

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-519747

(P2015-519747A)

(43) 公表日 平成27年7月9日(2015.7.9)

| | | |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| H 0 1 F 38/18 (2006.01) | H 0 1 F 23/00 | K |
| | H 0 1 F 23/00 | E |
| | H 0 1 F 23/00 | Q |
| | H 0 1 F 23/00 | L |

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-510856 (P2015-510856)
 (86) (22) 出願日 平成25年5月3日 (2013.5.3)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年12月22日 (2014.12.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2013/050984
 (87) 国際公開番号 W02013/167828
 (87) 国際公開日 平成25年11月14日 (2013.11.14)
 (31) 優先権主張番号 1254291
 (32) 優先日 平成24年5月10日 (2012.5.10)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 514181565
 ラビナル・パワー・システムズ
 フランス国、31700・ブランヤック、
 リュ・レモン・グリモー・36
 (74) 代理人 110001173
 特許業務法人川口国際特許事務所
 (72) 発明者 デュバル, セドリック
 フランス国、77920・サモワ・シュール・
 ル・セーヌ、リュ・ドゥ・クルビュイッソ
 ン・48

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気シールド三相回転変圧器

(57) 【要約】

1次部分(11; 12)および2次部分(12; 11)を備える三相変圧器(10)であって、1次部分(11)が、強磁性材料で作られた第1の本体、および1次コイル(24、25、26、27)を備え、2次部分(12)が、強磁性材料で作られた第2の本体、および2次コイル(28、29、30、31)を備え、第1の本体が、軸線Aの第1の環状スロット(22)および軸線Aの第2の環状スロット(23)を画定し、1次コイルが、第1のスロット(22)に軸線Aの第1のトロイダルコイル(24)、第1のスロット(22)に軸線Aの第2のトロイダルコイル(25)、第2のスロット(23)に軸線Aの第3のトロイダルコイル(26)、および第2のスロット(23)に軸線Aの第4のトロイダルコイル(27)を備え、第2のコイル(25)および第3のコイル(26; 226)が直列に接続されている、三相変圧器。

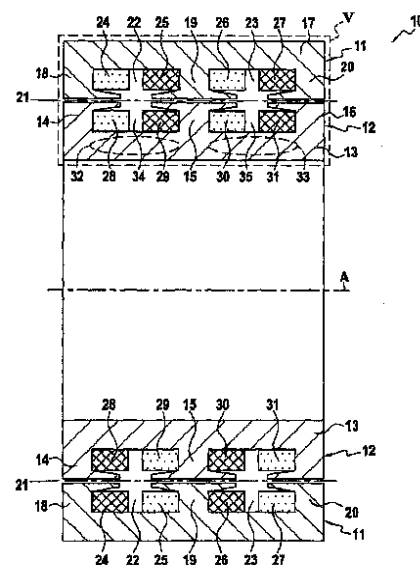


FIG.3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 次部分 (1 1 ; 1 2) および 2 次部分 (1 2 ; 1 1) を有する三相変圧器 (1 0 、 1 1 0 、 2 1 0 、 3 1 0 、 5 1 0) にして、

1 次部分 (1 1) が、強磁性材料で作られた第 1 の本体、および 1 次コイル (2 4 、 2 5 、 2 6 、 2 7 ; 2 2 4 、 2 2 5 、 2 2 6 、 2 2 7) を備え、2 次部分 (1 2) が、強磁性材料で作られた第 2 の本体、および 2 次コイル (2 8 、 2 9 、 3 0 、 3 1 ; 2 2 8 、 2 2 9 、 2 3 0 、 2 3 1) を備え、

第 1 の本体が、軸線 A の第 1 の環状スロット (2 2) および軸線 A の第 2 の環状スロット (2 3) を画定し、第 1 のスロット (2 2) が、第 1 の側脚 (1 8 ; 2 1 4)、中央脚 (1 9 ; 2 1 5)、およびリング (1 7 ; 2 1 3) によって画定され、第 2 のスロット (2 3) が、中央脚 (1 9 ; 2 1 5)、第 2 の側脚 (2 0 ; 2 1 6)、およびリング (1 7 ; 2 1 3) によって画定され、

1 次コイルが、相 U に対応する第 1 のスロット (2 2) に軸線 A の第 1 のトロイダルコイル (2 4 ; 2 3 4)、第 1 のスロット (2 2) に軸線 A の第 2 のトロイダルコイル (2 5 ; 2 3 5)、第 2 のスロット (2 3) に軸線 A の第 3 のトロイダルコイル (2 6 ; 2 2 6)、および相 W に対応する第 2 のスロット (2 3) に軸線 A の第 4 のトロイダルコイル (2 7 ; 2 2 7) を備え、相 V に対応する第 2 のコイル (2 5 ; 2 2 5) および第 3 のコイル (2 6 ; 2 2 6) が、直列に接続されている、三相変圧器であって、

第 2 のコイル (2 5 ; 2 2 5) および第 3 のコイル (2 6 ; 2 3 6) の巻回および接続方向が、第 2 のコイル (2 5 ; 2 2 5) および第 3 のコイル (2 6 ; 2 2 6) に流れる電流 (I_{bp}) について、第 2 のコイル (2 5 ; 2 2 5) の第 1 の磁位 (- P b) に対応し、第 3 のコイル (2 6 ; 2 2 6) の第 1 の磁位 (- P b) と逆の第 2 の磁位 (P b) に対応する、三相変圧器。

【請求項 2】

1 次部分 (1 1 ; 1 2) および 2 次部分 (1 2 ; 1 1) が、軸線 A を中心として互いに対して回転可能である、請求項 1 に記載の変圧器 (1 0 、 1 1 0 、 5 1 0) 。

【請求項 3】

第 2 の本体が、軸線 A の第 1 の環状 2 次スロット (3 4)、および軸線 A の第 2 の環状 2 次スロット (3 5) を画定し、第 1 の 2 次スロット (3 4) が、第 1 の 2 次側脚 (1 4)、2 次中央脚 (1 5)、および 2 次リング (1 3) によって画定され、第 2 の 2 次スロット (3 5) が、2 次中央脚 (1 5)、第 2 の 2 次側脚 (1 6)、および 2 次リング (1 3) によって画定され、

2 次コイルが、相 U に対応する第 1 の 2 次スロット (3 4) に軸線 A の第 1 のトロイダル 2 次コイル (2 8)、第 1 の 2 次スロット (3 4) に軸線 A の第 2 のトロイダル 2 次コイル (2 9)、第 2 の 2 次スロット (3 5) に軸線 A の第 3 のトロイダル 2 次コイル (3 0)、および相 W に対応する第 2 の 2 次ノッチ (3 5) に軸線 A の第 4 のトロイダル 2 次コイル (3 1) を備え、相 V に対応する第 2 の 2 次コイル (2 9) および第 3 の 2 次コイル (3 0) が、直列に接続されている、請求項 2 に記載の変圧器 (1 0 、 1 1 0) 。

【請求項 4】

第 2 の本体が、軸線 A の第 1 の環状 2 次スロット (3 4)、および軸線 A の第 2 の環状 2 次スロット (3 5) を画定し、第 1 の 2 次スロット (3 4) が、第 1 の 2 次側脚 (1 4)、2 次中央脚 (1 5)、および 2 次リング (1 3) によって画定され、第 2 の 2 次スロット (3 6) が、2 次中央脚 (1 5)、第 2 の 2 次側脚 (1 6)、および 2 次リング (1 3) によって画定され、

2 次コイルが、直列に接続された 1 つまたは複数の 2 次コイル (4 2 4 c 、 4 2 9 c 、 4 3 1 c) を備え、前記 2 次コイル (4 2 9 c) が、前記 2 次脚に巻回されて、前記 2 次脚におけるスロット (4 3 6) の中を通過する、請求項 2 に記載の変圧器 (5 1 0) 。

【請求項 5】

第 1 の側脚 (1 8) および第 1 の 2 次側脚 (1 4) が、互いに一致し、エアギャップ (

10

20

30

40

50

21)によって分離され、第1の中央脚(19)および第1の2次中央脚(15)が、互いに一致し、エアギャップ(21)によって分離され、第2の側脚(20)および第2の2次側脚(16)が、互いに一致し、エアギャップ(21)によって分離される、請求項3または請求項4に記載の変圧器(10、110)。

【請求項6】

1次部分(11;12)が、軸線Aに対して2次部分(12;11)を取り囲み、または逆もまた同じである、請求項2から5のいずれか一項に記載の変圧器(10、510)。

【請求項7】

1次部分(11;12)および2次部分(12;11)が、軸線Aの方向に並んで置かれている、請求項2から5のいずれか一項に記載の変圧器(110)。

【請求項8】

1次部分および2次部分が、互いに対して静止している、請求項1に記載の変圧器(210、310)。

【請求項9】

強磁性材料で作られた第1および第2の本体が、1次コイルおよび2次コイルを完全に取り囲む、請求項1から8のいずれか一項に記載の変圧器(10、110、210)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変圧器の一般的分野に関する。特に、本発明は、回転三相変圧器に関する。

【背景技術】

【0002】

回転三相変圧器は、互いに対して回転する2つの軸の間の接触なしでエネルギーおよび/または信号を伝達する働きをする。

【0003】

図1および図2は、先行技術のそれぞれの回転三相変圧器1を示している。

【0004】

変圧器1は、相U、V、およびWに対応する3つの回転単相変圧器2を有する。各回転単相変圧器2は、軸線Aを中心として互いに対して回転する部分3および部分4を有する。例示として、部分3は固定子であり、部分4は回転子であり、または逆もまた同じである。変形においては、部分3および部分4は、両方とも、静止座標系(図示せず)に対して回転可能である。トロイダルコイル5は、部分3の強磁性材料で作られた本体によって画定されたスロット6に収容されている。トロイダルコイル7は、部分4の強磁性材料で作られた本体によって画定されたスロット8に収容されている。回転単相変圧器2ごとに、コイル5および7は、1次コイルおよび2次コイルを形成する(または、逆もまた同じである)。

【0005】

図1は、部分3が軸線Aを中心として部分4を取り囲む「U字状」と呼ばれる変形を示しているが、図2は、部分3および部分4が軸線方向に並んでいる、「E字状」または「ポット型」と呼ばれる変形を示している。

【0006】

図1または図2の三相変圧器1は、磁束を結合することが可能である強制磁束を有する静止三相変圧器とは異なって、相の各々の磁束を最大限利用することが可能でないで、大きな重量および体積を有する。そのうえ、図2の例においては、平衡化された抵抗を保存するために、回転軸線と相との間の距離に応じて異なる断面の導電体を使用することが必要である。

【0007】

文献米国特許出願公開第2011/0050377号明細書は、4列回転三相変圧器に記載している。その変圧器は、かなりの重量および体積を有する。また、その文献は、5

10

20

30

40

50

列回転三相変圧器を記載している。その変圧器は、かなりの重量および体積を有する。そのうえ、これは、スロットを介して磁気回路の中央列の中を通過する半径方向巻線を利用し、ここでこのような巻線は、図 1 および図 2 の変圧器に使用されるトロイダル巻線よりも実施するのがより複雑である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2011/0050377 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0009】

したがって、三相変圧器のトポロジーを改善する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、1 次部分および 2 次部分を有する三相変圧器にして、

・ 1 次部分が、強磁性材料で作られた第 1 の本体および 1 次コイルを備え、2 次部分が、強磁性材料で作られた第 2 の本体および 2 次コイルを備え、

・ 第 1 の本体が、軸線 A の第 1 の環状スロットおよび軸線 A の第 2 の環状スロットを画定し、第 1 のスロットが、第 1 の側脚、中央脚、およびリングによって画定され、第 2 のスロットが、中央脚、第 2 の側脚、およびリングによって画定され、

20

・ 1 次コイルが、相 U に対応する第 1 のスロットに軸線 A の第 1 のトロイダルコイル、第 1 のスロットに軸線 A の第 2 のトロイダルコイル、第 2 のスロットに軸線 A の第 3 のトロイダルコイル、および相 W に対応する第 2 のスロットに軸線 A の第 4 のトロイダルコイルを備え、相 V に対応する第 2 のコイルおよび第 3 のコイルが、直列に接続されている、三相変圧器であって、

第 2 のコイルおよび第 3 のコイルの巻回および接続方向が、第 2 のコイルおよび第 3 のコイルに流れる電流について、第 2 のコイルの第 1 の磁位に対応し、第 3 のコイルの第 1 の磁位と逆の第 2 の磁位に対応する、三相変圧器を提供する。

【0011】

この変圧器においては、三相電流が適切な方向に 1 次コイルに流れるようにされる場合に、1 次コイルの巻回方向を考えると、第 1 および第 2 の 1 次コイルの磁位は反対であり、第 3 および第 4 の 1 次コイルの磁位は反対である。それは、変圧器が体積および重量に関して低減された寸法となり得るようにする磁束結合につながる。特に、それは、強制された鎖交磁束を有する 3 列三相静止変圧器の結合された磁束を脚に再現することにつながる。そのうえ、変圧器の 1 次コイルは、軸線 A の簡単なトロイダルコイルのみを利用し、したがって、構造が特に簡単であり得るようにする。

30

【0012】

一実施形態においては、1 次部分および 2 次部分は、軸線 A を中心として互いに対して回転可能である。

【0013】

40

こうした状況では、本発明は、その結合した磁束により、特に 3 つの単相回転変圧器を使用することに対して低減された重量および体積を有する回転三相変圧器を提供する。

【0014】

一実施形態においては、第 2 の本体は、軸線 A の第 1 の環状 2 次スロットおよび軸線 A の第 2 の環状 2 次スロットを画定し、第 1 の 2 次スロットは、第 1 の 2 次側脚、2 次中央脚、および 2 次リングによって画定され、第 2 の 2 次スロットは、2 次中央脚、第 2 の 2 次側脚、および 2 次リングによって画定され、2 次コイルは、相 U に対応する第 1 の 2 次スロットに軸線 A の第 1 のトロイダル 2 次コイル、第 1 の 2 次スロットに軸線 A の第 2 のトロイダル 2 次コイル、第 2 の 2 次スロットに軸線 A の第 3 のトロイダル 2 次コイル、および相 W に対応する第 2 の 2 次ノッチに軸線 A の第 4 のトロイダル 2 次コイルを備え、相

50

Vに対応する第2の2次コイルおよび第3の2次コイルは、直列に接続されている。

【0015】

この実施形態においては、2次コイルは、1次コイルと同じ原理で作られている。したがって、2次コイルはまた、変圧器の重量および体積を制限することに寄与し、軸線Aのトロイダルコイルのみを使用しながら変圧器が構築され得るようにする。

【0016】

一実施形態においては、第2の本体は、軸線Aの第1の環状2次スロットおよび軸線Aの第2の環状2次スロットを画定し、第1の2次スロットは、第1の2次側脚、2次中央脚、および2次リングによって画定され、第2の2次スロットは、2次中央脚、第2の2次側脚、および2次リングによって画定され、

10

・2次コイルは、直列に接続された1つまたは複数の2次コイルを備え、前記2次コイルは、前記2次脚に巻回されて、前記2次脚におけるスロットの中を通過する。

【0017】

この実施形態においては、2次コイルは、1次コイルの原理と異なる原理で作られているが、やはり同様な利点を有する。したがって、2次コイルはまた、変圧器の重量および体積を制限することに寄与し、大部分において軸線Aのトロイダルコイルを使用しながら変圧器が構築され得るようにする。

【0018】

一実施形態においては、第1の側脚および第1の2次側脚は、互いに一致し、エアギャップによって分離され、第1の中央脚および第1の2次中央脚は、互いに一致し、エアギャップによって分離され、第2の側脚および第2の2次側脚は、互いに一致し、エアギャップによって分離される。

20

【0019】

1次部分は、軸線Aに対して2次部分を取り囲んでもよく、または逆もまた同じであってもよい。それは、「U字状」と呼ばれる変圧器を作ることに対応する。

【0020】

1次部分および2次部分は、軸線Aの方向に並んで置かれていてもよい。それは、「E字状」または「ポット型」と呼ばれる変圧器を作ることに対応する。

【0021】

一実施形態においては、1次部分および2次部分は、互いに対して静止している。本発明による静止変圧器は、本発明による回転変圧器と同じ利点を有する。

30

【0022】

一実施形態においては、強磁性材料で作られた第1および第2の本体は、1次コイルおよび2次コイルを完全に取り囲む。

【0023】

こうした状況では、変圧器は磁氣的にシールドされる。

【0024】

本発明の他の特徴および利点は、添付の図面を参照して行われる次の説明から明らかになり、図面は限定的な性質を有さない実施形態を示す。

【図面の簡単な説明】

40

【0025】

【図1】先行技術の回転三相変圧器の断面図である。

【図2】先行技術の回転三相変圧器の断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における強制された鎖交磁束を有する磁気シールド三相回転変圧器の断面図である。

【図4】図3の変圧器の磁気回路の分解斜視図である。

【図5A】図3の変圧器のコイルを接続するための変形を示す電気回路図である。

【図5B】図3の変圧器のコイルを接続するための変形を示す電気回路図である。

【図5C】図3の変圧器のコイルを接続するための変形を示す電気回路図である。

【図5D】図3の変圧器のコイルを接続するための変形を示す電気回路図である。

50

【図 5 E】図 3 の変圧器のコイルを接続するための変形を示す電気回路図である。

【図 6 A】コイルの位置決めの変形における図 3 の詳細を示す図である。

【図 6 B】コイルの位置決めの変形における図 3 の詳細を示す図である。

【図 6 C】コイルの位置決めの変形における図 3 の詳細を示す図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態における強制された鎖交磁束を有する磁気シールド三相回転変圧器の断面図である。

【図 8】図 7 の変圧器の磁気回路の分解斜視図である。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態における強制された鎖交磁束を有する磁気シールド三相回転変圧器の断面図である。

【図 10】本発明の第 4 の実施形態における強制された鎖交磁束を有する磁気シールド三相回転変圧器の断面図である。

10

【図 11】本発明を理解するのに有用な第 1 の実施形態における強制された鎖交磁束を有する三相回転変圧器の断面図である。

【図 12】図 11 の変圧器の別の断面図である。

【図 13】図 11 の変圧器の磁気回路の斜視分解図である。

【図 14】図 13 の変圧器の動作を示す電気回路図である。

【図 15】図 11 の変圧器の変形であると考えられてもよい、本発明を理解するのに有用な第 2 の実施形態における変圧器の磁気回路の斜視分解図である。

【図 16】本発明の第 5 の実施形態における強制された鎖交磁束を有する回転変圧器の断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0026】

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態における回転変圧器 10 の断面図である。変圧器 10 は、強制された鎖交磁束を有する磁気シールド三相回転変圧器である。

【0027】

変圧器 10 は、軸線 A を中心として互いに対して回転するのに適した部分 11 および部分 12 を備える。例示として、部分 11 は固定子であり、部分 12 は回転子であり、または逆もまた同じである。変形においては、部分 11 および部分 12 は、両方とも、静止座標系（図示せず）に対して回転可能である。

【0028】

30

部分 12 は、軸線 A のリング 13 と、強磁性材料で作られた 3 つの脚 14、15、および 16 とを備える。脚 14、15、および 16 の各々は、リング 13 から始まって軸線 A から半径方向に離れるように延在する。脚 14 は、リング 13 の一方の端部にあり、脚 16 は、リング 13 の他方の端部にあり、脚 15 は、脚 14 と脚 16 との間にある。リング 13 ならびに脚 14 および 15 は、半径方向外方向に開いた環状スロット 34 を画定する。リング 13 ならびに脚 15 および 16 は、半径方向外方向に開いた環状スロット 35 を画定する。全般的に、リング 13 ならびに脚 14、15、および 16 は、半径方向外方向に開いた 2 つの環状スロット 34 および 35 を画定する強磁性材料の本体を形成する。

【0029】

部分 11 は、軸線 A のリング 17 と、強磁性材料で作られた 3 つの脚 18、19、および 20 とを備える。リング 17 は、リング 13 を取り囲む。脚 18、19、および 20 の各々は、リング 17 から始まって軸線 A に向かって半径方向に延在する。脚 18 は、リング 17 の一方の端部にあり、脚 20 は、リング 17 の他方の端部にあり、脚 19 は、脚 18 と脚 20 との間にある。リング 17 ならびに脚 18 および 19 は、半径方向内方向に開いた環状スロット 22 を画定する。リング 17 ならびに脚 19 および 20 は、半径方向内方向に開いた環状スロット 23 を画定する。全般的に、リング 17 ならびに脚 18、19、および 20 は、半径方向内方向に開いた 2 つの環状スロット 22 および 23 を画定する強磁性材料の本体を形成する。

40

【0030】

脚 14 および 18、15 および 19、ならびにまた 16 および 20 は、エアギャップ 2

50

1を画定するように1対で互いに面しており、それによって、変圧器10の列を形成する。

【0031】

リング13および17は、脚14～16、および18～20と一緒に、変圧器10の磁気回路を形成する。したがって、変圧器10は、3列変圧器である。より正確には、変圧器10の磁気回路は、第1の列（脚14および18に対応する）、第2の列（脚15および19に対応する）、および第3の列（脚16および20に対応する）を有する。図4は、図10の変圧器の磁気回路を示す分解斜視図である。

【0032】

図3をもう一度参照して、変圧器10は、部分11に固締されたコイル24、25、26、および27と、部分12に固締されたコイル28、29、30、および31とを備える。以下、表記pおよびsは、コイル24～27が変圧器10の1次コイルであり、コイル28～31が変圧器10の2次コイルである構成を基準にして使用される。しかしながら、1次および2次は、本質的に、説明されている例に対して逆にされることがある。

【0033】

コイル24は、変圧器10の相Upに対応する軸線Aのトロイダルコイルである。これは、スロット22に位置する。コイル25は、軸線Aのトロイダルコイルであり、これは、スロット22に位置する。コイル26は、軸線Aのトロイダルコイルであり、これは、スロット23に位置し、これは、コイル25と直列に接続されている。コイル25および26は、変圧器10の相Vpに対応する。最後に、コイル27は、変圧器10の相Wpに対応する軸線Aのトロイダルコイルである。これは、スロット23に位置する。コイル24～27の各々は、n1の巻数を有する。用語「軸線Aのトロイダルコイル」は、その巻数を有するコイルが軸線Aに巻回されることを意味するのに使用される。用語「トロイダル」は、軸線を中心として円を回転させることによって生じるような立体を指す限定的な意味に使用されない。対照的に、図示された例の場合ように、トロイダルコイルの断面は、特に長方形であってもよい。

【0034】

相応して、コイル28は、変圧器10の相Upに対応する軸線Aのトロイダルコイルである。これは、スロット34に位置する。コイル29は、軸線Aのトロイダルコイルであり、これは、スロット34に位置する。コイル30は、軸線Aのトロイダルコイルであり、これは、スロット35に位置し、これは、コイル29と直列に接続されている。コイル29および30は、変圧器10の相Vsに対応する。最後に、コイル31は、変圧器10の相Wsに対応する軸線Aのトロイダルコイルである。これは、スロット35に位置する。

【0035】

コイル24、25、28、および29は、リング13に置かれている磁心32を取り囲む。用語「磁心」は、コイルによって発生する同一方向の磁束が多数である磁気回路の部分を意味するのに使用される。したがって、コイル24および25に流れる電流は、磁心32における磁位に対応する。相応して、コイル26、27、30、および31は、リング13に置かれている磁心33を取り囲む。したがって、コイル26および27に流れる電流は、磁心33における磁位に対応する。

【0036】

図5Aを参照して、いかに変圧器10が動作するかについて説明が続く。図5Aにおいては、次の表記が使用される。

【0037】

・A_p、B_p、およびC_pは、変圧器10の1次コイルの入口点である。図3の相U、V、およびWは、それぞれ図4Aの相A、B、およびCに対応するが、同じ対応が2次コイルに使用されるという条件で、すべての他の対応型が可能である。

【0038】

・I_{a p}、I_{b p}、およびI_{c p}は、点A_p、B_p、およびC_pにおけるそれぞれの入

10

20

30

40

50

力電流である。

【0039】

・ O_{ap} 、 O_{bp} 、および O_{cp} は、すべての種類の静止三相変圧器（スター - スター、スター - デルタ、デルタ - デルタ、デルタ - スター、Z 字形、・・・）と同一の可能な電氣的結合を作る接続点である。

【0040】

・黒ドットは、コイルに流れる電流と対応する磁位の方向との間の関係を示す。点がコイルの左側にある場合には、コイルは、発生する磁位が入力電流と同じ方向にあるような方向に巻回される（時計回り巻回）。点がコイルの右側にある場合には、巻回方向は、発生する磁位を入力電流に対して反対の方向にさせる（反時計回り方向の巻回）。

10

【0041】

・ P_a 、 $-P_b$ 、 P_b 、および P_c は、それぞれ電流 I_{ap} 、 I_{bp} 、および I_{cp} に対応する磁心32および33における磁位であり、

・ A_s 、 B_s 、 C_s 、 O_{as} 、 O_{bs} 、および O_{cs} は、出口点および2次コイルに接続するための点である。

【0042】

図5Aに示されたコイル25および26の巻回方向および直列接続を考えると、電流 I_{bp} は、磁心32において、磁位 P_a と反対の方向の磁位 P_b に対応し、磁心33において、磁位 P_c と反対の方向の磁位 P_b に対応する。

【0043】

図5B～図5Eは、図5Aの図と同様な図であり、ここで1次コイルのみが示されており、これらは、同じ効果が得られるようにする変形の直列接続および巻回方向を示している。

20

【0044】

したがって、変圧器10は、絶対値が等しく、各々の磁心32および33において方向が反対であり、かつ2つの磁心の間の対称軸線Bに対して対称である磁位 P_a 、 P_b 、および P_c を生成することを可能にする。2 / 3の位相オフセットを有する2つの磁位源は、2 / 3で相互に位相オフセットされる3つの三相電圧源が再構築され得るので、したがって、変圧器10は、強制磁束を有する（鎖交磁束を有する）三相変圧器として動作することができる。

30

【0045】

2次コイルの相における巻数の数が n_2 と書かれている場合には、任意の三相変圧器の場合のように、電圧の比が、第1の近似値に n_2 / n_1 で与えられ、電流の比は、 n_1 / n_2 で与えられる。回転変圧器10は、複数の2次コイルをもつ可能性を含めて、（強制された）鎖交磁束を有する任意の静止三相変圧器と同じ特性を有する。図5A～図5Eの巻線トポロジを有する磁気回路によって行われる磁気結合は、単相変圧器に対して、強制磁束を有する静止三相変圧器の場合と同じ3 / 2の結合係数を、発生する磁束において有することを可能にする。最良の結合係数を有するために、磁気列の各々の磁気抵抗は、主としてエアギャップに起因して等しいことが必要である。詳細には、強制磁束を有する静止三相変圧器の場合のように、磁性材料の磁気抵抗よりも高い列の各々において等価の磁気抵抗を発生させることが必要である。回転変圧器においては、これは、本質的にエアギャップによって実現される。

40

【0046】

変圧器10は、いくつかの利点を有する。

【0047】

特に、磁気回路は完全にコイル24～31を取り囲むということが理解できる。したがって、変圧器10は、磁氣的にシールドされる。そのうえ、コイル24～31は、すべて軸線Aのトロイダルコイルである。したがって、変圧器10は、形状がより複雑なコイルを必要としない。

【0048】

50

そのうえ、変圧器 10 の相は、インダクタンスおよび抵抗が平衡化されていてもよい。

【0049】

詳細には、磁気回路の幾何学的形状が各半コイルにおいて磁束の半分を相殺する働きをするので、合計 $2 * n_1$ の巻数を有する相 V のインダクタンスは、やはり相 U および W のインダクタンスに等しく、各々は、 n_1 の巻数を有する。より正確には、コイル 25 は、コイル 24 と同じ数の巻数を有し、同じ磁気回路と分かり、同様のことが、コイル 26 およびコイル 27 にあてはまる。しかし、コイル 24 および 27 は、同じ数の巻数で対称であり、したがって、それらのインダクタンスは等しい。コイル 25 は、コイル 26 と反対の方向に巻回され、したがって中央列（脚 15 および 19 によって形成される）の並列接続のため相殺されるその磁束の半分を有し、同様のことが、コイル 26 にあてはまる。したがって、コイル 25 および 26 の全インダクタンスは、コイル 24 および 27 の全インダクタンスに等しい。

10

【0050】

抵抗は、コイルにおける導体の断面を変更することによって平衡化できる。 n_1 の巻数を有する相 U および W の断面は等しいが、 $2 * n_1$ の巻数を有する相 V の断面は、前述の断面の 2 倍である。詳細には、相において平衡化された抵抗を保存するために、2 倍長い相は、また、長さのその増加を補償するために 2 倍の断面積を有さなければならない。

【0051】

最後に、変圧器 10 は、低減された重量および体積を有する。

【0052】

詳細には、変圧器 10 が図 1 または図 2 の変圧器 1 と比較される場合で、同じ性能を提供するように設計されると仮定すると、次の家庭が行われ得る：

20

・導電性材料：Q は変圧器 1 の 3 つの単相変圧器のうちの 1 つのコイルにおける導電性材料の量であるとする。したがって、変圧器 1 のコイルにおける導電性材料の量は、 $3Q$ である。

・磁性材料：各列について同じ磁気抵抗 R_e が関係する場合には、変圧器 1 の各単相変圧器は、 $2R_e$ に近い磁気回路の全磁気抵抗を有する。変圧器 10 については、磁気回路の全磁気抵抗は、 $3/2R_e$ に近い。

【0053】

変圧器 10 について、変圧器 1 の場合と同じ励磁電流および同じ数の巻数 n_1 で、誘導磁界および磁束は、したがって 2 倍にされる。詳細には、変圧器 1 については、乗算係数は 0.5（すなわち、磁気抵抗比 = 2 によって割られる結合係数 = 1）であり、鎖交磁束を有する変圧器 10 については、乗算係数は 1（すなわち、磁気抵抗比 = $3/2$ によって割られる結合係数 = $3/2$ ）である。したがって、比は、確かに $2(1/0.5)$ に等しい。この特性は、同じ性能について、変圧器 1 に対して変圧器 10 を最適化する可能性をほぼ数値化することを可能にする。

30

【0054】

巻数の数を 2 低減することが決定され、それによって、2 の誘導磁界の増加を生じさせ、同時に同じ励磁電流について同じ電圧を有することを可能にする。

【0055】

同じジュール損失および同じ相抵抗を有する設計については、これは、下記のものを与える：

40

・コイル 24 については、2 少ない巻数である必要があり、したがって、導電性材料の量は、 $Q/2$ である。一定のジュール損失については、抵抗（ $1/S$ ）はまた、 $2(2$ で割られる長さ）で割られ、したがって、ジュール損失を保存するために、同じ負荷電流、励磁電流、および電圧については 2 で断面を割ることが可能である（実際には、熱伝導に依存する局部過熱を回避することが必要であるので、節約はそれほど大きくないことがある）。したがって、コイル 24 の導電性材料の量は、 $Q/2$ である。同じ推論がコイル 27 にあてはまる。

・コイル 25 および 26 については、2 少ない巻数である必要があり、したがって、

50

導電性材料の量は、 $2 * Q / 2 = 2 * Q$ である。一定のジュール損失においては、U字状単相変圧器に対して長さ 2 を掛けるので、断面に 2 を掛ける。したがって、コイル 25 および 26 は、 $2Q$ に等しい導電性材料の量を必要とする。

【0056】

変圧器 10 の一定の相抵抗については、したがって、導電性材料の全量は、 $Q / 2 + 2Q + Q / 2 = 3 * Q$ である。変圧器 1 については、導電性材料の量は、 $3 * Q$ 、すなわち同じ量であった。比較として、静止三相変圧器については、導電性材料の量は、 $3Q / 2$ である。

【0057】

鉄損に関しては、誘導磁界 B の増加にもかかわらず、 2 のその増加が、非飽和状態内に留まることを可能にすると想定される（エアギャップの高い磁気抵抗は、磁性材料において弱い誘導磁界を有する変圧器 10 を設計するのに有利に働き、その磁気抵抗を減少させるためにエアギャップの面積を増大させることが必要であり、それは、磁性材料の面積の増大を必要とする）。

10

【0058】

ヒステリシスによる損失は、 $K_H B^2 f * V$ で与えられ、電流損失は、 $K_F B^2 f^2 * V$ で与えられ、ここで、

- ・ V ：体積、
- ・ f ：使用周波数、
- ・ B ：最大誘導磁界、
- ・ K_H ：磁性材料および磁気回路の構造と関連する定数、ならびに
- ・ K_F ：磁性材料および磁気回路の構造と関連する定数。

20

【0059】

したがって、損失は、強制磁束を有する三相変圧器 10 に標準回転変圧器 1 を置き換えた場合に単位体積当たり 2 倍大きい（ $(2B)^2 = 2B^2$ ）。

【0060】

磁気回路の体積の節約を数値化すると、体積が約 42% 減少することが推定でき、これは、鉄損について約 16% の全体的増加があることを意味する（ $0.58 * 2 = 1.16$ ）。これは、本質的に、初期寸法決定に依存する。回転変圧器で、鉄損は、ジュール損失よりもはるかに小さく、したがって、全損失の増加（ 8% 未満）は無視できることが考えられ得る。

30

【0061】

図 3 に示されたコイル $24 \sim 31$ の位置は、 1 つの例を成し、他の位置が適切な場合もある。図 3 の詳細 V に対応する図 $6A \sim 6C$ は、コイル $24 \sim 31$ を位置決めするそれぞれ異なる可能性を示している。図 $6A$ においては、スロット 22 または 23 において、コイルは、軸線方向に互いに隣接しており、これらは、反対の方向に巻回される。図 $6B$ においては、スロット 22 または 23 において、コイルは、軸線 A を中心として互いに巻回され、これらは、反対の方向に巻回される。図 $6C$ においては、スロット 22 または 23 において、コイルは、軸線方向に互いに隣接しており、これらは、同じ方向に巻回される。図示されていない変形においては、スロット 22 または 23 におけるコイルは混合される。

40

【0062】

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態における変圧器 110 を示している。変圧器 110 は、図 3 の「U字状」変圧器 10 の「E字状」または「ポット型」変形であると考えられてもよい。したがって、図 6 の場合および図 3 の場合と同じ参照符号が、混同の危険なしに使用され、変圧器 110 の詳細な説明は省略される。変圧器 110 の磁気回路の分解斜視図である図 8 で理解できるように、参照符号 13 および 17 は、 2 つの軸線方向に間隔を置いて設けられたリングに対応し、脚 $14 \sim 16$ および $18 \sim 20$ が、 2 つのリング 13 とリング 17 との間に軸線方向に延在すること、ならびにこの例における磁心が列に置かれていることを単に述べておく。

50

【 0 0 6 3 】

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態における変圧器 2 1 0 を示している。変圧器 2 1 0 は、図 3 の回転変圧器 1 0 に対応する静止変圧器と考えられてもよい。したがって、図 9 においては、図 3 の要素と同一または類似の要素を示すために 2 0 0 を加えて、図 3 の場合と同じ参照符号が使用される。

【 0 0 6 4 】

変圧器 2 1 0 は、軸線 A を中心とするリング 2 1 3 と、3 つの脚 2 1 4、2 1 5、および 2 1 6 と、軸線 A を中心とする強磁性材料のリング 2 1 7 とを有する。脚 2 1 4、2 1 5、および 2 1 6 の各々は、リング 2 1 3 から始まって軸線 A から半径方向に離れるように延在する。脚 2 1 4 は、リング 2 1 3 の一方の端部にあり、脚 2 1 6 は、リング 2 1 3 の他方の端部にあり、脚 2 1 5 は、脚 2 1 4 と脚 2 1 6 との間にある。リング 2 1 3 および脚 2 1 4 ~ 2 1 6 を取り囲むリング 2 1 7 は、エアギャップ 2 2 1 を画定する。

【 0 0 6 5 】

リング 2 1 3 および 2 1 7 は、脚 2 1 4 ~ 2 1 6 と一緒に、変圧器 2 1 0 の 3 列磁気回路を形成する。より正確には、変圧器 2 1 0 の磁気回路は、第 1 の列（脚 2 1 4 に対応する）、第 2 の列（脚 2 1 5 に対応する）、および第 3 の列（脚 2 1 6 に対応する）を有する。

【 0 0 6 6 】

変圧器 2 1 0 の磁気回路は、2 つのリング、第 1 の列、および第 2 の列の間のスロット 2 2 2、ならびに 2 つのリング、第 2 の列、および第 3 の列の間のスロット 2 2 3 を画定する。

【 0 0 6 7 】

変圧器 2 1 0 は、コイル 2 2 4、2 2 5、2 2 6、および 2 2 7 と、コイル 2 2 8、2 2 9、2 3 0、および 2 3 1 とを有する。

【 0 0 6 8 】

コイル 2 2 4 は、変圧器 2 1 0 の相 U p に対応する軸線 A のトロイダルコイルである。これは、スロット 2 2 2 に位置する。コイル 2 2 5 は、軸線 A のトロイダルコイルであり、これは、スロット 2 2 2 に位置する。コイル 2 2 6 は、軸線 A のトロイダルコイルであり、これは、スロット 2 2 3 に位置し、これは、コイル 2 2 5 と直列に接続されている。コイル 2 2 5 および 2 2 6 は、変圧器 2 1 0 の相 V p に対応する。最後に、コイル 2 2 7 は、変圧器 2 1 0 の相 W p に対応する軸線 A のトロイダルコイルである。これは、スロット 2 2 3 に位置する。

【 0 0 6 9 】

相応して、コイル 2 2 8 は、変圧器 2 1 0 の相 U p に対応する軸線 A のトロイダルコイルである。これは、スロット 2 2 2 に位置する。コイル 2 2 9 は、軸線 A のトロイダルコイルであり、これは、スロット 2 2 2 に位置する。コイル 2 3 0 は、軸線 A のトロイダルコイルであり、これは、スロット 2 2 3 に位置し、これは、コイル 2 2 9 と直列に接続されている。コイル 2 2 9 および 2 3 0 は、変圧器 2 1 0 の相 V s に対応する。最後に、コイル 2 3 1 は、変圧器 2 1 0 の相 W s に対応する軸線 A のトロイダルコイルである。これは、スロット 2 2 3 に位置する。

【 0 0 7 0 】

変圧器 2 1 0 は、強制された鎖交磁束を有し、かつ 3 列磁気回路を有する磁気シールド三相静止変圧器である。これは、図 3 の変圧器 1 0 に類似した動作および利点を有する。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、第 4 の実施形態における変圧器 3 1 0 を示している。変圧器 3 1 0 は、図 7 の磁気シールド変圧器 2 1 0 の非磁気シールドの変形であると考えられてもよい。したがって、図 8 の場合および図 7 の場合と同じ参照符号が、混同の危険なしに使用され、変圧器 3 1 0 の詳細な説明は省略される。変圧器 3 1 0 の磁気回路は、完全にコイル 2 2 4 ~ 2 3 1 を取り囲まないこと、および変圧器 2 1 0 とは違って、変圧器 3 1 0 はしたがって磁気シールドされないことを単に述べておく。

【 0 0 7 2 】

図 1 1、図 1 2、および図 1 3 は、本発明を理解するのに有用である第 1 の実施形態における変圧器 4 1 0 を示している。変圧器 4 1 0 は、強制された鎖交磁束を有する三相回転変圧器と考えられてもよく、これは、図 3 の変圧器 1 0 の変形と考えられてもよい。したがって、図 1 1 ~ 図 1 3 においては、図 3 の変圧器 1 0 の要素と同一または類似する要素は、混同の危険なしに同じ参照符号で示される。以下、変圧器 4 1 0 の特定の特徴が、詳細に説明される。

【 0 0 7 3 】

トロイダルコイル 2 4 の代わりに、変圧器 4 1 0 は、4 つのコイルを有し、これらのうちコイル 4 2 4 a およびコイル 4 2 4 d が、図 1 1 に示されており、これらのコイルは、直列に接続されており、脚 1 8 に形成されたスロット 4 3 6 に収容されている。相応して、トロイダルコイル 2 8 の代わりに、変圧器 4 1 0 は、4 つのコイルを有し、これらのうちコイル 4 2 8 a およびコイル 4 2 8 d が、図 1 1 に示されており、これらのコイルは、直列に接続されており、脚 1 5 に形成されたスロット 4 3 7 に収容されている。

【 0 0 7 4 】

トロイダルコイル 2 5 および 2 6 の代わりに、変圧器 4 1 0 は、図 1 2 に示されるように、コイル 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、および 4 2 5 d を有し、これらのコイルは直列に接続されており、脚 1 9 に形成されたスロット 4 3 6 に収容されている。相応して、トロイダルコイル 2 9 および 3 0 の代わりに、変圧器 4 1 0 は、コイル 4 2 9 a、4 2 9 b、4 2 9 c、および 4 2 9 d を有し、これらのコイルは直列に接続されており、脚 1 5 に形成されたスロット 4 3 7 に収容されている。

【 0 0 7 5 】

同様に、トロイダルコイル 2 7 の代わりに、変圧器 4 1 0 は、4 つのコイルを有し、これらのうちコイル 4 2 7 a およびコイル 4 2 7 d は、図 1 1 に示されており、これらのコイルは、直列に接続されており、脚 2 0 に形成されるスロット 4 3 6 に収容されている。相応して、トロイダルコイル 3 1 の代わりに、変圧器 4 1 0 は、4 つのコイルを有し、これらのうちコイル 4 3 1 a およびコイル 4 3 1 d は、図 1 1 に示されており、これらのコイルは、直列に接続されており、脚 1 6 に形成されたスロット 4 3 7 に収容されている。

【 0 0 7 6 】

換言すれば、相は、もはや回転軸線 A に巻回されないが、列の各々に半径方向に巻回される。したがって、変圧器 4 1 0 は、脚 1 4 および 1 8 によって形成された列における磁心 4 3 8 と、脚 1 5 および 1 9 によって形成された列における磁心 4 3 9 と、脚 1 6 および 2 0 によって形成された列における磁心 4 4 0 との 3 つの半径方向磁心を有する。

【 0 0 7 7 】

図 1 4 は、図 5 A ~ 図 5 E の場合と同じ表記を使用しており、これは、変圧器 4 1 0 の動作を示している。

【 0 0 7 8 】

図 1 4 においては、コイル 4 2 4 a、4 2 4 d、および図示されずかつそれに接続されたコイルは、電流 I_{a_p} について、磁心 4 3 8 における軸線 A の方へ向けられた半径方向磁位 P a に対応する。同様に、コイル 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c および 4 2 5 d は、電流 I_{b_p} について、磁心 4 3 9 における軸線 A の方へ向けられた半径方向磁位 P b に対応する。最後に、コイル 4 2 7 a、4 2 7 d、および図示されずかつそれに接続されたコイルは、電流 I_{a_c} について、磁心 4 4 0 における軸線 A の方へ向けられた半径方向磁位 P c に対応する。

【 0 0 7 9 】

磁位 P a、P b、および P c は絶対値が等しく、これらは、すべて軸線 A の方へ向けられる。図示されていない変形においては、磁位 P a、P b、および P c は、図示された例に対して反対の方向にあり、すなわち、これらは、すべて軸線 A から離れるように向けられる。

【 0 0 8 0 】

この構成は、磁束が適切に結合し得るようにする。より正確には、変圧器 4 1 0 のトポロジは、上述の変圧器 1 0 の場合と同じ 3 / 2 の結合係数を得ることを可能にする。理論的結合係数および三相平衡を得るためには、列の各々を介して通過するリング 1 7 の中点とリング 1 3 の中点との間の磁気抵抗が同一であることで十分である。

【 0 0 8 1 】

変圧器 4 1 0 は、トロイダルコイルの使用のみを除いて、変圧器 1 0 と同じ利点を有する。特に、変圧器 4 1 0 は、3 / 2 の乗算係数が得られるようにする相の結合を得ることを可能にする。

【 0 0 8 2 】

図示された実施形態においては、変圧器 4 1 0 は、相ごとに、直列の 4 つの 1 次コイル（中央相のコイル 4 2 5 a ~ 4 2 5 d）、および直列の 4 つの 2 次コイル（中央相のコイル 4 2 9 a ~ 4 2 9 d）を備える。変形においては、各列におけるコイル数は、より大きくまたはより小さいこともある。これらは、1 次コイルおよび 2 次コイルの各列において異なるコイル数であってもよい。

10

【 0 0 8 3 】

図 1 1 ~ 図 1 3 に示された変圧器 4 1 0 は、「U 字状」変圧器である。図示されていない変形においては、「E 字状」または「ポット型」変圧器が、同様なトポロジを有することになる。こうした状況では、磁心は、軸線方向であることになる。図 1 5 は、分解斜視図において、このような「E 字状」変形を作るのに適した磁気回路を示している。図 1 3 の要素に対応する要素は、混同の危険なしに同じ参照符号で示される。

20

【 0 0 8 4 】

図 3 の変圧器 1 0 において、かつ図 1 1 の変圧器 4 1 0 において、コイルは、三相磁束が、強制された鎖交磁束を有する三相静止変圧器と均等な方法で、変圧器の 3 つの列において再現され得るようにする。同様に、図 7 の変圧器 1 1 0 において、かつ変圧器 4 1 0 の「E 字状」変形（図示されないが、図 1 5 の磁気回路に基づく）において、コイルは、三相磁束が、強制された鎖交磁束を有する三相静止変圧器と均等な方法で、変圧器の 3 つの列において再現され得るようにする。

【 0 0 8 5 】

したがって、これらの変圧器の 1 次コイルおよび 2 次コイルは互換性がある。全般的に、変圧器 1 0 の 1 次コイルは、強制された鎖交磁束を有する三相静止変圧器と均等な方法で 3 列において三相磁束を再現することを可能にするトポロジの任意の 2 次コイルと互換性がある。したがって、変圧器 1 0 においては、1 次コイルおよび 2 次コイルは、同じ原理で作られる。しかしながら、変形においては、1 次コイルおよび 2 次コイルは、異なる原理で、たとえば図 1 1 ~ 図 1 3 の変圧器 4 1 0 の原理で作られることもある。

30

【 0 0 8 6 】

図 1 6 は、変圧器 1 0 の 1 次コイルおよび変圧器 4 1 0 の 2 次コイルを使用した、第 5 の実施形態における変圧器 5 1 0 の断面図である。図 1 6 においては、したがって、図 3 の場合または図 1 1 の場合と同じ参照符号が使用され、詳細な説明は省略される。

【 0 0 8 7 】

知られている方法で、変圧器は、複数の 2 次コイルを有してもよい。したがって、図示されていない実施形態においては、各 2 次コイルのコイルは、変圧器 4 1 0 の原理を使用してコイルを通すのに必要なスロットをその脚においてもつことを条件として、共通の本体に変圧器 1 0 の原理および変圧器 4 1 0 に原理を使用して同時に作られてもよい。

40

【図 1】

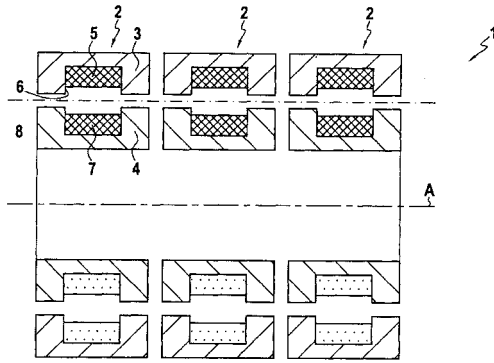


FIG.1

【図 2】

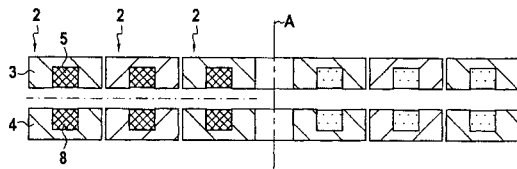


FIG.2

【図 3】

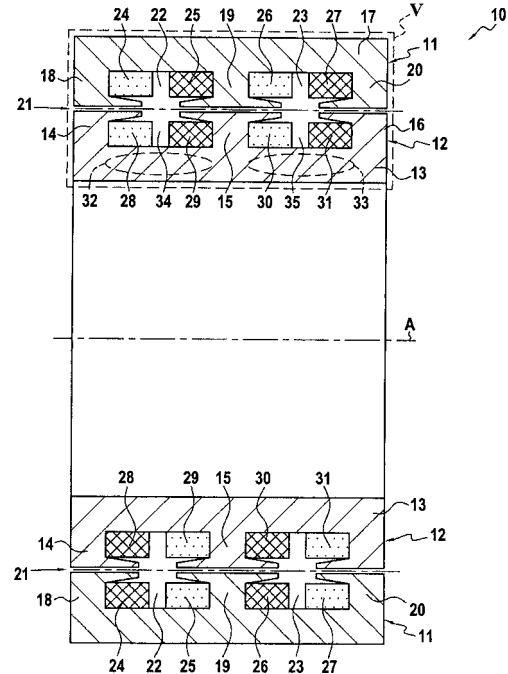


FIG.3

【図 4】

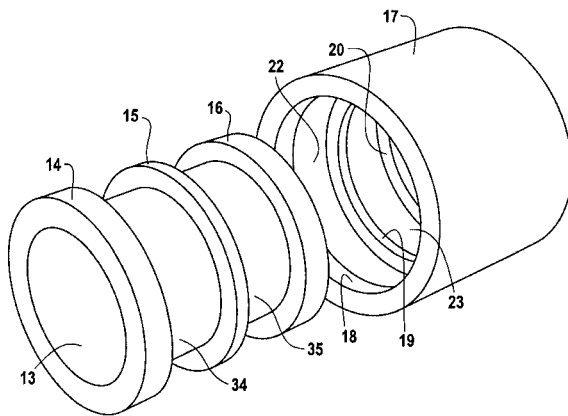


FIG.4

【図 5 B】

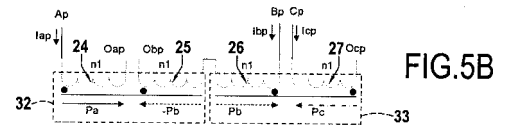


FIG.5B

【図 5 C】

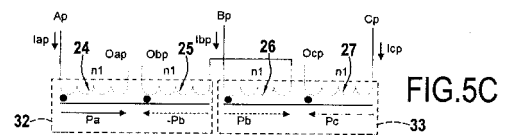


FIG.5C

【図 5 D】

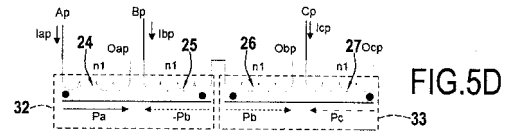


FIG.5D

【図 5 A】

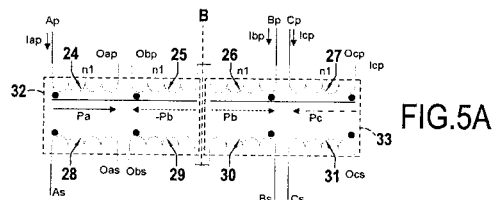


FIG.5A

【図 5 E】

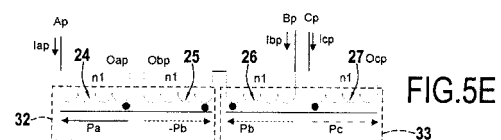


FIG.5E

【図 6 A】

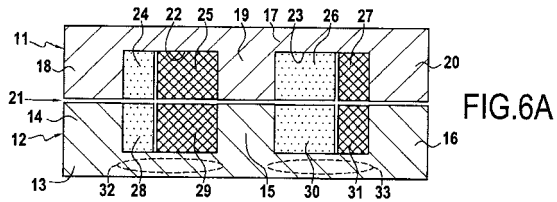


FIG.6A

【図 6 B】

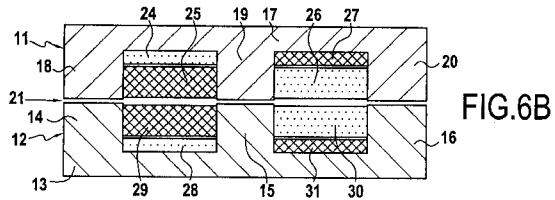


FIG.6B

【図 6 C】

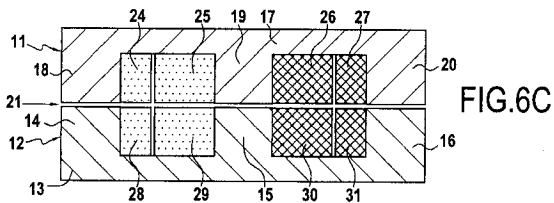


FIG.6C

【図 7】

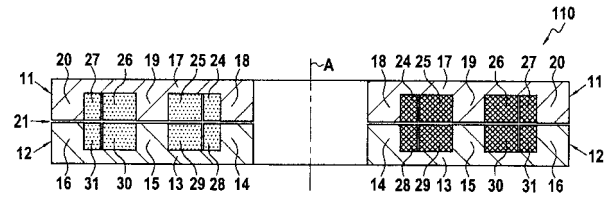


FIG.7

【図 8】

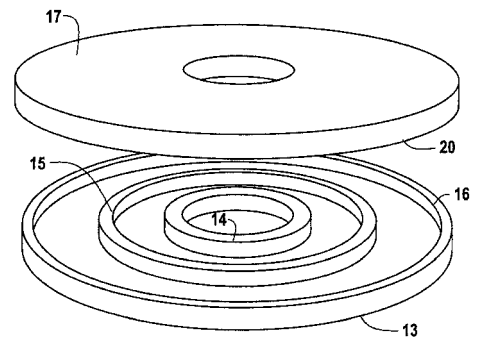


FIG.8

【図 9】

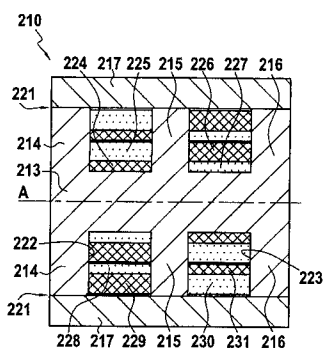


FIG.9

【図 1 1】

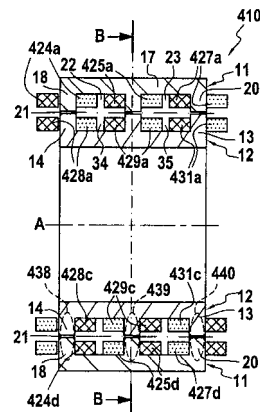


FIG.11

【図 1 0】

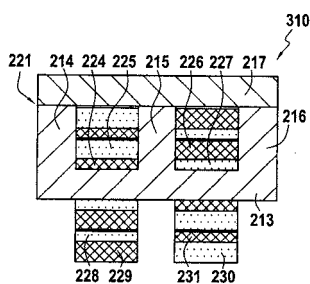
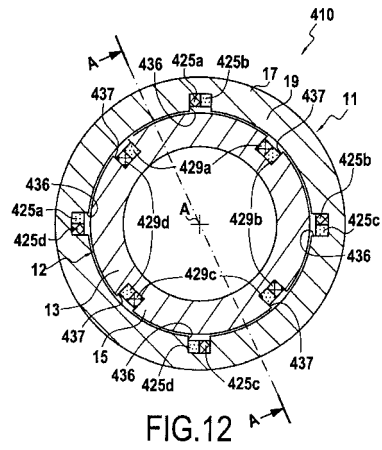
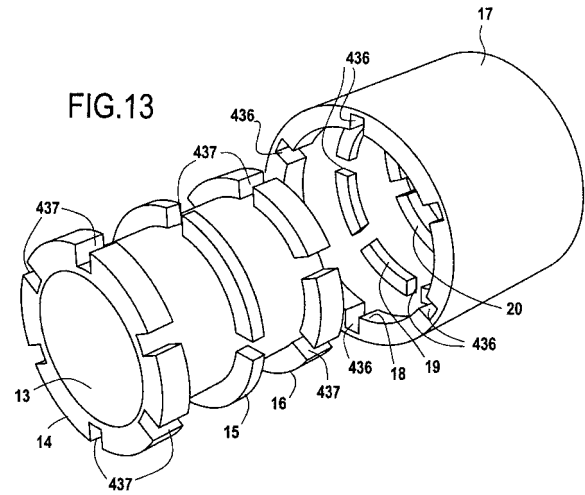


FIG.10

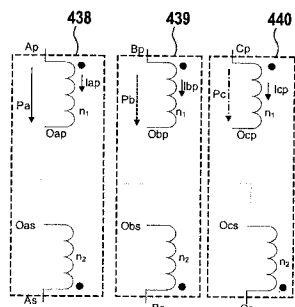
【図 1 2】



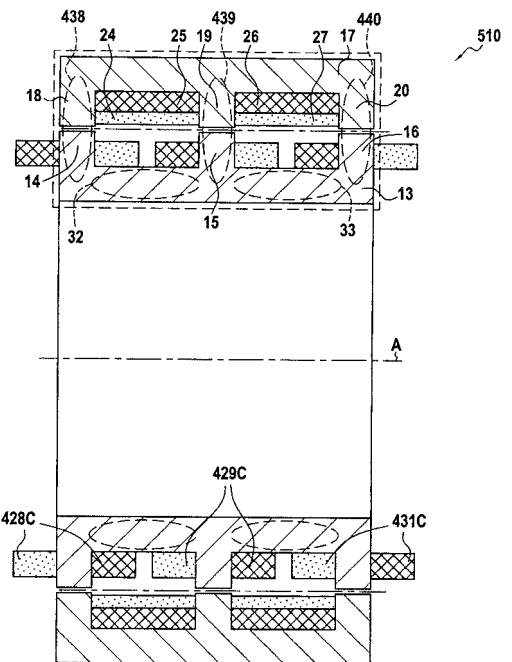
【図 1 3】



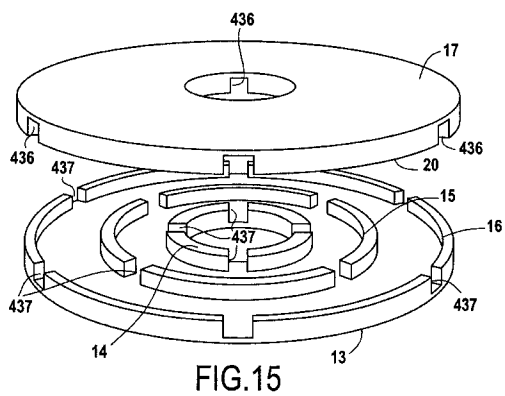
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 1 5】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2013/050984

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01F38/18 H01F30/12
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | US 2011/050377 A1 (BJERKNES OLE JOHAN [NO] ET AL) 3 March 2011 (2011-03-03) cited in the application the whole document | 1-9 |
| A | ----- DE 199 53 583 C1 (SEIFERT DIETER [DE]) 6 December 2001 (2001-12-06) the whole document ----- | 1-9 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 July 2013

Date of mailing of the international search report

06/08/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weisser, Wolfgang

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/050984

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| US 2011050377 | A1 | 03-03-2011 | CA 2721358 A1 22-10-2009 |
| | | | RU 2010145989 A 20-05-2012 |
| | | | US 2011050377 A1 03-03-2011 |
| | | | WO 2009128724 A1 22-10-2009 |
| ----- | | | |
| DE 19953583 | C1 | 06-12-2001 | NONE |
| ----- | | | |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050984

| A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01F38/18 H01F30/12 ADD. | | |
|---|--|--|
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB | | |
| B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01F | | |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche | | |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
| A | US 2011/050377 A1 (BJERKNES OLE JOHAN [NO] ET AL) 3 mars 2011 (2011-03-03) cité dans la demande le document en entier | 1-9 |
| A | DE 199 53 583 C1 (SEIFERT DIETER [DE]) 6 décembre 2001 (2001-12-06) le document en entier | 1-9 |
| <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe | | |
| * Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets | | |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée | | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale |
| 1 juillet 2013 | | 06/08/2013 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Fonctionnaire autorisé |
| | | Weisser, Wolfgang |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050984

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| US 2011050377 A1 | 03-03-2011 | CA 2721358 A1 | 22-10-2009 |
| | | RU 2010145989 A | 20-05-2012 |
| | | US 2011050377 A1 | 03-03-2011 |
| | | WO 2009128724 A1 | 22-10-2009 |
| ----- | | | |
| DE 19953583 C1 | 06-12-2001 | AUCUN | |
| ----- | | | |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC