

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5127060号  
(P5127060)

(45) 発行日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23)

(24) 登録日 平成24年11月9日 (2012. 11. 9)

(51) Int. Cl.

H 0 1 F 21/10 (2006. 01)

F 1

H 0 1 F 21/10

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-312547 (P2008-312547)  
 (22) 出願日 平成20年12月8日 (2008. 12. 8)  
 (65) 公開番号 特開2010-135699 (P2010-135699A)  
 (43) 公開日 平成22年6月17日 (2010. 6. 17)  
 審査請求日 平成23年1月21日 (2011. 1. 21)

(73) 特許権者 000107804  
 スミダコーポレーション株式会社  
 東京都中央区日本橋三丁目12番2号 朝  
 日ビルヂング  
 (74) 代理人 100122884  
 弁理士 角田 芳末  
 (74) 代理人 100133824  
 弁理士 伊藤 仁恭  
 (72) 発明者 川原井 貢  
 東京都中央区日本橋3丁目12番2号 ス  
 ミダ電機株式会社内  
 審査官 久保田 昌晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変インダクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【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、

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形成され、

上記第1の磁性コア及び第2の磁性コアの壁の先端には、略L字状のガイド溝が形成され、

上記可動コアは、平板状に形成され、上記ガイド溝に沿って移動可能とされる可変インダクタ。

【請求項 2】

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

請求項1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

10

20

える第 2 の磁性コアを組み合わせ形成される

請求項 1 記載の可変インダクタ。

【請求項 4】

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項 2 または 3 記載の可変インダクタ。

【請求項 5】

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

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の可変インダクタ。

【請求項 6】

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

請求項 5 記載の可変インダクタ。

【請求項 7】

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

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に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 のコイルが並列に接続される

請求項 1 ~ 6 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 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

請求項 7 又は 8 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、同じ材料、同じターン数、及び同じ巻線方法で形成される

請求項 7 又は 8 記載の可変インダクタ。

【発明の詳細な説明】

【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】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

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。

## 【 0 0 0 6 】

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。

10

## 【 0 0 0 7 】

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。

20

## 【 0 0 0 8 】

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。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

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、磁性コアは、第 1 のコイルを備える第 1 の磁性コアと、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、第 1 磁性コア及び第 2 磁性コアの壁の先端には、略 L 字状のガイド溝が形成され、可動コアは、平板状に形成され、ガイド溝に沿って移動可能とされる。

30

## 【 0 0 1 0 】

このようにしたことで、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。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 1 】

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、平板状に形成された可動コアを略 L 字状のガイド溝に沿って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。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 2 】

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。

## 【 0 0 1 3 】

図 1 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。

50

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。

#### 【 0 0 1 4 】

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。

10

#### 【 0 0 1 5 】

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、巻線の間に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。

20

#### 【 0 0 1 6 】

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。

#### 【 0 0 1 7 】

磁性コア 3 a 及び磁性コア中芯部 4 a、並びに磁性コア 3 b 及び磁性コア中芯部 4 b 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 3 a 及び磁性コア中芯部 4 a、並びに磁性コア 3 b 及び磁性コア中芯部 4 b 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 3 a、及び磁性コア 3 b 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。

30

#### 【 0 0 1 8 】

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 3 a の内側面に設けられたガイド溝 8 によって支持されており、可動コア 5 は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 3 a、5 の外部に生じる隙間に設置しても良いが、本発明の可変インダクタ 10 の外部の別のところに設置しても良い。

40

#### 【 0 0 1 9 】

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 3 a、3 b 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、可変インダクタ 10 の外部において、磁性コア 3 a、3 b 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。

#### 【 0 0 2 0 】

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

50

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3aの外部や、磁性コア3a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3a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。

#### 【0021】

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3aに設けられた磁性コア中芯部4aに第1のコイル1がはめ込んで設置され、磁性コア3bに設けられた磁性コア中芯部4b（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。

10

#### 【0022】

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、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。

20

#### 【0023】

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。

#### 【0024】

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。

30

#### 【0025】

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。

#### 【0026】

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。

40

#### 【0027】

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。

#### 【0028】

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

50

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 3 a , 3 b の壁から延出する。

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

#### 【 0 0 2 9 】

以上説明した第 1 の実施の形態に係る可変インダクタ 1 0 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 3 a , 3 b に内包されており、磁性コア 3 a , 3 b と磁性コア中芯部 4 a を通して閉磁路構造となる。このため、可変インダクタ 1 0 の外部に漏れ磁束が生じにくくなるという効果がある。

10

#### 【 0 0 3 0 】

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 1 0 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。

20

#### 【 0 0 3 1 】

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 によって遮ることによって、インダクタンスを容易に調節することができる。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。

#### 【 0 0 3 2 】

なお、可変インダクタ 1 0 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。

#### 【 0 0 3 3 】

図 6 は、磁性コア 3 a , 3 b の変形例を示す。

30

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 1 5 を焼結し、I 型コアに巻線されたコイルを磁性コア 1 5 の内部に入れても良い。

#### 【 0 0 3 4 】

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。

40

#### 【 0 0 3 5 】

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。

#### 【 0 0 3 6 】

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 2 0 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。

50

## 【 0 0 3 7 】

図 7 は、可変インダクタ 2 0 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 2 0 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 2 0 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 2 0 の B - B ' 線に沿った断面図の例を示す。

## 【 0 0 3 8 】

可変インダクタ 2 0 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 1 0 の構成とほぼ同じである。ただし、可変インダクタ 2 0 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。

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 2 0 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。

## 【 0 0 3 9 】

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 2 0 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。

## 【 0 0 4 0 】

本実施の形態に係る可変インダクタ 2 0 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 4 a , 4 b 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 4 a , 4 b を入れる構成としてもよい。

## 【 0 0 4 1 】

ここで、可変インダクタ 1 0 , 2 0 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 1 1 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 1 0 , 2 0 のインダクタンス値の可変範囲を比べた。

## 【 0 0 4 2 】

図 9 は、比較サンプルの構成例を示す。

図 9 A 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 9 B は、図 9 A 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 9 C は、図 9 A 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。

## 【 0 0 4 3 】

比較サンプルの構造は、可変インダクタ 2 0 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 3 b 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。

## 【 0 0 4 4 】

図 1 0 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 1 0 , 2 0 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 1 0 において、可変インダ

10

20

30

40

50

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。

【0045】

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。

10

【0046】

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。

【0047】

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。

20

【0048】

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  $\mu$ 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  $\mu$ 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  $\mu$ 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。

【0049】

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。

30

【0050】

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。

40

【0051】

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

50



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。

【0052】

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いるも、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。

10

【0053】

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。

【0054】

図 13 は、可変インダクタ 30 の構成例を示す。

図 13 A 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 13 B は、図 13 A 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。

20

図 13 C は、図 13 A 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 13 D は、図 13 A 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。

【0055】

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。

【0056】

図 13 D 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 が配設される。可動コア 5 の調節ねじ 31 に接する面には、事前にねじ溝 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プパ 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。

30

【0057】

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。

40

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図 1】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 1 A における可変インダクタの B - B' 線

50

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 1 A 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】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】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。

10

【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】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。

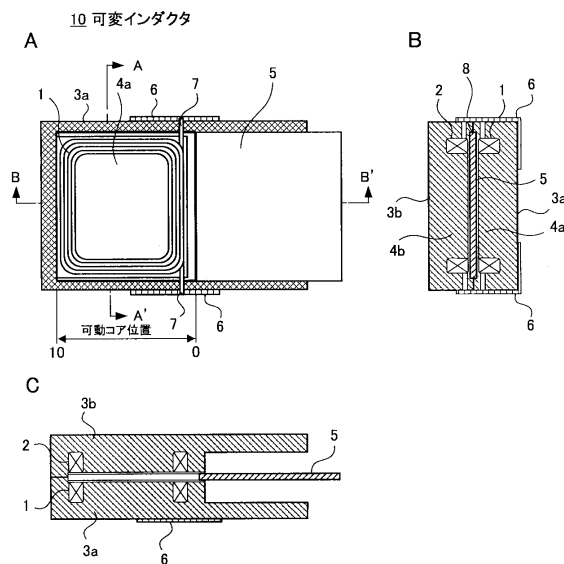
【符号の説明】

【0059】

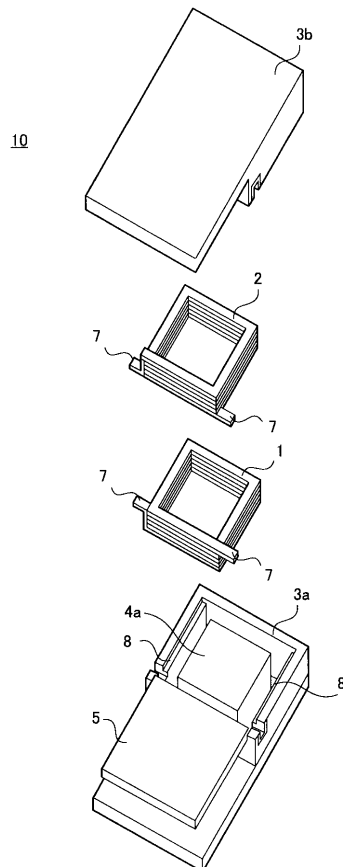
1 ... 第 1 のコイル、 2 ... 第 2 のコイル、 3 a ... 磁性コア、 3 b ... 磁性コア、 4 a ... 磁性コア中芯部、 4 b ... 磁性コア中芯部、 5 ... 可動コア、 6 ... 外部電極、 7 ... コイル端部引出部、 8 ... ガイド溝、 9 ... 磁束、 10 ... 可変インダクタ、 11 ... 入力部、 12 ... 出力部、 15 ... 磁性コア、 20 ... 可変インダクタ、 21 ... 接続電極、 30 ... 可変インダクタ、 32 ... ねじ溝、 33 ... ねじガイド、 34 ... ねじストッパ

20

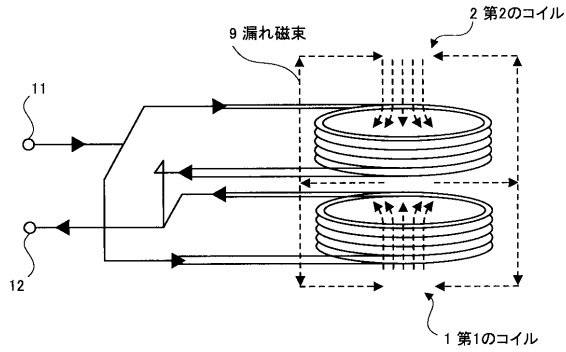
【図 1】



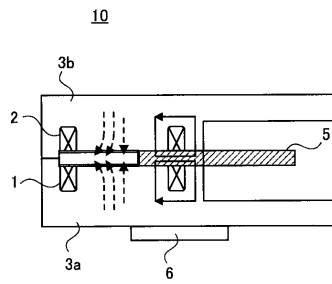
【図 2】



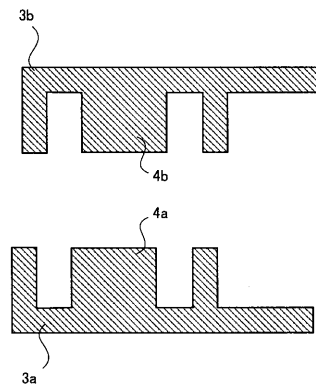
【図 3】



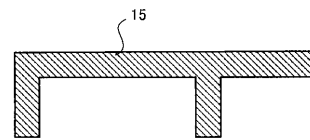
【図 4】



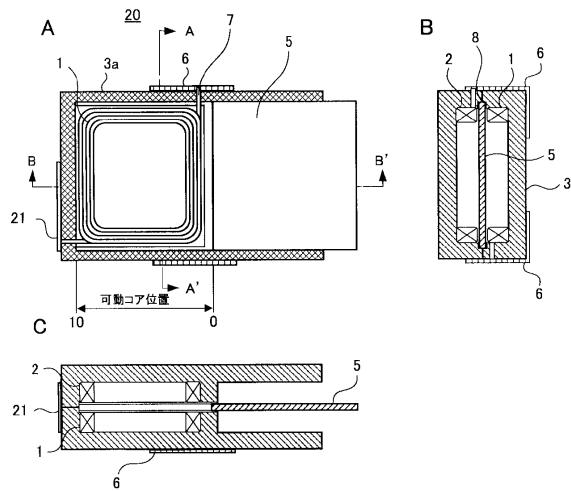
【図 5】



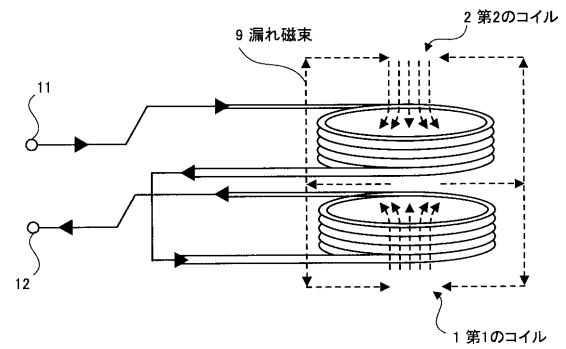
【図 6】



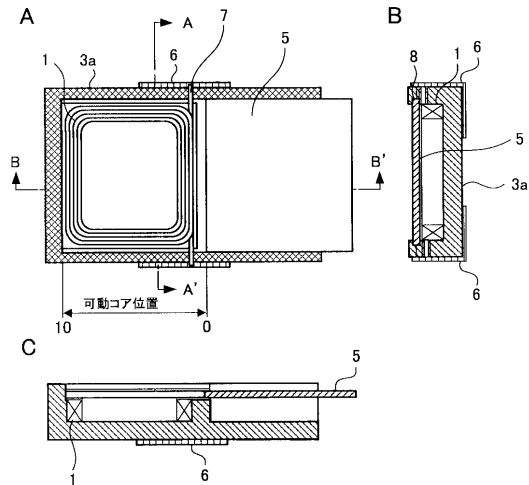
【図 7】



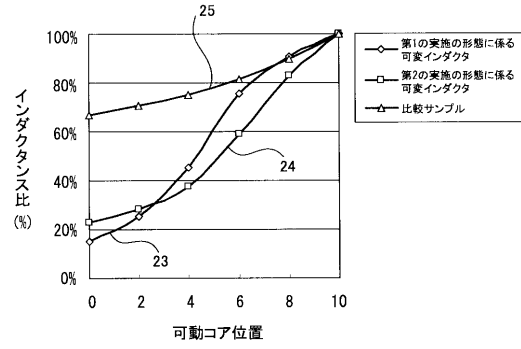
【図 8】



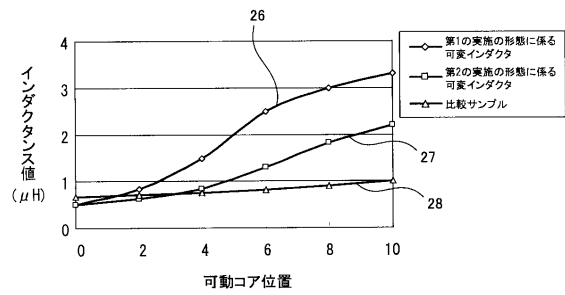
【図 9】



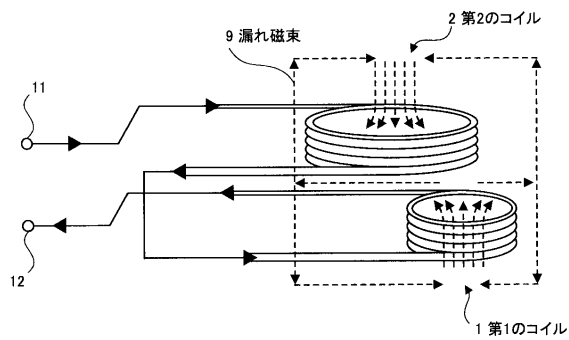
【図 10】



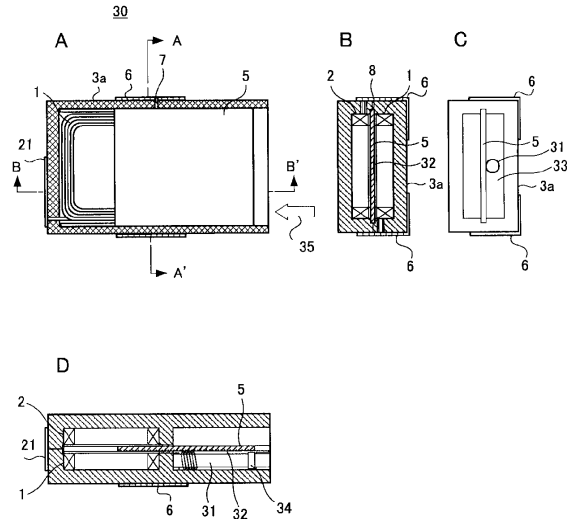
【図 11】



【図 12】



【図 13】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-067710(JP,A)  
特開平03-166706(JP,A)  
特開昭59-178713(JP,A)  
実開昭48-105016(JP,U)  
特開平03-217004(JP,A)  
特開昭62-111405(JP,A)  
特開昭56-060007(JP,A)  
特開2005-064263(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F21/00-21/12、29/00-29/14