

(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
2010 年 6 月 17 日(17.06.2010)



(10) 国際公開番号
WO 2010/067649 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 21/10 (2006.01) *H01F 29/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/065563
- (22) 国際出願日: 2009 年 9 月 7 日(07.09.2009)
- (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 2008-312547 2008 年 12 月 8 日(08.12.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): スミダコーポレーション株式会社(SUMIDA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1038589 東京都中央区八重洲一丁目 6 番 6 号 八重洲センタービル Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川原井 貢 (KAWARAI Mitsugu) [JP/JP]; 〒1038259 東京都中
- 央区日本橋 3 丁目 1 2 番 2 号 スミダ電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人信友国際特許事務所(Shin-yu International Patent Firm); 〒1510073 東京都渋谷区笹塚 1 - 6 4 - 8 笹塚サウスビル 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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE INDUCTOR

(54) 発明の名称: 可変インダクタ

[図1]

FIG. 1A

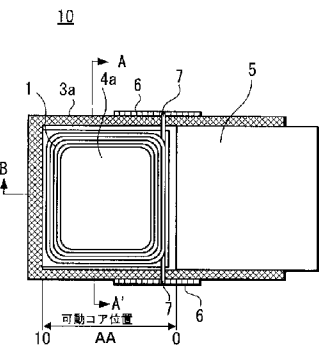


FIG. 1B

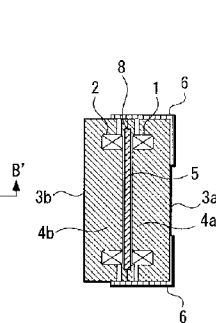
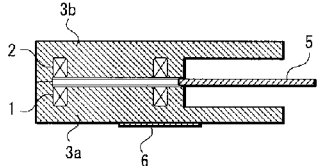


FIG. 1C



AA - MOVABLE CORE POSITION

(57) Abstract: A variable inductor (10) is provided with: a first coil (1); a second coil (2) which generates a magnetic flux in the direction which cancels a magnetic flux generated by the first coil (1); a movable core (5) which is positioned between the first coil (1) and the second coil (2) and performs an opening/closing operation; and magnetic cores (3a, 3b) which have a closed magnetic path structure having the first coil (1), the second coil (2) and the movable core (5) therein. The magnetic core (3a) is provided with a magnetic core center section (4a) where the first coil (1) is wound thereon, and the second magnetic core (3b) is provided with a magnetic core center section (4b) having the second coil (2) wound thereon.

(57) 要約: 可変インダクタ 10 は、第 1 のコイル 1 と、第 1 のコイル 1 に発生された磁束と打ち消す方向の磁束を発する第 2 のコイル 2 と、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 の間に位置し開閉動作する可動コア 5 と、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 と可動コア 5 を内包する閉磁路構造の磁性コア 3a、3b と、を備える。磁性コア 3a は、第 1 のコイル 1 が巻回される磁性コア中芯部 4a を備え、第 2 の磁性コア 3b は、第 2 のコイル 2 が巻回される磁性コア中芯部 4b を備える。

WO 2010/067649 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：可変インダクタ

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、電子機器に用いられるコイルのインダクタンス値を変える場合に適用して好適な可変インダクタに関する。

背景技術

[0002] 従来、外部信号により、コイルに対する磁性コアの位置を変え、コイルのインダクタンス値を変えられる可変インダクタがある。このような可変インダクタは、例えば、LCフィルタや共振回路においてフィルタ特性や共振周波数の調整に用いられる。

[0003] 特許文献1には、インダクタの近くに磁束可変手段を移動させることによって磁束を変化させ、インダクタンス値を変化させる可変インダクタについて開示されている。

[0004] 特許文献2には、印加する交流電流の周波数を変えることによってインダクタンスを変化させる可変インダクタについて開示されている。

特許文献1：特許2005-64308号公報

特許文献2：特許2006-286805号公報

発明の開示

[0005] ところで、従来の可変インダクタは、インダクタンス値の調整範囲が狭かった。例えば、特許文献1に開示された可変インダクタは、10%～30%程度のインダクタンスの変化量しか実現することができなかった。

[0006] 従来の可変インダクタが用いられる機器は、調整範囲が狭くても充分用いることが可能であったため、可変インダクタに求められるインダクタンスの可変範囲は限られていた。逆に、従来の可変インダクタの可変範囲が狭いために、可変インダクタの用途が上記機器に限定されていると言える。このため、可変インダクタのインダクタンスの調整範囲が大幅に広くなれば、その用途は大幅に広がり、工業的な有用性が増すことは明らかである。

- [0007] しかし、インダクタンス値の可変範囲が広くても、開磁路構造であると、インダクタから磁界が発散され、不要な電磁波が放射される。このような電磁波は、電磁妨害（EMI：Electro Magnetic Interference）の要因となる。このため、可変インダクタの周囲に複数の電子機器が混在する場合には、妨害電磁波によって、可変インダクタの近くにある電子機器の機能低下や誤作動、停止、記録の消失などの悪影響を受けることがある。特に大電流を扱う電源回路では、従来の可変インダクタを用いることはできなかった。例えば、特許文献2に開示された可変インダクタは、漏れ磁束が多くなり、外部の電子機器に影響を与えやすいため、実用性に乏しい。このため、電磁的両立性の観点から対策を施す必要があった。
- [0008] 本発明はこのような状況に鑑みて成されたものであり、妨害電磁波の発生を抑えながらインダクタンス値を変えることを目的とする。
- [0009] 本発明に係る可変インダクタは、第1のコイルと、第1のコイルが発する磁束を打ち消す方向に磁束を発する第2のコイルと、第1のコイル及び第2のコイルの間に移動することによって、第1のコイル及び第2のコイルが発する磁束を遮る可動コアと、第1のコイル、第2のコイル及び可動コアを内包する閉磁路構造の磁性コアと、を備える。
- [0010] このようにしたことによって、閉磁路構造の磁性コアによって、第1のコイル、第2のコイル及び可動コアを内包するため、外部への漏れ磁束を少なくし、妨害電磁波の発生を抑えた上で、インダクタンス値の変化範囲を大きくすることができる。
- [0011] 本発明によれば、閉磁路構造の磁性コアによって、第1のコイル、第2のコイル及び可動コアを内包するため、外部への漏れ磁束を少なくし、妨害電磁波の発生を抑えることができる。そして、可動コアを移動させることによって、インダクタンス値の調節を容易に行うことができるという効果がある。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1] A, B, C 本発明の第1の実施の形態における可変インダクタの例を

示す構成図である。

[図2]本発明の第1の実施の形態における可変インダクタの例を示す分解斜視図である。

[図3]本発明の第1の実施の形態におけるコイルの第1の接続方式の例を示す説明図である。

[図4]本発明の第1の実施の形態における可変インダクタに生じる磁束の向きをモデル化した例を示す説明図である。

[図5]本発明の第1の実施の形態における図1Aにおける可変インダクタのB-B'線に沿った磁性コアの断面図の例を示す説明図である。

[図6]本発明の他の実施の形態における図1Aにおける可変インダクタのB-B'線に沿った磁性コアの断面図の例を示す説明図である。

[図7]A, B, C 本発明の第2の実施の形態における可変インダクタの例を示す構成図である。

[図8]本発明の第2の実施の形態におけるコイルの第2の接続方式の例を示す説明図である。

[図9]A, B, C 比較サンプルの例を示す構成図である。

[図10]第1及び第2の実施の形態における可変インダクタと比較サンプルの可動コア位置に対するインダクタンス比の例を示す説明図である。

[図11]第1及び第2の実施の形態における可変インダクタと比較サンプルの可動コア位置に対するインダクタンス値の例を示す説明図である。

[図12]第1のコイルと第2のコイルの巻線軸と端面面積を異ならせた場合における磁束の様子を示す説明図である

[図13]A, B, C, D 本発明の第3の実施の形態における可変インダクタの例を示す構成図である。

発明を実施するための最良の形態

[0013] 以下、本発明の第1の実施の形態について、図1～図5を参照して説明する。本実施の形態では、例えば、小型の電子機器、電子回路に採用される可変インダクタ10に適用した例について説明する。

[0014] 図 1 A, B, C は、可変インダクタ 10 の構成例を示す。

図 1 A は、上面視した場合における可変インダクタ 10 の構成例を示す。

図 1 B は、図 1 A における可変インダクタ 10 の A-A' 線に沿った断面図の例を示す。

図 1 C は、図 1 A における可変インダクタ 10 の B-B' 線に沿った断面図の例を示す。

[0015] 可変インダクタ 10 は、磁性コア中芯部 4 a, 4 b と、磁性コア中芯部 4 a, 4 b の周囲に導線が巻回されて形成される第 1 のコイル 1 及び第 2 のコイル 2 と、を備える。第 1 のコイル 1 と磁性コア中芯部 4 a は、一面に開口部が形成される箱形の磁性コア 3 a と、この開口部を覆う板状の可動コア 5 によって周囲が覆われる。磁性コア 3 a の側面には、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 から延ばされたコイル端部引出部 7 が接続される外部電極 6 を備える。コイル端部引出部 7 は、磁性コア 3 a の壁から延出され、外部電極 6 に接続される第 1 のコイル 1 及び第 2 のコイル 2 の端部であり、コイル端部引出部 7 が外部電極 6 に接続されることによって、第 1 のコイル 1 及び第 2 のコイル 2 が並列接続される。

[0016] 第 1 のコイル 1 は、導電線が空芯巻回されたコイルである。一般的に導電線は、銅芯の周囲に絶縁皮膜が被覆されて形成される。ただし、可変インダクタ 10 を低背化するため、第 1 のコイル 1 としては、巻線以外に絶縁樹脂シート上に形成されたフラットコイルを用いてもよい。ただし、フラットコイルを用いた場合、巻線の間絶縁処理が必要となる。このため、例えば、樹脂でコイルを覆うように形成したり、透磁率を高めるため、樹脂と磁性粉末の混合物でコイルを被ったりすればよい。

[0017] 第 2 のコイル 2 は、第 1 のコイル 1 と同じ材料、同じターン数、同じ巻線方法で形成されるコイルである。ただし、第 2 のコイル 2 は第 1 のコイル 1 と並列に接続されるため、第 2 のコイル 2 の巻線は、第 1 のコイル 1 の巻線と逆向きに巻回される。これにより、第 1 のコイル 1 から発する磁束を打ち消すことができる。

[0018] 第1のコイル1、第2のコイル2及び可動コア5を内包する閉磁路構造の磁性コアは、第1のコイル1を備える磁性コア3aと、第2のコイル2を備える第2の磁性コアを組み合わせて形成される。磁性コア3aは、第1のコイル1が巻回される磁性コア中芯部4aを備え、第2の磁性コア3bは、第2のコイル2が巻回される磁性コア中芯部4bを備える。磁性コア3a及び磁性コア中芯部4a、並びに磁性コア3b及び磁性コア中芯部4bは、フェライトから焼成され、又は金属系磁性材料等の材質が使われて形成されるコアである。磁性コア3a及び磁性コア中芯部4a、並びに磁性コア3b及び磁性コア中芯部4bは、高透磁率を持ちながら、磁束が通りやすい性質を持つ。そして、磁性コア3a、及び磁性コア3bは、第1のコイル1、第2のコイル2の全体を囲む磁性体コアの一部であり、漏れ磁束を抑制する機能を有する。

[0019] 可動コア5は、フェライトから焼成され、又は金属系磁性材料等の材質が使われて形成される平板状の磁性体コアである。可動コア5は、高透磁率を持ちながら、磁束が通りやすい性質を持つ。可動コア5の対向する2辺は、磁性コア3aの内側面であって、可動コアの移動方向に形成されたガイド溝8によって支持されており、可動コア5はガイド溝8に沿って横に移動可能である。そして、可動コア5は可動コア5の開閉動作をコントロールする不図示のアクチュエータに連結される。アクチュエータは、磁性コア3a、5の外部に生じる隙間に設置しても良いが、本発明の変圧インダクタ10の外部の別のところに設置しても良い。

[0020] ガイド溝8は、可動コア5を保持し、可動コア5の自由移動を許す機能を有する。ガイド溝8としては、可動コア5をよりスムーズに移動させるために、磁性コア3a、3bの壁に略L字の溝を形成し、L字の溝の内面に樹脂を塗布してレール面を作ってもよい。また、製造工程や使用要求に応じて、適宜最適な構成を追加したり変更したりすることもできる。例えば、変圧インダクタ10の外部において、磁性コア3a、3bの間の隙間部に、樹脂での充填部材を入れて可動コア5の支持部材やレール面を形成しても良いし、

片方を空けて可動コア 5 を駆動するアクチュエータを配設しても良い。

[0021] 外部電極 6 は、並列接続された第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 の両端に接続され、外部から第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 に電流を供給する。外部電極 6 は、コイル端部引出部 7 から磁性コア 3 a の外部や、磁性コア 3 a が接触する不図示の基板との実装部まで、例えば、銀などの金属粉末と樹脂の混合物を塗布し、焼結することによって形成される。可変インダクタ 10 には、二つの外部電極 6 しか使われないので、材料とスペースを省くことができる。なお、外部電極 6 として、金属製の電極を磁性コア 3 a に接着し、この電極に第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 のコイル端部を半田付けしても良い。

[0022] 図 2 は、可変インダクタ 10 の分解斜視図である。

図 2 において、外部電極 6 や可動コア 5 の支持部材については図示を省略する。図 2 より、磁性コア 3 a に設けられた磁性コア中芯部 4 a に第 1 のコイル 1 がはめ込んで設置され、磁性コア 3 b に設けられた磁性コア中芯部 4 b (図 1 参照) に第 2 のコイル 2 がはめ込んで設置されることが示される。また、可動コア 5 は、ガイド溝 8 に沿って、移動可能であることが示される。

[0023] 図 3 は、コイルの第 1 の接続方式の例を示す。

可変インダクタ 10 が備える第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 は、並列接続される。第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 は、巻線方式が同じであり、第 1 のコイル 1 の巻線軸及び第 2 のコイル 2 の巻線軸が互いに一致する箇所 (本例では、空芯の軸) であって、この空芯の軸が同じ方向に配置される。導線の矢印は電流の方向を示しており、入力部 11 から入力され、出力部 12 から出力される電流により、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 が磁束を発生する。ここで、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 が発する磁束は、密度が同じであるが、方向は反対となる。このため、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 の内部に生じる磁束はほとんど打ち消される。ただし、わずかな漏れ磁束 9 は、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 の間から外部へ漏れ出すが、妨害電

磁波の要因となるほど強い磁束ではない。

[0024] 図4は、図1Aにおける可変インダクタ10のB-B'線に沿った断面図の例を示す。

ここでは、可変インダクタ10に生じる磁束の向きをモデル化した例について説明する。

[0025] 第1のコイル1と第2のコイル2を磁性コア3a, 3bに収納して、さらに、第1のコイル1と第2のコイル2の間に可動コア5を挿入する。このとき、可動コア5は、第1のコイル1及び第2のコイル2の巻線軸方向に対して垂直方向に移動する。これにより、第1のコイル1と第2のコイル2が可動コア5によって遮断される部分において、第1のコイル1と第2のコイル2が発する反対方向の磁束が可動コア5で合流する。このため、可動コア5と磁性コア3a, 3bは、閉磁路を構成する。また、第1のコイル1と第2のコイル2が発する反対方向の磁束が合流する部分では、インダクタンスが発生する。一方、可動コア5に遮断されていない部分において、前述のように、上下の磁束（図2で破線に示された磁束）が相殺され、インダクタンスに寄与しない。このため、可動コア5の挿入度合いを変えて、インダクタンスに寄与する磁束の量を調整することによって、インダクタンス値を調整することが可能となる。

[0026] 次に、可変インダクタ10を作製する工程の例について、図5を参照して説明する。

[0027] 図5は、図1Aにおける可変インダクタ10のB-B'線に沿った磁性コア3a, 3bの断面図の例を示す。

[0028] まず、磁性コア3a, 3bと磁性コア中芯部4aを形成する。磁性コア3a, 3bと磁性コア中芯部4aは、原料粉、例えば、Ni-Zn系フェライトなどの軟磁性フェライト粉末をプレスで所望の形状に成形し、その後焼成炉で焼結体として焼き固めることによって、上下対称とした磁性コア3a, 3bを形成する。同時に、空芯の第1のコイル1と第2のコイル2を形成する。

[0029] 次に、第１のコイル１と第２のコイル２を、それぞれ磁性コア３a、３bに装着した上で、板状の可動コア５と不図示のアクチュエータを装着する。

次に、コイル端部引出部７を磁性コア３a、３bの壁から延出する。

最後に、磁性コア３a、３bを合わせて接着剤等により接着固定し、磁性コア３a、３bの外部に外部電極６を形成する。

[0030] 以上説明した第１の実施の形態に係る可変インダクタ１０によれば、磁性体で完全な閉磁路を形成している状態から、開磁路状態、更に磁性体をコイルから遠ざけて空芯コイルの状態にすることによって、インダクタンスの可変範囲を広げることが可能となる。また、第１のコイル１と第２のコイル２から発する磁束は真反対方向としているので、磁束を互いに打ち消すことができる。さらに、第１のコイル１と第２のコイル２が磁性コア３a、３bに内包されており、磁性コア３a、３bと磁性コア中芯部４aを通して閉磁路構造となる。このため、可変インダクタ１０の外部に漏れ磁束が生じにくくなるという効果がある。

[0031] また、可動コア５は、第１のコイル１と第２のコイル２の間に挿入又は遠離されるよう、不図示のアクチュエータによって開閉動作が行われる。このとき、第１のコイル１と第２のコイル２が発する磁束のうち、互いに打ち消し合わない磁束によってインダクタンスが発生する。このため、可変インダクタ１０のインダクタンスの可変範囲は一般的な可変インダクタより広くなるという効果がある。

[0032] また、第１のコイル１と第２のコイル２が発する磁束を可動コア５が遮ることによって、インダクタンスを容易に調節することができる。また、可動コア５の移動量を調整するために、可動コア５の第１のコイル１及び第２のコイル２に対する位置を調整する調整部を磁性コア３a、３bのいずれか、又は両方に備えてもよい。例えば、調整部として不図示のアクチュエータを用いれば、可動コア５は、アクチュエータによってガイド溝８に沿ってわずかな力で移動しうる。このため、インダクタンスを所望の値に微調整することができる。

[0033] なお、可変インダクタ 10 を作製する工程は、上述した第 1 の実施の形態において説明した工程に限られない。本発明の要旨を逸脱しない限り、種々の製造工程や製造順番や変形も可能である。

[0034] 図 6 は、磁性コア 3 a, 3 b の変形例を示す。

上述した第 1 の実施の形態に係る磁性コア 3 a, 3 b の代わりに、断面形状が図 6 に示されるような磁性コア 15 を焼結し、I 型コアに巻線されたコイルを磁性コア 15 の内部に入れても良い。

[0035] また、磁性コア 3 a, 3 b と、第 1 のコイル 1 及び第 2 のコイル 2 を位置固定するため、樹脂などで両者を粘着する工程を入れても良い。また、第 1 のコイル 1, 第 2 のコイル 2 を磁性コア 3 a, 3 b に入れた後、コイルを被覆するように、樹脂とフェライト粉末の混合物を入れて焼結しても良い。また、可動コア 5 を支持するための支持部材を磁性コア 3 a, 3 b と可動コア 5 の隙間に入れたり、樹脂等の充填剤を入れたりしてもよい。

[0036] また、磁性コア 3 a, 3 b の隙間から磁束が漏れ出さないように、磁性コア 3 a, 3 b 並びに第 1 のコイル 1 及び第 2 のコイル 2 との隙間に粉末磁性体と樹脂の混合物を入れてもよい。また、磁性コア 3 a, 3 b の形成方法は上述の乾式法を開示したが、より性質高いコアを求める場合には、湿式法も使用できる。また、磁性コア 3 a, 3 b の形は六面体のみならず、円柱や、多面体としてもよい。

[0037] 次に、本発明の第 2 の実施の形態について、図 7 と図 8 を参照して説明する。

本実施の形態においても、例えば、小型の電子機器、電子回路に採用される可変インダクタ 20 に適用した例について説明する。以下の説明において、既に第 1 の実施の形態で説明した図 1 に対応する部分には同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0038] 図 7 A, B, C は、可変インダクタ 20 の構成例を示す。

図 7 A は、上面視した場合における可変インダクタ 20 の構成例を示す。

図 7 B は、図 7 A における可変インダクタ 20 の A-A' 線に沿った断面

図の例を示す。

図 7 C は、図 7 A における可変インダクタ 20 の B-B' 線に沿った断面図の例を示す。

[0039] 可変インダクタ 20 の構成は、上述した第 1 の実施の形態に係る可変インダクタ 10 の構成とほぼ同じである。ただし、可変インダクタ 20 は、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 が直列接続されている点と、磁性コア中芯部 4 a, 4 b を有さない点が異なる。このため、第 1 のコイル 1、第 2 のコイル 2 及び可動コア 5 を内包する閉磁路構造の磁性コアは、第 1 のコイル 1 を備える第 1 の磁性コア 3 a と、第 2 のコイル 2 を備える第 2 の磁性コア 3 b を組み合わせて形成されるだけである。

第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 からの磁束を向かい合う方向に発生させるために、両者の導線の巻方向は同一とする。そして、可変インダクタ 20 には、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 が直列接続される接続電極 2 1 が設置される。接続電極 2 1 は、磁性コア 3 a, 3 b の側面に設置されるため、接続電極 2 1 に対応する磁性コア 3 a, 3 b の側面に切欠部が形成される。

[0040] 図 8 は、コイルの第 2 の接続方式の例を示す。

可変インダクタ 20 が備える第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 は、直列接続される。第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 は、巻線方式が同じであり、空芯の軸が同じ方向に配置される。入力部 1 1 から入力し、出力部 1 2 から出力する電流により、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 が磁束を発生する。第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 が発する磁束は、密度が同じであり、方向は同じとなる。

[0041] 本実施の形態に係る可変インダクタ 20 は、磁性コア中芯部 4 a, 4 b を有さない例を挙げたが、それは可変インダクタの重畳特性を改善するためである。一般的に、特に電源装置において、コイルに過大電流を流すと、コイルに巻回されている磁性コアに通る磁束密度が高くなって、「磁気飽和」という現象が起こる。この現象により、電流が大きくなっているにもかかわらず、インダクタンスが下がってしまうという問題が生じる。なお、電流と

インダクタンス値の関係を表す「直流重畳特性」という指標がある。第2の実施の形態において、直流重畳特性を改善する意図で、磁性コア中芯部4a, 4bを無くすことによって、磁気飽和にならないように工夫している。なお、実際の要求に応じて、磁性コア中芯部4a, 4bを入れる構成としてもよい。

[0042] ここで、可変インダクタ10, 20のインダクタンス値の可変範囲の比較例について、図9～図11を参照して説明する。この比較を行うため、従来技術を使って比較サンプルを作製して、比較サンプルと可変インダクタ10, 20のインダクタンス値の可変範囲を比べた。

[0043] 図9A, B, Cは、比較サンプルの構成例を示す。

図9Aは、上面視した場合における比較サンプルの構成例を示す。

図9Bは、図9Aにおける比較サンプルのA-A'線に沿った断面図の例を示す。

図9Cは、図9Aにおける比較サンプルのB-B'線に沿った断面図の例を示す。

[0044] 比較サンプルの構造は、可変インダクタ20の構造とほぼ同じである。ただし、比較サンプルは、第2のコイル2と上部の磁性コア3bを取り外した状態としてある。このため、比較サンプルは、開磁路構造となる。

[0045] 図10は、可動コア5の位置を変えた場合における、可変インダクタ10, 20と比較サンプルとのインダクタンス値の変化率の例を表している。図10において、可変インダクタ10のインダクタンス比を示す折れ線23, 可変インダクタ20のインダクタンス比を示す折れ線24及び比較サンプルのインダクタンス比を示す折れ線25によって、可動コア5の位置に対するインダクタンス比を表している。

[0046] また、可動コア5が第1のコイル1と第2のコイル2を完全に遮断する場合の位置を“10”とし、可動コア5が第1のコイル1と第2のコイル2から完全に抜かれた場合の位置を“0”とする（図1A、図7A及び図9A参照）。以下、位置“0”に対する可動コア5の相対的な位置を「可動コア位

置」と称する。そして、可動コア 5 が “10” の位置にある際のインダクタンス値を “1” として、他の位置のインダクタンス値に対して規格化する。

[0047] 図 10 に示すように、可動コア位置が “0” における可変インダクタ 10, 20 のインダクタンス比は共に、20% 付近であるのに対し、比較サンプルのインダクタンス比は 70% 付近であることが分かる。このため、可変インダクタ 10, 20 のインダクタンス比は、比較サンプルのインダクタンス比に比べて変化率が大きいと言える。

[0048] 図 11 は、具体的なインダクタンス値と位置の関係の例を示す。

図 11 は、可動コア 5 の位置を変えた場合における、可変インダクタ 10, 20 と比較サンプルとのインダクタンス値の例を表している。図 11 において、可変インダクタ 10 のインダクタンス値を示す折れ線 26, 可変インダクタ 20 のインダクタンス値を示す折れ線 27 及び比較サンプルのインダクタンス値を示す折れ線 28 によって、可動コア 5 の位置に対するインダクタンス値を表している。

[0049] 図 11 に示すように、可動コア位置が “10” における可変インダクタ 10 のインダクタンス値は、約 $3.3 \mu\text{H}$ であり、可変インダクタ 20 のインダクタンス値は、約 $2.2 \mu\text{H}$ である。これに対し、比較サンプルのインダクタンス値は、約 $1.0 \mu\text{H}$ であることが分かる。このため、可変インダクタ 10, 20 のインダクタンス値は、比較サンプルのインダクタンス値に比べて変化率が大きいと言える。

[0050] 可変インダクタ 10, 20 のインダクタンス値は、可動コア 5 が挿入され、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 が遮断された状態では、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 は、それぞれ独立に磁路を形成するため、発生する磁束の相互作用は極めて小さくなる。一方、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 は、独立した二つのインダクタとして機能することから、二つのインダクタが直列又は並列に接続された場合におけるインダクタンス値が得られる。一方、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 から可動コア 5 が抜かれた状態では、第 1 のコイル 1 と第 2 のコイル 2 がお互いに磁束を打ち消すため、二つのコイル

間の隙間に生じる漏れ磁束だけでインダクタンスが発生する。このため、インダクタンスは極めて小さい値となる。この時、１つのコイルを開磁路構造とした場合に比べても、発生する磁束が抑制されるため、インダクタンス値が極めて小さくなる。

[0051] 図１０と図１１に示したように、可変インダクタ１０、２０は、比較サンプルに比べてインダクタンスの可変範囲が広くなることが示される。なお、上述した第１及び第２の実施の形態において、第１のコイル１と第２のコイル２を、同じ材料、同じターン数、同じ巻線方法で作製したが、必ずしも同じ材料、同じターン数、同じ巻線方法でなくてもよい。

[0052] 図１２は、第１のコイル１と第２のコイル２の巻線軸と端面面積を異ならせた場合における磁束の様子を示す。第１のコイル１と第２のコイル２は、直列接続（コイルの第２の接続方式）されているものとする。

この場合、可変インダクタ２０は、例えば、第１のコイル１と第２のコイル２の巻線軸が完全に一致しておらず、又は第１のコイル１と第２のコイル２の端面面積が異なっている。しかし、第１のコイル１と第２のコイル２が互いに磁束を打ち消し、減少する構成であれば、本発明に係る作用及び効果を得ることができる。また、このような構成とした可変インダクタ２０であっても、比較サンプルに対してインダクタンスの変化幅が大きくなるという効果が得られる。

[0053] なお、可変インダクタ１０において、第１のコイル１と第２のコイル２が並列接続（コイルの第１の接続方式）されている場合に、第１のコイル１と第２のコイル２の巻線軸が完全に一致しておらず、又は第１のコイル１と第２のコイル２の端面面積が異なっても、上述したように、本発明に係る作用及び効果を得ることができる。

[0054] 次に、本発明の第３の実施の形態について、図１３を参照して説明する。

本実施の形態においても、例えば、小型の電子機器、電子回路に採用される可変インダクタ３０に適用した例について説明する。以下の説明において、既に第１の実施の形態で説明した図１に対応する部分には同一符号を付し

、詳細な説明を省略する。

[0055] 図13A, B, C, Dは、可変インダクタ30の構成例を示す。

図13Aは、上面視した場合における可変インダクタ30の構成例を示す。

図13Bは、図13Aにおける可変インダクタ30のA-A'線に沿った断面図の例を示す。

図13Cは、図13Aにおける可変インダクタ30を矢印35方向から視認した場合における構成例を示す。

図13Dは、図13Aにおける可変インダクタ30のB-B'線に沿った断面図の例を示す。

[0056] 可変インダクタ30の構成は、上述した第2の実施の形態に係る可変インダクタ20の構成とほぼ同じである。ただし、可変インダクタ30は、可動コア5を移動させるねじ型の調整手段を備える点が異なる。

[0057] 図13Dに示されるように、可変インダクタ30外側の上下コアの隙間に、可動コア5の位置を調整できる調節ねじ31が磁性コア3aに配設される。調節ねじ31には、第1のねじ溝が形成される。一方、可動コア5の調節ねじ31に接する面には、事前に第1のねじ溝に合わせた第2のねじ溝として、ねじ溝32が形成される。また、調整ねじ31の一端には、調節ねじ31が可変インダクタ30から脱落しないようにねじストッパ34が配設されている。さらに、調整ねじ31の位置を確保するために、樹脂などの材料で調整ねじ31の周りに、ねじガイド33が形成される。また、可動コア5の位置を調節する調節手段としては、ねじ型に限らず、例えば、モータ等の手段も使用できる。

[0058] このように、可変インダクタ30の内部に調節手段を設けることで、インダクタンスの微調整が容易となる。また、可動コア5が調節手段によって支持されるため、外部から加わる振動、衝撃に対して破損しにくくなるという効果がある。

[0059] なお、上述した第1～第3の実施の形態に係る可変インダクタにおいて、

第1のコイル1と第2のコイル2は、直列又は並列のいずれの方式で接続されていても良い。また、第1のコイル1と第2のコイル2は、同じ材料、同じターン数、及び同じ巻線方法で形成されることが望ましいものの、巻線軸又は端面面積のうち、少なくともいずれかが異なってもよい。この場合、第1のコイル1と第2のコイル2が発生する磁束が多少異なるが、少しでも互いの磁束を打ち消す方向に磁束が発生するのであれば、可変インダクタとして機能するため、所望の効果を得ることができる。

引用符号の説明

[0060] 1…第1のコイル、2…第2のコイル、3 a…磁性コア、3 b…磁性コア、4 a…磁性コア中芯部、4 b…磁性コア中芯部、5…可動コア、6…外部電極、7…コイル端部引出部、8…ガイド溝、9…磁束、10…可変インダクタ、11…入力部、12…出力部、15…磁性コア、20…可変インダクタ、21…接続電極、30…可変インダクタ、32…ねじ溝、33…ねじガイド、34…ねじストッパ

請求の範囲

- [請求項1] 第1のコイルと、
上記第1のコイルが発する磁束を打ち消す方向に磁束を発する第2のコイルと、
上記第1のコイル及び上記第2のコイルの間に移動することによって、上記第1のコイル及び上記第2のコイルが発する磁束を遮る可動コアと、
上記第1のコイル、上記第2のコイル及び上記可動コアを内包する閉磁路構造の磁性コアと、を備える
可変インダクタ。
- [請求項2] 上記磁性コアは、上記第1のコイルを備える第1の磁性コアと、上記第2のコイルを備える第2の磁性コアを組み合わせて形成され、
上記第1の磁性コアは、上記第1のコイルが巻回される第1の中芯部を備え、
上記第2の磁性コアは、上記第2のコイルが巻回される第2の中芯部を備える
請求の範囲第1項記載の可変インダクタ。
- [請求項3] 上記磁性コアは、上記第1のコイルを備える第1の磁性コアと、上記第2のコイルを備える第2の磁性コアを組み合わせて形成される
請求の範囲第1項記載の可変インダクタ。
- [請求項4] 上記磁性コアには、上記可動コアの移動方向に溝が形成され、
上記可動コアは、平板状に形成され、上記溝に沿って移動可能とされる
請求の範囲第2項又は第3項記載の可変インダクタ。
- [請求項5] 上記第1のコイルの巻線軸及び上記第2のコイルの巻線軸が互いに一致する箇所に、上記第1及び第2のコイルが配置され、
上記可動コアは、上記第1及び第2のコイルの巻線軸方向に対して垂直方向に移動する

請求の範囲第 4 項記載の可変インダクタ。

[請求項6] さらに、上記可動コアの上記第 1 及び第 2 のコイルに対する位置を調整する調整部を備える

請求の範囲第 1 項～第 5 項のいずれか 1 項に記載の可変インダクタ。
。

[請求項7] 上記磁性コアに配置される上記調整部には、第 1 のねじ溝が形成され、

上記可動コアの上記第 1 のねじ溝が接する面には、上記第 1 のねじ溝に合わせた第 2 のねじ溝が形成される

請求の範囲第 6 項記載の可変インダクタ。

[請求項8] 上記第 1 のコイルと上記第 2 のコイルが直列に接続される

請求の範囲第 1 項～第 7 項のいずれか 1 項に記載の可変インダクタ。
。

[請求項9] 上記第 1 のコイルと上記第 2 のコイルが並列に接続される

請求の範囲第 1 項～第 7 項のいずれか 1 項に記載の可変インダクタ。
。

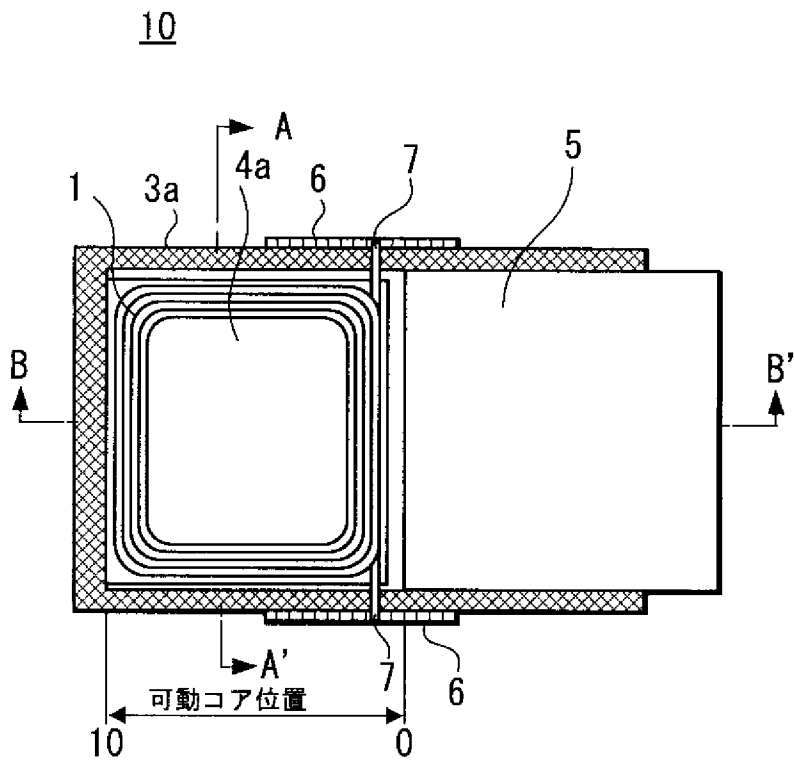
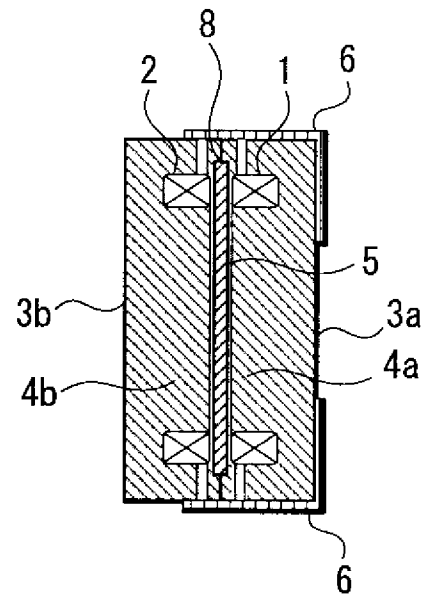
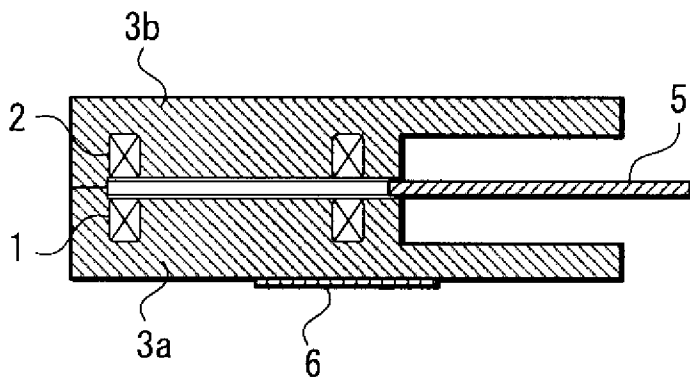
[請求項10] 上記第 1 及び第 2 のコイルは、上記巻線軸又は端面面積のうち、少なくともいずれかが異なる

請求の範囲第 8 項又は第 9 項記載の可変インダクタ。

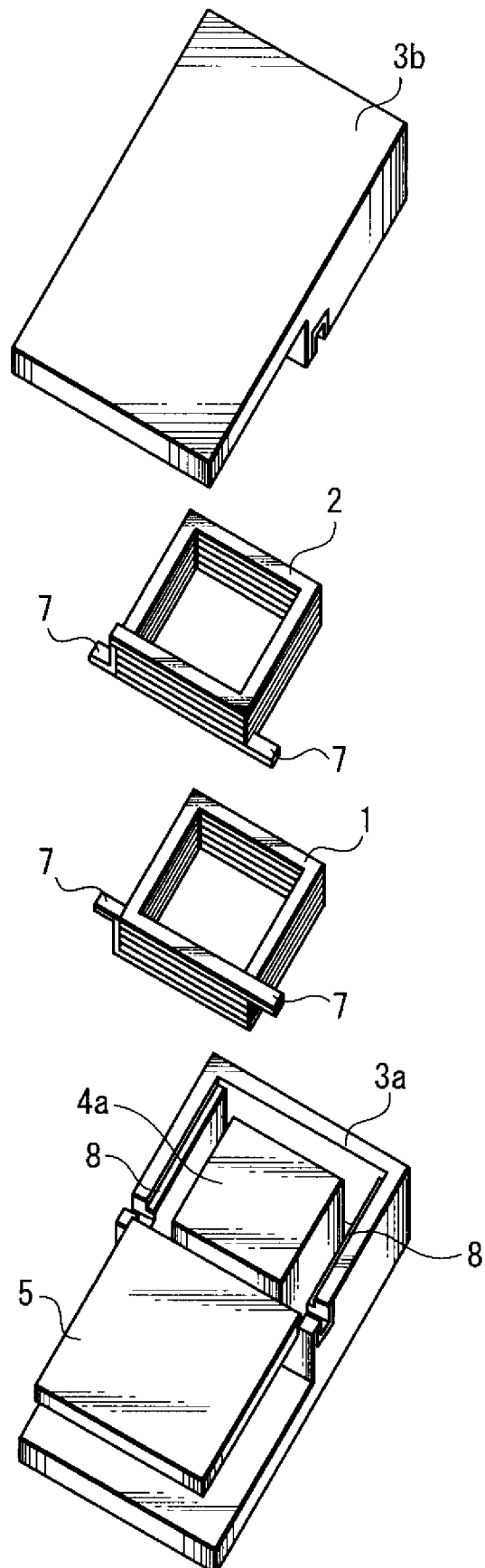
[請求項11] 上記第 1 及び第 2 のコイルは、同じ材料、同じターン数、及び同じ巻線方法で形成される

請求の範囲第 8 項又は第 9 項記載の可変インダクタ。

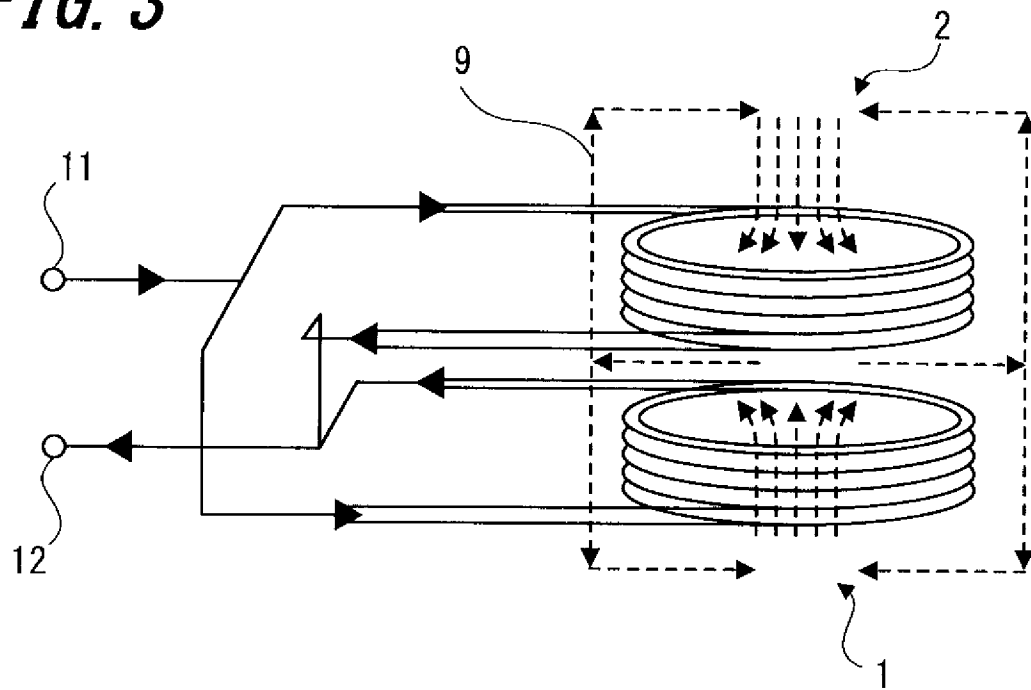
[図1]

FIG. 1A**FIG. 1B****FIG. 1C**

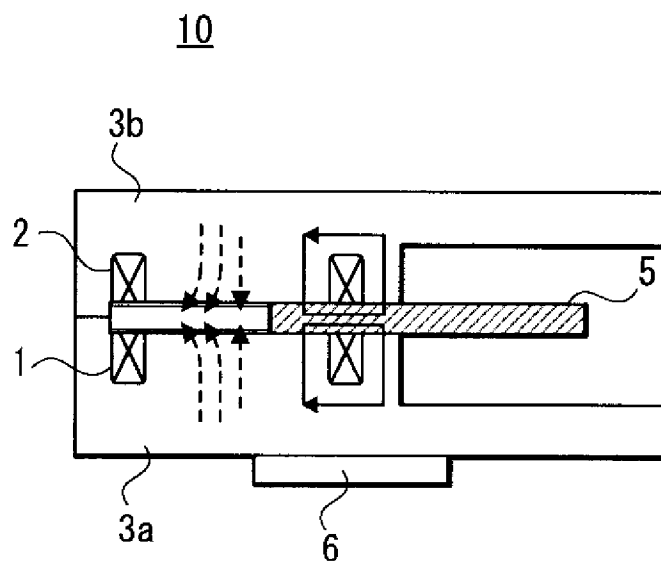
[図2]

FIG. 210

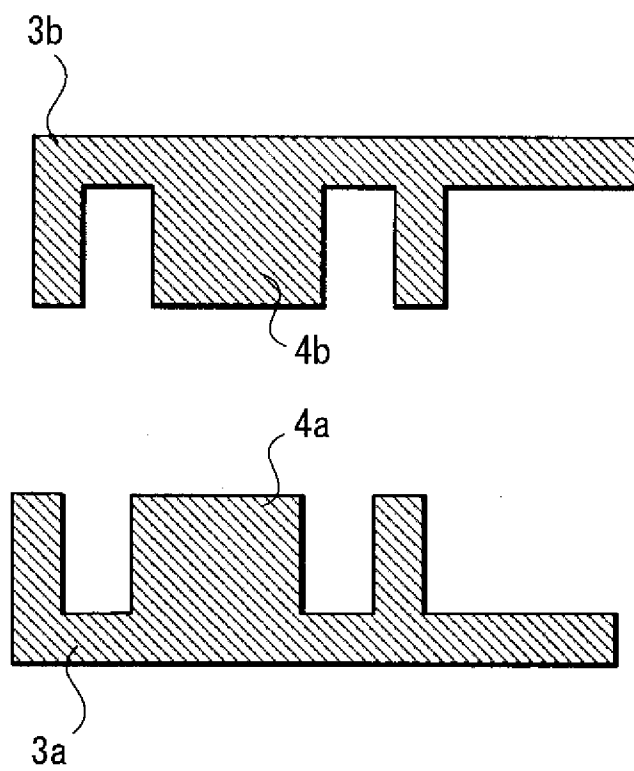
[図3]

FIG. 3

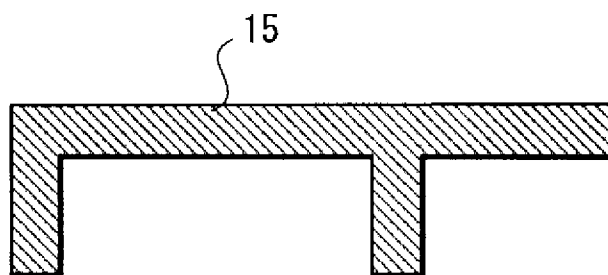
[図4]

FIG. 4

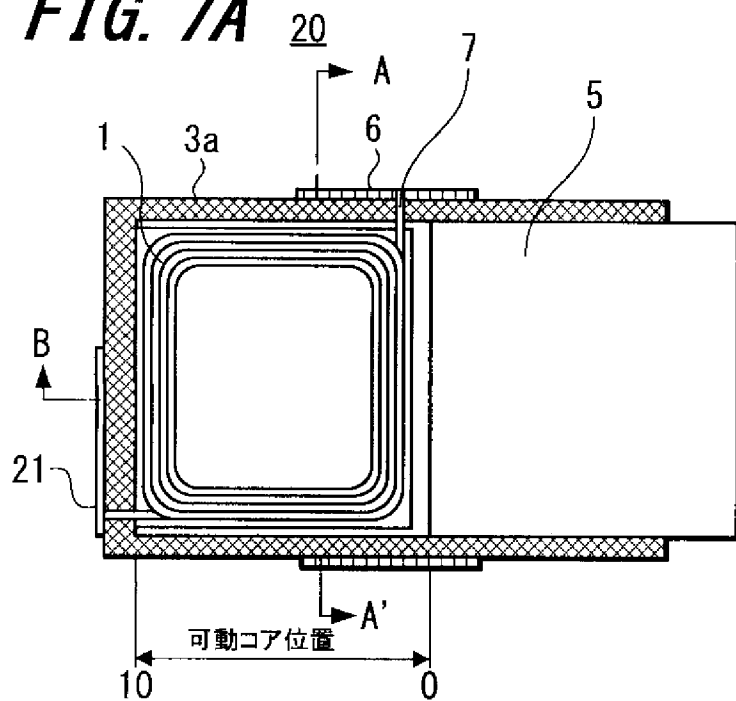
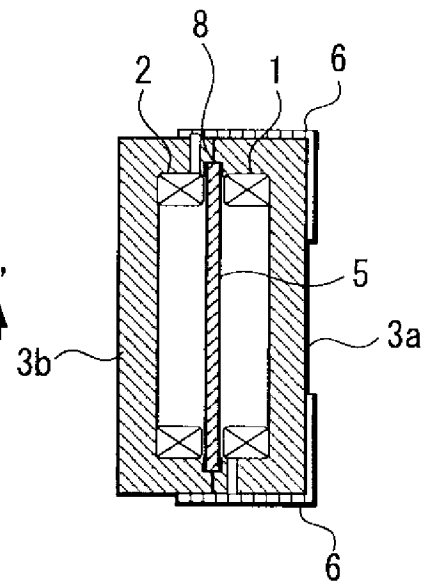
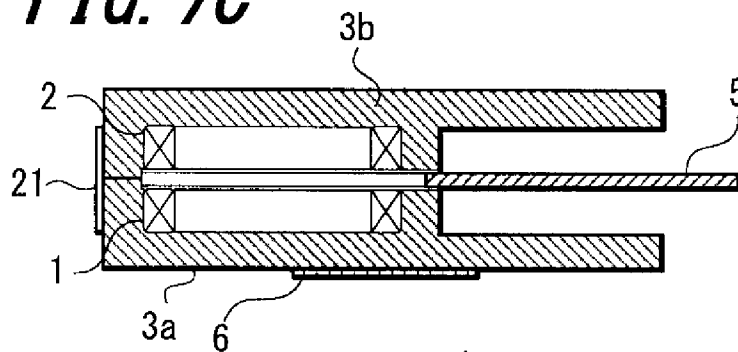
[図5]

FIG. 5

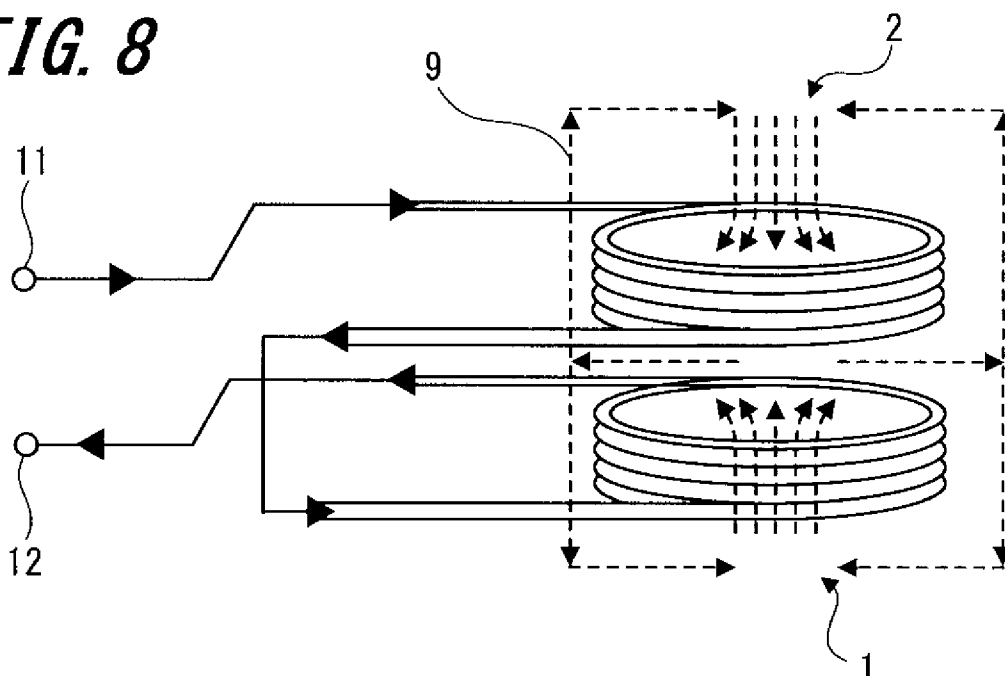
[図6]

FIG. 6

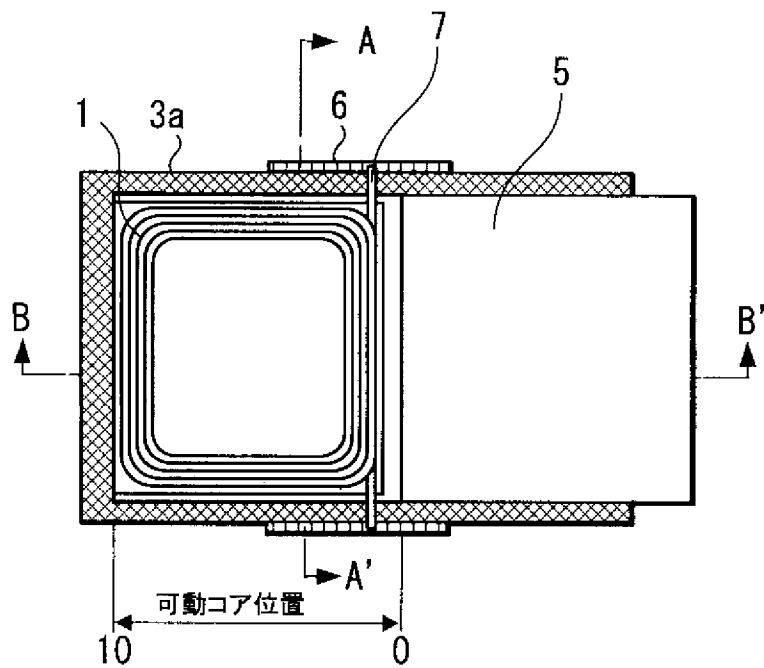
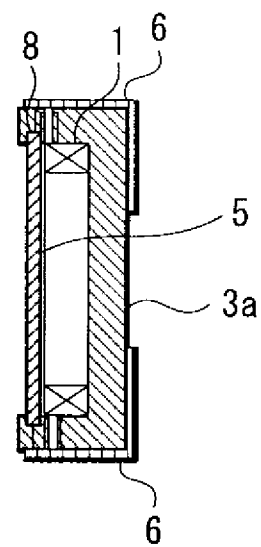
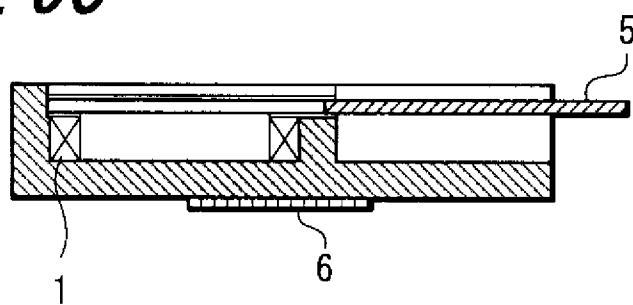
[図7]

FIG. 7A**FIG. 7B****FIG. 7C**

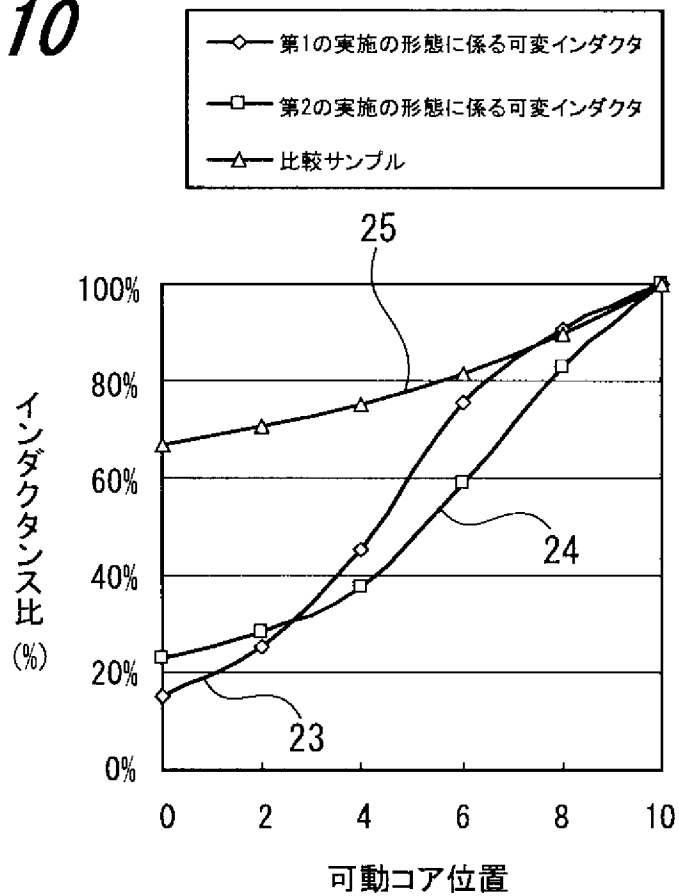
[図8]

FIG. 8

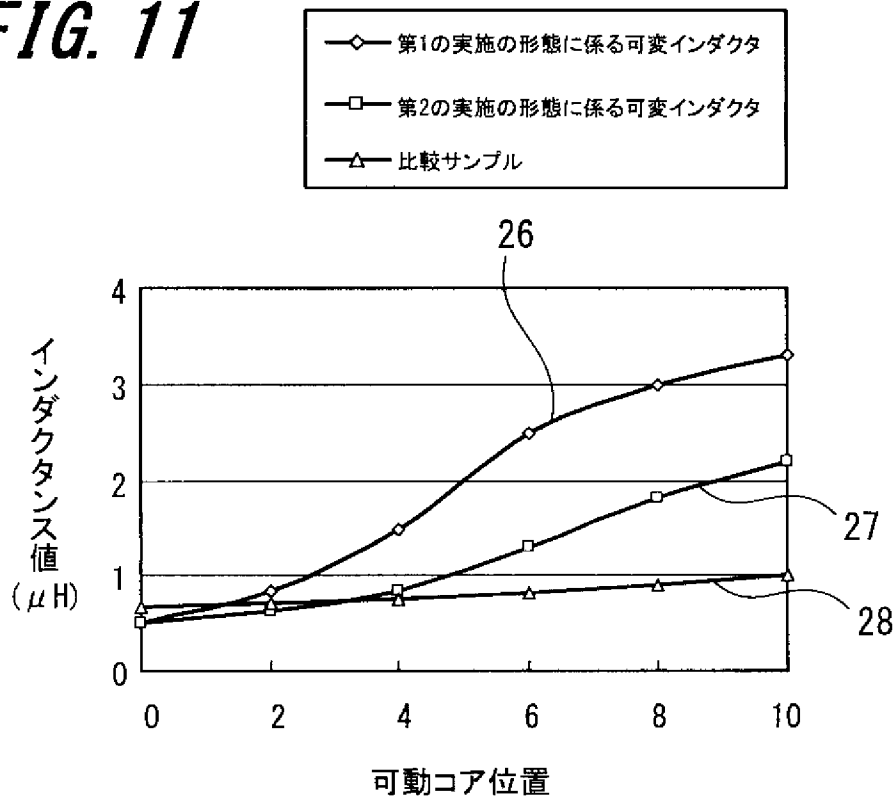
[図9]

FIG. 9A**FIG. 9B****FIG. 9C**

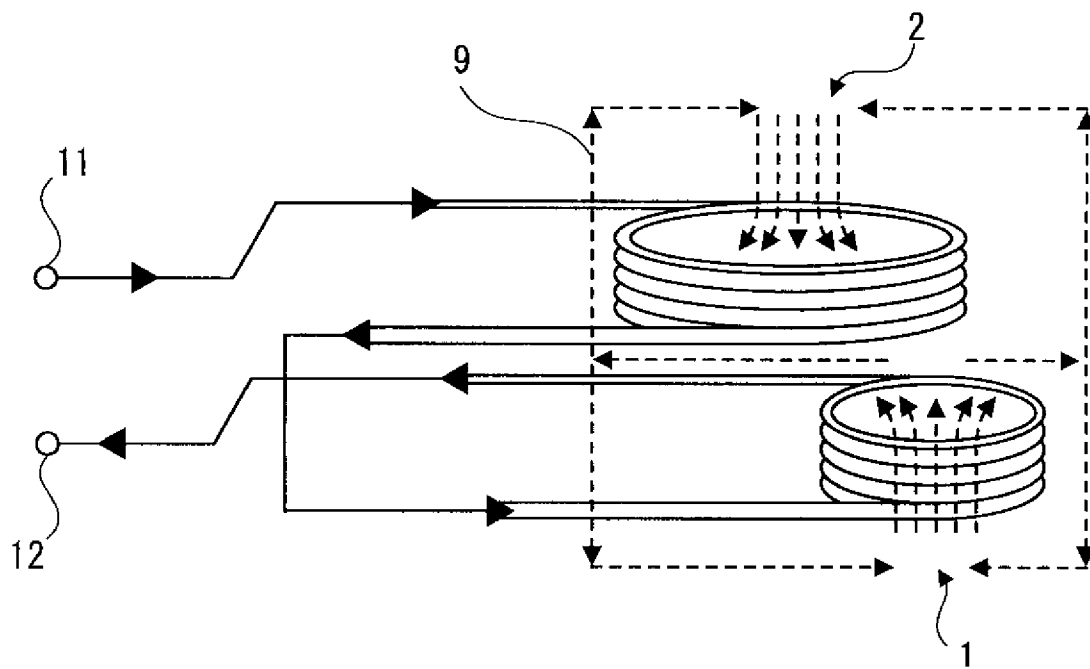
[図10]

FIG. 10

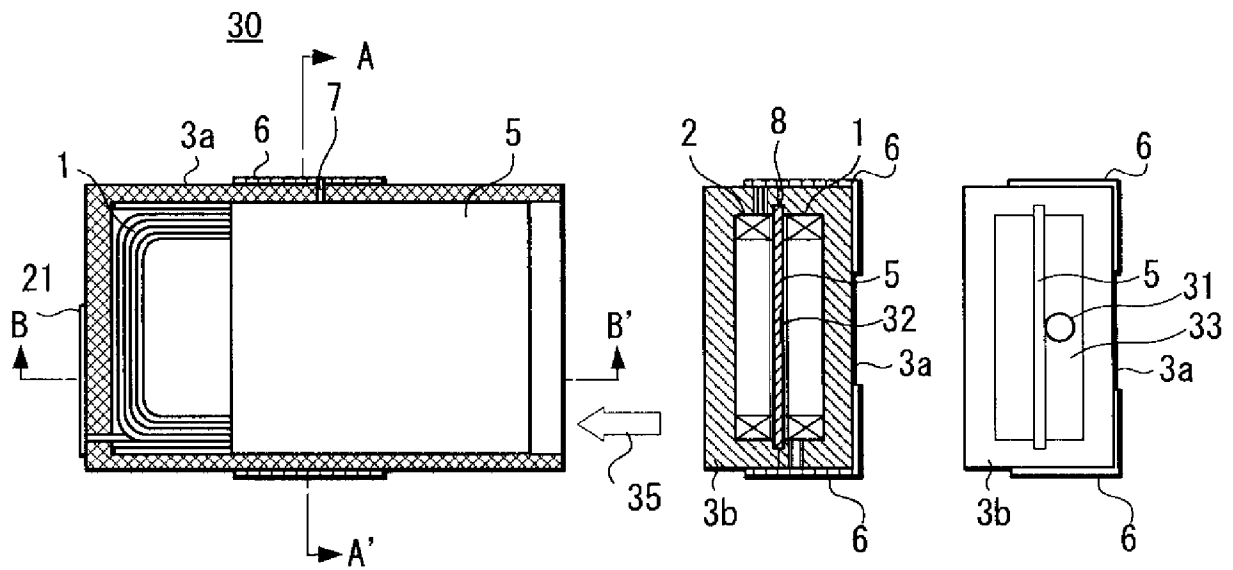
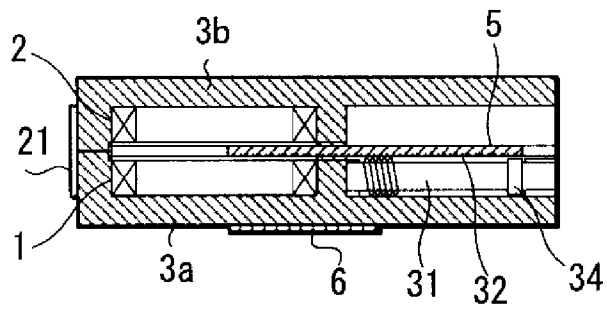
[図11]

FIG. 11

[図12]

FIG. 12

[図13]

FIG. 13A**FIG. 13B** **FIG. 13C****FIG. 13D**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/065563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F21/10(2006.01)i, H01F29/12(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)

H01F21/10, H01F21/06, H01F29/12, H01F29/10

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 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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	JP 63-67710 A (Fujitsu Ltd.), 26 March 1988 (26.03.1988), entire text; fig. 1, 3 (Family: none)	1-3, 8-11 4-7
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 28454/1972 (Laid-open No. 105016/1973) (Kabushiki Kaisha Sotani Gijutsu Kenkyusho), 07 December 1973 (07.12.1973), description, page 4, line 9 to page 5, line 8; fig. 4 (Family: none)	4-7

☒ 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
04 November, 2009 (04.11.09)Date of mailing of the international search report
17 November, 2009 (17.11.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/065563

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 2005-64263 A (The Circle for the promotion of science and engineering), 10 March 2005 (10.03.2005), paragraphs [0001], [0036] to [0037]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F21/10(2006.01)i, H01F29/12(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 (I P C))

Int.Cl. H01F21/10, H01F21/06, H01F29/12, H01F29/10

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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	JP 63-67710 A (富士通株式会社) 1988. 03. 26, 全文, 第 1 図, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-3, 8-11 4-7
Y	日本国実用新案登録出願 47-28454 号(日本国実用新案登録出願公開 48-105016 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (株式会社ソタニ技術研究所) 1973. 12. 07, 明細書 第 4 頁第 9 行-第 5 頁第 8 行, 第 4 図 (ファミリーなし)	4-7

☒ 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

0 4 . 1 1 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 1 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

久保田 昌晴

5 R

4 2 3 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 5

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 2005-64263 A (財団法人理工学振興会) 2005. 03. 10, 段落【0001】, 【0036】 - 【0037】, 第 3-4 図 (ファミリーなし)	1-11