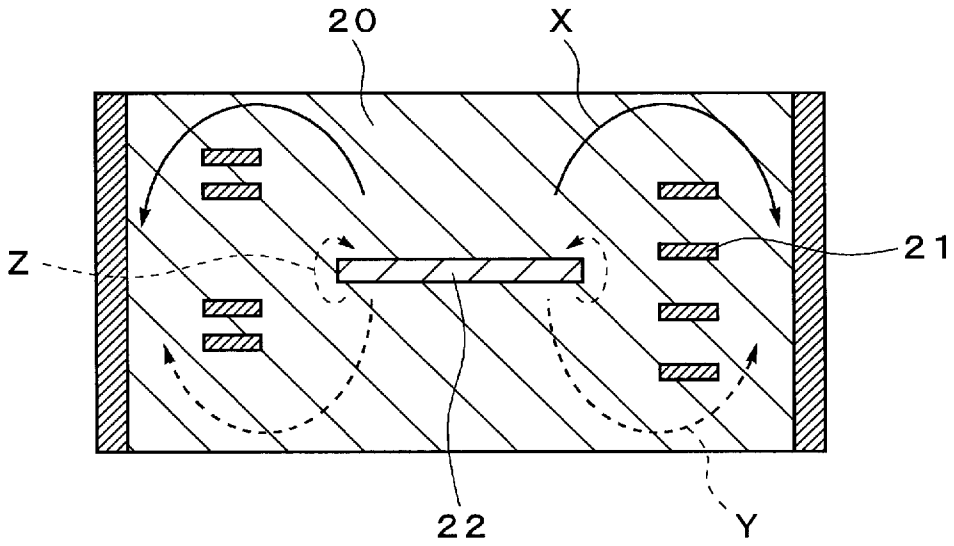
[図13]


重畳特性比較
内部断面模式図
導体への重なり量
磁石厚さ
①
⑦
0um
150um
60um
60um
磁石
内部導体
磁性体
導体への重なり量
インダクタンス値(uH)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0
1000
2000
3000
4000
5000
DCバイアス電流(mA)

[図14]

	導体との重なり量	磁石厚さ	内部断面模式図	重畳特性比較
④	0	120um		
⑧	150um	120um		

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/002577

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01F17/00(2006.01)i, *H01F17/04*(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)
H01F17/00, H01F17/04

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 Y A	JP 2006-196591 A (FDK Corp.), 27 July 2006 (27.07.2006), paragraphs [0025], [0027], [0031], [0034] (Family: none)	2,4 5 1,3
Y	JP 2002-175917 A (Tokin Corp.), 21 June 2002 (21.06.2002), paragraphs [0021], [0044] (Family: none)	5
A	JP 2002-175927 A (Tokin Corp.), 21 June 2002 (21.06.2002), paragraphs [0017], [0030] (Family: none)	1-5

☒ 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	Date of mailing of the international search report
12 August, 2014 (12.08.14)	26 August, 2014 (26.08.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/002577

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 02-081410 A (Toko, Inc.), 22 March 1990 (22.03.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／００２５７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01F17/00(2006.01)i, H01F17/04(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.　H01F17/00, H01F17/04

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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 Y A	JP 2006-196591 A（ＦＤＫ株式会社）2006.07.27, 段落【0025】,【0027】,【0031】,【0034】（ファミリーなし）	2,4 5 1,3
Y	JP 2002-175917 A（株式会社トーキン）2002.06.21, 段落【0021】,【0044】（ファミリーなし）	5
A	JP 2002-175927 A（株式会社トーキン）2002.06.21, 段落【0017】,【0030】（ファミリーなし）	1-5

☑　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

「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	国際調査報告の発送日
１２．０８．２０１４	２６．０８．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｄ　３６６２
小池　秀介
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

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 02-081410 A（東光株式会社）1990.03.22, 全文,全図（ファミリーなし）	1-5