

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5426570号
(P5426570)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int. Cl. F I
H02J 17/00 (2006.01) H02J 17/00 B

請求項の数 22 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2010-538899 (P2010-538899)	(73) 特許権者	302070822
(86) (22) 出願日	平成20年12月18日(2008.12.18)		アクセス ビジネス グループ インター
(65) 公表番号	特表2011-507482 (P2011-507482A)		ナショナル リミテッド ライアビリティ
(43) 公表日	平成23年3月3日(2011.3.3)		カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/GB2008/004206		アメリカ合衆国, ミシガン 49355,
(87) 国際公開番号	W02009/081126		エイダ, フルトン ストリート イースト
(87) 国際公開日	平成21年7月2日(2009.7.2)		7575
審査請求日	平成23年12月19日(2011.12.19)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	0724981.6		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成19年12月21日(2007.12.21)	(74) 代理人	100092624
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 鶴田 準一
(31) 優先権主張番号	0724982.4	(74) 代理人	100108383
(32) 優先日	平成19年12月21日(2007.12.21)		弁理士 下道 晶久
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100141162
			弁理士 森 啓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導電力転送回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘導電力転送システムの1次ユニットに用いる回路であって、該回路は前記システムの1又は複数の2次ユニットへの電磁誘導によって無線で電力を転送するために電磁界を発生し、前記2次ユニットは負荷を有し、前記1次ユニットから分離されており、

共振回路網と、

1次回路と、

前記1次回路が前記電磁界を発生するための駆動信号を前記共振回路網及び前記1次回路に供給する駆動回路と、を備え、

前記共振回路網及び前記1次回路は集合的に周波数応答を有し、該周波数応答は前記共振回路網によって主に規定される第1周波数に第1共振ピークを有し、かつ前記1次回路によって主に規定される第2周波数に第2共振ピークを有し、前記駆動信号は前記第1周波数と前記第2周波数との間の周波数で供給される、回路。

【請求項 2】

前記周波数応答は前記第1周波数と前記第2周波数との間の1又は複数の周波数に高原部を含み、該高原部は前記共振回路網及び前記1次回路の組合せによって主に規定される、請求項1に記載の回路。

【請求項 3】

前記周波数応答は、前記第1周波数と前記第2周波数との間の1又は複数の周波数に実質的な平坦部を含み、該実質的な平坦部は、前記共振回路網及び前記1次回路の組合せに

10

20

よって主に規定される，請求項1に記載の回路。

【請求項4】

前記駆動信号は，前記実質的な平坦部内の前記1又は複数の周波数で，又は該1又は複数の周波数の近傍で供給される，請求項3に記載の回路。

【請求項5】

前記実質的な平坦部は，前記1次回路と前記1又は複数の2次ユニットとの間の結合の変化による前記回路内の実効インダクタンスの変化に対して著しくは変化しない，請求項3に記載の回路。

【請求項6】

前記1次回路と前記1又は複数の2次ユニットとの間の前記結合の変化は，(1)前記1次回路と前記1又は複数の2次ユニットとの間の位置揃えの変化と，(2)前記1又は複数の2次ユニットの負荷の変化とのうち少なくとも一つに依存する，請求項5に記載の回路。

10

【請求項7】

前記第1周波数と前記第2周波数との間の前記周波数応答の一部は，前記1次回路と前記1又は複数の2次ユニットとの間の結合によって著しくは変化しない，請求項1に記載の回路。

【請求項8】

前記誘導電力転送システムは，前記1又は複数の2次ユニットに電力を転送するときに見られる実効インダクタンスの変化に対して鈍感である，請求項1に記載の回路。

20

【請求項9】

前記1次回路は1次回路インダクタを含み，前記共振回路網は共振回路網インダクタを含み，前記1次回路インダクタ及び前記共振回路網インダクタは，インダクタ比に応じて選択される，請求項1に記載の回路。

【請求項10】

前記第1周波数と前記第2周波数との間の前記周波数応答の一部は，前記1次回路と前記1又は複数の2次ユニットとの間の結合の変化による実効インダクタンスの変化に対して著しくは変化しない，請求項1に記載の回路。

【請求項11】

前記共振回路網は共振周波数を有するように構成され，前記1次回路は，前記インダクタ比を変化させずに同一の共振周波数を有するように構成される，請求項9に記載の回路。

30

【請求項12】

前記インダクタ比は約4:1である，請求項9に記載の回路。

【請求項13】

前記周波数応答は，前記第1周波数と前記第2周波数との間の1又は複数の周波数に谷部を含み，該谷部は，前記共振回路網及び前記1次回路の組合せによって主に規定される，請求項1に記載の回路。

【請求項14】

1又は複数の2次ユニットへ無線で電力を転送するために電磁界を発生するように構成された1次回路を製造する方法であって，前記2次ユニットは前記1次ユニットから分離されており，

40

前記1次ユニットの目標周波数を選択するステップと，

共振回路網インダクタのインダクタンス値及び共振回路網コンデンサの容量値を，孤立している前記共振回路網の周波数応答が共振周波数を含むように選択するステップと，

1次回路インダクタのインダクタンス値及び1次回路コンデンサの容量値を，孤立している前記1次回路の周波数応答が共振周波数を含むように選択するステップと，

前記共振回路網及び前記1次回路の結合された周波数応答が，前記共振回路網によって主に規定される第1周波数に第1共振ピークを有し，前記1次回路によって主に規定される第2周波数に第2共振ピークを有するようにインダクタンス比を選択するステップであ

50

って、前記目標周波数は前記第1周波数と前記第2周波数との間に入る、ステップと、
 前記の選択された目標周波数と、前記共振回路網インダクタの前記選択されたインダクタンス値と、前記共振回路網コンデンサの前記選択された容量値と、前記1次回路インダクタの前記選択されたインダクタンス値と、前記1次回路コンデンサの前記選択された容量値と、前記選択されたインダクタンス比と、を有する1次ユニットを製造するステップと、
 を有する方法。

【請求項15】

前記第1周波数と前記第2周波数との間の前記結合された周波数応答の一部は、前記1次回路と前記1又は複数の2次ユニットとの間の結合によって、著しくは変化しない、請求項14に記載の方法。

10

【請求項16】

前記インダクタンス比は、所望の1次回路インダクタンスと、予想される駆動電圧と、予想されるコイル電圧と、部品値制約とのうち、少なくとも一つを補償するように調整される、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記1次回路と、前記共振回路網とのうち少なくとも一つの共振周波数を調整するステップを更に有する請求項14に記載の方法。

【請求項18】

前記の調整ステップは、前記1次ユニットがゼロ電圧スイッチングを使用することを許容する、請求項17に記載の方法。

20

【請求項19】

前記インダクタンス比は約4:1である、請求項14に記載の方法。

【請求項20】

前記結合された周波数応答は、前記第1周波数と前記第2周波数との間の1又は複数の周波数に実質的な平坦部を含み、該実質的な平坦部は、前記共振回路網及び前記1次回路の組合せによって主に規定される、請求項14に記載の方法。

【請求項21】

前記共振回路網の部品及び前記1次回路の部品は、携帯電話機に用いるように選択される、請求項14に記載の方法。

30

【請求項22】

孤立している前記共振回路網の前記周波数応答は実質的に前記目標周波数に前記共振周波数を含み、孤立している前記1次回路の前記周波数応答は実質的に前記目標周波数に前記共振周波数を含む、請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば可搬型の電気デバイス又は電子デバイスに給電する誘導電力転送システムに用いる回路に関する。

【背景技術】

40

【0002】

可搬型デバイスに給電するのに適した誘導電力転送システムは、次の二つの部分から成っていてもよい。

・少なくとも一つの1次コイルを有する1次ユニットであって、1次コイルに交番電流を駆動し、時間変動磁束を生成するユニット

・1次ユニットから分離しており、2次コイルを有する2次ユニット

【0003】

2次コイルが、1次コイルの生成する時間変動磁束の近傍に置かれると、変動磁束が2次コイルに交番電流を誘起し、それによって1次ユニットから2次ユニットへ電力が誘導で転送される。

50

【 0 0 0 4 】

一般に、2次ユニットは転送された電力を外部負荷へ供給し、2次ユニットは負荷を含む主物体 (host object) (2次デバイス) の中で、又は主物体によって運搬される。例えば主物体は、再充電可能なバッテリー又は電池を有する可搬型の電気デバイス又は電子デバイスであってよい。この場合負荷は、バッテリー又は電池を充電するバッテリー充電器であってもよい。別の選択肢として2次ユニットは、適切なバッテリー充電回路と共に、上記のような再充電可能バッテリー又は電池に組み込んでよい。

【 0 0 0 5 】

上記のようなシステムの1次ユニットは、例えば複数の2次ユニットへ同時に電力を転送したり、2次ユニットを1次ユニットに対して自由な位置に配置したりするために、複数の1次コイルを有することが望ましい。すなわち、一つの1次ユニットで2以上の2次ユニットへ同時に電力を転送することが望ましい。1次コイルと2次コイルとの1対1関係は本質的ではなく、本発明は、2次ユニットへ電力を転送するために、複数の1次コイルを用いることを含む。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

複数の1次コイルを誘導電力転送システムの1次ユニットに備えることは既知である。しかし、そのような既知の1次ユニット、実際一つの1次コイルを有する1次ユニットの回路に関して、いくつかのコストと、性能と、複雑度とに関係する欠点が特定されている。したがって、特定された欠点のうち1又は複数の影響を受けない1次ユニットに用いる回路並びに1次ユニット及び上記の回路を含む誘導電力転送システムを提供することが望ましい。また、一つの1次コイルを駆動し、制御するために必要な回路を多数反復させることなく、複数の1次コイルを効率よく駆動し、制御できる1次ユニットを提供することが望ましい。また、回路が、2次ユニットとの関係の変更、又は例えば一つの2次ユニットと次のユニットとの差、に敏感でない1次ユニットを提供することが望ましい。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の第1態様の実施例によれば、誘導電力転送システムの1次ユニットに用いる回路が提供される。該回路は上記システムの1又は複数の2次ユニットへの電磁誘導によって無線で電力を転送するために電磁界を発生し、上記2次ユニットは上記1次ユニットから分離されており、1次コイル又はダミーコイルをそれぞれ備える複数の駆動可能部と、上記1次コイルを備える被駆動部が上記電磁界を発生するように、駆動信号を上記被駆動部のうち二つ又は少なくとも二つに供給する駆動手段 (例えば駆動回路) と、上記駆動可能部のうち1又は複数の上記1次コイル又はダミーコイルの特性を示す帰還信号によって、上記帰還信号を調整するように上記回路を制御する制御手段 (例えば制御回路) と、を備え、上記回路は、上記被駆動部が並列接続されて、調整された共振応答を有し、上記制御手段が上記の駆動されるコイルそれぞれの特性を調整する、ように構成される。

【 0 0 0 8 】

上記のようなコイルの特性 (例えば電気特性) は、当該コイルのコイル信号の強度であってもよいし、当該コイルのコイル信号の強度によって変化する特性であってもよい。

【 0 0 0 9 】

被駆動部は永続的に並列に接続されていてもよいし、例えばスイッチによって駆動時に一時的に並列に接続されてもよい。帰還を用いる制御は、例えばマイクロプロセッサによって実行してもよく、該マイクロプロセッサはまた、上記のようなスイッチの制御を実行してもよい。

【 0 0 1 0 】

一つの実施例においては、駆動可能部はそれぞれ実質的に上記1次コイル又はダミーコイルだけを含む。このような実施例は、1次コイル又はダミーコイルの数を増加させるための回路の反復が最小である点で有利なことがある。反復を最小にすることはコストの点

10

20

30

40

50

で利点があり，反復のある駆動回路及び制御回路に比べて，簡潔な制御を可能にする。

【 0 0 1 1 】

帰還信号は，被駆動部のコイルに共通の電圧信号又は電力信号の強度を示してもよい。

【 0 0 1 2 】

この回路は，被駆動部と共通かつ直列に接続された電気容量を含んでもよい。このような電気容量は，共振応答を有するように被駆動部を効果的に調整させることができる。

【 0 0 1 3 】

この回路は，駆動期間中，駆動信号が特定基本周波数を有し，電気容量が特定容量値を有し，被駆動部が合成特定（自己）インダクタンス値を有する，ように構成してもよい。またこの回路は，駆動期間中，常に駆動される被駆動部が実質的に上記合成特定（自己）インダクタンス値を有するように構成してもよい。このような回路は，設計が簡潔であると考えられ，またこのような実施例はコストの点で利点があると考えられる。

10

【 0 0 1 4 】

一つの実施例の駆動期間の一つの期間に駆動される被駆動部は，上記駆動期間の別の期間に駆動される被駆動部と同一ではない。このような実施例においては，別々の時間に別々の被駆動部を選択的に駆動することができる。例えば，このような被駆動部が配列になっているとき，給電される２次ユニットの場所に対応する配列の一部の被駆動部が，選択的に駆動される。

【 0 0 1 5 】

上記の特定容量値は，被駆動部が特定基本周波数で共振する値であってよい。すなわち一つの実施例においては，特定の数の被駆動部が同時に駆動されたとき，回路が特定の基本周波数で共振するように，特定容量値を選択してもよい。電気容量は固定容量値を有してもよく，駆動信号は固定基本周波数を有してもよい。

20

【 0 0 1 6 】

被駆動部は互いに実質的に同一のインダクタンスを有するように構成してもよく，回路は，駆動期間の一つの期間に駆動される被駆動部の数が，駆動期間の別の期間に駆動される被駆動部の数と同一であるように構成してもよい。このシナリオにおいては，駆動される１次コイルの数は時間と共に異なってもよく，対応して駆動されるダミーコイルの数も時間と共に異なる。例えば，１次ユニットの１次コイルの配列に対する１又は複数の２次ユニットの位置／方向によって，特定の時間にどの１次コイルが駆動されるかを（そして被駆動部の数さえも）変えることが望ましい。駆動する１次コイルをより少なくしたいときは，駆動される１次コイルの数の減少を補うために，より多くのダミーコイルを駆動することが望ましい。

30

【 0 0 1 7 】

一つの実施例においては，被駆動部が二つの主共振ピーク及びその間の実質的な平坦部を有する周波数応答，又は実質的な平坦部を有するあるほかの応答を共通に有するように，回路を構成してもよく，上記平坦部は，１次コイルと２次ユニットとの間の結合による回路の実効インダクタンスの変化で大幅に変化しない。このような実施例においては，駆動信号は，上記平坦部内に基本周波数を有してもよい。

【 0 0 1 8 】

被駆動部は，直列電気容量及び安定回路（例えば LC 安定回路）に共通に接続されるように構成してもよく，直列電気容量及び安定回路は，被駆動部が上記のような周波数応答を共通に有するように構成してもよい。

40

【 0 0 1 9 】

回路は，被駆動部が合成インダクタンス L_1 を有し，直列電気容量が容量 C_1 を有し， L_1 及び C_1 の値が， $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_1 C_1})$ ， f_0 は前記基本周波数，であるように構成してもよい。

【 0 0 2 0 】

安定回路は，容量 C_1 と直列に接続されたインダクタンス L_2 と，直列に接続された容量 C_1 と並列に接続された容量 C_2 と，インダクタンス L_1 とを有し， L_2 及び C_2 の値

50

は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_2 C_2})$ 、 f_0 は前記基本周波数、であるように構成してもよい。

【0021】

上記の値 L_1 及び L_2 は、二つの主共振ピークが、回路の動作中に1次コイルと2次ユニットとの間の結合によって生じる実効インダクタンスの変化の影響が実質的に小さいように、周波数上十分に遠く離れるように構成してもよい。これによってこのような回路は2次側に加えられた変化に実効的に安定になり、部品の許容誤差に対して安定に動作できる。値 L_1 及び L_2 は、近似的に $L_1 / L_2 = 4$ であるように構成してもよい。

【0022】

一つの実施例においては、駆動可能部が二つの主共振ピーク及びその間の実質的な平坦部を有する周波数応答、又は実質的な平坦部を有するあるほかの応答を有するように、回路を構成してもよく、上記平坦部は、1次コイルと2次ユニットとの間の結合による回路の実効インダクタンスの変化で大幅に変化しない。このような実施例においては、駆動信号は、上記平坦部内に基本周波数を有してもよい。

【0023】

駆動可能部は、駆動されたとき互いに実質的に同一のインダクタンスを有するように構成してもよい。これによって設計及び制御が簡素になり、低コストの実施例となる。駆動可能部は、互いに実質的に同一の形状を有してもよい。駆動可能部はそれぞれ、コイルと直列に接続された電気容量及び(LC安定回路のような)安定回路を備え、このような駆動可能部ごとに、対応するコイルと、該コイルと直列に接続された電気容量と、安定回路とを、駆動可能部が駆動されたとき、上記のような周波数応答を有するように構成してもよい。例えば、(各)1次コイルのインダクタンスが(各)ダミーコイルのインダクタンスと実質的に同一であり、駆動可能部の直列電気容量が互いに実質的に同一であり、駆動可能部の安定回路が互いに実質的に同一であり、コイルと、直列電気容量と、安定回路とを、駆動可能部のいずれにおいても実質的に同一の方法で構成してもよい。

【0024】

駆動可能部ごとに、コイルはインダクタンス L_1 を有し、直列電気容量は容量 C_1 を有し、 L_1 及び C_1 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_1 C_1})$ 、 f_0 は前記基本周波数、であるように構成してもよい。駆動可能部ごとに、安定回路は、前記容量 C_1 と直列に接続されたインダクタンス L_2 と、前記の直列に接続された容量 C_1 及びコイルと並列に接続された容量 C_2 とを有し、 L_2 及び C_2 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_2 C_2})$ 、 f_0 は前記基本周波数、であるように構成してもよい。

【0025】

上記の駆動可能部ごとに、値 L_1 及び L_2 は、二つの主共振ピークが、回路の動作中に1次コイルと2次ユニットとの間の結合によって生じる実効インダクタンスの変化の影響が実質的に小さいように、周波数上十分に遠く離れるように構成してもよい。これによってこのような回路は2次側に加えられた変化に実効的に安定になり、部品の許容誤差に対して安定に動作できる。値 L_1 及び L_2 は、近似的に $L_1 / L_2 = 4$ であるように構成してもよい。

【0026】

帰還信号が被駆動部のうち一つだけから取得されるように、回路を構成してもよい。帰還信号は、被駆動部の1次コイル又はダミーコイルの電圧、電流又は電力の信号を表してもよい。制御回路の簡潔性及びそれによるコストの最小化の点で、被駆動部のうち一つからの帰還信号を必要とするだけであることが有利である。

【0027】

回路は、被駆動部それぞれから独立した上記のような帰還信号が取得されるように構成してもよく、制御手段は、帰還信号のうち1又は複数によって、制御を行ってもよい。制御手段は、すべての帰還信号によって制御を実行してもよいし、これらの信号の任意のサブセットによって制御を実行してもよいし、任意選択で回路から電力を受電する2次ユニットの数及び/又は位置/方向によって制御を実行してもよい。

【 0 0 2 8 】

一つの実施例においては、回路は、被駆動部それぞれから、及び/又は回路から誘導電力を受電する2次ユニットそれぞれから、独立した帰還信号が取得されるように構成してもよく、駆動可能部のそれぞれ、又は一つを除くそれぞれが被制御要素を含み、制御手段は、帰還信号にตอบสนองして、被制御要素を制御することによって、制御を行う。

【 0 0 2 9 】

このような実施例によって、被駆動部ごと分離された制御、又は被制御部相互の制御を行ってもよい。例えば、制御手段は、被制御要素を用いて駆動されるコイルの特性(すなわちコイル信号)を互いに調整してもよい。

【 0 0 3 0 】

被制御要素は、可変リアクタンスであってもよい。被制御要素は、可変電気容量であってもよい。被制御要素は、前記制御下で前記被駆動部の前記駆動信号の基本周波数を変化させてもよい。被制御要素は、可変周波(tunable)逆変換器であってもよいし、半橋絡(half bridge)回路であってもよい。

【 0 0 3 1 】

駆動可能部はそれぞれ、上記のような被制御要素であってもよいコイルに直列に接続された電気容量を有してもよい。

【 0 0 3 2 】

ダミーコイルは、駆動されたとき電磁界を発生しないインダクタであってもよい。このようなインダクタは、駆動されたときシールド、すなわち放射しないように設計してもよい。(各)ダミーコイルのインダクタンスは、(各)1次コイルのインダクタンスと実質的に同一であってもよい。

【 0 0 3 3 】

コイルは、駆動されたとき互いに同一の極性を有してもよいし、1又は複数のコイルが1又は複数のほかのコイルと異なる極性を有してもよい。

【 0 0 3 4 】

本発明の第2態様の実施例によれば、誘導電力転送システムの1次ユニットに用いる回路が提供される。該回路は上記システムの2次ユニットへの電磁誘導によって無線で電力を転送するために、時間変動電磁界を発生し、上記2次ユニットは上記1次ユニットから分離されており、1次コイルを備える駆動可能部と、上記1次コイルが上記電磁界を発生するための所定基本周波数を有する駆動信号を、上記駆動可能部に供給する駆動手段(例えば駆動回路)と、を備え、上記駆動可能部は、駆動されたとき、二つの主共振ピーク及び該二つの主共振ピークの間の実質的な平坦部を有する周波数応答を有するように構成され、上記駆動手段は、上記基本周波数が、上記二つの主共振ピークの間、かつ上記平坦部内の周波数にあるように構成される。

【 0 0 3 5 】

駆動可能部は、駆動されたとき、1次コイルが直列に接続された電気容量及び安定回路(例えばLC安定回路)に接続されるように構成してもよく、1次回路と、直列電気容量と、安定回路とは、駆動されたとき上記の周波数応答を有するように構成してもよい。

【 0 0 3 6 】

1次コイルはインダクタンス L_1 を有してもよく、直列電気容量は直列容量 C_1 を有してもよく、 L_1 及び C_1 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_1 C_1})$ 、 f_0 は基本周波数、であるように構成してもよい。安定回路は、駆動可能部が駆動されたとき、容量 C_1 と直列に接続されたインダクタンス L_2 と、直列に接続された容量 C_1 と並列に接続された容量 C_2 と、1次コイルとを有してもよく、 L_2 及び C_2 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_2 C_2})$ 、 f_0 は基本周波数、であるように構成してもよい。

【 0 0 3 7 】

値 L_1 及び L_2 は、二つの主共振ピークが、1次コイルと2次ユニットとの間の結合によって生じる実効インダクタンスの変化の影響が実質的に小さいように、周波数上十分に遠く離れるように構成してもよい。これによってこのような回路は2次側に加えられた変

10

20

30

40

50

化に実効的に安定になり，部品の許容誤差に対して安定に動作できる。値 L_1 及び L_2 は，近似的に $L_1 / L_2 = 4$ であるように構成してもよい。

【0038】

本発明の第3態様の実施例によれば，本発明の上述の第1態様又は第2態様による回路を含む誘導電力転送システムに用いる1次ユニットが提供される。

【0039】

本発明の第4態様の実施例によれば，誘導電力転送システムが提供される。該システムは，電磁界を発生する1次ユニットと，該1次ユニットとは分離された少なくとも一つの2次ユニットであって，1次ユニットの近傍にあるとき，1次ユニットから電磁誘導によって無線で電力を受電するように構成された2次ユニットと，を備え，1次ユニットは本願発明の上述の第1態様又は第2態様による回路を含む。

10

【0040】

本発明を実施した回路は，コイルを備えずに，後刻使用の際にコイルを追加できる形態で構成してもよい。したがって本発明は，上述の各態様にそれぞれ対応し，コイルを備えず接続できるように構成した態様を含む。

【0041】

本発明は，上述の回路と，1次ユニットと，誘導電力転送システムとの態様に範囲が対応する方法の態様を含んでもよい。

【0042】

本発明の更なる態様によれば，2次デバイスを充電する1次ユニットが提供される。2次デバイスは電磁誘導によって1次ユニットと分離されており，1次ユニットは，少なくとも二つの1次コイルと，上記少なくとも二つの1次コイルに結合した交番電圧又は交番電流源と，電圧，電流又は電力検出器と，を含み，少なくとも二つのコイルを実質的に同一の電圧，電流又は電力を維持するように，1次ユニットが少なくとも一つのコイルの電圧，電流又は電力を測定し，交番電圧又は交番電流源の強度を調整する。

20

【0043】

本発明の更なる態様によれば，2次デバイスを充電する方法が提供される。2次デバイスは電磁誘導によって1次ユニットと分離されており，方法は，少なくとも二つの1次コイルを提供するステップと，1次コイルにおいて電圧，電流又は電力を検出するステップと，少なくとも二つの1次コイルが実質的に同一の電圧，電流又は電力を維持するように，電圧又は電流源の強度を調整するステップと，を有する。

30

【0044】

本発明の更なる態様によれば，2次デバイスを充電する1次ユニットが提供される。2次デバイスは電磁誘導によって1次ユニットと分離されており，1次ユニットは，少なくとも二つの1次コイルと，上記少なくとも二つの1次コイルに結合した交番電圧又は交番電流源と，少なくとも一つの1次コイルに接続した少なくとも一つの可変インピーダンスと，電圧，電流又は電力検出器であって，少なくとも二つのコイルを実質的に同一の電圧，電流又は電力を維持するように，1次ユニットが少なくとも一つのコイルの電圧，電流又は電力を測定し，ほかのコイルとは独立に電圧，電流又は電力を調整する検出器と，を含む。

40

【0045】

本発明の更なる態様によれば，2次デバイスを充電する方法が提供される。2次デバイスは電磁誘導によって1次ユニットと分離されており，1次ユニットは，少なくとも二つの1次コイルを提供するステップと，少なくとも二つの1次コイルに電圧，電流又は電力を供給するステップと，コイルに印加される電圧，電流又は電力がほかのコイルと独立に変化するように，コイルのうち一つに接続されたインピーダンスを変化させるステップと，を有する。

【0046】

ここで例として，添付の図を参照する。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 4 7 】

【図 1】以前に検討された誘導電力転送システムの概略図である。

【図 2】本発明の一つの実施例によるシステムの概略図である。

【図 3】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【図 4 A】本発明の 1 又は複数の実施例による 1 次ユニットの安定回路の利点を理解するために有用な概略図である。

【図 4 B】本発明の 1 又は複数の実施例による 1 次ユニットの安定回路の利点を理解するために有用な概略図である。

【図 4 C】本発明の 1 又は複数の実施例による 1 次ユニットの安定回路の利点を理解するために有用な概略図である。

【図 4 D】本発明の 1 又は複数の実施例による 1 次ユニットの安定回路の利点を理解するために有用な概略図である。

【図 5】シミュレーションを行うのに有用な本発明の一つの実施例によるシステムの概略図である。

【図 6】図 5 の回路によるシミュレーション結果のグラフである。

【図 7】各共振ピークの間隔に対するインダクタ比の効果を示すシミュレーション結果のグラフである。

【図 8】図 5 の回路の 1 次コイルの電流に対する、図 5 の回路の安定回路インダクタのインダクタンス値の効果を示すシミュレーション結果のグラフである。

【図 9】本発明の一つの実施例によるシステムの概略図である。

【図 1 0】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 1】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 2】本発明の別の実施例をなす 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 3】本発明の別の実施例をなす 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 4】本発明の別の実施例をなす 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 5】本発明の別の実施例をなす 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 6】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 7】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 8】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【図 1 9】本発明のいくつかの実施例による 1 次ユニットの充電面上の許容される 1 次コイル配置の概略図である。

【図 2 0】本発明のいくつかの実施例による 1 次ユニットの充電面上の許容される 1 次コイル配置の概略図である。

【図 2 1】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【図 2 2】本発明のいくつかの実施例を表す 1 次ユニットの概略図である。

【図 2 3】本発明の一つの実施例に用いる駆動回路の概略図である。

【図 2 4】本発明の一つの実施例による 1 次ユニットの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 8 】

本発明の実施例をより良く理解するために、本発明を直接実施してはいないが本発明の実施例を理解するために有用な例示誘導電力転送システム 1 をまず参照する。

【 0 0 4 9 】

図 1 はシステム 1 の概略図である。システム 1 は、1 次ユニット（充電器）1 0 0 及び 2 次ユニット（この場合、可搬型デバイス）2 0 0 を含む。

【 0 0 5 0 】

1 次ユニット 1 0 0 は、DC / DC 変換器 1 0 2 と、逆変換器 1 0 4 と、コンデンサ（すなわち電気容量）1 0 6 と、1 次コイル 1 0 8 と、緩衝増幅器 1 1 0 と、マイクロプロセッサユニット（MPU）1 1 2 と、を含む。2 次ユニット 2 0 0 は、2 次コイル 2 0 2 と、コンデンサ（すなわち電気容量）2 0 4 と、整流器 2 0 6 と、DC / DC 変換器 2 0 8 と、負荷 2 1 0 とを含む。緩衝増幅器 1 1 0 は、ピーク検出器と考えるとよく、1 次コ

10

20

30

40

50

イル108のピーク電圧を測定するために用いてもよい。

【0051】

1次ユニット100は電磁界を発生するように構成され、この電磁界は1次コイル108の近傍で(1次ユニットの充電面、すなわち電力転送面に水平又は垂直の電磁界として)誘起される。電磁界の形状は、1次コイル108の形状(すなわち物理的配置)に依存することを理解されたい。システム1は電磁界を用いて、1次ユニット100の近傍において電力を必要としている2次ユニット200に電力を転送する。

【0052】

1次ユニット100は、2次ユニット200をその上に置くか、近接しておくことができる、例えば電力転送面をなす平坦な台などの任意の適切な形態を有してよい。ある場合には、電磁界は英国特許公開第GB-A-2388716号に記載されたとおり、表面の電力転送領域に分布してもよい。該文献の全体をここに参照する。この形態の1次ユニットは、1又は複数の2次ユニット200を同時に1次ユニットの近傍に配置して、電力を受電させることができることを理解されたい。多くのほかの形態の1次ユニット100も、1又は複数の2次ユニット200を同時に1次ユニットの近傍に配置して、電力を受電させることができることを理解されたい。1次ユニット100の別の許容される形態は棚であって、棚の上に2次ユニット200を置いて受電させることができる。このような形態は、2次デバイスの一部を磁界の外に置くことができるので有利である。

10

【0053】

図1の2次ユニット200は、1次ユニット100から分離することができ、2次ユニット200が1次ユニット100の近傍にあるとき、1次ユニット100が発生する電磁界と結合する2次コイル202を含む。このようにして電力を1次ユニット100から2次ユニット200へ、それらの間の直接の導電性接続なしに誘導で電力を転送することができる。

20

【0054】

電力を誘導で転送するために、1次コイル108が発生する磁界/磁束は時間変動することが望ましい。したがって、1次ユニット100は1次コイル108に、交番信号のような時間変動する電気信号を印加するように構成される。

【0055】

1次コイル108及び2次コイル202は任意の適切な形態であってよいが、例えばフェライト又は非晶質金属のような高透磁率成型物(former)の周りに巻いた銅線からなってもよい。Litz線は、特にこのような状況で用いることができる種類の線である。Litz線は、互いに撚った多数の撚り線であって、表皮効果及び近接効果を減少させる働きをする。1次コイル108及び2次コイル202は、例えば大きさ、巻き数、芯種別、物理配置、などの点で互いに異なってもよい。複数の1次コイル及び2次コイルを用いてもよく、1次コイル及び2次コイルの数は互いに異なってもよい。

30

【0056】

図1から、2次ユニット200は電力を必要としている物体である可搬型デバイスとして示されていることが分かる。簡潔にするため、可搬型デバイスは2次ユニット200と同一であるように示されているが、2次ユニット200は可搬型デバイスの(例えば取り外し可能な)部品であってもよい。したがって、負荷210が2次ユニット200の実際の負荷であると考えてもよい。負荷は2次ユニット200と分離した形態であってもよいし、分離可能な形態であってもよい。システム1の1次ユニット100は、電磁誘導によって可搬型デバイス200を充電する充電器として示されている。1次ユニットはより広義に、無線電力供給装置と考えてもよい。すなわち、バッテリー(又はほかのエネルギー蓄積電池)の充電は、このような1次ユニットの一つの例示応用に過ぎない。

40

【0057】

したがって、2次ユニット200は図1のデバイスの一部だけ、例えば2次コイル202だけ、又は2次コイル202と、コンデンサ204と、整流器206と、DC/DC変換器208との組合せであると考えてもよい。このように2次ユニット200は外部負荷

50

(負荷 210) に接続されてもよく、外部負荷に誘電電力供給するように構成してもよい。2次ユニット200は、可搬型の電気デバイス若しくは電子デバイス又は再充電可能なバッテリー若しくは電池のような電力を必要とする物体(2次デバイス)の中で、又は物体によって運搬してもよい。2次ユニット200及び2次ユニット200によって給電される物体(2次デバイス)の許容される設計については、英国特許公開第GB-A-2388716(既出)に更なる情報がある。GB-A-2388716においては、このような2次ユニットは2次デバイスと呼ばれることがある。2次ユニット200は、本願発明の理解を助けるために可搬型デバイスとして示されているに過ぎない。

【0058】

本願発明においては、2次ユニット(及び/又はそのようなユニットを含む2次デバイス)は電力を必要とする任意の電気デバイス又は電子デバイスと考えてもよく、例えば(すなわち、排他的でなく)、携帯電話機、PDA(パーソナルデジタルアシスタント)、ラップトップ計算機、パーソナルステレオ装置、MP3再生機及び類似物、無線ヘッドセット、車両充電ユニット、調理器具のような家庭用器具、クレジットカードのようなパーソナルカード、商品追跡に有用な無線タグのような可搬型デバイスであってよい。

10

【0059】

システム1の1次ユニット100内で、DC/DC変換器102は外部DC入力を受電するように接続され、受電したDC入力をより低いDC電圧 V_d に降圧変換(down-convert)する。DC/DC変換器102は、高効率にするためスイッチモードBuck変換器であってよい。DC/DC変換器102は、出力にAC電圧を発生する逆変換器104を駆動するように接続される。逆変換器104は、参照発振器(図示していない)から駆動されるMOSFET半橋絡(half bridge)回路であってよい。

20

【0060】

逆変換器104が出力するAC電圧は、1次誘導コイル108を駆動するために用いられる。コンデンサ106は1次コイルと直列に接続され、コイル/コンデンサ合成回路は、逆変換器104の動作周波数(基本周波数)で共振するように構成される。1次ユニット100は、いくつかの場合、直列共振コンデンサ106を備えなくてもよい。1次コイルを駆動する電気駆動信号(すなわち逆変換器104の出力)に存在する高調波を減少させるために、逆変換器104と1次コイル108との間にLC安定回路(図示していない)を設けることが望ましい。1次コイル108のピークコイル電圧 V_{pc} は、逆変換器に続く回路(すなわち1次コイル108及びコンデンサ106を含む)が共振するように構成されるので、通常DC電圧 V_d よりずっと高い。

30

【0061】

動作周波数は一定と考えてもよいし、効率のために可変(すなわち調整可能)であってよい。実際、コイル電圧(すなわち、コイル内の電気駆動信号の強度)を調整する手段として、周波数を調整してもよい。例えば、1次コイル108が共振するように構成されているときは、周波数を変えることによって駆動信号の強度を変えることができる。

【0062】

システム1の2次ユニット200(可搬型デバイス)において、2次コイル202は、これもまたコイル/コンデンサ合成回路が共振するように、コンデンサ204と直列に、整流器206の入力に接続される。2次ユニット200はいくつかの場合、直列共振コンデンサ204を備えなくてもよい。使用中、2次コイル202は整流器206に、1次コイル108から電磁誘導によって受電したAC電圧を供給する。整流器206は、このAC電圧を整流してDC/DC変換器208にDC電圧を出力する。DC/DC変換器208はコイルからの整流された電圧を降圧変換して、負荷210が必要とする入力電圧に一致するようにする。

40

【0063】

DC/DC変換器208は、いくつかの状況においては線形変換器よりも(変換器102に類似の)スイッチモード変換器とすることが好ましい。スイッチモード変換器は、通常線形変換器よりもずっと効率よく、一方のDC電圧から他方のDC電圧へ変換すること

50

ができる。さらに、スイッチモード変換器は線形変換器の場合よりも、通常入力電圧に対する効率変動が少ない。線形変換器は一般に抵抗器によって過剰電圧を落とす。したがって、入力電圧と出力電圧との間の差が大きければ大きいほど、効率は低くなる。この入力電圧に対する効率変動は、システム1の2次ユニット200が引き出す電力が入力電圧と独立でないようにするので望ましくない。

【0064】

2次ユニット200のDC/DC変換器208は、任意選択で負荷210に定電圧を与えるように構成される。この定電圧は帰還ループ(図示していない)によって維持してもよい。例えば、DC/DC変換器208の入力電圧変化に関係なく負荷210の所要入力電圧 V_{load} を維持するために、DC/DC変換器208の出力電圧を用いてDC/DC変換器208のデューティサイクルを制御してもよい。

10

【0065】

例えば負荷210が充電サイクルを有するバッテリーであるとき、負荷210の電圧要求条件は時間と共に変化してもよい。このようなバッテリーは上記のような充電サイクルに定電流部と定電圧部とを有してもよく、したがって別個の時間には電圧よりも電流に重点が置かれることがあることを理解されたい。DC/DC変換器208は、このような充電サイクルの別個の部分では別個のレベルで所要負荷電圧 V_{load} を維持するように構成してもよい。しかし所要負荷電圧 V_{load} は、短期間(秒)では比較的一定に見えるように、通常比較的遅い時間尺度(分)で変化する。しかし、一般に頻繁ではないが、速い時間尺度(ミリ秒)で「過渡現象」(transient)が起きることがある。2次ユニットの動き又は2次ユニットのある特定機能(例えば携帯電話機のようにRF機能があるとき)が、そのような過渡現象を起こすことがある。

20

【0066】

システム1の1次ユニット100は1次コイル電圧 V_{pc} を所定の電圧レベルに調整する。これは、緩衝増幅器(ピーク検出器)110及びマイクロプロセッサユニット112を含む帰還ループによって達成される。図1に示すように、1次コイル電圧は本質的に緩衝増幅器110によって緩和されて、マイクロプロセッサユニット(MPU)112に入力される。マイクロプロセッサユニット112は、2次ユニット200が呈する負荷(及び/又は任意のほかのこのような負荷)に関係なく、1次コイル電圧 V_{pc} を所定のレベルに維持するために、1次コイル電圧によってDC/DC変換器102のデューティサイクルを制御してもよい。

30

【0067】

システム1の1次ユニット100は、1次コイル電圧 V_{pc} を測定することに加えて、又は代替として、1次コイル108を介して引き出される電力量、又は1次コイル108を通過する電流量を測定するように構成してもよい。すなわち、電圧、電流又は電力の測定によって調整を行ってもよい。例えば電力を考慮するときは、1次ユニット100は電圧 V_d 及びDC/DC変換器102から引き出される電流 I_d の双方を測定すると考えてもよい。この点で電圧及び電流を測定することは、信号がDCであるという利点がある。マイクロプロセッサユニット112内で、関係する信号がアナログ・デジタル変換器(ADC)を用いて標本化され、ノイズを減少させるために低域通過ろ波される。このろ波の一部として平均化を用いてもよい。次に電圧 V_d 及び電流 I_d の値が、例えばマイクロプロセッサユニット116内で測定されて、引き出された電力を判定するために互いに乗算される。

40

【0068】

以降の説明は、本発明のいくつかの例示実施例の詳細である。本願の請求項の範囲内ではほかの実施例も可能であることを理解されたい。ここで説明する実施例において、類似要素は類似参照符号を付与されており、したがって重複する説明は省略する。したがって、例えばシステム1の特徴及び関係する説明を、類推で本願発明の実施例にも適用してよい。

【0069】

50

図2は、本発明の一つの実施例によるシステム300の概略図である。システム300は1次ユニット302及び複数の2次ユニット200を含む。したがってシステム300は、2以上の2次ユニット200に同時に（又は一方のデバイスを他方と入れ替えることなく交互に）誘導で電力を供給するのに有用である。

【0070】

図2は回路レベルで提示されており、この点で本発明の実施例は回路の特徴に焦点を当てていることを理解されたい。しかし本発明は、回路に関係すると同時に1次ユニット自体（示された回路の特徴を越えた特徴、例えば物理的構造を含んでもよい）及びこのような1次ユニットを含む電力転送システム全体も含む。

【0071】

図2において、2次ユニット200はそれぞれ2次コイル202を含み、対応する回路デバイスを表すものとして示されている。このことは、2次ユニット200がこのような2次デバイスの唯一の部品であってもよいことを示し、また概略図の簡素化を可能にする。このように本発明の一つの実施例においては、2次ユニット200は図1のものと同様であってもよい。本発明の別の実施例においては、図2（及びほかの図面）の2次ユニット200は図1のものと同様であってもよいし、互いに異なってもよい。

【0072】

1次ユニット302は、複数の1次コイル108を含んでいる点で図1の1次ユニット100と異なっている。1次コイル108は互いに並列に接続されている。図2にはこのような1次コイルが3個示されているが、2以上のこのようなコイルがあってもよく、コイルの数は多数、例えば10まで、50まで、それ以上であってもよいことを理解されたい。

【0073】

図2の実施例において、1次コイル108のうち二つは近傍に2次ユニット200があり、3番目の1次コイル108は近傍に2次ユニット200がないことが示されている。これは例に過ぎず、1次コイル108の形状及び電力を必要とする2次ユニット200の数に応じて、任意の数の1次コイル108が（又は一つも）近傍に1又は複数の2次ユニット200があっても（なくても）よいことを理解されたい。1次コイルは（その形状に応じて）、同時に1を超える2次ユニットへ電力を転送してもよい。類似して2次ユニットは、同一の1次ユニットの1を超える1次コイルから同時に受電してもよい。

【0074】

図2の実施例は、少なくとも次の理由で有利である。図1の例示システムに比べて、1次ユニット302は複数の1次コイル108を介して電力を転送することができるので、回路の大規模な反復を必要としない。特に1次ユニット302においては、追加1次コイル108を並列に接続できるという（図1のシステムに比べて）追加の機能を有している。このようにして最小の追加のコスト及び複雑度しか生じない。

【0075】

一般に、回路の反復が少ない追加機能を提供する実施例は、低性能部品が反復使用される実施例に比べて高性能（高出力機能）部品を必要とすることがある。一般に、部品点数を増加させるより高性能部品を用いる方がコスト集中的ではない。

【0076】

さらに、1次コイル電圧 V_{pc} は並列接続された1次コイル108すべてに対して同一であるから、各1次コイル108の電圧は追加回路を設ける必要なく調整することができる。したがって、マイクロプロセッサユニット112によって検出され、帰還されるのは並列合成回路のピーク電圧であり、したがって制御システムはすべての1次コイル108を同一の調整された電圧レベルに維持するようになっている。図2のシステムは、1次コイル108のすべての近傍に負荷（2次ユニット/2次デバイス）があるとき、又はいくつかの1次コイル108の近傍にだけ負荷があるとき、動作するように構成されている。図2のシステムは、別々の1次コイル108に別々の負荷があるときも動作することができる。1次コイル108は相互に並列であるから、一つの点で1次コイル電圧 V_{pc} を検

10

20

30

40

50

出して調整することで十分である。直列コンデンサ106は、すべての1次コイル108に共通に接続される。したがって1次コイル108は意図した周波数(すなわち同調周波数)で共振するように構成される。意図した周波数は、逆変換器104が交番電流を発生する周波数(すなわち、交番電流の基本周波数)であってよい。

【0077】

図3は、本発明の一つの実施例による1次ユニット306の概略図である。1次ユニット306は例えば、図2の実施例の1次ユニット302の代わりに用いてもよい。

【0078】

1次ユニット306は、安定回路308がある点で1次ユニット302と異なっている。さらに、任意の数の1次コイル108を互いに並列に接続してもよいことが、図3からより明白である。

10

【0079】

安定回路308は、逆変換器104と、コンデンサ106及びコイル108の合成回路との間に設けられる。安定回路308は、インダクタ310及びコンデンサ312を含む。したがって、安定回路308をLC安定回路と呼んでもよい。インダクタ308は、逆変換器104とコンデンサ106との間に直列に接続される。コンデンサ312は、コンデンサ106及びコイル108の合成回路と並列に接続される。

【0080】

この実施例において、安定回路308は低域通過ろ波器として働き、1次コイル108上の信号に存在する高調波の強度を減少させるので有利である。これは、1次ユニット306による不要無線周波干渉及び電磁干渉を減少又は回避するのに役立つ。

20

【0081】

1次ユニット306に安定回路308を入れることは、1次ユニットの動作安定度の観点、及び1次ユニットの調整動作の点でも有利である。このことは、1次ユニットが一つの1次コイル108を有するとき、及び1次ユニットが複数の1次コイルを有するとき、いずれにも成り立つ。このような安定回路は、適切に部品の値を選択することによってシステム安定性を改善するように構成すると有利である。安定回路308に関する利点を、ここで更に検討する。

【0082】

図4A~4Dは、誘導電力転送システムの1次ユニットの安定回路の利点を理解するために有用な概略図である。

30

【0083】

図4Aは、図2のシステムの一部を表す概略図である。1次側は、1次コイル108が電磁界を発生して2次側に誘導で電力を転送するように、固定の交番電流が供給されるものとする。また、2次側の特性、例えば2次ユニットの負荷、存在する2次ユニットの数、などは未知であるものとする。さらにまた、1次コイル108の信号は調整されないものとする。重要なことは、図4Aの回路には安定回路がないことである。

【0084】

図4Bは、図4Aの1次側の回路の周波数応答を概略表す図である。実線の曲線は、図4Aの回路が単一主ピークを持つ共振応答を有することを示す。破線で示す曲線は、2次側の変化(例えば負荷、2次ユニットの数、等の変化)によって共振応答が変化する様子を表している。図示のとおり、曲線の勾配が共振ピークのいずれかの側で変化するか、ピーク周波数が変化するか、実にこれらの変化の組合せが起きる。

40

【0085】

1次側の信号が(例えば図4Bの垂直は線で示したような)特定周波数にある場合、例えば1次コイルの電圧を調整したいとき、周波数応答の変化は1次側に重大な重荷となる。この問題は図4Aのように単一の1次コイル108について存在し、図2の複数の相互に並列の1次コイル108では悪化する。

【0086】

図4Cは、図3のシステムの一部を表す概略図である。ここでも、1次側は、1次コイ

50

ル 108 が電磁界を発生して 2 次側に誘導で電力を転送するように、固定の交番電流が供給されるものとする。また、2 次側の特性、例えば 2 次ユニットの負荷、存在する 2 次ユニットの数、などは未知であるものとする。さらにまた、1 次コイル 108 の信号は調整されないものとする。しかしこの場合には、回路に安定回路 308 がある。

【0087】

図 4 D は、図 4 C の 1 次側の回路の周波数応答を概略表す図である。実線の曲線は、図 4 C の回路が、比較的平坦な部分でつながっている二つの主ピークを持つ共振応答を有するように構成されていることを示す。破線で示す曲線は、2 次側の変化（例えば負荷、2 次ユニットの数、等の変化）によって共振応答が変化する様子を表している。図示のとおり、ピークの形は変化し、ピークのいずれかの側の傾斜は変化するが、実質的に平坦な中央部分（図 4 D の“X”と記したボックスで示す）は、あったとしてもほとんど変化しない。

10

【0088】

このようにして、1 次側の信号がボックス X の中、すなわち比較的安定な中央部に選んだ特定基本周波数にあるときは、2 次側の変化による周波数応答の変化は、例えば 1 次コイルの電圧を調整したいとき、1 次側にほとんど、すなわち実質的には何の重荷とならない。実効的に 1 次側は、2 次側の変化に対して鈍感になる。この利点は、図 4 A の回路では存在する単一の 1 次コイル 108 に生じ、複数の 1 次コイルがあるときは、恐らく一層生じる。したがって、図 3 の回路は、一つの 1 次コイル 108 だけがあるときであっても、本発明を実施すると考えられる。

20

【0089】

図 5 は、図 4 C、すなわち 1 次側に安定回路がある本発明の一つの実施例によるシステム、に類似の概略図である。この概略図は、安定回路の利点を示すために、システムの動作をシミュレートするために用いられる。

【0090】

図 5 の回路の理解を容易にするため、関係する要素は図 1 ~ 4 D の対応する要素と同一の参照符号で示されている。手短かに言えば、1 次側回路は逆変換器 104 によって駆動され、インダクタ 310（バラスト、 L_{ba1} ）及びコンデンサ 312（タンク、 C_{tank} ）を含み、それらの値は回路が周波数 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{LC})$ に同調するように選ばれる。回路は更に、1 次コイル 108（パッドインダクタ、 L_{pad} 又は L_p ）及びコンデンサ 106（直列共振コンデンサ、 C_p ）を含み、これらもまた f_0 に同調する。周波数 f_0 は本シミュレーションでは逆変換器 104 のスイッチング周波数に選ばれ、この周波数は、無線電力転送応用では通常 100 ~ 500 kHz の範囲にある。図 3 の実施例との一貫性のため、1 次コイル 108（パッドインダクタ、 L_{pad} ）は単一 1 次コイル 108 であってもよいし、複数の相互に並列接続された（又は直列接続された）コイルであってもよい。図 5 で追加されたラベルは、シミュレーションのための特定子（designator）である。

30

【0091】

シミュレーションのために、インダクタ 310（バラスト）及びコンデンサ 312（タンク）は（逆変換器 104 から供給される）定 AC 電圧で駆動され、実効的に定電流源として動作し、又は定コイル電圧を供給するために用いることができる。（上述のとおり）動作は周波数応答曲線の二つの主共振ピークの間で実行されるので、このことはわずかな部品許容誤差とは実効的に独立である。

40

【0092】

図 6 は、図 5 の回路を用いたシミュレーション結果のグラフである。特に図 6 は、同図の下に記したパラメータ値集合を用いて得られる周波数応答曲線である。パラメータのラベル付けは、図 5 のラベル付けに対応する。動作周波数は 323 kHz（0.323 MHz）に選択された。

【0093】

図 6 の実線の曲線から分かるように、この周波数応答は図 4 D に示したものの、すなわち

50

二つの主共振ピーク及びその間の実質的な平坦部を有するものであることが分かる。動作周波数 323 kHz は、二つの主ピークの間で選ばれる。実線の曲線は 2 次ユニットがないときの応答を示し、破線の曲線は 2 次側が存在し、最大電力で動作しているときの応答を示す。図から分かるように、曲線（平坦部）の動作点は、この二つのシミュレーション間で気付くほどには変化していない。

【0094】

本発明の一つの実施例においては、部品の各対、すなわち、インダクタ 310 とコンデンサ 312 の一方の対、及びコンデンサ 106 と 1 次コイル 108 との他方の対が同一の周波数 f_0 に同調するように保つと、同一の基本共振曲線形状が維持されるので有利である。この制約下で、バラストインダクタ 308 のインダクタンスと 1 次コイル 108 のインダクタンスとの比（インダクタ比）（すなわち L_{bal} / L_{pad} ）を増加させると、共振ピークが周波数上で更に離れ、バラストインダクタ 308 のインダクタンスを下げると、1 次コイルの電流（パッド電流）が増加する。この関係を理解するには次の公式が有用である。

【0095】

共振周波数は次のとおり位置する。

【数 1】

$$\frac{\omega_{peak}}{\omega_0} = \sqrt{\frac{\beta + \sqrt{\beta^2 - 4}}{2}}, \sqrt{\frac{\beta - \sqrt{\beta^2 - 4}}{2}} \quad \beta = \frac{L_{bal}}{L_{pad}} + 2$$

ここで、 ω_{peak} はピーク角周波数（ラジアン）、 ω_0 は動作角周波数（ラジアン）、すなわち共振曲線の中心周波数、 L_{bal} はバラストインダクタ 310 のインダクタンス、 L_{pad} は 1 次コイル 108 のインダクタンスである。

【0096】

1 次コイル 108 の電流は近似的に次の式で与えられる。

【数 2】

$$I_{pad} = \frac{V_{inp}}{\omega_0 \cdot L_{bal}}$$

ここで V_{inp} は図 5 に示す入力交番電圧のピーク強度である。

【0097】

1 次コイルのピーク電圧は近似的に次の式で与えられる。

【数 3】

$$V_{pad} = V_{inp} \frac{L_{pad}}{L_{bal}}$$

【0098】

V_{inp} は、逆変換器 104 が発生する基本周波数（周波数 f_0 の正弦波成分）の強度である。これは、2 / で乗じた逆変換器電源電圧（rail voltage）と考えてもよい。

【0099】

図7は、共振ピーク間の間隔に関するインダクタ比の効果を示すシミュレーション結果のグラフである。y軸は中心周波数で除したピーク間の周波数間隔を表す。中心周波数は、図6のx軸中心にある。図8は、1次コイル108の電流（1次電流）に対するパラストインダクタ310のインダクタンス値の効果を示すシミュレーション結果のグラフである。

【0100】

上記を用いて、本発明の一つの実施例における図5の回路を設計する例示設計過程は次のとおりである。

【0101】

ステップ1：パラストインダクタ310のインダクタンス値 L_{ba1} 及びタンク電気容量312の容量値 C_{tank} を、この対が周波数 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L C})$ に同調するように選ぶ。また、1次コイル108のインダクタンス値 L_{pad} 及び直列共振コンデンサ106の電気容量 C_p を、この対が周波数 f_0 に同調するように選ぶ。そして、周波数 f_0 を逆変換器104のスイッチング周波数に選ぶ。

10

【0102】

ステップ2：インダクタ比 L_{ba1} / L_{pad} の値を、部品の許容誤差の影響が実質的に小さいように、共振ピークが十分に遠く離れるように選ぶ。近似的に $L_{ba1} / L_{pad} = 1 / 4$ が合理的な起点であることが分かっている。

【0103】

ステップ3：したがって、1次コイル108の期待電圧は近似的に次のとおりになる。

20

【数4】

$$V_{pad} = V_{inp} \frac{L_{pad}}{L_{ba1}}$$

【0104】

1次コイルの巻き数は、実際の逆変換器電圧と、1次コイル電圧と、1次コイル電流と、で動作するように選択してもよい。逆変換器電圧及びコイル電圧の選択は、通常、利用可能なFETと、効率要求条件と、コストと、EMC（電磁両立性）と、を考慮することによって影響される。設計トレードオフは、ステップ2で選んだ比を、上記考慮に従って調整することを意味する。

30

【0105】

ステップ4：適切であれば全体設計の微調整を行う。例えば、すべての許容誤差条件下で逆変換器FETがゼロ電圧スイッチングを使用できるように、パラスト逆変換器310とタンクコンデンサ312との対の共振周波数を、わずかに調整してもよい。ゼロ電圧スイッチング（ZVC）を用いることによって、スイッチングノイズを低下させ、損失を減少させることができる。

【0106】

40

上述のステップは、実際上ある程度同時に実施する必要があることもあるし、部分的に反復して実施する必要があることもある。実用的な実施形態においては、部品値選択に完全な自由度がないことがあるので、部品値に制約があってもよい。

【0107】

図4A～8を振り返ると、1次コイルは自己インダクタンス L_{pad} 又は L_p を有し、この値は隔離されたコイルのリアクタンス（巻線間容量のような寄生容量は無視する）であることが分かる。しかし、このコイルが2次ユニットの2次コイルに結合されたとき、実効インダクタンスは異なって見え、2次コイルのインダクタンス L_s と、二つのコイル間の結合度と、2次ユニットによって課せられる負荷のインピーダンスと、に応じて変化することがある。したがって、観察される実効インダクタンスは隔離下で測定したインダ

50

クタンズとは異なることがある。実効インダクタンスは、結合がどの程度強いかによって変化し、したがって、1次コイルと2次コイルとがどの程度接近して並んでいるかに依存する。また2次負荷にも依存し、したがって時間と共に変化する。一般にシステムの共振周波数を決定するのはこの実効インダクタンスである。このように図4Bに示したとおり、動作周波数はときどき、しばしば、又は常に、その時点の共振周波数とは異なっており、そのためシステムは一般にわずかに「共振からずれて」動作する。したがって図4Dの回路の利点は、システムが意図的に二つの共振ピーク間の周波数で動作する、すなわち共振からずれて動作するように設計されていることである。したがってシステムは、観察される実効インダクタンスの変化にいくぶんか影響を受けなくなる、すなわち鈍感(すなわち実質的に安定)になると考えられる。

10

【0108】

図9は、本発明の一つの実施例によるシステム350の概略図である。システム350はシステム300に類似して、1次ユニット352及び複数の2次ユニット200を含む。

【0109】

1次ユニット352は1次ユニット306と概略同一であるが、二つの1次コイル108だけが示されており、1次コイル108の特定の実施例が示されている点が異なる。1次ユニット352の各1次コイル108は、対応する1次コイル108が長手方向に分散して巻かれた1次コア109として機能する棒状のフェライトを含む。システム350の2次ユニット200の2次コイル302もまた類似の構成を有する。すなわち、図9の各2次ユニット200の2次コイル202は、対応する2次コイル202が長手方向に分散して巻かれた2次コア203として機能する棒状のフェライトを含む。

20

【0110】

本実施例においては、2次コイル202(及びコア203)は1次コイル108(及びコア109)よりもわずかに寸法が小さく、デバイスの配置にいくらかの自由度を与えている。本発明の別の実施例においては、1次コイル108は2次コイルと同一のサイズ(又はわずかに小さいサイズ)であってよい。

【0111】

本実施例において、各1次コイル108は共通のコイル軸を有するように物理的に配置されているが、隣接する1次コイルは互いに反対の極性を有するようになっている。これは図9に例示されており、互いに隣接する1次コイル108のコイル端が共通に接続されており、類似して一番遠く離れた端も共通に接続されている。この配置の利点は、1次コイル108が発生する遠距離電磁界がある程度相殺され、1次ユニット352に起因する干渉を減少できることである。この方法で多くの1次コイル108を交番極性で一列に並べられる。本発明の別の実施例においては、各1次コイル108は、例えば隣り合わせなど別の方法で配置してもよい。別の実施例においては、各1次コイルはすべて同一の極性を有してもよいし、別個の位相のずれた駆動システムによって反対極性を提供してもよい。

30

【0112】

本実施例の1次コイル108の配置は、上述の棚状1次ユニットになる。1次コイル108の列を棚の下に配置して、棚自体を電力転送面にしてもよい。そして2次ユニット200は、棚の上で1次ユニットから電力を誘導で受電するようにしてもよい。

40

【0113】

図10は、本発明の一つの実施例による1次ユニット362の概略図である。上述のとおり、ここで述べた1次ユニットの1次コイル108の数は、実施例ごとに異なってもよい。この点を考慮すれば、1次ユニット362は例えば、1次ユニット302、306及び352の代わりに用いてもよい。

【0114】

1次ユニット362は、次の点で1次ユニット306と異なっている。第一に、安定回路308と、コンデンサ106と、1次コイル108とのうち一つを含む回路部分は、1

50

次コイル 108 ごとに繰り返され、この部分は一緒に並列に接続される。第二に、緩衝増幅器 110 (ピーク検出器) は、1 次コイル 108 のうち一つだけに接続される。

【0115】

したがって 1 次ユニット 362 において、安定回路はすべて逆変換器 104 に接続されて、逆変換器 104 はすべてを同時に駆動する。この 1 次ユニット 362 の構成は、前に詳細に説明した安定回路 308 の利点を利用している。すなわち、逆変換器 104 は、基本出力周波数が、各並列接続部分の周波数応答曲線の実質的な平坦部にあるように構成される。並列接続部分が互いに相互類似であるように構成することによって、各並列接続部分の周波数応答曲線の実質的な平坦部が、周波数上の近似的同一部分にあるようにすることができる。したがって、並列接続部分の全体合成回路 (及び個々の各部分) が、2 次側の変化 (例えば 2 次ユニット 200 の存在 / 不在、又は 2 次ユニット 200 の種類) に鈍感になる。これが、これらのコイル 108 のうち一つ (この場合、一番上のコイル 108) の電圧を検出するだけで、各 1 次コイル 108 の電圧を調整できる一つの理由である。すなわち、1 次コイル 108 のうち一つの動作を調整することによって、すべての 1 次コイル 108 の動作を調整できる。1 次コイル 108 ごとに別個の調整回路 (例えばコイル 108 ごと別の緩衝増幅器 110 及びより複雑な MPU 112 を必要とする) を必要としないことはコスト及び複雑度の点で有利である。

10

【0116】

図 11 は、本発明の一つの実施例による 1 次ユニット 372 の概略図である。例えば 1 次ユニット 372 を、1 次ユニット 302、306、352 及び 362 の代わりに使用してもよい。

20

【0117】

1 次ユニット 372 は 1 次ユニット 362 と概略同一であるが、各 1 次コイル 108 が緩衝増幅器 110 (ピーク検出器) を介して帰還経路に供給される点が異なる。さらに、複数入力を備える MPU 374 が MPU 112 の代わりに提供される。

【0118】

1 次ユニット 372 は、各 1 次コイル 108 の電圧を検出し、動作を調整することができる。ここでは、検出した 1 又は複数の電圧のいずれかによって DC / DC 変換器 102 の動作を制御することによって調整する。ある状況、例えば 2 次ユニット 200 が一つだけあるときには、特定 1 次コイル 108 を正確に制御するために、特定コイルから検出された電圧によって調整を制御することが有利である。別の状況においては、別々の時間に別々のコイル 108 で測定した電圧を用いて調整するのが有利である。全体的に、1 次ユニット 372 において高い制御能力が得られる。

30

【0119】

図 12 ~ 15 は、それぞれ 1 次ユニット 382 と、392 と、402 と、412 との概略図であり、それぞれ本発明の別の実施例を成す。例えばこれらの 1 次ユニット 302 と、306 と、352 と、362 と、372 とのいずれかの代わりに用いてもよい。

【0120】

各 1 次ユニット 382、392、402 及び 412 は、次の違いを除いて 1 次ユニット 302 と概略同一である。これらの実施例は、帰還信号 (回路の検出動作) が、1 次ユニット回路のいくつかの異なった点のいずれにおいても得られることを示すものであることを理解されたい。

40

【0121】

図 12 の 1 次ユニット 382 において、AC 電圧検出は 1 次ユニット 302 と同様に行われるが、コンデンサ 106 と逆変換器 104 との間で行われる。図 13 の 1 次ユニット 392 においては、AC 電流検知器 394 が 1 次コイルに接続される (電流変成器として示されている)。図 14 の 1 次ユニット 402 においては、DC 電圧検出が DC / DC 変換器 102 と逆変換器 104 との間で行われる。図 15 の 1 次ユニット 412 においては、DC 電流検出 (直列抵抗器 414 及び演算増幅器 416 によって形成される) が DC / DC 変換器 102 と逆変換器 104 との間で行われる。

50

【 0 1 2 2 】

図 1 6 は、本発明の一つの実施例による 1 次ユニット 4 2 2 の概略図である。1 次ユニット 4 2 2 を、例えば 1 次ユニット 3 0 2、3 0 6、3 5 2、3 6 2、3 7 2、3 8 2、3 9 2、4 0 2 及び 4 1 2 のいずれかの代わりに用いてもよい。

【 0 1 2 3 】

1 次ユニット 4 2 2 は 1 次ユニット 3 7 2 に概略類似するが、並列部分が安定回路を備えず（しかしほかの実施例では安定回路を備えてもよい）、各並列部分のコンデンサ 1 0 6 が可変リアクタンス（可変電気容量）4 2 4 で置き換えられることが異なる。さらに、1 次ユニット 4 2 2 は M P U 4 2 6（M P U 1 1 2 の代わりに）を備え、M P U は、これらリアクタンスの値を制御するために電圧検出（緩衝増幅器 1 1 0 経由）の入力と、可変リアクタンス 4 2 4 の出力とを備える。

10

【 0 1 2 4 】

したがって 1 次ユニット 4 2 2 においては、各並列部分は 1 次コイル 1 0 8 及び互いに直列に接続された可変リアクタンス 4 2 4 を備える。各可変リアクタンス 4 2 4 は、この実施例においては可変電気容量として実現され、M P U 4 2 6 の制御下で接続切断されるコンデンサアレイによって形成される。この可変電気容量は、例として M O S F E T 又は M E M を用いて製造してもよい。可変電気容量の値は M P U 4 2 6 によって制御可能である。

【 0 1 2 5 】

可変リアクタンス 4 2 4 の容量値が変化すると、（1 次コイル 1 0 8 と可変リアクタンス 4 2 4 との）L C 合成回路は、共振し、又は共振しないように調整される。このようにして関係するピークコイル電圧は、L C 合成回路の共振周波数を、逆変換器 1 0 4 の基本周波数に向かう、又は遠ざかるように調整することによって、制御可能に変化させられる。

20

【 0 1 2 6 】

このように 1 次ユニット 4 2 2 において各 1 次コイル 1 0 8 のピーク電圧を検出し、M P U 4 2 6 はこれらの帰還信号を用いて D C / D C 変換器 1 0 2 及び可変リアクタンス 4 2 4 双方を制御してもよい。各 1 次コイル 1 0 8 は、別々の電圧レベルに調整してもよい。ここで開示した実施例は電圧の検出及び調整に注目しているが、本発明の別の実施例では、1 次コイル 1 0 8 の電流又は電力を調整してもよい。

30

【 0 1 2 7 】

1 次ユニット 4 2 2 において、各 1 次コイル 1 0 8 が可変リアクタンス 4 2 4 を有することは本質的ではない。例えば 1 次コイル 1 0 8 の一つがコンデンサ 1 0 6 のような固定コンデンサを有し、残りは可変リアクタンスを有してもよい。1 次コイル 1 0 8 は D C / D C 変換器 1 0 2 を制御することによって一緒に調整してもよく、また 1 次コイル 1 0 8 は可変リアクタンス 4 2 4 を制御することによって、互いに（及び固定コンデンサ 1 0 6 を有するコイル 1 0 8 に対して）調整してもよい。より一般には可変インピーダンスを用い（抵抗を組み込む）てもよいが、抵抗に関する損失（熱消費として現れる）はいくつかの実施例では望ましくないことがある。

【 0 1 2 8 】

図 1 7 は、本発明の一つの実施例による 1 次ユニット 4 3 2 の概略図である。前と同様に、1 次ユニット 4 3 2 は本発明を実施した前述の 1 次ユニットの代わりに用いてもよい。

40

【 0 1 2 9 】

1 次ユニット 4 3 2 は 1 次ユニット 4 2 2 と同一であるが、並列部分を共通の逆変換器 1 0 4 で駆動する代わりに各部分を半橋絡回路 4 3 4 で駆動し、該半橋絡回路 4 3 4 を共通駆動回路 4 3 6 及び発振器 4 3 8 で駆動する点が異なる。

【 0 1 3 0 】

1 次ユニット 4 2 2 及び 4 3 2 の L C 合成回路に注目すると、可変コンデンサを形成するいくつかの方法（例えば、バラクタを使う方法又はコンデンサの種々の直列並列合成回

50

路を使う方法)があることが分かる。代替として、L又はCを変えることによって、LC合成回路全体が変わるので、可変インダクタンスと直列接続した固定コンデンサを用いてもよい。これは、個別導体の切替配列を用いて実現してもよいし、例えばフェライト棒にタップつきのコイルを巻いて、種々の巻き数の組を短絡したり選択したりして全体のインダクタンスを変えるようにすることによって実現してもよい。

【0131】

図18は、本発明の一つの実施例による1次ユニット442の概略図である。前と同様に、1次ユニット442は本発明を実施した前述の1次ユニットの代わりに用いてもよい。

【0132】

1次ユニット442は1次ユニット432と同一であるが、各並列部分が半橋絡回路434(並びに駆動回路436及び発振器438)の代わりに、個別の逆変換器104を備える点異なる。さらに、各可変リアクタンス424は固定コンデンサ106で置き換えられている。

【0133】

図17の場合と類似して、各並列部分を制御するために各逆変換器はMPU426で制御できる専用の可変周波発振器444を備える。したがって各1次コイル108に供給される駆動周波数(すなわち関係する逆変換器104の基本出力周波数)を、共振周波数へ向かう又は遠ざかるように調整し、それによってコイルのAC電圧(ピーク電圧又は例えばRMS電圧)を調整することができる。図17と同様に、各1次コイルの信号は緩衝増幅器(ピーク検出器)110を介して検出され、MPU426は出力の信号を動的に制御してシステム制御/調整を行う。このようにして、MPU426はDC/DC変換器102の動作及び/又は1又は複数の可変周波発振器444の動作を選択的に制御することができる。MPU426は各1次コイル108の電圧(又は別の実施例においては電流又は電力)を、所望であればすべてを同一レベルに又は別々のレベルに動的に調整することができる。

【0134】

前と同様、各逆変換器104が専用の可変周波発振器444を備える必要はない。例えば、逆変換器104の一つが固定周波発振器を備え、残りが可変周波発振器444を備えてもよい。1次コイル108はDC/DC変換器102を制御することによって一緒に調整してもよいし、1次コイル108は可変周波発振器444を制御することによって互いに(そして固定周波発振器を備えたコイル108に対して)調整してもよい。

【0135】

図19及び20は、本発明のいくつかの実施例による1次ユニットの充電面上の1次コイル108の許容される配置を示す概略図である。このような実施例においては、2次ユニット200は、上記のような充電する1次ユニットの充電面上にどこにでも、又は実質的にどこにでも置くことができるように考えられている。このような場合、関係する1次ユニットは複数の1次コイルを含んでもよい。

【0136】

図19においては、充電面はフェライトコイル巻線450の配列、すなわちフェライト背面板452上に巻かれたコイル450の配列を有する。図20においては、充電面はPCB(印刷回路基板)462上にエッチングした印刷六角スパイラルコイル460の配列を有し、PCBはフェライト及び/又は金属のシールド底面を有してもよい。図20においては、各六角形460は、個別のコイルと考えてもよい。長方形464は、充電する(すなわちそこから誘導で電力を受電する)1次ユニットの充電面に置かれた上記の2次ユニットを組み込んだ2次ユニット200、すなわち2次デバイスの取り得る形状(footprint)を表す。

【0137】

いくつかの実施例において、2次ユニット200の形状は充電面上の充電範囲よりも小さく、複数の2次ユニットを同時に充電してもよいことを理解されたい。図19及び20

10

20

30

40

50

に示したような配列において、各1次コイル108を接続又は切断して、あるコイルだけを特定の時間、活性にしてもよい。全体のインダクタンスを一定に保ち、システムを共振状態に保つため、一つの1次コイル108が切断されたとき、代わりにインダクタ(ダミーコイル)を接続することが好ましい。この考え方から類推して、本発明の新規な実施例を形成するために、前に説明した実施例のいずれかに適用してもよい。この考え方は後段でより詳細に説明する。この考え方はまた、たとえ一つの2次ユニットだけが電力を受電するときでさえ、充電面に対する2次ユニットの位置及び/又は方向に応じて、異なる1次コイル及び異なった数の1次コイルを活性にする必要があるので、有利である。したがってシステムの共振状態を維持するために、このような位置/方向に応じて別のダミーコイル又は別の数のダミーコイルを別の時間に活性にする必要がある。

10

【0138】

「ダミーコイル」は標準インダクタであって、1次コイルよりも小型かつ軽いものであってよい。さらに、ダミーコイルは、1次コイルが発生する電磁界に影響をおよぼさないように、シールド、すなわち放射しないように設計してもよい。ダミーコイルは、電力転送範囲からの(熱、放射又はそれ以外の)影響を最小にするために、電力転送範囲から離れた1次ユニット内に配置してもよい。したがって、発生した電磁界にダミーコイルが影響を起こさないように、ダミーコイルを用いて駆動回路から見たインダクタンスを維持することができる。

【0139】

図21は、本発明の一つの実施例による1次ユニット472の概略図である。前と同様に、1次ユニット472は本発明を実施した前述の1次ユニットの代わりに用いてもよい。

20

【0140】

上述のとおり、「ダミーコイル」の考え方を前述の実施例のいずれかに適用してもよく、1次ユニット472は、図3の1次ユニット306に適用したこの考え方の一例である。

【0141】

図21から分かるように、各1次コイル108はスイッチ474と直列に接続され、(例えばMPU112の制御下で)接続又は切断できる。1次コイル108(及びスイッチ474)と並列に対応する、スイッチ478と直列に接続されたインダクタ476(ダミーコイルとして動作する)が接続される。このように、1次コイル108とインダクタ476との並列回路の同一の全体インダクタンスを維持するため、一つの1次コイル108が切断されると、インダクタ(ダミーコイル)476が接続される。

30

【0142】

上記の説明は、回路中で一方が他方の代わりに接続できるように、1次コイル108のインダクタンスとインダクタ(ダミーコイル)のインダクタンスとの1対1の関係を仮定している。1次ユニット472を考慮したときは、同一数の1次コイル108とインダクタ(ダミーコイル)476とが接続されることを更に仮定している。これは本発明の一つの実施例について成り立つが、別の実施例には成り立たない。例えば本発明の一つの実施例においては、任意のある時間には、特定数までの1次コイル108だけが切断されることが分かっている。この場合、特定数のインダクタ476(その数は、1次コイル108の数より少ない)だけが接続できる。また例えば、本発明の別の実施例においては、1次コイル108が切断されているとき、常に少なくとも特定数が切断されることが分かっている。この場合、特定数の1次コイル108(その数は1より大きい)と同一のインダクタンスを有するように、インダクタ(ダミーコイル)476の一つを構成することができる。1次コイル108及びインダクタ(ダミーコイル)476の別の構成も可能であり、本発明の更なる実施例を形成することを理解されたい。

40

【0143】

図22は、本発明のいくつかの実施例を表す1次ユニット482の概略図である。

【0144】

50

1次ユニット482は、1次コイル108及びインダクタ(ダミーコイル)476を接続切断する考え方を本発明の実施例に適用する方法を一般的に示そうとするものである。1次ユニット482は、1次コイル108及びインダクタ476の配列と、駆動回路484と、スイッチユニット486とを含む。1次コイル108及びインダクタ476はスイッチユニット486を介して駆動回路484の接地端子に一端が共通に接続されている。1次コイル108及びインダクタ476の他端は、スイッチユニット486の制御下で駆動回路484の出力1又は出力2のいずれかに選択的に接続できる。以降明白になるが、駆動回路484は任意の数の出力を有してもよいが、便宜上二つだけを示している。

【0145】

1次ユニット482の構成は、ここに開示した1次ユニットの各実施例に一般に適用可能である。例えば1次ユニット108は、図19又は20の配列であってよい。また、例えば一つの出力だけを有する(又はほかの出力が接続されていない)駆動回路484を考慮すると、1次コイル108及びインダクタ476は図21に示したものであってよく、スイッチユニット486は、図21のスイッチ474及び478の合成回路であってよく、駆動回路484は図21の回路の残りの部分であってよく、駆動回路出力は図21のコンデンサ106及び緩衝増幅器110の間である。

【0146】

駆動回路484の1を超える出力を提供する利点は、1次コイル108及びインダクタ476が、出力当たり一組の組で制御され、一つの組が別の組に対して異なる電圧で調整される。図22に例示したように、任意の数の1次コイル108及びインダクタ476を駆動回路出力のいずれかに接続してもよい。

【0147】

図23は、駆動回路484と交換して本発明の実施例を形成することができる駆動回路492の概略図である。駆動回路492は図23の1次ユニット492と同一であるが、1次コイル108が出力1及び出力2を残して取り除かれており、半橋絡回路434の残りの下側の出力は図22の共通接地との両立性のために共通に接続されている点が異なる。したがって、一組の1次コイル108(又はインダクタ476)は(出力1を介して)一つの電圧に調整し、別の1次コイル108(又はインダクタ476)の組は(出力2を介して)別の電圧に調整してもよい。ここでも前と同様に調整は電圧、電流又は電力の調整であってよい。

【0148】

別々の1次コイル108を別々の1次コイル電圧に調整することは、同一の充電面にあるか、又は少なくとも同一の1次ユニットから誘導で電力を受電する別々の負荷(例えば、別々の種類の2次ユニット200、すなわち2次デバイス)に別々のレベルの電力を供給するために有用である。このことはまた、1次ユニットと2次ユニットとの間の結合は、1次ユニットに対する2次ユニットの位置及び/又は方向に応じて大きく変化するので、有用である。さらに、実際のコンデンサ及びインダクタの許容誤差が、一つの2次ユニット、すなわちある2次ユニットすなわちデバイスとその次のユニットすなわちデバイスとの差になる。

【0149】

この結合の変動によって、2次ユニット/デバイスが大きな電圧入力範囲をうまく処理しなければならないことになるので、2次ユニット/デバイスがうまく処理しなければならない電圧範囲を制限して、2次ユニットが低電圧関連部品を含み、それによってコストを減少させ、効率を改善できることが一般に望ましい。このことに配慮して、本発明の一つの実施例においては1次ユニット及び2次ユニットが互いに通信するように構成してもよい。例えば、本発明の一つの実施例の2次デバイスが1次ユニットに電力要求条件を示す情報を伝送するように構成してもよい。それに応答して、1次ユニットが関係する1次コイルを情報に従って調整するように構成してもよい。いくつかの実施例においては、このような伝送は、例えば2次ユニットから1次ユニットへの片方向伝送だけでよい。しかしより高信頼な伝送には双方向伝送を利用してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 0 】

図 2 4 は、本発明の一つの実施例による 1 次ユニット 5 0 2 の概略図である。1 次ユニット 5 0 2 は、1 次ユニット 5 8 2 の例示実施例であり、一連の 1 次コイル 1 0 8 及びインダクタ（ダミーコイル）4 7 6 が（図 2 1 のように）別々に示されており、スイッチユニット 4 8 6 の例示実施例が明示的に示されている。更にスイッチユニット 4 8 6 の制御は M P U 5 0 4 によって処理され、M P U はここに開示した本発明のほかの実施例に示した M P U の一部であってもよいし、別個のものであってもよい。

【 0 1 5 1 】

本発明の一つの実施例においては、図 1 8 に示したものと類似して、1 次ユニットの駆動周波数を制御可能に変化させると有利である。このことは、例えば 2 次ユニットが D C / D C 変換器を含んでおらず、代わりに帰還情報を 1 次ユニットへ伝送するとき、有用である。例えば一つの実施例においては、1 次ユニットは一つの周波数で 1 次コイル、すなわち一つの 2 次ユニットのコイルを駆動し、2 次ユニットからの帰還信号に応じて別の周波数で別の 1 次コイル、すなわち別の 2 次ユニットのコイルを駆動してもよい。この点に関して、少なくともいくつかの実施例は、（一次側からの帰還信号と同様に、又はその代わりに）2 次側から帰還信号を取得できる。

【 0 1 5 2 】

本発明の別の実施例が、本願請求項の範囲内で可能であることを理解されたい。

< 付記 >

本発明は、次の態様も含む。

1 . 誘導電力転送システムの 1 次ユニットに用いる回路であって、該回路は前記システムの 1 又は複数の 2 次ユニットへの電磁誘導によって無線で電力を転送するために電磁界を発生し、前記 2 次ユニットは前記 1 次ユニットから分離されており、

1 次コイル又はダミーコイルをそれぞれ備える複数の駆動可能部と、

前記 1 次コイルを備える被駆動部が前記電磁界を発生するように、駆動信号を前記駆動可能部のうち二つ又は少なくとも二つに供給する駆動手段と、

前記被駆動部のうち 1 又は複数の前記 1 次コイル又はダミーコイルの特性を示す帰還信号によって、前記帰還信号を調整するように前記回路を制御する制御手段と、

を備え、前記回路は、

前記被駆動部が並列接続されて、調整された共振応答を有し、

前記制御手段が前記の駆動されるコイルそれぞれの特性を調整するように構成された回路。

2 . 前記コイルの特性は、該コイルのコイル信号の強度とする請求項 1 に記載の回路。

3 . 前記駆動可能部はそれぞれ、実質的に前記 1 次コイル又はダミーコイルだけを含む請求項 1 又は 2 に記載の回路。

4 . 前記帰還信号は、前記被駆動部のコイルに共通する電圧信号強度を示すように構成する請求項 3 に記載の回路。

5 . 前記被駆動部と共通、かつ直列に接続された電気容量を備える請求項 3 又は 4 に記載の回路。

6 . 駆動期間中、

前記駆動信号は特定基本周波数を有し、

前記電気容量は特定容量値を有し、

前記被駆動部は合成特定インダクタンス値を有する、

ように構成する請求項 5 に記載の回路。

7 . 前記駆動期間中、常に駆動される被駆動部は、実質的に前記合成特定インダクタンス値を有するように構成する請求項 6 に記載の回路。

8 . 前記駆動期間の一つの期間に駆動される被駆動部は、前記駆動期間の別の期間に駆動される被駆動部と同一ではないように構成する請求項 6 又は 7 に記載の回路。

9 . 前記特定容量値は、前記被駆動部が前記特定基本周波数で共振する値とする請求項 6 ~ 8 のいずれか一項に記載の回路。

10 . 前記容量は固定容量値とし、前記駆動信号は固定基本周波数を有する請求項 6 ~ 9 のいずれか一項に記載の回路。

11 . 前記被駆動部は互いに実質的に同一のインダクタンスを有するように構成され、前記回路は、前記駆動期間の一つの期間に駆動される被駆動部の数が、前記駆動期間の別の期間に駆動される被駆動部の数と同一であるように構成される、請求項 6 ~ 10 のいずれか一項に記載の回路。

12 . 前記回路は、前記被駆動部が二つの主共振ピーク及び該二つの主共振ピークの間の実質的な平坦部を有する周波数応答を共通に有するように構成され、前記駆動信号は、前記二つの主共振ピークの間、かつ前記平坦部内の周波数に基本周波数を有する、請求項 3 ~ 11 のいずれか一項に記載の回路。

13 . 前記被駆動部は、直列電気容量及び安定回路に共通に接続されるように構成され、

前記直列電気容量及び安定回路は、前記被駆動部が前記周波数応答を共通に有するように構成される、請求項 12 に記載の回路。

14 . 前記回路は、前記被駆動部が合成インダクタンス L_1 を有するように構成され、前記直列電気容量は容量 C_1 を有し、 L_1 及び C_1 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_1 C_1})$ 、 f_0 は前記基本周波数、であるように構成する、請求項 13 に記載の回路。

15 . 前記安定回路は、前記容量 C_1 と直列に接続されたインダクタンス L_2 と、前記の直列に接続された容量 C_1 と並列に接続された容量 C_2 と、インダクタンス L_1 とを有し、

L_2 及び C_2 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_2 C_2})$ 、 f_0 は前記基本周波数、であるように構成する、請求項 14 に記載の回路。

16 . 前記の値 L_1 及び L_2 は、前記二つの主共振ピークが、前記回路の動作中に前記 1 次コイルと前記 2 次ユニットとの間の結合によって生じる実効インダクタンスの変化の影響が実質的に小さいように、周波数上十分に遠く離れるように構成する請求項 15 に記載の回路。

17 . 前記の値 L_1 及び L_2 は、近似的に $L_1 / L_2 = 4$ であるように構成する請求項 15 又は 16 に記載の回路。

18 . 前記駆動可能部はそれぞれ、駆動されたとき、二つの主共振ピーク及び該二つの共振ピークの間の実質的な平坦部を有する周波数応答を有するように構成され、

前記駆動信号は、前記二つの主共振ピークの間、かつ前記平坦部内の周波数に基本周波数を有する、請求項 1 又は 2 に記載の回路。

19 . 前記駆動可能部は、駆動されたとき互いに実質的に同一のインダクタンスを有するように構成される請求項 18 に記載の回路。

20 . 前記駆動可能部は、互いに実質的に同一の形状を有する請求項 18 又は 19 に記載の回路。

21 . 前記駆動可能部はそれぞれ、コイルと直列に接続された電気容量及び安定回路を備え、

前記被駆動部ごとに、対応するコイルと、該コイルと直列に接続された電気容量と、安定回路とが、前記駆動可能部が駆動されたとき前記周波数応答を有するように構成する、請求項 18 ~ 20 のいずれか一項に記載の回路。

22 . 前記 1 次コイルのインダクタンスは前記ダミーコイルのインダクタンスと実質的に同一とし、

前記駆動可能部の直列電気容量は互いに実質的に同一とし、

前記駆動可能部の安定回路は互いに実質的に同一とし、

前記コイルと、前記直列電気容量と、前記安定回路とは、前記駆動可能部のいずれにおいても実質的に同一の方法で構成される、請求項 21 に記載の回路。

23 . 前記駆動可能部ごとに、

10

20

30

40

50

前記コイルはインダクタンス L_1 を有し、前記直列電気容量は容量 C_1 を有し、
 L_1 及び C_1 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \pi \sqrt{L_1 C_1})$ 、 f_0 は前記基本周波数、である
 ように構成する、請求項 21 又は 22 に記載の回路。

24. 前記駆動可能部ごとに、

前記安定回路は、前記容量 C_1 と直列に接続されたインダクタンス L_2 と、前記の直列
 に接続された容量 C_1 及びコイルと並列に接続された容量 C_2 とを有し、

L_2 及び C_2 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \pi \sqrt{L_2 C_2})$ 、 f_0 は前記基本周波数、である
 ように構成する、請求項 23 に記載の回路。

25. 前記駆動可能部ごとに、前記の値 L_1 及び L_2 は、前記二つの主共振ピークが、
 前記回路の動作中に前記 1 次コイルと前記 2 次ユニットとの間の結合によって生じる実効
 インダクタンスの変化の影響が実質的に小さいように、周波数上十分に遠く離れるように
 構成する請求項 24 に記載の回路。

26. 前記駆動可能部ごとに、前記の値 L_1 及び L_2 は、近似的に $L_1 / L_2 = 4$ であ
 るように構成する請求項 24 又は 25 に記載の回路。

27. 前記帰還信号が前記被駆動部のうち一つだけから取得されるように、前記回路を
 構成する請求項 18 ~ 26 のいずれか一項に記載の回路。

28. 前記帰還信号が、前記被駆動部の 1 次コイル又はダミーコイルの電圧、電流又は
 電力の信号を表すように、前記回路を構成する請求項 27 に記載の回路。

29. 前記回路は、前記被駆動部それぞれから独立した前記帰還信号が取得されるよう
 に構成され、

前記制御手段は、前記帰還信号のうち 1 又は複数によって、前記制御を行う、
 請求項 18 ~ 26 のいずれか一項に記載の回路。

30. 前記回路は、前記被駆動部それぞれから、又は前記回路から誘導電力を受電する
 2 次ユニットそれぞれから、独立した前記帰還信号が取得されるように構成され、

前記駆動可能部のそれぞれ、又は一つを除くそれぞれが被制御要素を含み、
 前記制御手段は、前記帰還信号に応答して、前記被制御要素を制御することによって、
 前記制御を行う、
 請求項 1 又は 2 に記載の回路。

31. 前記制御手段は、前記被制御要素を用いて前記の駆動されるコイルの特性を互い
 に調整する請求項 30 に記載の回路。

32. 前記被制御要素は、可変リアクタンスとする請求項 30 又は 31 に記載の回路。

33. 前記被制御要素は、可変電気容量とする請求項 30 ~ 32 のいずれか一項に記載
 の回路。

34. 前記被制御要素は、前記制御下で前記被駆動部の前記駆動信号の基本周波数を
 変化させる請求項 30 又は 31 に記載の回路。

35. 前記被制御要素は、可変周波逆変換器又は半橋絡回路とする請求項 34 に記載の
 回路。

36. 前記駆動可能部はそれぞれ、コイルに直列に接続された電気容量を有する請求項
 30 ~ 35 のいずれか一項に記載の回路。

37. 前記ダミーコイルは、駆動されたとき電磁界を発生しないインダクタとする請求
 項 1 ~ 36 のいずれか一項に記載の回路。

38. 前記ダミーコイルのインダクタンスは、前記 1 次コイルのインダクタンスと実質
 的に同一とする請求項 1 ~ 37 のいずれか一項に記載の回路。

39. 前記コイルは、駆動されたとき互いに同一の極性を有する請求項 1 ~ 38 のい
 ずれか一項に記載の回路。

40. 前記コイルのうち 1 又は複数は、駆動されたとき前記コイルのうち別の 1 又は複
 数と異なる極性を有する請求項 1 ~ 39 のいずれか一項に記載の回路。

41. 誘導電力転送システムの 1 次ユニットに用いる回路であって、該回路は前記シス
 テムの 2 次ユニットへの電磁誘導によって無線で電力を転送するために、時間変動電磁界
 を発生し、前記 2 次ユニットは前記 1 次ユニットから分離されており、

10

20

30

40

50

1次コイルを備える駆動可能部と、
前記1次コイルが前記電磁界を発生するための所定基本周波数を有する駆動信号を、前記駆動可能部に供給する駆動手段と、
を備え、

前記駆動可能部は、駆動されたとき、二つの主共振ピーク及び該二つの主共振ピークの間の実質的な平坦部を有する周波数応答を有するように構成され、

前記駆動手段は、前記基本周波数が、前記二つの主共振ピークの間、かつ前記平坦部内の周波数にあるように構成された、回路。

42. 前記駆動可能部の1次コイルは、駆動されたとき、直列に接続された電気容量及び安定回路に接続され、

前記1次回路と、直列電気容量と、安定回路とは、前記駆動可能部が駆動されたとき、前記周波数応答を有するように構成される、

請求項41に記載の回路。

43. 前記1次コイルはインダクタンス L_1 を有し、

前記直列電気容量は直列容量 C_1 を有し、

L_1 及び C_1 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_1 C_1})$ 、 f_0 は前記基本周波数、であるように構成する、請求項42に記載の回路。

44. 前記安定回路は、前記駆動可能部が駆動されたとき、前記容量 C_1 と直列に接続されたインダクタンス L_2 と、前記の直列に接続された容量 C_1 と並列に接続された容量 C_2 と、前記1次コイルとを有し、

L_2 及び C_2 の値は、 $f_0 = 1 / (2 \sqrt{L_2 C_2})$ 、 f_0 は前記基本周波数、であるように構成する、請求項43に記載の回路。

45. 前記の値 L_1 及び L_2 は、前記二つの主共振ピークが、前記1次コイルと前記2次ユニットとの間の結合によって生じる実効インダクタンスの変化の影響が実質的に小さいように、周波数上十分に遠く離れるように構成する請求項44に記載の回路。

46. 前記の値 L_1 及び L_2 は、近似的に $L_1 / L_2 = 4$ であるように構成する請求項44又は45に記載の回路。

47. 請求項1～46のいずれか一項に記載の回路を備えた誘導電力転送システムに用いる1次ユニット。

48. 電磁界を発生する1次ユニットと、

前記1次ユニットとは分離された少なくとも一つの2次ユニットであって、前記1次ユニットの近傍にあるとき、該1次ユニットから電磁誘導によって無線で電力を受電するように構成された2次ユニットと、

を備え、前記1次ユニットは請求項1～46のいずれか一項に記載の回路を備える誘導電力転送システム。

49. 実質的に付属の図面に関して本願明細書で説明したとおりの回路、1次ユニット又は誘導電力転送システム。

本発明は、更に次の態様も含む。

1. 誘導電力転送システムの1次ユニットに用いる回路であって、該回路は前記システムの1又は複数の2次ユニットへの電磁誘導によって無線で電力を転送するために電磁界を発生し、前記2次ユニットは前記1次ユニットから分離されており、

1次コイル又はダミーコイルをそれぞれ備える複数の駆動可能部と、

前記1次コイルを備える被駆動部が前記電磁界を発生するように、駆動信号を前記駆動可能部のうち二つ又は少なくとも二つに供給する駆動回路と、

前記被駆動部のうち1又は複数の前記1次コイル又はダミーコイルの特性を示す帰還信号によって、前記帰還信号を調整するように前記回路を制御する制御回路と、

を備え、前記回路は、

前記被駆動部が並列接続されて、調整された共振応答を有し、

前記制御回路が前記の駆動されるコイルそれぞれの特性を調整する、

ように構成された回路。

10

20

30

40

50

2. 前記コイルの特性は、該コイルのコイル信号の強度とする請求項 1 に記載の回路。
3. 前記駆動可能部はそれぞれ、実質的に前記 1 次コイル又はダミーコイルだけを含む請求項 1 に記載の回路。
4. 前記帰還信号は、前記被駆動部のコイルに共通する電圧信号強度を示すように構成する請求項 3 に記載の回路。
5. 前記被駆動部と共通、かつ直列に接続された電気容量を備える請求項 3 に記載の回路。
6. 駆動期間中、
前記駆動信号は特定基本周波数を有し、
前記電気容量は特定容量値を有し、
前記被駆動部は合成特定インダクタンス値を有する、
ように構成する請求項 5 に記載の回路。
7. 前記駆動期間中、常に駆動される被駆動部は、実質的に前記合成特定インダクタンス値を有するように構成する請求項 6 に記載の回路。
8. 前記駆動期間の一つの期間に駆動される被駆動部は、前記駆動期間の別の期間に駆動される被駆動部と同一ではないように構成する請求項 6 に記載の回路。
9. 前記特定容量値は、前記被駆動部が前記特定基本周波数で共振する値とする請求項 6 に記載の回路。
10. 前記容量は固定容量値とし、前記駆動信号は固定基本周波数を有する請求項 6 に記載の回路。
11. 前記回路は、前記駆動期間の一つの期間に駆動される被駆動部の数が、前記駆動期間の別の期間に駆動される被駆動部の数と同一であるように構成される、請求項 6 に記載の回路。
12. 前記回路は、前記被駆動部が二つの主共振ピーク及び該二つの主共振ピークの間の実質的な平坦部を有する周波数応答を共通に有するように構成され、
前記駆動信号は、前記二つの主共振ピークの間、かつ前記平坦部内の周波数に基本周波数を有する、請求項 3 に記載の回路。
13. 前記被駆動部は、直列電気容量及び安定回路に共通に接続されるように構成され、
前記直列電気容量及び安定回路は、前記被駆動部が前記周波数応答を共通に有するように構成される、請求項 12 に記載の回路。
14. 前記駆動可能部はそれぞれ、駆動されたとき、二つの主共振ピーク及び該二つの共振ピークの間の実質的な平坦部を有する周波数応答を有するように構成され、
前記駆動信号は、前記二つの主共振ピークの間、かつ前記平坦部内の周波数に基本周波数を有する、請求項 1 に記載の回路。
15. 前記駆動可能部は、駆動されたとき互いに実質的に同一のインダクタンスを有するように構成される請求項 14 に記載の回路。
16. 前記駆動可能部は、互いに実質的に同一の形状を有する請求項 14 に記載の回路。
17. 前記駆動可能部はそれぞれ、コイルと直列に接続された電気容量及び安定回路を備え、
前記駆動可能部ごとに、対応するコイルと、該コイルと直列に接続された電気容量と、安定回路とが、前記駆動可能部が駆動されたとき前記周波数応答を有するように構成する、請求項 14 に記載の回路。
18. 前記駆動可能部の直列電気容量は互いに実質的に同一とし、
前記駆動可能部の安定回路は互いに実質的に同一とし、
前記コイルと、前記直列電気容量と、前記安定回路とは、前記駆動可能部のいずれにおいても実質的に同一の方法で構成される、
請求項 17 に記載の回路。
19. 前記帰還信号が前記被駆動部のうち一つだけから取得されるように、前記回路を

10

20

30

40

50

構成する請求項 1 4 に記載の回路。

2 0 . 前記帰還信号が、前記被駆動部の 1 次コイルの電圧、電流又は電力の信号を表すように、前記回路を構成する請求項 1 9 に記載の回路。

2 1 . 前記回路は、前記被駆動部それぞれから独立した前記帰還信号が取得されるように構成され、

前記制御回路は、前記帰還信号のうち 1 又は複数によって、前記制御を行う、請求項 1 4 に記載の回路。

2 2 . 前記回路は、前記被駆動部それぞれから、又は前記回路から誘導電力を受電する 2 次ユニットそれぞれから、独立した前記帰還信号が取得されるように構成され、

前記駆動可能部のそれぞれ、又は一つを除くそれぞれが被制御要素を含み、前記制御回路は、前記帰還信号にตอบสนองして、前記被制御要素を制御することによって、前記制御を行う、

請求項 1 に記載の回路。

2 3 . 前記制御回路は、前記被制御要素を用いて前記の駆動されるコイルの特性を互いに調整する請求項 2 2 に記載の回路。

2 4 . 前記被制御要素は、可変リアクタンスとする請求項 2 2 に記載の回路。

2 5 . 前記被制御要素は、可変電気容量とする請求項 2 2 に記載の回路。

2 6 . 前記被制御要素は、前記制御下で前記被駆動部の前記駆動信号の基本周波数を変化させる請求項 2 2 に記載の回路。

2 7 . 前記被制御要素は、可変周波逆変換器又は半橋絡回路とする請求項 2 6 に記載の回路。

2 8 . 前記駆動可能部はそれぞれ、コイルに直列に接続された電気容量を有する請求項 2 2 に記載の回路。

2 9 . 前記ダミーコイルは、駆動されたとき電磁界を発生しないインダクタとする請求項 1 に記載の回路。

3 0 . 前記ダミーコイルのインダクタンスは、前記 1 次コイルのインダクタンスと実質的に同一とする請求項 2 9 に記載の回路。

3 1 . 前記 1 次コイルは、駆動されたとき互いに同一の極性を有する請求項 1 に記載の回路。

3 2 . 前記コイルのうち 1 又は複数は、駆動されたとき前記コイルのうち別の 1 又は複数と異なる極性を有する請求項 1 に記載の回路。

3 3 . 誘導電力転送システムの 1 次ユニットに用いる回路であって、該回路は前記システムの 2 次ユニットへの電磁誘導によって無線で電力を転送するために、時間変動電磁界を発生し、前記 2 次ユニットは前記 1 次ユニットから分離されており、

1 次コイルを備える駆動可能部と、前記 1 次コイルが前記電磁界を発生するための所定基本周波数を有する駆動信号を、前記駆動可能部に供給する駆動回路と、を備え、

前記駆動可能部は、駆動されたとき、二つの主共振ピーク及び該二つの主共振ピーク間の実質的な平坦部を有する周波数応答を有するように構成され、

前記駆動回路は、前記基本周波数が、前記二つの主共振ピークの間、かつ前記平坦部内の周波数にあるように構成された、回路。

3 4 . 前記駆動可能部の 1 次コイルは、駆動されたとき、直列に接続された電気容量及び安定回路に接続され、

前記 1 次回路と、直列電気容量と、安定回路とは、前記駆動可能部が駆動されたとき、前記周波数応答を有するように構成される、請求項 3 3 に記載の回路。

3 5 . 電磁界を発生する 1 次ユニットと、

前記 1 次ユニットとは分離された少なくとも一つの 2 次ユニットであって、前記 1 次ユニットの近傍にあるとき、該 1 次ユニットから電磁誘導によって無線で電力を受電するよ

10

20

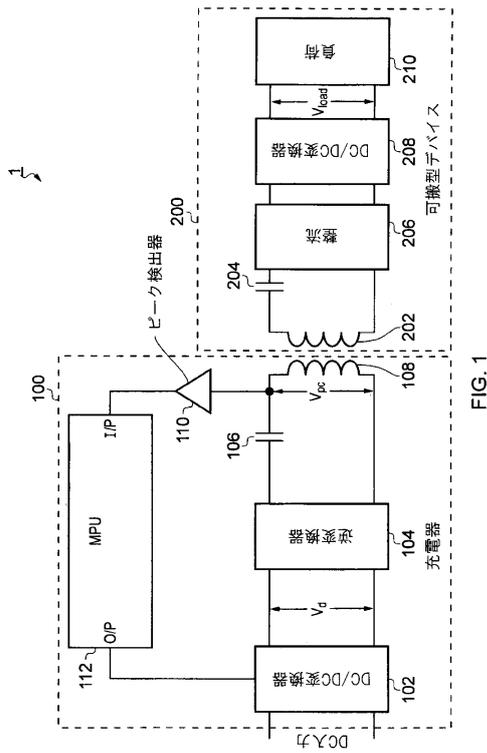
30

40

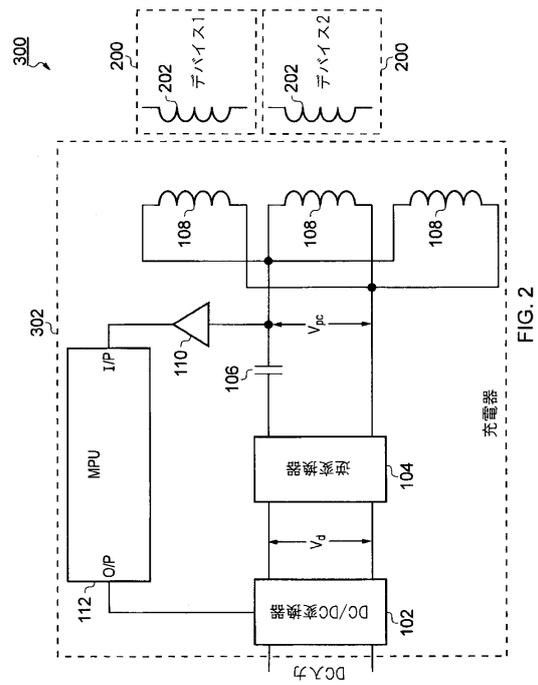
50

うに構成された2次ユニットと、
を備え、前記1次ユニットは請求項1に記載の回路を備える誘導電力転送システム。

【図1】



【図2】



【図3】

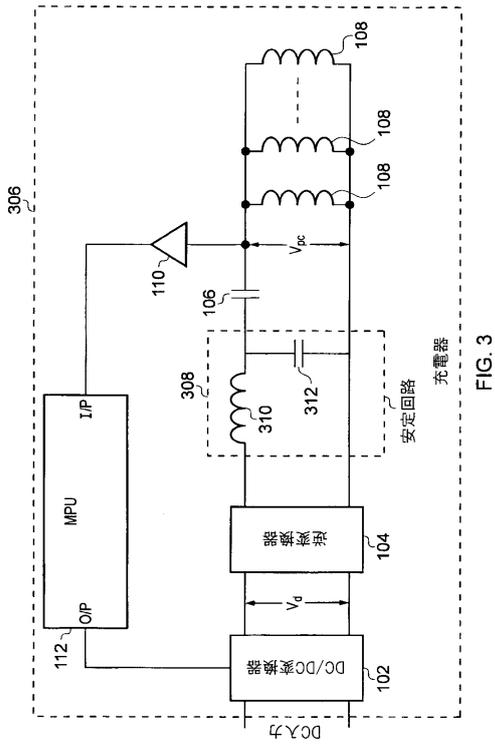


FIG. 3

【図4A】

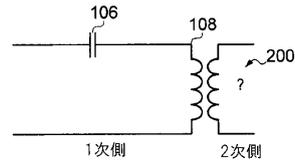


FIG. 4A

【図4B】

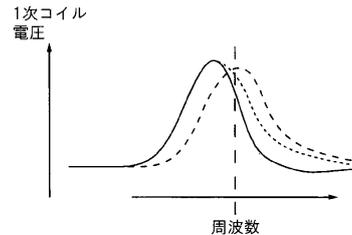


FIG. 4B

【図4C】

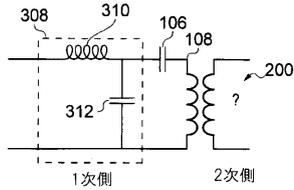


FIG. 4C

【図5】

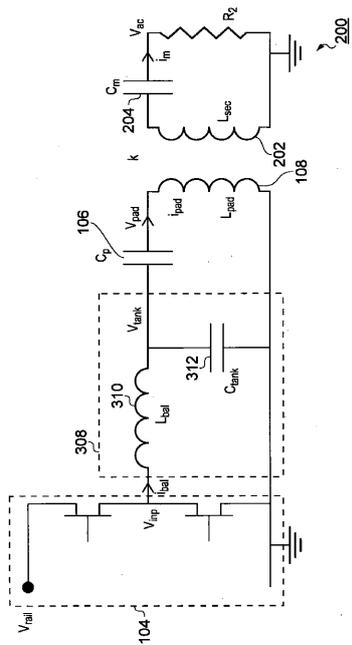


FIG. 5

【図4D】

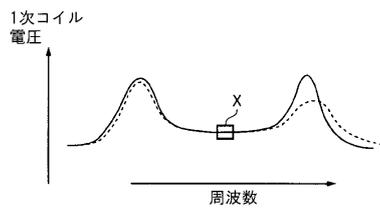


FIG. 4D

【 図 6 】

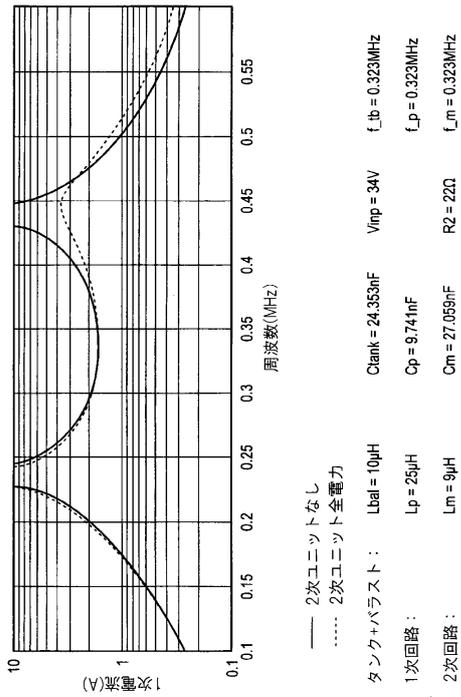


FIG. 6

【 図 7 】

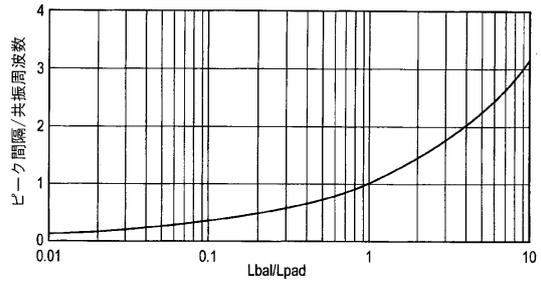


FIG. 7

【 図 8 】

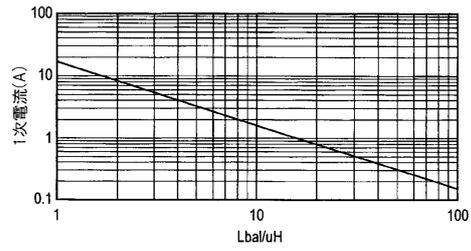


FIG. 8

【 図 9 】

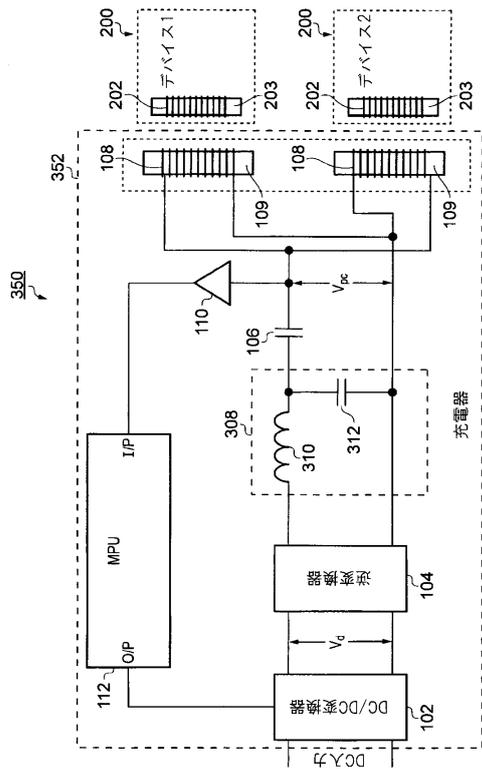


FIG. 9

【 図 10 】

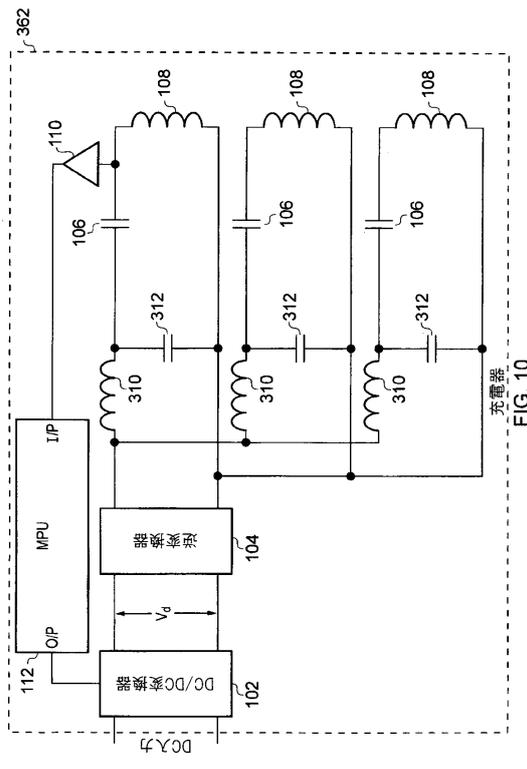
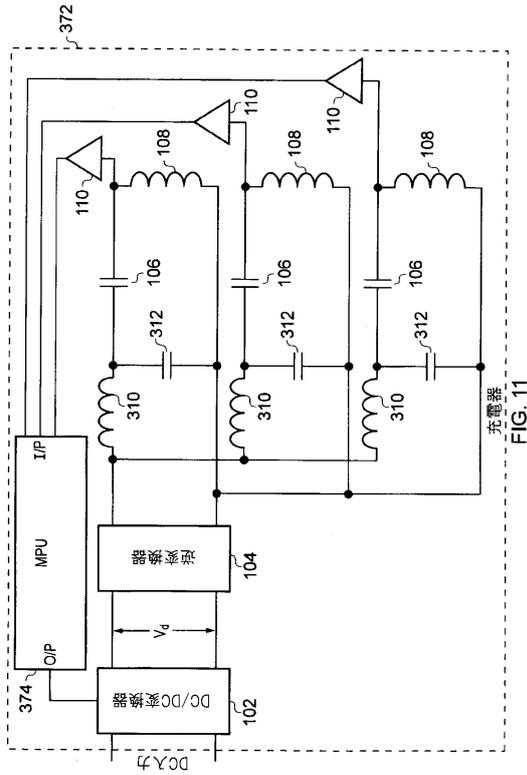
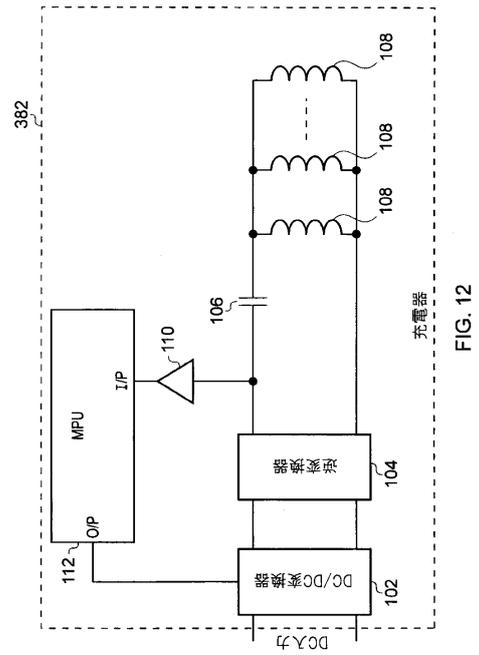


FIG. 10

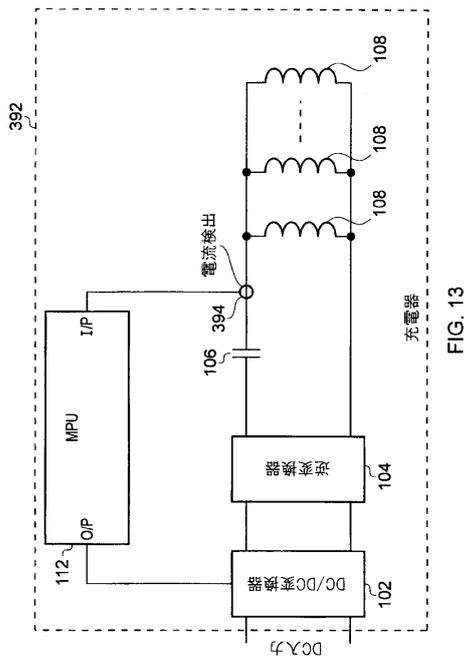
【 図 1 1 】



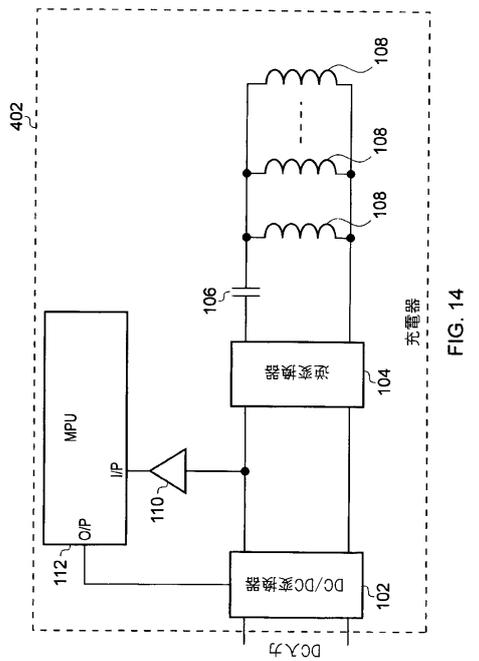
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【図15】

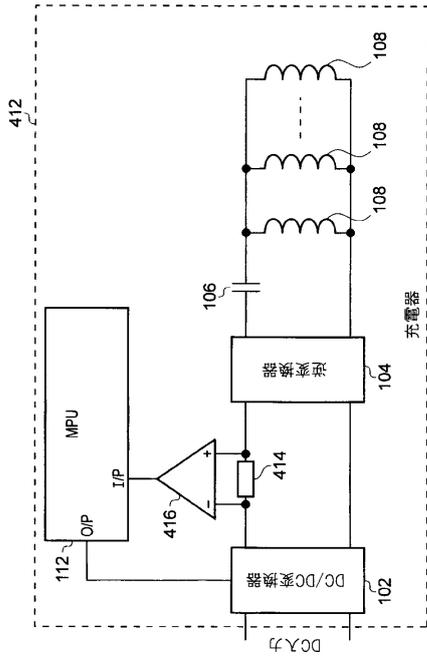


FIG. 15

【図16】

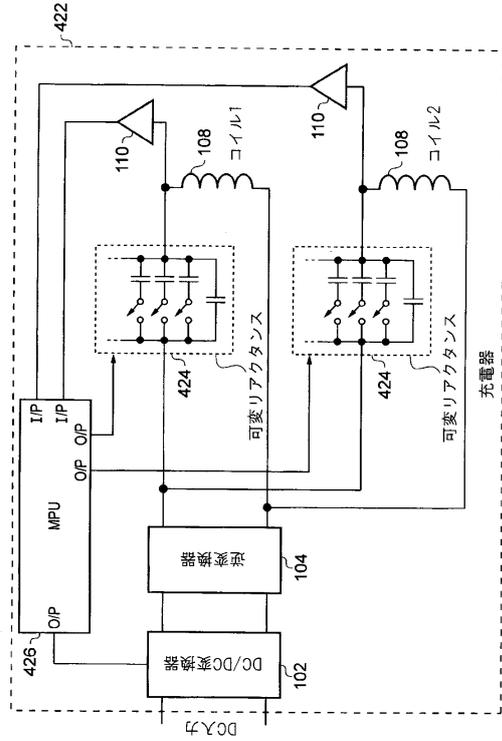


FIG. 16

【図17】

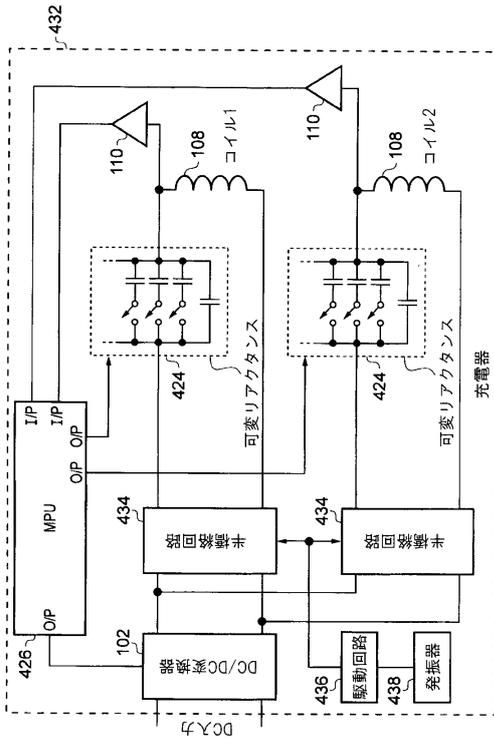


FIG. 17

【図18】

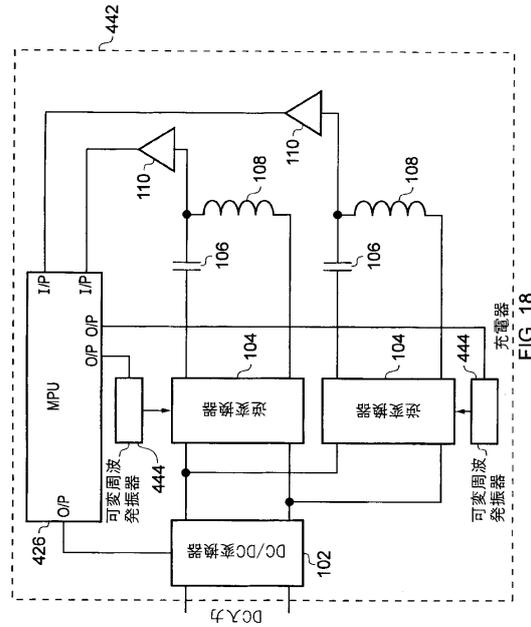


FIG. 18

【図19】

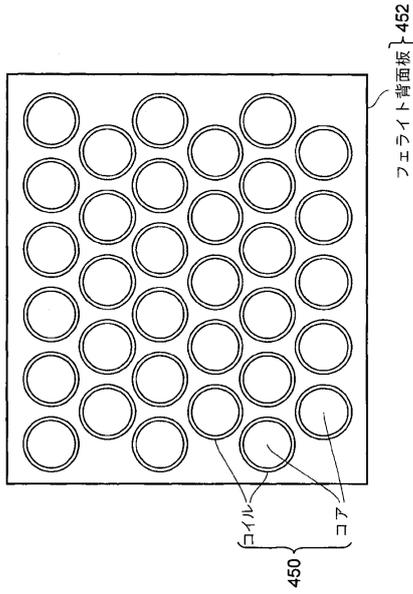


FIG. 19

【図20】

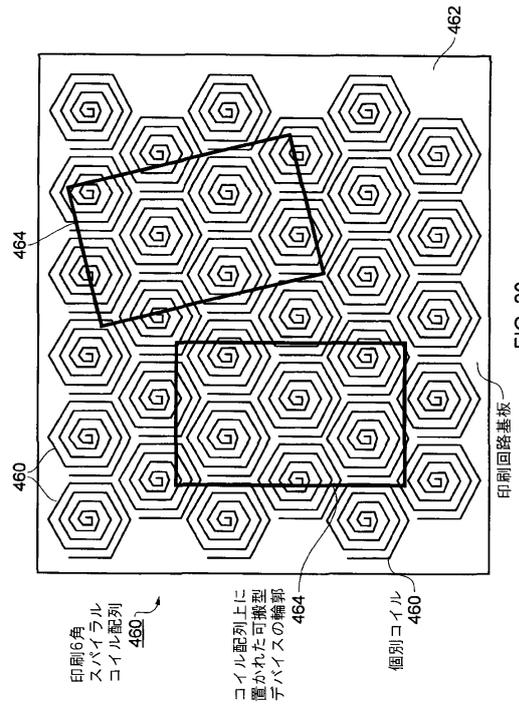


FIG. 20

【図21】

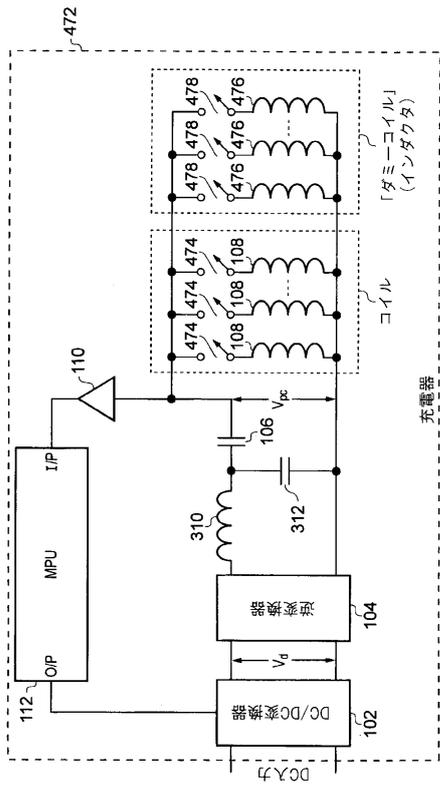


FIG. 21

【図22】

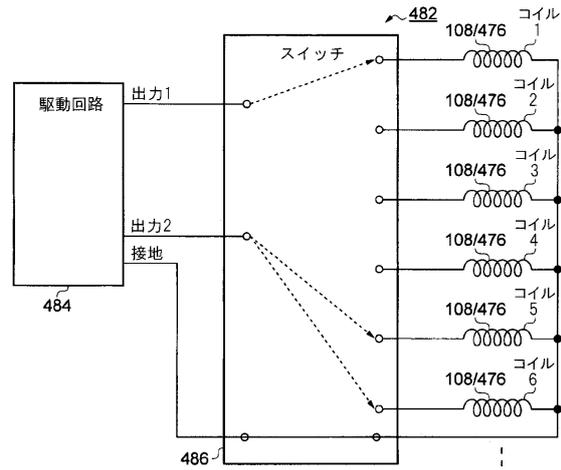


FIG. 22

【図 23】

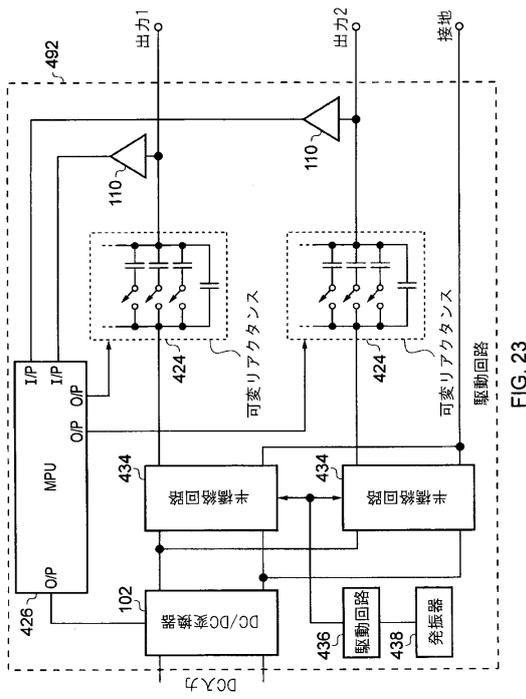


FIG. 23

【図 24】

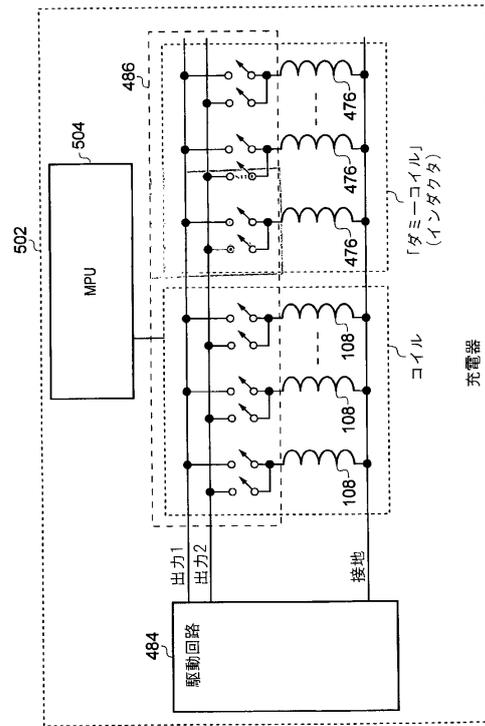


FIG. 24

フロントページの続き

- (72)発明者 レメンス, ウィリー ヘンリ
イギリス国, ケンブリッジ シービー23 8エーディー, マディンリー, ジ アベニュー, ベック
ブルック ファーム
- (72)発明者 プーリー, デイビッド マーティン
イギリス国, ケンブリッジシャー シービー22 5イービー, スティブルフォード, ヘッフアー
クローズ 1
- (72)発明者 ドゥ クレルク, ジョン
ベルギー国, ベー - 9940 エフェルゲム, パレイシャーン 8, ヤッケス, インフェルト ナ
ームロゼ フェンノートシャップ リミティド

審査官 相澤 祐介

- (56)参考文献 特開2000-148932(JP, A)
国際公開第2006/022365(WO, A1)
特開平11-298368(JP, A)
特開平10-285087(JP, A)
特開2000-228637(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 17/00