

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5372477号
(P5372477)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 F 17/06 (2006.01) H O 1 F 17/06 F

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-311330 (P2008-311330)	(73) 特許権者	594071675
(22) 出願日	平成20年12月5日(2008.12.5)		ハリス コーポレイション
(65) 公開番号	特開2009-141367 (P2009-141367A)		Harris Corporation
(43) 公開日	平成21年6月25日(2009.6.25)		アメリカ合衆国 フロリダ 32919
審査請求日	平成20年12月5日(2008.12.5)		メルバーン, ウェスト・ナサ・ブルバード
審査番号	不服2013-2451 (P2013-2451/J1)		1025
審査請求日	平成25年2月8日(2013.2.8)	(74) 代理人	100107766
(31) 優先権主張番号	11/951,673		弁理士 伊東 忠重
(32) 優先日	平成19年12月6日(2007.12.6)	(74) 代理人	100070150
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石を含む誘導装置及び関連方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

HFまたはVHFの周波数領域で使用される無線周波(RF)誘導器であって：

内部を定める環状形を有する非導電性でフェリ磁性のコア；

少なくとも前記コアの一部を取り巻く巻線コイル；

前記環状形のコアの内部の固定位置に、ギリシャ文字のΦ形を定めるように配置された
少なくとも1の永久磁石体；及び前記少なくとも1の永久磁石体を取り囲み、導電性メッキ層または金属箔を有する導電
RF遮蔽層；

を含む無線周波(RF)誘導器。

10

【請求項 2】

コアがフェライトを含む請求項1の誘導器。

【請求項 3】

コアがニッケル亜鉛フェライトを含む請求項1の誘導器。

【請求項 4】

少なくとも1の永久磁石体が円筒永久磁石を含む請求項1の誘導器。

【請求項 5】

HFまたはVHFの周波数領域で使用される無線周波(RF)誘導器を作成するための方法であ
って：

内部を定める環状形を有する非導電性でフェリ磁性のコアを提供するステップ；

20

少なくとも前記コアの一部を取り巻く巻線コイルを配置するステップ；
前記環状形のコアの内部の固定位置に、ギリシャ文字のΦ形を定めるように、少なくとも1の永久磁石体を配置するステップ；及び
前記少なくとも1の永久磁石体を取り囲み、導電性メッキ層または金属箔を有する、導電RF遮蔽層を提供するステップ；
を含む方法。

【請求項6】

コアを提供することがフェライトコアを提供することを含む請求項5の方法。

【請求項7】

コアを提供することがニッケル亜鉛フェライトコアを提供することを含む請求項5の方法。

【請求項8】

少なくとも1の永久磁石体は、円筒永久磁石を含む請求項5の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信分野に関する。特に本発明は、誘導器と関連方法に関する。

【背景技術】

【0002】

誘導器は、アクチュエータ、リレー、モータ、直流対直流コンバータ及び無線周波（RF）回路のような広範囲の装置に使われる基本的電磁部品である。大きいインダクタンスを持った誘導器は通常、かさばる誘電又はフェリ磁性コアの周りに巻いた導線を含み、電力コンバータ及びリレーに用いられる。小さいインダクタンスを持った無線周波誘導器は通常、空気又はフェライトコアを有するヘリカル（らせん）コイルであって、RF回路及び通信機器に用いられる。

【0003】

マイクロ波領域の誘導器は、製作するために小さくなり過ぎ、低効率及びQ値に苦しんでいる。従来のRF誘導器技術は、結果としてたびたび放棄された。例えば、フェライトコア又は調節可能コイルスラグは、フェライト中の渦電流損によりVHFより上の周波数では使えない。シリコン基板を通る磁界循環は、渦電流損、及び通常の寄生キャパシタンスより高いキャパシタンスを起こす結果となるので、プリント螺旋誘導器でさえ、マイクロ波周波数で有用性が制限される。

【0004】

無線周波（RF）磁性材は、磁界が通り抜けるために非導電又はそれに近くなければならない。例えば、もし中身の詰まった純鉄又はスチールのコアがRF誘導器の中に置かれるとインダクタンスは落ちる。ただし、もし同材料が細かに絶縁粒に分割されればインダクタンスは増加する。これはペンタカルボニル鉄又は「鉄粉」誘導器コアの基礎である。そこでは粉の粒子は絶縁塗装可能で、粒子の大きさは導電体RFの表皮の厚さより大きくない。非導電、高磁気原子は室温大気圧で未知である。

【0005】

RF磁性材は、天然磁石又はマグネタイトとしてのみ天然に存在する。誘電体誘電率が極性分子の双極子モーメントとして原子間で起こるのに対し、透磁率は、原子スピンによって起こる現象である。分子の新しいタイプが原子の新しいタイプより簡単に作ることができるので、原子の100のタイプについて、新磁性材のための選択肢が誘電体のそれより制限される。誘電効果が双極子モーメントとして原子間で起こるのに対し、磁気効果は、スピン物理学として原子内部で起こる現象である。フェリ磁性材はフェライトとざくろ石で、高抵抗（ $10^7 \Omega \text{m}$ ）であり且つRF及びマイクロ波周波数で利用できる。強磁性材料は一般に、金属製、導電性で、RFでの応用には不向きである。

【0006】

最初の合成 R F フェライトは、オランダ国フィリップス研究所の J.L.Snoek に帰される。磁性物質は、異性体インピーダンス (isoimpedance) 磁石誘電体 (magnetodielectrics) ($\mu = \epsilon$) $\gg 1$) ("Schornsteinteger" (Chimney Sweep), H.A.Schade, 米海軍ヨーロッパ派遣技術任務, Tech Rep. 90-45 AD-47746, 1945 年 5 月) を含むドイツの開発で、第 2 次世界大戦中戦略物質であった。

【0007】

ニッケル亜鉛フェライトコアは通常、相対的に小さい誘導体に対して高効率を提供する。しかし、ニッケル亜鉛フェライトは、完全な絶縁物ではない。部分導電により渦電流が形成可能で、熱として抵抗損が示される。

【0008】

Goldberg 等の米国特許番号 5, 450, 052 は、「高出力オーディオ及び無線周波数への応用のための磁気的変調器」という名称である。その特許は、磁気コアを内部に有するソレノイドを含む高出力、高周波応用のための磁気的変調器を開示する。それは、高出力、高周波信号、及びソレノイドに結合した可変電流源を運ぶため導電体の周りに同軸に配置されるので、ソレノイドを通る電流の操作は、導電体用の可変インダクタンスで行う結果となる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

より低い損失、より高い Q 値及び効率を持った誘導器の必要性が存在する。無線通信周波数をどんどん高くすると、その必要性は更にもっと、急性となる。携帯電話のような典型的 R F 通信装置は、20 以上の誘導器を使用することができる。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上に述べたような背景において、本発明の目的は、増加した Q 値及び効率を持った R F 誘導器を提供することである。

【0011】

本発明によるこの及び他の目的、機能、及び利点は、非導電性且つフェリ磁性の、内部を定める環状形を有するコアを含み、少なくともコアの一部を取り巻く巻線コイルを含む無線周波誘導器によって提供される。少なくとも 1 つの永久磁石体は、コア内部の固定位置にあり、導電 R F 遮蔽層は、少なくとも 1 つの永久磁石体上にある。

【0012】

コアは、フェライト又はニッケル亜鉛フェライトであってもよい。導電 R F 遮蔽層は、例えば、永久磁石体を取り巻く導電性メッキ層か又は永久磁石体を取り巻く金属箔であってもよい。永久磁石は、向かい合う第 1 と第 2 の位置でコアを横切る 1 つの磁気軸を定める事ができる。永久磁石は、円筒形永久磁石又は例えば、積み重なるように配置されたボタン型磁石を含んでもよい。

【0013】

方法面は、以下のような無線周波 (R F) 誘導器を作ることが指示される。その方法は、非導電性且つフェリ磁性の、内部を定める環状形を有するコアの提供、及び少なくともコアの一部を取り巻く巻線コイルの配置を含む。その方法は、コア内部の固定位置に少なくとも 1 つの永久磁石体を配置し、少なくとも 1 つの永久磁石体上にある導電 R F 遮蔽層を提供することを含む。

【0014】

このように、永久磁石からの磁界は、損失を減らすために誘導器コア、例えば、フェライトコアに印加され、R F 場を避けるために永久磁石は導電遮蔽で包まれる。相対的に小さい誘導体は、増加した Q 値と効率を持ち、R F 通信回路例えば、アンテナ結合器として適用可能である。

【0015】

本発明は、以降に記述される実施例を参照することにより明らかとなるであろう。これ

10

20

30

40

50

らの実施例は、添付図面に記述される。本発明は、しかし、種々の形に具体化され、これらの実施例に限られて構成されていない。むしろ、この明細書の記述が完全で、当業者に本発明の範囲が十分に伝わるようにこれらの実施例が提供される。本明細書を通じて類似の番号は類似の要素を参照し、数字右肩のプライム符号は、代替的实施例における類似要素を示すのに使われる。

【発明の効果】

【0016】

本発明の実施例の効果は、増加したQ値及び効率を持ったRF誘導器を提供することである。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0017】

図1を先ず参照して、無線周波(RF)誘導器10が記述される。RF誘導器10は、非導電性且つフェリ磁性の、内部14を定める環状形を有するコア12を含む。コア12は例えば、フェライト又はニッケル亜鉛フェライトであってもよい。巻線コイル16はコア12の少なくとも一部を取り巻く。永久磁石体18は、コア12の内部14内の固定位置にある。導電RF遮蔽層20は、永久磁石体18にある。

【0018】

永久磁石体18が、コア12への磁気引力によって保持可能であるが、コア内部領域内の永久磁石体の位置を固定する他の方法は又、当業者によって考慮可能である。例えば、コア12と永久磁石体18は、接着剤又はプラスチッククリップによってプリント基板の

20

【0019】

導電RF遮蔽層20は例えば、図3の断面図に示されるように、永久磁石体18を取り巻く導電性メッキ層か又は永久磁石体を取り巻く金属箔であってもよい。永久磁石体18は、向かい合う第1と第2の位置でコア12を横切る磁気軸Aを定める事ができる。永久磁石体18は、図1に示すように円筒永久磁石を含むことができる。代替的に、図2に示すように、永久磁石体18は例えば、積み重なるように配置された複数の(例えば2個)ボタン型磁石18'を含んでもよい。

【0020】

このように本発明は磁界のための別の磁気回路又は磁路を含む：1つは「直流」(安定状態)H場及びもう1つのRF H場である。RF磁界は直流磁界と異なり、導電材料を十分には貫かないので、RF表皮効果は、永久磁石体18内のローパス磁気回路を提供するのに用いられる。このように、永久磁石体18は、コア12によって与えられる環状磁気回路の周りに存在するRF磁界に対する分路として作用しない。反対に、コア12は永久磁石体18の安定直流磁界を容易に伝え、直流磁界は、コア12の周りで2つの磁路に分かれる；1は時計周り、他は反時計周りである。

30

【0021】

図4は、図2のRF誘導装置10'の例に一体化した帯域消去フィルターの測定挿入損失(S_{21})を示すグラフであり、従来の環状誘導器を使った同じフィルターと比較される。フィルター間の唯一の相違点は、永久磁石体18への包含と巻線コイル16における巻数の増加にある。表1に更に、従来装置と本発明の動作パラメータを詳述する。

40

【0022】

【表 1】

表1: 本発明による場合と抛らない場合の 測定フィルタ例		
パラメータ	従来の誘導器	本発明による誘導器
永久磁石	なし	コバルトサマリウムボタタイプ、 ニッケルメッキ
フィルタ型	帯域消去	帯域消去
コア	Amidon- マイクロ金属 FT-50-67	Amidon- マイクロ金属 FT-50-67
コアタイプ	ニッケル亜鉛 フェライト環状	ニッケル亜鉛 フェライト環状
誘導器巻数N	2.8	16
環径	1/2インチ	1/2インチ
フェライトコア 磁気状態	バイアスなし	飽和に近い
フェライトコアの 実現透磁率	40	1.21 (強静止H磁界に因る)
試験周波数	14MHz	14MHz
実現インダクタンス	1.2μH	1.2μH
誘導器Q値	~5.4	~304
フィルタ中心周波数	14MHz	14MHz
共振に必要な静電容量	110pf	110pf
帯域消去フィルタ 拒否(50Ωシステム中)	-9.4dB	-42.3dB
帯域消去フィルタ 3dB帯域幅	36.8%	0.655%
フィルタQ値	5.4	304

本発明によりなされた実施の促進は勿論、永久磁石体18が適用される特定のフェリ磁性誘導体設計に依存し変化する。より大きいコアが電力操作用に優先するので、その実施例は磁石の導入に先だって少ない巻数の相対的に大きいコアを用いた。両方の場合でコンデンサは、損失が無視できる銀メッキされた雲母タイプであったので、フィルタのQ値は大体誘導器のQ値であった。

【0023】

コア透磁率 μ は、誘導器の巻数 N と透磁率 μ との間の共通の関係から以下のように計算できる：

$$L = k \mu N^2$$

ここで k は、与えられたコアのインダクタンス指数で、しばしば実験的に決められる。一定のインダクタンスでは、

$$\mu = k L / N^2$$

10

となる。

【0024】

本発明の動作理論が今から記述される。フェリ磁性コア無線周波(RF)誘導器において、全損は巻線中の銅の導体損失よりも主に磁心損失により支配される。本発明が指向しているHF及びVHFのようなより高いRF周波数ではこのことは特に、そうである。このことによりQ値と効率の改良は、コア透磁率の減少により及び特定のインダクタンスを維持するために必要な追加巻数を追加することにより獲得できる。本発明においてコア透磁率は、コア材の磁気スピンを捕捉し制限する永久磁石からの静止磁界を導入することにより減少される。このように、永久磁石が許すコア透磁率の減少及び巻数の増加により、全体の損失は減少する。コア損は静止磁束密度よりむしろ交流磁束密度に起因するので、誘導器コア損はそれら自身、永久磁石バイアスにより増加しない渦電流及びヒステリシスに起因する。

20

【0025】

試験されたフェライト環状コア誘導器への強い永久磁石の導入は典型的に、誘導器インダクタンスを約5倍から10倍減らした。当業者にとってなじみがあるように、導入された磁石で同じインダクタンスを補償獲得するためには、誘導器コアの巻数 N は増加する。結果として生じる永久磁界バイアス誘導器は、バイアス無しの誘導器と同じインダクタンスを持つが、低い損失と高いQ値を持つ。

【0026】

通信チャネル直線性（相互変調の結果又はスプリアス信号から自由）は、フェライトコア誘導器を用いた回路に固有の設計的考慮である。本発明において、効率と直線性は複雑な関係で交換可能である：小永久磁界バイアスで、直線性は実際、特に飽和から離れた磁束密度で改良されうる。反対に、直線性を飽和近くで減少できる。背景として、直線性は、

30

磁区（フェリ磁性材において類似的に磁氣的に方向性のある原子）の大きさの急速な変化により起こる磁区グルーピング又はバルクハウゼン効果に関係する。一般的に、誘導器コア材は、より直線性を与えるがより直流バイアスされにくい粉末のペントカルボニル鉄タイプのコア、及びより非直線的であるが効率促進のためより容易に直流バイアス可能なフェライトを含む。粉末の鉄コアは一般的に、フェライトより飽和されにくい。

【0027】

40

方法面は以下のような無線周波(RF)誘導器10, 10'を作るように指示される。その方法は、非導電性でフェリ磁性のコア12, 12'を提供し、内部14, 14'を定める環状形を有し、且つ少なくともコアの一部を取り巻くコイル巻線16, 16'を配置する事を含む。その方法は、少なくとも1の永久磁石体18, 18'をコア12, 12'の内部14, 14'内の固定位置に配置し、少なくとも1の永久磁石体上に導電RF遮蔽層20, 20'を提供することを含む。

【0028】

従って、誘導装置10, 10'において、永久磁石18, 18'からの静止(DC)磁界が損失を減らすためにコア、例えばフェライトコアに印加され、永久磁石はRF磁界を避けるために例えばメッキされ又は金属箔に巻かれる形で導電遮蔽層20, 20'に含

50

れる。永久磁石の位置は、フェライト環状誘導器コアに、例えばギリシャ文字Φの形のよう
に存在する。相対的に小さい誘導装置 10, 10' は、増加Q値及び効率を持ち、RF
通信回路、例えばアンテナ結合器に応用可能である。より高効率のフェライト又は粉末鉄
心RF誘導器は、本発明を通しより高周波で達成できる。

【産業上の利用可能性】

【0029】

本発明は、例えば、広範囲の装置に使われる基本的電磁部品に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の実施例による遮蔽され且つ固定された永久磁石を含むRF誘導装置を概
略的に図示する。 10

【図2】本発明のもう1つの実施例による遮蔽され且つ固定された永久磁石を含むRF誘
導装置を概略的に図示する。

【図3】本発明の実施例による永久磁石体及び関連RF遮蔽層の部分的断面図である。

【図4】図2のRF誘導装置に一体化した帯域消去フィルターの挿入損失(S_{21})を、従来
の環状誘導器を使った同じものとデシベル単位で比較したグラフを示す。

【符号の説明】

【0031】

10, 10' 無線周波(RF)誘導器

12, 12' コア

14, 14' 内部

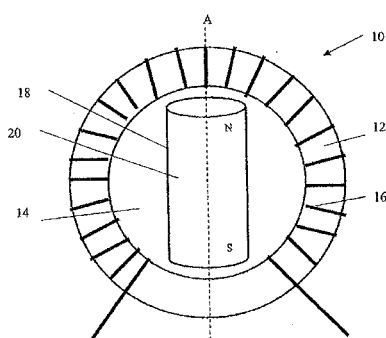
16, 16' 巻線コイル

18, 18' 永久磁石体

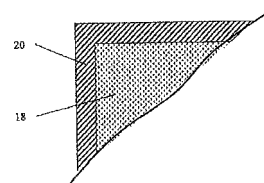
20, 20' 導電RF遮蔽層

A 磁気軸

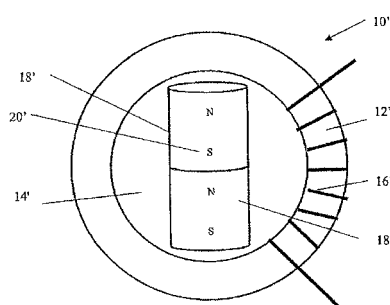
【図1】



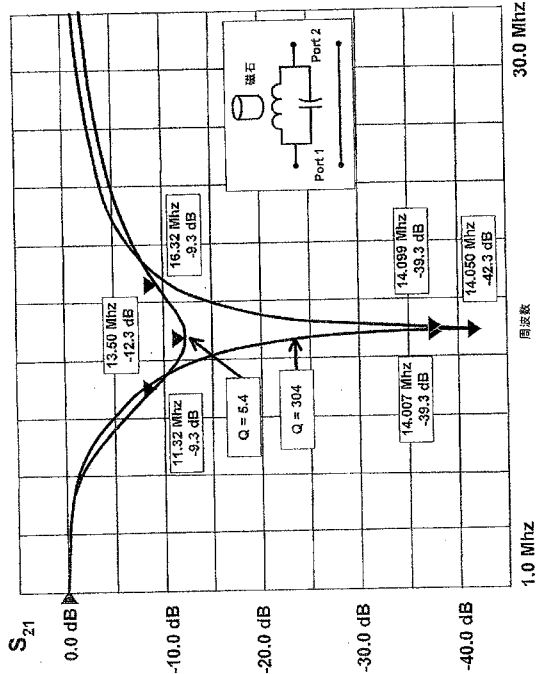
【図3】



【図2】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 フランシス イー パルシェ
アメリカ合衆国 32950 フロリダ州 パーム・ベイ グレンハム・ドライヴ ノースイース
ト 1107

(72)発明者 ジョン エス シーボールド
アメリカ合衆国 32950 フロリダ州 マラバー コレイ・ロード 1830

合議体

審判長 石井 研一

審判官 石丸 昌平

審判官 萩原 義則

(56)参考文献 特公昭31-10283号公報(JP, B2)
特開平9-308150号公報(JP, A)
特開2005-210783号公報(JP, A)
特表2007-531818号公報(JP, A)
特開2006-86335号公報(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 17/00-27/08, 27/23-27/26, 27/29-27/42, 30/00-38/12, 38/16, 38/42