

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-39229

(P2005-39229A)

(43) 公開日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int. Cl.⁷

H01F 27/24

H01F 37/00

F I

H01F 27/24

H01F 37/00

H01F 27/24

H

A

J

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-178924 (P2004-178924)
 (22) 出願日 平成16年6月16日 (2004. 6. 16)
 (31) 優先権主張番号 10/621, 128
 (32) 優先日 平成15年7月16日 (2003. 7. 16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 10/744, 416
 (32) 優先日 平成15年12月22日 (2003. 12. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 502188642
 マーベル ワールド トレード リミテッ
 ド
 バルバドス国 セント マイケル ウィル
 ディ ロード ウィルディ ビジネス パ
 ーク パーカー ハウス
 (74) 代理人 100104156
 弁理士 龍華 明裕
 (72) 発明者 スタルジャ サハット
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94
 022、ロス アルトス ヒルズ、エレ
 ナ ロード 27330

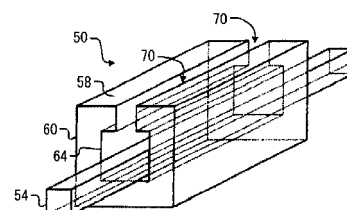
(54) 【発明の名称】 直流電流飽和が低減されたパワーインダクタ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 磁心材の飽和が発生する可能性を少なくするパ
 ワーインダクタを提供する。

【解決手段】 パワーインダクタが、第1の端部と第2の
 端部とを持つ第1の磁心を備える。第1の磁心にはフェ
 ライトビーズ芯材が含まれる。第1の磁心材内に配設さ
 れた内部キャビティは第1の端部から第2の端部まで延
 設する。導体がキャビティを貫通する。第1の磁心材内
 に配設されたスロット付きエアギャップが第1の端部か
 ら第2の端部まで延設する。第2の磁心は、エアギャッ
 プ内の位置か、スロット付きエアギャップに隣接する位
 置のうちの少なくとも一方の位置に配置され、第1の磁
 心よりも低い透磁率を有する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パワーインダクタであって、
第 1 の端部と第 2 の端部とを有し、フェライトビーズ芯材を備える第 1 の磁心と、
前記第 1 の端部から前記第 2 の端部まで延設する前記第 1 の磁心内のキャビティと、
前記第 1 の端部から前記第 2 の端部まで延設する前記第 1 の磁心内のスロット付きエアギャップと、
前記スロット付きエアギャップ内の位置か、前記スロット付きエアギャップに隣接する位置のうちの少なくとも一方の位置に配置される第 2 の磁心と
を備える、パワーインダクタ。

10

【請求項 2】

前記パワーインダクタと接続される直流 / 直流コンバータをさらに有する、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

【請求項 3】

前記キャビティを貫通する導体をさらに備え、前記スロット付きエアギャップが、前記導体に対して平行方向に前記第 1 の磁心内に配設される、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

【請求項 4】

前記第 2 の磁心が前記第 1 の磁心よりも低い透磁率を有する、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

20

【請求項 5】

前記第 2 の磁心が軟磁性体を備える、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

【請求項 6】

前記軟磁性体が粉末金属を含む、請求項 5 記載のパワーインダクタ。

【請求項 7】

前記第 1 の磁心と前記第 2 の磁心とが、少なくとも 2 つの直交平面でセルフロックする、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

【請求項 8】

前記第 2 の磁心が前記第 2 の磁心の透磁率を低下させる分散型ギャップを備えたフェライトビーズ芯材を含む、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

30

【請求項 9】

磁束が前記パワーインダクタ内の磁路の中を流れ、前記第 2 の磁心が前記磁路の 30 % 未満を構成する、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

【請求項 10】

磁束が前記パワーインダクタ内の磁路の中を流れ、前記第 2 の磁心が前記磁路の 20 % 未満を構成する、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

【請求項 11】

前記第 1 の磁心と前記第 2 の磁心とが接着剤およびストラップのうちの少なくとも一方を用いて一体に取り付けられる、請求項 1 記載のパワーインダクタ。

【請求項 12】

パワーインダクタであって、
フェライトビーズ材を含み、第 1 の端部と第 2 の端部とを備える第 1 の磁心と、
前記第 1 の磁心よりも低い透磁率を有する第 2 の磁心と
を備え、
前記第 1 の磁心と前記第 2 の磁心とを含む磁路の中を磁束が流れる事が出来るように前記第 1 の磁心と前記第 2 の磁心とが配設される、
パワーインダクタ。

40

【請求項 13】

請求項 12 記載のパワーインダクタを備えるシステムであって、
前記パワーインダクタと接続される直流 / 直流コンバータを備える、

50

システム。

【請求項 14】

前記第 1 の磁心がキャビティとエアギャップとを含む、請求項 12 記載のパワーインダクタ。

【請求項 15】

前記第 2 の磁心が軟磁性体を備える、請求項 12 記載のパワーインダクタ。

【請求項 16】

前記軟磁性体が粉末金属を含む、請求項 15 記載のパワーインダクタ。

【請求項 17】

前記第 1 の磁心と前記第 2 の磁心とが少なくとも 2 つの直交平面でセルフロックする、請求項 12 記載のパワーインダクタ。 10

【請求項 18】

前記第 2 の磁心が、前記第 2 の磁心の透磁率を低下させる分散型ギャップを備えたフェライトビーズ芯材を含む、請求項 12 記載のパワーインダクタ。

【請求項 19】

前記第 2 の磁心が前記磁路の 30% 未満を構成する、請求項 12 記載のパワーインダクタ。

【請求項 20】

前記第 2 の磁心が前記磁路の 20% 未満を構成する、請求項 12 記載のパワーインダクタ。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は米国特許出願第 10 / 621, 128 号 (2003 年 7 月 16 日出願) の一部継続出願であり、上記出願はその全体が本願明細書で参照により援用されている。

【0002】

本発明はインダクタに関し、特に、高い直流電流で、かつ、高い動作周波数で作動する際に低レベルの飽和を有する磁心材を含むパワーインダクタに関する。

【背景技術】

【0003】

インダクタとは、磁場に基づいて作動する回路素子である。磁場の源は、動いている電荷、すなわち電流である。時間と共に電流が変動する場合、誘導される磁場も時間と共に変動する。時変磁場は、磁場の中に存在する任意の導体にも電圧を誘導する。電流が一定であれば、理想的インダクタの両端間の電圧はゼロとなる。従って、インダクタは定電流すなわち直流電流から見ると短絡回路のように見える。上記インダクタでは、電圧は下式で与えられる：

$$v = L \cdot di / dt$$

従って、インダクタ内で電流の瞬間的变化は生じ得ない。

【0004】

多種多様の回路内でインダクタの使用が可能である。パワーインダクタは比較的高い直流電流 (例えば、約 100 アンペアまで) を受け取り、比較的高い周波数での作動が可能である。例えば、ここで図 1 を参照すると、直流 / 直流コンバータ 24 内でパワーインダクタ 20 の使用が可能であり、このコンバータでは、或る直流電圧を他の直流電圧に変換するために、極性反転および / または整流が通常用いられる。 40

【0005】

次に図 2 を参照すると、パワーインダクタ 20 は、通常、磁心材 34 を貫通する導体 30 を備え、導体 30 は 1 以上の巻き (turn) を有する。例えば、磁心材 34 は正方形の外側断面 36 と、磁心材 34 の長さだけ延設する正方形の中心キャビティ 38 とを有し得る。導体 30 は中心キャビティ 38 を貫通する。導体 30 の中を流れる比較的高い直流電流は、磁心材 34 の飽和を引き起こす傾向があり、この飽和によって、パワーインダ 50

クタ 20 およびパワーインダクタ 20 が組み込まれた装置の性能の低下が生じる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明によるパワーインダクタは、第1の端部と第2の端部とを備え、フェライトビーズ芯材を有する第1の磁心を備える。第1の磁心内のキャビティは、第1の端部から第2の端部まで延設する。第1の磁心内のスロット付きエアギャップは第1の端部から第2の端部まで延設する。第2の磁心は、スロット付きエアギャップ内の位置か、スロット付きエアギャップに隣接する位置のうちの少なくとも一方の位置に配置される。

【課題を解決するための手段】

【0007】

他の特徴として、システムはパワーインダクタを備え、パワーインダクタと接続される直流/直流コンバータを備える。

【0008】

さらに他の特徴として、導体はキャビティを貫通し、スロット付きエアギャップは、導体に対して平行方向に第1の磁心内に配設される。第2の磁心は第1の磁心よりも低い透磁率を有する。第2の磁心は軟磁性体を有する。軟磁性体には粉末金属が含まれる。第1の磁心と第2の磁心とは少なくとも2つの直交平面でセルフロックする。第2の磁心には、第2の磁心の透磁率を低下させる分散型ギャップを持つフェライトビーズ芯材が含まれる。磁束はパワーインダクタ内の磁路の中を流れ、第2の磁心は磁路の30%未満を構成する。磁束はパワーインダクタ内の磁路の中を流れ、第2の磁心は磁路の20%未満を構成する。

【0009】

さらに他の特徴として、第1の磁心と第2の磁心は接着剤とストラップのうちの少なくとも一方を用いて一体に取り付けられる。

【0010】

パワーインダクタは、第1の端部と第2の端部を持つ第1の磁心を備える。第1の磁心にはフェライトビーズ材が含まれる。第2の磁心は第1の磁心よりも低い透磁率を有する。第1の磁心と第2の磁心は、第1の磁心と第2の磁心を含む磁路の中を磁束が流れる事が出来るように構成される。

【0011】

他の特徴として、システムは、パワーインダクタおよびパワーインダクタと接続される直流/直流コンバータを備える。

【0012】

他の特徴として、第1の磁心にはキャビティとエアギャップとが含まれる。第2の磁心は軟磁性体を有する。軟磁性体には粉末金属が含まれる。第1の磁心と第2の磁心とは少なくとも2つの直交平面でセルフロックする。第2の磁心には、第2の磁心の透磁率を低下させる分散型ギャップを持つフェライトビーズ芯材が含まれる。第2の磁心は磁路の30%未満を構成する。第2の磁心は磁路の20%未満を構成する。第1の磁心の対向壁は、スロット付きエアギャップに隣接し、“V”字型である。第2の磁心は“T”字型であり、第1の磁心の内壁に沿って延設する。第2の磁心は“H”字型であり、第1の磁心の内壁と外壁に沿って部分的に延設する。

【0013】

本発明のその他の適用領域は本明細書で以下記載する詳細な説明から明らかになる。詳細な説明と具体例とは、本発明の好ましい実施形態を示しているが、専ら例示を目的とするものであり、本発明の範囲の限定を意図するものではないことを理解されたい。

【0014】

本発明は上記詳細な説明と添付図面とからさらに十分に理解される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

10

20

30

40

50

好ましい実施形態についての以下の説明は単に例示的性質のものにすぎず、本発明や、その適用あるいは用途を決して限定するものではない。明瞭さを保つために、全ての図面において、同一の構成要素を示すために同一の参照番号が用いられる。

【0016】

ここで図4を参照すると、パワーインダクタ50は磁心材58を貫通する導体54を備える。例えば、磁心材58は、正方形の外側断面60と、磁心材の長さだけ延設する正方形の中心キャビティ64とを有するものであってもよい。導体54は正方形の横断面を有しても良い。正方形の外側横断面60と、正方形の中心キャビティ64と、導体54とが示されているが、当業者であれば他の形状の採用も可能であることを理解するであろう。正方形の外側横断面60と、正方形の中心キャビティ64と、導体54との横断面が同一の形状を成す必要はない。導体54はキャビティ64の1つの側部に沿って中心キャビティ64を貫通する。導体30の中を流れる比較的高い直流電流は、磁心材34の飽和を引き起こす傾向があり、この飽和によって、パワーインダクタおよび/またはパワーインダクタが組み込まれた装置の性能の低下が生じる。

10

【0017】

本発明によれば、磁心材58は、磁心材58に沿って縦方向に伸びるスロット付きエアギャップ70を備える。スロット付きエアギャップ70は導体54に対して平行方向に配置される。スロット付きエアギャップ70によって、所定の直流電流レベルに対して磁心材58の飽和が発生する可能性が少なくなる。

【0018】

次に図5を参照すると、磁束80-1と80-2(まとめて磁束80と呼ぶ)がスロット付きエアギャップ70により形成されている。磁束80-2は、導体54へ向かって突出し、導体54内で渦電流を誘導する。好ましい実施形態では、磁束が実質的に減少するように、導体54とスロット付きエアギャップ70の底部との間に十分な距離“D”が画定される。一実施形態において、距離Dは、導体の中を流れる電流と、スロット付きエアギャップ70により画定される幅“W”と、導体54内で誘導可能な所望の容認可能な最大渦電流とに関連する。

20

【0019】

次に図6aと図6bを参照すると、渦電流低減材84をスロット付きエアギャップ70に隣接して配設する事が出来る。渦電流低減材は磁心材よりも低い透磁率と、空気よりも高い透磁率とを有する。その結果、空気の場合よりも多くの磁束が材料84の中を流れる。例えば、磁気絶縁材84は、軟磁性体や、粉末金属あるいは任意の適切な材料とすることが可能である。図6aでは、渦電流低減材84は、スロット付きエアギャップ70の底部開口部の両端にわたって延設する。

30

【0020】

図6bでは、渦電流低減材84'はスロット付きエアギャップの外側開口部の両端にわたって延設する。渦電流低減材84'の透磁率は、磁心材よりも低く、かつ空気よりも高いので、空気の場合よりも多くの磁束が渦電流低減材の中を流れる。従って、スロット付きエアギャップにより生成される磁束より少ない磁束が導体に達することになる。

【0021】

例えば、渦電流低減材84が9の相対透磁率を持つ事が出来るのに対して、エアギャップ内の空気は1の相対透磁率を有する。この結果、ほぼ90%の磁束が材料84の中を流れ、ほぼ10%の磁束が空気の中を流れる。その結果、導体に達する磁束は大幅に減少し、これによって導体内の誘導渦電流は低減する。明らかなように、他の透磁率の値を持つ他の材料の利用も可能である。次に図7を参照すると、スロット付きエアギャップの下部と、導体54の上部との間の距離“D2”を長くすることによって、導体54内で誘導される渦電流の大きさを減らすことも可能である。

40

【0022】

次に図8を参照すると、パワーインダクタ100には、第1のキャビティ108と第2のキャビティ110とを画定する磁心材104が含まれる。第1の導体と第2の導体11

50

2と114は、第1のキャビティ108と第2のキャビティ110にそれぞれ配設される。第1のスロット付きエアギャップ120と、第2のスロット付きエアギャップ122は、それぞれ、導体112と114の両端に存在する側部の磁心材104の中に配設される。第1のスロット付きエアギャップ120と、第2のスロット付きエアギャップ122とによって磁心材104の飽和が低減される。一実施形態において、相互結合度Mは0.5の範囲となる。

【0023】

次に図9aと図9bを参照すると、渦電流低減材が1以上のスロット付きエアギャップ120および/または122に隣接して配設され、スロット付きエアギャップに起因する磁束が減少し、これによって誘導渦電流が低減される。図9aでは、渦電流低減材84はスロット付きエアギャップ120の下部開口部に隣接して配置されている。図9bでは、渦電流低減材はスロット付きエアギャップ120と122の双方の上部開口部に隣接して配置されている。明らかなように、渦電流低減材はスロット付きエアギャップの一方または双方に隣接して配置する事が出来る。磁心材の“T”字型中心断面123によって第1のキャビティ108と第2のキャビティ110とが分離される。

【0024】

スロット付きエアギャップは他の様々な位置に配置することが可能である。例えば、図10aを次に参照すると、磁心材58の側部の一方にスロット付きエアギャップ70'を配設することが可能である。スロット付きエアギャップ70'の下端部は、必ずというわけではないが、導体54の頂面に配設することが望ましい。図から明らかなように、磁束80'は内側へ向かって放射される。スロット付きエアギャップ70'が導体54の上方に配設されているため、磁束の影響は少ない。明らかなように、また、渦電流低減材を図6aおよび/または図6bに図示されるようにスロット付きエアギャップ70'に隣接して配設して、磁束をさらに小さくすることが可能である。図10bでは、渦電流低減材84'はスロット付きエアギャップ70'の外側開口部に隣接して配置されている。同様に、渦電流低減材84は磁心材58の内側に配置することも可能である。

【0025】

次に図11aと図11bを参照すると、パワーインダクタ123は、中心部129により分離されている第1のキャビティ126と第2のキャビティ128とを画定する磁心材124を備えている。第1の導体130と第2の導体132とは、それぞれ1つの側部に隣接する第1のキャビティ126と第2のキャビティ128内に配設される。第1のスロット付きエアギャップ138と第2のスロット付きエアギャップ140は、磁心材の対向する側部に配設され、磁心材の対向する側部は、導体130と132とを備える1つの側部に隣接する。図11bに示されるように、スロット付きエアギャップ138および/または140と磁心材124の内縁141の位置を合わせる事が可能であり、または、図11aに図示されるように内縁141から離間して配置することが可能である。明らかなように、また図6aおよび/または図6bに図示されるように、スロット付きエアギャップの一方または双方から発する磁束をさらに少なくするために、渦電流低減材を用いることが可能である。

【0026】

次に図12と図13を参照すると、パワーインダクタ142には、第1および第2の接続されたキャビティ146と148を画定する磁心材144が含まれる。第1の導体と第2の導体150と152は、第1のキャビティ146と第2のキャビティ148内にそれぞれ配設される。磁心材144の突起部154は、導体150と152間の磁心材の下部側から上向きに延設する。突起部154は、全体的にではなく部分的に上面へ向かって延設する。好ましい実施形態では、突起部154は導体150と152の高さよりも長い長さの突起部を有する。明らかなように、突起部154は、図14の155に図示されるように、透磁率が磁心よりも低く、かつ空気よりも高いような材料から製造することが可能である。また、本実施形態において、図15に図示されるように、突起部と磁心材の双方を除去することが可能である。本実施形態において、相互結合度はほぼ1に等しい。

【0027】

図12では、スロット付きエアギャップ156が、突起部154の上方の位置に在る磁心材144内に配設されている。スロット付きエアギャップ156は、突起部154の幅W2よりも狭い幅W1を有する。図13では、スロット付きエアギャップ156'が、突起部154の上方の位置における磁心材内に配設されている。スロット付きエアギャップ156は、突起部154の幅W2以上の幅W3を有する。明らかなように、また図6aおよび/または6bに図示されるように、スロット付きエアギャップ156および/または156'から発する磁束をさらに小さくするために、渦電流低減材を用いることが可能である。図12～図14の幾つかの実施構成において、相互結合度Mが1の範囲にあるものもある。

10

【0028】

次に図16を参照すると、キャビティ174を画定する磁心材172を備えるパワーインダクタ170が示さる。スロット付きエアギャップ175が磁心材172の片側に形成される。1以上の絶縁電線176と178とはキャビティ174を貫通する。絶縁電線176と178とは、内部導体184を囲む外層182が含まれる。外層182は、空気よりも高く、磁心材よりも低い透磁率を有する。外層182は、スロット付きエアギャップにより生じた磁束を大幅に減少させ、外層182が設けられていなかった場合に導体184中に誘導されるはずの渦電流を低減させる。

【0029】

次に図17を参照すると、パワーインダクタ180は、導体184と、キャビティ190を画定する“C”字型の磁心材188とを備える。スロット付きエアギャップ192が磁心材188の1つの側部に配置される。導体184はキャビティ190を貫通する。渦電流低減材84'がスロット付きエアギャップ192の両端にわたって配置される。図18では、渦電流低減材84'には、スロット付きエアギャップの中へ延設する突起部194を備え、突起部194はスロット付きエアギャップ192により画定される開口部と接続される。

20

【0030】

次に図19を参照すると、パワーインダクタ200は、第1のキャビティ206と第2のキャビティ208とを画定する磁心材204から製造される。第1の導体と第2の導体210と212とは、それぞれ第1のキャビティ206と第2のキャビティ208とを貫通する。中心断面218は第1のキャビティと第2のキャビティとの間に配置される。明らかなように、中心断面218は磁心材および/または渦電流低減材から製造することも可能である。また、導体は外層を含むものであってもよい。

30

【0031】

上記導体は銅から製造することも可能であるが、金、アルミニウムおよび/または低い抵抗を持つ他の適切な導体材料を使用してもよい。磁心材はフェライトであって良いが、高い透磁率と高い電気抵抗とを有する他の磁心材を使用してもよい。本願で用いられるフェライトとは、マンガ、ニッケルおよび/または亜鉛などの1以上の金属酸化物と組み合わせられたいくつかの磁気物質のうちの任意の磁気物質を意味する。フェライトを使用する場合、ダイヤモンド切刃を用いて、または、他の適切な技法によってスロット付きエアギャップの切断を行うことが可能である。

40

【0032】

図示したパワーインダクタの巻き数は1つであるが、当業者であれば、追加の巻きを用いることも可能であることを理解するであろう。上記実施形態のいくつかは、1つ乃至2つの導体を個々に持つ1つ乃至2つのキャビティを持つ磁心材を示すのみであるが、個々のキャビティおよび/または追加キャビティ内に追加の導体を使用することも可能であり、さらに、本発明から逸脱することなく導体を用いることも可能である。インダクタの横断面の形状を正方形のものとして示したが、矩形、円形、楕円形、長円形、等の他の適切な形状も考慮される。

【0033】

50

本実施形態によるパワーインダクタは、100アンペア(A)までの直流電流を処理できる容量を有し、500nH以下のインダクタンスを有することが望ましい。例えば、代表的インダクタンス値である50nHが使用される。本発明を直流/直流コンバータと関連して例示したが、当業者であれば、多種多様の他の用途でパワーインダクタを利用できることを理解するであろう。

【0034】

次に図20を参照すると、パワーインダクタ250はキャビティ253を画定する“C”字型の第1の磁心252を備えている。図20～図28には導体は示されていないが、当業者であれば、上記記載のように、1以上の導体が第1の磁心の中心を貫通することを理解するであろう。第1の磁心252は好適にはフェライトビーズ芯材から製造され、エアギャップ254を画定する。第2の磁心258はエアギャップ254に隣接する第1の磁心252の少なくとも1つの表面に取り付けられる。幾つかの実施構成において、第2の磁心258がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。磁束260は、点線によって示されるような第1の磁心252と第2の磁心258との中を流れる。

10

【0035】

次に図21を参照すると、パワーインダクタ270には、フェライトビーズ芯材から製造された“C”字型の第1の磁心272が含まれる。第1の磁心272はキャビティ273とエアギャップ274とを画定する。第2の磁心276はエアギャップ274内に配置される。幾つかの実施構成において、第2の磁心の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。磁束278は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心272と第2の磁心276との中を流れる。

20

【0036】

次に図22を参照すると、パワーインダクタ280には、フェライトビーズ芯材から製造された“U”字型の第1の磁心282が含まれる。第1の磁心282はキャビティ283とエアギャップ284とを画定する。第2の磁心286はエアギャップ284上に配置される。磁束288は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心282と第2の磁心286との中を流れる。幾つかの実施構成において、第2の磁心286の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。

【0037】

次に図23を参照すると、パワーインダクタ290には、フェライトビーズ芯材から製造された“C”字型の第1の磁心292が含まれる。第1の磁心292はキャビティ293とエアギャップ294とを画定する。第2の磁心296はエアギャップ294内に配置される。1つの実施構成では、第2の磁心296がエアギャップ294の中へ延設し、略“T”字型の横断面を有する。第2の磁心296は、エアギャップ304に隣接する第1の磁心290の内面297-1と297-2に沿って延設する。磁束298は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心292と第2の磁心296との中を流れる。幾つかの実施構成において、第2の磁心296の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。

30

【0038】

次に図24を参照すると、パワーインダクタ300には、フェライトビーズ芯材から製造された“C”字型の第1の磁心302が含まれる。第1の磁心302はキャビティ303とエアギャップ304とを画定する。第2の磁心306はエアギャップ304内に配置される。第2の磁心がエアギャップ304の中へおよびエアギャップ304から外側へ延設し、略“H”字型の横断面を有する。第2の磁心306は、エアギャップ304に隣接する第1の磁心302の内面307-1と307-2、および、外面309-1と309-2に沿って延設する。磁束308は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心と第2の磁心302と306の中を流れる。幾つかの実施構成において、第2の磁心306の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。

40

【0039】

次に図25を参照すると、パワーインダクタ320には、フェライトビーズ芯材から製

50

造された“C”字型の第1の磁心322が含まれる。第1の磁心322はキャビティ323とエアギャップ324とを画定する。第2の磁心326はエアギャップ324内に配置される。磁束328は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心322と第2の磁心326との中を流れる。第1の磁心322と第2の磁心326とはセルフロックする。幾つかの実施構成において、第2の磁心326の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。

【0040】

次に図26を参照すると、パワーインダクタ340には、フェライトビーズ芯材から製造された“O”字型の第1の磁心342が含まれる。第1の磁心342はキャビティ343とエアギャップ344とを画定する。第2の磁心346はエアギャップ344内に配置される。磁束348は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心342と第2の磁心346との中を流れる。幾つかの実施構成において、第2の磁心346の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。

10

【0041】

次に図27を参照すると、パワーインダクタ360には、フェライトビーズ芯材から製造された“O”字型の第1の磁心362が含まれる。第1の磁心362はキャビティ363とエアギャップ364とを画定する。エアギャップ364は、対向する“V”字型の壁365により部分的に画定される。第2の磁心366はエアギャップ364内に配置される。磁束368は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心362と第2の磁心366との中を流れる。第1の磁心362と第2の磁心366とはセルフロックする。換言すれば、第1の磁心と第2の磁心の相対的動きは少なくとも2つの直交平面で制限される。“V”字型の壁365が用いられているが、当業者であれば、セルフロックの特徴を与える他の形状を用いることも可能であることを理解するであろう。幾つかの実施構成において、第2の磁心366の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。

20

【0042】

次に図28を参照すると、パワーインダクタ380には、フェライトビーズ芯材から製造された“O”字型の第1の磁心382が含まれる。第1の磁心382はキャビティ383とエアギャップ384とを画定する。第2の磁心386はエアギャップ384内に配置され、略“H”字型をしている。磁束388は、点線によってそれぞれ示されるような第1の磁心382と第2の磁心386との中を流れる。第1の磁心382と第2の磁心386とはセルフロックする。換言すれば、第1の磁心と第2の磁心の相対的動きは少なくとも2つの直交平面で制限される。第2の磁心は“H”字型であるが、当業者であれば、セルフロックの特徴を与える他の形状を用いることも可能であることを理解するであろう。幾つかの実施構成において、第2の磁心386の方がフェライトビーズ芯材よりも低い透磁率を有する。

30

【0043】

1つの実施構成では、第1の磁心を形成するフェライトビーズ芯材は、例えばダイヤモンドソーを用いてフェライトビーズ芯材の固体ブロックから切断される。また、フェライトビーズ芯材は所望の形状に成型され、次いで、焼成される。この成型され、焼成された材料は、次いで、所望の場合切断することが可能である。成型、焼き入れおよび/または切断の他の組み合わせおよび/または順序は当業者には明らかである。類似の技法を用いて第2の磁心をつくることも可能である。

40

【0044】

第1の磁心および/または第2の磁心の接続表面の一方または双方を取り付けるステップに先行して、従来の技法を用いて研磨することも可能である。任意の好適な方法を用いて第1の磁心と第2の磁心とを一体に取り付けることも可能である。例えば、接着剤、接着テープおよび/または他の任意の接着方法を用いて第1の磁心を第2の磁心と取り付けて、複合構造を形成することが可能である。当業者であれば、他の機械的締結方法を利用できることは理解するであろう。

【0045】

50

第2の磁心は、好ましくはフェライトビーズ芯材よりも低い磁性率を持つ材料から製造されることが望ましい。好ましい実施形態では、第2の磁心材は磁路の30%未満を構成する。さらに好ましい実施形態では、第2の磁心材は磁路の20%未満を構成する。例えば、第1の磁心がほぼ2000の透磁率を持つようにすることも可能であり、第2の磁心材が20の透磁率を持つようにすることも可能である。パワーインダクタの中を通る磁路の合成透磁率は、第1の磁心と第2の磁心の中を通る磁路のそれぞれの長さに応じてほぼ200にする事が出来る。1つの実施構成では、第2の磁心は鉄粉を用いて形成される。鉄粉は、比較的高い損失を伴うものであるが、大きな磁化電流の処理が可能となる。

【0046】

他の実施構成において、図29を参照すると、第2の磁心が、複数のギャップ424が配置されたフェライトビーズ芯材420を用いて形成される。これらのギャップは空気および/または他の気体、液体または固体で充填する事が出来る。換言すれば、第2の磁心材内に分散されているギャップおよび/または泡によって第2の磁心材の透磁率が低減される。第2の磁心は、上述されたような第1の磁心を製造する際と類似の方法で製造されても良い。明らかなように、第2の磁心材は他の形状を持つものであってもよい。当業者であれば、図20～図30を用いて説明した第1の磁心と第2の磁心とを、図1～図19を用いて説明した実施形態においても利用可能であることを理解されよう。

【0047】

次に図30を参照すると、ストラップ450を用いて、第1の磁心252と第2の磁心258がそれぞれ一体に保持される。ストラップの対向する端部はコネクタ454を用いて一体に取り付けてもよいし、あるいは、直接相互に接続するようにしてもよい。ストラップ450は金属材料または非金属材料などの任意の適切な材料から製造する事が出来る。

【0048】

当業者であれば、本発明の広範にわたる教示が様々な形態で実現可能であることは上述の説明から理解できるであろう。従って、本発明の特定の例と関連して本発明について以上説明したが、本発明の真の範囲は上記実施例に限定すべきではない。何故なら、上記図面、本願明細書並びに以下の特許請求の範囲を検討すれば当業者には他の改変を行う事が可能である事が明らかであるからである。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】従来技術における典型的な直流/直流コンバータに適用されるパワーインダクタの機能ブロック図と電気接続図である。

【図2】従来技術における図1のパワーインダクタを示す透視図である。

【図3】従来技術における図1と図2のパワーインダクタを示す横断面図である。

【図4】本発明における磁心材で構成されるスロット付きエアギャップを設けたパワーインダクタを示す透視図である。

【図5】図4のパワーインダクタの横断面図である。

【図6A】スロット付きエアギャップに隣接して配設された渦電流低減材を持つ他の実施形態を示す横断面図である。

【図6B】スロット付きエアギャップに隣接して配設された渦電流低減材を持つ他の実施形態を示す横断面図である。

【図7】スロット付きエアギャップと導体の上部との間の追加の空間を持つ他の実施形態を示す横断面図である。

【図8】スロット付きエアギャップを個々に備えた複数のキャビティを持つ磁心の横断面図である。

【図9A】スロット付きエアギャップの一方または双方に隣接して配設された渦電流低減材を持つ図8の横断面図である。

【図9B】スロット付きエアギャップの一方または双方に隣接して配設された渦電流低減材を持つ図8の横断面図である。

10

20

30

40

50

【図 10 A】スロット付きエアギャップ用の他の側部位置を示す横断面図である。

【図 10 B】スロット付きエアギャップの他の側部位置を示す横断面図である。

【図 11 A】側部スロット付きエアギャップを個々に備えた複数のキャビティを持つ磁心の横断面図である。

【図 11 B】側部スロット付きエアギャップを個々に備えた複数のキャビティを持つ磁心の横断面図である。

【図 12】複数のキャビティと中心スロット付きエアギャップを備えた磁心の横断面図である。

【図 13】複数のキャビティとより広い中心スロット付きエアギャップとを備えた磁心の横断面図である。

【図 14】隣接する導体間に設けられた複数のキャビティと、中心スロット付きエアギャップと、材料と、低い透磁率とを持つ磁心の横断面図である。

【図 15】複数のキャビティと中心スロット付きエアギャップとを備えた磁心の横断面図である。

【図 16】スロット付きエアギャップと 1 以上の絶縁電線とを備えた磁心材の横断面図である。

【図 17】“C”字型の磁心材と渦電流低減材との横断面図である。

【図 18】接続用突起部を備えた“C”字型の磁心材と渦電流低減材の横断面図である。

【図 19】複数のキャビティと渦電流低減材とを備えた“C”字型の磁心材の横断面図である。

【図 20】フェライトビーズ芯材と、磁心のエアギャップに隣接して配置された第 2 の磁心とを含む“C”字型の第 1 の磁心の横断面図である。

【図 21】フェライトビーズ芯材と、磁心のエアギャップ内に配置された第 2 の磁心とを含む“C”字型の第 1 の磁心の横断面図である。

【図 22】磁心のエアギャップに隣接して配置された第 2 の磁心を持つフェライトビーズ芯材を含む“U”字型の第 1 の磁心の横断面図である。

【図 23】フェライトビーズ芯材と“T”字型の第 2 の磁心とを含む“C”字型の第 1 の磁心をそれぞれ示す。

【図 24】フェライトビーズ芯材と、磁心のエアギャップ内に配置されたセルフロック用の“H”字型の第 2 の磁心とを含む“C”字型の第 1 の磁心の横断面図を示す。

【図 25】磁心のエアギャップ内に配置されたセルフロック用の第 2 の磁心を備えたフェライトビーズ芯材を含む“C”字型の第 1 の磁心の横断面図である。

【図 26】磁心のエアギャップ内に配置された第 2 の磁心を備えたフェライトビーズ芯材を含む“O”字型の第 1 の磁心を示す。

【図 27】磁心のエアギャップ内に配置されたセルフロック用の第 2 の磁心を持つフェライトビーズ芯材を含む“O”字型の第 1 の磁心を示す。

【図 28】磁心のエアギャップ内に配置されたセルフロック用の第 2 の磁心を持つフェライトビーズ芯材を含む“O”字型の第 1 の磁心を示す。

【図 29】第 2 の磁心の透磁率を低下させる分散型ギャップを持つフェライトビーズ芯材を含む第 2 の磁心を示す。

【図 30】ストラップを用いて一体に取り付けた第 1 の磁心と第 2 の磁心とを示す。

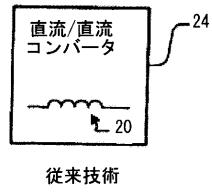
10

20

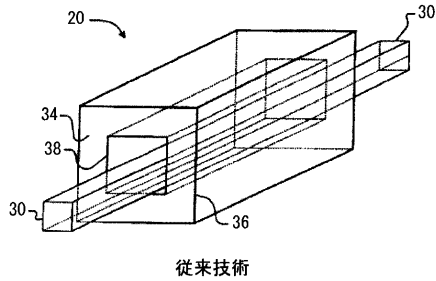
30

40

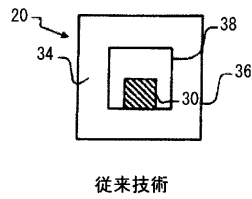
【図 1】



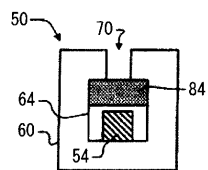
【図 2】



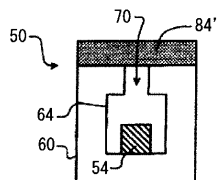
【図 3】



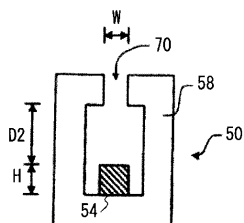
【図 6 A】



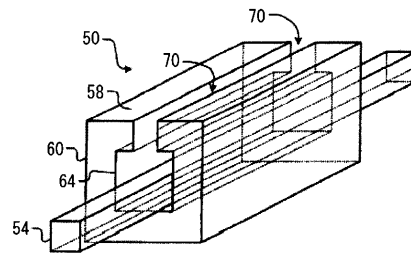
【図 6 B】



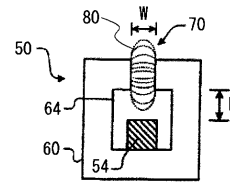
【図 7】



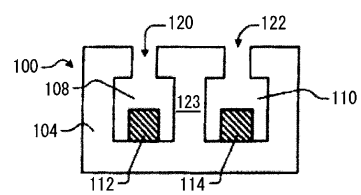
【図 4】



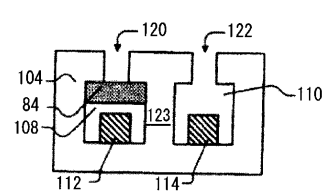
【図 5】



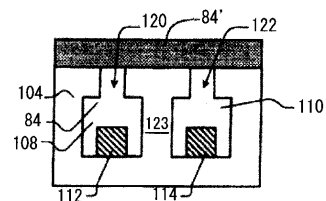
【図 8】



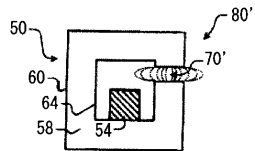
【図 9 A】



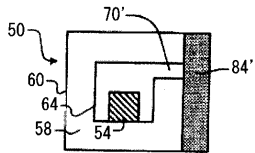
【図 9 B】



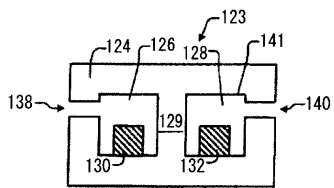
【図 10 A】



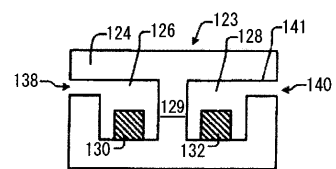
【図 10 B】



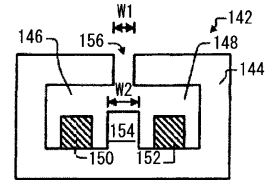
【図 11 A】



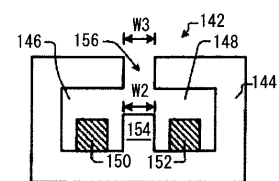
【図 11 B】



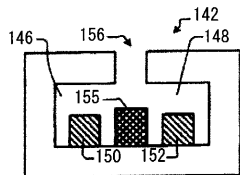
【図 12】



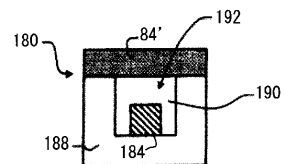
【図 13】



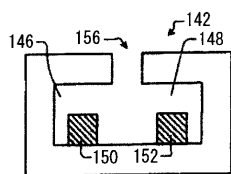
【図 14】



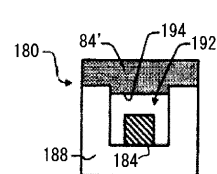
【図 17】



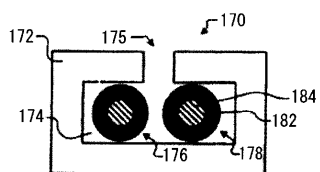
【図 15】



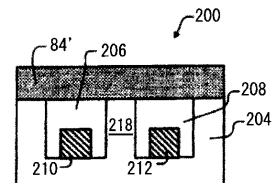
【図 18】



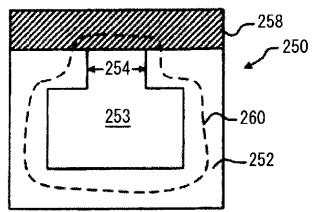
【図 16】



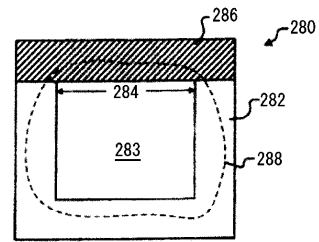
【図 19】



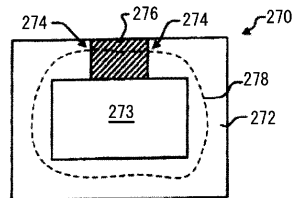
【図 20】



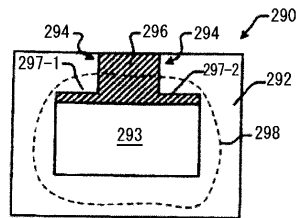
【図 22】



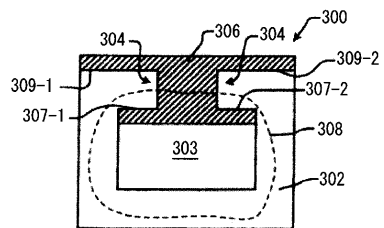
【図 21】



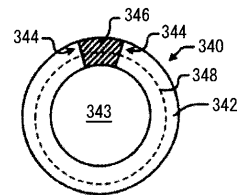
【図 23】



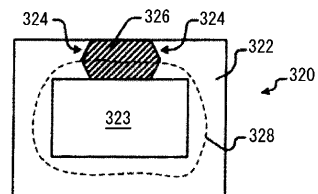
【図 24】



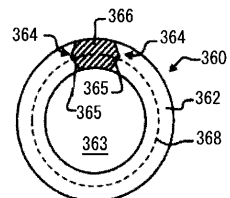
【図 26】



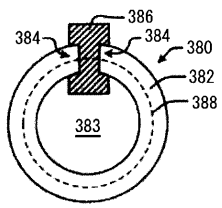
【図 25】



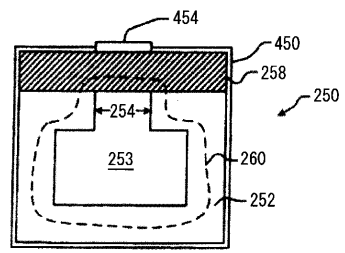
【図 27】



【図 28】



【図 30】



【図 29】

