(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2017-520231
(P2017-520231A)
(43)公表日　平成29年7月20日(2017.7.20)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02J 50/12	(2016.01)	H02J	50/12		5G503
H02J 7/00	(2006.01)	H02J	7/00	301D	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 28 頁）

(21)出願番号　特願2017-519736 (P2017-519736)
(86)(22)出願日　平成27年6月26日 (2015.6.26)
(85)翻訳文提出日　平成29年2月17日 (2017.2.17)
(86)国際出願番号　PCT/CA2015/050605
(87)国際公開番号　WO2015/196302
(87)国際公開日　平成27年12月30日 (2015.12.30)
(31)優先権主張番号　62/017,330
(32)優先日　平成26年6月26日 (2014.6.26)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　516389019
ソレース・パワー・インコーポレイテッド
カナダ・ニューファンドランド・アンド・ラブラドール・Ａ１Ｎ・５Ｅ７・マウント・パール・トップセール・ロード・１１１８・スイート・２０１
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉
(74)代理人　100133400
弁理士　阿部　達彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ワイヤレス電場電力伝送システム、そのための送信器及び受信器、並びにワイヤレスに電力を伝送するための方法

(57)【要約】
ワイヤレス電場電力伝送システムは、送信共振器及び送信容量性バランを含む送信器と、受信共振器及び受信容量性バランを含む少なくとも１つの受信器と、を含む。送信容量性バランは、電力を送信共振器に伝送するように構成され、送信共振器は電力を受信共振器に伝送するように構成され、受信共振器は電力を電場結合を介して受信容量性バランに抽出するように構成される。

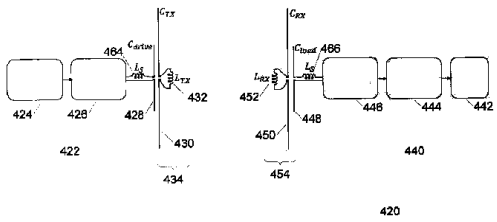


Figure 15

【特許請求の範囲】
【請求項１】
送信共振器及び送信容量性バランを含む送信器と、
受信共振器及び受信容量性バランと、を含む少なくとも１つの受信器と、を含み、
電場結合を介して、
前記送信容量性バランが、電力を前記送信共振器に伝送するように構成され、
これに応じて、前記送信共振器が、電力を前記受信共振器に伝送するように構成され、
前記受信容量性バランが、前記受信共振器から電力を抽出するように構成された、ワイヤレス電場電力伝送システム。
【請求項２】
電力を、送信容量性バランを介して電源から送信共振器まで、電場結合を介して伝送する段階と、
これに応じて、電力を、前記送信共振器から受信共振器まで、電場結合を介して伝送する段階と、
電力を、受信容量性バランを介して前記受信共振器から電場結合を介して抽出する段階と、を含む、ワイヤレスに電力を伝送する方法。
【請求項３】
交流信号を受信し、それに応じて電場を発生させるように構成された容量性バランと、
前記容量性バランによって発生した電場に応答し、共振して受信器に対して電場を発生させるように構成された、送信共振器と、を含む、ワイヤレスに電力を伝送するための送信器。
【請求項４】
前記送信共振器が、前記容量性バランによって発生した電場に応答して、共振して前記受信器に対して共振電場を発生させるように構成された、請求項３に記載の送信器。
【請求項５】
前記容量性バラン及び前記送信共振器が、前記容量性バランによって発生した電場に応答して、共振して前記受信器に対して共振電場を発生させるように構成された、請求項３に記載の送信器。
【請求項６】
前記容量性バランが、前記交流信号を受信し、それに応じて共振電場を発生させるように構成された、請求項３に記載の送信器。
【請求項７】
前記送信共振器が、前記容量性バランによって発生した共振電場に応答して、共振して前記受信器に対して電場を発生させるように構成された、請求項６に記載の送信器。
【請求項８】
前記送信共振器が、前記容量性バランによって発生した共振電場に応答して、共振して前記受信器に対して共振電場を発生させるように構成された、請求項６に記載の送信器。
【請求項９】
前記送信共振器が、直列インダクタによって相互接続された、横方向に離隔された電極を含む、請求項３から８のいずれか一項に記載の送信器。
【請求項１０】
前記容量性バランが、横方向に離隔された導電要素を含み、導電要素のそれぞれが少なくとも１つの電極のそれぞれに近接し、少なくとも１つの電極のそれぞれから離隔された、請求項９に記載の送信器。
【請求項１１】
前記導電要素及び電極が、前記導電要素及び電極の主面が互いに対向するように、実質的に整列された、請求項１０に記載の送信器。
【請求項１２】
前記導電要素及び電極がほぼ平坦である、請求項１０または１１に記載の送信器。
【請求項１３】

前記導電要素及び電極が曲面を有し、角度を有し、及び／または凹凸を有する、請求項１０または１１に記載の送信器。
【請求項１４】
前記導電要素及び電極が、実質的に類似する寸法を有する、請求項１０から１３のいずれか一項に記載の送信器。
【請求項１５】
前記導電要素及び電極が、異なる寸法及び／または異なる幾何形状を有する、請求項１０から１３のいずれか一項に記載の送信器。
【請求項１６】
前記容量性バランに接続された電力インバータをさらに含み、前記電力インバータが、前記容量性バランを励起する交流信号を出力するように構成された、請求項３から１５のいずれか一項に記載の送信器。
【請求項１７】
前記容量性バランを励起する交流信号を発生するように構成された電源をさらに含む、請求項３から１５のいずれか一項に記載の送信器。
【請求項１８】
前記交流信号が高周波（ＲＦ）信号である、請求項３から１７のいずれか一項に記載の送信器。
【請求項１９】
発生した電場の存在下で共振するように構成された受信共振器と、
前記受信共振器に容量結合され、前記受信共振器の共振に応答して、交流信号を出力するように構成された容量性バランと、を含む、ワイヤレスに電力を受信するための受信器。
【請求項２０】
前記受信共振器が、発生した共振電場の存在下で共振するように構成された、請求項１９に記載の受信器。
【請求項２１】
前記受信共振器が、発生した共振電場に応答して、共振して電場を発生させるように構成された、請求項２０に記載の受信器。
【請求項２２】
前記受信共振器が、発生した共振電場に応答して、共振して共振電場を発生させるように構成された、請求項２０に記載の受信器。
【請求項２３】
前記受信共振器及び前記容量性バランが、前記受信共振器によって発生した共振電場に応答して、共振して共振電場を発生させるように構成された、請求項２２に記載の受信器。
【請求項２４】
前記受信共振器及び前記容量性バランが、発生した電場に応答して、共振して共振電場を発生させるように構成された、請求項１９に記載の受信器。
【請求項２５】
前記受信共振器が、直列インダクタによって相互接続され、横方向に離隔された電極を含む、請求項１９から２４のいずれか一項に記載の受信器。
【請求項２６】
前記容量性バランが横方向に離隔された導電要素を含み、導電要素のそれぞれが、少なくとも１つの電極のそれぞれに近接し、少なくとも１つの電極のそれぞれから離隔された、請求項２５に記載の受信器。
【請求項２７】
前記導電要素及び電極が、前記導電要素及び電極の主面が互いに対向するように、実質的に整列された、請求項２６に記載の受信器。
【請求項２８】

前記導電要素及び電極がほぼ平坦である、請求項２６または２７に記載の受信器。
【請求項２９】
前記導電要素及び電極が曲面を有し、角度を有し、及び／または凹凸を有する、請求項２６または２７に記載の受信器。
【請求項３０】
前記導電要素及び電極が、実質的に類似する寸法を有する、請求項２６から２９のいずれか一項に記載の受信器。
【請求項３１】
前記導電要素及び電極が、異なる寸法及び／または異なる幾何形状を有する、請求項２６から２９のいずれか一項に記載の受信器。
【請求項３２】
前記交流信号を直流信号に変換するように構成された整流器をさらに含む、請求項１９から３１のいずれか一項に記載の受信器。
【請求項３３】
前記直流信号を調整するように構成されたレギュレータをさらに含む、請求項３２に記載の受信器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本願の対象は、一般にワイヤレス電力伝送に関し、より具体的には、ワイヤレス電場電力伝送システム、そのための送信器及び受信器、並びにワイヤレスに電力を伝送するための方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
様々な放射または遠隔場、及び非放射または近接場のエネルギーまたは電力伝送技術が知られている。例えば、無線や携帯電話の通信システムや、家庭用コンピュータネットワークで用いられるような低指向性アンテナを用いた放射ワイヤレス情報伝送が、ワイヤレスエネルギー伝送において考慮されうる。了解されるように、この種類の放射エネルギー伝送は、供給され、または放射される電力のわずかな部分、すなわち、受信器の方向にあり、受信器と重なる部分しか受信されないため、非効率である。電力のほとんどは別の方向に放射され、自由空間に失われる。そのような非効率なエネルギー伝送は、データ伝送については許容されうるが、例えば、電力供給や、電気デバイスまたは電子デバイスを充電するなどの仕事を行う目的で、使用可能な量の電気エネルギーを伝送しようとする場合には実際的ではない。いくつかの放射エネルギー伝送方式の伝送効率を改善するための１つの方法は、放射エネルギーのビームを閉じ込め、受信器に向けてあらかじめ指向させるための指向性アンテナを用いることである。しかし、これらの指向性放射方式は、典型的には送信機と受信器との間を遮られずに見通すことを必要とするとともに、携帯型送信器及び／または受信器の場合には潜在的に複雑な追跡及びステアリング機構を必要とする。さらに、そのような指向性放射方式は、中程度から高出力のエネルギービームが伝送されている場合に、放射エネルギーのビームを横切り、交差する物体や人に対して危険性をもたらしうる。
【０００３】
誘導型または従来型の誘導型として呼ばれることも多い既知の非放射または近接場のワイヤレス電力伝送システムは、（意図的には）電力を放射せず、その代わりに、近接する受信または二次コイル内に電流を誘導する交流近接磁場を発生させる、一次コイルを通過する交流電流を使用する。この性質の誘導方式は、中程度から大量の電力を伝送する能力があることを実証しているが、非常に短い距離に渡ってしか伝送できず、一次コイルと二次コイルとの間のオフセット許容量は非常に小さい。電気トランス及び近接充電器が、この既知の短距離近接場エネルギー伝送方式を利用するデバイスの例である。
【０００４】

特許文献１は、送信器及び受信器を含むワイヤレス電力伝送システムを開示している。送信器は、高周波エネルギー発生器と、第１の送信板と、第２の送信板と、を含む。第１の送信板は、高周波エネルギー発生器と動作可能に結合される。第２の送信板は、動作可能に接地される。受信器は、整流器と、第１の受信板と、第２の受信板と、を含む。第１の受信板は、整流器に動作可能に結合される。第１の受信板は、第１の送信板に容量結合されるように構成され、第２の受信板は、第２の送信板に容量結合されるように構成される。第２の受信板は、動作可能に接地される。

【０００５】

特許文献２は、平坦なコイルを含む実質的に２次元の高Ｑ値共振器構造と、共振器構造に動作可能に接続されたインピーダンス整合構造と、を含む送信器を開示している。送信器は、別の高Ｑ値共振器にワイヤレスに電力を送信するように構成される。

【０００６】

特許文献３は、ゆっくりと変化する方式で、充電された導体の任意のセットを取り囲むクーロン場を用いることにより、離れた位置から電気的エネルギー及び／または情報を伝送するための手段を開示している。デバイスは短い距離だけ離されて配置されたエネルギー発生デバイス及びエネルギー消費デバイスからなり、電磁波の伝搬も誘導も用いず、電気キャパシタの単純な構成に低減することができない。このデバイスは、２つの電極間に配置された高周波高電圧発生器または高周波高電圧負荷からなる、振動する非対称電気ダイポール間の相互作用の形態にモデル化される。ダイポールは、互いに相互作用を及ぼす。このデバイスは、産業用及び家庭用電気装置に電力を供給するのに適しており、特に、環境内を移動する低出力デバイスへの電力供給及び情報の短距離非放射伝送に適している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】国際公開第２００９／０８９１４６号

【特許文献２】米国特許出願公開第２０１１／０１９８９３９号明細書

【特許文献３】米国特許出願公開第２００９／０２０６６７５号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

ワイヤレス電力伝送技術は既知であるが、改良が望まれている。そのため、新規なワイヤレス電場電力伝送システム、その送信器及び受信器、並びにワイヤレスに電力を伝送する方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

従って、１つの態様において、送信共振器及び送信容量性バランを含む送信器と、受信共振器及び受信容量性バランと、を含む少なくとも１つの受信器と、を含み、電場結合を介して、送信容量性バランが、電力を送信共振器に伝送するように構成され、これに応じて、送信共振器が、電力を受信共振器に伝送するように構成され、受信容量性バランが、受信共振器から電力を抽出するように構成された、ワイヤレス電場電力伝送システムが提供される。

【００１０】

別の態様によれば、電力を、送信容量性バランを介して電源から送信共振器まで、電場結合を介して伝送する段階と、これに応じて、電力を、送信共振器から受信共振器まで、電場結合を介して伝送する段階と、電力を、受信容量性バランを介して受信共振器から電場結合を介して抽出する段階と、を含む、ワイヤレスに電力を伝送する方法が提供される。

【００１１】

別の態様によれば、交流信号を受信し、それに応じて電場を発生させるように構成され

た容量性バランと、容量性バランによって発生した電場に応答し、共振して受信器に対して電場を発生させるように構成された、送信共振器と、を含む、ワイヤレスに電力を伝送するための送信器が提供される。

【００１２】

送信共振器は、容量性バランによって発生した電場に応答して、共振して受信器に対して共振電場を発生させるように構成されうる。容量性バラン及び送信共振器が、容量性バランによって発生した電場に応答して、共振して受信器に対して共振電場を発生させるように構成されうる。容量性バランが、交流信号を受信し、それに応じて共振電場を発生させるように構成されうる。送信共振器が、容量性バランによって発生した共振電場に応答して、共振して受信器に対して電場を発生させるように構成されうる。送信共振器が、容量性バランによって発生した共振電場に応答して、共振して受信器に対して共振電場を発生させるように構成されうる。

【００１３】

送信共振器が、直列インダクタによって相互接続された、横方向に離隔された電極を含み、容量性バランが、横方向に離隔された導電要素を含み、導電要素のそれぞれが少なくとも１つの電極のそれぞれに近接し、少なくとも１つの電極のそれぞれから離隔されうる。導電要素及び電極が、導電要素及び電極の主面が互いに対向するように、実質的に整列されうる。導電要素及び電極がほぼ平坦であり、導電要素及び電極が、実質的に類似する寸法を有しうる。代替的に、導電要素及び電極が、異なる寸法を有し、導電要素及び電極が曲面を有し、角度を有し、及び／または凹凸を有しうる。

【００１４】

送信器は、容量性バランに接続された電力インバータをさらに含み、電力インバータが、容量性バランを励起する交流信号を出力するように構成されうる。

【００１５】

送信器は、容量性バランを励起する交流信号を発生するように構成された電源をさらに含みうる。

【００１６】

交流信号が高周波（ＲＦ）信号でありうる。

【００１７】

別の態様によれば、発生した電場の存在下で共振するように構成された受信共振器と、受信共振器に容量結合され、受信共振器の共振に応答して、交流信号を出力するように構成された容量性バランと、を含む、ワイヤレスに電力を受信するための受信器が提供される。

【００１８】

受信共振器が、発生した共振電場の存在下で共振するように構成されうる。受信共振器が、発生した共振電場に応答して、共振して電場を発生させるように構成されうる。受信共振器が、発生した共振電場に応答して、共振して共振電場を発生させるように構成されうる。受信共振器及び容量性バランが、受信共振器によって発生した共振電場に応答して、共振して共振電場を発生させるように構成されうる。

【００１９】

受信共振器及び容量性バランが、発生した電場に応答して、共振して共振電場を発生させるように構成されうる。

【００２０】

受信共振器が、直列インダクタによって相互接続され、横方向に離隔された電極を含み、容量性バランが横方向に離隔された導電要素を含み、導電要素のそれぞれが、少なくとも１つの電極のそれぞれに近接し、少なくとも１つの電極のそれぞれから離隔されうる。導電要素及び電極が、導電要素及び電極の主面が互いに対向するように、実質的に整列されうる。導電要素及び電極がほぼ平坦であり、導電要素及び電極が、実質的に類似する寸法を有しうる。代替的に、導電要素及び電極が異なる寸法を有し、導電要素及び電極が曲面を有し、角度を有し、及び／または凹凸を有しうる。

【００２１】
受信器は、交流信号を直流信号に変換するように構成された整流器及び、直流信号を調整するように構成されたレギュレータをさらに含みうる。
【００２２】
実施形態を、添付する図面を参照してより完全に説明する。
【図面の簡単な説明】
【００２３】
【図１】ワイヤレス電場電力伝送システムの概略的なレイアウト図である。
【図２】別のワイヤレス電場電力伝送システムの概略的なレイアウト図である。
【図３】図２のワイヤレス電場電力伝送システムの一部を形成する、送信バラン、送信共振器、受信バラン及び受信共振器の構成の斜視図である。
【図４ａ】図２のワイヤレス電場電力伝送システムの一部を形成する直列送信インダクタの上面平面図である。
【図４ｂ】直列送信インダクタの別の実施形態の斜視図である。
【図４ｃ】直列送信インダクタのさらに別の実施形態の斜視図である。
【図５】図２のワイヤレス電場電力伝送システムと等価な回路図である。
【図６】ワイヤレス電場電力伝送システムのインピーダンス特性を示すスミスチャートである。
【図７】ワイヤレス電場電力伝送システムの電力効率と周波数との関係のグラフである。
【図８】ワイヤレス電場電力伝送システムのインピーダンス特性を示す別のスミスチャートである。
【図９】ワイヤレス電場電力伝送システムの電力効率と周波数との関係の別のグラフである。
【図１０】ワイヤレス電場電力伝送システムの例示的なシステムの効率と周波数との関係のグラフである。
【図１１】試験的なワイヤレス電場電力伝送システムの送信器インピーダンス特性を示すスミスチャートである。
【図１２】例示的なシステムの受信器インピーダンス特性を示すスミスチャートである。
【図１３】代替的な送信バラン、送信共振器、受信バラン及び受信共振器の構成の斜視図である。
【図１４】さらに別の送信バラン、送信共振器、受信バラン及び受信共振器の構成の斜視図である。
【図１５】ワイヤレス電場電力伝送システムの別の実施形態の概略的なレイアウトである。
【図１６】図１５のワイヤレス電場電力伝送システムの一部を形成する、送信バラン、送信共振器、受信バラン及び受信共振器の構成の斜視図である。
【図１７】図２のワイヤレス電場電力伝送システムの一部を形成する受信器の別の実施形態の斜視図である。
【図１８】容量性送受信バランに使用するための導電要素に関する様々な構成を示す斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【００２４】
ここで図１を参照すると、ワイヤレス電場電力伝送システムが示されており、全体として参照符号２０で特定される。図から分かるように、ワイヤレス電場電力伝送システム２０は、送信器２２と、送信器２２から離隔された受信器４０と、を含む。送信器２２は、電力インバータ２６に電気的に接続された電源２４を含み、電力インバータ２６は誘導性送信バラン２８に渡って電気的に接続される。送信器２２はさらに、それぞれが各直列インダクタ（L_{TX}）３２によって誘導性送信バラン２８に電気的に接続された、容量性送信電極（C_{TX}）３０を含む。容量性送信電極（C_{TX}）３０は、特定の動作周波数（f_s）で直列インダクタ（L_{TX}）３２と共振し、全体として参照符号３４で特定される送

信共振器を形成する。電力インバータ２６は、動作周波数（f_s）で、送信共振器３４を誘導性送信バラン２８を介して励起させる高周波（ＲＦ）信号を出力し、送信共振器３４に共振電場を発生させる。誘導性送信バラン２８は、非平衡及び平衡システムを相互接続し、インピーダンス変換を行う。

【００２５】

受信器４０は、レギュレータ４４に電気的に接続された負荷４２を含み、レギュレータ４４は高周波から直流への（ＲＦ－ＤＣ）整流器４６に電気的に接続される。ＲＦ－ＤＣ整流器４６は、誘導性受信バラン４８に渡って電気的に接続される。誘導性送信バラン２８と同様に、誘導性受信バラン４８は、非平衡及び平衡システムを相互接続し、インピーダンス変換を行う。この実施形態において、ＲＦ－ＤＣ整流器４６は、低い接合容量、高い逆方向降伏電圧および低い順方向電圧降下を有する超高速ダイオードを採用する。ＲＦ－ＤＣ整流器４６はまた、シンクロナスＭＯＳＦＥＴ（金属－酸化物－半導体電界効果トランジスタ）も採用しうる。

【００２６】

負荷４２は、組み込まれた米国特許出願第１３／６０７４７４号で特定されたもののような多くの形態をとりうる。さらなる例示的な負荷４２は、電池（例えば、ＡＡ、９Ｖ及び従来型ではない、またはカスタムの充電可能な電池のフォーマット）、無線通信デバイス、コンピュータの電池（例えば、デスクトップ、ラップトップ及びタブレット）、電話（例えばコードレス電話、携帯電話及びセルラー電話）、テレビセットまたはディスプレイパネル（例えば、プラズマ、ＬＣＤ、ＬＥＤ及びＯＬＥＤ）及び家電製品（例えば、ＤＶＤプレイヤー、ブルーレイプレイヤー、受信器、増幅器、一体型ホームシアター、スピーカー、サブウーファー、ビデオゲーム機、ビデオゲームコントローラ、リモートコントロールデバイス、テレビ、コンピュータまたはその他のモニタ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、ビデオまたは画像のプロジェクタ、メディアストリーミングデバイス）を含むがこれらに限定されない。

【００２７】

受信器４０はさらに、容量性受信電極（C_{RX}）５０を含み、そのそれぞれは、それぞれ直列インダクタ（L_{RX}）５２によって誘導性受信バラン４８に電気的に接続される。容量性受信電極５０が、送信共振器３４によって発生した共振電場にさらされると、容量性受信電極（C_{RX}）５０が、送信共振器３４と同じ動作周波数（f_s）で直列インダクタ（L_{RX}）５２と共振し、全体として参照符号５４によって特定される受信共振器を形成する。

【００２８】

本実施形態において、誘導性送信バラン２８及び誘導性受信バラン４８はそれぞれ、インピーダンス整合の目的のために、フェライトコアを含み、１：１よりわずかに高い巻き数比を有する。これらのバランは良好に動作するが、これらは顕著な物理的空間を必要とする点で不利である。さらに、これらのバランは、本質的に動作周波数及び出力レベルにおいて制限がある。さらに、高い出力レベルでは、これらのバランは発熱して、バランまたはワイヤレス電場電力伝送システムのその他の構成要素に損傷を生じさせる危険性を増大させる。

【００２９】

次に図２を参照すると、代替的なワイヤレス電場電力伝送システム１２０が示されている。図から分かるように、ワイヤレス電場電力伝送システム１２０は、送信器１２２と、送信器１２２から離隔された受信器１４０と、を含む。送信器１２２は、電力インバータ１２６に電気的に接続された電源１２４を含み、電力インバータ１２６は、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８に渡って電気的に接続される。全体として、電源１２４及び電力インバータ１２６は、ＲＦ源１２７を形成する。送信器１２２はさらに、直列送信インダクタ（L_{TX}）１３２によって電気的に接続され、容量性送信バラン１２８に容量結合された容量性送信電極（C_{TX}）１３０を含む。容量性送信電極１３０は、特定の動作周波数（f_s）で直列送信インダクタ１３２と共振し、全体として参照符号１３４で特定

される送信共振器を形成する。

【００３０】

受信器１４０は、レギュレータ１４４に電気的に接続された負荷１４２を含み、レギュレータ１４４は今度はＲＦ－ＤＣ整流器１４６に電気的に接続される。ＲＦ－ＤＣ整流器１４６は、容量性受信バラン（C_{load}）１４８に電気的に接続される。前述の実施形態と同様に、ＲＦ－ＤＣ整流器１４６は、低い接合容量、高い逆方向降伏電圧、及び低い順方向電圧降下を有する超高速ダイオードを採用する。ＲＦ－ＤＣ整流器１４６はまた、シンクロナスＭＯＳＦＥＴ（金属－酸化物－半導体電界効果トランジスタ）を採用してもよい。負荷１４２は、組み込まれた米国特許出願第１３／６０７４７４号で特定されたもののような多くの形態をとりうる。さらなる例示的な負荷１４２は、電池（例えばＡＡ、９Ｖ及び従来型ではない、またはカスタムの充電可能な電池のフォーマット）、無線通信デバイス、コンピュータの電池（例えば、デスクトップ、ラップトップ及びタブレット）、電話（例えばコードレス電話、携帯電話及びセルラー電話）、テレビセットまたはディスプレイパネル（例えば、プラズマ、ＬＣＤ、ＬＥＤ及びＯＬＥＤ）及び家電製品（例えば、ＤＶＤプレイヤー、ブルーレイプレイヤー、受信器、増幅器、一体型ホームシアター、スピーカー、サブウーファー、ビデオゲーム機、ビデオゲームコントローラ、リモートコントロールデバイス、テレビ、コンピュータまたはその他のモニタ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、ビデオまたは画像のプロジェクタ、メディアストリーミングデバイス）を含むがこれらに限定されない。

【００３１】

受信器１４０はさらに、直列受信インダクタ（L_{RX}）１５２によって電気的に接続され、容量性受信バラン１４８と容量結合した容量性受信電極（C_{RX}）１５０を含む。容量性受信電極１５０は、特定の動作周波数（f_s）で直列受信インダクタ１５２と共振し、全体として参照符号１５４で特定される受信共振器を形成する。

【００３２】

ここで、図３を参照すると、容量性送信バラン１２８、送信共振器１３４、容量性受信バラン１４８及び受信共振器１５４が、より詳細に示されている。送信器１２２及び受信器１４０は、距離d_{TR}だけ離隔されている。この実施形態において、容量性送信バラン１２８は、導電性材料から形成された、一対の水平方向に離隔された細長い要素を含む。導電要素は、ほぼ長方形の平板の形態である。送信共振器１３４の容量性送信電極１３０もまた、導電性材料からなる、細長いほぼ長方形の平板の形態である。容量性送信バラン１２８の各平板は、各容量性送信電極１３０と近接して整列され、平板の主平面１３６及び１３８と容量性送信電極１３０とが互いに対面し、距離d_1だけ離隔される。この実施形態において、主平面１３６及び１３８の面積は等しいか、またはほぼ等しく、すなわち、容量性送信バラン１２８の平面及び容量性送信電極１３０の寸法が基本的に同じである。

【００３３】

容量性受信バラン１４８は、導電性材料からなる、一対の水平方向に離隔された、細長い要素を含む。導電要素は、ほぼ長方形の平板の形態である。受信共振器１５４の容量性受信電極１５０もまた、導電性材料からなる、細長いほぼ長方形の平板の形態である。容量性受信バラン１４８の各平板は、各容量性受信電極１５０と近接して整列され、平板の主平面１５６及び１５８と容量性受信電極１５０とが互いに対面し、距離d_2だけ離隔される。この実施形態において、主平面１５６及び１５８の面積は等しいか、またはほぼ等しく、すなわち、容量性受信バラン１４８の平板及び容量性受信電極１５０の寸法が基本的に同じである。

【００３４】

ここで図４ａを参照すると、直列送信インダクタ（L_{TX}）１３２がより詳細に示されている。図面から分かるように、本実施形態において、直列送信インダクタ（L_{TX}）１３２は平坦な螺旋型またはパンケーキ型コイルである。直列送信インダクタ（L_{TX}）１３２は高い品質係数（Ｑ値）を有し、動作周波数（f_s）で容量性送信電極（C_{TX}）１

３０と、高いＱ値の共振を発生させるように構成される。高いＱ値とは、蓄えられるエネルギーの量が散逸するエネルギーの量よりも大きいことを意味する。高いＱ値の共振は、印加される電圧と比較して、容量性送信電極（C_{TX}）１３０にかかる電圧を増大させる。この実施形態において、直列受信インダクタ（L_{RX}）１５２は、同様に平坦な螺旋型またはパンケーキ型コイルである。直列受信インダクタ（L_{RX}）１５２もまた高いＱ値を有し、動作周波数（f_s）で容量性受信電極（C_{RX}）と高いＱ値の共振を発生させるように構成される。

【００３５】

しかし、直列送信インダクタ（L_{TX}）１３２及び直列受信インダクタ（L_{RX}）１５２は、図４ｂ及び４ｃに示されるように異なる形態をとってもよい。図４ｂにおいて、直列送信インダクタ（L_{TX}）１３２は、トロイダル送信インダクタ（L_{TX}）１３２ａの形態であり、図４ｃでは、直列送信インダクタは円筒型螺旋送信インダクタ（L_{TX}）１３２ｂの形態である。直列送信インダクタ（L_{TX}）１３２と同様に、直列受信インダクタ（L_{RX}）１５２もまた、トロイダル受信インダクタ（L_{RX}）または円筒型螺旋受信インダクタ（L_{RX}）の形態であってもよい。

【００３６】

ワイヤレス電場電力伝送システム１２０の動作をこれから説明する。動作時には、ＲＦ電源１２７は、電源１２４及び電力インバータ１２６を含み、動作周波数（f_s）でＲＦ信号を出力し、次いで、このＲＦ信号は容量性送信バラン（C_{drive}）１２８の平板に印加され、それによって容量性送信バラン（C_{drive}）１２８を励起する。そして、励起された容量性送信バラン（C_{drive}）１２８は、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８の平板を取り囲む体積内に電場を発生させる。容量性送信共振器１３４が発生した電場内にある場合、容量性送信電極（C_{TX}）１３０及び容量性送信バラン（C_{drive}）１２８は、動作周波数（f_s）で直列インダクタ（L_{TX}）１３２と共振し、それによって、受信共振器１５４に延在する共振電場を発生させる。

【００３７】

発生した共振電場における受信共振器１５４とともに、容量性受信電極（C_{RX}）１５０は直列受信インダクタ（L_{RX}）１５２と共振を始め、その結果、容量性受信バラン（C_{load}）１４８の平板を取り囲む体積内に共振電場を発生させる。容量性受信バラン（C_{load}）１４８が発生した共振電場内にある場合、容量性受信バラン（C_{load}）１４８及び容量性受信電極（C_{RX}）１５０は動作周波数（f_s）で直列インダクタ（L_{RX}）１５２と共振し、その結果、容量性受信バラン（C_{load}）１４８は、ＲＦ－ＤＣ整流器１４６に伝搬されるＲＦ信号を出力する。

【００３８】

次に、ＲＦ－ＤＣ整流器１４６は、ＲＦ信号をＤＣ信号に変換し、これはレギュレータ１４４で調整され、負荷１４２に伝搬される。

【００３９】

ワイヤレス電場電力伝搬システム１２０の等価回路図が、図５に示されている。前述のように、動作周波数（f_s）において、ＲＦ源１２７によって出力されるＲＦ信号は、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８を励起するために使用され、この励起の結果、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８の平板及び容量性送信電極（C_{TX}）１３０を取り囲む電場を発生させる。容量性送信バラン（C_{drive}）１２８と容量性送信電極（C_{TX}）１３０との間の結合係数は、k_{12}で表され、以下の数式で与えられる。

【００４０】

【数１】

$$k_{12} = \frac{M_{12}}{\sqrt{C_{drive} \times C_{TX}}}$$

【００４１】
ここで、M_{12}は容量性送信バラン１２８と容量性送信電極１３０との間の相互キャパシタンスである。
【００４２】
容量性送信電極１３０と容量性受信電極１５０との間の結合係数はk_{23}で表され、以下の数式で与えられる。
【００４３】
【数２】

$$k_{23} = \frac{M_{23}}{\sqrt{C_{TX} \times C_{RX}}}$$

【００４４】
ここで、M_{23}は容量性送信電極１３０と容量性受信電極１５０との間の相互キャパシタンスである。
【００４５】
容量性受信電極１５０と容量性受信バラン１４８との間の結合係数はk_{34}で表され、以下の数式で与えられる。
【００４６】
【数３】

$$k_{34} = \frac{M_{34}}{\sqrt{C_{RX} \times C_{load}}}$$

【００４７】
ここで、M_{34}は容量性受信電極１５０と容量性受信バラン１４８との間の相互キャパシタンスである。
【００４８】
了解されるように、離隔距離ｄ１及びｄ２を変化させることは、相互キャパシタンスを変化させることによって結合係数を変化させることとなる。また、受信器１４０が送信器１２２の近接場にあるため、送信器１２２から見えるインピーダンスは、送信器１２２と受信器１４０との間の離隔距離d_{TR}が変化するにつれて変化し、これは、ワイヤレス電場電力伝送システム１２０の共振周波数の変化につながる。このインピーダンスは、離隔距離d_1を変更することによって、または容量性送信バラン（C_{drive}）１２８の平板の長さを増加させることによって、ＲＦ源１２７のインピーダンスR_sに対して調整可能である。

【００４９】
同様に、受信器１４０から見えるインピーダンスも、送信器１２２と受信器１４０との間の離隔距離d_{TR}が変化するにつれて変化する。このインピーダンスは、離隔距離d_2を変化させることによって、または容量性受信バラン（C_{load}）１４８の平板の長さを増加させることによって、負荷１４２のインピーダンスに対して調整可能である。
【００５０】
図３に戻ると、送信器１２２の重複長さ（L_{ol}）は、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８の平板の主平面１３６と容量性送信電極（C_{TX}）１３０の主平面１３８との間の、これらの主平面の長さ方向に沿った重複の量として定義される。送信器１２２の重複幅（W_{ol}）は、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８の平板の主平面１３６と容量性送信電極（C_{TX}）１３０の主平面１３８との間の、これらの主平面の幅に沿った重複の量として定義される。
【００５１】
同様に、受信器１４０の重複長さ（L_{ol}）は、容量性受信バラン（C_{load}）１４８の平板の主平面１５６と容量性受信電極（C_{RX}）１５０の主平面１５８との間の、これらの主平面の長さに沿った重複の量として定義される。受信器１４０の重複幅（W_{ol}）は、容量性受信バラン（C_{load}）１４８の平板の主平面１５６と、容量性受信電極（C_{RX}）１５０の主平面１５８との間の、これらの主平面の幅に沿った重複の量として定義される。この実施形態において、送信器１２２及び受信器１４０の重複長さ（L_{ol}）及び重複幅（W_{ol}）は同じである。
【００５２】
結合モード理論によれば、送信器１２２及び受信器１４０は、それらの基本周波数で共振しており、得られる動作周波数は、送信器１２２と受信器１４０との間の結合に依存する。強い結合が存在すれば、２つの異なる周波数で２つの動作モードが存在する。この現象は、周波数分離と呼ばれる。結合が弱い場合、これら２つのモードは単一の周波数における単一の動作モードに変換する。周波数分離は、以下のシミュレーションにおいて存在する。
【００５３】
ＣＳＴ Ｍｉｃｒｏｗａｖｅ Ｓｔｕｄｉｏソフトウェアを使用した電磁場シミュレーションを、特定の動作周波数（f_s）でワイヤレス電場電力伝送システム１２０の必要なインピーダンスを決定するために行った。図６から９は、７ＭＨｚの動作周波数（f_s）でワイヤレス電場電力伝送システム１２０の必要なインピーダンスを決定するための電磁場シミュレーションの結果を示す。図６のスミスチャートに示されるように、５から８ＭＨｚまで周波数を掃引すると、１及び２でマークした点において、送信器１２２と受信器１４０との間のインピーダンス整合が得られる。これらの点におけるワイヤレス電場電力伝送システム１２０の効率は、図７に示されており、点２における周波数は約７ＭＨｚであることが示されている。点２における図６のスミスチャートからの対応する必要なインピーダンスは、約９９オームである。このインピーダンスは、１．５７ｍｍに等しい離隔距離d_1及びd_2並びに１２０ｍｍに等しい重複長さ（L_{ol}）で得られた。
【００５４】
図８のスミスチャートから分かるように、１から１２ＭＨｚまで周波数を掃引すると、１及び２でマークした点において、送信器１２２と受信器１４０との間のインピーダンス整合が得られる。これらの点におけるワイヤレス電場電力伝送システム１２０の効率は、図９に示されており、点１における周波数は約７ＭＨｚであることが分かる。点１における図８のスミスチャートからの対応する必要なインピーダンスは、約６２オームである。このインピーダンスは、０．８６７ｍｍに等しい離隔距離d_1及びd_2並びに６０ｍｍに等しい重複長さ（L_{ol}）で得られた。
【００５５】
前述のシミュレーションにおいて、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８の平板の幅、容量性送信電極（C_{TX}）１３０の幅、容量性受信バラン（C_{load}）１４８の平

板の幅、及び容量性受信電極（C_{RX}）１５０の幅は等しいものとした。しかし、当業者であれば、これらの幅は変更可能であることは了解するであろう。

【００５６】

シミュレーションの結果から分かるように、ワイヤレス電場電力伝送システム１２０の共振周波数（f_s）並びに送信器１２２及び受信器１４０のインピーダンスは、共に、距離d_1、d_2並びに容量性送信バラン（C_{drive}）１２８及び容量性受信バラン（C_{load}）１４８の平板の主平面１３６及び１５６の長さをそれぞれ変化させることによって整合可能である。

【００５７】

容量性送信バラン（C_{drive}）１２８及び容量性受信バラン（C_{load}）１４８が誘導性ではなく容量性であり、共振状態に到達するのに必要な静電容量がより小さいため、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８及び容量性受信バラン（C_{load}）１４８を使用することにより、容量性送信電極（C_{TX}）１３０及び容量性受信電極（C_{RX}）１５０の大きさを、誘導性バランと比較して低減することが可能である。また、容量性送信バラン（C_{drive}）１２８及び容量性受信バラン（C_{load}）１４８を使用することによって、誘導性バランの必要性を排除し、送信共振器１３４及び受信共振器１５４において必要なインダクタの数を低減する。結果として、より小さく、より安く、設計がより単純な送信器１２２及び受信器１４０を得る。

【００５８】

図２及び３に従って、例示的なワイヤレス電場電力伝送システムを、以下のパラメータ、約２７ＭＨｚの動作周波数及び約１０ｃｍの距離d_{TR}で構築した。送信器に関して、以下のパラメータ、約１５ｃｍの容量性送信電極間の距離、容量性送信電極の各電極について約３３ｃｍの電極長さ、約１．７ｃｍの重複長さL_{ol}、約５ｃｍの重複幅W_{ol}、約０．２４ｃｍの距離d_1、約５．９μＨのインダクタンスを有する直列送信インダクタL_{TX}、及び約３００の品質係数を用いた。受信器に関して、以下のパラメータ、約１５ｃｍの容量性受信電極間の距離、容量性受信電極の各電極について約３３ｃｍの電極長さ、約２．６ｃｍの長さL_{ol}、約５ｃｍの重複幅W_{ol}、約０．５４ｃｍの距離d_2、約５．１μＨのインダクタンスを有する直列受信インダクタL_{RX}、及び約２５０の品質係数を用いた。実験データは、Ｃｏｐｐｅｒ Ｍｏｕｎｔａｉｎ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｉｅｓ（登録商標） ＰＬＡＮＡＲ ８０８／１ ４ポートベクトルネットワークアナライザー（ＶＮＡ）を用いて収集した。周波数は２０ＭＨｚから３０ＭＨｚまで掃引して、様々な動作周波数におけるシステムインピーダンス及び効率を測定した。図１０に示されるように、２０から３０ＭＨｚまで周波数を掃引すると、点１で約２６．８５ＭＨｚにおいて、送信機と受信器との間の整合最大効率が得られる。点１における送信器について、図１１のスミスチャートからの対応する必要なインピーダンスは約６３オームである。点１における受信器について、図１２のスミスチャートからの対応する必要なインピーダンスは約５６オームである。

【００５９】

図２の実施形態において、容量性送信バラン１２８及び容量性送信電極１３０の平板は同じ寸法を有し、その対向する主平面１３６、１３８が実質的に完全に整列されるように配置される。同様に、容量性受信バラン１４８及び容量性受信電極１５０の平板は同じ寸法を有し、その対向する主平面１５６、１５８は実質的に完全に整列されるように配置される。しかし、当業者であれば、変形が可能であることを了解するであろう。

【００６０】

例えば、容量性送信バラン、容量性送信電極、容量性受信電極及び容量性受信バランの構成の別の実施形態が、図１３に示されている。図１３に示された実施形態は、図３に示された実施形態と同様であり、類似の構成要素は同じ参照符号に明確性のために１００を加えて参照される。この実施形態において、容量性送信バラン２２８の平板は、容量性送信電極２３０よりも寸法が短く、または小さく、容量性受信バラン２４８の平板は、容量性受信電極２５０よりも寸法が短く、または小さい。容量性送信バラン２２８の平板及び

容量性受信バラン２４８の平板の長さの変化によって引き起こされるインピーダンスの変化は、離隔距離d_1及びd_2を変化させることによってオフセット可能である。図３に示された実施形態のように、重複幅W_{ol}、重複長さL_{ol}、距離d_1、d_2、及び距離d_{TR}は、必要に応じて調整されうる。

【００６１】

さらに他の構成も可能である。図１４に示されるように、容量性送信電極１３０を励起させるために容量性送信バラン（C_{drive}）１２８を用いるのではなく、全体として参照符号３６０で特定される誘導性送信バランが用いられうる。図１４に示された実施形態は、図３に示された実施家体と同様であり、類似する構成要素は、同じ参照符号に明確性のために２００を加えて参照される。各容量性送信電極３３０は、各直列インダクタ３６２を介して誘導性送信バラン３６０に接続される。送信インダクタ３６２は平坦でない平面に形状を合わせるように曲げられると、インダクタンスの損失及び品質係数（Ｑ値）の減少を招くため、これにより、平坦でない平面上に送信器３２２を配置することがより困難になる。

【００６２】

図１３の実施形態と同様に、この実施形態では、容量性受信バラン３４８の平板は容量性受信電極３５０よりも寸法が短く、または小さい。しかし、当業者であれば、容量性受信バラン３４８の平板は、容量性受信電極３５０の寸法と同様でありうることを了解するであろう。また、容量性送信バラン１２８を誘導性送信バラン３６０で置き換えるのではなく、容量性送信バランが用いられ、容量性受信バラン３４８が誘導性受信バランと置き換えられうる。

【００６３】

ここで、図１５及び１６を参照すると、図２に示された実施形態と同様なワイヤレス電場電力伝送システムの別の実施形態が示され、類似する構成要素は同じ参照符号に明確性のために３００を加えて参照される。この実施形態において、送信器４２２及び受信器４４０はさらに、追加的なインピーダンス及び共振制御のための直列インダクタ（L_s）を含む。これから分かるように、送信器４２２において、電力インバータ４２６は、容量性送信バラン４２８（C_{drive}）の１つの平板に直接接続され、容量性送信バラン４２８（C_{drive}）の他方の平板に、直列インダクタ（L_s）４６４を介して接続される。

【００６４】

受信器４４０において、ＲＦ－ＤＣ整流器４４６は、容量性受信バラン（C_{load}）４４８の１つの平板に直接接続され、容量性受信バラン４４８の他方の平板に直列インダクタ（L_s）４６６を介して接続される。容量性送信バラン及び容量性送信電極の平板、並びに容量性受信バラン及び容量性受信電極の平板の構成は、図示されるように図１３の構成と同様である。しかし、当業者であれば、容量性送信バラン及び容量性送信電極の平板並びに容量性受信バラン及び容量性受信電極の平板の構成は変更され、例えば、図３の構成と同様の形態をとりうることを了解するであろう。重複幅W_{ol}、重複長さL_{ol}、距離d_1、d_2、及び距離d_{TR}を含む様々な寸法は、必要に応じて調整されうる。

【００６５】

動作時には、電力インバータ４２６は電源４２４によって駆動される場合、動作周波数（f_s）でＲＦ信号を出力し、次いで、このＲＦ信号は、容量性送信バラン（C_{drive}）４２８の平板に印加され、それによって容量性送信バラン（C_{drive}）４２８を励起する。励起された容量性送信バラン（C_{drive}）４２８は、動作周波数（f_s）で直列インダクタ（L_s）４６４と共振し、それによって共振電場を発生させる。容量性送信共振器４３４が発生した共振電場内にある場合、容量性送信電極（C_{TX}）４３０及び容量性送信バラン（C_{drive}）４２８は直列インダクタ（L_{TX}）４３２及び（L_s）４６４と動作周波数（f_s）で共振し、それによって、受信共振器４５４に延在する共振電場を発生させる。

【００６６】

発生した共振電場内の受信共振器４５４では、容量性受信電極（C_{RX}）４５０が直列受信インダクタ（L_{RX}）４５２と共振を開始し、容量性受信バラン（C_{load}）４４８の平板を取り囲む体積内に共振電場を発生させることとなる。容量性受信バラン（C_{load}）４４８が発生した共振電場内にある場合、容量性受信バラン（C_{load}）４４８及び容量性受信電極（C_{RX}）４５０は動作周波数（f_s）で直列インダクタ（L_{RX}）１５２と共振し、容量性受信バラン（C_{load}）４４８が、ＲＦ－ＤＣ整流器４４６に伝搬されるＲＦ信号を出力することとなる。

【００６７】

図１７は、代替的な容量性受信電極及び容量性受信バランの構成を示している。この実施形態は、図３に示された実施形態の受信器１４０と同様であり、類似の構成要素は同じ参照符号に明確性のために４００を加えて参照する。図１３の構成と同様に、容量性受信バラン５４８の平板は、容量性受信電極５４８よりも寸法が短く、または小さいが、望ましい場合には、容量性受信バラン５４８及び容量性受信電極５５０の平板は同じ寸法であってもよい。しかし、この実施形態においては、平坦ではなく、容量性受信バラン５４８及び容量性受信電極５５０の平板は曲面状となっている。

【００６８】

当業者であれば、曲面状の平板及び電極の構成は送信器にも適用可能であることを了解するであろう。

【００６９】

容量性送受信バラン及び容量性送受信電極の導電要素が示され、ほぼ長方形の平行平板の形態をとるものとして説明されたが、当業者であれば、代替手段も可能であることを了解するであろう。容量性送受信バラン及び容量性送受信電極の導電要素は、様々な形態をとりうる。例えば、図１８は、容量性送受信バラン及び容量性送受信電極の導電要素についての様々な幾何学的形状を示している。図に示されるように、容量性送受信バラン及び電極の導電要素は、正方形、矢印形状、凸面円形状、屈曲した側部を有する菱型形状、円形または三角形を有することができる。了解されるように、容量性送受信バラン及び容量性送受信電極の導電要素は角度を付けられ、屈曲され、及び／または様々な構成で凹凸を形成されてもよい。

【００７０】

ワイヤレス電場電力伝送システムが、一対の容量性送信電極及び一対の容量性受信電極を含むものとして示されているが、当業者であれば、２つより多い容量性送信電極及び２つより多い容量性受信電極が採用されうることを了解するであろう。容量性送信電極（C_{TX}）１３０の数を増加させ、容量性受信電極（C_{RX}）１５０の数を増加させると、渦電流損失を低減する。

【００７１】

当業者であれば、ワイヤレス電力伝送システムは、前述の組み込まれた米国特許出願第１３／６０７４７４号において特定されたものを含む様々な用途で使用可能であることを了解するであろう。さらに、用途は、ワイヤレス電力伝送システムの一部またはすべてを、バックパック、車両（例えば、消防車、バス、軍事車両、無人自動車両（ＵＡＶ）、電気自動車及びハイブリッド自動車）、無線通信デバイス、軍事基地、航空機、テーブル、コンピュータ（例えば、ラップトップ、デスクトップ及びタブレットコンピュータ）、コンテナ、平面（例えば、テーブル、机、カウンター、棚、壁、床、天井及びドア）、電話（例えば、コードレス電話、携帯電話及びセルラー電話）、テレビセットまたは表示パネル（例えば、プラズマ、ＬＣＤ、ＬＥＤ及びＯＬＥＤ）、家電製品（例えば、ＤＶＤプレイヤー、ブルーレイプレイヤー、受信器、増幅器、一体型ホームシアター、スピーカー、サブウーファー、ビデオゲーム機、ビデオゲームコントローラ、リモートコントロールデバイス、テレビ、コンピュータまたはその他のモニタ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、ビデオまたは画像のプロジェクタ、及びメディアストリーミングデバイス）、並びに公共空間または共用領域に組み込むことを含むがこれらに限定されない。

【００７２】
ワイヤレス電場電力伝送システムは、容量性バランを励起するＲＦ信号を出力する電力インバータを有する電力インバータに接続された電源を含むものとして示されているが、当業者であれば、その他の構成も可能であることを了解するであろう。例えば、電力インバータは省略され、容量性バランを励起するための交流またはＲＦ信号を出力する電源が採用されうる。
【００７３】
以上、図面を参照して実施形態を説明したが、当業者であれば、添付した特許請求の範囲において規定されるように、その範囲から逸脱せずに変更や改良がされ得ることを了解するであろう。
【符号の説明】
【００７４】
２０、１２０　ワイヤレス電場電力伝送システム
２２、１２２、４２２　送信器
２４、１２４、４２４　電源
２６、１２６、４２６　電力インバータ
１２７　ＲＦ源
２８　誘導性送信バラン
１２８、２２８、４２８　容量性送信バラン
３０、１３０、２３０、３３０、４３０　容量性送信電極
３２、１３２、４３２　直列インダクタ
１３２ａ　トロイダル送信インダクタ
１３２ｂ　円筒型螺旋送信インダクタ
３４、１３４　送信共振器
４０、１４０、４４０　受信器
４２、１４２　負荷
４４、１４４　レギュレータ
４６、１４６、４４６　ＲＦ－ＤＣ整流器
４８　誘導性受信バラン
１４８、２４８、３４８、４４８、５４８　容量性受信バラン
５０、１５０、２５０、３５０、４５０、５５０　容量性受信電極
５２、１５２　直列インダクタ
５４、１５４、４５４　受信共振器
３６０　誘導性送信バラン
３６２　直列インダクタ
４６４　直列インダクタ
４６６　直列インダクタ

【図１】

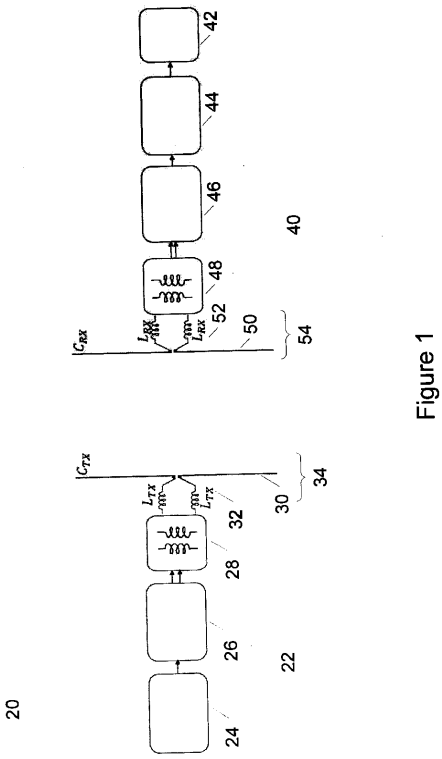


Figure 1

【図２】

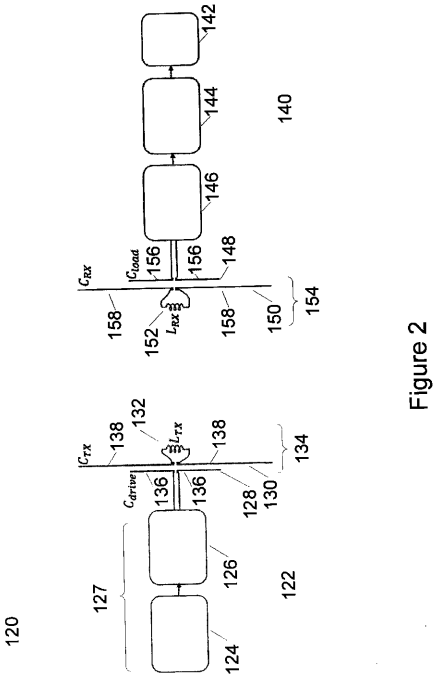


Figure 2

【図３】

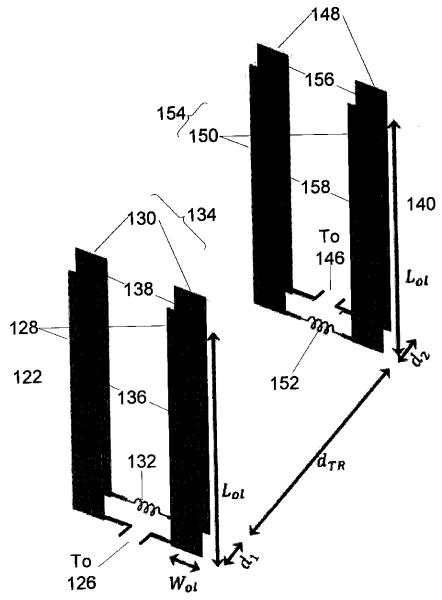


Figure 3

【図４ａ】

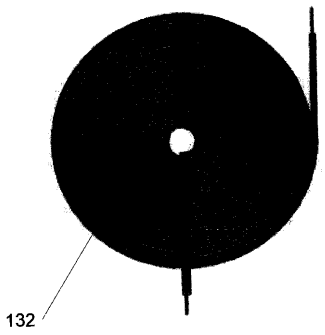


Figure 4a

【図４ｂ】

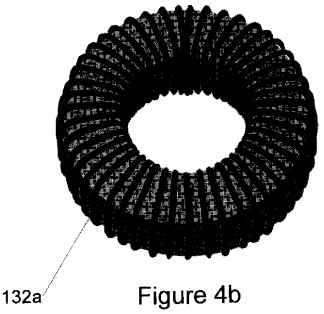


Figure 4b

【図４ｃ】

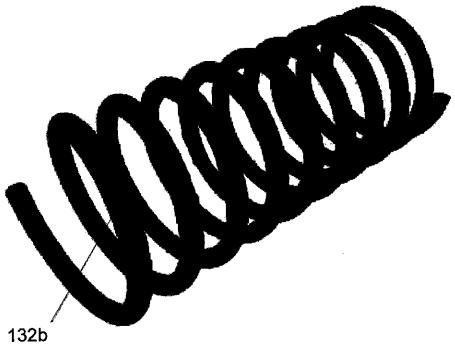
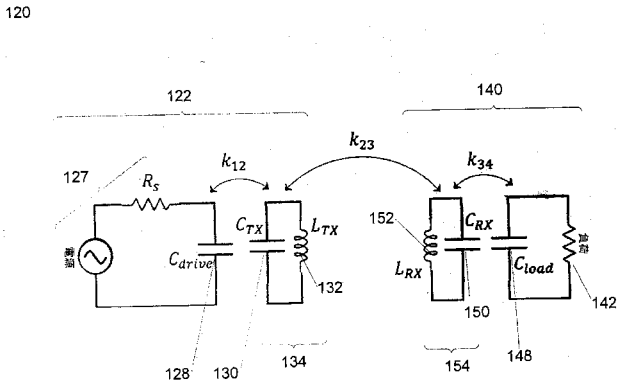


Figure 4c

【図５】



【図６】

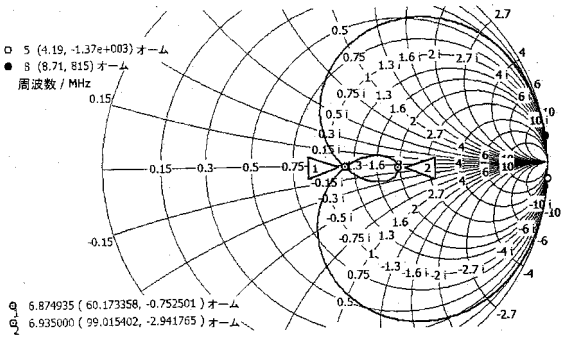


Figure 6

【図７】

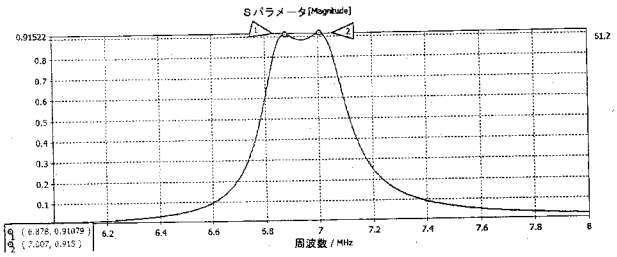


Figure 7

【図８】

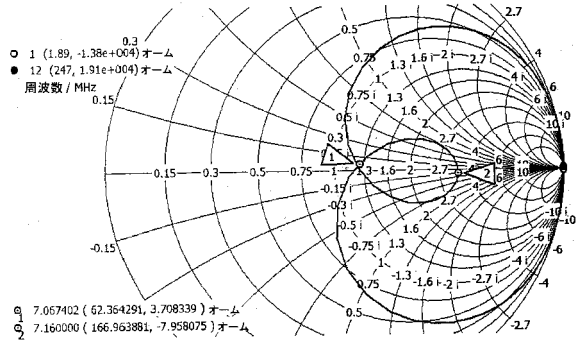


Figure 8

【図９】

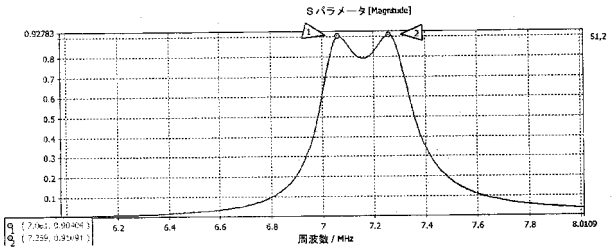


Figure 9

【図１０】

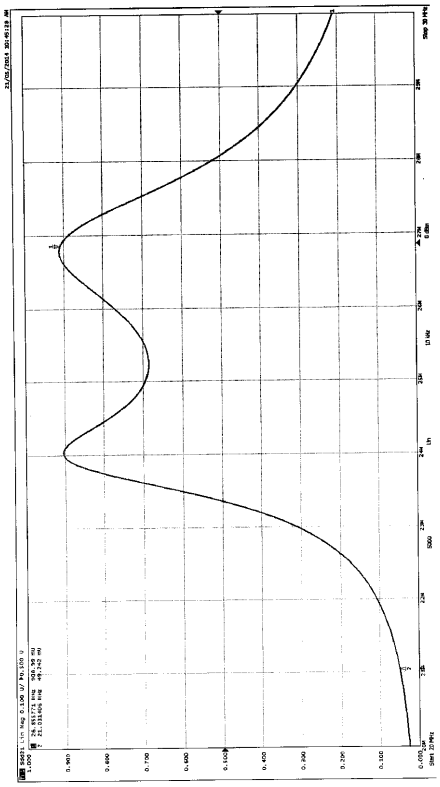


Figure 10

【図１１】

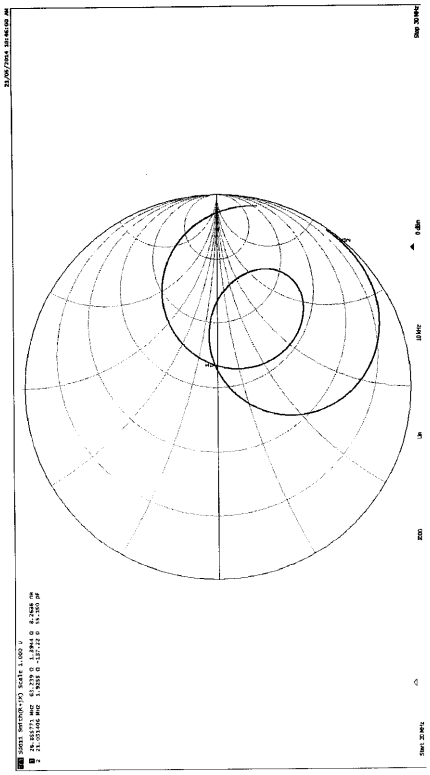


Figure 11

【図１２】

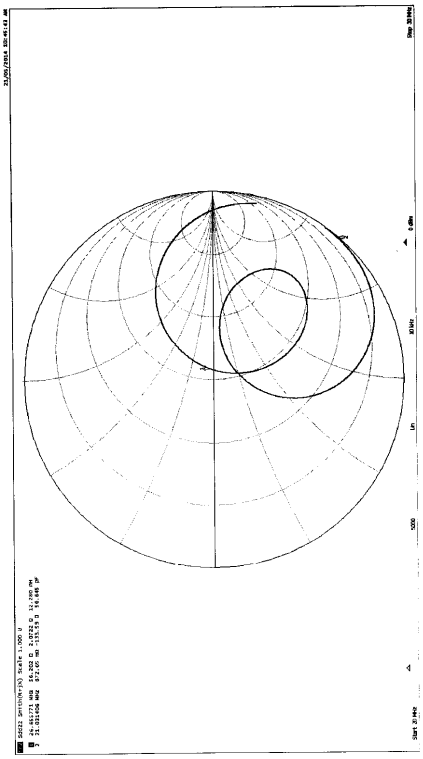


Figure 12

【図１３】

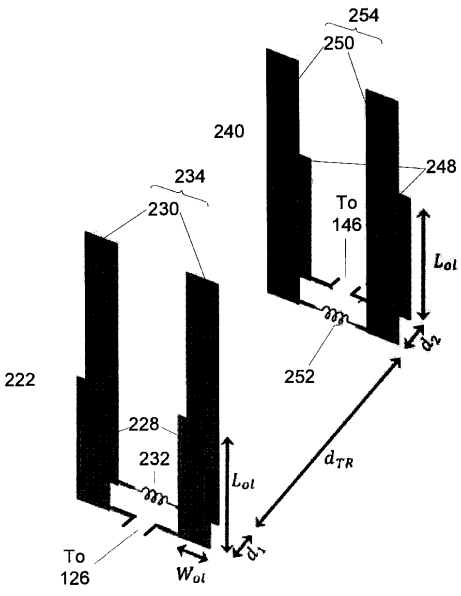


Figure 13

【図１４】

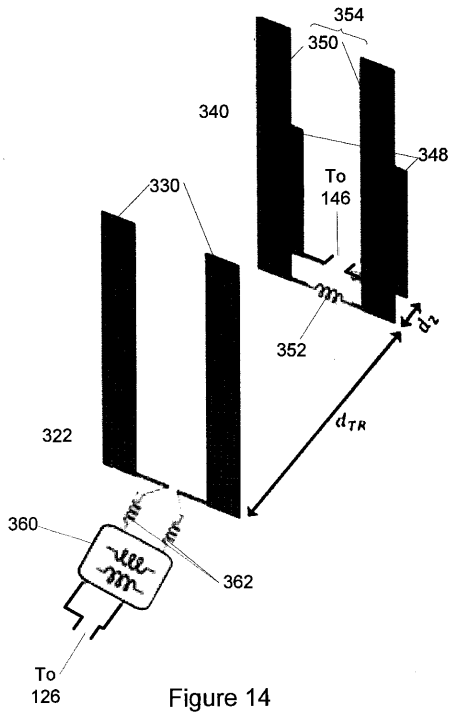


Figure 14

【図１５】

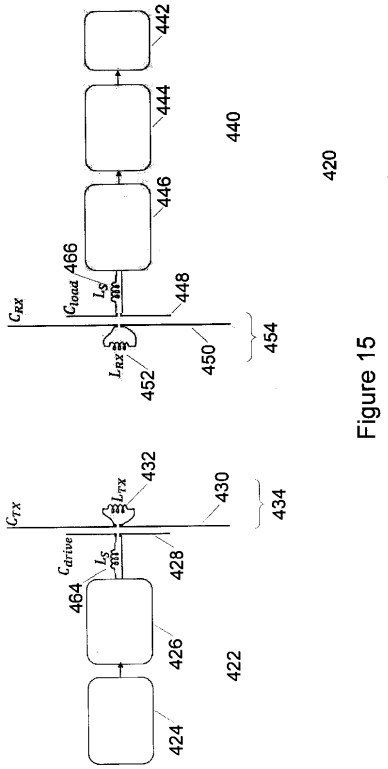


Figure 15

【図１６】

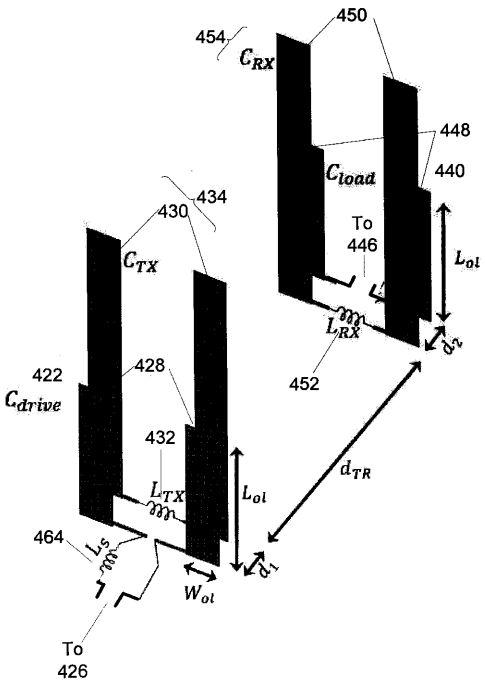


Figure 16

【図１７】

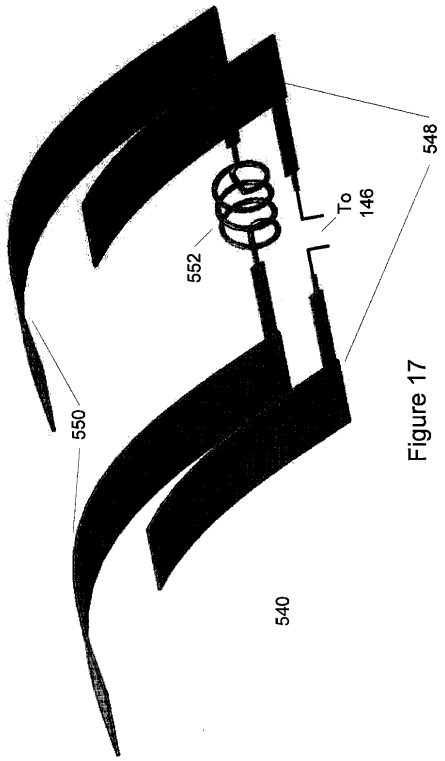


Figure 17

【図１８】



Figure 18

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2015/050605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC: ***H02J 17/00*** (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)
H02J* (2006.01), ***H01F**** (2006.01)

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

Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used)
Databases searched: Canadian Patent Database, Questel Orbit, European Patent Database, Abstracts of Japan, US Patent Database, WIPO-PCT Publications (Full text), IEEE publications and Google Patents.

Keywords: "power transmission system" and transmitter and receiver and resonator and capacitive

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US2013/0147427A1 (Polu et al.), 13 June 2013 (13-06-2013) -see abstract; -see figs. 1-35b; -see whole document.	1 – 33
A	WO2009/089146A1 (Greene et al.), 16 July 2009 (16-07-2009) -see abstract; -see figs. 1-33; -see whole document.	1 – 33
A	US2011/0198939A1 (Karalis et al.), 18 August 2011 (18-08-2011) -see abstract; -see figs. 1-17; -see whole document.	1 -33

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

*	Special categories of cited documents:	"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
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&"	document member of the same patent family
"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		

Date of the actual completion of the international search 10 August 2015 (10-08-2015)	Date of mailing of the international search report 11 September 2015 (11-09-2015)
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476	Authorized officer Rajiv Agarwal (819) 997-2304

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015) Page **2** of **7**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2015/050605

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US2009/0206675A1 (Camurati et al.), 20 August 2009 (20-08-2009) -see abstract; -see figs. 1-6; -see whole document.	1 - 33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CA2015/050605

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US2013/0147427A1	13 June 2013 (13-06-2013)	US2013147427A1	13 June 2013 (13-06-2013)
		AU2012306994A1	17 April 2014 (17-04-2014)
		CA2788895A1	07 March 2013 (07-03-2013)
		CN103975503A	06 August 2014 (06-08-2014)
		EP2754221A1	16 July 2014 (16-07-2014)
		JP2014529989A	13 November 2014 (13-11-2014)
		KR20140090596A	17 July 2014 (17-07-2014)
		WO2013033834A1	14 March 2013 (14-03-2013)
WO2009/089146A1	16 July 2009 (16-07-2009)	None	
US2011/0198939A1	18 August 2011 (18-08-2011)	US2011198939A1	18 August 2011 (18-08-2011)
		AU2006269374A1	18 January 2007 (18-01-2007)
		AU2006269374B2	08 October 2009 (08-10-2009)
		AU2006269374C1	25 March 2010 (25-03-2010)
		AU2007349874A1	02 October 2008 (02-10-2008)
		AU2007349874A2	21 January 2010 (21-01-2010)
		AU2007349874B2	16 February 2012 (16-02-2012)
		AU2010200044A1	28 January 2010 (28-01-2010)
		AU2010200044B2	17 May 2012 (17-05-2012)
		AU2011203137A1	21 July 2011 (21-07-2011)
		AU2011203137B2	07 August 2014 (07-08-2014)
		AU2011203137A8	22 January 2015 (22-01-2015)
		AU2013203947A1	09 May 2013 (09-05-2013)
		CA2615123A1	18 January 2007 (18-01-2007)
		CA2615123C	04 November 2014 (04-11-2014)
		CA2682284A1	02 October 2008 (02-10-2008)
		CN101258658A	03 September 2008 (03-09-2008)
		CN101258658B	14 November 2012 (14-11-2012)
		CN101682216A	24 March 2010 (24-03-2010)
		CN101682216B	26 June 2013 (26-06-2013)
		CN101860089A	13 October 2010 (13-10-2010)
		CN101860089B	06 February 2013 (06-02-2013)
		CN102255398A	23 November 2011 (23-11-2011)
		CN102255398B	24 July 2013 (24-07-2013)
		CN102361358A	22 February 2012 (22-02-2012)
		CN102361358B	29 July 2015 (29-07-2015)
		CN102983639A	20 March 2013 (20-03-2013)
		CN103384095A	06 November 2013 (06-11-2013)
		CN103633745A	12 March 2014 (12-03-2014)
		EP1902505A2	26 March 2008 (26-03-2008)
		EP2130287A1	09 December 2009 (09-12-2009)
		EP2306615A2	06 April 2011 (06-04-2011)
		EP2306616A2	06 April 2011 (06-04-2011)
		EP2418755A2	15 February 2012 (15-02-2012)
		EP2418755A3	01 May 2013 (01-05-2013)
		JP2009501510A	15 January 2009 (15-01-2009)
		JP4921466B2	25 April 2012 (25-04-2012)
		JP2012502602A	26 January 2012 (26-01-2012)
		JP5190108B2	24 April 2013 (24-04-2013)
		JP2011177018A	08 September 2011 (08-09-2011)
		JP5537484B2	02 July 2014 (02-07-2014)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2015/050605

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
		JP2012105537A	31 May 2012 (31-05-2012)
		JP5576354B2	20 August 2014 (20-08-2014)
		JP2014060917A	03 April 2014 (03-04-2014)
		JP2014168375A	11 September 2014 (11-09-2014)
		KR20110115625A	21 October 2011 (21-10-2011)
		KR101118710B1	13 March 2012 (13-03-2012)
		KR20110069182A	22 June 2011 (22-06-2011)
		KR101136889B1	20 April 2012 (20-04-2012)
		KR20080031398A	08 April 2008 (08-04-2008)
		KR101156616B1	15 June 2012 (15-06-2012)
		KR20100015954A	12 February 2010 (12-02-2010)
		KR101288433B1	26 July 2013 (26-07-2013)
		KR20130079611A	10 July 2013 (10-07-2013)
		KR101356409B1	27 January 2014 (27-01-2014)
		KR20140007006A	16 January 2014 (16-01-2014)
		KR101386515B1	17 April 2014 (17-04-2014)
		KR20110117732A	27 October 2011 (27-10-2011)
		KR20150038594A	08 April 2015 (08-04-2015)
		US2007222542A1	27 September 2007 (27-09-2007)
		US7741734B2	22 June 2010 (22-06-2010)
		US2008278264A1	13 November 2008 (13-11-2008)
		US7825543B2	02 November 2010 (02-11-2010)
		US2009195332A1	06 August 2009 (06-08-2009)
		US8022576B2	20 September 2011 (20-09-2011)
		US2009195333A1	06 August 2009 (06-08-2009)
		US8076800B2	13 December 2011 (13-12-2011)
		US2009267709A1	29 October 2009 (29-10-2009)
		US8084889B2	27 December 2011 (27-12-2011)
		US2009224856A1	10 September 2009 (10-09-2009)
		US8097983B2	17 January 2012 (17-01-2012)
		US2009267710A1	29 October 2009 (29-10-2009)
		US8395282B2	12 March 2013 (12-03-2013)
		US2010127573A1	27 May 2010 (27-05-2010)
		US8395283B2	12 March 2013 (12-03-2013)
		US2010127574A1	27 May 2010 (27-05-2010)
		US8400018B2	19 March 2013 (19-03-2013)
		US2010123353A1	20 May 2010 (20-05-2010)
		US8400019B2	19 March 2013 (19-03-2013)
		US2010123354A1	20 May 2010 (20-05-2010)
		US8400020B2	19 March 2013 (19-03-2013)
		US2010123355A1	20 May 2010 (20-05-2010)
		US8400021B2	19 March 2013 (19-03-2013)
		US2010096934A1	22 April 2010 (22-04-2010)
		US8400022B2	19 March 2013 (19-03-2013)
		US2011043046A1	24 February 2011 (24-02-2011)
		US8400023B2	19 March 2013 (19-03-2013)
		US2010102641A1	29 April 2010 (29-04-2010)
		US8400024B2	19 March 2013 (19-03-2013)
		US2010127575A1	27 May 2010 (27-05-2010)
		US8760007B2	24 June 2014 (24-06-2014)
		US2010133918A1	03 June 2010 (03-06-2010)
		US8760008B2	24 June 2014 (24-06-2014)
		US2010187911A1	29 July 2010 (29-07-2010)
		US8766485B2	01 July 2014 (01-07-2014)
		US2010133919A1	03 June 2010 (03-06-2010)
		US8772971B2	08 July 2014 (08-07-2014)
		US2010133920A1	03 June 2010 (03-06-2010)
		US8772972B2	08 July 2014 (08-07-2014)
		US2010102640A1	29 April 2010 (29-04-2010)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2015/050605

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
		US8791599B2	29 July 2014 (29-07-2014)
		US2015048676A1	19 February 2015 (19-02-2015)
		US9065286B2	23 June 2015 (23-06-2015)
		US2010102639A1	29 April 2010 (29-04-2010)
		US2010117455A1	13 May 2010 (13-05-2010)
		US2010117456A1	13 May 2010 (13-05-2010)
		US2010171370A1	08 July 2010 (08-07-2010)
		US2010181844A1	22 July 2010 (22-07-2010)
		US2010201205A1	12 August 2010 (12-08-2010)
		US2010207458A1	19 August 2010 (19-08-2010)
		US2010225175A1	09 September 2010 (09-09-2010)
		US2010231053A1	16 September 2010 (16-09-2010)
		US2010237706A1	23 September 2010 (23-09-2010)
		US2010237707A1	23 September 2010 (23-09-2010)
		US2010237708A1	23 September 2010 (23-09-2010)
		US2010253152A1	07 October 2010 (07-10-2010)
		US2010264745A1	21 October 2010 (21-10-2010)
		US2010277005A1	04 November 2010 (04-11-2010)
		US2010327660A1	30 December 2010 (30-12-2010)
		US2010327661A1	30 December 2010 (30-12-2010)
		US2011012431A1	20 January 2011 (20-01-2011)
		US2011018361A1	27 January 2011 (27-01-2011)
		US2011025131A1	03 February 2011 (03-02-2011)
		US2011049996A1	03 March 2011 (03-03-2011)
		US2011049998A1	03 March 2011 (03-03-2011)
		US2011074218A1	31 March 2011 (31-03-2011)
		US2011074347A1	31 March 2011 (31-03-2011)
		US2011089895A1	21 April 2011 (21-04-2011)
		US2011140544A1	16 June 2011 (16-06-2011)
		US2011148219A1	23 June 2011 (23-06-2011)
		US2011162895A1	07 July 2011 (07-07-2011)
		US2011169339A1	14 July 2011 (14-07-2011)
		US2011181122A1	28 July 2011 (28-07-2011)
		US2011193419A1	11 August 2011 (11-08-2011)
		US2011221278A1	15 September 2011 (15-09-2011)
		US2011227528A1	22 September 2011 (22-09-2011)
		US2011227530A1	22 September 2011 (22-09-2011)
		US2011241618A1	06 October 2011 (06-10-2011)
		US2012228960A1	13 September 2012 (13-09-2012)
		US2012248884A1	04 October 2012 (04-10-2012)
		US2013181541A1	18 July 2013 (18-07-2013)
		US2015188321A1	02 July 2015 (02-07-2015)
		US2015194818A1	09 July 2015 (09-07-2015)
		WO2007008646A2	18 January 2007 (18-01-2007)
		WO2007008646A3	28 February 2008 (28-02-2008)
		WO2008118178A1	02 October 2008 (02-10-2008)
		WO2008118178A8	14 May 2009 (14-05-2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2015/050605

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US2009/0206675A1	20 August 2009 (20-08-2009)	US2009206675A1	20 August 2009 (20-08-2009)
		US8242638B2	14 August 2012 (14-08-2012)
		BRPI0621437A2	10 July 2012 (10-07-2012)
		CN101416411A	22 April 2009 (22-04-2009)
		CN101416411B	15 May 2013 (15-05-2013)
		EP1997238A1	03 December 2008 (03-12-2008)
		EP1997238B1	24 August 2011 (24-08-2011)
		JP2009531009A	27 August 2009 (27-08-2009)
		JP4962560B2	27 June 2012 (27-06-2012)
		KR20080108993A	16 December 2008 (16-12-2008)
		KR101299541B1	23 August 2013 (23-08-2013)
		US2012267959A1	25 October 2012 (25-10-2012)
		US8587156B2	19 November 2013 (19-11-2013)
		US2012262005A1	18 October 2012 (18-10-2012)
		US8587157B2	19 November 2013 (19-11-2013)
		US2012267963A1	25 October 2012 (25-10-2012)
		US8729738B2	20 May 2014 (20-05-2014)
		WO2007107642A1	27 September 2007 (27-09-2007)

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 ナゲシュ・ポル
カナダ・ニューファンドランド・アンド・ラブラドール・Ａ１Ｎ・５Ｅ７・マウント・パール・トップセール・ロード・１１１８・スイート・２０１・ソレース・パワー・インコーポレイテッド内
(72)発明者 マイケル・ロイヤル
カナダ・ニューファンドランド・アンド・ラブラドール・Ａ１Ｎ・５Ｅ７・マウント・パール・トップセール・ロード・１１１８・スイート・２０１・ソレース・パワー・インコーポレイテッド内

Ｆターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 GB06 GB08