

(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2012-503959

(P2012-503959A)

(43) 公表日 平成24年2月9日(2012.2.9)

(51) Int.Cl.

H02J 17/00 (2006.01)

F 1

H02J 17/00

テーマコード (参考)

B

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2011-521254 (P2011-521254)
(86) (22) 出願日	平成21年7月28日 (2009.7.28)
(85) 翻訳文提出日	平成23年3月28日 (2011.3.28)
(86) 國際出願番号	PCT/US2009/051997
(87) 國際公開番号	W02010/014634
(87) 國際公開日	平成22年2月4日 (2010.2.4)
(31) 優先権主張番号	61/084, 246
(32) 優先日	平成20年7月28日 (2008.7.28)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	12/510, 123
(32) 優先日	平成21年7月27日 (2009.7.27)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(71) 出願人	595020643 クアアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775
(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】寄生共振タンクを備える電子デバイスに対するワイヤレス電力送信

(57) 【要約】

例示的な実施形態は、ワイヤレス電力転送に向けられている。ワイヤレス電力受信機は、近磁界を発生させる、送信機の送信アンテナと結合するために、受信アンテナを備えている。受信アンテナは、近磁界からワイヤレス電力を受信し、共振タンクと、共振タンクにワイヤレスに結合されている寄生共振タンクとを備えている。ワイヤレス電力送信機は、受信機の受信アンテナと結合するために、送信アンテナを備えている。送信アンテナは、ワイヤレス電力の送信のために近磁界を発生させ、共振タンクと、共振タンクに結合されている寄生共振タンクとを備えている。

【選択図】 図13

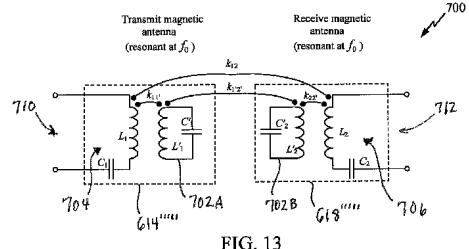


FIG. 13

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ワイヤレス電力受信機において、
近磁界からワイヤレス電力を受信するように構成されている受信アンテナを具備し、
前記受信アンテナは、
共振タンクと、
前記共振タンクにワイヤレスに結合されている寄生共振タンクとを備えるワイヤレス電
力受信機。

【請求項 2】

前記共振タンクは、前記受信アンテナが、前記近磁界を発生させている送信機から、第
1の距離より小さく離れている近接内にあるときに、前記近磁界に結合する請求項 1 記載
のワイヤレス電力受信機。 10

【請求項 3】

前記寄生共振タンクは、前記受信アンテナが、前記送信機から、前記距離より大きく離
れている近傍内にあるときに、前記近磁界に結合する請求項 2 記載のワイヤレス電力受信
機。

【請求項 4】

前記寄生共振タンクは、受信したワイヤレス電力を直列構成共振タンクに誘導結合する
請求項 3 記載のワイヤレス電力受信機。

【請求項 5】

前記寄生共振タンクは、前記共振タンクより大きいQ値を有する高Q共振器である請求
項 1 記載のワイヤレス電力受信機。 20

【請求項 6】

ワイヤレス電力送信機において、
ワイヤレス電力の送信のために、近磁界を発生させるように構成されている送信アンテ
ナを具備し、
前記送信アンテナは、
共振タンクと、
前記共振タンクにワイヤレスに結合されている寄生共振タンクとを備えるワイヤレス電
力送信機。 30

【請求項 7】

前記共振タンクは、前記送信アンテナが、前記近磁界から前記ワイヤレス電力を受信す
る受信機から、第 1 の距離より小さく離れている近接内にあるときに、前記近磁界を発生
させる請求項 6 記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項 8】

前記寄生共振タンクは、前記送信アンテナが、前記受信機から、前記距離より大きく離
れている近傍内にあるときに、前記近磁界を発生させる請求項 7 記載のワイヤレス電力送
信機。

【請求項 9】

前記共振タンクは、前記ワイヤレス電力を前記寄生共振タンクに誘導結合する請求項 8
記載のワイヤレス電力送信機。 40

【請求項 10】

前記寄生共振タンクは、前記共振タンクより大きいQ値を有する高Q共振器である請求
項 6 記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項 11】

ワイヤレス電力送信システムにおいて、
ワイヤレス電力の送信のために、近磁界を発生させる送信アンテナを備え、前記送信アン
テナは、第 1 の共振タンクを含む送信機と、
前記送信アンテナと結合して、前記近磁界から前記ワイヤレス電力を受信する受信アン
テナを備え、前記受信アンテナは、第 2 の共振タンクを含む受信機と、 50

前記第1の共振タンクおよび前記第2の共振タンクのうちの1つにワイヤレスに結合されている第1の寄生共振タンクとを具備するワイヤレス電力送信システム。

【請求項12】

前記第1の共振タンクおよび前記第2の共振タンクのうちの別の1つにワイヤレスに結合されている第2の寄生共振タンクをさらに具備する請求項11記載のワイヤレス電力送信システム。

【請求項13】

前記第1の共振タンクおよび前記第2の共振タンクは、前記送信アンテナが、前記受信アンテナから第1の距離より小さく離れている近接内にあるときに、前記第1の共振タンクと前記第2の共振タンクとの間での前記ワイヤレス電力送信のために構成されている請求項12記載のワイヤレス電力送信システム。

10

【請求項14】

前記第1の寄生共振タンクおよび前記第2の寄生共振タンクは、前記送信アンテナが、前記受信アンテナから前記距離より大きく離れている近傍内にあるときに、前記第1の寄生共振タンクと前記第2の寄生共振タンクとの間での前記ワイヤレス電力送信のために構成されている請求項13記載のワイヤレス電力送信システム。

20

【請求項15】

前記第1の共振タンクおよび前記第2の共振タンクのうちの前記1つが、前記第1の寄生共振タンクに前記ワイヤレス電力を誘導結合する請求項11記載のワイヤレス電力送信システム。

【請求項16】

ワイヤレス電力を受信するための方法において、

受信アンテナおよび送信アンテナが、ある距離より小さく離れている近接内にあるときに、前記送信アンテナにより発生された近磁界中のワイヤレス電力を前記受信アンテナの共振タンクにおいて受信することと、

前記受信アンテナおよび前記送信アンテナが、前記距離より大きく離れている近傍内にあるときに、前記送信アンテナにより発生された前記近磁界の前記ワイヤレス電力を前記受信アンテナの寄生共振タンクにおいて受信することと、

前記ワイヤレス電力を整流することとを含む方法。

30

【請求項17】

前記受信アンテナおよび前記送信アンテナが、前記距離より大きく離れている近傍内にあるときに、前記寄生共振タンクからの前記ワイヤレス電力を前記共振タンクに誘導結合することをさらに含む請求項16記載のワイヤレス電力を受信するための方法。

【請求項18】

前記寄生共振タンクは、前記共振タンクより大きいQ値を有する高Q共振器である請求項16記載のワイヤレス電力を受信するための方法。

【請求項19】

ワイヤレス電力を送信するための方法において、

受信アンテナおよび送信アンテナが、ある距離より小さく離れている近接内にあるときに、近磁界中のワイヤレス電力を前記送信アンテナの共振タンクにおいて発生させることと、

40

前記受信アンテナおよび前記送信アンテナが、前記距離より大きく離れている近傍内にあるときに、前記近磁界の前記ワイヤレス電力を前記送信アンテナの寄生共振タンクにおいて発生させることとを含む方法。

【請求項20】

前記受信アンテナおよび前記送信アンテナが、前記距離より大きく離れている近傍内にあるときに、前記共振タンクからの前記ワイヤレス電力を前記寄生共振タンクに誘導結合することをさらに含む請求項19記載のワイヤレス電力を送信するための方法。

【請求項21】

前記寄生共振タンクは、前記共振タンクより大きいQ値を有する高Q共振器である請求

50

項 1 9 記載のワイヤレス電力を送信するための方法。

【請求項 2 2】

ワイヤレス電力受信機において、

受信アンテナおよび送信アンテナが、ある距離より小さく離れている近接内にあるときに、前記送信アンテナにより発生された近磁界中のワイヤレス電力を受信アンテナの共振タンクにおいて受信する手段と、

前記受信アンテナおよび前記送信アンテナが、前記距離より大きく離れている近傍内にあるときに、前記送信アンテナにより発生された前記近磁界の前記ワイヤレス電力を前記受信アンテナの寄生共振タンクにおいて受信する手段と、

前記ワイヤレス電力を整流する手段とを具備するワイヤレス電力受信機。 10

【請求項 2 3】

ワイヤレス電力送信機において、

受信アンテナおよび送信アンテナが、ある距離より小さく離れている近接内にあるときに、近磁界中のワイヤレス電力を前記送信アンテナの共振タンクにおいて発生させる手段と、

前記受信アンテナおよび前記送信アンテナが、前記距離より大きく離れている近傍内にあるときに、前記近磁界の前記ワイヤレス電力を前記送信アンテナの寄生共振タンクにおいて発生させる手段とを具備するワイヤレス電力送信機。

【発明の詳細な説明】

【米国特許法第 119 条の下での優先権の主張】 20

【0001】

本出願は、“ワイヤレス電源供給 & 充電”と題し、2008年7月28日に出願された、U.S.仮特許出願第 61/084,246 号に対して、米国特許法第 119 条の下での優先権を主張し、その開示は、そのすべてが参考によりここに組み込まれている。

【背景】

【0002】

典型的に、ワイヤレス電子デバイスのようなバッテリー式のデバイスはそれぞれ、自己の充電器と、通常は交流 (AC) 電源差し込み口である電力源とを必要とする。このようなワイヤード構成は、多くのデバイスが充電を必要とするときに厄介になる。

【0003】

充電されることになる電子デバイスに結合されている受信機と送信機との間で、無線による電力送信またはワイヤレス電力送信を使用するアプローチが展開されている。このようなアプローチは、一般的に、2つのカテゴリーに分類される。1つは、送信アンテナと、充電されることになるデバイス上の受信アンテナとの間での（遠方界放射とも呼ばれる）平面波放射の結合に基づくものである。受信アンテナは、バッテリーを充電するために、放射電力を集めて、整流する。アンテナは、放射または受信効率を改善するために、一般的に、共振長である。このアプローチは、アンテナ間の距離によって、電力結合が急速に弱まるという事実に苦慮している。そこで、妥当な距離にわたっての充電（例えば、0.5 ~ 2 メートルの範囲中等）は、非効率的になる。付加的に、送信システムは平面波を放射するので、フィルタリングにより適切に制御されない場合に、意図的でない放射が他のシステムに干渉することがある。 40

【0004】

ワイヤレスエネルギー送信に対する他のアプローチは、例えば、“充電マット”または充電面に埋め込まれている送信アンテナと、充電されることになるホスト電子デバイスに埋め込まれている受信アンテナ（および、整流回路）との間の誘導結合に基づくものである。このアプローチは、送信アンテナと受信アンテナとの間の間隔が非常に狭く（例えば、数センチメートル内で）なければならないという欠点を有している。このアプローチは、同じエリア中の複数のデバイスを同時に充電するための能力を有しているが、このエリアは、典型的に、非常に小さく、デバイスを特定のエリアに正確に位置付けるようにユーザに要求する。それゆえ、送信アンテナおよび受信アンテナの柔軟な配置と向きとに適応

するワイヤレス充電構成を提供する必要がある。

【図面の簡単な説明】

【0 0 0 5】

【図 1】図 1 は、ワイヤレス電力送信システムの簡略化されたブロックダイヤグラムを示している。

【図 2】図 2 は、ワイヤレス電力送信システムの簡略化された概略ダイヤグラムを示している。

【図 3】図 3 は、例示的な実施形態にしたがった、ループアンテナの概略ダイヤグラムを示している。

【図 4 A】図 4 A は、例示的な実施形態にしたがった、送信機および受信機を備えるワイヤレス電力送信システムの物理的なインプリメンテーションを示している。 10

【図 4 B】図 4 B は、例示的な実施形態にしたがった、送信機および受信機を備えるワイヤレス電力送信システムの物理的なインプリメンテーションを示している。

【図 4 C】図 4 C は、例示的な実施形態にしたがった、送信機および受信機を備えるワイヤレス電力送信システムの物理的なインプリメンテーションを示している。

【図 5 A】図 5 A は、例示的な実施形態にしたがった、送信機と、エネルギー・リレーと、受信機との物理的なインプリメンテーションを示している。

【図 5 B】図 5 B は、例示的な実施形態にしたがった、送信機と、エネルギー・リレーと、受信機との物理的なインプリメンテーションを示している。

【図 6】図 6 は、例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレスに送信された電力を受信するようにと、ワイヤレス電力を送信するように構成されているデバイスを示している。 20

【図 7】図 7 は、ワイヤード電力送信システムを示している。

【図 8】図 8 は、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレス電力送信システムの機能的なブロックダイヤグラムを示している。

【図 9】図 9 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 1 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。

【図 10】図 10 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 2 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。

【図 11】図 11 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 3 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。 30

【図 12】図 12 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 4 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。

【図 13】図 13 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 5 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。

【図 14】図 14 は、例示的な実施形態にしたがった、低周波 / 高周波 (L F - H F) 送信機を示している。

【図 15 A】図 15 A は、例示的な実施形態にしたがった、複数ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図 15 B】図 15 B は、例示的な実施形態にしたがった、複数ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図 15 C】図 15 C は、例示的な実施形態にしたがった、複数ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。 40

【図 16 A】図 16 A は、例示的な実施形態にしたがった、単一ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図 16 B】図 16 B は、例示的な実施形態にしたがった、単一ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図 16 C】図 16 C は、例示的な実施形態にしたがった、単一ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図 16 D】図 16 D は、例示的な実施形態にしたがった、単一ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。 50

【図17】図17は、例示的な実施形態にしたがった、LF-HF受信機を示している。

【図18A】図18Aは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図18B】図18Bは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図18C】図18Cは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図18D】図18Dは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図18E】図18Eは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。 10

【図18F】図18Fは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図18G】図18Gは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図18H】図18Hは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。

【図19】図19は、例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレス電力を受信するための方法のフローチャートを示している。

【図20】図20は、例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレス電力を送信するための方法のフローチャートを示している。 20

【詳細な説明】

【0006】

単語“例示的な”は、ここでは、“例、事例、または、例示として役割を果たす”ことを意味するように使用する。“例示的な”としてここで説明する何らかの実施形態は、必ずしも、他の実施形態より好ましい、あるいは、他の実施形態より利点があるものとして解釈される必要はない。

【0007】

添付の図面に関連して下記で述べる詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態の説明として意図されており、本発明を実施できる唯一の実施形態を表すことを意図していない。この説明全体を通して使用する用語“例示的な”は、“例、事例、または、例示として役割を果たす”ことを意味し、必ずしも、他の例示的な実施形態より好ましい、あるいは、他の例示的な実施形態より利点があるものとして解釈すべきではない。詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態の完全な理解を提供する目的のために、特定の詳細を含んでいる。これらの特定の詳細がなくても、本発明の例示的な実施形態を実施できることは、当業者にとって明白だろう。いくつかの事例では、ここで提示されている例示的な実施形態の新規性を不明瞭にすることを避けるために、よく知られている構造およびデバイスを、ブロックダイヤグラムの形態で示している。 30

【0008】

単語“ワイヤレス電力”は、ここでは、電界や、磁界や、電磁界に関係する何らかの形態のエネルギーを、または、そうでないならば、物理的な電磁導体を使用することなく、送信機と受信機との間で送信される何らかの形態のエネルギーを意味するように使用する。システム中の電力変換は、ここでは、例えば、移動体電話機や、コードレス電話機や、iPod（登録商標）や、MP3プレイヤーや、ヘッドセット等を含むデバイスをワイヤレスに充電することを説明する。一般的に、ワイヤレスエネルギー転送の1つの基礎となる原理は、例えば30MHzを下回る周波数を使用する磁気結合共振（すなわち、共振誘導）を含んでいる。しかしながら、例えば、135kHz（LF）を下回るようなまたは13.56MHz（HF）におけるような、比較的に高い放射レベルにおいてライセンス免除の動作が可能である周波数を含む、さまざまな周波数を用いることができる。無線周波数識別（RFID）システムにより通常使用されるこれらの周波数において、システム 40

は、欧洲におけるEN300330、または、米国におけるFCCパート15規格のような、干渉および安全標準規格に準拠しなければならない。例として、限定ではないが、ここでは、“LF”が $f_0 = 135\text{ kHz}$ のことを指し、“HF”が $f_0 = 13.56\text{ MHz}$ のことを指す場合に、略語LFおよびHFを使用する。

【0009】

図1は、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレス電力送信システム100を示している。エネルギー転送を提供するための磁界106を発生させるために、送信機104に入力電力102が提供される。受信機108は、磁界106に結合しており、そして、出力電力110に結合されている（示していない）デバイスにより蓄電または消費する出力電力110を発生させる。送信機104および受信機108の双方は、距離112だけ離れている。1つの例示的な実施形態では、送信機104および受信機108は、相互共振関係にしたがって構成されており、受信機108の共振周波数と送信機104の共振周波数とが一致しているときに、そして、受信機108が、磁界106の“近傍界”中に位置するとき、送信機104と受信機108との間の送信損失は、最小である。

10

【0010】

送信機104はさらに、エネルギー送信のための手段を提供するために、送信アンテナ114を備え、受信機108はさらに、エネルギー受信のための手段を提供するために、受信アンテナを備えている。送信アンテナおよび受信アンテナは、それらに関係付けられることになるアプリケーションおよびデバイスにしたがって、サイズが決められる。述べているように、電磁波中のエネルギーのほとんどを遠方界に伝播するというよりむしろ、送信アンテナの近傍界中のエネルギーの大部分を受信アンテナに結合することにより、効率的なエネルギー転送が生じる。この近傍界において、送信アンテナ114と受信アンテナ118との間で結合を確立することができる。この近傍界結合が生じることがある、アンテナ114および118の周囲のエリアは、ここでは、結合モード領域として呼ばれる。

20

【0011】

図2は、ワイヤレス電力送信システムの簡略化された概略ダイヤグラムを示している。入力電力102により駆動される送信機104は、発振器122と、電力増幅器124と、フィルターおよび整合回路126とを備えている。発振器は、所望の周波数を発生させるように構成されており、所望の周波数は、調整信号123に応答して調整されてもよい。制御信号125に応答する増幅量で、電力増幅器124により、発振器信号を増幅することができる。高調波または他の望ましくない周波数をフィルターアウトし、送信機104のインピーダンスを送信アンテナ114に整合させるために、フィルターおよび整合回路126を備えていてもよい。

30

【0012】

受信機108は、DC電力出力を発生させて、図2で示しているようなバッテリー136を充電するために、または、受信機に結合されている（示していない）デバイスに電源供給するために、整合回路132と整流器および切り替え回路134とを備えていてもよい。

40

【0013】

図3で示しているように、例示的な実施形態で使用するアンテナは、“ループ”アンテナ150として構成することができ、ここでは、“磁気”アンテナまたは“共振”アンテナとして呼ぶこともある。空芯を、または、フェライトコアのような物理的なコアを備えるように、ループアンテナを構成することができる。さらに、空芯ループアンテナにより、コアエリア内で他のコンポーネントの配置が可能になる。加えて、送信アンテナ114（図2）の結合モード領域をより効率的にする送信アンテナ114（図2）の平面内での、受信アンテナ118（図2）の配置が、空芯ループにより、さらに容易に可能になる。

【0014】

述べているように、送信機104と受信機108との間で、共振が一致またはほぼ一致している間に、送信機104と受信機108との間でエネルギーの効率的な転送が生じる

50

。しかしながら、送信機 104 と受信機 108 との間で共振が一致していないときでさえ、より低い効率性においてエネルギーを転送することができる。エネルギーの転送は、送信アンテナから自由空間中へとエネルギーを伝播するというよりもむしろ、送信アンテナの近傍界から、この近傍界が確立されている近隣中に存在する受信アンテナへとエネルギーを結合することにより生じる。

【0015】

ループアンテナまたは磁気アンテナの共振周波数は、インダクタンスおよびキャパシタンスに基づくものである。ループアンテナ中のインダクタンスは、一般的に、ループにより生成されるインダクタンスであるのに対し、キャパシタンスは、一般的に、所望の共振周波数において共振構造を生成させるために、ループアンテナのインダクタンスに加えられる。非限定的な例として、キャパシタ 152 およびキャパシタ 154 をアンテナに加えて、正弦波または擬似正弦波の信号 156 を発生させる共振回路を生成させてもよい。したがって、より大きな直径のループアンテナに対しては、ループの直径またはインダクタンスが増加するにつれて、共振を起こすのに必要とされるキャパシタンスのサイズは減少する。さらに、ループアンテナまたは磁気アンテナの直径が増加するにつれて、近傍界の効率的なエネルギー転送エリアは、“近傍”結合されているデバイスに対して増加する。当然、他の共振回路もありえる。別の非限定的な例として、キャパシタは、ループアンテナの 2 つの端子間にパラレルに配置してもよい。加えて、送信アンテナに対しては、ループアンテナ 150 に共振信号 156 を入力してもよいことを、当業者は認識するだろう。

【0016】

本発明の例示的な実施形態は、互いの近傍界中にある 2 つのアンテナ間で電力を結合することを含んでいる。述べているように、近傍界は、電磁界が存在するが、アンテナから離れて、伝播または放射しない、アンテナの周囲のエリアである。これらは、典型的に、アンテナの物理的な体積に近い体積に限定される。本発明の例示的な実施形態では、アンテナを囲む可能性がある環境のほとんどは誘電性であり、したがって、電界への影響に比べて磁界への影響が少ないので、単一巻または多重巻のループアンテナのような磁気タイプのアンテナを、送信 (Tx) アンテナシステムおよび受信 (Rx) アンテナシステムの双方に対して使用する。さらに、(例えば、ダイポールおよびモノポールの) “電気” アンテナや、あるいは、磁気および電気アンテナの組み合わせも考えられる。

【0017】

先に述べた遠方界および誘導アプローチにより許容されるよりも著しく遠い距離にある小型 Rx アンテナに対して、良好な結合効率 (例えば、> 10 %) を達成するために、十分低い周波数において、および、十分大きいアンテナサイズによって、Tx アンテナを作らせることができる。Tx アンテナのサイズが正しく決められている場合、駆動されている Tx ループアンテナの結合モード領域内 (例えば、近傍界中) に、ホストデバイス上の Rx アンテナが配置されているときに、高い結合効率 (例えば、30 %) を達成することができる。

【0018】

ここで開示するさまざまな例示的な実施形態は、異なる電力変換アプローチに基づいて異なる結合変形体と、デバイスポジショニング柔軟性を含む送信距離 (例えば、実質的にゼロ距離における、充電パッドソリューションに対する極めて “近接” な結合、または、短距離ワイヤレス電力ソリューションに対する “近傍” 結合) とを識別する。極めて “近接” な結合の適用 (結合係数が典型的に $k > 0.1$ である強結合レジーム) は、典型的に、アンテナのサイズに依存して、ミリメーターまたはセンチメーターのオーダーで、短距離または非常に短距離にわたって、エネルギー転送を提供する。近傍結合の適用 (結合係数が典型的に $k < 0.1$ である疎結合レジーム) は、典型的に、アンテナのサイズに依存して、10 cm から 2 m の範囲中の距離にわたって、比較的低い効率において、エネルギー転送を提供する。

【0019】

ここで説明するように、“近接” 結合と “近傍” 結合とは、電力ソース / シンクをアン

10

20

30

40

50

テナ / 結合ネットワークに整合させる異なる方法として考えることができる。さらに、さまざまな例示的な実施形態は、システムパラメータと、設計ターゲットと、インプリメンテーション変形体と、LFおよびHFの双方の適用に対する、ならびに、送信機および受信機に対する仕様とを提供する。例えば、特定の電力変換アプローチに、より良く整合するように、これらのパラメータおよび仕様のうちのいくつかを必要に応じて変化させることができる。システム設計パラメータは、さまざまな優先度およびトレードオフを含んでいてもよい。特に、送信機および受信機のサブシステム考慮事項は、回路に関する高い送信効率の低い複雑性を含んでいてもよく、これは結果として低コストインプリメンテーションになる。

【0020】

10

図4A～図4Cは、例示的な実施形態にしたがった、送信機および受信機を備えるワイヤレス電力送信システムの物理的なインプリメンテーションを示している。図4Aの1つの例示的な実施形態では、送信アンテナ202を備える單一デバイス充電パッド(SDCP)200内に送信機を構成してもよい。複数のSDCPを含むことが図4Aで示されているように、SDCP200はまた、スケーラブルであってもよく、送信アンテナ206および送信アンテナ208を備える複数デバイス充電パッド204に拡張してもよい。図4Bは、ワイヤレスに転送された電力をデバイス210において受信するために、(示していない)受信アンテナを備えているデバイス(例えば、セル電話機、PDA、MP3プレイヤー等)と結合している、(示していない)送信アンテナを備えるSDCP200を示している。図4Bはまた、充電デバイス212とデバイス214とのそれぞれに対して、(示していない)第1の送信アンテナと、(示していない)第2の送信アンテナとを備えている複数デバイス充電パッド204を示している。同様に、図4Cは、ワイヤレスに転送された電力をデバイス216において受信するために、(示していない)受信アンテナを備えている別のフォームファクターマイクロデバイス216(例えば、ワイヤレスヘッドセット等)と結合している、(示していない)送信アンテナを備えるSDCP200を示している。図4Cはまた、充電デバイス218とデバイス220とのそれぞれに対して、(示していない)第1の送信アンテナと、(示していない)第2の送信アンテナとを備えている複数デバイス充電パッド204を示している。

20

【0021】

30

SDCPは、さまざまに構成され、さまざまに変わりうるものであってもよく、例として、限定ではないが、SDCPは、4ワットのオーダーでの充電電力を要求するミディアムサイズのデバイスに対する高効率充電のために構成してもよい。代替的に、SDCPは、1ワットを下回る充電電力を要求する、ヘッドセットやMP3プレイヤー等のような、小型のフォームファクター超低電力デバイスに対する中程度効率充電のために構成してもよい。

【0022】

40

図5A～図5Bは、例示的な実施形態にしたがった、送信機と、エネルギーリレーと、受信機とを含むワイヤレス電力送信システムの物理的なインプリメンテーションを示している。“エネルギーリレー”コイル／アンテナ／ループとしても、または、“中継器”コイル／アンテナ／ループとしても知られている寄生共振アンテナを使用して、ワイヤレス電力転送を拡張してもよい。送信機と受信機との間の“近傍”結合は、高効率エネルギー転送を提供しないかもしれないが、“近傍”結合は、送信アンテナに関する(受信機に取り付けられているデバイスを持つ)受信機のポジショニングにおいて柔軟性を提供する。

【0023】

図5Aは、例示的な実施形態にしたがった、中間エネルギーリレーを含むワイヤレス電力送信システムの構成を示している。ワイヤレス電力送信システム250は、SDCPとして示している送信機252を含んでいる。送信機252はさらに、送信アンテナ254を備え、送信機252は、入力電力256を受け取る。

【0024】

ワイヤレス電力送信システム250はさらに、それぞれのデバイスに結合されている、

50

または、それぞれのデバイス内に一体化されている、1つ以上の受信機260を備え、1つ以上の受信機260は、送信機252から距離を隔てたところに位置している。ワイヤレス電力送信システム250はさらに、リレーアンテナ272を有するエネルギー・リレー270を備えている。図5Aで示しているように、エネルギー・リレー270は、送信機252と受信機260との間で、中間エネルギー・リレーとして動作し、送信機と受信機との間のその結合は、“近傍”結合として呼ばれることがある。

【0025】

動作において、結果としてリレーアンテナ272の周囲に近磁界を発生させるエネルギー・リレー270の“励振器”として送信機252は機能する。その後、エネルギー・リレー270の近磁界は、受信機260の受信アンテナ262に結合する。したがって、中間エネルギー・リレー270は、受信アンテナ262において効率的に受信されるように、送信アンテナ254において出現したエネルギーの転送を促進する。例として、エネルギー・リレー270に対する典型的なQ値は、300と800との間のQ値のオーダーであってもよい。

10

【0026】

図5Bは、例示的な実施形態にしたがった、取り囲みエネルギー・リレーを備えるワイヤレス電力送信システムの構成を示している。ワイヤレス電力送信システム280は、SDCPとして示されている送信機282を備えている。送信機282はさらに、送信アンテナ284を備え、送信機282は、入力電力286を受け取る。

20

【0027】

ワイヤレス電力送信システム280はさらに、それぞれのデバイスに結合されている、または、それぞれのデバイス内に一体化されている、1つ以上の受信機290を備え、1つ以上の受信機290は、送信機282から距離を隔てたところに位置している。ワイヤレス電力送信システム280はさらに、リレーアンテナ302を有するエネルギー・リレー300を備えている。図5Bで示しているように、エネルギー・リレー300は、送信機282と受信機290との間で、中間エネルギー・リレーとして動作し、送信機と受信機との間のその結合は、“近傍”結合として呼ばれることがある。

20

【0028】

動作において、リレーアンテナ302の周囲に近磁界を発生させるエネルギー・リレー300の“励振器”として送信機282は機能する。その後、エネルギー・リレー300の近磁界は、受信機290の受信アンテナ292に結合する。したがって、中間エネルギー・リレー300は、受信アンテナ292において効率的に受信されるように、送信アンテナ284において出現したエネルギーの転送を促進する。例として、エネルギー・リレー300に対する典型的なQ値は、300と800との間のQ値のオーダーであってもよい。

30

【0029】

図6は、例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレスに送信された電力を受信するようにと、ワイヤレス電力を送信するように構成されているデバイスを示している。デバイス400は、図2に関して上述した送信機104と受信機108とを備えている。デバイス400はさらに、受信機が、さらに別の受信機に対する送信機として動作するように再構成されてもよい例示的な実施形態に対して、送信機104と受信機108との間のスイッチ418にしたがって切り替え可能な送信/受信アンテナ416を備えている。さらに、デバイス400は、バッテリー136をさらに備え、バッテリー136は、受信機108からの電荷を受け取るために、または、送信機104に入力電力102を提供するために、スイッチ420にしたがって切り替え可能に結合されている。

40

【0030】

受信機としての動作において、デバイス400は、(示していない)独立した送信機からワイヤレスに送信された電力を受信するようにと、受信機としてのデバイス動作の間にワイヤレスに受信した電力をバッテリー136中に蓄電するように、構成してもよい。送信機としての動作において、デバイス400は、バッテリー136中に蓄電されているエネルギーを入力電力102として使用して、近磁界を発生させるように構成してもよい。

50

【0031】

図7は、ワイヤード電力送信システムを示している。ワイヤード電力送信システム500は、AC周波数 f_{AC} において動作するAC入力電力 I_{AC} 、 V_{AC} を含んでいる。入力電力は、スイッチング周波数 f_{SW} において動作するAC-DCL変換器502に入力される。DCLコード504が、DC電力 V_{DCL} 、 I_{DCL} をデバイス506に流す一方で、スイッチ508は、入力電力を選択的にバッテリー510に流す。

【0032】

AC入力電力 P_{ACin} を次のように定義し、

【数1】

10

$$P_{ACin} = \frac{1}{T_{AC}} \int_0^{T_{AC}} v_{AC}(t) \cdot i_{AC}(t) dt ; \quad T_{AC} = \frac{1}{f_{AC}}$$

【0033】

デバイス入力充電端子におけるDC入力電力 P'_{DCL} を次のように定義し、

【数2】

20

$$P'_{DCL} = \frac{1}{T_{SW}} \int_0^{T_{SW}} v'_{DCL}(t) \cdot i'_{DCL}(t) dt ; \quad T_{SW} = \frac{1}{f_{SW}}$$

【0034】

一方、バッテリー端子におけるDC入力電力 P_{DCL} を次のように定義して、送信効率を計算することができる。

【数3】

30

$$P_{DCL} = \frac{1}{T_{SW}} \int_0^{T_{SW}} v_{DCL}(t) \cdot i_{DCL}(t) dt ; \quad T_{SW} = \frac{1}{f_{SW}}$$

【0035】

それゆえ、デバイス端子において定義される効率を次のように定義し、

【数4】

40

$$\eta' = \frac{P'_{DCL}}{P_{ACin}}$$

【0036】

全体的な(エンド・ツー・エンド)効率を次のように定義し、

【数5】

$$\eta = \frac{P_{DCL}}{P_{ACin}}$$

50

【0037】

一方、典型的な測定効率は、およそ60%~70%である。

【0038】

図8は、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレス電力送信システムの機能的なブロックダイヤグラムを示している。結合変形体を示している後続する図面において比較するために、入力ポート602および出力ポート610を含むさまざまなポートが図8において識別されている。ワイヤレス電力送信システム600は、送信機604および受信機608を備えている。エネルギー転送を提供する結合k606によって、ほとんど非放射性である界を発生させるために、送信機604に入力電力 P_{TXin} が提供される。受信機608は、非放射性界606に結合しており、そして、出力ポート610に結合されているバッテリーまたは負荷636により蓄電あるいは消費する出力電力 P_{RXout} を発生させる。送信機604および受信機608の双方は、ある距離だけ離れている。1つの例示的な実施形態では、送信機604および受信機608は、相互共振関係にしたがって構成されており、受信機608の共振周波数 f_0 と、送信機604の共振周波数とが一致しているときに、そして、受信機608が、放射界606の“近傍界”中に位置している間、送信機604と受信機608との間の送信損失は最小である。

10

【0039】

送信機604はさらに、エネルギー送信のための手段を提供するために、送信アンテナ614を備え、受信機608はさらに、エネルギー受信のための手段を提供するために、受信アンテナ618を備えている。送信機604はさらに、AC-AC変換器として少なくとも部分的に機能する送信電力変換ユニット602を備えている。受信機608はさらに、AC-DC変換器として少なくとも部分的に機能する受信電力変換ユニット622を備えている。後続する図面中のさまざまな結合変形体の比較のために、さまざまな内部ポートの電流、電圧、および、電力が、図8において識別されている。

20

【0040】

図9は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第1の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。図9の結合変形体630は、例えば、図4A~図4Cの單一デバイス充電パッド(SDCP)200においてもあてはまる“近接”結合変形体を示している。結合変形体630は、送信アンテナ614'および受信アンテナ618'として示されている、結合された直列タンク回路を備えている。送信アンテナ614'は、キャパシタ C_1 とインダクタ L_1 とから成る直列タンク回路を備え、受信アンテナ618'は、キャパシタ C_2 とインダクタ L_2 とから成る別の直列タンク回路を備えている。

30

【0041】

結合係数 k_{12} および/または(示していない)受信機負荷が変更される場合でも、結合された直列タンク回路は、一般的に、離調の影響を示さない。さらに、開放端子を持つ直列タンク回路は、理論的に、送信機の極めて近接中でエネルギーを吸収せず、このことは、受信端子における負荷に関係なく、比較的に高い量の電力を吸収する並列L-C構造を含む他の結合変形体とは対照的である。したがって、結合された直列タンクの結合変形体630は、図4A~図4Cに関して示したような、単一受信機構成または複数受信機構成に対する効率的なワイヤレス電力送信を提供する。

40

【0042】

図10は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第2の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。図10の結合変形体650は、“近傍”結合変形体を示し、“近傍”結合に対して使用される高Q共振タンク回路に結合するために使用することができる。結合変形体650は、電力変換回路と整合するようにインピーダンスを変換し、これは結果として、改善されたまたは高い転送効率になる。特に、結合変形体650は、共振送信アンテナ614'、共振受信アンテナ618'、とを備えている。

50

【0043】

送信アンテナ 614' ' は、キャパシタ C₁とインダクタ L₁とを備えている高 Q タンク共振器 652 と、結合ループ / コイル 654 を備えている。結合ループ / コイル 654 は、送信機の他の部分を高 Q タンク共振器 652 に整合させる。受信アンテナ 618' ' は、キャパシタ C₂とインダクタ L₂とを備えている高 Q タンク共振器 656 と、結合ループ / コイル 658 を備えている。結合ループ / コイル 658 は、受信機の他の部分を高 Q タンク共振器 656 に整合させる。

【0044】

図 11 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 3 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。結合変形体 670 は、誘導結合の代わりに容量結合を使用して、図 8 の送信および受信電力変換ユニットと整合するように、高 Q 並列タンクの高いインピーダンスを変換する。特に、結合変形体 670 は、送信アンテナ 614' ' と、受信アンテナ 618' ' とを備えている。

10

【0045】

送信アンテナ 614' ' は、キャパシタ C₁とインダクタ L₁とを備えている高 Q 並列タンク共振器 672 と、結合キャパシタ 674 を備えている。結合キャパシタ 674 は、送信機の他の部分を高 Q 並列タンク共振器 672 に整合させる。受信アンテナ 618' ' は、キャパシタ C₂とインダクタ L₂とを備えている高 Q 並列タンク共振器 676 と、結合キャパシタ 678 を備えている。結合キャパシタ 678 は、受信機の他の部分を高 Q 並列タンク共振器 676 に整合させる。

20

【0046】

図 12 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 4 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。結合変形体 690 は、直列タンク回路および並列タンク回路のハイブリッド構成を使用し、このハイブリッド構成は、送信電力変換または受信電力変換のインピーダンス整合に関して、いくつかの例示的な実施形態において特有の利点を提供することができる。特に、結合変形体 690 は、送信アンテナ 614' ' と受信アンテナ 618' ' とを備えている。

20

【0047】

図 9 の送信アンテナ 614' と類似して、送信アンテナ 614' ' を構成することができる。送信アンテナ 614' ' は、キャパシタ C₁とインダクタ L₁とを備えている直列タンク共振器 692 を備えており、受信アンテナ 618' ' は、キャパシタ C₂とインダクタ L₂とを備えている並列タンク共振器 696 を備えている。

30

【0048】

図 13 は、例示的な実施形態にしたがった、送信アンテナと受信アンテナとの間の第 5 の結合変形体の回路ダイヤグラムを示している。図 13 の結合変形体 700 は、“近傍”結合に対する直列共振回路を使用して、一般的に“近接”結合に対して設計されているシステムを拡張するための実施形態を示している。結合変形体 700 は、送信アンテナ 614' ' と、受信アンテナ 618' ' とを備えている。送信アンテナ 614' ' は、キャパシタ C₁とインダクタ L₁とを備えている直列タンク共振器 704 を備えており、受信機アンテナ 618' ' は、キャパシタ C₂とインダクタ L₂とを備えている直列タンク共振器 706 を備えている。送信アンテナ 614' ' および受信アンテナ 618' ' はまた、1つ以上の寄生高 Q 共振器 702 を備えていてよい。

40

【0049】

結合変形体 700 では、送信アンテナ 614' ' 中の寄生高 Q 共振器 702A か、受信アンテナ 618' ' 中の寄生高 Q 共振器 702B か、あるいは、送信アンテナ 614' ' および受信アンテナ 618' ' の双方の中の寄生高 Q 共振器 702A、702B のいずれかとして、寄生高 Q 共振器 702 が加えられている。さらに、結合係数 k₁₁ および / または k₂₂ を変更することにより、整合を制御することができる。例として、寄生高 Q 共振器 702A に対する典型的な Q 値は、300 より大きい Q 値のオーダーであってもよく、寄生高 Q 共振器 702B に対する Q 値は、80 と 200 との

50

間の Q 値のオーダーであってもよい。

【 0 0 5 0 】

デバイスのポジショニングによって結合係数 k_{12} が変化するだろうケースでは、結合変形体の入力ポート 602 (図 8) および出力ポート 610 (図 8) におけるインピーダンス調整に対して、寄生タンクを使用することもできる。特に、結合係数 k_{12} が変化した場合には、入力ポート 602 において見られるようなインピーダンスと、出力ポート 610 における最適負荷インピーダンスとが動的に変化し、通常、送信および受信電力変換器 620、622 (図 8) により達成される、電力転送リンクの両サイドにおけるインピーダンス適合に対する必要性を生じさせる。その直列タンクに対する固定結合 (k_{11}, \dots) を持つ寄生タンクの使用により、このインピーダンスがある程度安定する一方で、送信および受信電力変換ユニット 620、622 に対する要求が緩和される。10

【 0 0 5 1 】

一般的に、共振アンテナシステムは、外部物体から離調の影響を受ける。ホストデバイスに一体化されているときに、磁界および電界へのデバイス本体の影響が原因で、受信アンテナは、典型的に離調される。設計およびコンポーネントの選択により、この影響に対処することができる。これは、デバイスのポジションに依存して、そのアンテナの離調が可変である送信アンテナとは対照的である。付加的に、無負荷の Q ファクタは、一般的に、デバイス本体の渦電流損および誘電損により低下するだろう。

【 0 0 5 2 】

極めて “近接” な結合に限って言えば、共振アンテナは負荷が高い（すなわち、低い負荷 Q ファクタ）可能性があるので、アンテナの共振周波数の同調は、必要性が少ないかもしれない。これは、実効的な Q ファクタが高い可能性がある “近傍” 結合に対して設計されたシステムでは異なっており、したがって、何らかの離調の影響に対する補償を必要とする。さらに、デバイスにおける損失による Q の低下を補償することはできず、受け入れなければならない。ソリューションに依存して、Q の低下は、送信機および受信機の双方に影響を及ぼすことがある。20

【 0 0 5 3 】

図 8 ~ 13 を参照して上述したように、ワイヤレス電力送信システム 600 は、図 8 中で示したような送信機 604 および受信機 608 を備えている。“低” 周波と“高” 周波とを含むさまざまな共振周波数において動作するように、ワイヤレス電力送信システムを構成することができる。低周波および高周波の実施形態の例を説明する。送信周波数が、 $f_0 = 135\text{ kHz}$ (RFID システムに対する LFISM バンド) である低周波 (LF) の実施形態を説明する。送信周波数が、 $f_0 = 13.56\text{ MHz}$ (RFID システムに対する HFISM バンド) である高周波 (HF) の実施形態を説明する。以下の図面では、LF システムと HF システムとの相違が識別されている。30

【 0 0 5 4 】

送信機に関して、低周波または高周波 (LF - HF) 送信機は、2つの主要なパーツから成り、これらは、(1) 送信電力変換ユニットと、(2) 送信アンテナ (結合ユニット) である。送信アンテナは、基本的に、システムを共振させるために、ループ / コイルアンテナと、アンチリアクター (キャパシタ) とから成る。40

【 0 0 5 5 】

図 14 は、例示的な実施形態にしたがった、LF - HF 送信機を示している。LF - HF 送信機 800 は、キャパシタ C_1 とインダクタ L_1 を備えている直列共振タンク回路 804 として示されている送信アンテナ 802 を備えている。図 14 はまた、アンテナの近隣における物体による共振を抑制する影響が原因の、アンテナの内部損失と外部損失を表している等価抵抗器 806 を示している。LF - HF 送信機 800 は、さらに、AC - AC 変換器サブユニット 810 と、周波数発生 & 制御サブユニット 812 と、周波数発生 & 制御サブユニット 812 に電力を供給するための補助変換器 814 とから成る送信電力変換ユニット 808 を備えている。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

図15A～図15Cは、例示的な実施形態にしたがった、複数ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。図15Aは、LF-HF電力を発生させるLF-HF送信電力変換ユニットの一般化された2ステージの例示的な実施形態を示しており、LF-HF送信電力変換ユニットは、その後にLF-HF電力ステージが続く第1のステージにおけるAC-DC変換を含む。LF-HF送信電力変換ユニット808Aは、可変出力電力を持つAC-DC変換器820と、周波数発生＆制御サブユニット812の一部を形成する（示していない）周波数発生器により駆動されるLF-HF電力ステージ822とを備えている。補助変換器814は、一般的に、より低い固定の電圧において供給電力を提供する。図15Aのダブルステージアプローチの1つの利点は、結合ネットワーク中への電力(P_{TXout})を制御するために使用することができる電力ステージの可変DC供給である。

10

【0057】

図15Bは、ハーフブリッジインバータ電力ステージを備える、LF-HF電力を発生させるためのLF-HF送信電力変換ユニットの例示的な実施形態を示している。LF-HF送信電力変換ユニット808A'は、ハーフブリッジインバータ832を形成する構成中に2つのFETスイッチ830A、830Bを備えている。望ましくは、高い効率を達成するために、ハーフブリッジインバータ832は、電圧／電流ゼロ交差において切り替わる。それゆえ、例えば、 $f_0 = 135\text{ kHz}$ のゲートドライブ波形を有するLFと、 $f_0 = 13.56\text{ MHz}$ のゲートドライブ波形を有するHFとに対するデューティーサイクルは、およそ50%で固定されている。電力制御は、PWM制御された可変出力電圧 V_{DC1} を提供するDC-DC変換器834により達成される。50%のデューティーサイクルはまた、高調波成分を最小化する。にもかかわらず、ハーフブリッジインバータ832の付加的なPWM制御は、いくつかのケースでは役に立つことがある。

20

【0058】

動作周波数において、または、要求に対して調整された異なる周波数（例えば、200kHzまたは200kHzより高い周波数）において、DC-DC変換器834を切り替えてよい。送信電力変換ユニット808A'の出力における調整ネットワーク836は、結合ネットワークに依存して、高調波を抑制するように、および／または、効率を高めるように機能してもよい。本例示的な実施形態では、複数のFETスイッチ830が要求されてもよいが、典型的に、単一のFET電力ステージに比べて、FETに対する電圧ストレスが少なく、したがって、より低コストのデバイスを使用することができる。さらに、本例示的な実施形態では、ハーフブリッジインバータ電力ステージは、電圧ソース（低インピーダンス）のように動作し、したがって、電流および／または電力がFET定格を上回らない限り、何らかの負荷インピーダンスを駆動させてもよい。ハーフブリッジインバータは、ドライブ直列共振タンクに特に適している。

30

【0059】

図15Cは、「ブースト変換器」のような電力ステージまたはクラスE構成の電力ステージを備える、LF-HF電力を発生させるためのLF-HF送信電力変換ユニットの別の例示的な実施形態を示している。LF-HF送信電力変換ユニット808A''は、「ブースト変換器」のような回路またはクラスE回路を形成するように構成されている1つのFETスイッチ830を備えており、FET切り替えが、ゼロボルトにおいて“時間通りに”生じる（クラスEまたはソフトスイッチングアプローチ）。

40

【0060】

LF-HF送信電力変換ユニットが、直列共振タンクとして構成されている送信アンテナを駆動させるためのものである場合に、この直列共振タンクは、典型的にクラスE動作に対して利用される直列C-L-R_L負荷ネットワークの一部として機能する。インピーダンス整合または電力制御の目的のために、ゲートドライブを付加的にPWM制御してもよい。一般的に、50%のデューティーサイクルにおいて、最も高い効率が達成される。動作周波数において、または、要求に対して調整された異なる周波数（例えば、200kHzまたは200kHzより高い周波数）において、DC-DC降圧変換器842を切り

50

替えてよい。送信電力変換ユニット 808A' の出力における調整ネットワーク 844 は、結合ネットワークに依存して、高調波を抑制するように、および / または、効率性と整合とを増加させるように機能してもよい。

【0061】

図 16A ~ 図 16D は、例示的な実施形態にしたがって、単一ステージの送信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。単一ステージアプローチを使用する、メイン AC 電圧からの直接的な LF - HF 電力の発生を、図 16A で示している。DC 供給電圧は、固定および高く（例えば、120 ~ 315 VDC の範囲中にあつ）てもよいので、スイッチング波形（PWM）のデューティーサイクルによって、電力制御を達成することができる。このアプローチにおいて、AC - AC 変換器 850 は、AC - DC 電力供給を絶縁する変圧器の一部として考えることができる。結合ネットワークは、絶縁変圧器として機能するが、高い漏れインダクタンスまたは浮遊インダクタンスがある。送信電力変換ユニット 808B は、さらに、周波数発生 & 制御サブユニット 812 と、周波数発生 & 制御サブユニット 812 に電力を供給するための補助変換器 814 を備えている。

10

【0062】

図 16B は、LF - HF 電力を発生させるための LF - HF 送信電力変換ユニットの例示的な実施形態を示している。LF - HF 送信電力変換ユニット 808B' は、1つのFET スイッチ 830 を備えており、そして、LF に対しては $f_0 = 135 \text{ kHz}$ であり、HF に対しては $f_0 = 13.56 \text{ MHz}$ である PWM ゲートドライビング波形を使用して、LF - HF 送信電力変換ユニット 808B' 中の出力電力制御が達成され、これは、低デューティーサイクル（すなわち、導通角）において、ある程度効率を妥協してもよいことを意味する。しかしながら、変圧比 $n : 1$ ($n > 1$) で結合ネットワークを設計することにより、ターゲット電力を達成するために必要とされるデューティーサイクルを増加させることができ、これは、高い1次電圧を低い2次電圧へと変圧することを意味する。

20

【0063】

LF - HF 送信電力変換ユニットが、直列共振タンクとして構成されている送信アンテナを駆動するためのものである場合には、この直列共振タンクは、典型的に、クラス E 動作に対して利用される直列 C - L - R_L 負荷ネットワークの一部として機能する。送信電力変換ユニット 808B' の出力における調整ネットワーク 844 は、結合ネットワークに依存して、高調波を抑制するように、および / または、効率性と整合とを増加させるように機能してもよい。高調波成分は、デューティーサイクルが減少するにつれて増加するので、このことは、PWM アプローチに対して特に重要であるかもしれない。

30

【0064】

図 16C は、LF - HF 電力を発生させるための LF - HF 送信電力変換ユニットの別の例示的な実施形態を示している。LF - HF 送信電力変換ユニット 808B'' は、電力ステージを形成する1つのFET スイッチ 830 を備えている。送信アンテナ 802 の共振タンク回路 804 は、DC 供給電圧と接地との間に ‘ぶら下がっており’、電力ステージは、結果として生じるタンク回路の ‘ホットエンド’ に接続されている。

【0065】

図 16D は、LF - HF 電力を発生させるための LF - HF 送信電力変換ユニットの別の例示的な実施形態を示している。LF - HF 送信電力変換ユニット 808B''' は、シャントインダクタンスと直列で動作する FET スイッチ 830 と、インダクタ 852 を備えている。LF - HF 送信電力変換ユニット 808B''' は、直列共振タンクとして構成されている送信アンテナ 802 を駆動させてもよい。

40

【0066】

受信機に関して、LF - HF 受信機は、2つの主要なパーツから成り、これらは、(1) 受信アンテナ（結合ユニット）と、(2) 受信電力変換ユニットである。受信アンテナは、基本的に、システムを共振させるために、ループ / コイルアンテナと、アンチリニア（キャパシタ）とから成る。

【0067】

50

図17は、例示的な実施形態にしたがった、LF-HF受信機を示している。LF-HF受信機900は、キャパシタC₂とインダクタL₂とを備えている直列共振タンク回路904として示されている受信アンテナ902を備えている。図17はまた、アンテナの近隣における物体による共振を抑制する影響が原因の、アンテナの内部損失と外部損失とを表している等価抵抗器906を示している。LF-HF受信機900は、さらに、AC-DC変換器サブユニット910と、周波数発生&制御サブユニット912とから成る受信電力変換ユニット908を備えている。図17は、さらに、デバイスの負荷916に結合しているLF-HF受信機900を示している。

【0068】

一般的に、送信アンテナ802の上記のさまざまな説明は、受信アンテナ902にもあてはまる。周波数発生&制御サブユニット912に供給するのに必要とされる電力は、受信電力変換ユニット908から受け取られてもよい。1つの例示的な実施形態では、受信電力変換ユニット908は、受信アンテナから受け取った電力がしきい値を上回る場合には、電力を受信電力変換ユニット908に供給する負荷916（例えば、バッテリー）の何らかの能力とは関係なく、周波数発生&制御サブユニット912に給電するのに十分な電力を発生させることにより、“最小限モード”で動作する。いったん、周波数発生&制御ユニット908が完全に動作可能になると、受信電力変換ユニット908は、“通常モード”に入り、電力を負荷916に送り出す。

【0069】

受信電力変換ユニット908では、DC-DC変換のために、および/または同期整流のために、周波数が要求される。同期整流器によって、受信機が電力送信機として機能するように、電力フローを逆にすることができる。“最小限モード”では、AC-DC変換器910は、充電電圧および電流を感知するための付加的なコンポーネントと、負荷916（例えば、バッテリー）を切断するための（示していない）スイッチとを持つ受動ダイオード整流器として機能する。図17はまた、ポートおよびインターフェースを示し、そして、ポート電流、電圧、および電力を示している。

【0070】

図18A～図18Hは、さまざまな例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットのさまざまな構成を示している。図18Aは、例示的な実施形態にしたがった、受信電力変換ユニットを示している。LF-HF受信電力変換ユニット908Aは、AC整流器920とDC-DC変換器ユニット922とを備えている。転送効率を最大化するために、AC整流器920の入力ポートにおける結合ネットワークにより見られるような負荷インピーダンスを調整するために、DC-DC変換ユニット922を使用する。さまざまな負荷範囲中で、負荷インピーダンスが変更される場合でも、効率は、著しく変わらない。受信負荷インピーダンス制御も使用して、結合ネットワークの送信ポートにおけるインピーダンスを調整してもよい。

【0071】

図18Bは、LF-HF受信電力変換ユニットの別の例示的な実施形態を示している。LF-HF受信電力変換ユニット908A'は、クワッドダイオード全波フルブリッジ整流器920'、と、DC-DC変換器ユニット922'を備えている。さらに、整流器920の整流器構造バリエーションもまた、考えられる。

【0072】

さまざまな実用的な適用において、負荷916（例えば、バッテリー）は、低い電圧（例えば、4V）と、高い電流（例えば、1A）とを有し、したがって、低い抵抗（例えば、4オーム）が強いられ、降圧変換器が必要である。したがって、ダイオードのしきい値電圧の影響がより小さい、より高い入力電圧V_{A2}で、DC-DC変換器は整流器920を動作させることができるので、DC-DC変換器の使用は、特に有利であり、したがって、整流器920の効率が高まる。理論的に、DC-DC降圧変換器922'は、最大効率を達成するように決定される異なる周波数で切り替えることができる。PWMスイッチング波形のデューティーサイクルによって、負荷電流を調節することができる。

10

20

30

40

50

【0073】

図18Cは、LF-HF受信電力変換ユニットの別の例示的な実施形態を示している。LF-HF受信電力変換ユニット908Bは、同期整流に基づいており、これは、(示していない)アクティブなFETスイッチを使用して、受信したLF-HF電力を整流することを意味する。スイッチング波形は受信信号と同期していなければならず、波形の位相を調整しなければならない。電圧/電流感知を使用して、調整を実行してもよい。

【0074】

周波数発生および制御ユニット912は、スイッチング波形を発生させ、PWMによって、負荷電力およびインピーダンスの制御を実行してもよい。この例示的な実施形態では、AC-DC変換器924は、変圧器が絶縁されているAC-DC電力供給の2次的な部分として考えてもよい。結合ネットワークは、絶縁変圧器として機能するが、高い漏れインダクタンスまたは浮遊インダクタンスがある。

10

【0075】

図18Dは、AC-DC変換器の例示的な実施形態を示している。例示的な実施形態では、AC-DC変換器924AおよびAC-DC変換器924Bは、単一のFET同期整流器926にしたがって、同期整流を実行するようにも構成されている。クロック再生および位相角制御928は、FET駆動波形を受信波形へと適切に整列させるために必要であり、これにより、同期整流器は、右のV-I象限で動作する。これらの機能は、周波数発生&制御サブユニット912の一部として考えることができる。減少した/増加したデューティーサイクルでFET同期整流器926を動作させて、変換器入力インピーダンスおよび電力を制御してもよい。AC-DC変換器924Aは、受信アンテナ中の並列共振タンクにもあてまはり、AC-DC変換器924Bは、受信アンテナ中の直列共振タンクにもあてはまる。

20

【0076】

AC-DC変換器924Aが、受信アンテナ中の直列共振タンクに結合している場合には、並列キャパシタ C_{p2} 930と、FET同期整流器926によるゼロボルトでの切り替えとが、FETスイッチングストレスを避けるために必要とされるかもしれない。しかしながら、キャパシタ C_{p2} 930は、変換器入力インピーダンスを減少させる傾向があり、強力に結合されているレジーム(送信機および受信機が極めて近接している)では、逆効果になるかもしれない。AC-DC変換器924Bが、受信アンテナ中の並列共振タンクに結合している場合には、直列インダクタ L_{s2} 932が必要とされるかもしれない、FET同期整流器926は、FETスイッチングストレスを避けるために、ゼロ電流においてのみ開かれなければならない。

30

【0077】

図18Eは、LF-HF受信電力変換ユニットの別の例示的な実施形態を示している。LF-HF受信電力変換ユニット908Cは、受動ダイオード整流器934に基づくものであり、非常に小型のフォームファクタマイクロ電力デバイスに特に適していると考えられており、ここでは、最終的な転送効率は、主要な問題ではない。しかしながら、受動ダイオード整流器は、通常、負荷インピーダンス整合および出力電力の観点から制御することが難しいことがある。したがって、想定される適用またはユースケースにおいて最も可能性がある結合レジームに対して、受信機を設計および最適化すべきである。例えば、スタティックFETスイッチを使用して、ダイオード整流器の構成を変更することにより、制限のある制御をそれでも組み込んでもよい。ダイオード整流器および整流器一般を、次のようにカテゴリー化することができる。

40

【表1】

表1

	電流シンク	電圧シンク
シングルダイオード(半波)	タイプa	タイプb
ダブルダイオード(全波、ハーフブリッジ)	タイプc	タイプd
クワッドダイオード(全波、フルブリッジ)	タイプe	タイプf

10

【0078】

図18Fは、受動ダイオード整流器の例示的な実施形態を示している。例示的な実施形態では、受動ダイオード整流器934Aは、受信アンテナ中の並列共振タンクと協働するのに適した構造である。受動ダイオード整流器934Aは、その負荷インピーダンスよりも高い入力インピーダンスを示し、したがって、電圧ダウンコンバージョンを実行する。受動ダイオード整流器934Bは、受信アンテナ中の直列共振タンクと協働するのに適した構造である。

【0079】

受動ダイオード整流器934Aが、受信アンテナ中の直列共振タンクに結合している場合には、ダイオードスイッチングストレスを避けるために、並列キャパシタC_{p2}936が必要とされるかもしれない。しかしながら、キャパシタC_{p2}936は、変換器入力インピーダンスを減少させる傾向があり、強力に結合されているレジーム（送信機および受信機が極めて近接している）では、逆効果になるかもしれない。受動ダイオード整流器934Bが、受信アンテナ中の並列共振タンクに結合している場合には、ダイオードスイッチングストレスを避けるために、直列インダクタL_{s2}938が必要とされるかもしれない。

20

【0080】

図18Gは、受動ダイオード整流器の例示的な実施形態を示している。例示的な実施形態では、受動ダイオード整流器934C、934Dは、ダブルダイオード整流器である。受動ダイオード整流器934Cは、受信アンテナ中の並列共振タンクと協働するのに適した構造である。受動ダイオード整流器934Cは、その負荷インピーダンスより高く、受動ダイオード整流器934Aで達成するよりも高い入力インピーダンスを示す。受動ダイオード整流器934Dは、受動ダイオード整流器934Bに対するデュアルダイオード構造であり、受信アンテナ中の直列共振タンクから駆動するのにより適している。しかしながら、受動ダイオード整流器934Dは、その負荷インピーダンスより低く、受動ダイオード整流器934Bで達成されるよりも低い入力インピーダンスを示す。

30

【0081】

受動ダイオード整流器934Cが、受信アンテナ中の直列共振タンクに結合している場合には、ダイオードスイッチングストレス（高いdV/dt）を避けるために、並列キャパシタC_{p2}940が必要とされるかもしれない。しかしながら、並列キャパシタC_{p2}940は、変換器入力インピーダンスを減少させる傾向があり、強力に結合されているレジーム（送信機および受信機が極めて近接している）では、逆効果になるかもしれない。受動ダイオード整流器934Dが、受信アンテナ中の並列共振タンクに結合している場合には、ダイオードスイッチングストレス（高いdI/dt）を避けるために、直列インダクタL_{s2}942が必要とされるかもしれない。

40

【0082】

図18Hは、受動ダイオード整流器の例示的な実施形態を示している。例示的な実施形態では、受動ダイオード整流器934E、934Fは、クワッドダイオード整流器であり、「プッシュプル」（逆位相）で動作するハーフブリッジ（クラスD）整流器の対として考えられる。受動ダイオード整流器934Eは、電流シンクとして動作し、受信アンテナ中の並列共振タンクと協働するのに適した構造である。受動ダイオード整流器934Eは

50

、その負荷インピーダンスより高く、受動ダイオード整流器 934C で達成されるものの 2 倍の入力インピーダンスを示す。受動ダイオード整流器 934F は、電圧シンクとして動作し、そして、受動ダイオード整流器 934D のデュアル構造であり、したがって、受信アンテナ中の直列共振タンクから駆動するのにより適している。しかしながら、受動ダイオード整流器 934F は、その負荷インピーダンスより低いが、受動ダイオード整流器 934D のものの 2 倍の入力インピーダンスを示し、これは、強力に結合されているレジームでは有利である。

【0083】

受動ダイオード整流器 934E が、受信アンテナ中の直列共振タンクに結合している場合には、ダイオードスイッチングストレス（高い dV/dt ）を避けるために、並列キャパシタ $C_{p2} 944$ が必要とされるかもしれない。しかしながら、並列キャパシタ $C_{p2} 944$ は、変換器入力インピーダンスを減少させる傾向があり、強力に結合されているレジーム（送信機および受信機が極めて近接している）では、逆効果になるかもしれない。受動ダイオード整流器 934F が、受信アンテナ中の並列共振タンクに結合している場合には、ダイオードスイッチングストレス（高い dI/dt ）を避けるために、直列インダクタ $L_{s2} 946$ が必要とされるかもしれない。

10

【0084】

図 19 は、例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレス電力を受信するための方法のフローチャートを示している。ワイヤレス電力を受信するための方法 1000 は、ここで説明したさまざまな構造および回路によりサポートされている。方法 1000 は、受信アンテナと送信アンテナとが近接結合しているときに、送信アンテナにより発生された近磁界中のワイヤレス電力を受信アンテナの直列構成共振タンクにおいて受信するためのステップ 1002 を含む。方法 1000 は、さらに、受信アンテナと送信アンテナとが近接結合しているときに、送信アンテナにより発生された近磁界中のワイヤレス電力を受信アンテナの直列構成共振タンクにおいて受信するためのステップ 1004 を含む。さらに、方法 1000 は、さらに、受信アンテナと送信アンテナとが近傍結合しているときに、送信アンテナにより発生された近磁界のワイヤレス電力を受信アンテナの寄生共振タンクにおいて受信するためのステップ 1006 を含む。方法 1000 は、さらに、ワイヤレス電力を整流するためのステップ 1006 を含む。

20

【0085】

図 20 は、例示的な実施形態にしたがった、ワイヤレス電力を送信するための方法のフローチャートを示している。ワイヤレス電力を送信するための方法 1100 は、ここで説明したさまざまな構造および回路によりサポートされている。方法 1100 は、受信アンテナと送信アンテナとが近接結合しているときに、近磁界中のワイヤレス電力を送信アンテナの直列構成共振タンクにおいて発生させるためのステップ 1102 を含む。方法 1100 は、さらに、受信アンテナと送信アンテナとが近傍結合しているときに、近磁界のワイヤレス電力を送信アンテナの寄生共振タンクにおいて発生させるためのステップ 1104 を含む。

30

【0086】

当業者は、さまざまな異なる技術および技法の任意のものを使用して制御情報および信号を表してもよいことを理解するだろう。例えば、上の説明全体を通して参照した、データ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボルおよびチップは、電圧、電流、電磁波、磁界または磁気の粒子、光学界または光の粒子、あるいはこれらの何らかの組み合わせにより、表してもよい。

40

【0087】

ここで開示した実施形態に関連して説明した、さまざまな例示的な論理的ブロック、モジュール、回路、および、アルゴリズムステップが、電子ハードウェアとして実現されてもよく、コンピュータソフトウェアにより制御されてもよく、あるいは双方の組み合せたものであってもよいことを当業者はさらに正しく認識するだろう。ハードウェアおよびソフトウェアのこの交換可能性を明確に示すために、さまざまな例示的なコンポーネント

50

、ブロック、モジュール、回路、および、ステップを一般的にこれらの機能性に関して上述した。このような機能性がハードウェアあるいはソフトウェアとして実現および制御されるか否かは、特定の応用および全体的なシステムに課せられた設計の制約に依存する。当業者は、それぞれの特定の応用に対して方法を変化させて、説明してきた機能性を実現してもよいが、このようなインプリメンテーション決定は、本発明の例示的な実施形態の範囲からの逸脱を生じさせるものとして解釈すべきではない。

【0088】

ここで開示した実施形態に関する説明した、さまざまな例示的な論理的ブロック、モジュール、および、回路は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ（D S P）、特定用途向け集積回路（A S I C）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（F P G A）または他のプログラマブル論理デバイス、ディスクリートゲートまたはトランジスタ論理、ディスクリートハードウェアコンポーネント、あるいは、ここで説明した機能を実行するために設計されたこれらの何らかの組み合わせで、制御されてもよい。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであってもよいが、代替実施形態では、プロセッサは、何らかの従来のプロセッサ、制御装置、マイクロ制御装置、または、状態機械であってもよい。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組み合わせとして、例えば、D S Pとマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、D S Pコアを備えた1つ以上のマイクロプロセッサ、あるいは、このようなコンフィギュレーションの他の何らかのものとして実現してもよい。

10

【0089】

ここで開示した実施形態に関する説明した方法またはアルゴリズムの制御ステップは、ハードウェアで、プロセッサにより実行されるソフトウェアモジュールで、あるいは、2つを組み合わせたもので、直接的に具現化してもよい。ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ（R A M）、フラッシュメモリ、リードオンリーメモリ（R O M）、電気的プログラム可能R O M（E P R O M）、電気的消去可能プログラム可能R O M（E E P R O M）、レジスタ、ハードディスク、リムーブバルディスク、C D - R O M、または、技術的に知られている他の何らかの形態の記憶媒体中に存在していてもよい。例示的な記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、記憶媒体に情報を書き込むことができるよう、プロセッサに結合されている。代替実施形態では、記憶媒体はプロセッサに一体化していてもよい。プロセッサおよび記憶媒体は、A S I C中に存在していてもよい。A S I Cは、ユーザ端末中に存在していてもよい。代替実施形態では、プロセッサおよび記憶媒体は、ユーザ端末中のディスクリートコンポーネントとして存在していてもよい。

20

30

【0090】

1つ以上の例示的な実施形態では、説明した制御機能は、ハードウェアで、ソフトウェアで、ファームウェアで、または、これらのものを組み合わせた任意のもので実現してもよい。ソフトウェアで実現した場合、機能は、1つ以上の命令またはコードとして、コンピュータ読取可能媒体上に記憶してもよく、あるいは、1つ以上の命令またはコードとして、コンピュータ読取可能媒体上に送信してもよい。コンピュータ読取可能媒体は、1つの場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を促進する何らかの媒体を含むコンピュータ記憶媒体および通信媒体の双方を含む。記憶媒体は、コンピュータによりアクセスできる何らかの利用可能な媒体であってもよい。例として、これらに限定されないが、このようなコンピュータ読取可能媒体は、R A M、R O M、E E P R O M、C D - R O Mまたは他の光ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置または他の磁気記憶デバイス、あるいは、コンピュータによりアクセスでき、命令またはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを運ぶまたは記憶するために使用できる他の何らかの媒体を含むことができる。また、あらゆる接続は、コンピュータ読取可能媒体と適切に呼ばれる。例えば、ソフトウェアが、同軸ケーブルや、光ファイバケーブルや、撲り対や、デジタル加入者回線（D S L）や、あるいは、赤外線、無線、および、マイクロ波のような、ワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、または、他の遠隔ソースから送信される場合には、同

40

50

軸ケーブル、光ファイバケーブル、撲り対、DSL、あるいは、赤外線、無線、および、マイクロ波のような、ワイヤレス技術は、媒体の定義に含まれる。ここで使用するようなディスク（disk および disc）は、コンパクトディスク（CD）、レーザディスク（登録商標）、光ディスク、デジタル多用途ディスク（DVD）、フロッピー（登録商標）ディスク、および、ブルーレイ（登録商標）ディスク（BD）を含むが、一般的に、ディスク（disk）は、データを磁気的に再生する一方で、ディスク（disc）はデータをレーザによって光学的に再生する。先のものを組み合わせたものもまた、コンピュータ読み取り可能媒体の範囲内に含められるべきである。

【0091】

開示した例示的な実施形態の先の説明は、当業者が本発明を製作または使用できるように提供した。これらの例示的な実施形態に対するさまざまな改良は、当業者に容易に明らかとなり、本発明の精神または範囲から逸脱することなく、ここで定義した一般的な原理を他の実施形態に適用してもよい。したがって、本発明は、ここで示した実施形態に限定されることを意図しておらず、ここで開示した原理および新規的特徴と合致する最も広い範囲に一致させるべきである。

10

【図1】

図1

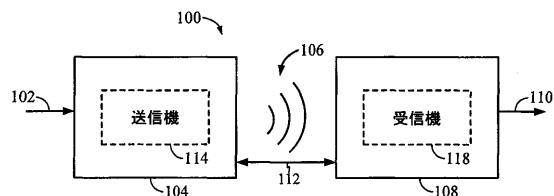


FIG. 1

【図3】

図3

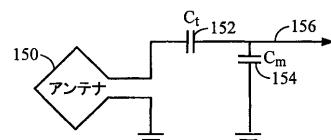


FIG. 3

【図2】

図2

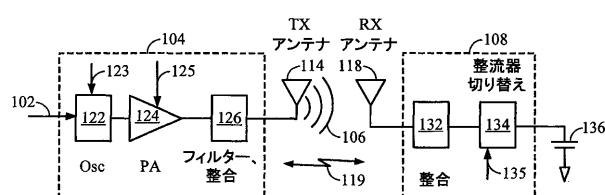


FIG. 2

【図4A】

図4A

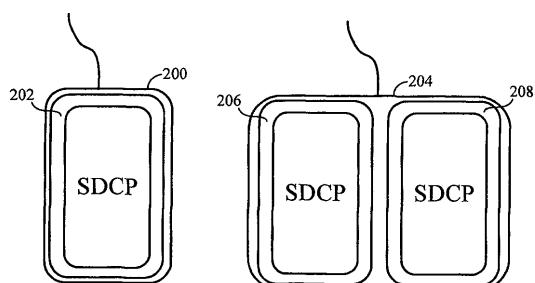


FIG. 4A

【図 4 B】

図 4B

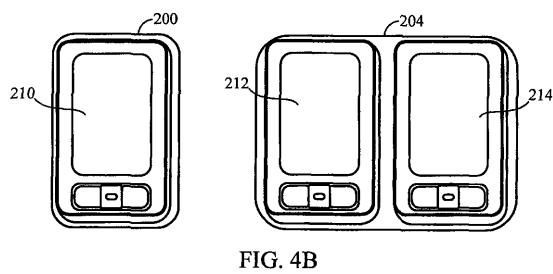


FIG. 4B

【図 5 A】

図 5A

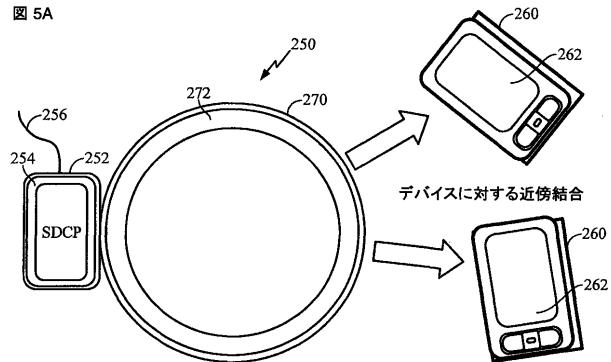


FIG. 5A

【図 4 C】

図 4C

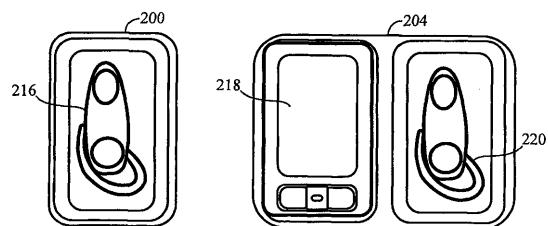


FIG. 4C

【図 5 B】

図 5B

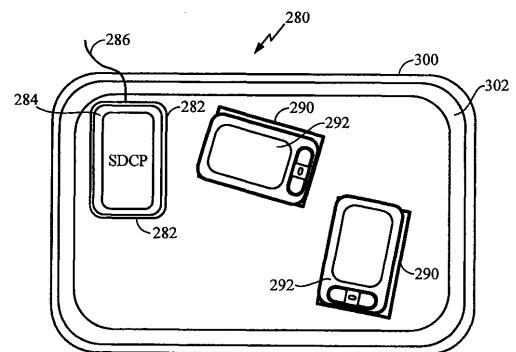


FIG. 5B

【図 6】

図 6

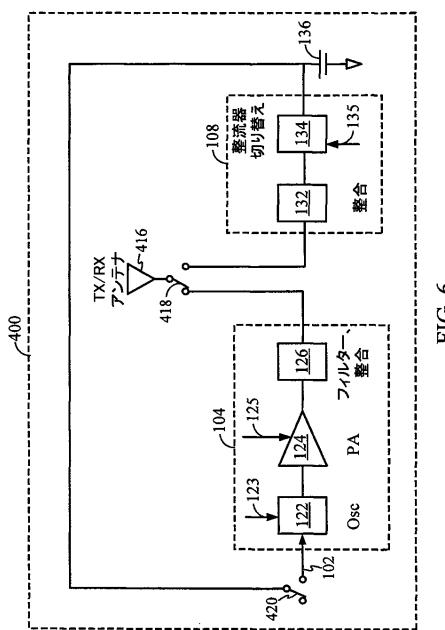


FIG. 6

【図 7】

図 7

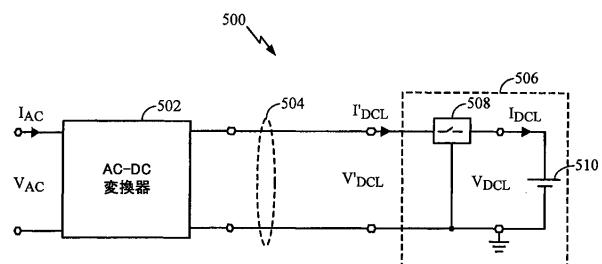
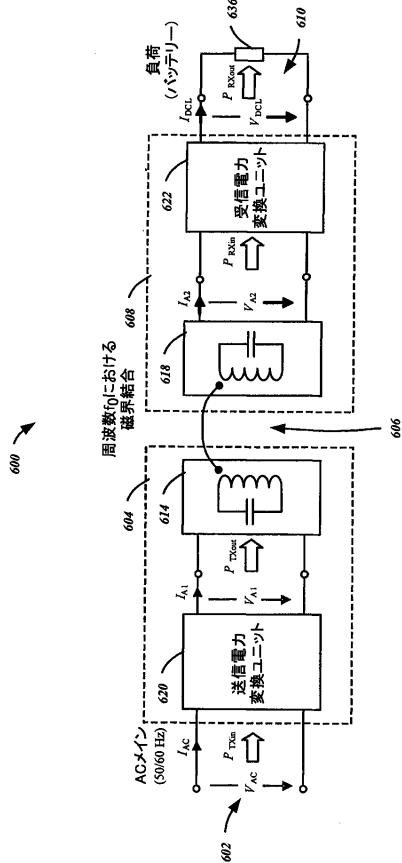


FIG. 7

【図 8】

図 8



【図 9】

図 9

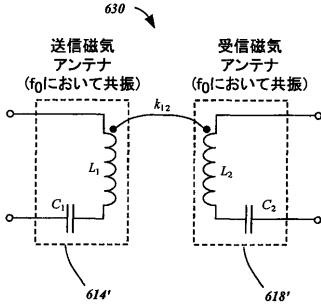


FIG. 9

【図 10】

図 10

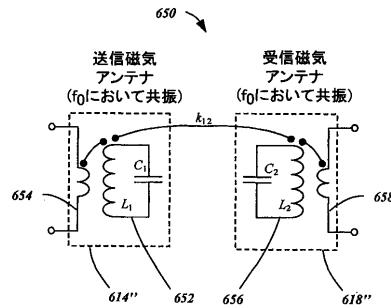


FIG. 10

【図 11】

図 11

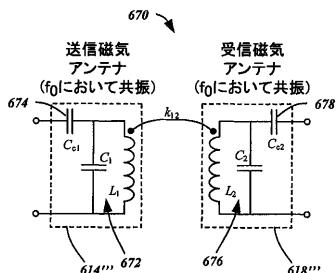


FIG. 11

【図 13】

図 13

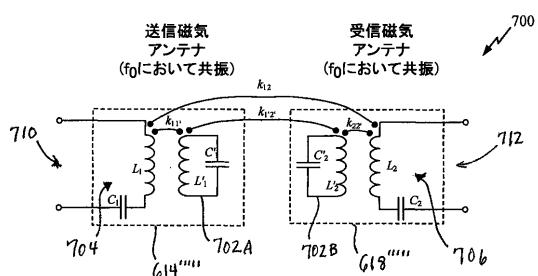


FIG. 13

【図 12】

図 12

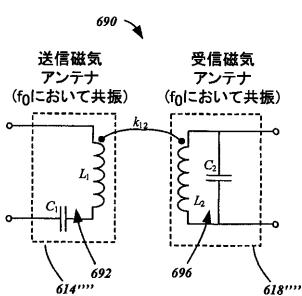


FIG. 12

【図 14】

図 14

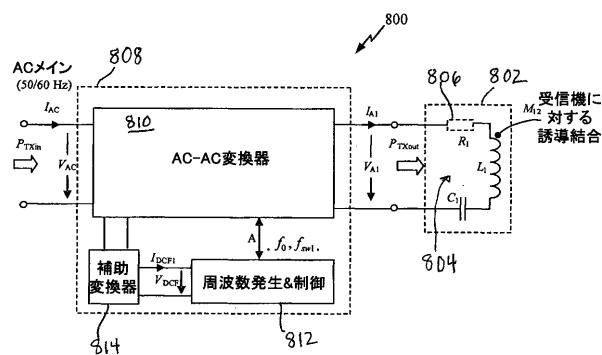


FIG. 14

【図 15 A】

図 15A

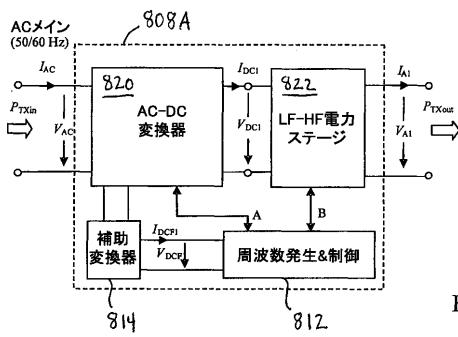


FIG. 15A

【図 15 B】

図 15B

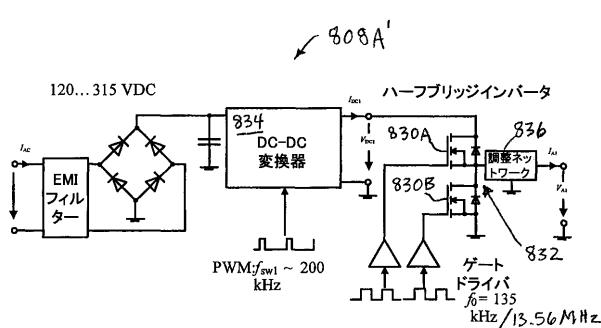


FIG. 15B

【図 15 C】

図 15C

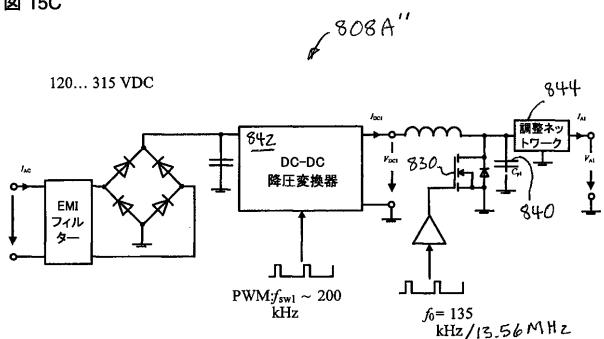


FIG. 15C

【図 16 A】

図 16A

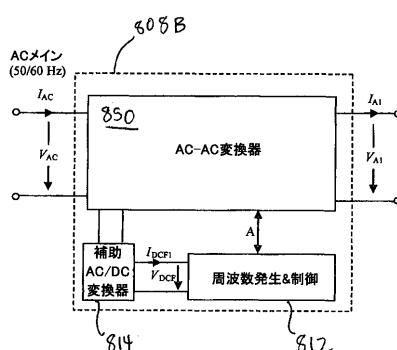


FIG. 16A

【図 16B】

図 16B

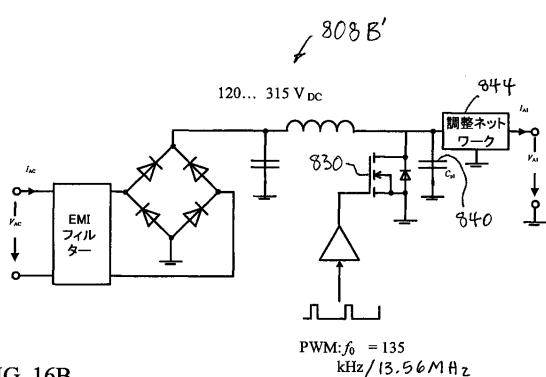


FIG. 16B

【図 16C】

図 16C

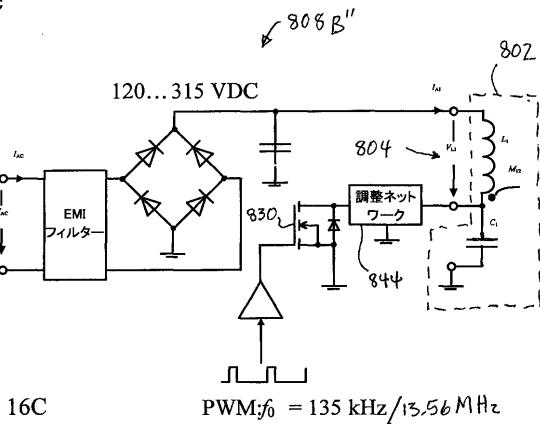


FIG. 16C

【図 16D】

図 16D

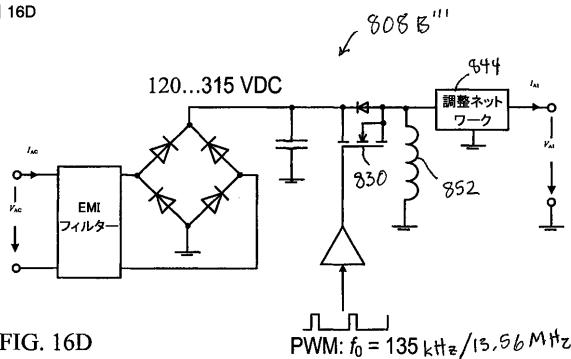


FIG. 16D

【図 17】

図 17

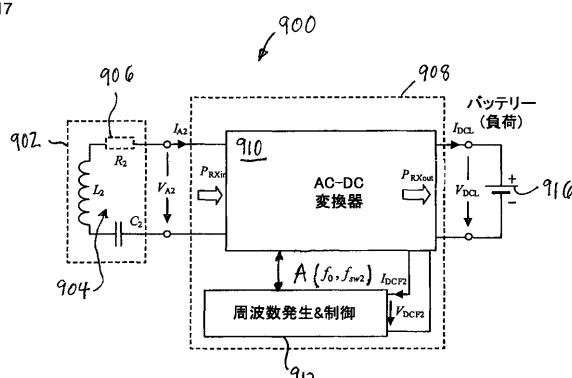


FIG. 17

【図 18B】

図 18B

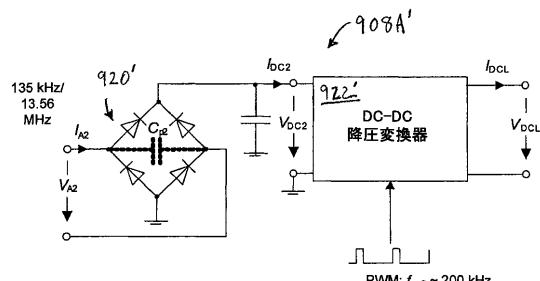


FIG. 18B

【図 18A】

図 18A

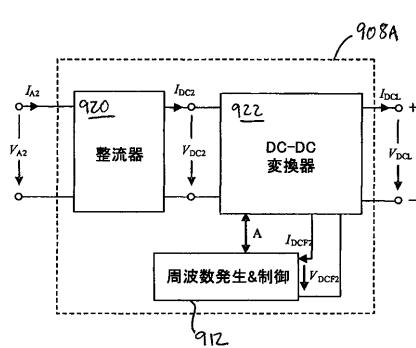


FIG. 18A

【図 18C】

図 18C

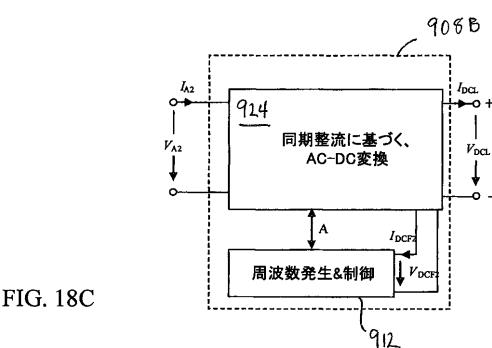


FIG. 18C

【図 18D】

図 18D

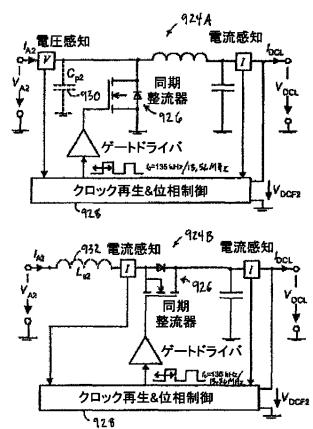


FIG. 18D

【図 18E】

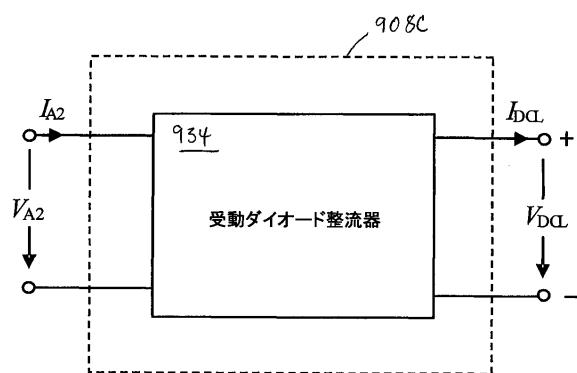
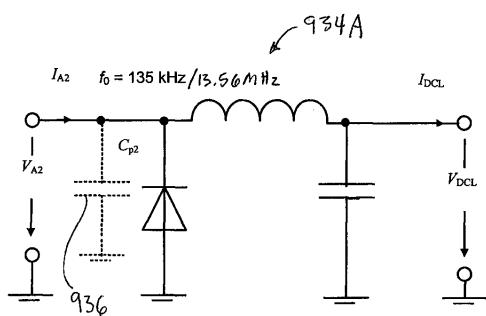


FIG. 18E

【図 18F】

図 18F



【図 18G】

図 18G

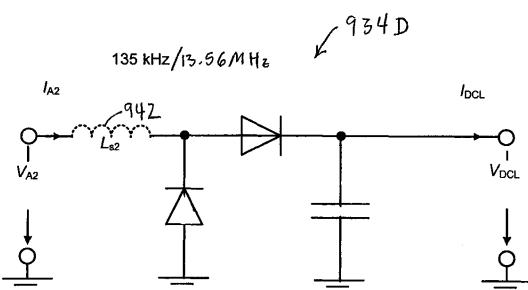
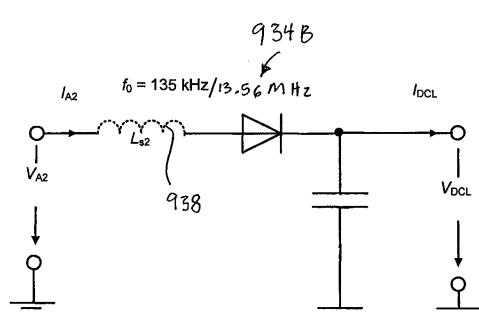
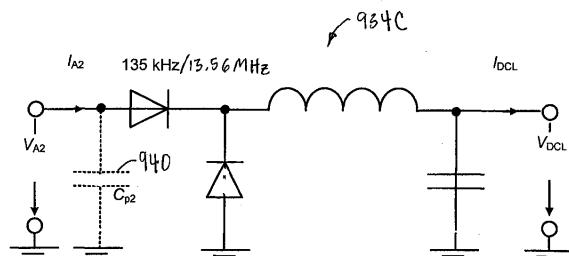


FIG. 18F

FIG. 18G

【図18H】

図18H

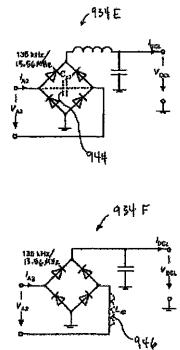


FIG. 18H

【図19】

図19

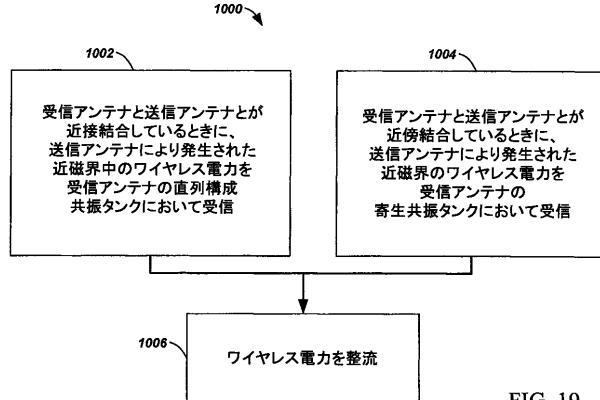


FIG. 19

【図20】

図20

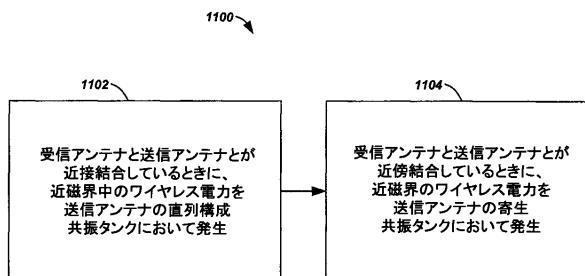


FIG. 20

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT																					
			International application No PCT/US2009/051997																		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02J17/00 H02J5/00 H01Q7/00 H04B5/00																					
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 H01Q H04B																					
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 practical, search terms used) EPO-Internal																					
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding-right: 20px;">Category*</th> <th style="padding-right: 20px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="padding-right: 20px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y</td> <td>WO 2005/109597 A1 (SPLASHPOWER LTD [GB]; STEVENS MICHAEL CRAIG [GB]; KNILL ALEXANDER CHAR) 17 November 2005 (2005-11-17) abstract page 17, line 7 - page 26, line 21; figures 1-4 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-2,5-7, 10-13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>US 2007/182658 A1 (OZDEN SINASI [DK]) 9 August 2007 (2007-08-09) abstract claims 1,2,8; figures 4-9 page 3, paragraph 44 - page 5, paragraph 53 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">3-4,8-9, 14-23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y</td> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-2,5-7, 10-13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">3-4,8-9, 14-23</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">-/-</td> </tr> </tbody> </table>				Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	WO 2005/109597 A1 (SPLASHPOWER LTD [GB]; STEVENS MICHAEL CRAIG [GB]; KNILL ALEXANDER CHAR) 17 November 2005 (2005-11-17) abstract page 17, line 7 - page 26, line 21; figures 1-4 -----	1-2,5-7, 10-13	A	US 2007/182658 A1 (OZDEN SINASI [DK]) 9 August 2007 (2007-08-09) abstract claims 1,2,8; figures 4-9 page 3, paragraph 44 - page 5, paragraph 53 -----	3-4,8-9, 14-23	Y		1-2,5-7, 10-13	A		3-4,8-9, 14-23			-/-
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																			
Y	WO 2005/109597 A1 (SPLASHPOWER LTD [GB]; STEVENS MICHAEL CRAIG [GB]; KNILL ALEXANDER CHAR) 17 November 2005 (2005-11-17) abstract page 17, line 7 - page 26, line 21; figures 1-4 -----	1-2,5-7, 10-13																			
A	US 2007/182658 A1 (OZDEN SINASI [DK]) 9 August 2007 (2007-08-09) abstract claims 1,2,8; figures 4-9 page 3, paragraph 44 - page 5, paragraph 53 -----	3-4,8-9, 14-23																			
Y		1-2,5-7, 10-13																			
A		3-4,8-9, 14-23																			
		-/-																			
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																			
* 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 document 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		Date of mailing of the International search report																			
2 March 2010		08/03/2010																			
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Koutsorodis, Dafni																			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2009/051997

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/150070 A2 (DANAHER CORP; IVERSON ROD [US]; MCKERNAN EDWARD J [US]; BOOST MIKE [US] 27 December 2007 (2007-12-27) abstract claim 1; figures 1-3 page 3, paragraph 15 – page 8, paragraph 29 _____	1-23
Y	US 5 198 826 A (ITO MICHIAKI [JP]) 30 March 1993 (1993-03-30) abstract claim 4; figures 1,2,9A-9C,10,14 column 7, line 7 – line 54 column 1, line 63 – column 2, line 49 _____	1-2,5-7, 10-13 3-4,8-9, 14-23
A		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2009/051997

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 2005109597	A1	17-11-2005	EP GB JP US US	1751834 A1 2414121 A 2007537688 T 2009322158 A1 2007228833 A1		14-02-2007 16-11-2005 20-12-2007 31-12-2009 04-10-2007
US 2007182658	A1	09-08-2007		NONE		
WO 2007150070	A2	27-12-2007	US	2008036588 A1		14-02-2008
US 5198826	A	30-03-1993		NONE		

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(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,SE,SI,S,K,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976

弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100101812

弁理士 勝村 紘

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290

弁理士 竹内 将訓

(74)代理人 100127144

弁理士 市原 卓三

(74)代理人 100141933

弁理士 山下 元

(72)発明者 クック、ニゲル

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75

(72)発明者 シエベル、ルカス

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75

(72)発明者 ウィドマー、ハンズペーター

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75