

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6329558号  
(P6329558)

(45) 発行日 平成30年5月23日(2018.5.23)

(24) 登録日 平成30年4月27日(2018.4.27)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 F 27/24 (2006.01)	HO 1 F 27/24 P
HO 1 F 27/08 (2006.01)	HO 1 F 27/24 H
HO 1 F 27/10 (2006.01)	HO 1 F 27/08 B
HO 1 F 27/28 (2006.01)	HO 1 F 27/10
	HO 1 F 27/28 F

請求項の数 20 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-541772 (P2015-541772)
(86) (22) 出願日	平成25年10月8日 (2013.10.8)
(65) 公表番号	特表2015-535657 (P2015-535657A)
(43) 公表日	平成27年12月14日 (2015.12.14)
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/063791
(87) 国際公開番号	W02014/077976
(87) 国際公開日	平成26年5月22日 (2014.5.22)
審査請求日	平成28年9月21日 (2016.9.21)
(31) 優先権主張番号	13/675,092
(32) 優先日	平成24年11月13日 (2012.11.13)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	503455363 レイセオン カンパニー
	アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O 2451-1449 ウォルサム ウィン
	ター ストリート 870
(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(74) 代理人	100091214 弁理士 大貫 進介
(72) 発明者	ジェイコブソン, ポリス エス アメリカ合衆国 O1886 マサチュー セッツ州 ウエストフォード スレイ・ロ ード 72

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気装置の熱管理のための装置及び方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

装置であって、当該装置は：

可変電流を受け取るように構成された少なくとも1つの巻線を有するコイル組立体と；  
複数のセグメントを含むコアであって、前記少なくとも1つの巻線は、前記セグメントの一部に巻回されており、且つ磁束を発生するように構成される、コアと；

前記コイル組立体又はコアを冷却するために、前記コイル組立体又はコアを通して冷却媒体を輸送するように構成された複数の冷却流路であって、該複数の冷却流路は、(i)前記コアを通って第1方向に延び前記コアの開口部に延びる複数の第1の冷却流路と、(ii)前記複数のセグメント同士の間のギャップに形成され且つ前記コアを通って第2方向に延びる複数の第2の冷却流路とを含み、第1方向と第2方向は互いに直交する、複数の冷却流路と；を備え、

前記コアの少なくとも1つのかのセグメントは、前記コアの隣接するセグメントに接触して、前記隣接するセグメントから及び第2の冷却流路からの分離状態を維持する突起部を含み、

前記少なくとも1つの巻線は、前記コアを通って、第1及び第2方向に実質的に直交する第3方向に延びる、

装置。

## 【請求項 2】

第2の冷却流路は、前記コアを通して冷却媒体を輸送するように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記セグメントは、複数の上部セグメントと、複数の下部セグメントとを含み、

前記セグメント同士の間の前記ギャップは、前記上部セグメント同士の間の複数の上部ギャップと、前記下部セグメント同士の間の複数の下部ギャップとを含む、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記コアの少なくとも 1 つの外面には、溝が設けられており、

該溝は、前記コアを通って流れる冷却媒体の第 2 の方向に整列される、

請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 5】

前記コイル組立体は、少なくとも 1 つの絶縁スペーサーをさらに有しており、

該少なくとも 1 つの絶縁スペーサーは、複数の第 3 の冷却流路を有しており、

該複数の第 3 の冷却流路は、前記コイル組立体を通して冷却媒体を輸送するように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの絶縁スペーサーは、

コアと巻線との間の絶縁を形成する 1 つ又は複数のスペーサーと、

巻線同士の間の絶縁を形成する 1 つ又は複数のスペーサーと、のうちの少なくとも 1 つを含む、

20

請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

システムであって、当該システムは：

冷却媒体を受け取るように構成された少なくとも 1 つの流入口と、冷却媒体を供給するように構成された少なくとも 1 つの流出口とを有するハウジングと；

前記ハウジング内で冷却される電子機器であって、該電子機器は、磁気装置を有しており、該磁気装置は、

可変電流を受け取るように構成された少なくとも 1 つの巻線を有するコイル組立体

、

30

複数のセグメントを含むコアであって、少なくとも 1 つの巻線が、セグメントの一部に巻回されており、且つ磁束を発生するように構成される、コア、

前記コイル組立体又はコアを冷却するために、前記コイル組立体又はコアを通して冷却媒体を輸送するように構成された複数の冷却流路であって、該複数の冷却流路は、(i) 前記コアを通って第 1 方向に延び且つ前記コアの開口部に延びる複数の第 1 の冷却流路と、(ii) 前記複数のセグメント同士の間のギャップに形成され且つ前記コアを通って第 2 方向に延びる複数の第 2 の冷却流路とを含み、第 1 方向及び第 2 方向は互いに直交する、複数の冷却流路を有する、電子機器と；

を有しており、

前記コアの少なくともいくつかのセグメントは、前記コアの隣接するセグメントに接触して、前記隣接するセグメント及び第 2 の冷却流路からの分離を維持する突起部を含み、

前記少なくとも 1 つの巻線は、前記コアを通って、第 1 及び第 2 方向に実質的に直交する第 3 方向に延びる、

システム。

40

【請求項 8】

前記ハウジング及び前記電子機器に接続された絞り機構プレートをさらに有しており、該絞り機構プレートは、前記少なくとも 1 つの流入口から前記電子機器を介して前記少なくとも 1 つの流出口に、冷却媒体を強制的に送り込むように構成される、

請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

50

第2の冷却流路は、前記コアを通して冷却媒体を輸送するように構成される、  
請求項7に記載のシステム。

【請求項10】

前記セグメントは、複数の上部セグメントと、複数の下部セグメントとを含み、

前記セグメント同士の間の前記ギャップは、前記上部セグメント同士の間の複数の上部  
ギャップと、前記下部セグメント同士の間の複数の下部ギャップとを含む、

請求項7に記載のシステム。

【請求項11】

第1の冷却流路は、前記セグメントの少なくとも一部を通って配置され、第2の冷却流路は、前記セグメントの少なくとも一部の外面に沿って配置されており、

10

当該システムは、第1及び第2の冷却流路を通る冷却媒体を循環させるように構成された複数の冷却ループをさらに含む、

請求項7に記載のシステム。

【請求項12】

前記コアの少なくとも1つの外面には、溝が設けられており、

該溝は、前記コアを通って流れる冷却媒体の第2の方向に整列される、

請求項7に記載のシステム。

【請求項13】

前記コイル組立体は、少なくとも1つの絶縁スペーサーをさらに有しており、

該少なくとも1つの絶縁スペーサーは、第3の冷却流路を有しており、

20

該第3の冷却流路は、前記コイル組立体を通して冷却媒体を輸送するように構成される

、

請求項7記載のシステム。

【請求項14】

前記少なくとも1つの絶縁スペーサーは、

コアと巻線との間の絶縁を形成する1つ又は複数のスペーサーと、

巻線同士の間の絶縁を形成する1つ又は複数のスペーサーと、のうちの少なくとも1つを含む、

請求項13に記載のシステム。

【請求項15】

30

方法であって、当該方法は：

可変電流を受け取るように構成された少なくとも1つの巻線を含むようなコイル組立体を形成するステップと；

複数のセグメントを含むコアを形成するステップであって、前記少なくとも1つの巻線は、前記セグメントの一部に巻回されており、且つ磁束を発生するように構成される、形成するステップと；を含み、

前記コイル組立体又はコアは、該コイル組立体又はコアを冷却するために、前記コイル組立体又はコアを通して冷却媒体を輸送するように構成された複数の冷却流路であって、該複数の冷却流路は、(i)前記コアを通って第1方向に延び且つ前記コアの開口部に延びる複数の第1の冷却流路と、(ii)前記複数のセグメント同士の間のギャップに形成され且つ前記コアを通って第2方向に延びる複数の第2の冷却流路とを含み、第1方向と第2方向は互いに直交する、複数の冷却流路を含み、

40

前記コアの少なくともいくつかのセグメントは、前記コアの隣接するセグメントに接觸して、前記隣接するセグメントから及び第2の冷却流路からの分離状態を維持する突起部を含み、

前記少なくとも1つの巻線は、前記コアを通って、第1及び第2方向に実質的に直交する第3方向に延びる、

方法。

【請求項16】

第2の冷却流路は、前記コアを通して冷却媒体を輸送するように構成される、

50

請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記セグメントは、複数の上部セグメントと、複数の下部セグメントとを含み、

前記セグメント同士の間の前記ギャップは、前記上部セグメント同士の間の複数の上部  
ギャップと、前記下部セグメント同士の間の複数の下部ギャップとを含む、

請求項 15 に記載の方法。

【請求項 18】

第1の冷却流路は、前記セグメントの少なくとも一部を通って配置され、第2の冷却流路は、前記セグメントの少なくとも一部の外面に沿って配置されており、

当該方法は、第1及び第2の冷却流路を通して冷却媒体を循環させるように構成された複数の冷却ループに第1及び第2の冷却流路を結合するステップをさらに含む、

請求項 15 に記載の方法。

【請求項 19】

前記コイル組立体は、少なくとも1つの絶縁スペーサーをさらに有しており、

該少なくとも1つの絶縁スペーサーは、第3の冷却流路を含んでおり、

該第3の冷却流路は、前記コイル組立体を通して冷却媒体を輸送するように構成される

、

請求項 15 に記載の方法。

【請求項 20】

複数のスペーサーをさらに含み、各スペーサーは第1の冷却流路のそれを部分的に埋め、第1の冷却流路は、前記セグメントの少なくとも一部を通って配置され、

第2方向は、前記磁束の方向と平行及び前記磁束の方向と同一平面の少なくとも一方である、

請求項 2 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

米国政府のライセンス権

本発明は、米国国防総省によって与られた規約番号N00014-09-D-0726の下で政府の支援を受けて行われた。米国政府は、本発明において一定の権利を有する。

【0002】

本開示は、概して、トランスやインダクタ等の磁気装置を対象としている。より具体的には、本開示は、磁気装置の熱管理のための装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

様々な電子機器には、通常、大きなインダクタや、トランス、又は磁気コアに巻き付けられた1つ又は複数のコイルを使用して形成された他の磁気装置を含む。特定のタイプの磁気装置は、数十キロヘルツから数メガヘルツ又はそれ以上の高い周波数範囲で作動する。これらのタイプの磁気装置は、大抵の場合、強制液体冷却又は強制空冷を使用して冷却される。しかしながら、これらのタイプの高周波数の磁気装置は、大抵の場合、フェライト物質や粉末状物質等のテープで巻回された材料又は固体材料から形成された磁気コアを有する。このようなコアは、典型的には、その材料の低い熱伝導率のため、数百ワットから数キロワットの範囲等の低電力レベルで均一に冷却することが困難である。また、コアと巻線との間の絶縁体及び巻線同士の間の絶縁体によって、これらの電子機器の冷却がさらに妨げられる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、磁気装置の熱管理のための装置及び方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

## 【0005】

第1の実施形態では、装置が、コイル組立体を有しており、このコイル組立体は、可変電流を受け取るように構成された少なくとも1つの巻線を有する。装置は、複数のセグメンを含むコアも有しており、少なくとも1つの巻線は、セグメンの部分に巻回されており、且つ磁束を発生するように構成されている。装置は、コイル組立体又はコアを冷却するために、コイル組立体又はコアを通して冷却媒体を輸送するように構成された少なくとも1つの冷却流路をさらに有する。

## 【0006】

第2の実施形態では、システムは、冷却媒体を受け取るように構成された少なくとも1つの流入口と、冷却媒体を供給するように構成された少なくとも1つの流出口とを有するようなハウジングを有する。システムは、ハウジング内で冷却される電子機器も有しており、この電子機器は、磁気装置を含む。磁気装置は、コイル組立体を含んでおり、このコイル組立体は、可変電流を受け取るように構成された少なくとも1つの巻線を有する。磁気装置は、複数のセグメンを有するコアを含んでおり、少なくとも1つの巻線は、セグメンの部分に巻回されており、且つ磁束を発生するように構成されている。磁気装置は、コイル組立体又はコアを冷却するために、コイル組立体又はコアを通して冷却媒体を輸送するように構成された少なくとも1つの冷却流路をさらに有する。

10

## 【0007】

第3の実施形態では、方法は、コイル組立体を形成するステップを含んでおり、このコイル組立体は、可変電流を受け取るように構成された少なくとも1つの巻線を有する。この方法は、複数のセグメンを有するコアを形成するステップも含んでおり、少なくとも1つの巻線は、セグメンの部分に巻回されており、且つ磁束を発生するように構成されている。コイル組立体又はコアは、このコイル組立体又はコアを冷却するために、コイル組立体又はコアを通して冷却媒体を輸送するように構成された少なくとも1つの冷却流路を有する。

20

## 【0008】

他の技術的特徴は、以下の図面、詳細な説明、及び特許請求の範囲から当業者には容易に明らかになるであろう。

本開示及びその特徴をより完全に理解するために、参照が、添付の図面と併せて以下の詳細な説明に対して行われる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】本開示による熱管理用の冷却流路を有する第1の磁気装置の例を示す図である。

【図2A】本開示による図1の磁気装置における冷却媒体の流れの例を示す図である。

【図2B】本開示による図1の磁気装置における冷却媒体の流れの例を示す図である。

【図3】本開示による磁気装置のコアの例を示す図である。

【図4A】本開示による第2の磁気装置の冷却媒体の流れの例を示す図である。

【図4B】本開示による第2の磁気装置の冷却媒体の流れの例を示す図である。

【図5A】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図5B】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

40

【図6】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図7A】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図7B】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図7C】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図8】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図9A】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図9B】本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例を示す図である。

【図10】本開示による冷却流路を含む磁気装置を有するような組立体の例を示す図である。

【図11A】本開示による冷却流路を含む磁気装置を有するような組立体の別例を示す図

50

である。

【図11B】本開示による冷却流路を含む磁気装置を有するような組立体の別例を示す図である。

【図11C】本開示による冷却流路を含む磁気装置を有するような組立体の別例を示す図である。

【図12】本開示による冷却流路を含む磁気装置を形成する方法の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下で説明される図1～図12、及び本特許明細書において本発明の原理を説明するために使用される様々な実施形態は、単なる例示であり、本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。当業者であれば、本発明の原理が、適切に配置された任意のタイプの装置又はシステムで実現してもよいことを理解するであろう。

10

【0011】

上述したように、特定のタイプの高周波数磁気装置は、大抵の場合、強制液体冷却又は強制空冷を使用して冷却される。しかしながら、それらのコア材料の低い熱伝導率や、コアと巻線との間の絶縁体及び巻線同士の間の絶縁体の使用により、これらのタイプの装置は、大抵の場合、十分に冷却することが困難である。とりわけ、この冷却の困難性によつて、コアの中心からコアの外面に著しい温度勾配の生成がもたらされ、コア内にホットスポットが形成される。平面磁石又は埋め込まれた磁石等の他のアプローチでは、典型的には、装置の巻線とコアとの両方を効果的に冷却できない、すなわち高周波数の又は高出力の用途の電圧、電流、又は損失の要件に対処することができない。この明細書には、セグメントに分割されたセグメント化コアを有する様々な磁気装置が開示されており、そのコアには、冷却媒体が流れるような冷却流路が含まれる。また、この明細書では、コイル組立体を冷却するための冷却流路を含む種々の磁気装置を開示しており、そのコイル組立体は、コアと巻線との間の絶縁体又は巻線同士の間の絶縁体を含む。

20

【0012】

図1には、本開示による熱管理用の冷却流路を有する第1の磁気装置100の例が示されている。図1に示されるように、磁気装置100は、コア102とコイル組立体104とを有するようなトランスを表す。トランス内のコイル組立体104は、一般に、絶縁材等の関連部品と一緒に、（少なくとも1つの一次巻線と、少なくとも1つの二次巻線とを含む）2つ以上のコイル又は電気巻線を有する。コイル組立体104の一次巻線（複数可）の電流を変化させることによって、コア102内で変化する磁束を発生させ、次に、コイル組立体104の二次巻線（複数可）内に可変電流を形成する。

30

【0013】

コア102は、少なくとも1つの他方の巻線の電流を変化させることに基づいて、少なくとも一方の巻線に可変電流の生成を容易にするような任意の適切な構造体を含む。コア102は、強磁性粉末材料等の任意の適切な材料（複数可）から形成することができる。コア102は、テープ巻付け材料又は固体材料等を使用することで、任意の適切な形態として製造することもできる。コア102は、さらに任意の適切なサイズ及び形状を有することもできる。

40

【0014】

トランス内のコイル組立体104は、電気信号を搬送するように構成された複数の巻線を含むような任意の適切な構造体を含む。コイル組立体104は、例えば、巻線を電気的に分離するような絶縁構造体と一緒に複数の巻線を収容することができる。各巻線は、任意の適切な導電性物質（複数可）から形成されており、任意数の巻回を含むことができる。各巻線は、任意の適切な方法で形成することもできる。

【0015】

図1に示されるように、コア102は、複数の「スライス」又はセクション106に分割又は分離されており、これらのセクションは、完全なコア組立体を形成するために再結合される。この例では、コア102は、5つのセクション106を有しており、そのうち

50

の 2 つのセクションが、説明目的のために、図 1 に部分的に透明となるように示されている。いくつかの実施形態では、コア 102 は、装置 100 に形成される磁束の方向に対して平行な方向の又はこの磁束の方向と同一平面となる方向のセクション 106 に分割されており、これは、コア 102 の磁気特性に悪影響を与えるようなセクション分割を防ぐことに役立つ。

【 0016 】

セクション 106 の一部は、コア 102 を通る冷却流路 108 を形成するために互いに分離されている。冷却流路 108 は、液体や空気等の冷却媒体が、コア 102 を通過する（だけでなくコア 102 の外面上も通過する）ような領域を表す。これにより、冷却媒体と接触するようになるコア 106 の表面積が増大され、コア 102 から熱をより効果的に除去するのに役立つ。実装形態に依存して、冷却流路 108 によって、冷却媒体と接触するようになるコア 102 の表面積を最大 50 % 又はそれ以上に増大させることができる。各冷却流路 108 は、任意の適切なサイズ、形状、及び寸法を有することができる。冷却流路 108 は、任意の適切な方法で形成することもできる。

10

【 0017 】

以下により詳細に説明するように、コイル組立体 104 は、1 つ又は複数の冷却流路 110 を含むことができる。この冷却流路 110 によって、冷却媒体がコイル組立体 104 の様々な部分上に又はこの組立体を通って流れることが可能になる。これによって、コイル組立体 104 が、様々な種類の絶縁体を含む場合であっても、磁気装置 100 から熱を除去するのにさらに役立つ。以下に示されるように、様々なタイプの冷却流路をコイル組立体に使用することができる。

20

【 0018 】

このようにして、磁気装置 100 からの熱を、巻線及びコアの両方からより効果的に除去することができる。とりわけ、これは、コア 102 の中心部からコア 102 の外への温度勾配を減少させるのを助長することができ、こうして、コア 102 内のホットスポットの深刻化を軽減することができる。これにより、磁気装置 100 を、高周波数又は高電力用途で使用することも可能になる。

【 0019 】

図 1 には、熱管理用の冷却流路を含む磁気装置 100 の第 1 例が示されているが、様々な変更を、図 1 の磁気装置に対して行ってもよい。例えば、コア 102 は、任意の適切な数のセクション 106 を含むことができる。また、コイル組立体 104 は、任意の適切な数の巻線を含むことができ、各巻線は、任意の適切な数の巻回を含むことができる。

30

【 0020 】

図 2A 及び 2B には、本開示による図 1 の 100 磁気装置における冷却媒体の流れの例が示されている。特に、図 2A には、装置 100 を側面から視たときに、冷却媒体が磁気装置 100 を通って流れることが示されており、図 2B には、装置 100 を頂部又は底部から視たときに、冷却媒体が磁気装置 100 を通って流れることが示されている。

【 0021 】

図 2A 及び図 2B に示されるように、コア 102 内の冷却流路 108 を通るような冷却媒体の流れ 202 が形成される。この冷却媒体に加えて、この流れは、装置 100 の外の周りを流れる。冷却流路 108 が存在するので、冷却媒体は、はるかに大きな表面領域のコア 102 に接触することができ、コア 102 から離れる方向により多くの熱量を輸送するのに役立つ。ここで、冷却媒体の流れ 202 は、頂部から底部へ装置 100 を通って流れる一般に上下方向であり、冷却媒体の流れ 202 は、装置 100 によって形成される磁束の方向と同一平面又はこの磁束の方向に対して平行である。

40

【 0022 】

図 2B に示される実施形態では、コア 102 の少なくとも一部のセクション 106 によって、これらのセクション 106 の表面に隆起したスペーサー又は他の突起部 204 を収容する。1 つのセクション 106 での突起部 204 は、隣接するセクション 106 に接触して、これらのセクション 106 を所定の距離だけ離間した状態を保持するのに役立ち、

50

これにより、冷却流路 108 が形成される。従って、突起部 204 は、冷却媒体の流れ 202 用に十分に規定された流路 108 を形成するために使用することができる。冷却媒体の流れ 202 は、突起部 204 の高さ（複数可）によって部分的に制御される。

【0023】

突起部 204 は、これら突起部 204 を含むように、フェライト又は他のコアを製造するために設計された機具を使用してコア 102 のセクション 106 を機械加工することによって、或いはセクション 106 を型成形することによって、任意の適切な方法で形成することができる。突起部 204 は、セラミック又は他の非磁性材料（複数可）で形成されたロッド又は他の構造体等の、コア 102 のセクション 106 に接合された又は他の方法でこのセクションに取り付けられる別個の構造体も表すことができる。1つ又は複数のセクション 106 の一部である突起部 204 を用いることによって、（スペーサー装置の使用も可能であるが、）別個のスペーサー装置が冷却流路 108 を形成するために使用されることで、コア 102 を必要としなくてもよい。さらに、セクション 106 の一体化部分である突起部 204 を使用することにより、冷却流路 108 の形成のために失われるようなコアの断面積の一部を回復するのを助長することができ、これにより、磁束密度及び関連するコア損失を低減させることができる。さらに、突起部 204 によって、冷却媒体が接触するようなコア 102 の表面積を増大させることができ、さらに熱伝達を改善することができる。

【0024】

いくつかの実施形態では、コア 102 は、溝 206 が形成された1つ又は複数の表面も含むことができる。溝 206 は、冷却媒体の流れの方向に整列させることができ、さらに冷却媒体に接触するようなコアの表面積を増大させることができ、より一層熱を除去するのが容易になる。溝 206 は、溝 206 を含むように、コア 102 のセクション 106 を機械加工することによって、又はセクション 106 を型成形等することによって、任意の適切な方法で形成することができる。溝 206 は、任意の適切なサイズ及び形状を有することができ、溝 206 は、コア 102 の任意の適切な表面（複数可）上に形成することができる。

【0025】

図 2A 及び図 2B には、図 1 の磁気装置 100 内の冷却媒体の流れの例が示されているが、種々の変更を図 2A 及び図 2B の磁気装置に対して行ってもよい。例えば、任意の適切な数の突起部 204 を使用して、コア 102 の隣接するセクション 106 を分離することができ、コア 102 は、任意の適切な数のセクション 106 及び冷却流路 108 を含むことができる。

【0026】

図 3 には、本開示による磁気装置のコア 300 の例が示されている。コア 300 は、例えば、図 1 の磁気装置 100 のコア 102 として使用することができる。図 3 に示されるように、コア 300 は、複数の下部セグメント 302 と複数の上部セグメント 304 に分割される（ただし、1つの上部セグメント 304 のみが示されている）。複数の下部セグメント 302 は、下部コア半体を形成するために一緒に接合又は他の方法で接続され、複数の上部セグメント 304 は、上部コア半体を形成するために一緒に接合又は他の方法で接続される。コイル組立体は、コア半体内に挿入することができ、これらコア半体は、磁気装置を形成するために接合又は他の方法で接続される。コイル組立体は、コア 300 のセグメント 302 ~ 304 を通って 2 つの開口部 306 内に収まる。

【0027】

セグメント 302 ~ 304 の少なくとも一部は、隣接するセグメント 302 ~ 304 の分離を維持するとともに、冷却流路 310 を形成するために使用されるような突起部 308 を含む。下部セグメント 302 上の突起部 308 は、下部コア半体の形成中に、隣接するセグメント 302 に接合され、及び上部セグメント 304 上の突起部 308 は、上部コア半体の形成中に、隣接するセグメント 304 に接合される。突起部 308 は、任意の適切なサイズ、形状、及び寸法を有することができる。特定の実施形態では、突起部 308

10

20

30

40

50

は、1.27ミリメートル (mm) (0.05inches) の幅と、1.27mm (0.05inches) の高さとを有することができる。

【0028】

図3に示されるように、各開口部306の左右側面には、幅広の溝312が含まれる。この幅広の溝312によって、冷却媒体が、セグメント302～304の開口部306内に挿入されたコイル組立体の周りを通過するのを可能にする。溝312は、任意の適切なサイズ及び形状の溝を有することができ、例えば深さ2.54mm (0.1inches) の溝である。

【0029】

図3には、磁気装置のコア300の一例が示されているが、様々な変更を、図3のコア10に対して行ってもよい。例えば、任意の数の下部及び上部セグメント302～304を、コア300に使用することができる。また、図3には、下部及び上部セグメント302～304のサイズが、ほぼ等しく示されているが、これは必須ではなく、サイズ不均一の又は異なるセグメントの他の設計を使用することもできる。例えば、下部セグメント302は、コア300のほぼ高さ全体に及ぶことがあり、及び1つ又は複数の上部セグメント302は、開口部306上に蓋を単に形成することができる。

【0030】

図4A及び図4Bには、本開示による第2の磁気装置400の冷却媒体の流れの例が示されている。特に、図4Aには、装置400を側面から視たときに、冷却媒体が磁気装置400を通って流れることができ、図4Bには、装置400を頂部又は底部から視たときに、冷却媒体が磁気装置400を通って流れることができ20示されている。

【0031】

磁気装置400は、コア402と、可変電流を運ぶことができるコイルを含むコイル組立体404とを有するようなインダクタを表す。コア402は、スライス又はセクション406に分割され、コア402のセクション分割は、装置400内に形成される磁束の方向に対して平行な方向に又はこの磁束の方向と同一平面上となる方向に行うことができる。冷却流路408が、コア402のセクション406同士の間に存在する。図1のトランジストと同様に、これらの冷却流路408によって、冷却媒体の流れ410がコア402を通過するのが可能になり、それによって、コア402から熱を除去するのを助長することができる。冷却流路408は、少なくともいくつかのセクション406の側面から突出する30ような突起部412を用いて形成することができる。コア402の1つ又は複数の表面は、溝414も含むことができる。

【0032】

様々なタイプのインダクタを、ギャップが形成されたコアに使用して、(磁気)飽和を回避してもよい。例えば、共振コンバータで使用されるACインダクタは、大抵の場合、磁束密度及び関連するコア損失を低減するために、特に大きなギャップを必要とする。しかしながら、単一の大きなギャップによって、隣接する巻線を貫通し、且つ追加の損失を発生させるような「フリンジ磁束」を生成することができる。これらの損失を低減するため40に、装置400は、磁路の長さに沿って分布する複数の小さなギャップ416を使用する。従来は、コアの断面全体を覆うセラミック等の固体材料から形成されたスペーサーが、ギャップに導入される。装置400では、断面領域の一部のみを覆うような複数の小さなスペーサー418が使用される。スペーサー418は、任意の適切な材料(複数可)から、任意の適切な方法で形成することができる。ギャップ416の存在と、このギャップ416を部分的に充填するような小さなスペーサー418の使用とによって、インダクタを通って流れれるような追加の冷却媒体の流れ420を形成し、さらに装置400を冷却する。冷却媒体の流れ420は、ここで装置400の磁束の方向に対してほぼ直交しており、それによって、これらの流れ420は、冷却媒体の流れ410に対しほぼ直交することができる。

【0033】

図4A及び図4Bに示されるコア402は、各セグメント302～304が水平方向ギ

10

20

30

40

50

ヤップ 416 及びスペーサー 418 を含むことを除いて、図 3 に示されるような全体構造と同じ構造を有することに注意されたい。いくつかの実施形態では、セグメント 302～304 は、水平方向ギャップ 416 をより大きな構造体に作製し、次に、この大きな構造体を垂直方向スライス（当然のことながら、構成要素の他の向きが使用される）に切断するによって形成することができる。複数の下部セグメント 302 は、次に、下部コア半体を形成するために組み立てることができ、上部セグメント 304 は、上部コア半体を形成するために組み立てることができ、コイル組立体 404 を挿入することができ、セグメント 302～304 を互いに接続することができる。この手順によって、隣接するセグメントのギャップ 416 同士の間にオフセットがもたらされ、このオフセットの許容値は、コアをセグメントにスライスすることによって失われたコア領域を補うように決定することができる。厳しい公差のインダクタが必要な場合は、そのインダクタンスは、1つ又は複数のギャップ 416 をトリミングすることによって調整できることに注意されたい。図示しないが、磁気装置 400 のコイル組立体 404 は、絶縁体の存在下であっても、装置 400 をさらに冷却するのに役立つような、1つ又は複数の冷却流路も含むことができる。

#### 【0034】

図 4A 及び図 4B には、第 2 の磁気装置 400 の冷却媒体の流れの例が示されているが、様々な変更を、図 4 の磁気装置に対して行ってもよい。例えば、コア 402 は、任意の適切な数のセクション 406 を含むことができる。また、コイル組立体 404 は、任意の適切な巻回を含むことができる。さらに、任意の適切な数の突起部 412 及び冷却流路 408 を使用することができ、任意の適切な表面（複数可）には、溝 414 を設けることができる。

#### 【0035】

図 5A～図 9B には、本開示による磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例が示されている。上述したように、磁気装置内のコイル組立体は、コイル組立体の巻線（複数可）に亘って冷却媒体を供給するのに役立つような冷却流路を含むことができる。これにより、磁気装置をさらに冷却するのを助長することができる。

#### 【0036】

図 5A 及び図 5B には、冷却流路をコイル組立体内に形成するための例示的な方法が示されている。図 5A に示されるように、スペーサー 502 は、複数の溝 504 を含む。溝 504 は、スペーサー 502 の高さ全体に亘って延びてあり、スペーサー 502 の両面に配置されている。スペーサー 502 及び溝 504 は、任意の適切なサイズ、形状、及び寸法を有することができる。特定の実施形態では、スペーサー 502 は、2.54 mm (0.1 inches) の全般的な厚さを有しており、各溝 504 は、スペーサー 502 内に 1.575 mm (0.062 inches) 延びている。スペーサー 502 は、任意の適切な材料（複数可）、例えばガラスエポキシ等の絶縁材料から形成することができる。

#### 【0037】

図 5B に示されるように、コイル組立体 506 は、第 1 の巻線 508 と第 2 の巻線 510 を分離するために使用されるような 2 つのスペーサー 502 を含む。スペーサー 502 は、それらスペーサーが異なる巻線の間で別々に配置されているので、巻線同士の間の絶縁体を表す。各スペーサー 502 が、そのスペーサーの両面に溝 504 を有しているので、冷却媒体が、スペーサー 502 を通って流れることができ、両方の巻線 508～510 から熱を除去することができる。2 つの追加のスペーサー 512～514 を、コイル組立体 506 の外側で使用することができる。これらのスペーサー 512～514 は、それらのスペーサーがコアからの巻線の間で別々に配置されているので、コアと巻線との間の絶縁体を表す。コアに形成された溝 516 によって、冷却媒体が、コアとスペーサー 512～514 との間で流れることを可能にし、コイル組立体 506 から熱をさらに除去することができる。

#### 【0038】

図 6 には、コイル組立体用の別のスペーサー 600 の例が示されている。スペーサー 6

10

20

30

40

50

0 0 は、ここで、ガラスエポキシ等の 1 つ又は複数の絶縁材料から形成することができる。様々な流路 6 0 2 が、機械加工又は型成形等によって、スペーサー 6 0 0 の側面に形成される。1 つ又は複数のコイルが、スペーサー 6 0 0 に巻き付けされるとき、流路 6 0 2 は、コイルの周りを流れる冷却媒体用の通路を提供する。

【 0 0 3 9 】

図 7 A ~ 図 7 C には、コイル組立体用の別のスペーサー 7 0 0 の例が示されている。図 7 A に示されるように、スペーサー 7 0 0 は、(ガラスエポキシ等の) 1 つ又は複数の絶縁材料から形成することができ、様々な流路 7 0 2 が、(機械加工又は型成形等によって)スペーサー 7 0 0 の側面に形成される。図 7 B に示されるように、複数のスペーサー 7 0 0 (例えば、4 のスペーサー) は、コイル組立体 7 0 4 においてコアと巻線との間の絶縁材及び巻線同士の間の絶縁材として使用することができる。図 7 C に示されるように、スペーサー 7 0 0 の少なくとも一部の流路 7 0 2 は、可変サイズとすることができます。この例では、スペーサー 7 0 0 の長辺上の流路 7 0 2 は、最も内側のスペーサー 7 0 0 が最も狭い流路 7 0 2 を有しており、最も外側のスペーサー 7 0 0 が最も幅広の流路 7 0 2 を有するように変化する。

【 0 0 4 0 】

図 8 には、コイル組立体用のさらに別のスペーサー 8 0 0 の例が示されている。スペーサー 8 0 0 は、(ガラスエポキシ等の) 1 つ又は複数の絶縁材料から形成することができ、様々な流路 8 0 2 が、(機械加工又は型成形等によって)スペーサー 8 0 0 の側面に形成される。ここでは、流路 8 0 2 は、頂部から底部へほぼ直線の側面を有しており、スペーサー 8 0 0 の高さに沿って実質的に直線状の流路 8 0 2 がもたらされる。

【 0 0 4 1 】

図 9 A 及び図 9 B には、コイル組立体用のさらに別のスペーサー 9 0 0 の例が示されている。図 9 A では、スペーサー 9 0 0 は、(ガラスエポキシ等の) 1 つ又は複数の絶縁材料から形成することができ、様々な流路 9 0 2 が、(機械加工又は型成形等によって)スペーサー 8 0 0 の側面に形成される。ここでは、流路 9 0 2 は、例えば図 5 A ~ 図 8 において示された他の実施形態よりも多い数の流路及びより深い流路である。図 9 B では、複数の巻線 9 0 4 ~ 9 0 6 が、スペーサー 9 0 0 に巻回されており、及び流路 9 0 2 は、作動中に、これらの巻線 9 0 4 ~ 9 0 6 を冷却するための冷却媒体用通路を提供するために使用される。

【 0 0 4 2 】

図 5 A ~ 図 9 B には、磁気装置のコイル組立体用の冷却流路の例が示されているが、種々の変更を図 5 A ~ 図 9 B のコイル組立体に対して行ってもよい。例えば、図 5 A ~ 図 9 B に確認されるように、各種の冷却流路を、コイル組立体で使用される絶縁スペーサーに設けることができる。他のサイズ、形状、又は寸法を有する他の冷却流路を、磁気装置に使用することができる。また、これらの冷却流路の組み合わせは、コアと巻線との間のスペーサーが一形態の冷却流路を有しており、巻線同士の間のスペーサーが別形態の冷却通路を有している場合に、使用することができる。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 には、本開示による冷却流路を含む磁気装置を備えた組立体 1 0 0 0 の例が示されている。図 1 0 に示されるように、組立体 1 0 0 0 は、組立体 1 0 0 0 の他の構成要素を包み込むようなハウジング 1 0 0 2 を含む。このハウジング 1 0 0 2 は、(空気又は流体等の)冷却媒体がハウジング 1 0 0 2 に流入する 1 つ又は複数の流入口 1 0 0 4 と、冷却媒体がハウジング 1 0 0 2 から流出する 1 つ又は複数の出口 1 0 0 6 とを有する。ハウジング 1 0 0 2 は、冷却すべき少なくとも 1 つの構成要素を包み込むように構成された任意の適切な構造体を含む。流入口 1 0 0 4 及び出口 1 0 0 6 は、冷却媒体の通過を可能にするように構成された任意の適切な構造体を含む。空気を冷却媒体として使用するようないくつかの実施形態では、流入口 1 0 0 4 及び出口 1 0 0 6 にはファンが取り付けられる。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

ハウジング 1002 内の構成要素 1008 は、冷却すべき磁気装置を表す。この例での構成要素 1008 は、トランスを表すが、この構成要素は、インダクタ又は他の磁気装置を表すことができる。構成要素 1008 は、上述したように、コア及びコイル組立体を通る様々な冷却流路を含むことができる。

【0045】

絞り機構プレート 1010 が、ハウジング 1002 及び冷却すべき構成要素 1008 に接合又は他の方法で接続される。絞り機構プレート 1010 は、ハウジング 1002 と構成要素 1008 とのシールを形成しており、それによって、流入口 1004 から流出口 1006 に流れる冷却媒体が、構成要素 1008 の冷却流路を通って流れるように強制的に送り込まれる。絞り機構プレート 1010 は、プラスチック等の任意の適切な材料（複数可）から形成することができる。

【0046】

組立体 1000 は、任意の適切なより大きな装置又はシステムの一部を形成することができる。例えば、組立体 1000 は、高密度、高電圧電源を使用するような防空システム又は他のシステムで使用することができる。組立体 1000 は、様々なタイプの高電圧出力コンバータ、電気系統又は太陽光グリッドもしくはマイクログリッド、及びこのような高密度出力コンバータを使用するような種々の商業用途に使用することができる。

【0047】

図 10 には、冷却流路を含む磁気装置を有するような組立体 1000 の例が示されているが、種々の変更を、図 10 の組立体に対して行うことができる。例えば、組立体 1000 は、任意の数の冷却すべき構成要素を含むことができる。

【0048】

図 11A ~ 図 11C には、本開示による冷却流路を含む磁気装置を有するような別の組立体 1100 の例が示されている。図 11A ~ 図 11C に示されるように、組立体 1100 は、セグメントに分割されたセグメント化コア 1102 を有するような磁気装置を含む。セグメント化コア 1102 は、この例では、5 つのセグメント 1104 を含むが、コア 1102 は、任意数のセグメント 1104 を含むことができる。セグメント 1104 は、コイル組立体（それ自体に冷却流路を含む又は含まないコイル組立体）を挿入することができるような開口部 1106 を含む。

【0049】

組立体 1100 は、セグメント 1104 から熱を除去するために、コア 1102 のセグメント 1104 に冷却媒体を供給するような複数の冷却ループも含んでいる。少なくとも 1 つのポンプ 1108 が、冷却ループ内で冷却媒体の移動を生じさせるように作動する。ポンプ 1108 は、冷却媒体の移動を形成するための任意の適切な構造体を含む。単一のポンプ 1108 が、複数の冷却ループと共に使用することができ、又は各冷却ループが独自のポンプ 1108 を有することができることに注意されたい。また、ポンプ 1108 のサイズは、例えば、組立体 1100 使用される特定の用途に応じて変化する可能性があることに注意されたい。

【0050】

各冷却ループは、供給及び返送チューブ 1110a ~ 1110b と、供給及び返送マニホールド 1112a ~ 1112b とを含む。供給チューブ 1110a は、ポンプ 1108 から供給マニホールド 1112a に冷却媒体を供給する。各供給マニホールド 1112a は、側部冷却流路 1114 及びコアセグメント 1104 のうちの 1 つに関連する中央冷却流路 1116 に冷却媒体を輸送する。側部冷却流路 1114 が、セグメント 1104 の外面に沿って冷却媒体を輸送する一方、中央冷却流路 1116 が、セグメント 1104 を通して冷却媒体を輸送する。供給マニホールド 1112a が、明瞭にするために、図 11C において取り外されている。冷却媒体は、そのセグメント 1104 から熱を除去するよう、コア 1102 の各セグメント 1104 から流路 1114 ~ 1116 を通って流れれる。各返送マニホールド 1112b は、セグメント 1104 のうちの 1 つで流路 1114 ~ 1116 から冷却媒体を受け取り、返送チューブ 1110b を通じて 1108 ポンプに冷却

10

20

30

40

50

媒体を供給する。このように、組立体 1100 は、磁気装置のコア 1102 のセグメント 1104 内に及びこれらセグメントの周囲に冷却媒体を循環させるような冷却システムを形成する。コア 1102 は、ここでは、トランスに使用されるコアに似ているが、コア 1102 はまた、（水平方向及び垂直方向の流れ等の）追加の冷却媒体の流れを有するようなインダクタ又は他の磁気装置のコアを表すこともできることに注意されたい。

#### 【0051】

特定の実施形態では、組立体 1100 は、磁気構成要素用の専用の筐体を使用する必要がないような中程度の電力出力用途に使用することができる。また、特定の実施形態では、チューブ 1110a ~ 1110b は、非金属材料（複数可）から形成することができ、冷却流路 1114 は、熱伝導性材料（複数可）を使用して形成することができる。また、冷却流路のサイズ（複数可）及び構成（複数可）は、特定の用途のための熱的な及びパッケージングの要件を満たすように設計することができる。

#### 【0052】

図 11A ~ 図 11C には、冷却流路を含む磁気装置を有するような組立体 1100 の別の例が示されているが、様々な変更を、図 11A ~ 図 11C の組立体に対して行ってもよい。例えば、冷却流路 1116 は、コア 1102 のセグメント 1104 を通るような循環通路を形成するものとして示されているが、冷却流路 1116 は、任意の他の適切な断面形状を有することができる。また、複数の冷却流路 1116 を、各セグメント 1104 を貫通して形成することができる。

#### 【0053】

図 12 には、本開示による冷却流路を有する磁気装置を形成するための方法例 1200 が示されている。図 12 に示されるように、磁気装置についての可能な設計が、ステップ 1202 で特定される。この設計特定は、例えば、トランス又はインダクタの設計及びの動作特性を特定することを含む。磁気装置の設計は、ステップ 1204 で最悪の可能性を想定する動作条件の下でのその期待動作を特定するために分析される。この分析は、例えば、長期間の連続運転中での設計されたトランス又はインダクタの挙動をシミュレートすることを含む。全電力消費、損失、コアと磁気装置の巻線との間の絶縁破壊について、シミュレートした動作に基づいて、ステップ 1206 で特定される。

#### 【0054】

磁気装置におけるコアの所望の温度が、ステップ 1208 で特定される。この温度特定は、例えば、シミュレーションに基づいて、長期間安定動作を維持するために、コアの所望の温度を特定することを含むことができる。コアのセクション数が、ステップ 1210 で特定される。この数特定は、例えば、コアを、一体成形の中実コアを用いて所望の温度に又はより低い温度に維持するかどうかを判定することができる。そうでない場合に、所望の温度に又はより低い温度にコアを維持するために必要な（関連する冷却流路を含む）コアセクションの数を特定することができる。コアセグメントの数の特定は、最終要素モデルを分析し使用する等の、任意の適切な方法で決定することができる。

#### 【0055】

個々のコアセクションを作製するとともにこれを使用して、ステップ 1212 でコア半体を形成する。この作製は、例えば、上部及び下部コアセグメントを製造することを含んでおり、ここで少なくとも一部のコアセグメントが、突起部又は一体型冷却流路を有する。これは、例えば、特注品のフェライト又は他のコアを機械加工することによって、或いは型成形することによって、行うことができる。下部セグメントは、下部コア半体を形成するために一緒に接合され又は他の方法で接続され、上部セグメントは、上部コア半体を形成するために一緒に接合され又は他の方法で接続される。各コア半体は、突起部、又は一体型冷却流路を使用して形成された 1 つ又は複数の冷却流路を含むことができる。必要に応じて、ギャップが、ステップ 1214 において形成される。このギャップ形成は、例えば、コアセグメントを通るような、又はコアセグメントを形成するために使用されるより大きなロック材料を通るような水平方向切欠きを形成し、水平方法スペーサーをこれら切欠き内に挿入することを含む。インダクタが形成されるとき、ギャップの数及びサイ

10

20

30

40

50

ズ（複数可）は、インダクタの所望のインダクタンス値に基づいて選択することができる。ギャップの形成は、コアセグメントの製造、コア半体の製造、又はコア全体の製造中にいつでも行える可能性があることに注意されたい。

#### 【0056】

コイル組立体が、ステップ1216で形成される。これは、例えば、任意の適切な数の巻回を含む1つ又は複数のコイルを有するようなコイル組立体を形成することを含む。この形成はまた、コイル組立体の形成中に、1つ又は複数の絶縁スペーサーを使用することを含むことができる。少なくとも1つの絶縁スペーサーは、冷却媒体が、絶縁スペーサーを通って流れ、且つコイル（複数可）から熱を除去することを可能にするような冷却流路を含むことができる。

10

#### 【0057】

コイル組立体は、ステップ1218で、1つのコア半体に設置され、これらコア半体は、ステップ1220において接続される。この接続は、例えば、下部コア半体の開口部内にコイル組立体を配置し、上部コア半体を下部コア半体接続する（ここでは、上半体と下半体とが逆にされているが）ことが含まれる。これらの半体は、任意の適切な方法で接続することができる。磁気装置の形成は、ステップ1222で終了する。この形成は、例えば必要に応じて、外部の静電シールド及び磁気シールド又は他の構成要素を形成することを含む。

#### 【0058】

図12には、冷却流路を有する磁気装置を形成するための方法1200の一例が示されているが、様々な変更を、図12の方法に対して行ってもよい。例えば、一連のステップとして示されているが、図12の様々なステップをオーバーラップさせるか、並列に発生させる、異なる順序で発生させる、或いは複数回発生させることができる。

20

#### 【0059】

以上の説明では、参照が、空気又は流体を使用して磁気装置の冷却をサポートすることについて行ってきた。しかしながら、ここで説明するアプローチを、単一の磁気装置と共に、複数の磁気装置を含む組立体と共に使用することができる。また、対流、対流及び伝導、強制空冷、強制液冷を含むような様々な方法が、磁気装置を冷却するために使用することができる。任意の適切な冷却媒体には、水、水とエチレングリコールとの混合物、油、大気ガス、又は極低温ガスを用いることができる。冷却媒体の制御が、必要とされても又は必要とされなくてもよいし、とりわけ消費される電力に依存し得る。これに加えて、コアでの冷却流路と磁気装置のコイル組立体での冷却流路との両方の使用が説明されるが、磁気装置は、コア内の冷却流路又はコイル組立体内の冷却流路を含むことができる。

30

#### 【0060】

なお、本特許明細書の全体を通して使用される特定の単語や語句の規定を説明することが有利であり得る。用語「含む、有する(include)」及び「備える、有する、含む(comprising)」並びにその派生語は、非限定的な包含を意味する。用語「又は」は包括的であり、「及び/又は」を意味する。「～と関連付けられた」という語句及びその派生語は、～を含む、～内に含まれる、～と相互接続する、～を収容する、～内に収容される、～に又は～と接続する、～に又は～と結合する、～と通信する、～と協働する、～を交互配置する、～を並置する、～に近接する、～に又は～と接合する、～を有する、～の性質を有する、～への又～との関係を有する等を意味する。語句「～の（うちの）少なくとも1つ」は、項目のリストで使用されるときに、列挙された項目のうちの1つ又は複数の異なる組み合わせを用いてもよく、リスト内の1つの項目のみが必要とされてもよいことを意味する。例えば、「A、B、及びCの少なくとも1つ」は、以下のいずれかの組み合わせが含まれる：A、B、C、AとB、AとC、BとC、及びAとBとCが含まれる。

40

#### 【0061】

本開示について、特定の実施形態及び一般に関連する方法を説明したが、これらの実施形態及び方法の変更及び置換は当業者には明らかであろう。従って、例示的な実施形態についての上記の説明は、本開示を規定又は制約するものではない。他の変更、置換、及び

50

交換は、以下の特許請求の範囲によって規定されるように、本開示の精神及び範囲から逸脱することなく、可能である。

【図1】

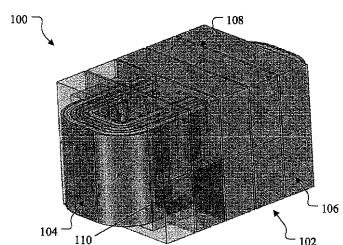


FIG. 1

【図2B】

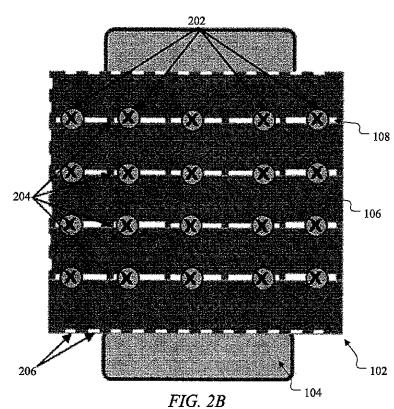


FIG. 2B

【図2A】

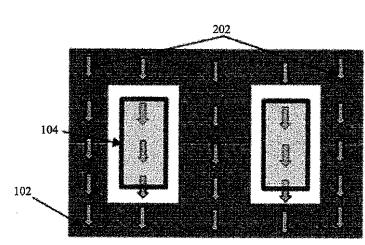


FIG. 2A

【図3】

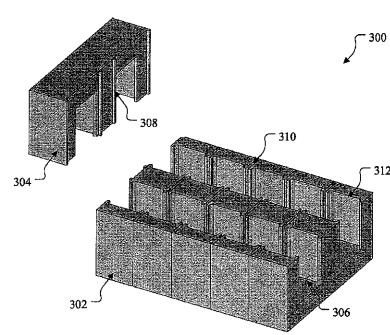


FIG. 3

【図 4 A】

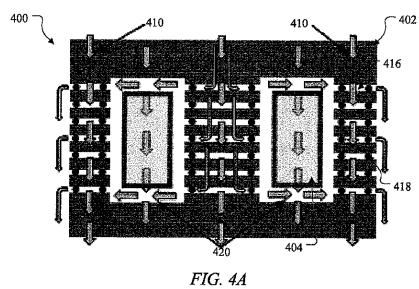


FIG. 4A

【図 4 B】

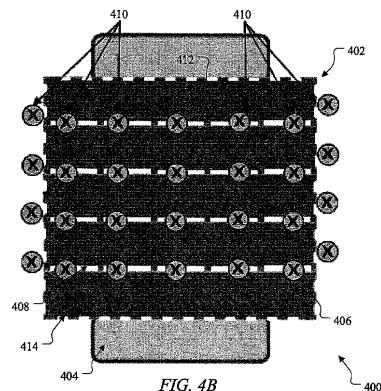


FIG. 4B

【図 5 A】

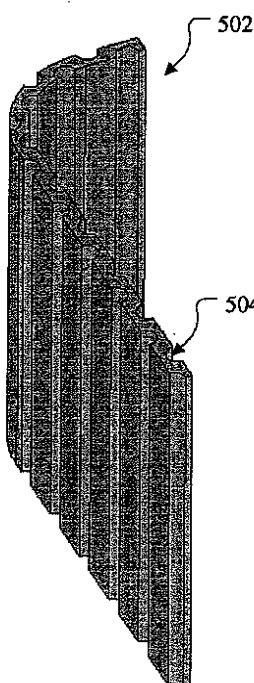


FIG. 5A

【図 5 B】

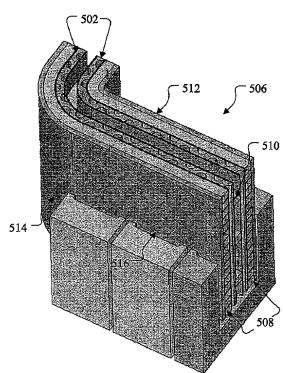


FIG. 5B

【図 6】

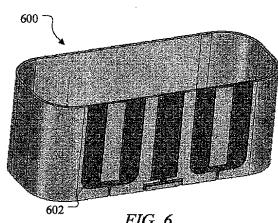


FIG. 6

【図 7 A】

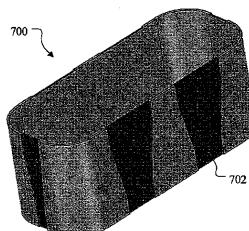


FIG. 7A

【図 7 B】

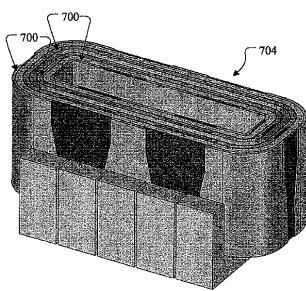


FIG. 7B

【図 7 C】

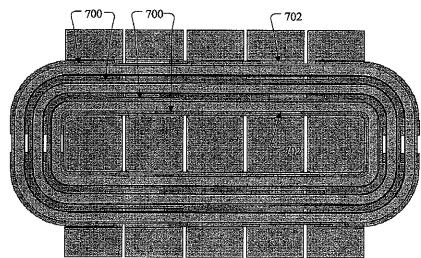


FIG. 7C

【図 9 A】

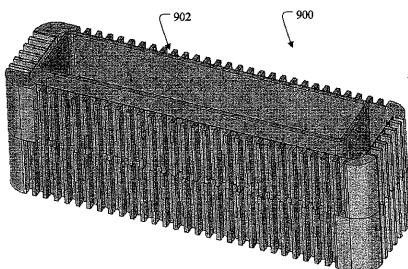


FIG. 9A

【図 8】

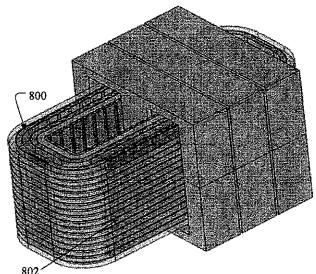


FIG. 8

【図 9 B】

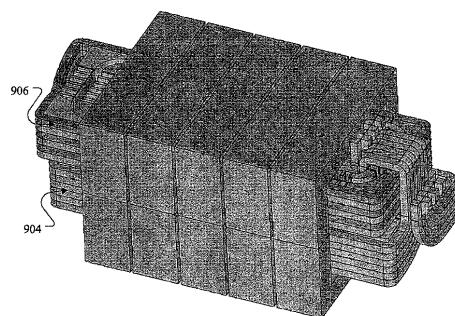


FIG. 9B

【図 10】

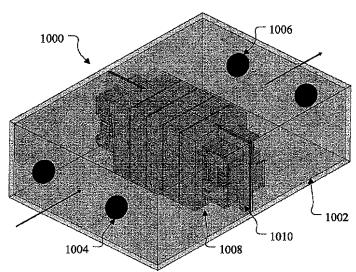


FIG. 10

【図 11 B】

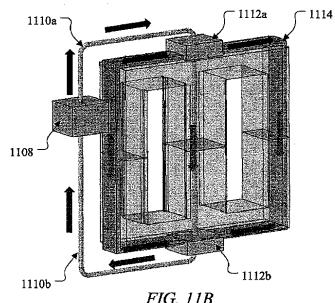


FIG. 11B

【図 11 A】

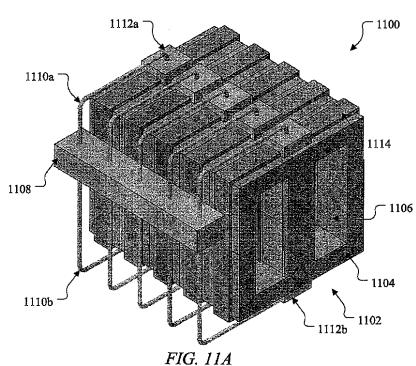


FIG. 11A

【図 11 C】

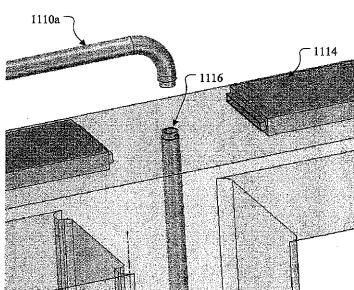
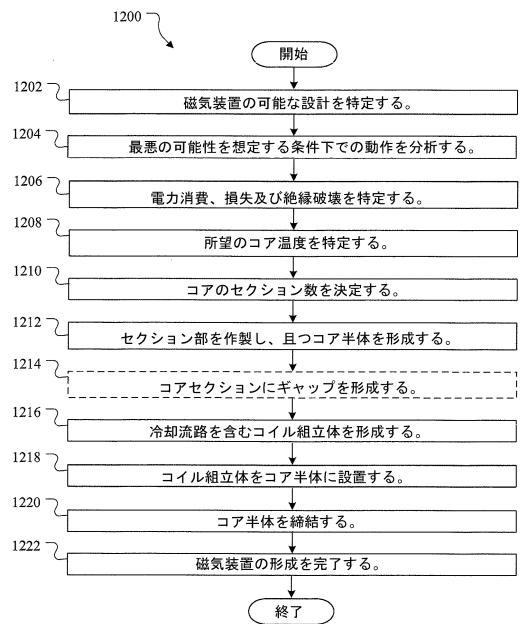


FIG. 11C

## 【図12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 エルキンス,スティーブン アール  
アメリカ合衆国 02038 マサチューセッツ州 フランクリン バイン・ストリート 11

審査官 井上 健一

(56)参考文献 特開平06-275443(JP, A)  
実開昭57-140720(JP, U)  
特開昭58-004908(JP, A)  
米国特許出願公開第2003/0231094(US, A1)  
米国特許第03183461(US, A)  
特開平06-283351(JP, A)  
実開昭58-103126(JP, U)  
特開平08-064426(JP, A)  
実開昭56-108216(JP, U)  
国際公開第2008/007513(WO, A1)  
国際公開第2011/049040(WO, A1)  
特開平05-291055(JP, A)  
特開平05-190345(JP, A)  
特開平04-323811(JP, A)  
特開平03-062910(JP, A)  
実開昭60-119719(JP, U)  
特開2000-348949(JP, A)  
実公昭43-021853(JP, Y1)  
米国特許第05444426(US, A)  
特開2012-156351(JP, A)  
英国特許出願公開第01094069(GB, A)  
米国特許出願公開第2012/0161912(US, A1)  
米国特許出願公開第2009/0261933(US, A1)  
英国特許出願公開第00167916(GB, A)  
米国特許出願公開第2011/0309905(US, A1)  
特開2009-283757(JP, A)  
特開平04-216605(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 27/24  
H01F 27/08  
H01F 27/10  
H01F 27/28  
H05K 7/20