

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5882891号  
(P5882891)

(45) 発行日 平成28年3月9日(2016.3.9)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 F 17/04 (2006.01)	HO 1 F 17/04 F
HO 1 F 27/255 (2006.01)	HO 1 F 27/24 D
HO 1 F 27/24 (2006.01)	HO 1 F 27/24 H
	HO 1 F 27/24 J

請求項の数 34 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2012-509838 (P2012-509838)	(73) 特許権者	506257537
(86) (22) 出願日	平成22年4月27日 (2010.4.27)		クーパー テクノロジーズ カンパニー
(65) 公表番号	特表2012-526386 (P2012-526386A)		アメリカ合衆国, テキサス 77002,
(43) 公表日	平成24年10月25日 (2012.10.25)		ヒューストン, トラビス 600, スイート 5600
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/032540	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02010/129264		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成22年11月11日 (2010.11.11)	(74) 代理人	100102819
審査請求日	平成25年4月19日 (2013.4.19)		弁理士 島田 哲郎
(31) 優先権主張番号	61/175,269	(74) 代理人	100123582
(32) 優先日	平成21年5月4日 (2009.5.4)		弁理士 三橋 真二
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100147555
(31) 優先権主張番号	12/508,279		弁理士 伊藤 公一
(32) 優先日	平成21年7月23日 (2009.7.23)	(74) 代理人	100160705
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 伊藤 健太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気部品とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ギャップ分散特性を有する少なくとも一つの成形可能な磁性材料から完全に製造されている一体型の磁性体と、

該磁性体内に埋め込まれている複数の予備形成コイルであって、各コイルが、第1の表面実装端子と、第2の表面実装端子と、該第1の表面実装端子と該第2の表面実装端子との間の巻線とを備える、複数の予備形成コイルとを備える磁気部品アセンブリであって、

前記複数のコイルは、互いに磁束を共有する関係において前記磁性体内に配置され、前記磁性体及び複数のコイルは結合電力インダクタを形成し、各コイルは電力の異なる位相にそれぞれ接続可能であり、それぞれの前記複数のコイルによって搬送される電力の異なる位相間に、自己インダクタンス及び結合インダクタンスが提供され、

前記少なくとも一つの成形可能な磁性材料は、第1の磁気特性を有する第1の磁性材料と、第2の磁気特性を有する第2の磁性材料とを含み、前記第2の磁気特性は前記第1の磁気特性と異なる、磁気部品アセンブリ。

【請求項 2】

前記第2の磁性材料は、前記第1の磁性材料の少なくとも一部と前記複数の予備形成コイルの各々の一部とを分離する、請求項1に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 3】

前記第2の磁性材料は、前記磁性体の上面と、下面と、互いに反対側に位置した端面と

、横側面とに延びる、請求項 1 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 4】

前記第 2 の磁性材料は、第 1 の平面内と、該第 1 の平面に対して実質的に垂直に延びる第 2 の平面内とに延びる、請求項 1 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 5】

前記第 1 および第 2 の磁性材料の一方は、プレス加工された磁気シートを備える、請求項 4 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 の磁性材料の一方は磁気粉末を含む、請求項 4 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 7】

前記第 1 および第 2 の磁性材料の少なくとも一方は、前記複数の予備形成コイルの周りでプレス加工されている、請求項 4 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 8】

前記第 1 および第 2 の磁性材料は、前記複数の予備形成コイルの周りの中実の本体を共同して画定する、請求項 4 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 9】

前記複数の予備形成コイルは平型コイルである、請求項 1 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 10】

前記複数の予備形成コイルの各々は巻線の第 1 の部分的なターンをそれぞれ画定する、請求項 1 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 11】

さらに回路基板を含み、該回路基板は前記複数の予備形成コイルの各々について巻線の第 2 の部分的なターンを画定し、前記第 1 および第 2 の部分的なターンは互いに接続されている、請求項 10 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 12】

前記複数の予備形成コイルのそれぞれの表面実装端子は前記磁性体の表面上に非対称なパターンを画定する、請求項 1 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 13】

複数の物理的なギャップが前記磁性体内に形成されている、請求項 1 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 14】

前記複数の物理的なギャップはそれぞれの前記複数の予備形成コイルの各々の一部から前記磁性体のそれぞれの端縁に外向きに延びる、請求項 13 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 15】

当該アセンブリはさらに回路基板を含み、前記複数の物理的なギャップは前記回路基板の平面に対して実質的に平行に延びる、請求項 14 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 16】

前記複数の物理的なギャップは互いに離間されておりかつ互いに概して同一平面上にある、請求項 15 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 17】

前記複数の物理的なギャップは、前記磁性体の互いに反対側に位置したそれぞれの端部上のみに延びる、請求項 16 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 18】

前記複数の予備形成コイルは互いに離間されており、前記複数の物理的なギャップは、隣接するコイル間に延びない、請求項 13 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 19】

前記物理的なギャップはそれぞれの前記複数の予備形成コイルの各々から前記磁性体の

10

20

30

40

50

上面に外向きに延びる、請求項 13 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 20】

さらに回路基板を含み、前記物理的なギャップは前記回路基板の平面に対して実質的に垂直に延びる、請求項 19 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 21】

前記磁性体は、前記回路基板と当接接触している該磁性体の下面と、前記下面の反対側に位置する上面とを含む、請求項 20 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 22】

前記物理的なギャップは、それぞれの前記複数のコイルの各々から前記磁性体の下面に外向きに延びる、請求項 13 に記載の磁気部品アセンブリ。

10

【請求項 23】

さらに回路基板を含み、前記磁性体の下面は前記回路基板と当接接触している、請求項 22 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 24】

前記物理的なギャップは前記回路基板の平面に対して実質的に垂直に延びる、請求項 23 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 25】

前記物理的なギャップは、離間されておりかつ実質的に平行な複数のギャップを備える、請求項 13 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 26】

20

前記少なくとも一つの成形可能な磁性材料は、さらに、前記第 1 および第 2 の磁性材料とは異なる第 3 の磁性材料を含む、請求項 1 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 27】

前記第 3 の磁性材料は前記第 1 の磁性材料と前記第 2 の磁性材料との間に挿入されている、請求項 26 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 28】

前記第 3 の磁性材料は、前記複数のコイルのうちの隣接するコイル対の間で、異なる厚さを有する、請求項 26 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 29】

前記第 1 の磁性材料、前記第 2 の磁性材料、および前記第 3 の磁性材料は互いに対してプレス加工されている、請求項 26 に記載の磁気部品アセンブリ。

30

【請求項 30】

前記第 1 および第 2 の磁性材料の少なくとも一方は積み重ね磁気シートを備える、請求項 26 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 31】

前記第 1 および第 2 の磁性材料の少なくとも一方は成形可能な磁気粉末を備える、請求項 27 に記載の磁気部品アセンブリ。

【請求項 32】

前記第 1 および第 2 の磁性材料はギャップ分散特性を有する、請求項 26 に記載の磁気部品アセンブリ。

40

【請求項 33】

ギャップ分散特性を有する成形可能な磁性材料から製造されている一体型の磁性体であって、上面と、下面と、上面と下面とを相互連結する互いに反対側に位置する端面と、前記上面と前記下面と前記互いに反対側に位置する端面とを相互連結する、互いに反対側に位置する横側面とを有する一体型の磁性体と、

複数の予備形成コイルであって、該複数の予備形成コイルの各々が、回路基板への接続のための第 1 の端子と、回路基板への接続のための第 2 の端子と、該第 1 の端子と該第 2 の端子との間の巻線とを備える、複数の予備形成コイルとを備える磁気部品アセンブリであって、

前記複数の予備形成コイルの各々の前記巻線は前記磁性体内に埋め込まれ、前記複数の

50

コイルは、前記互いに反対側に位置する横側面に平行に延在し且つ前記互いに反対側に位置する端面に垂直に延びる軸線方向において、互いから離間され、

前記成形可能な磁性材料は、第1の磁気特性を有する第1の磁気材料と、第2の磁気特性を有する第2の磁気材料とを含み、前記第2の磁気特性は前記第1の磁気特性と異なる、磁気部品アセンブリ。

【請求項34】

前記複数のコイルは、互いに磁束を共有する関係において前記磁性体内に配置され、前記磁性体及び複数のコイルは結合電力インダクタを形成し、各コイルは電力の異なる位相にそれぞれ接続可能であり、それぞれの前記複数のコイルによって搬送される電力の異なる位相間に、自己インダクタンス及び結合インダクタンスが提供される、請求項33に記載の磁気部品アセンブリ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の分野は、一般的に磁気部品とその製造とに関し、より具体的には、インダクタおよび変圧器のような磁気表面実装電子部品に関する。

【背景技術】

【0002】

電子パッケージングの進歩に応じて、より小型でかつより強力な電子デバイスの製造が可能になっている。こうしたデバイスの全体的なサイズを減少させるために、こうしたデバイスを製造するために使用される電子部品が、ますます小型化されている。こうした要求に適合するように電子部品を製造することは多くの困難を呈し、したがって製造プロセスをより高コストにし、電子部品のコストを望ましくない形で増大させている。

20

【0003】

インダクタおよび変圧器のような磁気部品のための製造プロセスは、他の部品と同様に、高度に競争的な電子部品製造事業においてコストを削減する方法として綿密に調査されてきた。製造コストの削減は、製造される部品がローコストかつハイボリュームの部品である時に、特に望ましい。当然のことながら、こうした部品とそれを使用する電子デバイスとのためのハイボリュームの大量生産プロセスでは、製造コストのあらゆる削減が重要である。

30

【発明の概要】

【0004】

次の利点、すなわち、小型化レベルで生産することが容易な部品構造と、小型化レベルでより容易にアセンブリされる部品構造と、既知の磁気部品構成と共通の製造ステップの排除を可能にする部品構造と、より効果的な製造技術による改善された信頼性を有する部品構造と、既存の磁気部品に比較して類似しているかまたは減少したパッケージサイズで改善された性能を有する部品構造と、従来の小型化された磁気部品に比較して増大した電力性能を有する部品構造と、既知の磁気部品構成に比較して明確な性能上の利点を提供するユニークなコアおよびコイルの構成を有する部品構造という利点の1つまたは複数を実現するために有利に使用される磁気部品アセンブリとアセンブリの製造方法との例示的な実施態様が、本明細書に開示されている。

40

【0005】

この例示的な部品アセンブリは、例えばインダクタおよび変圧器を構成するために特に有利であると考えられている。このアセンブリは小型のパッケージサイズで信頼性高く提供されるだろうし、回路基板に対する実装の容易性のための表面実装特徴を含むだろう。

【0006】

非限定的かつ非排他的な実施形態が、次の図面を参照しながら説明され、これら図面では、特に指摘しない限り、様々な図のすべてにおいて、同様の参照番号が同様の部品を示す。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 0 7 】

【図 1】図 1 は、本発明の例示的な実施形態による小型電力インダクタの上部側の斜視図と分解図とを示す。

【図 2】図 2 は、例示的な実施形態による、中間的な製造ステップにおける、図 1 に示されている小型電力インダクタの上部側の斜視図を示す。

【図 3】図 3 は、例示的な実施形態による、図 1 に示されている小型電力インダクタの下部側の斜視図を示す。

【図 4】図 4 は、例示的な実施形態による、図 1 と図 2 と図 3 とに示されている小型電力インダクタのための例示的な巻線形状構成の斜視図を示す。

【図 5】図 5 は、本発明の実施形態によるコイルの形状構成を示す。

10

【図 6】図 6 は、図 5 に示されているコイルの構成を含む磁気部品の断面図を示す。

【図 7】図 7 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品の略平面図である。

【図 8】図 8 は、結合コイルを含む別の磁気部品の略平面図である。

【図 9】図 9 は、図 8 に示されている部品アセンブリの断面図である。

【図 10】図 10 は、結合コイルを含む別の磁気部品アセンブリの略平面図である。

【図 11】図 11 は、図 10 に示されている部品の断面図である。

【図 12】図 12 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品の別の実施形態の略平面図である。

【図 13】図 13 は、図 12 に示されている部品の断面図である。

20

【図 14】図 14 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品の別の実施形態の斜視図である。

【図 15】図 15 は、図 14 に示されている部品の略平面図である。

【図 16】図 16 は、図 14 に示されている部品の上部斜視図である。

【図 17】図 17 は、図 14 に示されている部品の下部斜視図である。

【図 18】図 18 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品の別の実施形態の斜視図である。

【図 19】図 19 は、図 18 に示されている部品の略平面図である。

【図 20】図 20 は、図 18 に示されている部品の下部斜視図である。

【図 21】図 21 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品の別の実施形態の斜視図である。

30

【図 22】図 22 は、図 21 に示されている部品の略平面図である。

【図 23】図 23 は、図 21 に示されている部品の下部の斜視図である。

【図 24】図 24 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品の別の実施形態の斜視図である。

【図 25】図 25 は、図 24 に示されている部品の略平面図である。

【図 26】図 26 は、図 24 に示されている部品の下部の斜視図である。

【図 27】図 27 は、物理的にギャップが作られている離散的なコアピースを有する部品に対する、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品のシミュレーションおよび試験の結果を示す。

40

【図 28】図 28 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品のさらに別の分析を示す。

【図 29】図 29 は、物理的にギャップが作られている離散的なコアピースを有する部品に対する、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品のシミュレーションデータを示す。

【図 30】図 30 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品のさらに別の分析を示す。

【図 31】図 31 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品のさらに別の分析を示す。

【図 32】図 32 は、本発明の例示的な実施形態による結合コイルを含む磁気部品のシミュレーション結果を示す。

50

ュレーションおよび試験の結果を示す。

【図 3 3】図 3 3 は、図 2 7 から図 3 1 の情報から得られた結合結果を示す。

【図 3 4】図 3 4 は、磁気部品アセンブリと、磁気部品アセンブリのための回路基板との実施形態を示す。

【図 3 5】図 3 5 は、結合コイルを有する別の磁気部品アセンブリを示す。

【図 3 6】図 3 6 は、図 3 5 に示されているアセンブリの断面図である。

【図 3 7】図 3 7 は、結合コイルがない離散的な磁気部品に対する、結合コイルを有する本発明の実施形態のリプル電流の比較を示す。

【図 3 8】図 3 8 は、磁気部品の別の実施形態の斜視図である。

【図 3 9】図 3 9 は、図 3 8 に示されている部品の平面図である。

【図 4 0】図 4 0 は、図 3 8 に示されている部品の下面図である。

【図 4 1】図 4 1 は、別の磁気部品の斜視図である。

【図 4 2】図 4 2 は、図 4 1 に示されている部品の側面図である。

【図 4 3】図 4 3 は、コイルが取り除かれている図 4 1 に示されている部品の別の実施形態の側面図である。

【図 4 4】図 4 4 は、図 4 3 に示されている部品の別の実施形態の側面図である。

【図 4 5】図 4 5 は、図 4 4 に示されている部品の別の実施形態の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

当業における多数の難点を克服する本発明の電子部品設計の例示的な実施形態が、本明細書に説明されている。本発明を完全に理解するために、以下の開示内容は異なるセグメントまたは部分の形で示されており、この場合に、部分 I は特定の問題点および難点について言及し、部分 I I は、こうした問題点を克服するための例示的な部品の構成およびアセンブリを説明する。

【 0 0 0 9 】

I . 本発明の序論

【 0 0 1 0 】

回路基板用途のためのインダクタのような従来の磁気部品は、典型的には、磁気コアと、磁気コア内のコイルとも呼ばれることがある導電性巻線とを含む。このコアは、コアピースの相互間に配置された巻線を有する磁性材料から作られている離散的なコアピースから作られているだろう。U コアおよび I コアアセンブリ、E R コアおよび I コアアセンブリ、E R コアおよび E R コアアセンブリ、ポットコアおよび T コアアセンブリ、並びに、他の適合する形状を非限定的に含む、様々な形状およびタイプのコアピースおよびアセンブリが当業者によく知られている。離散的なコアピースは接着剤によって互いに接着され、かつ、典型的には、物理的に互いに離間されているかギャップが作られている。

【 0 0 1 1 】

幾つかの既知の部品では、例えば、コイルは、コアまたは端子クリップ ( t e r m i n a l c l i p ) の周囲に巻き付けられている導電性ワイヤから作られている。すなわち、このワイヤは、ドラムコアまたはボビンコアと呼ばれることがあるコアピースが完全に形成され終わった後に、このコアピースの周囲に巻き付けられるだろう。コイルの各々の自由端が、リード線と呼ばれ、かつ、回路基板に対する直接的な取り付けを介して、または、端子クリップを経由した間接的な接続を介して、インダクタを電気回路に結合するために使用されるだろう。特に小さなコアピースの場合には、費用効果が高くかつ信頼性が高い形でコイルを巻き付けることは難易度が高い。手作業で巻かれた部品は、その性能に一貫性がない傾向がある。コアピースは、その形状のせいで非常に壊れやすく、コイルが巻かれる時にコアの亀裂を生じさせる可能性が高く、かつ、コアピースの相互間のギャップの変動が、部品の性能における望ましくない変化を生じさせる可能性がある。さらに別の難点が、D C 抵抗 ( 「 D C R 」 ) が、巻き付けプロセス中の不均一な巻き付けと引っ張りとを原因として、望ましくない形で変化することがあるということである。

【 0 0 1 2 】

他の既知の部品では、既知の表面実装磁気部品のコイルは、典型的には、コアピースとは別々に製造され、後でコアピースとアセンブリされる。すなわち、コイルの手作業の巻き付けに起因する問題を回避するために、かつ、磁気部品のアセンブリを単純化するために、コイルは、予備形成コイルまたは予備巻きコイルと言われることがある。この予備形成コイルは、小さい部品サイズの場合に特に有利である。

【 0 0 1 3 】

磁気部品が回路基板上に表面実装される時にコイルに対して電氣的に接続を行うために、典型的には、導電性端子すなわちクリップが備えられている。このクリップは、成形されたコアピース上にアセンブリされ、および、コイルのそれぞれの末端に電氣的に接続される。端子クリップは、典型的には、例えば既知のはんだ付け方法を使用して回路基板上の導電性トレースおよびパッドに電氣的に接続されることが可能な概して平坦で平面状の領域を含む。このように接続される時、および、回路基板に電流が供給される時に、電流が、回路基板から一方の端子クリップに流れ、コイルを通過し、他方の端子クリップに流れ、そして、回路基板に戻るだろう。インダクタの場合には、コイルを通過する電流は磁気コア内に磁界とエネルギーとを生じさせる。2つ以上のコイルが備えられてもよい。

【 0 0 1 4 】

変圧器の場合には、一次コイルと二次コイルとが備えられており、一次コイルを通過する電流が二次コイル内の電流を誘導する。変圧器部品の製造は、インダクタ部品に類似した困難さを呈している。

【 0 0 1 5 】

部品がますます小型化されるので、物理的にギャップが作られたコアを提供することは困難な問題である。均一なギャップサイズを確保して維持することは、費用効果が高い態様において確実に実現することは困難である。

【 0 0 1 6 】

さらに、小型化された表面実装磁気部品において、コイルと端子クリップとの間の電氣的接続を生じさせることにに関して、幾つかの実際的な問題が存在している。典型的には、コイルと端子クリップとの間の非常に脆弱な接続が、コアの外側で行われ、このため分離し易い。場合によっては、コイルと端子クリップとの間の信頼性の高い機械的連結と電氣的接続とを確実なものにするために、コイルの末端を端子クリップの一部の周囲に巻き付けることが知られている。しかし、これは、製造上の観点からは、時間がかかることが判明しており、より容易で迅速な終端の解決策が望ましいだろう。これに加えて、細くて丸いワイヤ構成ほど可撓性を有しない平らな表面を有する長方形断面を有するコイルのような、幾つかのタイプのコイルの場合には、コイル末端の巻き付けは実際的ではない。

【 0 0 1 7 】

電子デバイスが、ますます強力になるという最近のトレンドを続けるので、例えばインダクタのような磁気部品は、ますます増大する量の電流を伝導することが必要とされている。この結果として、コイルを製造するために使用されるワイヤのゲージは典型的には増大させられる。コイルを製造するために使用されるワイヤのサイズの増大のために、丸ワイヤがコイルの製造に使用される時に、その末端は、典型的には、例えば、はんだ付け、溶接、または、導電性接着剤等を使用して端子クリップに対する機械的および電氣的な接続を適切に実現するように、適した厚さおよび幅になるように平らにされる。しかし、ワイヤのゲージが大きければ大きいほど、端子クリップに対してコイルの末端を適切に接続するためにコイルの末端を平らにすることはますます困難になる。こうした問題は、使用時における磁気部品に関する望ましくない性能上の問題と変動との原因となる可能性があるコイルと端子クリップとの間の不均一な接続を結果的に生じさせている。こうした変動を減少させることは、非常に困難で高コストであることがすでに明らかになっている。

【 0 0 1 8 】

丸くはない平形の導体からコイルを製造することが、特定の用途に関するこうした問題を軽減するだろうが、平形の導体は、より堅くて曲がりにくく、最初の段階においてコイルの形に形成することがより困難であり、このため、他の製造上の問題を発生させる傾向

10

20

30

40

50

がある。丸くなくて平形の導体の使用は、さらに、時として望ましくない形に、使用時のその部品の性能を変化させる可能性もある。これに加えて、幾つかの既知の構成、特に、平形の導体から製造されたコイルを含む既知の構成では、フックまたは他の構造的な特徴要素のような終端特徴要素が、端子クリップに対する接続を容易にするためにコイルの末端の形に形成されることがある。しかし、コイルの末端の形にこうした特徴要素を形成することは、製造プロセスにさらに別の費用を追加する可能性がある。

#### 【 0 0 1 9 】

サイズを縮小させる最近の傾向は、さらに、電子デバイスの電力および能力を増大させ、さらに別の難題を生じさせる。電子デバイスのサイズが縮小させられるのに応じて、電子デバイス内で使用される電子部品のサイズが縮小されなければならない、このため、電子デバイスに給電するために増大した量の電流を搬送するのではなく、相対的に小型であり、時として小型化された構成を有する電力インダクタおよび変圧器を経済的に製造することに努力が注がれてきた。磁気コア構造は、電気デバイスの薄い（非常に薄いこともある）プロファイルを実現するために回路基板に対して相対的にますますより低いプロファイルを備えることが望ましい。こうした要件に合致することは、さらに別の難問をもたらす。さらに別の難問は、多相電力システムに接続されている部品に関して生じており、この場合には、小型化デバイスにおいては、異なる位相の電力に適応することが困難である。

#### 【 0 0 2 0 】

磁気部品のフットプリントおよびプロファイルを最適化するための努力は、最新の電子デバイスの寸法上の要件に適合しようとする部品製造業者にとって非常に重要である。回路基板上の各々の部品は、回路基板に対して平行な平面内で測定される垂直な幅と奥行きとの寸法によって、すなわち、部品の「フットプリント」と呼ばれることがある回路基板上で部品によって占められる表面積を決定する幅と奥行きとの積によって一般的に画定されるだろう。一方、回路基板に対して直角であるかまたは垂直である方向において測定される部品の全高が、その部品の「プロファイル」と呼ばれることがある。部品のフットプリントは、部分的に、どれだけ多くの部品が回路基板上に実装できるかを決定し、および、プロファイルは、部分的に、電子デバイス内の互いに平行な回路基板の間に実現される間隔を決定する。より小さい電子デバイスは、一般的に、存在する各々の回路基板上により多くの部品が実装されること、または、隣接する回路基板の間の隙間の縮小、または、この両方を必要とする。

#### 【 0 0 2 1 】

しかし、磁気部品と共に使用される多くの既知の端子クリップは、磁気部品が回路基板に表面実装される時に磁気部品のフットプリントおよび／またはプロファイルを増大させる傾向を有する。すなわち、こうした端子クリップは、磁気部品が回路基板に実装される時に磁気部品の奥行き、幅および／または高さを増大させ、望ましくない形で磁気部品のフットプリントおよび／またはプロファイルを増大させる傾向がある。特に、磁気コアの頂部部分または底部部分または側部部分において磁気コアピースの外部表面全体にわたって取り付けられるクリップの場合には、完成した部品のフットプリントおよび／またはプロファイルは、その端子クリップによって拡大されるだろう。部品のプロファイルすなわち高さの拡大が比較的にかさい場合でさえ、その影響は、あらゆる特定の電子デバイスにおいて部品および回路基板の個数が増大するのに応じて重大なものとなる可能性がある。

#### 【 0 0 2 2 】

II. 例示的かつ独創的な磁気部品のアセンブリおよび製造方法

#### 【 0 0 2 3 】

以下、当業における従来の磁気部品の問題点の幾つかに対処する磁気部品アセンブリの例示的な実施形態を説明する。説明のために、磁気部品アセンブリおよび製造方法の例示的な実施形態を、当業における特有の問題に対処する共通の設計上の特徴に関して一括的に説明する。

#### 【 0 0 2 4 】

上述のデバイスに関連した製造段階は、部分的に明白であり、かつ、部分的に、具体的

10

20

30

40

50

に後述される。同様に、説明されている方法段階に関連したデバイスが、部分的に明白であり、かつ、部分的に、具体的に後述される。すなわち、本発明のデバイスおよび方法は、必ずしも後述の説明において別々に説明される必要はないが、さらに別の説明なしに、十分に当業者の理解の範囲内にあると考えられる。

#### 【0025】

図1から図4を参照すると、磁気部品またはデバイス100の例示的な実施形態の幾つかの図面が示されている。図1は、例示的な巻線構造内の3ターンのクリップ巻線と、少なくとも1つの磁気粉末シートと、例示的な実施形態による水平に方向付けられているコア区域とを有する、小型電力インダクタの上部側の斜視図と分解図とを示す。図2は、例示的な実施形態による、中間的な製造段階中における、図1に示されている小型電力インダクタの上部側の斜視図を示す。図3は、例示的な実施形態による、図1に示されている小型電力インダクタの下部側の斜視図を示す。図4は、例示的な実施形態による、図1と図2と図3とに示されている小型電力インダクタの11番目の巻線構造の斜視図を示す。

#### 【0026】

この実施形態では、小型電力インダクタ100は、少なくとも1つの磁気粉末シート101、102、104、106と、巻線構造114内の少なくとも1つの磁気粉末シート101、102、104、106に結合されている各々にクリップの形状であってよい複数のコイルまたは巻線108、110、112を含む磁性体を備える。この実施形態から理解できるように、小型電力インダクタ100は、下面116とこの下面とは反対側に位置する上面とを有する第1の磁気粉末シート101と、下面とこの下面とは反対側に位置する上面118とを有する第2の磁気粉末シート102と、下面120と上面122とを有する第3の磁気粉末シート104と、下面124と上面126とを有する第4の磁気粉末シート106とを備える。

#### 【0027】

磁性体層101、102、104、106は、コイルまたは巻線108、110、112と共に積み重ねられておりかつ積層方法または当業で公知の他の方法で互いに接合されている比較的薄いシートの形で備えられている。磁性体層101、102、104、106は、後続のアセンブリ段階における磁気部品の形成を容易にするために、別々の製造段階で予め製造されてもよい。磁性材料が、磁性体層をコイルに結合しかつ磁性体を所望の形状に画定するように、例えば圧縮成形方法または他の方法によって、所望の形状に成形可能であることが有利である。磁性材料を成形することが可能であることは、コイルを含む一体状すなわちモノリシックの構造の形で磁性体がコイル108、110、112の周囲に形成されることが可能であり、かつ、1つまたは複数のコイルを磁気構造にアセンブリする別々の製造段階が回避されるという点で、有利である。様々な形状の磁性体が、様々な実施形態において提供されるだろう。

#### 【0028】

例示的な実施形態では、各々の磁気粉末シートは、例えば、Chang Sung Incorporated (Incheon, Korea) によって製造され、製品番号20u-eff Flexible Magnetic Sheetとして販売されている磁気粉末シートであってよい。さらに、これら磁気粉末シートは、優勢的に特定の方向に方向配置されている粒子を有する。したがって、優勢な磁気粒子配向の方向に磁界が生じさせられる時に、より高いインダクタンスが実現されるだろう。この実施形態は4つの磁気粉末シートを示すが、磁気シート数は、この例示的な実施形態の範囲および着想から逸脱することなく、コア区域を増減させるために増減されてよい。さらに、この実施形態は磁気粉末シートを示すが、この例示的な実施形態の範囲および着想から逸脱することなく、積層されることが可能な任意の可撓性シートが代替策として使用されることがある。

#### 【0029】

さらに別のおよび/または代替の実施形態では、磁気シートまたは磁性体層101、102、104、106は、同一のタイプの磁気粒子または異なるタイプの磁気粒子から製造されることがある。すなわち、一実施形態では、磁性体層101、102、104、1

10

20

30

40

50

06が(同一ではなくとも)実質的に類似した磁気特性を有するように、磁性体層101、102、104、106のすべてが同じ1つのタイプの磁気粒子から製造されてもよい。しかし、別の実施形態では、磁性体層101、102、104、106の1つまたは複数、他の層とは異なるタイプの磁気粉末粒子から製造されることが可能である。例えば、内側の磁性体層104、106が外側の磁性体層101、106とは異なる特性を有するように、内側の磁性体層104、106が外側の磁性体層101、106とは異なるタイプの磁気粒子を含んでもよい。したがって、使用される磁性体層の数と、磁性体層の各々を形成するために使用される磁性材料のタイプとに応じて、完成した部品の性能特徴が変化させられるだろう。

#### 【0030】

10

この実施形態では、第3の磁気粉末シート104は、第3の磁気粉末シート104の下面120上の第1の凹み(indentation)128と、第3の磁気粉末シート104の上面122上の第1の突出部(extraction)130を含むだろうし、この場合に第1の凹み128および第1の突出部130は、実質的に第3の磁気粉末シート104の中央部に沿って、1つの端縁からその反対側に位置した端縁に延びる。第1の凹み128および第1の突出部130は、第3の磁気粉末シート104が第2の磁気粉末シート102に結合される時に第1の凹み128と第1の突出部130とが複数の巻線108、110、112と同じ方向に延びるように、方向配置されている。第1の凹み128は、複数の巻線108、110、112を封入するように設計されている。

#### 【0031】

20

この実施形態では、第4の磁気粉末シート106は、第4の磁気粉末シート106の下面124上の第2の凹み132と、第4の磁気粉末シート106の上面126上の第2の突出部134を含むだろうし、この場合に第2の凹み132および第2の突出部134は、実質的に第4の磁気粉末シート106の中央部に沿って、1つの端縁からその反対側に位置した端縁に延びる。第2の凹み132および第2の突出部134は、第4の磁気粉末シート106が第3の磁気粉末シート104に結合される時に第2の凹み132および第2の突出部134が第1の凹み128および第1の突出部130と同じ方向に延びるように、方向配置されている。第2の凹み132は、第1の突出部130を封入するように設計されている。この実施形態が第3および第4の磁気粉末シート内の凹みおよび突出部を示すが、これらシート内に形成されている凹みまたは突出部は、この例示的な実施形態の範囲および着想からの逸脱することなく省略されることが可能である。

30

#### 【0032】

第1の磁気粉末シート100と第2の磁気粉末シート102とを形成する時に、第1の磁気粉末シート100および第2の磁気粉末シート102は、小型電力インダクタ100の第1の部分140を形成するように、例えば水圧によって、高圧で一体状にプレス加工されて互いに積層される。さらに、第3の磁気粉末シート104および第4の磁気粉末シート106も、小型電力インダクタ100の第2の部分形成するように、一体状にプレス加工されるだろう。この実施形態では、複数のクリップ108、110、112が、その複数のクリップが小型電力インダクタ100の第1の部分140の両側部を超えて一定の距離だけ延びるように、第1の部分140の上面118上に配置される。この距離は小型電力インダクタ100の第1の部分140の高さに等しいか、または、この高さよりも大きい。複数のクリップ108、110、112が適正に第1の部分140の上面118上に位置決めされた直後に、第2の部分が第1の部分140の頂部上に配置される。その次に、小型電力インダクタ100の第1および第2の部分140は、完成した小型電力インダクタ100を形成するように、一体状にプレス加工されるだろう。

40

#### 【0033】

小型電力インダクタ100の両方の端縁を超えて延びる複数のクリップ108、110、112の一部が、第1の終端(termination)142と、第2の終端144と、第3の終端146と、第4の終端148と、第5の終端150と、第6の終端152とを形成するように、第1の部分140の周囲で曲げられるだろう。これら終端150、

50

152、142、146、144、148は、小型電力インダクタ100が回路基板またはプリント回路基板に適正に結合されることを可能にする。本実施形態では、従来のインダクタに典型的に見出される巻線とコアとの間の物理的なギャップが取り除かれる。この物理的なギャップの排除は、巻線の振動からの可聴騒音を最小化する傾向がある。

【0034】

複数の巻線108、110、112は導電性銅層から形成され、これら巻線は所望の形状を実現するように変形させられるだろう。導電性銅材料がこの実施形態で使用されるが、この例示的な実施形態の範囲および着想から逸脱することなく、任意の導電性材料が使用されてもよい。

【0035】

この実施形態では3つのクリップしか示されていないが、より多くのまたはより少ないクリップが、この例示的な実施形態の範囲および着想からの逸脱することなく、使用されてもよい。これらクリップは、互いに並列の形状構成の形で示されているが、回路基板のトレース形状構成に応じて直列であってもよい。

【0036】

第1の磁気粉末シートと第2の磁気粉末シートとの間の磁気シートが示されていないが、この例示的な実施形態の範囲および着想から逸脱することなく、巻線が小型電力インダクタのための端子を適正に形成するのに十分な長さである限りは、磁気シートが第1の磁気粉末シートと第2の磁気粉末シートとの間に配置されてもよい。これに加えて、2つの磁気粉末シートが、複数の巻線108、110、112の上方に配置されている形で示されているが、この例示的な実施形態の範囲および着想から逸脱することなく、より多くのまたはより少ないシートがコア区域を増大させまたは減少させるために使用されてもよい。

【0037】

この実施形態では、磁界が、粒子配向の方向に対して垂直である方向に発生され、これによって、より低いインダクタンスを実現するだろうし、または、粒子配向の方向に対して平行である方向に発生され、これによって、磁気粉末シートが押し出される方向に応じて、より高いインダクタンスを実現するだろう。

【0038】

磁性体162を画定する成形可能な磁性材料は、上述の材料のいずれかまたは当業で公知の他の適切な材料だろう。磁性体層101、102、104、106、108を製造するための例示的な磁気粉末粒子は、フェライト粒子、鉄(Fe)粒子、センダスト(Fe-Si-Al)粒子、MPP(Ni-Mo-Fe)粒子、ハイフラックス(High Flux)(Ni-Fe)粒子、メガフラックス(Mega flux)(Fe-Si合金)粒子、鉄を主成分とする非晶質粉末粒子、コバルトを主成分とする非晶質粉末粒子、または、当業で公知の均等の材料を含むだろう。こうした磁気粉末粒子がポリマーバインダー材料と混合されると、この結果として得られる磁性材料は、異なる磁性材料の部分に物理的にギャップを作ることまたはこうした部分を隔てることが不要であるギャップ分散特性を示す。したがって、均一な物理的なギャップサイズを確保して維持することに関連した問題点と費用が回避されることは有利である。高電流の用途の場合には、ポリマーバインダーと組み合わせられた、予めアニールされた磁気非晶質金属粉末が有利だろう。

【0039】

バインダーと混合された磁気粉末材料が有利であると考えられるが、粉末粒子および非磁性バインダー材料の両方は、磁性体162を形成する磁性材料のために必ずしも必要であるわけではない。これに加えて、成形可能な磁性材料は、上述されたシートまたは層の形で提供される必要は必ずしもなく、むしろ、圧縮成形方法または当業で公知の他の方法を使用してコイル164に直接的に結合されてもよい。図6に示されている磁性体162は概して細長くかつ長方形であるが、磁性体162の他の形状が採用可能である。

【0040】

様々な具体例では、磁気部品100は、直流(DC)電力用途、単相電圧コンバータ電

10

20

30

40

50

力用途、二相電圧コンバータ電力用途、三相電圧コンバータ電力用途、および、多相電圧コンバータ電力用途における変圧器またはインバータとしての使用に明確に適合せられるだろう。様々な実施形態では、様々な目的を実現するために、コイル108、110、112は、その部品自体の内部において、または、その部品が上に取り付けられている回路を介して、直列または並列に電氣的に接続されるだろう。

#### 【0041】

2つ以上の独立したコイルが1つの磁気部品内に備えられる時には、これらコイルは、コイル相互間で磁界が共有されるように配置されるだろう。すなわち、これらコイルは、単一の磁性体の一部を通る共通の磁束通路を利用するだろう。

#### 【0042】

図5は、打ち抜き金属、プリント技術、または、当業で公知の他の製造方法によって、概して平らな要素として製造されることがある例示的なコイル420を示す。コイル420は、図5に示されているように概してC字形であり、および、概して直線状の第1の導電路422と、第1の導電路422から直角に延びる概して直線状の第2の導電路424と、第2の導電路424から概して直角に延びておりかつ第1の導電路422に対して概して平行の方向配置にある第3の導電路426とを含む。コイル末端428、430が、第1および第3の導電路422、426の遠位端部において画定され、3/4ターンが、導電路422、424、426内においてコイル420全体に備えられる。コイル420の内側周縁部が中央磁束区域A（図5に想像線で示されている）を画定する。区域Aは、磁束がコイル422内で発生される時に磁束通路が中を通過させられる可能性がある内部領域を画定する。別の形で述べると、区域Aは、導電路422と導電路426との間の場所と、導電路424と、コイル末端428、430を連結する想像線との間の場所とにおいて延びる磁束通路を含む。複数のこうしたコイル420が磁性体内で使用される時に、その中央磁束区域は、コイルを互いに結合させるために、部分的に互いに重ね合わされるだろう。図5には特定のコイル形状が示されているが、他の実施形態では、類似の効果を有する別のコイル形状が使用されることがあるということを理解されたい。

#### 【0043】

図6は、磁性体440内の幾つかのコイル420の断面を示す。示されている実施形態では、磁性体は、非磁性材料によって取り囲まれている磁性金属粉末粒子から製造されており、この場合に、隣接する金属粉末粒子は非磁性材料によって互いに隔てられている。この代わりに、他の磁性材料が他の実施形態で使用されることがある。磁性材料は、互いに物理的にギャップが空けられていなければならない離散的なコアピースの必要をなくすギャップ分散特性を有するだろう。

#### 【0044】

コイル420のようなコイルが磁性体440内に配置されている。図6に示されているように、区域A1が第1のコイルの中央磁束区域を表し、区域A2が第2のコイルの中央磁束区域を表し、区域A3が第3のコイルの中央磁束区域を表す。磁性体440内のコイルの配置（すなわち、コイルの間隔）に応じて、区域A1、A2、A3は、重なり合っているだろうが、コイルの互いの結合が磁性体440の様々な部分の全体にわたって変化せられるように完全には重なり合っていないだろう。特に、各コイルによって画定される区域Aの全てではなく一部が別のコイルと重なり合うように、コイルが磁性体内において互いに対して偏っているかまたは互い違いされうる。これに加えて、コイルは、各コイル内の区域Aの一部が他のコイルとは全く重なり合わないように、磁性体内に配置されうる。

#### 【0045】

磁性体440内の隣接コイルの区域Aの非重複部分内では、各々のそれぞれのコイルによって発生される磁束の一部が、隣接コイルの中央磁束区域Aを通過することなく、中央磁束区域を発生させるそれぞれのコイルの中央磁束区域内だけに戻る。

#### 【0046】

磁性体440内の隣接コイルの区域Aの重複区域内では、各々のそれぞれのコイルによ

10

20

30

40

50

って発生される磁束の一部が、それを発生させるそれぞれのコイルの中央磁束区域 A 内に戻り、かつ、隣接コイルの重複した中央磁束区域 A を通過する。

【 0 0 4 7 】

コイルの中央磁束区域 A の重複部分と非重複部分との度合いを変化させることによって、コイルの相互間の結合が変化させられることが可能である。さらに、コイルの平面に対して垂直な方向における分離距離を変化させることによって（すなわち、離間された平面内にコイルを配置することによって）、磁束通路の磁気抵抗が磁性体 1 4 0 全体にわたって変化させられるだろう。隣接コイルの重複する中央磁束区域と、コイル間の特別な距離との積が、共通の磁束通路が中を通過して磁性体 4 4 0 を通過する磁性体内の断面積を決定する。この断面積を変化させることによって、磁気抵抗が、関連した性能上の利点を有して変化させられるだろう。

10

【 0 0 4 8 】

図 2 7 から図 3 3 は、本発明のギャップ分散コアの実施形態に対する、物理的なギャップが作られている離散的なコアピースを有する従来の磁気部品に関する、シミュレーションおよび試験結果、並びに比較データを含む。図 2 7 から図 3 3 に示されている情報は、さらに、図 6 に関連して説明された方法を使用する部品の例示的な実施形態の結合特徴にも関する。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、上述されたような磁気本体 4 6 2 内において、部分的に重なり合い且つ部分的に重なり合っていない磁束区域 A を有して配置されている幾つかのコイルを有する磁気部品アセンブリ 4 6 0 を概略的に示す。4 つのコイルがアセンブリ 4 6 0 内に示されているが、より多くのまたはより少ない数のコイルが他の実施形態では使用されてもよい。これらコイルの各々は、図 5 に示されているコイル 4 2 0 に類似しているが、他の形状のコイルが別の実施形態で使用されることも可能である。

20

【 0 0 5 0 】

第 1 のコイルが、磁性体 4 6 2 の第 1 の面から延びるコイル末端 4 2 8 a、4 3 0 a によって示されている。第 1 のコイルは、磁性体 4 6 2 内の第 1 の平面内を延びるだろう。

【 0 0 5 1 】

第 2 のコイルが、磁性体 4 6 2 の第 2 の面から延びるコイル末端 4 2 8 b、4 3 0 b によって示されている。この第 2 のコイルは、第 1 の平面から離間された磁性体 4 6 2 内の第 2 の平面内を延びるだろう。

30

【 0 0 5 2 】

第 3 のコイルが、磁性体 4 6 2 の第 3 の面から延びるコイル末端 4 2 8 c、4 3 0 c によって示されている。この第 3 のコイルは、第 1 および第 2 の平面から離間された磁性体 4 6 2 内の第 3 の平面内を延びるだろう。

【 0 0 5 3 】

第 4 のコイルが、磁性体 4 6 2 の第 4 の面から延びるコイル末端 4 2 8 d、4 3 0 d によって示されている。この第 4 のコイルは、第 1、第 2 および第 3 の平面から離間された磁性体 4 6 2 内の第 4 の平面内を延びるだろう。

【 0 0 5 4 】

40

第 1、第 2、第 3、および、第 4 の面すなわち側面は、図示されている概して直交の磁性体 4 6 2 を画定する。第 1、第 2、第 3、および、第 4 のコイルに関する対応する中央磁束区域 A が、様々な形で互いに重なり合うことが見てとれる。4 つのコイル各々に関する中央磁束区域 A の一部は、他のコイルとは重なり合わない。各コイルの中央磁束区域 A の他の部分は、他のコイルの 1 つと重なり合う。各コイルの中央磁束区域のさらに別の部分は、他のコイルの 2 つと重なり合う。さらに別の部分において、図 7 における磁性体 4 6 2 の中央部に最も近い位置にある各コイルの磁束区域は、他の 3 つのコイルの各々と重なり合う。したがって、コイル結合における大きな変化が、磁性体 4 6 2 の様々な部分で実現される。さらに、第 1、第 2、第 3、および、第 4 のコイルの平面の空間的距離を変化させることによって、磁束通路内における磁気抵抗の大きな変化も実現可能である。

50

## 【 0 0 5 5 】

特に、コイルの平面の相互間の間隔が必ずしも同一である必要はなく、したがって、アセンブリ内において幾つかのコイルが他のコイルに比べて互いにより接近して（または、より離れて）位置させられることが可能である。この場合も同様に、各コイルの中央磁束区域と、各コイルの平面に対して垂直な方向における隣接コイルからの間隔とが、発生した磁束が磁性体内を通過する断面積を画定する。コイル平面の空間的距離を変化させることによって、各コイルに関連した断面積が、その少なくとも2つのコイルの間で変化するだろう。

## 【 0 0 5 6 】

説明されている他の実施形態と同様に、アセンブリ内の様々なコイルが、幾つかの用途において、異なる位相の電力に接続されるだろう。

10

## 【 0 0 5 7 】

図8は、磁束区域Aにおいて互いに部分的に重なり合っておりかつ部分的に重なり合っていない2つのコイル420a、420bを有する磁気部品アセンブリ470の別の実施形態を示す。図9に断面図の形で示されているように、2つのコイルは、磁性体472内の互いに異なる平面内に位置している。

## 【 0 0 5 8 】

図10は、その磁束区域A内において互いに部分的に重なり合っておりかつ部分的に重なり合っていない2つのコイル420a、420bを有する磁気部品アセンブリ480の別の実施形態を示す。図11に断面図の形で示されているように、その2つのコイルは、磁性体482内の互いに異なる平面内に位置している。

20

## 【 0 0 5 9 】

図13は、その磁束区域A内において互いに部分的に重なり合っておりかつ部分的に重なり合っていない4つのコイル420a、420b、420c、420dを有する磁気部品アセンブリ490の別の実施形態を示す。図11に断面図の形で示されているように、その4つのコイルは、磁性体492内の互いに異なる平面内に位置している。

## 【 0 0 6 0 】

図14から図17は、図8および図9に示されているコイル構成に類似したコイル構成を有する磁気部品アセンブリ500の実施形態を示す。コイル501、502は、磁性体506の側部の周囲を延びる包み込み端子端部（wrap around terminal end）504を含む。磁性体506は、上述されたように、または、当業で公知のように形成されてよく、かつ、層状または非層状の構造を有するだろう。アセンブリ500は、端子端部504を介して回路基板に表面実装されるだろう。

30

## 【 0 0 6 1 】

図34は、結合インダクタを有しかつ回路基板レイアウトに対するその関係を図示する磁気部品アセンブリ620の別の実施形態を示す。磁気部品620は、上述の磁気部品と同様に構成されかつ動作するだろうが、異なる効果を実現するために異なる回路基板レイアウトと共に使用されるだろう。

## 【 0 0 6 2 】

図示されている実施形態では、磁気部品アセンブリ620は電圧コンバータ電力用途のために適合化されており、このため、磁性体626内に第1の組の導電性巻線622a、622b、622cと第2の組の導電性巻線624a、624b、624cとを含む。巻線622a、622b、622cと巻線624a、624b、624cの各々は、例えばインダクタ本体内において、1/2ターンを終えているが、この代わりに、他の実施形態では、巻線において終えられたターンがより多いかより少ないことがある。コイルは磁性体626内のその物理的位置決めにおよびその形状によって互いに物理的に結合するだろう。

40

## 【 0 0 6 3 】

磁気部品アセンブリ620と共に使用するための、例示的な回路基板レイアウト、すなわち「フットプリント」630a、630bが図34に示されている。図34に示されて

50

いるように、レイアウト 630 a、630 b の各々は、1/2 ターンの巻線を各々が画定する 3 つの導電路 632、634、636 を含む。レイアウト 630 a、630 b は、公知の技術を使用して（図 34 に想像線で示されている）回路基板 638 上に設けられる。

【0064】

磁気部品アセンブリ 620 が、部品コイル 622、624 をレイアウト 630 a、630 b に電氣的に接続するためにレイアウト 630 a、630 b に表面実装される時には、形成される全体的なコイル巻線経路がそれぞれの位相ごとに 3 ターンであるということが理解されるだろう。部品 620 内の各々 1/2 ターンのコイル巻線が基板レイアウト 630 a、630 b 内の 1/2 ターンの巻線に接続されて、これら巻線が直列に接続され、このことによって、それぞれの位相について合計 3 ターンがもたらされる。

10

【0065】

図 34 が示すように、代替案として、同じ磁気部品アセンブリ 620 が、異なる効果を実現するために（図 34 に想像線で示されている）別の回路基板 642 上の異なる回路基板レイアウト 640 a、640 b に接続されてもよい。示されている具体例では、レイアウト 640 a、640 b は、1/2 ターンの巻線を各々が画定する 2 つの導電路 644、646 を含む。

【0066】

磁気部品アセンブリ 620 が部品コイル 622、624 をレイアウト 640 a、640 b に電氣的に接続するためにレイアウト 640 a、640 b に表面実装される時には、形成される全体的なコイル巻線経路がそれぞれの位相について 2.5 ターンであるということが理解されるだろう。

20

【0067】

部品 620 が接続されている回路基板レイアウトを変更することによって部品 620 の効果が変化させられることが可能なので、この部品はプログラム可能結合インダクタと呼ばれることもある。すなわち、コイルの結合の度合いが、回路基板レイアウトに応じて変化させられることが可能である。したがって、実質的に同一の部品アセンブリ 620 が備えられることが可能であるが、異なるレイアウトがその部品のために与えられている場合には、その動作は、その部品が 1 つまたは複数の回路基板に接続されている場所に応じて異なるだろう。回路基板レイアウトの変更は、同一の回路基板または異なる回路基板の異なる区域上で実現されるだろう。

30

【0068】

多くの他の変形が可能である。例えば、磁気部品アセンブリは、磁気本体内に埋め込まれている各々が 1/2 ターンを有する 5 つのコイルを含むだろうし、磁気部品は、巻線のターンを完成させるためにユーザが回路基板上に導電トレースをレイアウトする仕方によってユーザによって選択される 11 個までの異なる増大するインダクタンス値と共に使用されることが可能である。

【0069】

図 35 および図 36 は、磁性体 656 内に結合コイル 652、654 を有する別の磁気部品アセンブリ 650 を示す。これらコイル 652、654 は、磁性体 656 の区域 A2 内で対称に結合し、一方、図 36 における区域 A1、A3 内では非結合である。区域 A2 内での結合の度合いは、コイル 652、654 の距離に応じて変化させられることが可能である。

40

【0070】

図 37 は、従来から行われているような各々の位相のために使用される多数離散的な非結合磁気部品に対する、上述された態様において結合コイルを有する多相磁気部品の利点を示す。具体的には、本明細書で説明されている結合コイルのような結合コイルを有する多相磁気部品を使用する時には、リップル電流が少なくとも部分的にキャンセルされる。

【0071】

図 18 から図 20 は、磁性体 524 内に幾つかの部分的なターンコイル（partial turn coil）522 a、522 b、522 c、522 d を有する別の磁気部

50

品アセンブリ 5 2 0 を示す。図 1 7 に示されているように、各々のコイル 5 2 2 a、5 2 2 b、5 2 2 c、5 2 2 d は 1 / 2 ターンを備える。4 つのコイル 5 2 2 a、5 2 2 b、5 2 2 c、5 2 2 d が示されているが、代替策として、より多くのまたはより少ない数のコイルが備えられることも可能である。

【 0 0 7 2 】

各々のコイル 5 2 2 a、5 2 2 b、5 2 2 c、5 2 2 d は、例えば回路基板上に備えられることがある別の 1 / 2 ターンのコイルに接続されてもよい。各々のコイル 5 2 2 a、5 2 2 b、5 2 2 c、5 2 2 d は、回路基板に表面実装されることがある包み込み端子端部 5 2 6 を備えている。

【 0 0 7 3 】

図 2 1 から図 2 3 は、磁性体 5 4 4 内に幾つかの部分ターンコイル 5 4 2 a、5 4 2 b、5 4 2 c、5 4 2 d を有する別の磁気部品アセンブリ 5 4 0 を示す。コイル 5 4 2 a、5 4 2 b、5 4 2 c、5 4 2 d は、図 1 8 に示されているコイルとは異なる形状を有することが見てとれる。4 つのコイル 5 4 2 a、5 4 2 b、5 4 2 c、5 4 2 d が示されているが、代替策として、より多くのまたはより少ない数のコイルが備えられることも可能である。

【 0 0 7 4 】

各々のコイル 5 4 2 a、5 4 2 b、5 4 2 c、5 4 2 d は、例えば回路基板上に備えられることがある別の部分的なターンコイルに接続されてもよい。各々のコイル 5 4 2 a、5 4 2 b、5 4 2 c、5 4 2 d は、回路基板に表面実装されうる包み込み端子端部 5 4 6 を備えている。

【 0 0 7 5 】

図 2 4 から図 2 6 は、磁性体 5 6 4 内に幾つかの部分ターンコイル 5 6 2 a、5 6 2 b、5 6 2 c、5 6 2 d を有する別の磁気部品アセンブリ 5 6 0 を示す。コイル 5 6 2 a、5 6 2 b、5 6 2 c、5 6 2 d は、図 1 8 および図 2 4 に示されているコイルとは異なる形状を有することが見てとれる。4 つのコイル 5 6 2 a、5 6 2 b、5 6 2 c、5 6 2 d が示されているが、代替策として、より多くのまたはより少ない数のコイルが備えられることも可能である。

【 0 0 7 6 】

各々のコイル 5 6 2 a、5 6 2 b、5 6 2 c、5 6 2 d は、例えば回路基板上に備えられることがある別の部分的なターンコイルに接続されてもよい。各々のコイル 5 6 2 a、5 6 2 b、5 6 2 c、5 6 2 d は、回路基板に表面実装されることがある包み込み端子端部 5 2 6 を備えている。

【 0 0 7 7 】

図 3 8 から図 4 0 は、小型化磁気部品 7 0 0 の別の例示的な実施形態の様々な図を示す。より具体的に述べると、図 3 8 は、斜視図におけるアセンブリを示し、図 3 9 は平面図であり、図 4 0 は下面図である。

【 0 0 7 8 】

これら図に示されているように、アセンブリ 7 0 0 は概して長方形の磁性体 7 0 2 を含み、磁性体 7 0 2 は、上面 7 0 4 と、上面とは反対側に位置する下面 7 0 6 と、上面 7 0 2 と下面 7 0 4 とを相互連結する互いに反対側に位置する端面 7 0 8、7 1 0 と、端面 7 0 8、7 1 0 と上面 7 0 2 および下面 7 0 4 とを相互連結する互いに反対側に位置する横側面 7 1 2、7 1 4 とを含む。下面 7 0 6 は、基板 7 1 6 上の回路から磁性体 7 0 2 内の複数のコイル 7 1 8、7 2 0 ( 図 4 0 ) への電氣的接続を完成させるために、回路基板 7 1 6 に当接接触されかつ表面実装されているだろう。コイル 7 1 8、7 2 0 は、磁性体 7 0 2 の内側に、磁束を共有する関係において配置されており、例示的な実施形態では、磁性体 7 0 2 と、これに関連したコイル 7 2 0 は結合電力インダクタを形成する。コイル 7 1 8、7 2 0 の各々は、異なる位相の電力を搬送するだろう。

【 0 0 7 9 】

例示的な実施形態では、磁性体 7 0 2 は、ギャップ分散磁気特性を有する材料で製造さ

10

20

30

40

50

れたモノリシックなまたは一体型の本体である。上述されているかまたは本明細書において特定された関連用途において説明されている磁性材料のいずれかと、必要に応じて、当業で公知の他の磁性材料とが、磁気本体を形成するために使用されるだろう。一実施形態では、磁性体 702 は、ギャップ分散特性を有する成形可能な材料から製造され、および、コイル 718、720 の周囲で成形される。別の具体例では、磁性体 702 は、上述した複数の積み重ね磁気シートのような複数の積み重ね磁気シートから製造されるだろう。これに加えて、異なる磁性材料の組み合わせが、一体型の磁性体を形成するために使用されるだろう。

#### 【0080】

図 38 から図 40 に示されている具体例では、磁性体は、第 1 の磁気特性を有する第 1 の磁性材料 722 と、第 2 の磁気特性を有する第 2 の磁性材料 724 とから製造されている。第 1 の磁性材料 722 は、全体的なサイズおよび形状に関して磁性体 702 の大部分を画定し、第 2 の磁性材料 724 は、図 38 から図 40 に示されている第 1 の磁性材料の部分と、コイル 718、720 の部分とを分離する。第 2 の材料 724 の異なる磁気特性によって、第 2 の磁性材料 724 は、第 1 の磁性体の各部分の間と、互いに隣接するコイル 718、720 の間とに、効果的に磁氣的なギャップを形成しつつ、小型アセンブリにおける物理的にギャップが作られた離散的なコアピースという従来のな難題なしに、コイル 718、720 を取り囲む実質的に中実である本体をそれでもなお維持する。例示的な実施形態では、第 2 の磁性材料 724 は、接着剤のような充填剤材料と混合された磁性材料であり、したがって、第 2 の磁性材料は、第 1 の磁性材料 722 とは異なる磁気特性を有する。例示的な実施形態では、第 1 の磁性材料 722 は、第 1 の製造段階において磁性体を形成するために使用されるだろうし、および、第 2 の材料は、磁性体 704 を完成させるために、第 1 の材料内に形成されたギャップまたは空洞に適用されうる。

#### 【0081】

図 38 から図 40 に見てとれるように、第 2 の磁性材料 724 は、磁性体 702 の上面 704 と、下面 706 と、互いに反対側に位置する端面 708、710 と、横側面 712、714 とに延びる。これに加えて、第 2 の磁性材料 724 は、コイル 718、720 の間の磁性体 702 の内部部分に延びる。図 38 および図 39 から見てとれるように、第 2 の磁性材料 724 は、回路基板 716 の平面に対して実質的に垂直に延びる第 1 の平面内を延び、かつ、第 1 の平面に沿って第 1 の磁性材料 722 の部分を分離する。図 38 および図 40 から見てとれるように、第 2 の磁性材料 724 も、回路基板 716 の平面に対して実質的に平行に延びる第 2 の平面内を延び、かつ、第 2 の平面においてコイル 718、720 の部分と第 1 の磁性材料 722 とを分離する。すなわち、第 2 の磁性材料 724 は、2 つの交差しかつ回路基板 716 に対して互いに垂直である垂直平面および水平平面において第 1 の磁性材料 722 を分離する。

#### 【0082】

図 40 に示されているように、コイル 718、720 は平型コイルであるが、上記においてまたは関連出願において説明されているあらゆるコイルを含む他のタイプのコイルが別の実施形態において使用されうる。さらに、図 34 を参照して上述された実施形態と同様に、コイル 718、720 の各々は、巻線の第 1 の部分的なターン数を画定する。回路基板 716 は、巻線の第 2 の部分的なターン数を画定するレイアウトを含むだろう。完成したアセンブリ内のターンの合計数が、コイル 718、720 内に実現されたターン数と回路基板レイアウト上に実現されたターン数との合計である。様々なターン数が、様々な目的を実現するように提供されるだろう。

#### 【0083】

コイル 718、720 の各々は、回路基板 716 上の回路に対する電氣的接続を確立するために磁性体 702 の下面 706 上に露出させられている接触パッド 726、728 の形の表面実装端子を含む。しかし、代替策として、他の表面実装端子構造が、様々な実施形態においてスルーホール端子と共に使用されることがあるということが想定されている。この図示されている実施形態では、接触パッド 726、728 は、磁性体の下面 706

上の非対称なパターンを画定するが、表面実装端子の他のパターンまたは配列が採用可能である。

#### 【0084】

アセンブリ700が、既存の電力インダクタを上回る多数の利点を提供する。磁性体702は、向上したインダクタンス値と、より高い効率と、増大したエネルギー密度とを依然として実現しながら、物理的にギャップが作られている離散的なコアを使用するアセンブリに比べてより小さいフットプリントを有するより小型のパッケージ内に備えられることが可能である。さらに、漏洩磁束の適切な抑制を依然として実現しながら、物理的にギャップが作られている離散的コアピースを有する従来のインダクタアセンブリに比較して、AC巻線損失(AC winding loss)も著しく減少させられるだろう。これに加えて、このアセンブリは、コイルに接続するために使用される回路基板レイアウトにおけるより大きな自由を実現するが、一方、このタイプの従来のインダクタは、限られたタイプの回路基板レイアウトだけと共にしか使用できなかった。特に、このタイプの従来の電力インダクタと違って、異なる位相の電力が回路基板上の同一のレイアウトを共有することができる。

#### 【0085】

図41および図42は、それぞれ、磁気部品アセンブリ750の別の実施形態の斜視図と側面図である。このアセンブリ750は、上述した成形またはプレス加工作業によって、ギャップ分散特性を有する材料から一体型に製造された磁性体752を含む。上記の実施形態と同様に、磁性体752は、上面754と、下面756と、互いに反対側に位置している端面758、760と、互いに反対側に位置している横側面762、764とを含む。下面756は、基板788上の回路と磁性体752内のコイル778、780との間の電氣的接続を完成させるために、回路基板766に対して当接接触している。

#### 【0086】

上述の実施形態とは違って、磁性体は、磁性体の一部内に形成されている物理的なギャップ782、784を含む。図41および図42に示されている実施形態では、第1および第2の物理的なギャップ782、784の各々は、コイル778、780各々の中央部分786、788から磁性体のそれぞれの端面758、760に外向きに延びる。図示されている実施形態では、物理的なギャップ782、784は、概して互いに同一平面上を延びており、磁性体752の下面756に対して、ひいては回路基板766の平面に対して実質的に平行に延びている。さらに、図示されている実施形態では、物理的なギャップ782、784は、磁性体752の周縁部の周りを完全に延びてはいない。むしろ、ギャップ782、784は、コイル778およびコイル780と、磁性体752のそれぞれの端部758、760との間だけを延びるにすぎない。ギャップ782、784は両方とも、コイル778とコイル780との間の磁性体752の内部領域内に延びることはない。

#### 【0087】

一体型磁性体752と、一体状に形成されている物理的なギャップ782、784とを使用するアセンブリ750は、離散的コア構造に物理的にギャップを形成するという難題なしにインダクタ部品内における物理的なギャップの所望の特性を可能にする。

#### 【0088】

図43は、インダクタ部品のために使用されかつ回路基板766と共に使用される磁性体800の別の実施形態を示す。この磁性体800は、上述した材料のいずれかのようなギャップ分散特性を有する磁性材料から製造され、かつ、磁性体の内部領域から、回路基板766に当接する磁性体800の下面810に延びる、一連の物理的なギャップ802、804、806、808を伴って形成されている。物理的なギャップ802、804、806、808は、互いに対して概して平行に延び、かつ、回路基板766の平面に対して実質的に垂直な方向に延びる。各々のギャップ802、804、806、808は、(図43には示されていないが、図42に示されているコイルに類似している)コイルに関連付けられている。任意の個数のコイルおよびギャップがこのよう態様で提供されることができる。

## 【 0 0 8 9 】

図 4 4 は、磁性体の内部領域から、回路基板 7 6 6 に当接する磁性体 8 0 0 の下面 8 3 2 の反対側に位置している磁性体の上面 8 3 0 に延びる一連の物理的なギャップ 8 2 2、8 2 4、8 2 6、8 2 8 を有する磁性体 8 2 0 を含むアセンブリの別の代案の実施形態を示す。したがって、磁性体 8 2 0 は磁性体 8 0 0 (図 4 3) に類似しているが、回路基板 7 6 6 に向かって延びる代わりに回路基板 7 6 6 から離れるように延びる物理的なギャップ 8 2 2、8 2 4、8 2 6、8 2 8 を含む。コイル 8 3 4、8 3 6、8 3 8、8 4 0 が、ギャップ 8 2 2、8 2 4、8 2 6、8 2 8 の各々に関連付けられている。

## 【 0 0 9 0 】

図 4 5 は、磁気部品アセンブリ 8 5 0 の別の実施形態の側面図であり、磁気部品アセンブリ 8 5 0 は、第 1 の磁性材料 8 5 4 と、第 1 の磁性材料とは異なる第 2 の磁性材料 8 5 8 と、第 1 および第 2 の磁性材料とは異なる第 3 の材料 8 5 6 とから製造された一体型の磁性体 8 5 2 を含む。材料 8 5 4、8 5 6、8 5 8 は、互いに磁束を共有する関係において配置されているコイル 8 6 0、8 6 2、8 6 4、8 6 6 を含む単一のモノリシック部品の形にプレス加工または成形されるだろう。

## 【 0 0 9 1 】

第 3 の材料 8 5 6 は、様々な実施形態において磁性材料または非磁性材料であってよく、かつ、第 1 の磁性材料 8 5 4 と第 2 の磁性材料 8 5 8 との間に挿入されている。第 3 の材料は、磁性体 8 5 2 の軸線方向長さ全体に沿って第 1 の材料 8 5 4 と第 2 の材料 8 5 8 とを分離し、かつ、磁性体 8 5 2 の内部領域内において、隣接コイル 8 6 0 と 8 6 2 との間と、隣接コイル 8 6 2 と 8 6 4 との間と、隣接コイル 8 6 4 と 8 6 8 との間とを延びる。第 3 の材料は、図 4 5 に示されているように、コイル 8 6 0、8 6 2、8 6 4、8 6 6 の間の磁束通路を変化させるために、複数のコイルのうちの隣接する 1 対のコイルの間において、異なる厚さを有することがある。

## 【 0 0 9 2 】

様々な実施形態では、第 1 および第 2 の材料 8 5 4、8 5 8 の一方または両方は、積み重ねられた磁気シート、成形可能な磁気粉末、シートと粉末との組み合わせ、または、当業で公知の他の材料を含む。第 1 および第 2 の材料 8 5 4、8 5 8 の各々は、異なる度合いのギャップ分散特性を有するだろうし、第 3 の材料 8 6 5 は、他の中実である磁性体 8 5 2 において第 1 の材料 8 5 4 と第 2 の材料 8 5 8 との間に効果的に磁氣的なギャップを形成するために、第 1 および第 2 の材料 8 5 4、8 5 8 のどちらに対しても十分に明らかに異なる特性を有する。したがって、離散的な物理的なギャップ付きのコアピースをアセンブリすることの困難さが回避される。一体型の磁性体 8 5 2 を形成するために使用される第 1 の材料 8 5 4、第 2 の材料 8 5 6、および第 3 の材料 8 5 8 の相対的な量と割合と寸法とを調整することによって、アセンブリ 8 5 0 の電氣的性能が変化させられるだろう。特に、コイル 8 6 0、8 6 2、8 6 4、8 6 6 の各々によって搬送される異なる位相の電力の間の自己インダクタンスおよび結合インダクタンスが、材料の適切な選択と、磁性体 8 5 2 を製造するための各材料の割合とによって変化させられることが可能である。

## 【 0 0 9 3 】

III. 開示されている例示的な実施形態

## 【 0 0 9 4 】

説明された様々な特徴が様々な組み合わせの形で組み合わせられかつ整合させられうるということが明らかであるはずである。例えば、層状の構造が磁性体に関して説明される場合に、その代わりに、非層状の磁気構造物を使用されることが可能である。様々な磁気特性並びに様々な個数およびタイプのコイルを有し、かつ、具体的な用途の要求に合致するための様々な性能特徴を有する、非常に多様な種類の磁気部品アセンブリが提供されうることは有利である。

## 【 0 0 9 5 】

さらに、上記特徴の幾つかが、互いに物理的にギャップが作られておりかつ離間されている離散的なコアピースを有する構造において使用されうることも有利である。これは、

10

20

30

40

50

特に、上述のコイル結合特徴の場合に当てはまる。

【0096】

上述された開示内容の範囲内の様々な可能性の中で、少なくとも次の実施形態が、従来のインダクタ部品に比較して有利であると考えられる。

【0097】

ギャップ分散特性を有する材料から製造された一体型の磁性体と、磁性体内に位置している複数のコイルとを含む磁気部品アセンブリの一実施形態が開示され、この実施形態では、コイルは、互いに磁束を共有する関係において磁性体内に配置されている。

【0098】

採用随意に、磁性体は、ギャップ分散特性を有する成形可能な材料から製造される。モノリシックな磁性体は、第1の磁気特性を有する第1の磁性材料と、第2の磁気特性を有する第2の磁性材料とから製造されることができ、この場合、第2の磁性材料は、第1の磁性材料の一部を分離し、かつ、複数のコイルのうちの隣接するコイルの一部を分離することができる。第2の磁性材料は、第1の磁性材料の少なくとも一部とコイルの一部とを分離することができる。第2の磁性材料は、磁性体の上面と、下面と、互いに反対側に位置した端面と、横側面とに延びることができる。

10

【0099】

さらに、採用随意に、一体型の磁性体は、第1の磁気特性を有する第1の磁性材料と、第2の磁気特性を有する第2の磁性材料とから製造されることができ、この場合、第2の磁性材料は、第1の平面内と、第1の平面に対して実質的に垂直に延びる第2の平面内に延びる。第1および第2の磁性材料の一方は、さらに、プレス加工された磁気シートを含む。第1および第2の磁性材料の一方は、さらに磁気粉末を含んでもよい。第1および第2の磁性材料の少なくとも一方は、複数のコイルの周りでプレス加工されうる。第1の磁性材料は実質的に長方形の本体を形成することができ、第1および第2の磁性材料は、コイルの周りの中実の本体を共同して画定することができる。

20

【0100】

複数のコイルは採用随意に平型コイルであってもよい。複数のコイルの各々は、巻線の第1の部分的なターンを画定することがある。アセンブリは、さらに回路基板を含むことができ、回路基板は、複数のコイルの各々に関する巻線の第2の部分的なターンを画定しこの第1および第2の部分的なターンは互いに接続されている。

30

【0101】

表面実装端子が、採用随意に、複数のコイルの各々について備えられてもよい。表面実装端子は、磁性体の表面上に非対称なパターンを画定するだろう。

【0102】

複数の物理的なギャップが、採用随意に、磁性体内に形成されてもよい。この物理的なギャップは、それぞれの複数のコイル各々の一部から磁性体のそれぞれの端縁に外向きに延びるだろう。アセンブリは、さらに回路基板を含むことができ、物理的なギャップは、回路基板の平面に対して平行に延び、かつ、互いに離間されて、互いに概して同一平面上にあることがある。物理的なギャップは、磁性体の互いに反対側に位置したそれぞれの端部上だけに延びてもよい。複数のコイルは互いに離間されることができ、複数の物理的なギャップは、隣接するコイル間に延びなくてもよい。

40

【0103】

代替的に、採用随意の物理的なギャップが、それぞれの複数のコイルの各々から磁性体の上面に外向きに延びる。アセンブリは、さらに回路基板を含むことができ、物理的なギャップは回路基板の平面に対して実質的に垂直に延びる。磁性体は下面を含むことができ、下面は、回路基板と、その下面の反対側に位置する上面とに当接接触している。

【0104】

採用随意の物理的なギャップが、それぞれの複数のコイルの各々から磁性体の下面に外向きに延びてもよい。アセンブリは、さらに回路基板を含むことができ、下面は回路基板と当接接触することができる。物理的なギャップは回路基板の平面に対して実質的に垂直

50

に延びることができる。物理的なギャップは、離間されておりかつ実質的に平行な複数のギャップを含むことができる。

【0105】

磁性体は、採用随意に、第1の磁性材料と、第1の磁性材料とは異なる第2の磁性材料と、第1および第2の磁性材料とは異なる第3の材料とを含んでもよい。第3の材料は磁性材料であってもよい。第3の材料は第1の磁性材料と第2の磁性材料との間に挿入されうる。第3の材料は、複数のコイルのうちの隣接するコイル対の間で、異なる厚さを有してもよい。第1の材料、第2の材料、および第3の材料は、互いにプレス加工されうる。第1および第2の材料の少なくとも一方は積み重ね磁気シートを備えてもよい。第1および第2の材料の少なくとも一方は成形可能な磁気粉末を備えてもよい。第1および第2の磁性材料はギャップ分散特性を有してもよい。

10

【0106】

磁性体およびコイルは結合電力インダクタを形成することができる。コイルの各々は、異なる位相の電力を搬送するように形状構成されうる。

【0107】

IV. 結論

【0108】

本発明の利点が、上述の具体例および実施形態から明らかであると考えられる。多数の実施形態および具体例が具体的に説明されてきたが、開示されている例示的なデバイス、アセンブリ、および方法の範囲および着想の範囲内で他の具体例および実施形態が想定可能である。

20

【0109】

この記述された説明は、最良の態様を含む本発明を開示するために、かつ、さらには、当業者が任意のデバイスまたはシステムを作って使用することと任意の組み込まれた方法を行うこととを含む本発明の実施を行うことを可能にするために、具体例を使用する。本発明の特許を受けられる範囲は特許請求の範囲によって定義され、かつ、当業者が思い付く他の具体例を含むだろう。こうした他の具体例は、特許請求の範囲の逐語的な言葉と異なることがない構造的要素を有する場合、または、特許請求の範囲の逐語的な言葉との僅かな相違点がある均等の構造要素を含む場合、特許請求の範囲内にいることが意図されている。

30

【図 1】

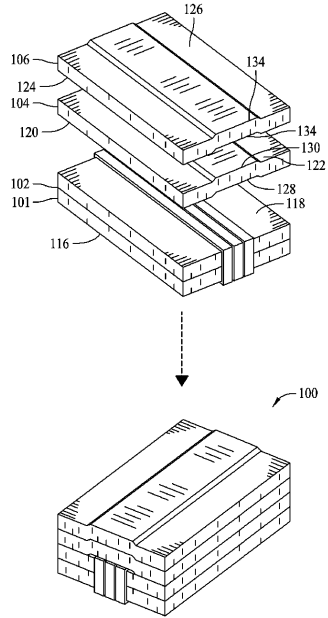


FIG. 1

【図 2】

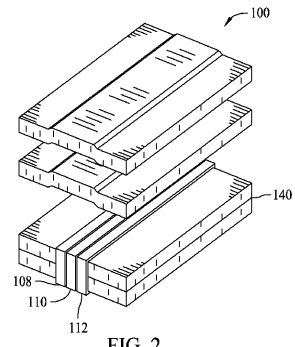


FIG. 2

【図 3】

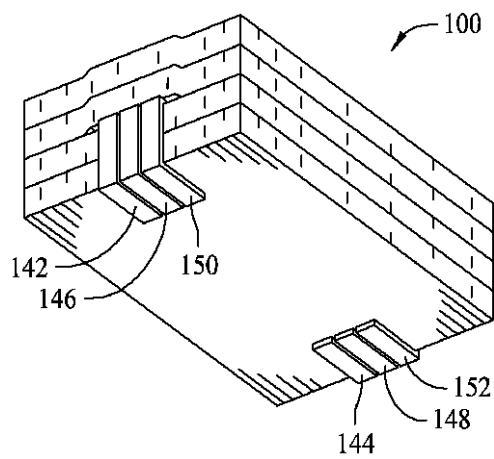


FIG. 3

【図 4】

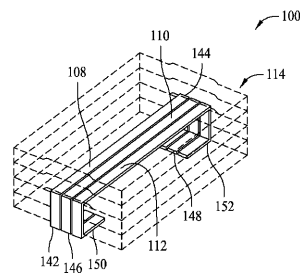


FIG. 4

【図 5】

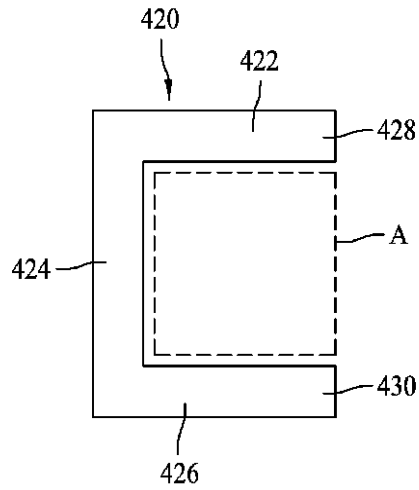


FIG. 5

【図 6】

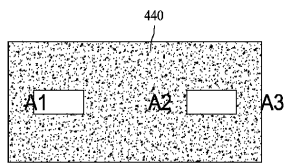


FIG. 6

【図 9】

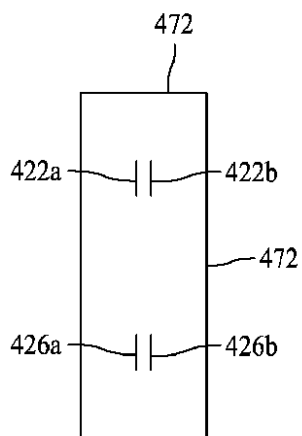


FIG. 9

【図 7】

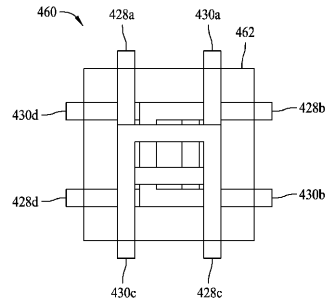


FIG. 7

【図 8】

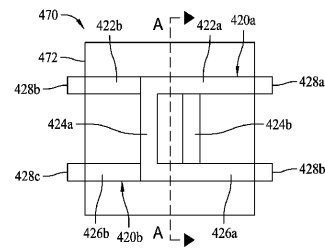


FIG. 8

【図 10】

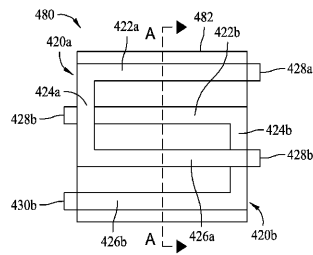


FIG. 10

【図 1 1】

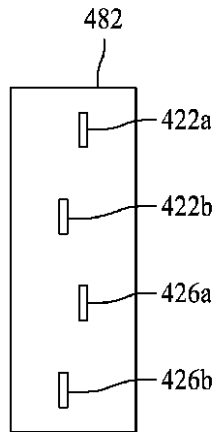


FIG. 11

【図 1 2】

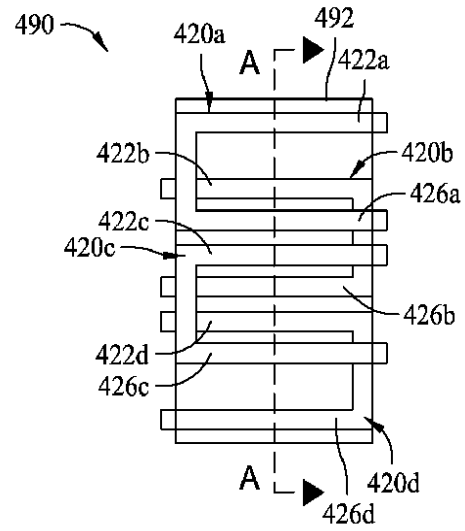


FIG. 12

【図 1 3】

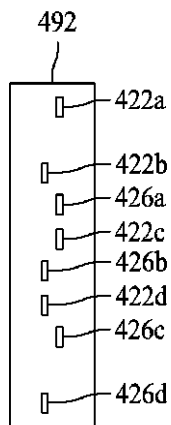


FIG. 13

【図 1 4】

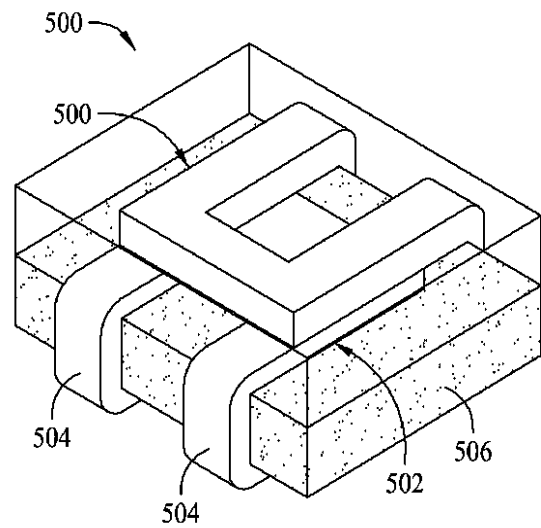


FIG. 14

【図 15】

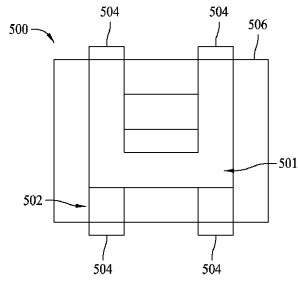


FIG. 15

【図 16】

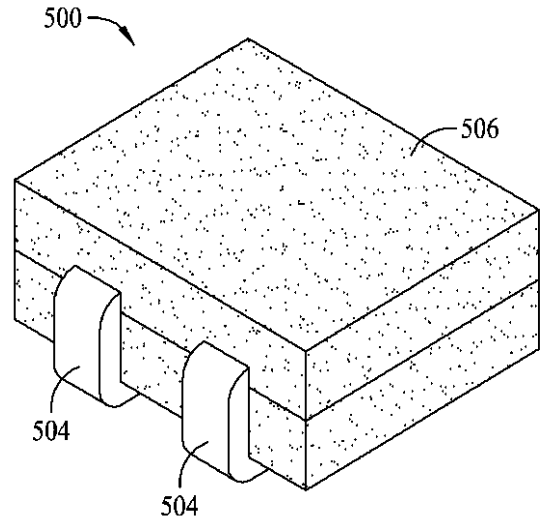


FIG. 16

【図 17】

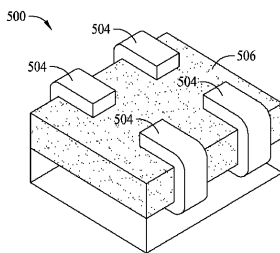


FIG. 17

【図 18】

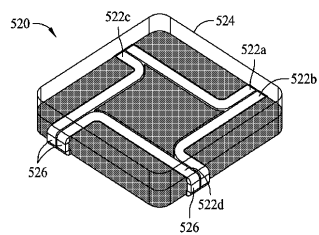


FIG. 18

【図 19】

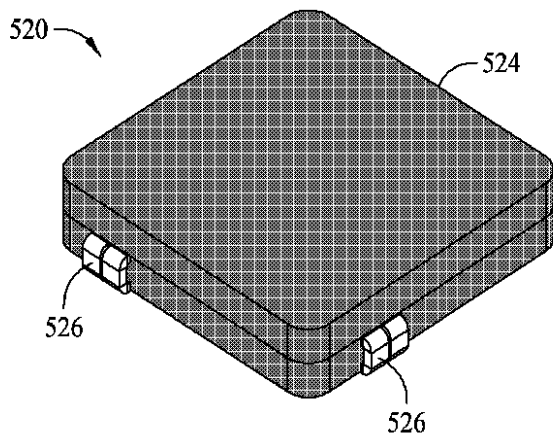


FIG. 19

【図 20】

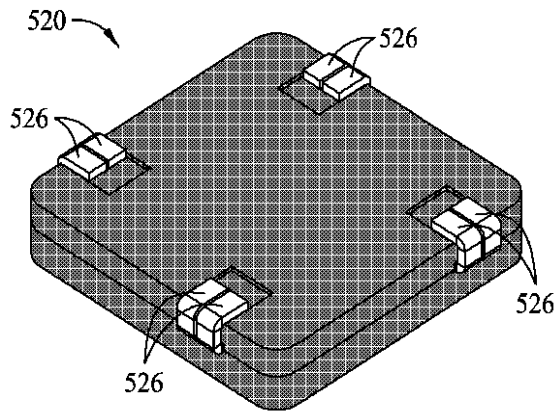


FIG. 20

【図 21】

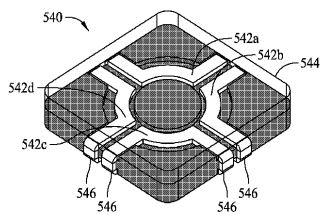


FIG. 21

【図 24】

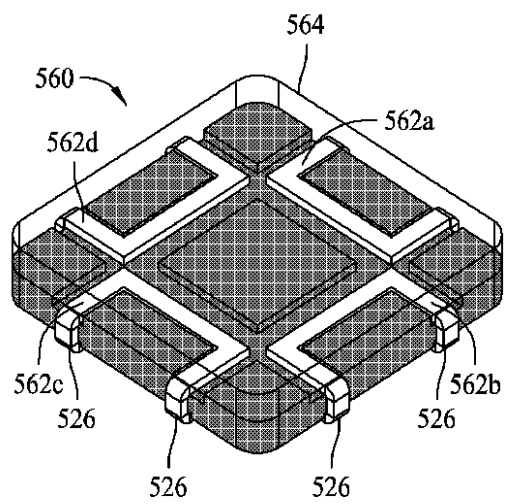


FIG. 24

【図 22】

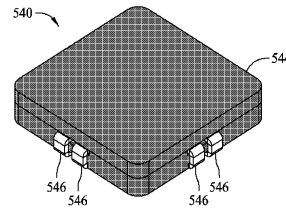


FIG. 22

【図 23】

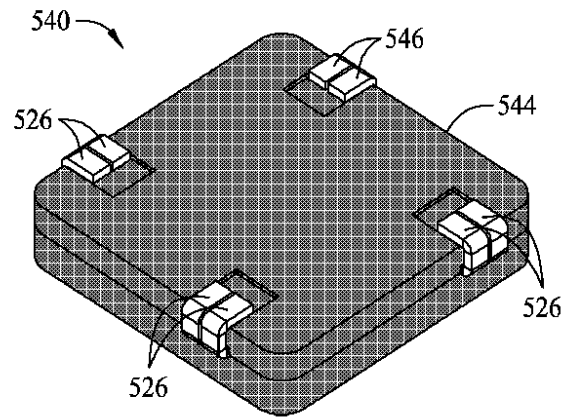


FIG. 23

【図 25】

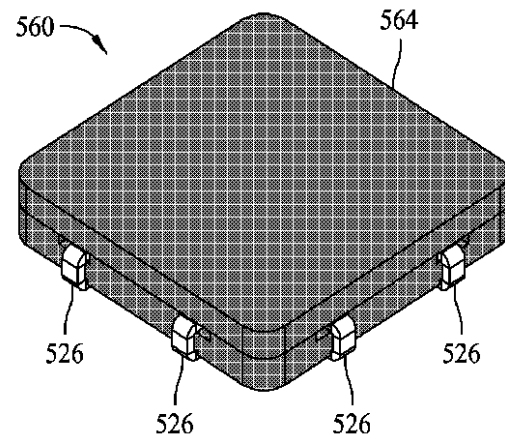


FIG. 25

【図 26】

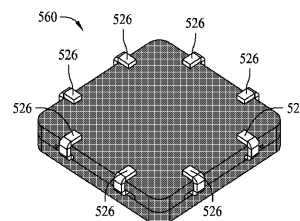


FIG. 26

【図 27】

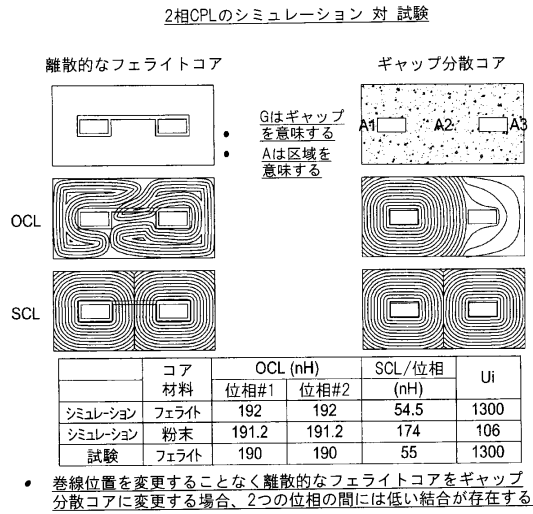


FIG. 27

【図 28】

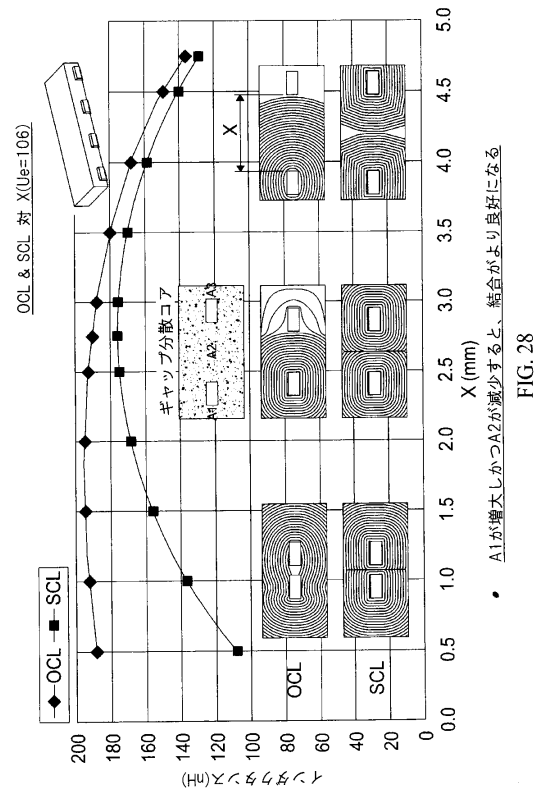


FIG. 28

【図 29】

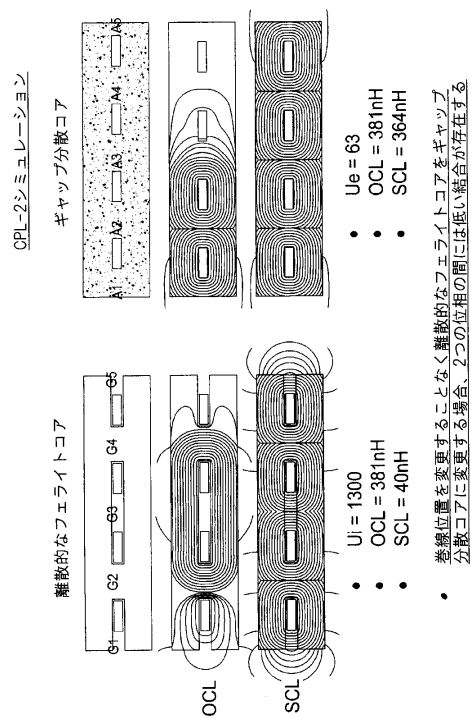


FIG. 29

【図 30】

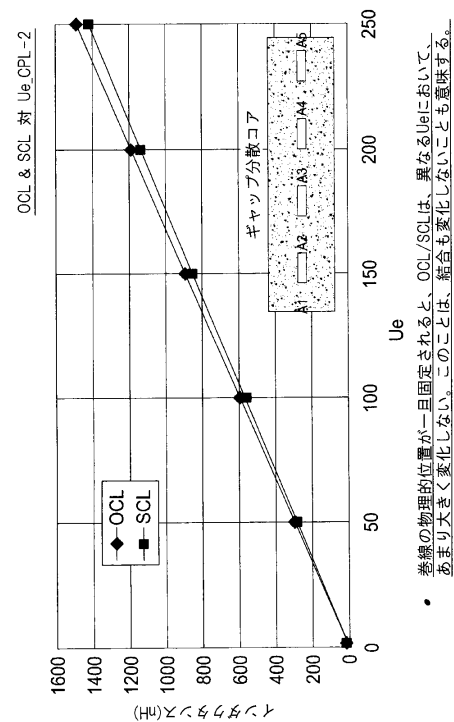


FIG. 30

【図 3 1】

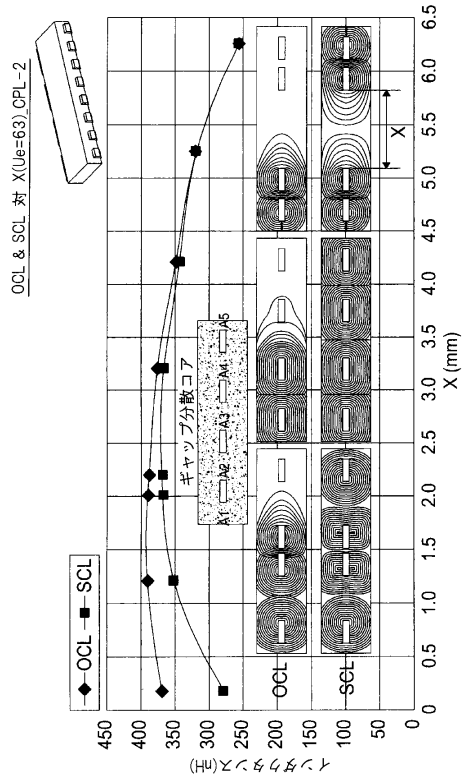


FIG. 31

【図 3 2】

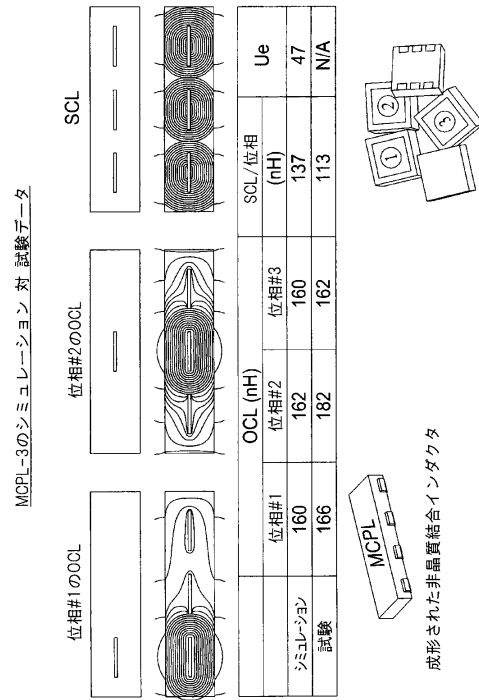


FIG. 32

【図 3 3】

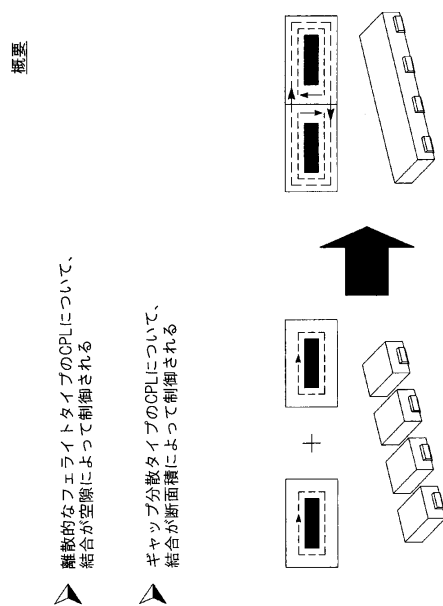


FIG. 33

【図 3 4】

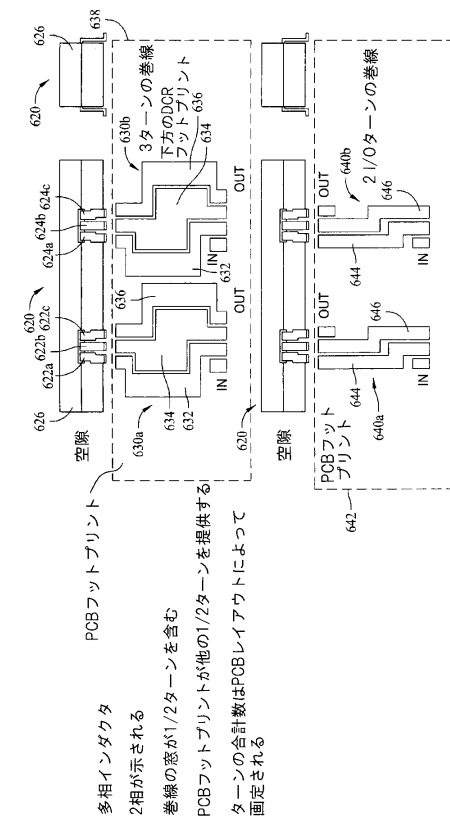


FIG. 34

【図 35】

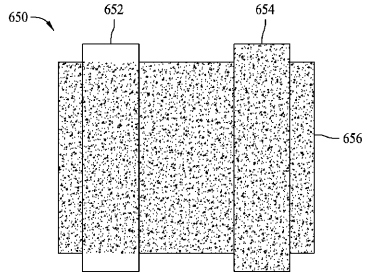


FIG. 35

【図 36】

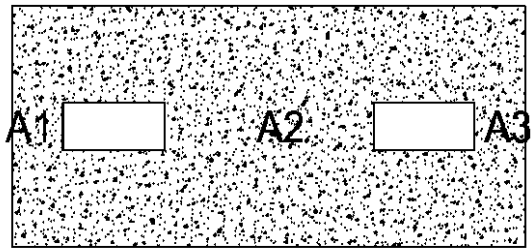


FIG. 36

【図 38】

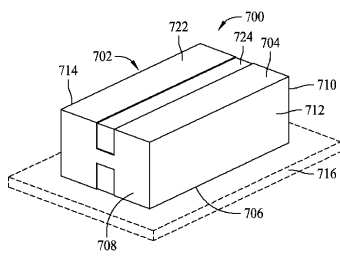


FIG. 38

【図 37】

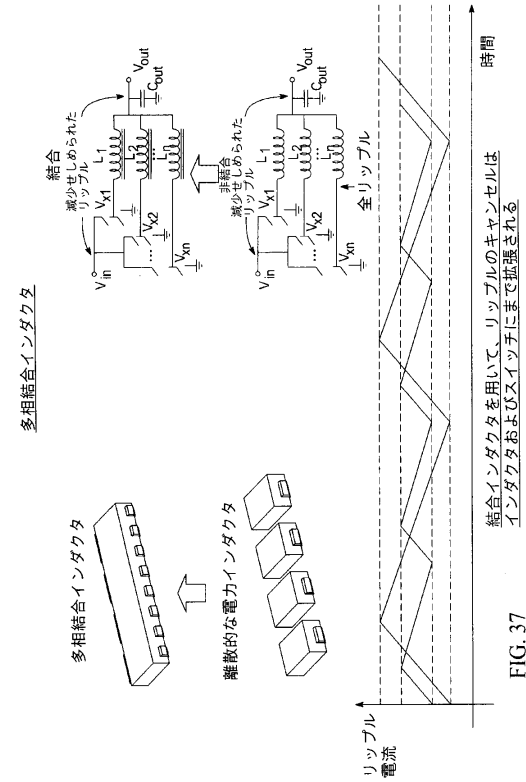


FIG. 37

【図 39】

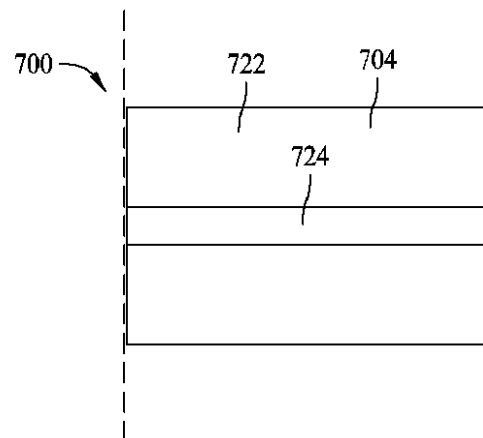


FIG. 39

【図 40】

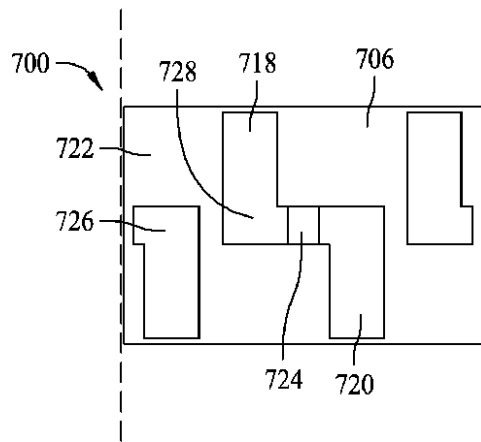


FIG. 40

【図 42】

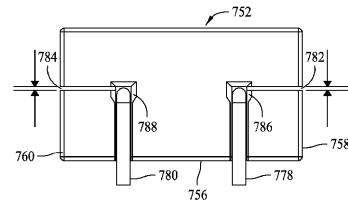


FIG. 42

【図 41】

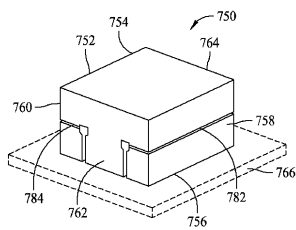


FIG. 41

【図 43】

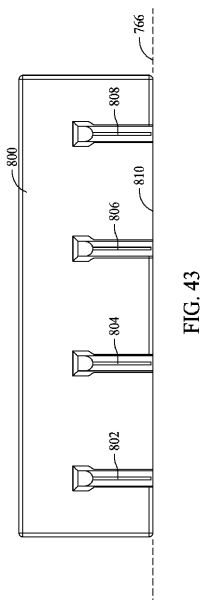


FIG. 43

【図 44】

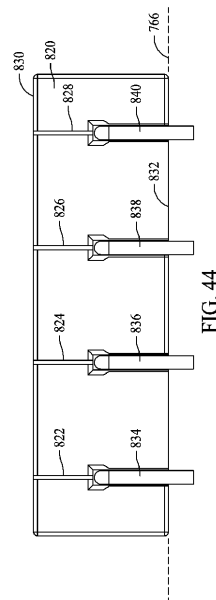


FIG. 44

【図 45】

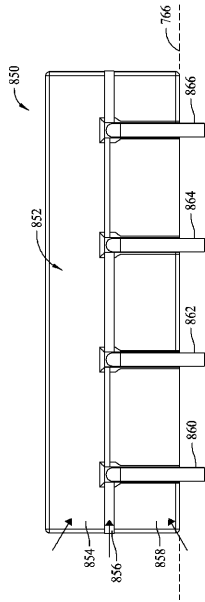


FIG. 45

---

フロントページの続き

(74)代理人 100130133

弁理士 曾根 太樹

(72)発明者 ヤン イーベン

中華人民共和国, シャンハイ 201206, ブードン, ドンルー ロード, レーン 2000,  
ビルディング 7, ルーム 702

(72)発明者 ロバート ジェイムズ ボガート

アメリカ合衆国, フロリダ 33467, レイク ワース, レイク アイランド ドライブ 69  
41

審査官 池田 安希子

(56)参考文献 特開2005-064322(JP, A)

特開2005-064321(JP, A)

特開2005-064319(JP, A)

特開2008-192887(JP, A)

特開2008-041880(JP, A)

特開平09-306715(JP, A)

特開2003-188023(JP, A)

特開平04-343207(JP, A)

特開2004-063581(JP, A)

特開2008-288370(JP, A)

特開2009-129937(JP, A)

特開平11-040426(JP, A)

特開2000-323336(JP, A)

特開2008-235773(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 17/04

H01F 27/24

H01F 27/255