

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6605625号
(P6605625)

(45) 発行日 令和1年11月13日 (2019. 11. 13)

(24) 登録日 令和1年10月25日 (2019. 10. 25)

(51) Int. Cl.	F I
HO 2 J 50/10 (2016.01)	HO 2 J 50/10
HO 1 F 38/14 (2006.01)	HO 1 F 38/14

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-560960 (P2017-560960)	(73) 特許権者	507364838
(86) (22) 出願日	平成28年5月27日 (2016. 5. 27)		クアルコム, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2018-522514 (P2018-522514A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
(43) 公表日	平成30年8月9日 (2018. 8. 9)		21 サン ディエゴ モアハウス ドラ
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/034833		イブ 5775
(87) 国際公開番号	W02016/196372	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成28年12月8日 (2016. 12. 8)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	令和1年5月10日 (2019. 5. 10)	(74) 代理人	100163522
(31) 優先権主張番号	62/168, 483		弁理士 黒田 晋平
(32) 優先日	平成27年5月29日 (2015. 5. 29)	(72) 発明者	ランディ・スタンク
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		アメリカ合衆国・カリフォルニア・921
(31) 優先権主張番号	15/167, 680		21・サン・ディエゴ・モアハウス・ドラ
(32) 優先日	平成28年5月27日 (2016. 5. 27)		イブ・5775
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属体の直接場貫通を使用したワイヤレス電力伝達

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子デバイスにおけるワイヤレス電力受信のための装置であって、
前記電子デバイスの電子構成要素を収容するように構成された金属ケーシング部であって、前記金属ケーシング部が、前記金属ケーシング部の外側が第1の磁場にさらされるのに応答して前記金属ケーシング部を通る渦電流を発生させるように構成された、金属ケーシング部と、

前記金属ケーシング部の内側に配置された電力受信素子とを備え、

前記電力受信素子が、前記電子デバイスの前記電子構成要素のうちの1つまたは複数のために電力を生成するために、前記金属ケーシング部内の前記渦電流によって発生した第2の磁場に磁氣的に結合するように構成され、

前記電力受信素子が、連続的で途切れない中断なしの表面を画定する前記金属ケーシング部の一領域に対して配置される、装置。

【請求項 2】

前記電力受信素子と前記金属ケーシング部との間に配置されたフェライト材料をさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

第1の部分と第2の部分の間に前記電力受信素子を挟み込む、前記第1の部分と前記第2の部分とを有するフェライト材料をさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

10

20

前記金属ケーシング部が、銅、アルミニウム、マグネシウム、炭素鋼、チタン、もしくはステンレス鋼、またはそれらの組合せのうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載の装置。

【請求項5】

前記金属ケーシング部が0.01mm以下の厚さを有する、請求項1に記載の装置。

【請求項6】

前記金属ケーシング部が、非導電性支持基板及び前記支持基板上に配置された金属層を備える、請求項1に記載の装置。

【請求項7】

前記金属層が0.01mm以下の厚さを有する、請求項6に記載の装置。

10

【請求項8】

外部生成された前記第1の磁場の周波数が300kHz以下である、請求項6に記載の装置。

【請求項9】

前記支持基板が、カーボンファイバー化合物、カーボンナノチューブ材料、セラミックススペース材料、もしくはファイバークラス、またはそれらの組合せを含む、請求項6に記載の装置。

【請求項10】

前記金属ケーシング部の内側の少なくとも一部が平坦であり、前記電力受信素子が、前記金属ケーシング部の内側の前記少なくとも一部と平行な平面内にある平面コイルを含む、請求項6に記載の装置。

20

【請求項11】

電子デバイスにおけるワイヤレス電力受信のための方法であって、

金属バックカバーの外側を外部生成された第1の磁場にさらすことに応答して、前記金属バックカバーを構成する材料の連続的で途切れない中断なしの部分によって画定される前記金属バックカバーの少なくとも所与の一領域を通る渦電流を誘導するステップと、

前記誘導された渦電流に応答して前記金属バックカバーの内側から発する第2の磁場を生成するステップと、

前記第2の磁場を前記金属バックカバーの前記所与の一領域内に配置された電力受信素子に結合するステップと、

30

前記電力受信素子から生成された電力を前記電子デバイスの1つまたは複数の電子構成要素に供給するステップとを含む、方法。

【請求項12】

前記第2の磁場をフェライト材料を使用して前記電力受信素子に結合するステップをさらに含む、請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本開示は、2015年5月29日に提出した米国仮出願第62/168,483号の優先権をやはり主張する、2016年5月27日に提出した米国特許出願15/167,680号の優先権を主張するものであり、両出願の内容全体は、あらゆる目的のために参照により本明細書に組み込まれている。

40

【0002】

本開示は、一般にワイヤレス電力伝達システムに関する。より詳細には、本開示は、固体金属バックカバー(solid metal back cover)を備えたケーシングを有する電子デバイス内のワイヤレス電力受信に関する。

【背景技術】

【0003】

別段に規定されていない限り、上記は、本明細書に記載の特許請求の範囲に対する従来

50

技術であると認められるものではなく、またそのように解釈されるべきではない。

【 0 0 0 4 】

ワイヤレス電力伝達は、モバイルフォン、コンピュータタブレットなどのポータブル電子デバイスにおいて、ますます普及しつつある。そのようなデバイスは、一般的に長いバッテリー寿命および低いバッテリー重量を必要とする。配線を使用せずに電子デバイスに電力を供給することができることは、ポータブル電子デバイスのユーザにとって魅力的なソリューションである。ワイヤレス電力伝達は、コンシューマ電子デバイスにおける電源の選択が制限されることに起因する問題に対するソリューションを開発するためのオプションを製造業者に提供する。

【 0 0 0 5 】

ワイヤレス電力伝達能力は、ユーザの充電エクスペリエンスを改善することができる。たとえば、複数デバイスを充電する状況では、電力アダプタおよび充電コードなどの従来の充電ハードウェアをなくすことができるので、ワイヤレス電力伝達は、（ユーザと製造業者の両方にとって）全体的なコストを低減させ得る。モバイルハンドヘルドデバイスからコンピュータラップトップまで、広範囲にわたるデバイスの工業デザインおよびサポートに関して、トランスミッタおよび/またはレシーバのコイルのサイズおよび形状が様々であるという点で柔軟性がある。

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本開示の態様によれば、ワイヤレス電力受信のための装置は、電子デバイスの電子構成要素を収容するためのケーシングを含んでよい。ケーシングは、電子構成要素を収容するための非導電性の支持基板と、支持基板上に配置された金属層とを含んでよい。装置は、電子デバイスの電子構成要素のうちの1つまたは複数のために電力を生成するために、外部生成磁場に磁氣的に結合するように構成された電力受信素子をさらに含んでよい。

【 0 0 0 7 】

いくつかの実施形態では、電力受信素子は、連続的で途切れない中断なしの表面を画定する金属層の領域に対して配置されてよい。ケーシングは、支持基板および金属層を通して形成された開口を含んでよい。

【 0 0 0 8 】

いくつかの実施形態では、金属層は、外部生成磁場が電力受信素子に磁氣的に結合するために金属層を貫通するように構成されてよい。

【 0 0 0 9 】

いくつかの実施形態では、電力受信素子は、金属層が外部生成磁場にさらされるときに金属層内に誘導される渦電流に応答して、金属層から発する誘導された磁場に磁氣的に結合するように構成されてよい。

【 0 0 1 0 】

いくつかの実施形態では、金属層の厚さは、筐体に構造的支持を与えるには不十分であり得る。

【 0 0 1 1 】

いくつかの実施形態では、金属層は、0 . 0 1 mm以下の厚さを有してよい。

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態では、外部生成磁場の周波数は3 0 0 K H z以下であってよい。

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態では、装置は、電力受信素子およびキャパシタネットワークによって規定される共振回路をさらに含んでよい。回路は、外部生成磁場の周波数に等しい共振周波数を有してよい。

【 0 0 1 4 】

いくつかの実施形態では、装置は、電力受信素子に少なくとも部分的に重複するフェライト材料をさらに含んでよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態では、支持基板は、電力受信素子がその中に配置される凹部を含んでよい。

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態では、装置は、電力受信素子と金属層との間に配置されたフェライト材料をさらに含んでよい。

【 0 0 1 7 】

いくつかの実施形態では、装置は、第 1 の部分と第 2 の部分の間に電力受信素子を挟み込む、第 1 の部分と第 2 の部分とを有するフェライト材料をさらに含んでよい。

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、支持基板は、カーボンファイバー化合物、カーボンナノチューブ材料、セラミックスベース材料、もしくはファイバークラス、またはそれらの組合せを含んでよい。

【 0 0 1 9 】

いくつかの実施形態では、金属層は、銅、アルミニウム、マグネシウム、炭素鋼、チタン、もしくはステンレス鋼、またはそれらの組合せのうちの少なくとも 1 つを含んでよい。

【 0 0 2 0 】

本開示の態様によれば、電子デバイス内のワイヤレス電力受信のための方法は、非導電性支持基板の表面上に配置された電力受信素子を非導電性支持基板上に配置された金属層を通して外部生成磁場に磁氣的に結合するステップを含んでよい。外部生成磁場に結合することに応答して電力受信素子内に誘導された電圧は、DC 電圧を生成するために整流されてよい。電子デバイスは、DC 電圧を使用して電力供給され得る。

【 0 0 2 1 】

いくつかの実施形態では、方法は、外部生成磁場の周波数に等しい共振周波数を有するように電力受信素子を同調するステップをさらに含んでよい。

【 0 0 2 2 】

本開示の態様によれば、電子デバイス内のワイヤレス電力受信のための装置は、電子デバイスの電子構成要素と金属ケース部の内面上に置かれた電力受信素子とを収容するように構成された金属ケーシング部を含んでよい。電力受信素子は、電子デバイスの電子構成要素のうちの 1 つまたは複数のために電力を生成するために金属ケーシング部内に誘導された渦電流に応答して金属ケーシング部によって生成された磁場に磁氣的に結合するように構成されてよい。渦電流は、金属ケーシング部を外部生成磁場にさらすことに応答して誘導され得る。

【 0 0 2 3 】

いくつかの実施形態では、電力受信素子は、連続的で途切れない中断なしの表面を画定する金属層の領域に対して配置されてよい。

【 0 0 2 4 】

いくつかの実施形態では、装置は、電力受信素子と金属バックカバーとの間に配置されたフェライト材料をさらに含んでよい。

【 0 0 2 5 】

いくつかの実施形態では、装置は、第 1 の部分と第 2 の部分の間に電力受信素子を挟み込む、第 1 の部分と第 2 の部分とを有するフェライト材料をさらに含んでよい。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施形態では、金属バックカバーは、銅、アルミニウム、マグネシウム、炭素鋼、チタン、もしくはステンレス鋼、またはそれらの組合せのうちの少なくとも 1 つを含んでよい。

【 0 0 2 7 】

いくつかの実施形態では、金属バックカバーは、1 mm 以下の厚さを有してよい。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、金属ケーシング部は、非導電性支持基板と、支持基板上に配置された金属層とを備えてよい。金属層の厚さは、筐体に構造的な支持を与えるには不十分であり得る。金属層は、 0.01 mm 以下の厚さを有してよい。外部生成磁場の周波数は 300 KHz 以下であってよい。支持基板は、カーボンファイバー化合物、カーボンナノチューブ材料、セラミックスペース材料、もしくはファイバーグラス、またはそれらの組合せを含んでよい。

【0029】

本開示の態様によれば、電子デバイス内のワイヤレス電力受信のための方法は、金属バックカバーを外部生成磁場にさらすことに応答して、金属バックカバーを構成する(c o m p r i s e)材料の連続的で途切れない中断なしの部分によって画定される金属バックカバーの少なくとも所与の一領域内に渦電流を誘導するステップを含んでよい。方法は、誘導された渦電流に応答して金属バックカバーから発する磁場を生成するステップを含んでよい。生成された磁場は、金属バックカバーの所与の一領域内に配置され得る電力受信素子に結合されてよい。電力受信素子から生成された電力は、電子デバイスの電子構成要素のうちの1つまたは複数に供給されてよい。

【0030】

いくつかの実施形態では、方法は、生成された磁場をフェライト材料を使用して電力受信素子に結合するステップをさらに含んでよい。

【0031】

以下の詳細な説明および添付図面は、本開示の性質および利点のより良い理解を提供する。

【0032】

以下の議論および特に図面に関して、示される詳細が、例示的な議論のための例を表し、本開示の原理および概念的態様の説明を提供するために提示されることが強調される。この点に関して、本開示の基本的な理解のために必要であるものを超える実施態様の詳細を示すための試みはなされていない。以下の議論は、図面に関連して、本開示による実施形態がどのようにして実践され得るのかを当業者に明白にする。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システムの機能ブロック図である。

【図2】例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システムの機能ブロック図である。

【図3】例示的な実施形態による、電力送信素子または電力受信素子を含む図2の送信回路または受信回路の一部の概略図である。

【図4】電子デバイスの構成要素を収容する筐体の一例を示す図である。

【図5】いくつかの実施形態による、図4に示す筐体のケーシング部を示す図である。

【図5A】他の実施形態によるケーシング部を示す図である。

【図5B】他の実施形態によるケーシング部を示す図である。

【図6】いくつかの実施形態による電力受信素子の一構成を示す図である。

【図6A】他の実施形態による電力受信素子の一構成を示す図である。

【図6B】他の実施形態による電力受信素子の一構成を示す図である。

【図7】ワイヤレス電力伝達に対する配置を示す図である。

【図8】いくつかの実施形態によるワイヤレス電力伝達に対する詳細を示す図である。

【図8A】いくつかの実施形態によるワイヤレス電力伝達に対する詳細を示す図である。

【図8B】いくつかの実施形態によるワイヤレス電力伝達に対する詳細を示す図である。

【図8C】他の実施形態によるワイヤレス電力伝達を示す図である。

【図9A】いくつかの実施形態による、フェライト材料を使用する電力受信素子の一構成を示す図である。

【図9B】いくつかの実施形態による、フェライト材料を使用する電力受信素子の一構成を示す図である。

【図9C】他の実施形態による、フェライト材料を使用する電力受信素子の一構成を示す

10

20

30

40

50

図である。

【図 9 D】他の実施形態による、フェライト材料を使用する電力受信素子の一構成を示す図である。

【図 10】シミュレーションセットアップを示す図である。

【図 11 A】励起周波数の範囲にわたる掃引周波数結果を示す図である。

【図 11 B】励起周波数の範囲にわたる掃引周波数結果を示す図である。

【図 12】送信コイルおよび電力受信素子内の電流フローを示す図である。

【図 13】図 13 A 及び 13 B は、異なる励起周波数における磁束線の方向および磁場強度に対する様々なプロットを示す図である。

【図 14】図 14 A 及び 14 B は、異なる励起周波数における磁束線の方向および磁場強度に対する様々なプロットを示す図である。

【図 15】図 15 A 及び 15 B は、異なる励起周波数における磁束線の方向および磁場強度に対する様々なプロットを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

ワイヤレス電力伝達は、物理的な電気導体を使用することなく、電場、磁場、電磁場などに関連する任意の形態のエネルギーをトランスミッタからレシーバに伝達する（たとえば、電力は、自由空間を通して伝達され得る）ことを指す場合がある。電力伝達を実現するために、ワイヤレスフィールド（たとえば、磁場または電磁場）内に出力された電力は、「電力受信素子」によって受信され、捕捉され、または結合される場合がある。

【0035】

図 1 は、例示的实施形態による、ワイヤレス電力伝達システム 100 の機能ブロック図である。入力電力 102 が電源（この図には示さず）からトランスミッタ 104 に供給され、エネルギー伝達を実施するためのワイヤレスフィールド（たとえば、磁場または電磁場）105 が生成され得る。レシーバ 108 は、ワイヤレスフィールド 105 に結合し、出力電力 110 に結合されるデバイス（この図には示さず）によって蓄積または消費するように出力電力 110 を生成してもよい。トランスミッタ 104 とレシーバ 108 は、距離 112 だけ離されてもよい。トランスミッタ 104 は、エネルギーをレシーバ 108 に送信 / 結合するための電力送信素子 114 を含んでもよい。レシーバ 108 は、トランスミッタ 104 から送信されたエネルギーを受信するか、または捕捉し / 結合するための電力受信素子 118 を含んでもよい。

【0036】

1 つの例示的实施形態では、トランスミッタ 104 およびレシーバ 108 は、相互共振関係に従って構成され得る。レシーバ 108 の共振周波数およびトランスミッタ 104 の共振周波数が実質的に同じであるか、または極めて近いとき、トランスミッタ 104 とレシーバ 108 との間の伝送損失が低減する。したがって、ワイヤレス電力伝達はより長い距離にわたって行われてもよい。したがって、共振誘導結合技法は、効率の改善と、種々の距離にわたる、様々な誘導電力送信および受信素子構成による電力伝達とを可能にする場合がある。

【0037】

いくつかの実施形態では、ワイヤレスフィールド 105 は、トランスミッタ 104 の「近距離場」に相当し得る。近距離場は、電力送信素子 114 から電力を最小限に抑えて放射する電力送信素子 114 内の電流および電荷から生じる強い反応場が存在する領域に相当し得る。近距離場は、電力送信素子 114 の約 1 波長（または、波長の数分の一）内に存在する領域に相当し得る。

【0038】

いくつかの実施形態では、効率的なエネルギー伝達は、電磁波のエネルギーの大部分を遠距離場に伝搬するのではなく、ワイヤレスフィールド 105 内のエネルギーの大部分を電力受信素子 118 に結合することによって行われ得る。

【0039】

10

20

30

40

50

いくつかの実施態様では、トランスミッタ 104 は、電力送信素子 114 の共振周波数に相当する周波数を有する時変磁場（または電磁場）105 を出力してもよい。レシーバ 108 がワイヤレスフィールド 105 内にあるとき、時変磁場（または電磁場）は、電力受信素子 118 内に電流を誘導してもよい。上述のように、電力受信素子 118 が電力送信素子 114 の周波数で共振するように共振回路として構成される場合、エネルギーが効率的に伝達される場合がある。電力受信素子 118 において誘導された交流（AC）信号が、負荷を充電するか、または負荷に電力を供給するために供給される場合がある直流（DC）信号を生成するように整流されてもよい。

【0040】

図 2 は、別の例示的实施形態による、ワイヤレス電力伝達システム 200 の機能ブロック図である。システム 200 は、トランスミッタ 204 およびレシーバ 208 を含むことができる。トランスミッタ 204（本明細書では、電力伝達ユニット、PTUとも呼ばれる）は、発振器 222 と、ドライバ回路 224 と、フロントエンド回路 226 とを含み得る送信回路 206 を含んでもよい。発振器 222 は、周波数制御信号 223 に応答して調節し得る所望の周波数において発振器信号を生成するように構成され得る。発振器 222 は、ドライバ回路 224 に発振器信号を供給することができる。ドライバ回路 224 は、入力電圧信号（VD）225 に基づいて、たとえば、電力送信素子 214 の共振周波数において、電力送信素子 214 を駆動するように構成されてもよい。ドライバ回路 224 は、発振器 222 から方形波を受信し、正弦波を出力するように構成されたスイッチング増幅器であってもよい。

【0041】

フロントエンド回路 226 は、高調波または他の望ましくない周波数をフィルタリングするように構成されたフィルタ回路を含んでもよい。フロントエンド回路 226 は、トランスミッタ 204 のインピーダンスを電力送信素子 214 のインピーダンスに整合させるように構成された整合回路を含んでもよい。以下においてより詳細に説明するように、フロントエンド回路 226 は、電力送信素子 214 を含む共振回路を作成するための同調回路を含んでもよい。電力送信素子 214 を駆動する結果として、電力送信素子 214 は、ワイヤレスフィールド 205 を生成して、バッテリー 236 を充電するかまたは場合によっては負荷に電力を供給するのに十分なレベルで電力をワイヤレスに出力してもよい。

【0042】

トランスミッタ 204 は、送信回路 206 の 1 つまたは複数の態様を制御するかまたは電力の伝達の管理に関連する他の動作を実現するように構成された送信回路 206 に動作可能に結合されたコントローラ 240 をさらに含んでもよい。コントローラ 240 は、マイクロコントローラであっても、あるいはプロセッサであってもよい。コントローラ 240 は、特定用途向け集積回路（ASIC）として実装されてもよい。コントローラ 240 は、直接的または間接的に、送信回路 206 の各構成要素に動作可能に接続されてもよい。コントローラ 240 は、送信回路 206 の構成要素の各々から情報を受信し、受信した情報に基づいて計算を実行するようにさらに構成されてもよい。コントローラ 240 は、その構成要素の動作を調整し得る構成要素の各々のための制御信号（たとえば、信号 223）を生成するように構成されてもよい。したがって、コントローラ 240 は、それによって実行された演算の結果に基づいて、電力伝達を調整または管理するように構成されてもよい。トランスミッタ 204 は、たとえば、コントローラ 240 にワイヤレス電力伝達の管理に係る機能などの特定の機能を実行させるための命令などのデータを記憶するように構成されたメモリ（図示せず）をさらに含んでもよい。

【0043】

レシーバ 208（本明細書では電力受信ユニット、PRUとも呼ぶ）は、フロントエンド回路 232 と整流器回路 234 とを含む場合がある受信回路 210 を含んでもよい。フロントエンド回路 232 は、受信回路 210 のインピーダンスを電力受信素子 218 のインピーダンスに整合させるように構成された整合回路を含んでもよい。以下において説明するように、フロントエンド回路 232 は、電力受信素子 218 を含む共振回路を作成す

10

20

30

40

50

るための同調回路をさらに含んでもよい。整流器回路 234 は、図 2 に示すように、AC 電力入力から DC 電力出力を生成し、バッテリー 236 を充電してもよい。レシーバ 208 およびトランスミッタ 204 はさらに、別個の通信チャネル 219 (たとえば、Bluetooth、Zigbee、セルラーなど) 上で通信してもよい。レシーバ 208 およびトランスミッタ 204 は、代替として、ワイヤレスフィールド 205 の特性を使用するバンド内シグナリングを介して通信してもよい。

【0044】

レシーバ 208 は、トランスミッタ 204 によって送信され、レシーバ 208 によって受信される電力量がバッテリー 236 を充電するのに適切であるかどうかを判定するように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、トランスミッタ 204 は、エネルギー伝達を可能にするための直接場結合係数 (k) を有する主に非放射性の場を生成するように構成されてもよい。レシーバ 208 が、ワイヤレスフィールド 205 に直接結合してもよく、出力回路または受信回路 210 に結合されたバッテリー (または負荷) 236 によって蓄積または消費される出力電力を生成することができる。

【0045】

レシーバ 208 は、ワイヤレス電力レシーバ 208 の 1 つまたは複数の態様の管理に関して上記において説明したような送信コントローラ 240 と同様に構成されたコントローラ 250 をさらに含んでもよい。レシーバ 208 は、たとえば、コントローラ 250 にワイヤレス電力伝達の管理に関する機能などの特定の機能を実行させるための命令などのデータを記憶するように構成されたメモリ (図示せず) をさらに含んでもよい。

【0046】

上述のように、トランスミッタ 204 とレシーバ 208 は、ある距離だけ離されてもよく、トランスミッタ 204 とレシーバ 208 との間の伝送損失を最小限に抑えるように相互共振関係に従って構成されてもよい。

【0047】

図 3 は、例示的实施形態による、図 2 の送信回路 206 または受信回路 210 の一部の概略図である。図 3 に示すように、送信または受信回路 350 は、電力送信または受信素子 352 と同調回路 360 とを含んでもよい。電力送信または受信素子 352 はまた、アンテナまたは「ループ」アンテナと呼ばれることがあり、あるいはアンテナまたは「ループ」アンテナとして構成される場合がある。「アンテナ」という用語は、一般に、別のアンテナへの結合のためのエネルギーをワイヤレスに出力または受信することのできる構成要素を指す。電力送信または受信素子 352 はまた、本明細書では「磁気」アンテナ、または誘導コイル、共振器、もしくは共振器の一部と呼ばれることがあり、あるいは「磁気」アンテナ、または誘導コイル、共振器、もしくは共振器の一部として構成される場合がある。電力送信または受信素子 352 は、電力をワイヤレスに出力するか、または受信するように構成されるタイプのコイルまたは共振器と呼ばれることもある。本明細書で使用する電力送信または受信素子 352 は、電力をワイヤレスに出力し、かつ/または受信するように構成されるタイプの「電力伝達構成要素」の一例である。電力送信または受信素子 352 は、空芯、またはフェライトコアなどの物理的コアを含んでもよい (この図に示さず)。

【0048】

電力送信または受信素子 352 が同調回路 360 を含む共振回路または共振器として構成されるとき、電力送信または受信素子 352 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いてもよい。インダクタンスは、単に、電力送信または受信素子 352 を形成するコイルおよび/または他のインダクタによって生成されるインダクタンスであってもよい。キャパシタンス (たとえば、キャパシタ) は、所望の共振周波数における共振構造を作成するように同調回路 360 によって生成されてもよい。非限定的な例として、同調回路 360 は、共振回路を作成するように送信回路および/または受信回路 350 に追加され得る、キャパシタ 354 およびキャパシタ 356 を備えてもよい。

【0049】

同調回路 3 6 0 は、電力送信または受信素子 3 5 2 を含む共振回路を形成するための他の構成要素を含んでもよい。別の非限定的な例として、同調回路 3 6 0 は、回路 3 5 0 の 2 つの端子間に並列に配置されたキャパシタ（図示せず）を含んでもよい。さらに他の構成も可能である。いくつかの実施形態では、フロントエンド回路 2 2 6 内の同調回路は、フロントエンド回路 2 3 2 内の同調回路と同じ構成（たとえば、3 6 0）を有してもよい。他の実施形態では、フロントエンド回路 2 2 6 は、フロントエンド回路 2 3 2 とは異なる同調回路構成を使用してもよい。

【 0 0 5 0 】

電力送信素子に関しては、信号 3 5 8 は、電力送信または受信素子 3 5 2 の共振周波数に実質的に相当する周波数を有し、電力送信または受信素子 3 5 2 への入力であってもよい。電力受信素子に関しては、信号 3 5 8 は、電力送信または受信素子 3 5 2 の共振周波数に実質的に相当する周波数を有し、電力送信または受信素子 3 5 2 からの出力であってもよい。本明細書で開示する態様は、概して共振ワイヤレス電力伝達に向けられてよいが、本明細書で開示する態様は、ワイヤレス電力伝達のための非共振実装形態内で使用されてもよいことは当業者に諒解されよう。

【 0 0 5 1 】

図 4 を参照すると、説明は次に、本開示の実施形態による、電子デバイス内のワイヤレス電力受信の説明に移ることになる。図 4 は、たとえばスマートフォンなどの電子デバイス 4 0 を示す。しかしながら、他の実施形態では、電子デバイス 4 0 は、ラップトップ、コンピュータタブレットなどの任意のポータブル電子デバイスであり得ることが理解されよう。電子デバイス 4 0 は、電子デバイス 4 0 を構成する電子構成要素（図示せず）を封入するための手段、たとえば筐体 4 0 0 を含んでもよい。いくつかの実施形態では、筐体 4 0 0 はケーシング 4 0 2 を含んでもよい。筐体 4 0 0 は、たとえばスマートフォンまたはディスプレイを有する他のコンピューティングデバイスなどにおいて、透明なディスプレイカバー 4 0 4 をさらに含んでもよい。ケーシング 4 0 2 は、電子デバイス 4 0 の電子構成要素を収容してよい。

【 0 0 5 2 】

図 5 は、ディスプレイカバー 4 0 4 が除去され、電子デバイス 4 0 の電子構成要素がケーシング 4 0 2 から取り除かれた筐体 4 0 0 の一部分、ケーシング 4 0 2 を示す。いくつかの実施形態では、ケーシング 4 0 2 は全体的に金属であってもよい。他の実施形態では、ケーシング 4 0 2 は、フレーム部 5 0 4 によって支持される少なくとも 1 つの金属バックカバー部 5 0 2（金属バックカバー）を備えてよい。フレーム部 5 0 4 は、非金属材料または金属材料と非金属材料の組合せを含んでもよい。

【 0 0 5 3 】

いくつかの実施形態では、金属バックカバー 5 0 2 は、金属バックカバー 5 0 2 を構成する材料を通して形成された 1 つまたは複数の開口 5 1 2 を有してよい。たとえば、開口 5 1 2 は、電子デバイス 4 0 のカメラ（図示せず）のレンズおよびフラッシュユニットをさらすためであってもよい。場合によっては、金属バックカバー 5 0 2 は、たとえば図 5 に示すように、連続的で中断なしの途切れない表面であってもよい。本開示によれば、ケーシング 4 0 2 は、電力を電子デバイス 4 0 の電子構成要素（図示せず）にワイヤレスに伝達することを可能にするように構成され得る。本開示のこの態様について、以下に論じる。

【 0 0 5 4 】

図 5 A を参照すると、いくつかの実施形態では、電子デバイス 4 0 はデバイスの背面上の開口を必要とせず、たとえば、コンピュータタブレットは前向きカメラだけを有してよい。したがって、いくつかの実施形態では、電子デバイス 4 0 は、その材料を通して形成される開口を持たない金属バックカバー 5 0 2 ' を採用してよい。金属バックカバー 5 0 2 ' は、図 5 A に示すように、開口が表面を通して形成されない、固体の途切れない中断なしの連続的な表面を有してよい。

【 0 0 5 5 】

図5Bは、本開示のいくつかの実施形態による電子デバイス40'の一実施形態を示す。電子デバイス40'は、電子デバイス40'を構成する電子構成要素52を封入するための手段、たとえば筐体400'を含んでよい。いくつかの実施形態では、筐体400'は、電子構成要素52を収容するためのケーシング402'を含んでよい。本開示によれば、ケーシング402'は、非導電性シェル(支持基板)504'と薄い金属層522とを含んでよい。いくつかの実施形態では、支持基板504'上に形成された薄い金属層522は、カメラレンズなどのための開口を有する金属バックカバー502(図5)として働き得る。他の実施形態では、薄い金属層522は、開口を持たない金属バックカバー502'(図5A)として働き得る。

【0056】

以下で説明するように、薄い金属層522は、その薄い寸法に起因する不十分な構造的完全性を有することがある。したがって、支持基板504'は、電子デバイス40'に対する機械的剛性と他の構造的サポートとを与えるために働き得る。支持基板504'は、任意の非導電性材料を含んでよい。いくつかの実施形態では、支持基板504'は、同様に非強磁性体であってよい。適切な材料は、軽量であり、強い機械的特性を有し、かつ電子構成要素52によって生成される熱を放散するために良好な熱放散性能を有するものであり得る。いくつかの実施形態では、たとえば、カーボンファイバー化合物が使用されてよい。しかしながら、他の実施形態では、カーボンナノチューブ材料、セラミックベース材料、ファイバークラスなどの他の材料が使用されてもよいことが理解されよう。

【0057】

本開示によれば、ケーシング402'は、電力を電子デバイス40'の電子構成要素52にワイヤレスに伝達するように構成されてよい。薄い金属層522は、たとえばアルミニウム、マグネシウム、炭素鋼、ステンレス鋼、他の金属合金など、任意の適切な導電性材料から作製されてよい。いくつかの実施形態では、薄い金属層522は、ワイヤレス電力伝達を促進するために0.1mm未満の厚さを有してよい。特定の実施形態では、たとえば、薄い金属層522の厚さは、0.7ミル(約0.018mm)以下であってよい。いくつかの実施形態では、薄い金属層522は、支持基板504'とは別の部分として形成され、次いで支持基板504'に付着されてもよい。他の実施形態では、薄い金属層504'は、たとえば適切な堆積方法を使用して支持基板504'上に堆積されてもよい。

【0058】

本開示によれば、薄い金属層522は、二重の目的を果たし得る。電子デバイス40'のバックカバーに対する金属材料の使用では、美観設計要素の電子デバイス40'への組込みが可能になる。同時に、電子構成要素52を収容することおよび構造的サポートを電子デバイス40'に与えることのタスクは、薄い金属層522ではなく支持基板504'によって提供される。これによって、電力を電子デバイス40'にワイヤレスに伝達するように薄い金属層522が構成されることが可能になる。本開示のこの態様が、以下でより詳細に論じられる。

【0059】

上述のように、図4に関して、ケーシング402は、電力を電子デバイス40の電子構成要素(図示せず)にワイヤレスに伝達することを可能にするように構成されてよい。図6を参照すると、たとえば、いくつかの実施形態では、ケーシング402は、ケーシング402の金属バックカバー502の内面上に配置された導電性電力受信素子602を含んでよい。より詳細には、電力受信素子602は、金属バックカバー502に使用される材料の固体の途切れない中断なしの連続的な表面の部分によって画定された金属バックカバー502の所与の一領域604内に配置されてよい。

【0060】

いくつかの実施形態では、電力受信素子602は、たとえばプリンティング、エッチング、フォトリソグラフィなどによってフレキシブルプリント回路板(PCB)上に形成された導電性トレースを備えてよい。電力受信素子602は、任意の巻数を有するコイルの形状に形成されてよい。たとえば、図6は、電力受信素子602が3つの巻数を含むこと

10

20

30

40

50

を示す。いくつかの実施形態では、電力受信素子 602 は追加の巻数を有してよい。電力受信素子 602 は、たとえば接着剤、エポキシ材料、または他の適切な貼付手段を使用して金属バックカバー 502 の内面に直接貼付されてよい。

【0061】

電力受信素子 602 は、電力を電子デバイス 40 の電子構成要素（図示せず）に与えるために、端子 606 を含んでよく、またはさなければ端子 606 に接続されてよい。いくつかの実施形態では、たとえば、端子 606 は、電子構成要素、たとえば充電式バッテリー、電力管理回路などに供給され得る DC 電圧を生成するために整流器回路（図示せず）に接続されてよい。

【0062】

図 6 A および図 6 B を参照すると、図 5 B に示すケーシング 402' は、同様に、導電性電力受信素子 602 を含むことができる。いくつかの実施形態では、電力受信素子 602 は支持基板 504' 上に配置されてよく、図 6 A は、たとえば本開示によるいくつかの追加の詳細を示す、電子デバイス 40' の分解図を示す。いくつかの実施形態では、凹部 612 は、電力受信素子 602 を保持するために、支持基板 504' の外向きの表面内に形成されてよい。凹部 612 は、薄い金属層 522 の表面上の隆起なしに、電力受信素子 602 の上に薄い金属層 522 が（たとえば、はめ込みとして）形成され得るように設けられてよい。他の実施形態では、たとえば、設計において電力受信素子 602 の一部または全部の輪郭がケーシング 402' の背面の設計に組み込まれ得るように、電力受信素子 602 は、凹部なしに支持基板 504' の表面の上に直接形成されてもよい。

【0063】

電力受信素子 602 は、電子デバイス 40' の電子構成要素 52 内で整流器回路 614 に接続するための端子 606 を含んでよい。図 6 B は、電力受信素子 602 が支持基板 504' の内向きの表面上に配置され得る実施形態の一例を示す。図は、支持基板 504' の内向きの表面上に配置された電力受信素子 602 を示すが、他の実施形態では、電力受信素子 602 は、図 6 A に示す配置と同様に、陥凹内に配置されてもよい。

【0064】

図 7 を参照すると、ワイヤレス電力伝達は、ワイヤレス電力送信デバイス 70 の充電面（充電パッドなど）702 に隣接して電子デバイス 40、40' を設置するステップを含んでよい。充電面 702 は、送信コイル 712 を含んでよい。ワイヤレス電力伝達動作の間に、送信コイル 712 は、たとえば AC 励起電流を送信コイル 712 に与えることによって励磁され得る。応答して、送信コイル 712 は、磁場 714 を生成し得る。電子デバイス 40、40' が充電面 702 に隣接して設置されるとき、外部生成磁場 714 は、電子デバイス 40、40' 内の電力受信素子（602、図 6）に結合し得る。本開示のこの態様は、図 8 に関してより詳細に説明される。AC 励起電流は、任意の適切な周波数を動作させ得る。いくつかの実施形態では、たとえば、AC 励起電流は、ワイヤレス電力伝達に対する様々な規格のうちのいずれかに従う周波数において動作し得る。たとえば、Air Fuel / A4WP (Alliance for Wireless Power) ワイヤレス電力伝達規格は 6.87 MHz の動作周波数を指定し、ワイヤレスパワーコンソーシアム (WPC) によって開発された WPC ワイヤレス電力規格は 100 ~ 300 KHz の範囲における周波数を指定する。

【0065】

図 8 は、ケーシング（402、図 6）の金属バックカバー 502 の領域 604 における追加の詳細を示す。ケーシング 402 は、渦電流を誘導するための手段を含んでよい。たとえば、外部生成磁場 714 は、金属バックカバー 502 内に渦電流を誘導することができる。渦電流は、外部生成磁場 714 の磁束に直交する平面内を循環することができる。図を乱雑にすることを回避するために、図 8 は、金属バックカバー 502 の領域 604 においてのみ、渦電流 802、804 を示す。しかしながら、渦電流は、必ずしも領域 604 に限定されるとは限らないことは、当業者には理解されよう。

【0066】

一般に、渦電流は、表皮効果によって送信コイル 7 1 2 に隣接する金属バックカバー 5 0 2 の外面付近に集中する。渦電流の密度は、金属バックカバー 5 0 2 の外面から金属バックカバー 5 0 2 の内面に向かって進む距離につれて減少（減衰）する。したがって、金属バックカバー 5 0 2 の外面における渦電流 8 0 2 の密度は、金属バックカバー 5 0 2 の内面における渦電流 8 0 4 の密度より大きい。図 8 A は、これを、金属バックカバー 5 0 2 内の異なる深さ（ t ）における渦電流の電流密度のプロットを使用してグラフで示しており、ここで外面は $t = 0$ の深さを規定する。

【 0 0 6 7 】

渦電流の金属バックカバー 5 0 2 への貫入深さ（「表皮深さ」）は、送信コイル 7 1 2 を励起するために使用される電力（たとえば、AC 励起電流）の周波数、および金属バックカバー 5 0 2 を構成する材料によって変化する。表皮深さは、以下の

10

【 0 0 6 8 】

【 数 1 】

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$$

【 0 0 6 9 】

によって表現されてよく、
上式で、 δ は表皮深さであり、
 f は励起周波数であり、
 μ は材料の透磁率であり、
 σ は材料の導電率である。

20

【 0 0 7 0 】

いくつかの実施形態では、送信コイル 7 1 2 を励起するために使用される電力の励起周波数は、数十 KHz ～ 数百 KHz の範囲にあってよく、たとえば、WPC 規格は 100 ～ 300 KHz の範囲内の周波数を指定する。いくつかの実施形態では、送信コイル 7 1 2 は、共振回路 8 2 2 を規定するために同調回路 8 1 2 に接続されてよい。励起周波数は、共振回路 8 2 2 の共振周波数に実質的に等しくてよい。同調回路 8 1 2 は、反応性素子（たとえば、キャパシタネットワーク）の任意の適切な組合せであってよい。いくつかの実施形態では、電力受信素子 6 0 2 は、送信コイル 7 1 2 を励起するために使用される電力の励起周波数に実質的に等しい共振周波数を有する共振回路 8 2 4 を規定するために同調回路 8 1 4 に接続されてよい。同様に、同調回路 8 1 4 は、たとえば、キャパシタネットワークなどの反応性素子の任意の適切な組合せであってよい。一例として、同調回路 8 1 2、8 1 4 は、図 3 に示す同調回路 3 6 0 の回路設計を使用してよい。様々な実施形態では、同調回路 8 1 2、8 1 4 は、任意の適切な回路設計を採用してよいことが理解されよう。

30

【 0 0 7 1 】

渦電流 8 0 2、8 0 4 に応答して、金属バックカバー 5 0 2 から発する磁場 8 0 6 が、金属バックカバー 5 0 2 内で生成され得る。本開示によれば、手段は、渦電流 8 0 2、8 0 4 によって生成された磁場 8 0 6 に結合するように設けられてよい。たとえば、金属バックカバー 5 0 2 内の領域 6 0 4 の内面から発する磁場 8 0 6 の部分が、電子デバイス 4 0（図 6）の電力受信素子 6 0 2 に結合してよい。これによって、電力受信素子 6 0 2 内に電流フローを誘導することができ、その電流は整流され、電子デバイス 4 0 の電子構成要素（図示せず）に供給され得る。

40

【 0 0 7 2 】

いくつかの実施形態では、金属バックカバー 5 0 2 に対する材料は、銅、アルミニウム、マグネシウム、炭素鋼、チタン、ステンレス鋼などの金属を含んでよい。他の実施形態では、金属バックカバー 5 0 2 は、銅、アルミニウム、マグネシウム、炭素鋼、チタン、ステンレス鋼のうちの 2 つ以上の組合せ（たとえば、金属の複合物、金属合金、など）を

50

含んでよい。他の実施形態では、他の適切な金属が、単独でまたは組合せで使用されてもよい。これらの材料の使用によって、ワイヤレス電力伝達のための磁場を生成するのに十分な渦電流を金属バックカバー 502 の内面に形成することを可能にする表皮深さを可能にするために、金属バックカバー 502 を十分に薄くすることができる。いくつかの実施形態、たとえば図 8 では、材料の厚さ t_1 は 1.0 mm 未満であってよい。他の実施形態では、厚さ t_1 は 0.5 mm ~ 0.7 mm であってよい。これらの厚さの値は単に例示的なものであり、厚さ t_1 は他の実施形態においては他の値であり得る。

【0073】

いくつかの励起周波数（たとえば、 $>>$ 数百 kHz）において、渦電流は、表皮効果によって金属バックカバー 502 の外面に実質的に集中したままであり得る一方で、金属バックカバー 502 の内面における渦電流は、図 8 A のグラフによって示されるように減衰され得る。したがって、金属バックカバー 502 の内面における渦電流によって誘導される磁場は、十分な電力を電力受信素子 602 に結合しない。それと比較して、より低い励起周波数（たとえば、150 kHz）において、渦電流は、図 8 B のグラフで示されるように、金属バックカバー 502 全体にわたってあまり減衰されない。それゆえ、金属バックカバー 502 の内面上の渦電流は、より高い励起周波数におけるよりもより低い励起周波数においてより高く、したがって、より強い磁場を内面から誘導して、電力受信素子 602 への十分に強い結合をもたらすことができる。

【0074】

図 8 C は、金属バックカバー（たとえば、図 5 の 502、図 5 A の 502'）が薄い金属層 522（図 5 B）を備えるときの動作を示す。上記で説明したように、薄い金属層 522 は約 0.01 mm 以下の厚さを有してよく、いくつかの実施形態では、低い励起周波数、たとえば 300 kHz 以下、においてワイヤレス電力伝達に適切であり得る。いくつかの実施形態では、外部生成磁場 714 は、たとえば図 8 C に示すように薄い金属層 522 を貫通して電力受信素子 602 に結合することができる。本明細書で開示するワイヤレス規格および励起周波数は、本開示のこの態様を知られているワイヤレス充電システムの観点から説明するための単なる例であることに留意されたい。支持基板 504' は、多様に異なる周波数範囲に対して働くために、多様に異なる実装形態に対して薄い金属層 522 の厚さが適用されることを可能にし得、必ずしも特定の周波数範囲に限定されとは限らないことが諒解されよう。

【0075】

図 9 A を参照すると、いくつかの実施形態では、フェライト材料 902 の層は、電力受信素子 602 と金属バックカバー 502 との間に置かれてよい。フェライト材料 902 は、生成された磁場（806、図 8）と電力受信素子 602 との相互結合を改善するために働き得る。たとえば、フェライト材料 902 は、外部生成磁場（714、図 8）が金属バックカバー 502 を貫通することを強化し、したがって、金属バックカバー 502 内の渦電流の誘導を強化することができる。

【0076】

図 9 B を参照すると、いくつかの実施形態では、フェライト材料 904 の層は、電力受信素子 602 がフェライト材料 904 と金属バックカバー 502 との間に置かれるように、電力受信素子 602 の上部に設けられてよい。フェライト材料 904 は、上記で説明したように、金属バックカバー 502 内で生成された磁場 806 が電力受信素子 602 に結合することを強化するために働き得る。加えて、フェライト材料 904 はまた、電子デバイス 40 を構成する電子構成要素（図示せず）を磁場 806 から遮蔽するために働き得る。さらに他の実施形態では、図示されていないが、電力受信素子 602 は、フェライト材料の第 1 の層と第 2 の層との間で挟み込まれてよい。フェライト材料 902 は、渦電流によって生成された磁場 806 を、磁束が電力受信素子 602 の近くに集中されるようにチャネリングするために働き得る。

【0077】

図 9 C を参照すると、いくつかの実施形態では、電力受信素子 602 は、支持基板 50

10

20

30

40

50

4'の外向きの表面上に配置されてよく、フェライト材料912aの層は、外部生成磁場714が薄い金属層522を貫通することを強化して外部生成磁場(714、図8C)と電力受信素子602との間の相互結合を改善するために電力受信素子602と薄い金属層522との間に設けられてよい。いくつかの実施形態では、フェライト材料912bの層は、フェライト材料912aの代わりにまたはそれに加えて設けられてよい。フェライト材料912bは、支持基板504'の内面上に設置されてよい。

【0078】

図9Dを参照すると、いくつかの実施形態では、電力受信素子602は、支持基板504'の内向きの表面上に配置されてよい。フェライト材料912bの層および支持基板504'は、外部生成磁場714が薄い金属層522を貫通することを強化して外部生成磁場(714、図8C)と電力受信素子602との間の相互結合を改善するために電力受信素子602を挟み込むことができる。いくつかの実施形態では、フェライト材料912aの層は、フェライト材料912bの代わりにまたはそれに加えて設けられてよい。

【0079】

次に、説明は、外部励起磁場の周波数の関数として、金属プレート内に生成される磁場の高周波数構造シミュレータ(HFSS(登録商標))解析からのいくつかの結果の説明に移る。特に、超低周波数の外部磁場(たとえば、約60kHz)と、低周波数の外部磁場(たとえば、約115kHz)と、比較的高い周波数の外部磁場(たとえば、約6.78MHz)とに対して生成された磁束の比較が説明される。

【0080】

図10は、シミュレーションに対するセットアップを示す。シミュレーションの目的のため、受信コイルおよび送信コイルは同等である。受信コイル(たとえば、電力受信素子602)は、金属プレートの上にあるように示され、送信コイルは金属プレートの下にあるように示されている。シミュレーションの目的で、金属プレートは、1mmの厚さと11000ジーメンス/mの導電率とを有するものとして特徴づけられる。

【0081】

図11Aおよび図11Bは、図10に示すセットアップに対する電磁シミュレーションに対する周波数掃引結果を示す。シミュレーション周波数は、約60kHz~7MHzで変化する。図11Aは、60kHz~500kHzの掃引結果を示す。プロットは、縦軸目盛り上の相互インダクタンスMと横軸目盛り上の周波数kHzとを示す。図11Bは、約10kHz~7MHzの掃引結果を示す。プロットは、縦軸目盛り上の相互インダクタンスMと横軸目盛り上の周波数MHzとを示す。3つの領域(1、2、3)は、周波数範囲に基づいて画定される。図12のマッピングシミュレーションは、送信コイル内の電流が、受信コイル内の電流および金属プレート内の渦電流と反対方向に流れることを示す。周囲の磁場の強度はグレースケールで示される。

【0082】

図11A、図13Aおよび図13Bを参照すると、金属プレートの所与の厚さ(たとえば、1mm)に対して、超低周波数(60kHz)において、金属プレート上の渦電流は実質的に均一に強く、送信コイル内の磁束の方向は受信コイル内の磁束の方向と同じ方向であるのでMは正であることが、示されている。図13Aは、超低周波数励起に対する磁束線を示す。低周波数において、磁束は付加的である。図13Bは、金属プレートの異なる領域における場の強度を示す、シミュレートされたヒートマップを示す。場の強度は、送信コイル側で概して高く、受信コイル側は低い場の強度の領域となっている。場の強度が低い領域は、金属プレートのその領域における渦電流の対称性に起因する。

【0083】

図11A、図14Aおよび図14Bを参照すると、低周波数(115kHz)において、渦電流は金属プレートにわたって均一でないので、相互インダクタンスMは負である。これは、誘導された磁束が送信コイルからの磁束と反対の方向に向けられることを引き起こす。図14Aは磁束線を示し、図14Bは対応する磁場強度の大きさを示す。図13Bと同様に、渦電流の対称性に起因する弱い磁場の領域が、受信コイルの中心の周りに観測

10

20

30

40

50

される。

【 0 0 8 4 】

図 1 1 B、図 1 5 A および図 1 5 B を参照すると、比較的高い周波数（6 . 7 8 M H z）において、金属プレート上の渦電流は、金属プレート（図 1 5 A）全体にわたって非常に小さく、したがって M はほぼゼロである。図 1 5 B は、場の強度が、受信コイル側の領域の大部分において低くなっていることを示す。

【 0 0 8 5 】

上の説明は、特定の実施形態の諸態様がどのように実施され得るのかの例と一緒に、本開示の様々な実施形態を示す。上の例は、それらの実施形態しかないと思なされるべきではなく、以下の特許請求の範囲によって規定される特定の実施形態の融通性および利点を示すために提示されている。上の開示および以下の特許請求の範囲に基づいて、特許請求の範囲によって規定される本開示の範囲から逸脱することなく、他の構成、実施形態、実装形態、および均等物が採用されてもよい。

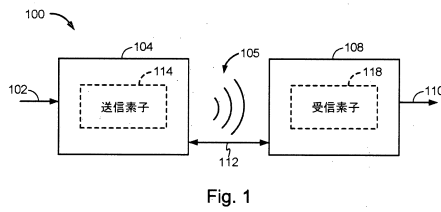
【 符号の説明 】

【 0 0 8 6 】

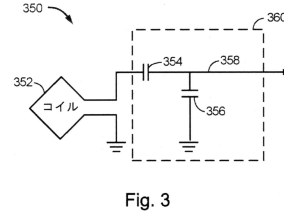
4 0	電子デバイス	
4 0 '	電子デバイス	
5 2	電子構成要素	
7 0	ワイヤレス電力送信デバイス	
1 0 0	ワイヤレス電力伝達システム	20
1 0 2	入力電力	
1 0 4	トランスミッタ	
1 0 5	ワイヤレスフィールド	
1 0 8	レシーバ	
1 1 0	出力電力	
1 1 2	距離	
1 1 4	電力送信素子	
1 1 8	電力受信素子	
2 0 0	システム	
2 0 4	トランスミッタ	30
2 0 5	ワイヤレスフィールド	
2 0 6	送信回路	
2 0 8	レシーバ	
2 1 0	受信回路	
2 1 4	電力送信素子	
2 1 8	電力受信素子	
2 1 9	通信チャネル	
2 2 2	発振器	
2 2 3	周波数制御信号	
2 2 4	ドライバ回路	40
2 2 5	入力電圧信号（V D）	
2 2 6	フロントエンド回路	
2 3 2	フロントエンド回路	
2 3 4	整流器回路	
2 3 6	バッテリー	
2 4 0	コントローラ	
2 5 0	コントローラ	
3 5 0	送信または受信回路	
3 5 2	電力送信または受信素子	
3 5 4	キャパシタ	50

3 5 6	キャパシタ	
3 5 8	信号	
3 6 0	同調回路	
4 0 0	エンクロージャ	
4 0 0 '	エンクロージャ	
4 0 2	ケーシング	
4 0 2 '	ケーシング	
4 0 4	ディスプレイカバー	
5 0 2	金属裏蓋	
5 0 2 '	金属裏蓋	10
5 0 4	フレーム部、支持基板	
5 0 4 '	支持基板	
5 1 2	開口	
5 2 2	薄い金属層	
6 0 2	導電性電力受信素子	
6 0 4	領域	
6 0 6	端子	
6 1 2	凹部	
6 1 4	整流器回路	
7 0 2	充電面	20
7 1 2	送信コイル	
7 1 4	外部生成磁場	
8 0 2	渦電流	
8 0 4	渦電流	
8 0 6	磁場	
8 1 2	同調回路	
8 1 4	同調回路	
8 2 2	共振回路	
8 2 4	共振回路	
9 0 2	フェライト材料	30
9 0 4	フェライト材料	
9 1 2 a	フェライト材料	
9 1 2 b	フェライト材料	

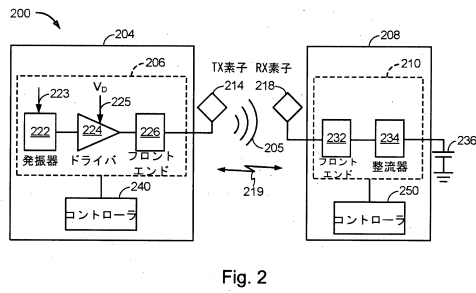
【図 1】



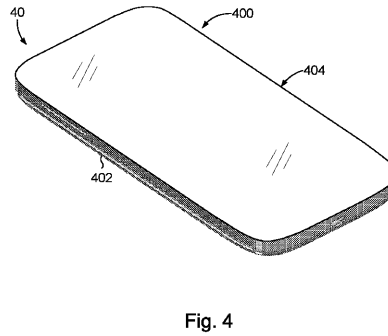
【図 3】



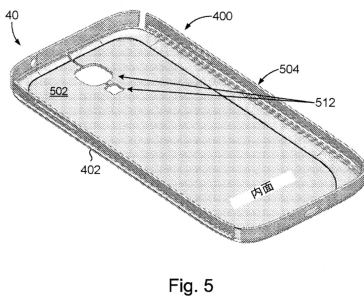
【図 2】



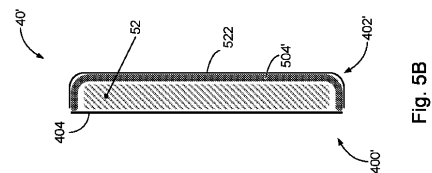
【図 4】



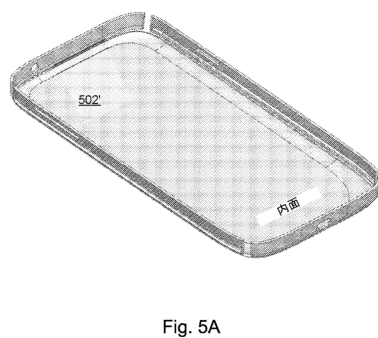
【図 5】



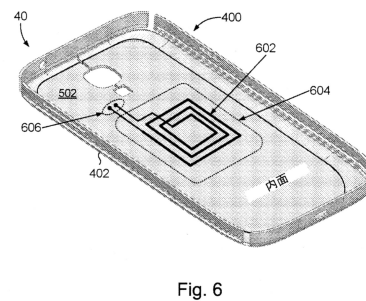
【図 5 B】



【図 5 A】



【図 6】



【図 6 A】

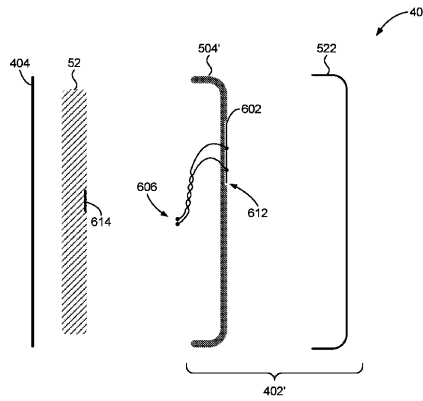


Fig. 6A

【図 6 B】

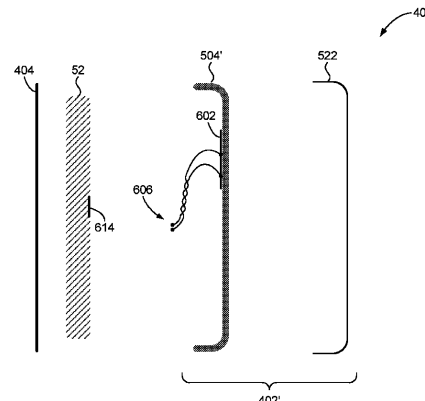


Fig. 6B

【図 7】

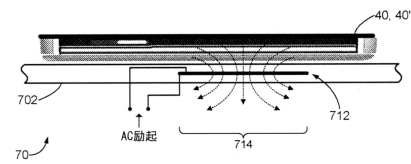


Fig. 7

【図 8】

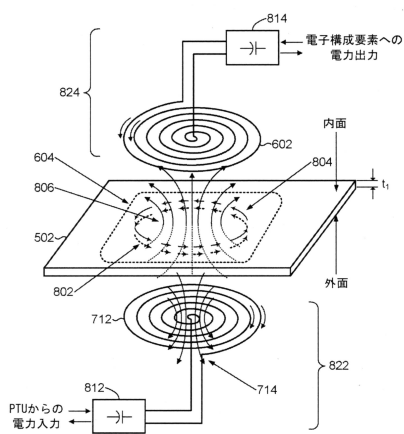


Fig. 8

【図 8 B】

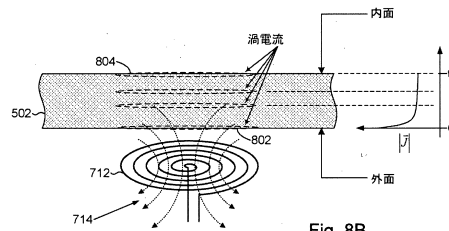


Fig. 8B

【図 8 C】

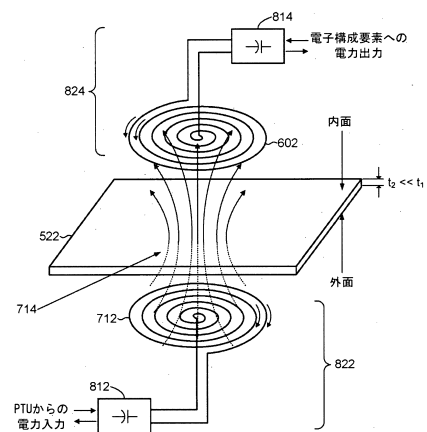


Fig. 8C

【図 8 A】

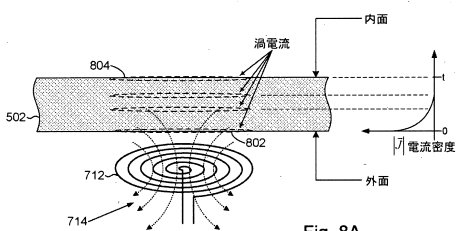


Fig. 8A

【図 9 A】

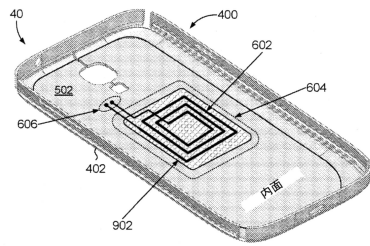


Fig. 9A

【図 9 B】

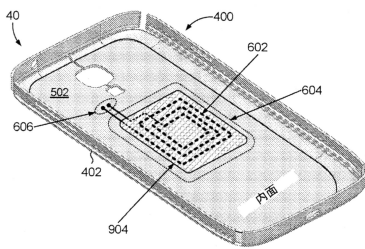


Fig. 9B

【図 9 C】

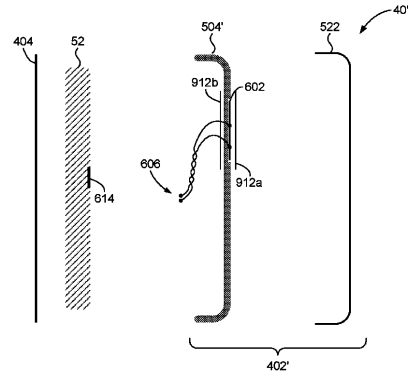


Fig. 9C

【図 9 D】

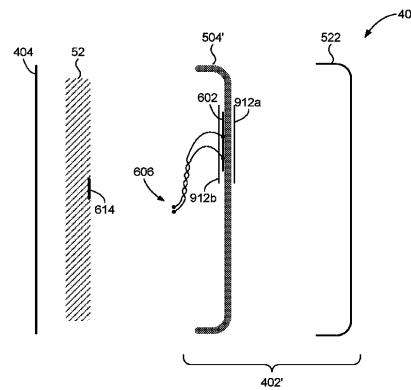


Fig. 9D

【図 10】

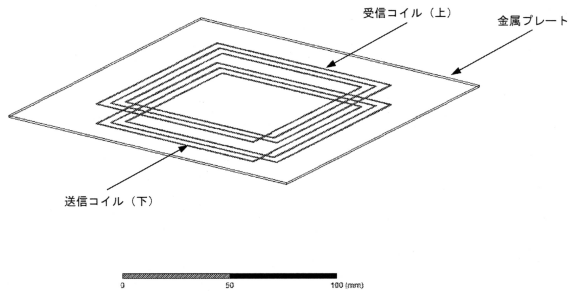


Fig. 10

【図 11 B】

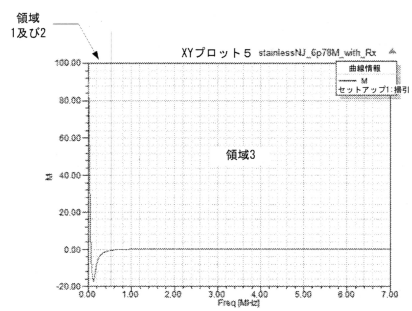


Fig. 11B

【図 11 A】

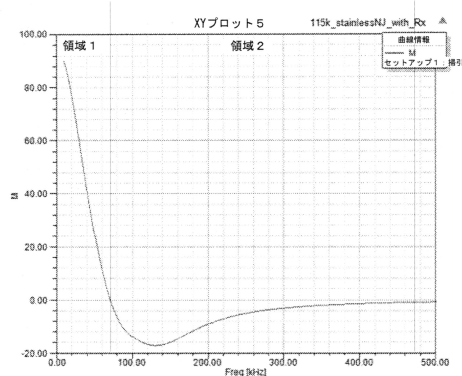


Fig. 11A

【図 12】

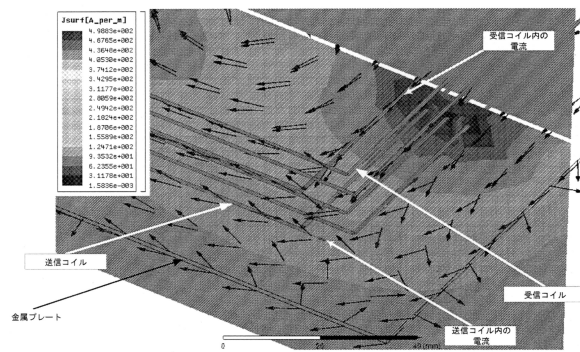
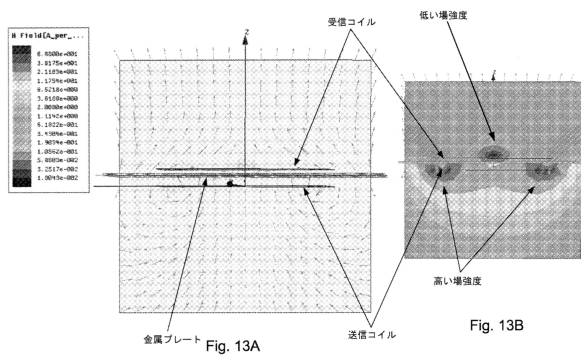
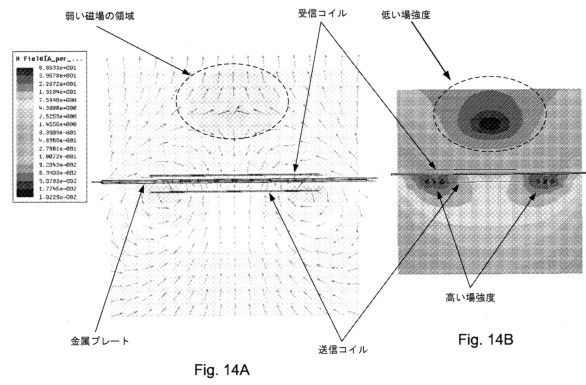


Fig. 12

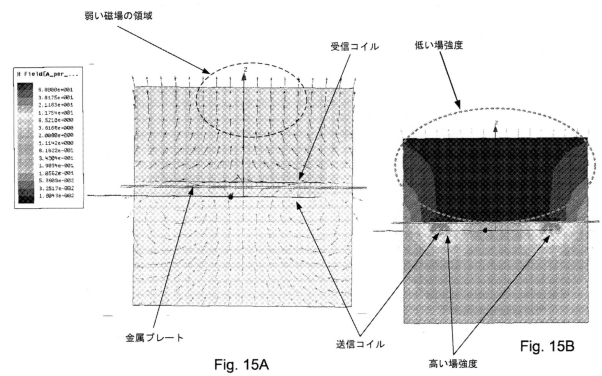
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

早期審査対象出願

(72)発明者 ソン・ホン・ジョン

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775

審査官 大濱 伸也

(56)参考文献 特開2015-149833(JP,A)

国際公開第2014/167881(WO,A1)

国際公開第2014/050553(WO,A1)

特開2015-042121(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 50/00 - 50/90

H01F 38/14

H02J 7/00