

(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2017-537588

(P2017-537588A)

(43) 公表日 平成29年12月14日 (2017. 12. 14)

(51) Int. Cl.

H02J 50/12 (2016.01)

F I

H02J 50/12

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2017-522037 (P2017-522037)
 (86) (22) 出願日 平成27年10月21日 (2015. 10. 21)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年5月10日 (2017. 5. 10)
 (86) 国際出願番号 PCT/NZ2015/050175
 (87) 国際公開番号 W02016/064283
 (87) 国際公開日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)
 (31) 優先権主張番号 62/067, 108
 (32) 優先日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 514004367
 パワーバイプロキシ リミテッド
 ニュージーランド国 1011, オークラ
 ンド フリーマンスベイ, フランクリン
 ロード 111
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンバータ

(57) 【要約】

共振回路 (802) を介して接続された少なくとも2つのスイッチ S_1 , S_2 を備える誘導受電器 (3) であって、当該共振回路は、インダクタンス及びキャパシタンスを含み、当該少なくとも2つのスイッチのうちの第1スイッチ S_1 は、受電器変数に依存した第1イベントに基づいて第1状態に切り替わるように構成され、当該第1スイッチは、受電器変数に依存しない第2イベントに基づいて第2状態に切り替わるように構成されている。

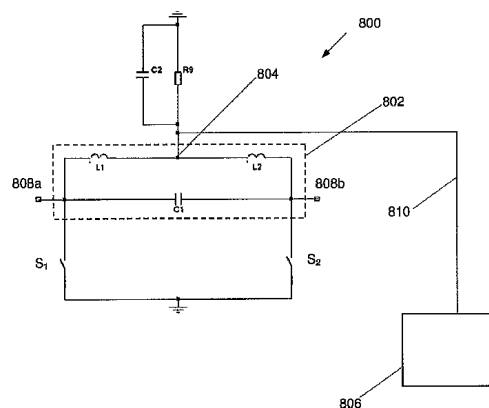


Figure 8

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

共振回路を介して接続された少なくとも 2 つのスイッチを備える誘導受電器であって、前記共振回路は、インダクタンス及びキャパシタンスを含み、

前記少なくとも 2 つのスイッチのうちの第 1 スwitchは、受電器変数に依存した第 1 イベントに基づいて第 1 状態に切り替わるように構成され、

前記第 1 スwitchは、受電器変数に依存しない第 2 イベントに基づいて第 2 状態に切り替わるように構成されている、受電器。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の受電器であって、前記第 1 イベントは、前記第 1 スwitchの両端電圧又は電流が、0 に到達すること、0 を横切ること、又は 0 から立ち上がることである、受電器。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の受電器であって、前記第 2 イベントは、遅延の終わりである、受電器。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の受電器であって、前記遅延は、前記少なくとも 2 つのスイッチのうちの第 2 スwitchが、前記第 2 状態に切り替わった時から始まる、受電器。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の受電器であって、前記遅延は、予め定められた DC 出力電圧に基づいて定められる、受電器。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の受電器であって、前記予め定められた DC 出力電圧は、バック電圧及びブースト電圧から成るグループから選択される、受電器。

【請求項 7】

請求項 3 に記載の受電器であって、前記遅延は、予め定められた基準に基づいて定められる、受電器。

【請求項 8】

請求項 3 に記載の受電器であって、切り替え信号を前記少なくとも 2 つのスイッチへ提供して、DC 出力電圧をほぼ予め定められたレベルへ制御するように構成された閉ループコントローラを更に備える、受電器。

30

【請求項 9】

請求項 1 に記載の受電器であって、前記共振回路は、コンデンサと並列に、直列の一对の受信コイル又は分割された受信コイルを含み、コイル間の共有点は、DC 負荷に接続されている、受電器。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の受電器であって、前記共振回路は、コンデンサと並列の受信コイルを含み、前記受電器は、各スイッチと DC 負荷との間にそれぞれ接続された 2 つのインダクタを更に備える、受電器。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の受電器であって、共振回路を介して接続された前記少なくとも 2 つのスイッチの組み合わせは、修正されたプッシュプル型コンバータ、又は修正された倍電流整流回路である、受電器。

40

【請求項 12】

請求項 1 に記載の受電器であって、前記第 1 状態はオン状態であり、前記第 2 状態はオフ状態である、受電器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、概して、コンバータに関し、限定するものではないが、特に、誘導電力伝送

50

システム用のコンバータに関する。

【背景技術】

【0002】

電気コンバータは、技術的に周知であり、種々の応用についての多くの構成において利用可能である。一般的に、コンバータは、1つのタイプの電気供給を異なるタイプの出力に変換する。このような変換には、DC-DC、AC-AC及びDC-AC電気変換が含まれうる。いくつかの構成では、コンバータは、任意の数のDC及びAC「部品」を有し、例えば、DC-DCコンバータは、AC-ACトランス・コンバータ部を内蔵しうる。

【0003】

より具体的には、「インバータ」は、DC-ACコンバータを表すために使用されうる用語である。インバータは、より大きなコンバータと分離して又はその一部として存在しうる（上記の例のように、AC-ACトランスの前段でDCをACに変換しなければならない）。このため、「コンバータ」は、インバータ自体と、インバータを含むコンバータとを包含するように解釈されるべきである。明確化のために、本明細書の残りの部分では、インバータがある文脈における適切な代替用語でありうる可能性を除外することなく、「コンバータ」にのみ言及する。

【0004】

DC-AC変換を実現するコンバータについての多数の構成が存在する。主に、これは、調整されたスイッチングによって、交互に切り替わる方向に電流が素子を通流するようにするスイッチの適切な配置を通して実現される。当該スイッチは、所望のAC出力波形を実現するように、制御回路によって制御されうる。出力波形を形成するために、追加の回路素子が含まれてもよい。特定の回路トポロジーの影響を受けて、出力波形が、スイッチの周波数、デューティサイクル、及び機能相互関係に依存することになる。

【0005】

コンバータの使用の一例は、誘導電力伝送（IPT）システムとの関連である。これらのシステムは、確立された技術（例えば、電気歯ブラシの無線充電）及び開発中の技術（例えば、「充電マット」上でのハンドヘルドデバイスの無線充電）の周知の領域である。典型的には、一次側は、送信コイル又は複数の送信コイルから時変の磁界を発生させる。この磁界は、適切な受信コイルに交流電流を誘導し、それにより、当該受信コイルは、バッテリーを充電するために、又はデバイス若しくは他の負荷に電力を供給するために使用されうる。いくつかの例では、共振回路を作るために送信コイルの周囲にコンデンサを追加できる。同様に、共振回路を作るために（複数の）受信コイルの周囲にコンデンサが追加されうる。共振回路の使用により、対応する共振周波数において電力スループット及び効率が增大しうる。

【0006】

通常、送信コイルは、コンバータによって駆動される。駆動回路の特性（例えば、周波数、位相、及び振幅）は、特定のIPTシステムに関係することになる。いくつかの例では、コンバータの駆動周波数は、共振送信コイル及び/又は共振受信コイルの共振周波数と一致することが望ましい場合がある。その振幅は、二次側の負荷の要求条件に対応するように変更されうる。いくつかのシステムでは、負荷の要求条件が、適切な手段によって一次側へ伝達されうる。

【0007】

これらの制御の積み重ねの全ては、IPTシステムの設計に複雑性及びコストをもたらす。このため、コンバータを制御する簡略化した方法があることが望まれる。

【0008】

IPTシステムに関連する他の問題は、共振システムでは送電器の共振周波数が固定されておらず、受電器の負荷に応じて変化することである。負荷の変化は、相互誘導結合を介して送電器へ逆に反映され、これは送電器の共振周波数に影響する。このため、コンバータが、もはや送電器の共振周波数と等しくない周波数で送信コイルへ出力を供給している場合、電力スループットが減少し、システムの効率が低くなる。

10

20

30

40

50

【0009】

IPTシステムに関連する更なる問題は、送信又は受信コイル及び共振コンデンサのような共振素子の値が、製造公差、年代、温度、送電距離の変化、及び近くの金属又は磁性物質、その他の要因に起因して、変化しうることである。このような変化は、送電器の共振周波数に影響し、当該共振周波数が受電器との共振から外れる可能性があり、それにより、電力スループットが減少し、システムの効率が低くなる。

【0010】

共振周波数のこのような変化に対応する1つの方法は、送信コイルの両端電圧が0になった際にオフとオフとが切り替わるように制御スイッチを適応させることによるものである。これにより、切り替え（スイッチング）周波数は自動的に送信コイルの共振周波数に対応することになる。このような解決策の欠点は、それにより送信磁界の周波数が送信コイルの共振周波数に依存した範囲にわたって変化することである。これは、2つの理由で問題があり、第1は、受電器が、送信周波数の変化に対して適応的に再チューニングしなければならないこと、あるいは電力を失うことであり、第2は、利用可能な帯域幅が狭すぎる可能性があるため、周波数範囲にわたってシステムを動作させることが望ましくないことである。

【0011】

本発明の目的は、有用な選択肢を公に提供することにある。

【発明の概要】

【0012】

一実施形態によれば、共振回路を介して接続された少なくとも2つのスイッチを備える誘導受電器であって、前記共振回路は、インダクタンス及びキャパシタンスを含み、

前記少なくとも2つのスイッチのうちの第1スイッチは、受電器変数に依存した第1イベントに基づいて第1状態に切り替わるように構成され、

前記第1スイッチは、受電器変数に依存しない第2イベントに基づいて第2状態に切り替わるように構成されている、受電器が提供される。

【0013】

用語「comprise（含む、備える）」、「comprises（含む、備える）」及び「comprising（含む、備える）」は、様々な司法権の下で、排他的または包含的な意味で用いられるものと認められる。本明細書のために、これらの用語は、特に言及されない限り包含的な意味を有することが意図されており、即ち、それらは、直接的に参照を使用する、記載された構成要素を含むこと、及び特定されていない他の構成要素または要素も含みうることを意味するものとされる。

【0014】

そのような先行技術が共通の一般知識の一部を形成することの承認を形成するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0015】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示しており、また、上記で与えられた本発明の概要、及び以下で与えられる実施形態の詳細な説明とともに、本発明の原理を説明するのに貢献する。

【0016】

【図1】誘導電力伝送システムの概略図である。

【図2】一実施形態に係るコンバータ・トポロジーの回路図を示す。

【図3】コンバータの典型的な制御に関連する一連のグラフである。

【図4】一実施形態に係るコンバータの制御に関連する一連のグラフである。

【図5】更なる実施形態に係るコンバータの制御に関連する一連のグラフである。

【図6】他の実施形態に係るコンバータの制御に関連する波形を示す。

【図7】他の実施形態に係るコンバータ・トポロジーを示す。

【図8】分割された受信コイルL1及びL2を有する受電器構成の回路図である。

10

20

30

40

50

【図 9】遅延パルスを変化させるとどのように D C 出力の変化がもたらされるかを示す一連のグラフである。

【図 10】図 8 の受電器構成のコントローラの実施形態の回路図である。

【図 11】分離されたコイル L 5 を有する受電器構成の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図 1 には、誘導電力伝送 (I P T) システム 1 が大まかに示されている。 I P T システムは、誘導送電器 2 及び誘導受電器 3 を備える。誘導送電器は、適切な電源 4 (主電源等) に接続される。誘導送電器は、インバータ 6 に接続された A C - D C コンバータ 5 を備えう。インバータは、送信コイル又は複数の送信コイル 7 が交流磁界を生成するよう、当該送信コイル又は複数の送信コイルへ A C 電流を供給する。いくつかの構成では、送信コイルは、インバータから分離されていると考えられてもよい。送信コイル又は複数の送信コイルは、共振回路を作るために、コンデンサ (図示せず) に並列又は直列に接続されてもよい。

【0018】

図 1 は、誘導送電器 2 内のコントローラ 8 も示している。コントローラは、誘導送電器の各部に接続されう。コントローラは、誘導送電器の各部からの入力を受信して、各部の動作を制御する出力を生成するよう構成されう。コントローラは、単一のユニット又は個別のユニットとして実装され、例えば、電力フロー、チューニング、送信コイルへの選択的な通電、誘導受電器の検出、及び / 又は通信を含む、誘導送電器の能力に依存して、当該誘導送電器の種々の態様を制御するよう構成されう。

【0019】

誘導受電器 3 は、負荷 11 へ電力を供給する受信回路 10 に接続された、受信コイル又は複数の受信コイル 9 を備える。誘導送電器 2 及び誘導受電器 3 が適切に結合されている場合、送信コイル又は複数の送信コイル 7 によって生成される交流磁界が、受信コイル又は複数の受信コイル 9 に交流電流を誘導する。受信回路 10 は、誘導電流を、負荷 11 に適した形式に変換するよう構成される。受信コイル又は複数の受信コイル 9 は、共振回路を作るために、コンデンサ (図示せず) に並列又は直列に接続されてもよい。いくつかの誘導受電器において、当該受電器は、受信コイル又は複数の受信コイル 9 のチューニングを制御、又は受信回路 10 によって負荷 11 へ供給される電力を制御しうるコントローラ 12 を備えう。

【0020】

図 2 は、インバータ 6 の例を示す。インバータ 6 は、 D C 電源 202、 D C インダクタ 203、出力インダクタ 204 (送信コイル 7)、共振コンデンサ 205、 (明確化のため、スイッチ 1 206 及びスイッチ 2 207 と称される) 制御スイッチ、及び制御回路 208 を備える。図 2 には、制御スイッチの特徴である寄生コンデンサ 209 及び寄生ボディダイオード 210 も示されている。

【0021】

インバータ 6 の典型的な動作の下では、スイッチ 1 206 及びスイッチ 2 207 は、 50 % のデューティサイクルで交互にオン及びオフに切り替えられる。当該切り替えの周波数は、出力インダクタ 204 及び共振コンデンサ 205 の本来の共振周波数に一致するものである。これにより、図 3 に示されるような波形が生成されることになる。当該切り替えパターンを実現するために、従前のシステムは、出力インダクタの電圧のゼロクロスに応じて交互にスイッチをアクティブ化するようプログラムされたコントローラを採用していた場合がある。

【0022】

コンバータを制御する方法は、以下のとおりであり、即ち、各スイッチが、コンバータ変数に依存した第 1 切り替えイベントが発生した際に第 1 状態へ切り替えられ、コンバータ変数に依存しない第 2 切り替えイベントが発生した際に第 2 状態へ切り替えられる。

【0023】

10

20

30

40

50

以下では、第 1 状態をオン状態と称し、第 2 状態をオフ状態と称する。しかし、第 1 状態がオフ状態であってもよく、第 2 状態がオン状態であってもよい。

【 0 0 2 4 】

< 第 1 切り替えイベント >

第 1 切り替えイベントは、スイッチ 1 2 0 6 又はスイッチ 2 2 0 7 の両端電圧が 0 又は 0 付近に達した場合である。即ち、スイッチ 1 は、当該スイッチの両端電圧が 0 又は 0 付近に達すると、オンに切り替わり、スイッチ 2 は、当該スイッチ 2 の両端電圧が 0 又は 0 付近に達すると、オンに切り替わる。スイッチ 1 2 0 6 又はスイッチ 2 2 0 7 の両端電圧は、出力インダクタ 2 0 4 の両端電圧に依存するため、コンバータに依存する変数に関係していると言えよう。第 1 切り替えイベントの発生がシステムの変化に伴って変わりうるため、当該スイッチのオンへの切り替えは当該システムの変化に対応しうる。

10

【 0 0 2 5 】

このように、第 1 イベントは、コンバータ変数に依存し、当該コンバータ変数は、電圧のゼロクロスである。

【 0 0 2 6 】

当該電圧は検出可能であり、ある値に達すると、トリガ・イベントになる。例えば、共振送信コイルの両端電圧が、規定された閾値を下回った場合に、比較回路が状態の変化を出力してもよい。この制御は、制御回路 2 0 8 に含まれうる。

【 0 0 2 7 】

スイッチ 1 2 0 6 又はスイッチ 2 2 0 7 の両端電圧が 0 に到達した又は近づいたことを、第 1 切り替えイベントとして使用することの 1 つの利点は、ゼロ電圧切り替えでありうる。即ち、スイッチは、当該スイッチの両端電圧が 0 になるとオンに切り替えられ、これは、エネルギー損失を最小限にし、効率を改善し、かつ、過電流に起因したスイッチへのダメージを防止する。

20

【 0 0 2 8 】

他の実施形態では、第 1 切り替えイベントは、スイッチ 1 又はスイッチ 2 を流れる電流のゼロクロスである。即ち、スイッチ 1 は、スイッチ 1 を流れる電流が 0 又は 0 付近に達すると、オンに切り替わり、スイッチ 2 は、スイッチ 2 を流れる電流が 0 又は 0 付近に達すると、オンに切り替わる。システム 1 の他の変数の特徴が、第 1 切り替えイベントの基礎として適していてもよい。

30

【 0 0 2 9 】

< 第 2 切り替えイベント >

第 2 切り替えイベントは、他のスイッチがオフに切り替わってからの一定時間間隔 () の満了である。即ち、スイッチ 1 2 0 6 は、スイッチ 2 がオフに切り替わってから一定時間間隔 () でオフに切り替わり、スイッチ 2 2 0 7 は、スイッチ 1 がオフに切り替わってから一定時間間隔 () でオフに切り替わる。スイッチ 1 又はスイッチ 2 のオフへの切り替えは、システムに依存する関係しない (即ち、プリセットされており、変化しない) ため、システムのいかなる変化にもかかわらず同じままである。更に、スイッチは、一定時間間隔の後に継続的にオフに切り替わるため、スイッチの周波数も、システムに依存する変数に関係しない。コンバータの周波数は、式 1 によって計算されうる。

40

$$f_{\text{converter}} = 1 / (2 \quad) \quad (1)$$

【 0 0 3 0 】

スイッチのオフ状態への切り替えを検出するための、及び一定遅延の後に他のスイッチのオフへの切り替えをトリガするための回路が含まれうる。あるいは、スイッチの状態の変化を実際に検出する必要なく、このプロセスを内部的に制御するよう、コントローラがプログラムされうる。この制御は、制御回路 2 0 8 に含まれてもよく、時間間隔 は、ユーザによって又はルックアップテーブルに従って変更されてもよい。

【 0 0 3 1 】

このように、第 2 イベントは、コンバータ変数に依存せず、遅延 は、コンバータの動作変数 (例えば、電圧又は電流ベースの変数) に依存せずに設定され、当該第 2 イベント

50

は、遅延の終わり (conclusion) である。

【 0 0 3 2 】

あるいは、第 2 切り替えイベントは、同じスイッチの状態の変化から始まる時間間隔の満了であってもよいし、又は、スイッチのオフへの切り替えを他のスイッチの状態に関係なくトリガするために、クロック信号が使用されてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、スイッチ 1 及びスイッチ 2 の状態、各スイッチの両端電圧、及び出力インダクタの両端電圧を示している。時刻 t_1 において、スイッチ 1 がオフに切り替わり、スイッチ 2 がオンに切り替わる。スイッチ 2 は、当該スイッチの両端電圧が 0 に達するため、オンに切り替わる。スイッチ 1 がオフに切り替わるため、インダクタの両端電圧は、増加し始め、その後、減少し始める (観測されている波形が得られる)。スイッチ 1 がオフに切り替わってから時間の経過後の、時刻 t_2 において、スイッチ 2 がオフに切り替わる。

は、出力インダクタ及び出力コンデンサの本来の共振期間の半分 (t_R) に一致するようにプリセットされており、かつ、 t_2 は、スイッチ 1 の両端電圧が 0 に達する時刻に相当するため、スイッチ 1 がオンに切り替わる。このサイクルが繰り返され、上述の一定周波数を有する 50 % のデューティサイクルと同様の効果を有する切り替えパターンが得られる。

【 0 0 3 4 】

場合によっては、出力インダクタ及び出力コンデンサの共振周波数は、例えば、回路部品の劣化、IPT システムにおける一次コイルと二次コイルとの間の結合に影響する負荷の変化等に起因して変化しうる。図 5 は、共振期間の半分 (t_R') が より小さい場合、又は t_R' が より大きい値に固定されている場合を示している。時刻 t_1 において、スイッチ 1 がオフに切り替わり、それにより、インダクタの両端電圧が増加して、その後、減少することで、観測されている波形が得られる。 t_R' が より小さいため、スイッチ 1 の両端電圧は、 t_2 が経過する前に 0 に到達する。それ故に、 t_2 において、スイッチ 1 がオンに切り替わる。これは、スイッチ 2 がオフに切り替わる前に発生し、それにより、両方のスイッチが同時にオンになる。その後、スイッチ 1 がオフに切り替わってから時間の経過後の、時刻 t_3 において、スイッチ 2 がオフに切り替わる。このサイクルが繰り返され、50 % より大きい、図 3 に示される例と同じ周波数 (即ち、 $1 / (2 \cdot t_R)$) を有するデューティサイクルの、切り替えパターンが得られる。

【 0 0 3 5 】

図 6 は、 t_R'' が より大きい場合 (又は等価的には、 t_R'' が より小さく設定されている場合) を示している。この実施形態では、各サイクルの一部において両方のスイッチが (図 4 で与えられる例のように) 同時にオンになるのではなく、両方のスイッチが同時にオフになる。

【 0 0 3 6 】

インダクタ 203 に蓄積されたエネルギーに起因して、オープンなスイッチ 1 206 又はオープンなスイッチ 2 207 の両端間に高電圧スパイクが生じることを避けるために、スナバ (snubber) ネットワークが使用されうる。例えば、追加の分散コンデンサが、スイッチ 1 206 及びスイッチ 2 207 のそれぞれの両端間にスナバとして設けられうるとともに、出力インダクタ 204 と一緒に共振ネットワークの一部を形成しうる。

【 0 0 3 7 】

図 7 は、そのような追加のコンデンサ 712 を備える、そのような代替のコンバータ・トポロジー 711 を示している。コンバータ 711 は、DC 電源 713、DC インダクタ 714、出力インダクタ 715、寄生コンデンサ 718 及び寄生ボディダイオード 719 を有する制御スイッチ 716、並びに制御回路 717 を備える。

【 0 0 3 8 】

代替の実施形態では、(例えば、スナバ・ネットワークが望ましくないため) 図 6 に示されるような波形が生じることを防止することが望ましいであろう。これは、 t_R'' より小さくならないよう、又は、その状況において他の方法を使用するよう、 t_R'' を制御するこ

10

20

30

40

50

とによって実現されうる。

【0039】

例えば、以下の最後が発生した際に、スイッチがオフに切り替えられるように、制御方法を調整することが可能である：

他のスイッチがオフに切り替わってからの一定時間間隔（ ）の満了（即ち、上述の第2切り替えイベント）、又は

他のスイッチのオンへの切り替え。

【0040】

このようにして、図6に示される波形は、他のスイッチがオンに切り替わった際にのみ各スイッチがオフに切り替わるものとならず、両方のスイッチが同時にオフになることが妨げられる。これにより、共振期間が2 未満である（即ち、 $1/(2)$ ）場合はいつでも一定の周波数が得られるが、共振期間が2 より大きい場合はいつでも可変周波数となるであろう。

10

【0041】

1つ以上の実施形態は、（ ）によって定められるように）周波数が一定であり続けることを可能にする一方で、それでも、インダクタンス値及びキャパシタンス値の変化や（スイッチの変化のデューティサイクルによる）負荷又は結合の変化のような、パラメータの変化に敏感である。

【0042】

従来技術のIPTシステムでは、受電器の出力の負荷の増加は、送信インダクタ（即ち、コイル又は複数のコイル）及びキャパシタの共振周波数の増加を招く。しかし、1つ以上の実施形態は、（ ）によって定められるように）送電器の動作周波数が一定であり続けることを確保する。これは、図4と図5を比較することによって実証されうる。

20

【0043】

例えば、第1負荷の下で が t_R に設定された場合、図4の波形が生じる。しかし、受電器の出力の負荷が増加した場合、送信コイル及びコンデンサの共振周波数が増加し、これは、共振期間の半分の減少と等価である（即ち、 $t_{R'} < t_R$ の場合の $t_{R'}$ ）。 $t_{R'}$ はより小さいため、図5の波形が生じる。送電器の周波数は、送信コイル及びコンデンサの共振周波数に影響する負荷の変化にかかわらず一定であり続ける。1つ以上の実施形態は、基本的に、複雑な制御回路を必要とせずに、負荷の変化にすぐに適応可能である。

30

【0044】

IPTシステムとの関連での更なる利点は、送電器の周波数が一定である場合、受電器が再チューニングを行う必要がないことでありうる。このため、受電器を設定周波数ヘチューニングでき、これにより、より効率的な無線エネルギー伝送がもたらされうる。

【0045】

< 受電器 >

インバータ6を制御する上述の方法は、更に、受信回路10における使用に摘要されてもよい。典型的な受信回路10は、電力ピックアップステージ、整流ステージ、及び電力制御ステージを備える。

【0046】

40

従来技術の受電器では、受信回路10における損失が問題となりうる。例えば、電力制御ステージは、損失をもたらす何らかのスイッチング構成から成る。整流ステージは、ダイオードの導電損失に起因してた損失を追加し、ただし、これは同期整流器を使用することによって低減可能である。アプリケーションに依存して、受電器へ伝送される電力の量が（例えば、数ワットから数10ワット程度）既に低い場合があり、それ故に、受信回路10におけるあらゆる損失を減らすことが望ましいであろう。

【0047】

熱の考慮も設計ファクタである場合、これは、受電器の損失を最小限にすることの望ましさを増加させうる。PCBサイズが重要である場合、部品数を減らすことも望ましいであろう。

50

【 0 0 4 8 】

更なる実施形態では、出力電力制御ステージは、整流ステージ及び／又は電力ピックアップステージと組み合わせられる。このようにして、損失及び回路サイズが最小限にされる。

【 0 0 4 9 】

図 8 は、受電器 3 の電力整流及び調整回路として適用可能な、一実施形態に係る受信回路トポロジー 8 0 0 を示している。分割された受信コイル L_1 、 L_2 が、チューニングコンデンサ C_1 と並列に接続される。コイル L_1 、 L_2 とコンデンサ C_1 との組み合わせは、送電器 2 の周波数と実質的に同じ周波数に対してチューニングされる共振タンク 8 0 2 を形成する。分割された受信コイル L_1 、 L_2 は一緒に受信コイル 9 として機能するが、これは、IPT システムの送電器によって伝送される電力の、受電器を利用した受電が最適化されるよう、コイル L_1 と L_2 との間の相互結合のレベルが最小化されることを確保することによって実現される。理想的には相互結合は存在しないが、現実的には最大で約 3 0 % の相互結合が、商用の IPT システムにおいて必要な受電効率に対して許容される。これは、コイルコイル L_1 及び L_2 を反対に、例えば、 L_1 を時計回りに巻き、 L_2 を反時計回りに巻くことによって実現されう。更に、内部に生じる磁界の制御をもたらすために、例えば、フェライトのような透磁性材料の相互コアにコイルを巻く又は位置付けることによって、(複数の) 受信コイルの効率が高められう。

【 0 0 5 0 】

コイル L_1 、 L_2 のほぼ中間点又は実質的に中点のタッピング 8 0 4 が、DC 平滑コンデンサ C_2 と並列に接続された負荷 R_9 に接続される。コイル L_1 、 L_2 の端部は、プッシュプル構成又は倍電流整流構成で、2 つのスイッチ S_1 、 S_2 に接続される。各スイッチには、共振タンク 8 0 2 の両端に生じる共振電圧を、受電器 3 の負荷 1 1 (R_9) が必要とする電圧に整流するために、コントローラ 8 0 6 によって制御信号が提供される。具体的には、一方のコイル L_1 、 L_2 の共振回路における各電圧 8 0 8 a、8 0 8 b 及び共振タンク 8 0 2 からの (関連する位相を有する) 出力電圧 8 1 0 は、コントローラ 8 0 6 へ入力され、当該コントローラは、制御信号を提供するようにこれらの出力を比較する。

【 0 0 5 1 】

図 9 は、受電器の制御信号の例を示している。要約すると、各スイッチは、送電器 2 内のインバータ 6 の上述の切り替えと同様に切り替えられる。即ち、各スイッチは、第 1 イベントに基づいてオンにされ、第 2 イベントに基づいてオフにされる。

【 0 0 5 2 】

各スイッチは、(複数の) 受信コイルの、一方の側の両端電圧に関連付けられる。典型的には、同期整流において、反対側のコイル電圧が立ち上がり始めた際に、スイッチがオンにされる。一実施形態では、反対側のコイル電圧の立ち上がり時間と、スイッチのオン時間との間に、遅延が挿入される。実際には、スイッチは、ある期間、コイルの両端電圧を 0 V に「ホールド」するために使用される。コイル電圧が 0 V にホールドされる期間を調整することによって、受信回路 8 0 0 の DC 出力を、そうでなければ同期整流される DC 出力電圧より高く又は低くなるように制御できる。これは、受電器 3 が、バック (buck) 及びブースト能力を有することを意味する。

【 0 0 5 3 】

言い換えれば、共振チューニングコンデンサ C_1 の一方の側の電圧が 0 に降下すると、当該一方の側の対応するスイッチが、オンになり (第 1 イベント)、(共振コンデンサの側の電圧が 0 に降下すると) 共振サイクルの半分の期間にわたってオンであり続け、その後、設定された遅延の間、オンを保持する (遅延の終わりである、第 2 イベント)。

【 0 0 5 4 】

送電器 2 の制御と同様、受電器 3 において、第 1 イベントは、受電器自体の変数に依存しており (例えば、受電器変数は、電圧ゼロクロスである)、第 2 イベントは、受電器の変数に依存しない (例えば、遅延は、当該第 2 イベントが遅延の終わりを設定するように、電圧又は電流ベースの変数のような、受電器の動作変数に依存せずに設定される)。

【0055】

図10に示されるように、コントローラ806は、一定の出力電圧のための離散アナログ素子（オペアンプ、比較器等）を用いて実装でき、スイッチは、電界効果トランジスタ Q_1 、 Q_2 （又は、他の同様のスイッチ構成）として実装できる。図10に示される例示的な実施形態において、共振タンク802の両端電圧は、比較器 U_2 によって測定される。方形波出力が、ランプ生成器812へ提供される。DC出力電圧は、当該電圧を $1.25V$ DC信号と比較する誤差信号に変換される。ランプ電圧は、比較器 U_3 によって、DC誤差信号と比較され、その出力は、 Q_2 のゲートへ提供される。同様に、共振タンク802の両端電圧の逆極性の電圧が、比較器 U_4 によって測定される。ランプ生成器814及び比較器 U_4 は、 Q_1 用のゲート信号を生成する。このようにして、出力DC電圧を、 V_{ref} 信号による予め定められた値に維持するために、閉ループ制御を実現できる。実際には、遅延は、出力電圧が $1.25V$ になるまで調整される。これは、出力フェーズにおける出力電圧が U_6 へ直接入力されるためである。あるいは、出力電圧の分数を U_6 へ（電圧分周器を介して）入力するために、目標出力電圧が設定されてもよい。例えば、出力を $2.5V$ に調整するために、出力電圧が2で除算され、当該信号が $1.25V_{ref}$ とともに U_6 へ入力されてもよい。

10

【0056】

あるいは、コントローラは、調整可能な出力電圧のためにマイクロコントローラを用いて実装されてもよい。一例では、出力電圧が感知され、そして、閉フィードバックループで出力を変化させるためにマイクロコントローラが遅延を徐々に増加又は減少させる。制御ストラテジに関連する予め定められた基準を含むように、アルゴリズムのステップがマイクロコントローラにプログラムされうる。

20

【0057】

更なる実施形態において、図11に示される受信回路1000が提供され、受信回路1000は、共振タンク1002を形成するためにチューニングコンデンサ C_3 と並列に接続された単一の（ループ）コイル L_5 を備える。2つの（分割された）DCインダクタ L_4 、 L_8 は、共振タンク1002を、平滑コンデンサ C_2 と並列に示されている受電器3の（DC）負荷 R_9 （11）に接続されたDC電圧出力ノード1004に接続している。図8と同様に、2つのスイッチ Q_1 、 Q_2 は、プッシュプル構成又は倍電流整流構成で、共振タンク1002に接続され、同様に操作される。

30

【0058】

図10の回路は、例えば、送信コイルと受信コイルとの間に一定の結合係数が存在する状況において、又は回路のサイズ及び複雑度が、出力電圧のリップルより優先される場合に、図11の回路よりも有益である。これは、図11の回路が多くのDCインダクタを含むためである。これらのインダクタは、システムに対して安定性をもたらすとともに、DC出力のリップルがこの構成によって低くなるように、DC出力電流を平滑化する役割を果たすが、図10の実施形態と比べて回路サイズが大きくなる。また、従来の単一インダクタの受信コイルが利用されうることで、受信機の製造がより単純に、かつ、より安くなりうる。

【0059】

発明の実施形態の記述によって本発明を説明してきたが、また、実施形態を詳細に説明してきたが、添付の請求項の範囲を多少なりともそのような詳細に限定することは、出願人の意図ではない。更なる利点及び変更が、当業者には容易に見てとれることになる。したがって、より広い態様の発明が、図示及び記述されている具体的な詳細、代表的な装置及び方法、並びに例示的な例に限定されることはない。このため、出願人の全体的な発明概念の精神または範囲から逸脱することなく、そのような詳細からの逸脱がなされてもよい。

40

【図 1】

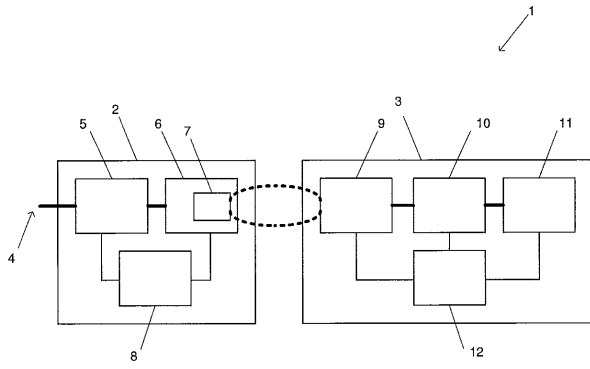


Figure 1

【図 2】

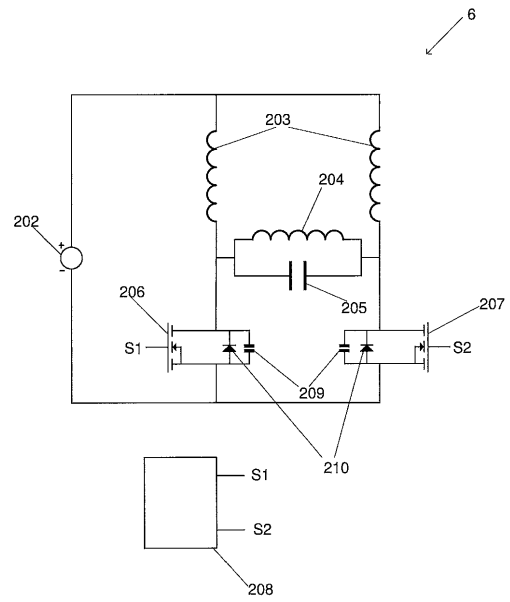


Figure 2

【図 3】

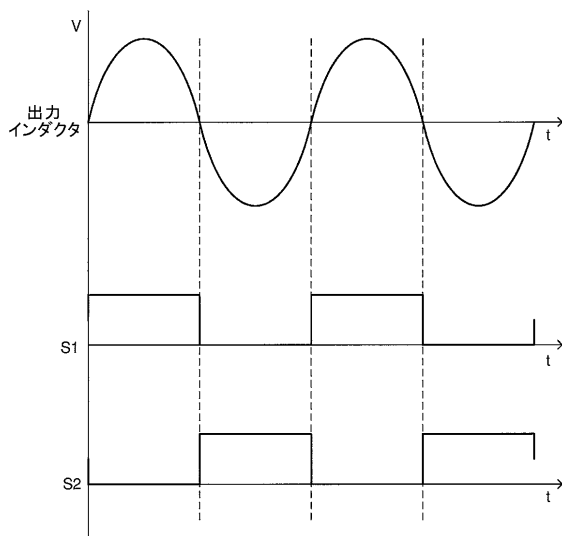


Figure 3

【図 4】

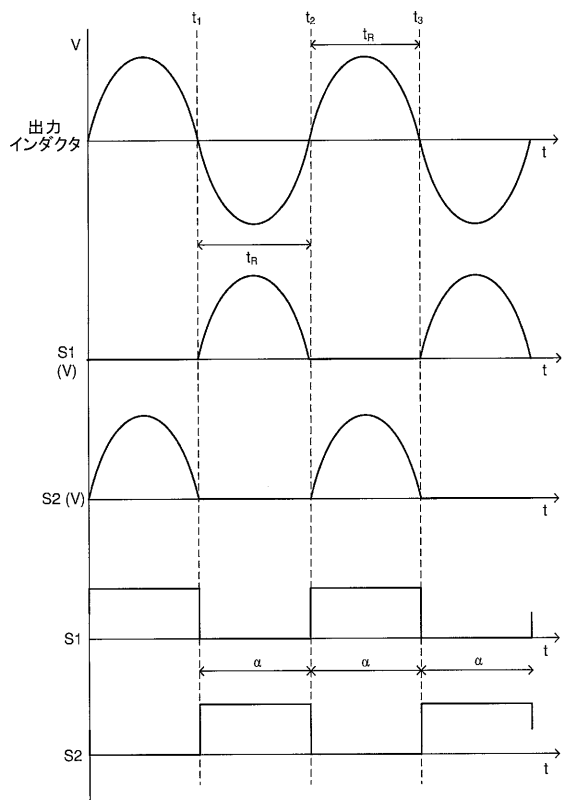


Figure 4

【図 5】

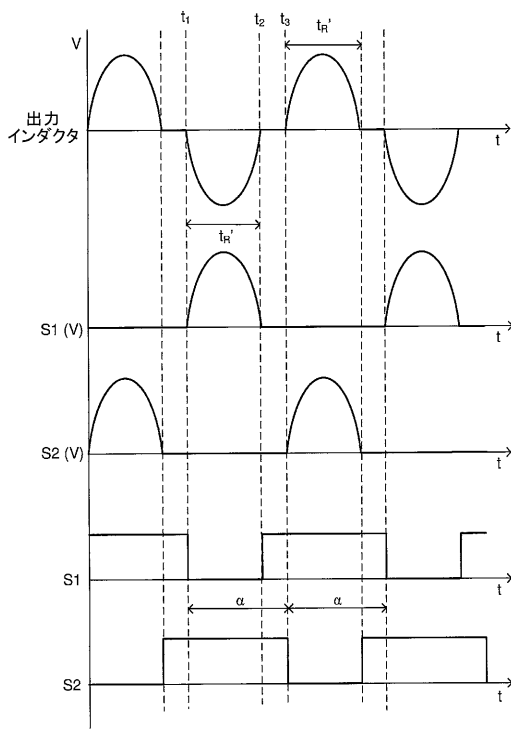


Figure 5

【図 6】

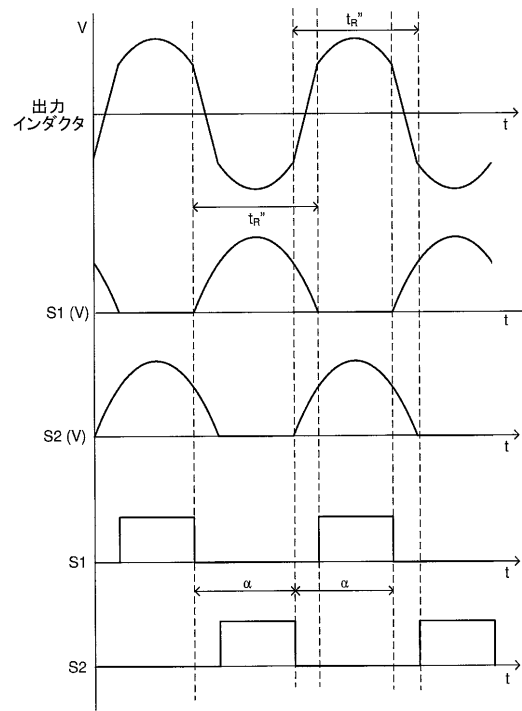


Figure 6

【図 7】

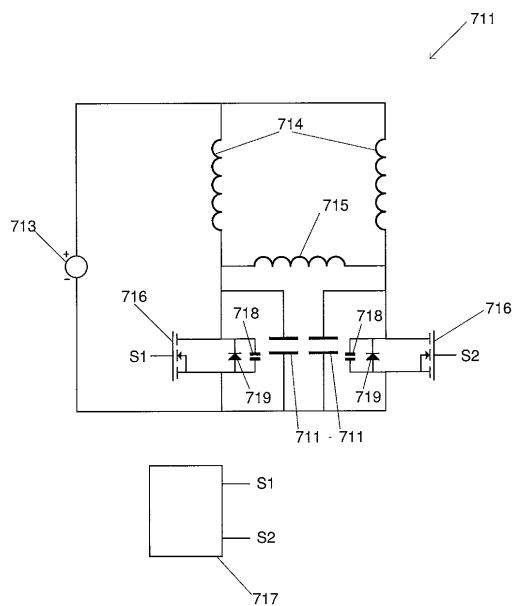


Figure 7

【図 8】

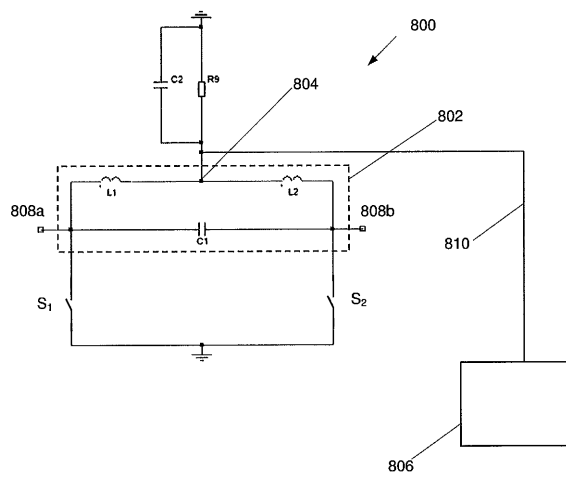


Figure 8

【図 9】

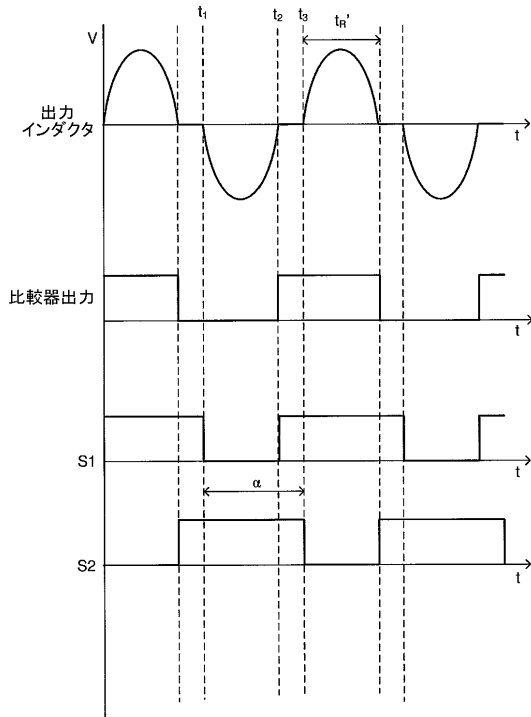


Figure 9

【図 10】

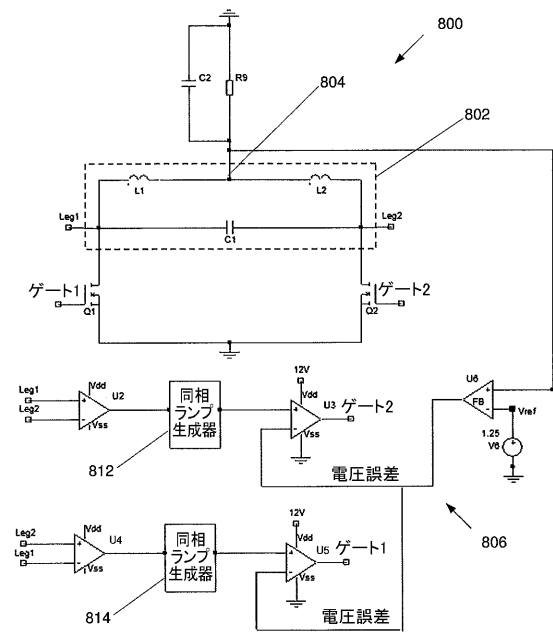


Figure 10

【図 11】

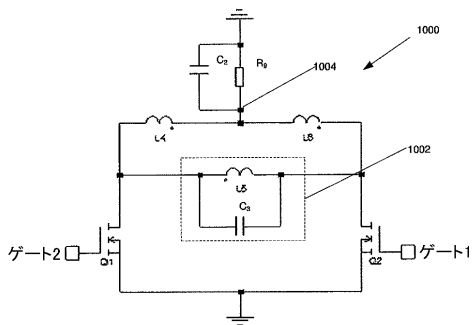


Figure 11

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/NZ2015/050175												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02M 7/00 (2006.01) H02J 17/00 (2006.01) H01F 38/00 (2006.01)														
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)														
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) WPIAP, EPODOC, INSPEC, Google Patents, Google Scholar and Espacenet searched with keywords: WPT, IPT, wireless, contactless, power, transfer, switch, resonance, inductance, capacitance, state, first, second, on, off, condition, voltage, zero, crossing, time, delay, lag, buck, boost, load, turn, status, dependent, series, parallel, converter, control and similar terms. Espacenet searched with keywords (applicant/inventor): Saining Ren as the inventor, powerbyproxi as the applicant. Applicant(s)/Inventor(s) name searched in internal databases provided by IP Australia.														
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></td> <td>Documents are listed in the continuation of Box C</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		Documents are listed in the continuation of Box C							
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
	Documents are listed in the continuation of Box C													
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></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	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"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)	"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	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
* Special categories of cited documents:														
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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													
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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													
"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)	"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													
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family													
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
Date of the actual completion of the international search 7 December 2015		Date of mailing of the international search report 07 December 2015												
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA Email address: pct@ipaustalia.gov.au		Authorised officer Prakash Prasai AUSTRALIAN PATENT OFFICE (ISO 9001 Quality Certified Service) Telephone No. 0262832939												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No.
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		PCT/NZ2015/050175
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/0293670 A1 (POWERBYPROXI LIMITED) 02 October 2014 See the whole document particularly the abstract, figures 1-3, 6, paragraphs [0003]-[0006], [0012]-[0013], [0023]-[0026], [0028]- [0031], [0034], [0036]-[0037], claims 1-7.	1-12
A	US 2014/0252874 A1 (IHI CORPORATION) 11 September 2014 See the whole document	1-12
A	US 5428521 A (KIGAWA et al.) 27 June 1995 See the whole document.	1-12
<p>Form PCT/ISA/210 (fifth sheet) (July 2009)</p>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No.	
Information on patent family members		PCT/NZ2015/050175	
This Annex lists known patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.			
Patent Document/s Cited in Search Report		Patent Family Member/s	
Publication Number	Publication Date	Publication Number	Publication Date
US 2014/0293670 A1	02 October 2014	US 2014293670 A1	02 Oct 2014
		CN 104040863 A	10 Sep 2014
		EP 2777142 A2	17 Sep 2014
		JP 2015503314 A	29 Jan 2015
		KR 20140090669 A	17 Jul 2014
		WO 2013070094 A2	16 May 2013
US 2014/0252874 A1	11 September 2014	US 2014252874 A1	11 Sep 2014
		CN 103947081 A	23 Jul 2014
		EP 2787604 A1	08 Oct 2014
		JP 2013115932 A	10 Jun 2013
		WO 2013081045 A1	06 Jun 2013
US 5428521 A	27 June 1995	US 5428521 A	27 Jun 1995
		JP H06178464 A	24 Jun 1994
		JP 2803943 B2	24 Sep 1998
End of Annex			

Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001.

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

(74)代理人 100134175

弁理士 永川 行光

(72)発明者 レン, セイニング

ニュージーランド国 1 0 1 1 オークランド, フリーマンズ ベイ, フランクリン ロード 1 1 1 気付