

(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2016-540479

(P2016-540479A)

(43) 公表日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2J 50/12 (2016.01)	HO2J 50/12	5H770
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2M 7/48	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-534117 (P2016-534117)
 (86) (22) 出願日 平成26年11月25日 (2014. 11. 25)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年7月19日 (2016. 7. 19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/067300
 (87) 国際公開番号 WO2015/081065
 (87) 国際公開日 平成27年6月4日 (2015. 6. 4)
 (31) 優先権主張番号 61/909, 721
 (32) 優先日 平成25年11月27日 (2013. 11. 27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 514287443
 モーメンタム ダイナミックス コーポレ
 ーション
 アメリカ合衆国、19355 ペンシルバ
 ニア州、マルヴァーン、3 ペンシルバ
 ニア アベニュー
 (74) 代理人 100104411
 弁理士 矢口 太郎
 (72) 発明者 ロング、ブルース、リチャード
 アメリカ合衆国、19355 ペンシルバ
 ニア州、マルヴァーン、3 ペンシルバ
 ニア アベニュー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ライン周波数およびライン電圧ACの無線伝送

(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】

ライン周波数正弦波AC電力を負荷に無線伝送する無線電力伝送回路であって、従来型回路の前記ライン周波数リップルフィルタが除去され、DC-ACインバータがシンプルな極性反転回路によって取って代わる。前記ACライン周波数ソース側の前記高周波ACのエンベロープは、一定でなく、正弦半波の様態において前記ライン周波数で連続的に変化する。無線伝送は、先行技術が有する一定の振幅のエンベロープではなく、正弦半波で絶えず変化するエンベロープのみにより起きる。高周波整流および高周波リップルフィルタリングが、先行技術のように起きるが、前記リップルフィルタの時定数は、結果の波形が前記伝送側にある前記整流されたライン周波数電圧の正確な複製となるように、選択される。極性反転ステージが従来技術のDC-ACインバータに取って代わり、前記ライン周波数ACを発生させる。

【選択図】 図3

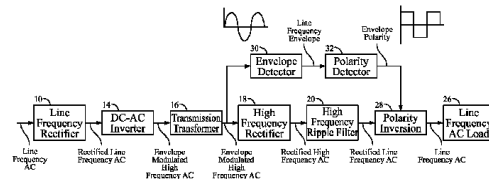


FIG. 3

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ライン周波数交流電流（AC）を負荷に供給する無線電力伝送システムであって、
ライン周波数ソースACを整流するライン周波数整流器と、
直流電流（DC）ACインバータであって、前記整流されたライン周波数ACをエンベロープ変調された高周波ACに変換するものであり、当該エンベロープ変調された高周波ACは正弦半波の様態においてライン周波数レートで連続的に変化する振幅を有するものである、前記DC-ACインバータと、
前記エンベロープ変調された高周波ACを伝送する共振空隙無線伝送変成器と、
前記エンベロープ変調され伝送された高周波ACを整流する高周波整流器と、
前記整流された高周波ACをフィルタして整流されたライン周波数ACにする高周波リップルフィルタと、
極性反転回路であって、前記整流された高周波ACを半周期おきに反転させて、ライン周波数正弦波電圧波形を前記負荷への印加のため前記ライン周波数ACとして生成するものである、前記極性反転回路と
を有する無線電力伝送システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記極性反転回路はエンベロープ検出器と極性検出器とを有し、当該エンベロープ検出器と極性検出器は前記エンベロープ変調された高周波ACに応答して前記極性反転回路の極性反転タイミングを制御するものである、システム。

20

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記高周波リップルフィルタの時定数は、前記整流されたライン周波数ACが前記変成器の伝送側の前記ライン周波数整流器の出力部にある前記整流されたACライン周波数電圧の正確な複製となるように、選択されるものである、システム。

【請求項 4】

ライン周波数交流電流（AC）で負荷への無線電力伝送をする方法であって、
ライン周波数ソースACを整流する工程と、
前記整流されたライン周波数ACをエンベロープ変調された高周波ACに変換する工程であって、当該エンベロープ変調された高周波ACは正弦半波の様態においてライン周波数レートで連続的に変化する振幅を有するものである、前記変換する工程と、
前記エンベロープ変調された高周波ACを共振空隙無線伝送変成器を通じて無線伝送する工程と、
前記エンベロープ変調され伝送された高周波ACを整流する工程と、
前記整流された高周波ACをフィルタして整流されたライン周波数ACにする工程と、
前記整流された高周波ACを半周期おきに反転させて、ライン周波数正弦波電圧波形を生成する工程と、
前記ライン周波数正弦波電圧波形を前記負荷に前記ACライン周波数として印加する工程と
を有する方法。

30

40

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法において、前記極性を反転する工程は、前記整流されたライン周波数ACのエンベロープを検出する工程と、極性検出器を用いて前記整流されたライン周波数ACの半周期毎の極性を反転する工程とを有するものである、方法。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の方法において、前記フィルタする工程の時定数は、前記整流されたライン周波数ACが前記変成器の伝送側での前記整流する工程において存在する前記整流されたACライン周波数電圧の正確な複製となるように、選択されるものである、方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本出願は、2013年11月27日付で出願された米国特許仮出願第61/909,721号に基づく優先権を主張するものであり、この参照によりその全体を本明細書に組み込むものとする。

【0002】

本発明は、共振誘導による電気エネルギーの伝送に関する。より具体的には、本発明は、ライン周波数正弦波交流を負荷へ最小限の回路計算量で供給する無線伝送方法に関する。

【背景技術】

【0003】

誘導式電力伝送は複数の産業や市場に及び重要な様々な用途を有する。本明細書に含まれる開示は相対的に高い電力(100ワットを超過する)を必要とする用途への本発明の利用を企図するものであるが、列挙しうる潜在的な電力用途はこれに限られるものではなく、本発明は広い範囲の電力需要に適用することができる。

【0004】

図1は、先行技術の共振誘導電力伝送システムの概念図を示す。交流の電気エネルギー源が、緩く連結された空隙を有する変成器の一次側に印加される。前記変成器一次側および前記変成器二次側間の電磁結合はある割合の一次側エネルギーを変成器二次側に伝達するものであり、それは前記一次側からある距離までに消える。前記一次側によって生成される磁場の強さは、前記一次巻線に流れる電流に比例する。このために、共振を利用して前記一次巻線の電流の強さを上げ、またこのようにして、二次側へ接続または連結される一次巻線の磁場の一部の強さを最大化することは、非常に望ましい。

【0005】

前記一次側からの磁束は前記二次巻線に電圧を誘導する。前記二次巻線が同様に共振した時に、最大の二次電流、また従って最大の電力伝送が起こる。その結果、2つの磁氣的に結合した共振回路からなる2極共振回路になる。これらの共振回路は並列に配線されたインダクタおよびコンデンサーにより並列共振してもよく、または、直列に配線され直列共振してもよい。

【0006】

共振誘導電力伝送は電力の無線移転手段を提供する。このような技術の最も一般的な用途にはバッテリーの無線式再充電がある。その最も一般的な構成では、ライン周波数50~60Hzの交流電流が電力系統から引かれ、直流電流に変換され、そして再び交流電流に変換されるが、ただしライン周波数よりはるかに高い周波数の交流電流に変換される。20~100kHzの範囲の誘電伝送周波数が通常用いられる。ライン周波数から前記はるかに高い誘電伝送周波数への変換は、無線伝送誘電構成部品のサイズや重さを減らすのに必要である。

【0007】

図1は、先行技術の共振誘導無線電力伝送システムの概念的なブロックダイアグラムである。交流ライン電流がライン周波数整流器10によって整流され且つライン周波数リップルフィルタ12によってリップルフィルタされて、前記交流ライン電流が直流に変換される。この直流は伝送変成器動作周波数で高周波交流電流を発生するDC-ACインバータ14に印加される。伝送変成器16は、一次および二次巻線を有する空芯変成器である。この図示において、それは、また、一次側および二次側の共振するコンデンサーを含む。伝送変成器16の二次側において、誘導電流は、高周波整流器18によって整流され且つ高周波数リップルフィルタ20によってリップルフィルタされ、それにより、それを、負荷22、一般的にはバッテリーに印加する直流に変換する。

【0008】

図1には、また、前記システムの波形が前記機能ブロック間における接続部分に示されている。波形変換は以下のように進められる。ライン周波数AC 整流されたライン周波

10

20

30

40

50

数 A C D C 高周波 A C 整流された高周波数 A C D C。

【 0 0 0 9 】

図 1 に示す波形変換チェーンの最終結果は、直流であり、バッテリー充電のための多様な無線電力用途に使用される。しかしながら、一部の無線電力伝送用途において、所望の最終産物はライン周波数 A C であり、従来技術によれば、それは追加の D C - A C インバータ 2 4 波形変換ステージを組み込むことによって実施され、先行技術として図 2 に示すように直流電流をライン周波数 A C 負荷 2 6 への印加のために所望の周波数の交流電流に変換することができる。直流電流からライン周波数交流電流への変換方法については、様々な方法が当業者に知られている。最も基本的なアプローチは、直流電流をライン周波数方形波へ変換するものであり、当該方形波はその後、正弦波へフィルタされ、あるいはより一般的にはフィルタされずにサイン波の代わりに方形波調和成分が有する一部の有害な影響を伴って A C 負荷 2 6 へ印加される。

10

【 0 0 1 0 】

複数の代替的な D C - A C 変換方法が開発されており、それらは所望の正弦波 A C 電圧を様々な段階の精度のものに近づける。これらは、正、負、及びゼロ電圧間隔を有する方形波、複数の出力電圧レベルを有する階段波形、及びパルス幅変調波形を含み、これらは、十分な時間および振幅解像度が与えられれば、任意に好適な近似の正弦出力波形を発生させることができる。しかしながら、特別な設備なしに、これらの D C - A C 変換スキームによって提供される A C 波形の周波数は、局所的に得られるものであり、前記ライン周波数とは同期しない。また、低歪み正弦波出力を発生させる D C - A C インバータは前記回路レベルで不可避免的に複雑となってしまうため、他の制約も出てくる。本明細書に記載する発明は、これらの制約を回避するものである。

20

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明は、ライン周波数正弦波 A C 電力を負荷に無線伝送する無線電力伝送回路を提供することにより先行技術の上述した制約を解決するものであり、従来型回路の前記ライン周波数リップルフィルタが除去され、二次側 D C - A C インバータがシンプルな極性反転回路に代わる。前記ライン周波数リップルフィルタの除去により、一次側 D C - A C インバータによって発現する前記高周波 A C の前記エンベロープは、一定ではなく、正弦半波の様態で連続的に変換する。無線伝送は、先行技術のように起こるが、それは先行技術のような一定の振幅のエンベロープではなく、正弦半波で絶えず変化するエンベロープのみを伴う。高周波整流および高周波リップルフィルタリングは、先行技術のように起こるが、前記リップルフィルタの時定数は、結果の波形が前記伝送側にある前記整流されたライン周波数電圧の正確な複製となるように、選択される。極性反転ステージが従来技術の D C - A C インバータに代わり、前記ライン周波数 A C を発生させる。

30

【 0 0 1 2 】

例示的な一実施形態において、本発明は、ライン周波数 A C を負荷に供給する無線電力伝送システムであって、伝送側に、ライン周波数ソース A C を整流するライン周波数整流器、および、D C A C インバータであって、前記整流されたライン周波数 A C をエンベロープ変調された高周波 A C に変換するものであり、当該エンベロープ変調された高周波 A C は正弦半波の様態においてライン周波数レートで連続的に変化する振幅を有するものである前記 D C - A C インバータと、前記エンベロープ変調された高周波 A C を伝送する共振空隙無線伝送変成器と、受信側に、前記エンベロープ変調され伝送された高周波 A C を整流する高周波整流器と、前記整流された高周波 A C をフィルタして整流されたライン周波数 A C にする高周波リップルフィルタと、極性反転回路であって、前記整流された高周波 A C を半周期おきに反転させてライン周波数正弦波電圧波形を前記負荷への印加のため前記 A C ライン周波数として生成するものである、前記極性反転回路とを有するシステムを提供する。この例示的な実施形態において、前記極性反転回路はエンベロープ検出器と極性検出器とを有し、当該エンベロープ検出器と極性検出器は前記エンベロープ変調さ

40

50

れた高周波 A C に応答して前記極性反転回路の極性反転タイミングを制御する。また、前記高周波リップルフィルタの時定数は、前記整流されたライン周波数 A C が前記変成器の伝送側における前記ライン周波数整流器の出力部にある前記整流された A C ライン周波数電圧の正確な複製となるように、選択される。

【 0 0 1 3 】

本発明はまた、ライン周波数交流電流 (A C) で負荷へ無線電力伝送をする方法であって、ライン周波数ソース A C を整流する工程と、前記整流されたライン周波数 A C をエンベロープ変調された高周波 A C に変換する工程であって、当該エンベロープ変調された高周波 A C は正弦半波の様態においてライン周波数レートで連続的に変化する振幅を有するものである、前記変換する工程と、前記エンベロープ変調された高周波 A C を共振空隙無線伝送変成器を通じて無線伝送する工程と、前記エンベロープ変調され伝送された高周波 A C を整流する工程と、前記整流された高周波 A C をフィルタして整流されたライン周波数 A C にする工程と、前記整流された高周波 A C を半周期おきに反転させてライン周波数正弦波電圧波形を生成する工程と、前記ライン周波数正弦波電圧波形を前記負荷に前記 A C ライン周波数として印加する工程とを有する方法を含む。例示的な一実施形態において、前記極性を反転する工程は、前記整流されたライン周波数 A C のエンベロープを検出する工程と、極性検出器を用いて前記整流されたライン周波数 A C の半周期毎の極性を反転する工程とを有する。また、前記フィルタする工程の時定数は、前記整流されたライン周波数 A C が前記変成器の伝送側での前記整流する工程において存在する前記整流された A C ライン周波数電圧の正確な複製となるように、選択される。

10

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

本発明の上述およびその他の有益な特徴および利点は、添付の図面と共に以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【 図 1 】 図 1 は、先行技術の共振誘導電力伝送システムの概念図であり、ライン周波数電力が入れられ、また D C 電力を負荷へ無線で供給することを示す。

【 図 2 】 図 2 は、先行技術の共振誘導電力伝送システムの概念図であり、ライン周波数電力が入れられ、また D C 電力を負荷へ無線で供給することを示す。このシステムは、図 1 に示すシステムと本質的に同一なものに、最終の 6 0 H z D C - A C インバーステージを伴うものである。

30

【 図 3 】 図 3 は、本発明における A C ライン周波数電力の無線伝送装置の概念図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明における A C ライン周波数電力の無線伝送装置の例示的な実施形態を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

本発明は、本開示の一部を構成する添付の図および例示と併せて以下の詳細な説明の参照により十分に理解されるであろう。本発明は、本明細書に記載および / または図示する特定の製品、方法、条件、またはパラメータに限られるものではなく、本明細書で使用する用語は、ただ例示として特定の実施形態を説明するためのものであり、請求項に記載した発明を限定することを意図するものではないことを理解されたい。同様に、可能な機構若しくは動作モード、または改良の理由に関するいかなる記載も例示のみを意味するものであり、また、本明細書で説明される発明は、このような提示した機構若しくは動作モード、または改良の理由一切の正確性または不正確性によって制限されないであろう。この記載を通じて、前記説明が方法およびこのような方法を実行するソフトウェアの両方を言及することが認識される。

40

【 0 0 1 6 】

次に、本発明の例示的な実施形態の詳細な説明を図 3 ~ 4 を参照して説明する。この説明は、本発明において可能な実施の詳細な例示を提供するが、これらの詳細は例示を意図するものであり、本発明の範囲を定めるものではないことに留意されたい。

【 0 0 1 7 】

50

図3に、ライン周波数正弦波AC電力を負荷に無線伝送する装置の概念図を示す。先行技術からの第1の逸脱は、前記システムの伝送側で起こる。具体的には、従来型回路のライン周波数リップルフィルタ12がなく、且つ、DC-ACインバータ14が、フィルタされた直流電流によってではなく、整流されたAC波形によって動かされる。これは、高周波ACのエンベロープが一定ではなく、正弦半波の様態において連続的に変化することを意味する。無線伝送は、先行技術が有するような一定の振幅のエンベロープではなく、前のように、正弦半波で絶えず変化するエンベロープのみにより起きる。高周波整流器18による高周波整流および高周波リップルフィルタ20による高周波リップルフィルタリングが、先行技術のように起きるが、前記リップルフィルタの時定数は、結果の波形が前記伝送側にある前記整流されたライン周波数電圧の正確な複製となるように、選択される。極性反転ステージ28が図2に示す先行技術のDC-ACインバータ24に取って代わる。

10

【0018】

半周期おきの正弦半波(Every other half-sinusoid half-cycle)は、従来型の正弦波電圧を生成するため極性が反転させられる。極性反転タイミングは、図3に示すようにエンベロープ検出器30および極性検出器32によって実行されるエンベロープ検出機能によって制御される。エンベロープ検出器30および極性検出器32が前記無線通信される高周波ACの整流された正弦半波振幅のエンベロープを用いるため、前記ライン周波数の負荷に印加される前記ライン周波数正弦波電圧は、前記伝送器に印加される前記ライン周波数波形の正確で瞬間的な複製である。

20

【0019】

前記先行技術の前記DC-正弦波AC変換機能がシンプルな極性反転ステージに代わるため、更なる利点が生じる。結果として、複雑な正弦波近似法が必要なく、回路計算量が低減した好適な実施形態となる。

【0020】

図4は、本発明の例示的な一実施形態を示す。例示されるように、交流のライン周波数電圧が、図示されるように配置されたダイオード D_{if} を有するブリッジ整流器10において整流される。

結果の整流された半サイン電圧波形が電源に印加され、トランジスタ Q_{hb} を有する従来型のHブリッジ34の接点を返す。前記Hブリッジ34は、前記ライン周波数に対して高周波でスイッチし、正弦波エンベロープと、100%正弦波変調で振幅変調された高周波搬送波である高周波搬送波とを有する電圧波形を生成する。この変調された波形は、共振空隙変成器16の二次側への無線伝送のために当該変成器の一次側に印加される。 L_p および L_s は、一次および二次側巻線の自己インダクタンスである。 C_p は一次側共振コンデンサーであり、これはまた、DCブロックコンデンサーとして機能する。 C_s は二次側共振コンデンサーである。前記変成器の二次側電圧は、ダイオード D_{hf} 、インダクタ L_f 、およびコンデンサー C_f を有する高周波電圧整流器回路18に印加される。インダクタ L_f およびコンデンサー C_f は、時定数が短いリップルフィルタ20を有する。当該リップルフィルタ20は、高周波リップル要素を除去する一方、前記ライン周波数エンベロープには本質的に影響を及ぼさない。結果の整流された半サイン電圧は、前記電源に印加され、極性反転機能を提供するトランジスタ Q_{pb} を有する第2のHブリッジ回路36の節点を返す。電圧比較器38からのHブリッジ制御電圧が高い時、極性反転Hブリッジ36は極性を変化させることなく正で進む正弦半波波形を通過させる。逆に、電圧比較器38からのHブリッジ制御電圧がゼロの時、Hブリッジ36は正弦半波波形を反転し、この方法でAC負荷26への印加のための前記出力波形の負の正弦半波部分を生成する。

30

40

【0021】

極性反転制御信号は、共振空隙変成器二次巻線電圧のサンプルから始まる。この共振空隙変成器二次巻線電圧のサンプルは、分圧器として機能するコンデンサー C_d によって得られるものである。前記変成器二次電圧のこの振幅スケールされたバージョンは、全波エンベロープ検出器30として機能するダイオード D_{ed} を有するダイオードブリッジに印

50

加される。エンベロープ検出された波形中の高周波リップルは、構成要素 C_e および R_e によって除去される。構成要素 C_e および R_e は、前記エンベロープへの物質的な影響が非常に小さい時定数を有する高周波フィルタを構成する。前記エンベロープ検出され、高周波フィルタされた信号は、DCブロックコンデンサ C_b を通過し、DCプルダウン抵抗 R_g を経て、電圧比較器 38 の入力部へ入る。電圧比較器 38 は、前記検出され、フィルタされ、DCブロックされた波形が正の極性を有する場合、正の出力電圧を生成し、且つ、前記印加された波形が負の極性を有する場合、ゼロの出力電圧を生成する。この極性制御信号は、極性反転Hブリッジ 36 に印加される時、整流器およびフィルタ構成要素 D_h 、 L_f 、及び C_f によって供給される正弦半波電圧波形を、前記AC負荷 26 に必要な連続した正弦波電圧に変換する。

【0022】

様々な実施形態を上記で説明してきたが、それらはただ例示として示してきたものであり、限定のためのものではないことを理解されたい。上述したシステムおよび方法に付随の要素のいずれかは、上記で説明した所望の機能性のいずれかを採用してもよい。例えば、本発明の好適な実施形態は車両への電力の供給に関するが、これは多くの可能な用途のうちの一つに過ぎず、車両用途でないその他の実施形態も可能であることを理解されたい。従って、好適な実施形態の広さおよび範囲は上述した例示的な実施形態のいずれによっても限定されるべきではない。

【図1】

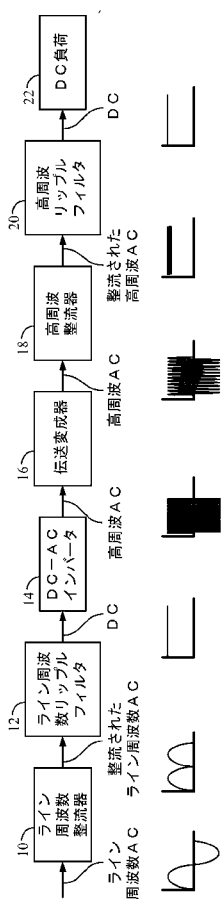


FIG. 1 (先行技術)

【図2】

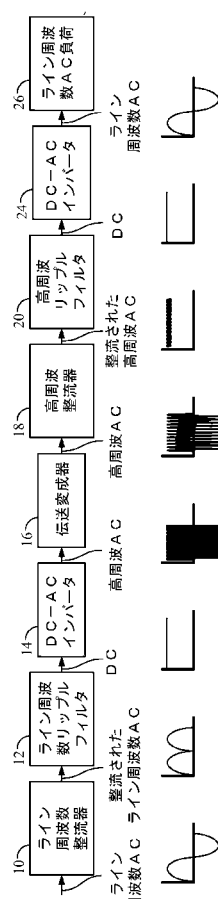


FIG. 2 (先行技術)

【 図 3 】

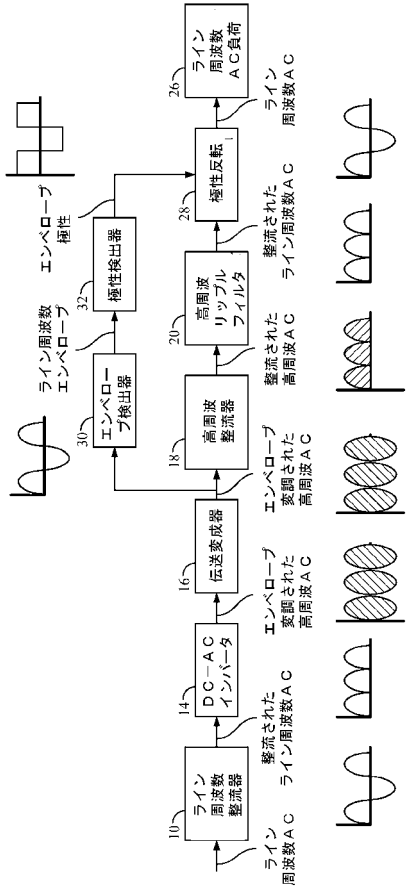


FIG. 3

【 図 4 】

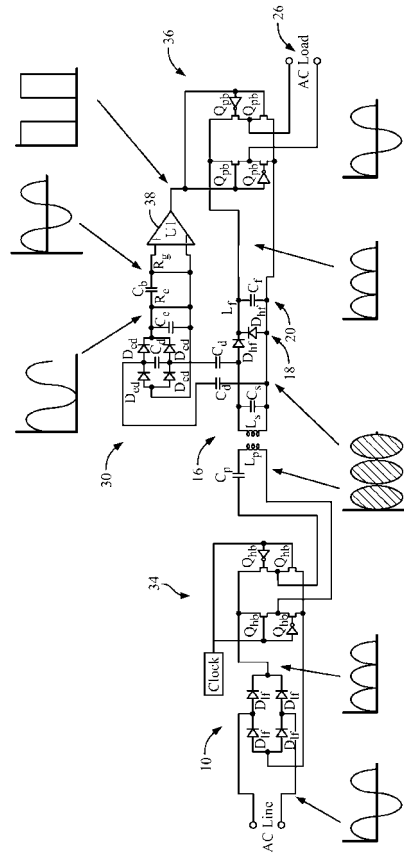


FIG. 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.
 PCT/US14/67300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H01F 38/14; H02J 3/36, 5/00 (2015.01) CPC - H01F 38/14; H02J 3/36, 5/005 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) IPC(8): H01F 38/14, 38/42; H02J 3/36, 5/00, 17/00 (2015.01) CPC: H01F 38/14, 38/42; H02J 3/36, 5/005, 17/00; USPC: 307/104, 105, 106, 107, 108; 336/145 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) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data); Google; Google Scholar; ProQuest; KEYWORDS: wireless power transmission alternating current line frequency load rectifier inverter envelope modulated amplitude half sinusoidal resonant air gap transformer ripple filter polarity inversion													
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT.													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2013/0300209 A1 (MOMENTUM DYNAMICS CORPORATION) November 14, 2013; figure 3; paragraphs [0007, 0029, 0031, 0036, 0055-0061]</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 4,012,641 A (BRICKERD, M. et al.) March 15, 1977; figures 2J-2K; column 5; lines 40-53</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 3,727,122 A (HUGHES, W. et al.) April 10, 1973; entire document</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>	Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 2013/0300209 A1 (MOMENTUM DYNAMICS CORPORATION) November 14, 2013; figure 3; paragraphs [0007, 0029, 0031, 0036, 0055-0061]	1-6	Y	US 4,012,641 A (BRICKERD, M. et al.) March 15, 1977; figures 2J-2K; column 5; lines 40-53	1-6	A	US 3,727,122 A (HUGHES, W. et al.) April 10, 1973; entire document	1-6	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.											
Y	US 2013/0300209 A1 (MOMENTUM DYNAMICS CORPORATION) November 14, 2013; figure 3; paragraphs [0007, 0029, 0031, 0036, 0055-0061]	1-6											
Y	US 4,012,641 A (BRICKERD, M. et al.) March 15, 1977; figures 2J-2K; column 5; lines 40-53	1-6											
A	US 3,727,122 A (HUGHES, W. et al.) April 10, 1973; entire document	1-6											
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>													
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>		* 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										
* 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 27 January 2015 (27.01.2015)	Date of mailing of the international search report 26 FEB 2015												
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Authorized officer: Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774												

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, ST, 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, KM, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ダガ、アンドリュー、ウィリアム

アメリカ合衆国、 1 9 3 5 5 ペンシルバニア州、マルヴァーン、 1 1 1 マウンテン ローレル
レーン

Fターム(参考) 5H770 CA02 DA01 DA11 DA17 DA41 DA43