

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7102396号

(P7102396)

(45)発行日 令和4年7月19日(2022.7.19)

(24)登録日 令和4年7月8日(2022.7.8)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 B 5/02 (2006.01)

H 0 4 B 5/02

H 0 2 J 50/10 (2016.01)

H 0 2 J 50/10

H 0 2 J 50/80 (2016.01)

H 0 2 J 50/80

請求項の数 30 (全47頁)

(21)出願番号 特願2019-510957(P2019-510957)

(86)(22)出願日 平成29年8月25日(2017.8.25)

(65)公表番号 特表2019-534592(P2019-534592
A)

(43)公表日 令和1年11月28日(2019.11.28)

(86)国際出願番号 PCT/US2017/048708

(87)国際公開番号 WO2018/039616

(87)国際公開日 平成30年3月1日(2018.3.1)

審査請求日 令和2年8月13日(2020.8.13)

(31)優先権主張番号 62/379,940

(32)優先日 平成28年8月26日(2016.8.26)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 513058068

ニューカレント インコーポレイテッド
NuCurrent, Inc.アメリカ合衆国 イリノイ州 60661
、シカゴ、641ダブリュー・レイク
ストリート 304号室

(74)代理人 110001829弁理士法人開知

(72)発明者 ヴィニット シン

アメリカ合衆国 テキサス州 78704
、オースティン、905 カーディナル
レイン、シャープ シー

(72)発明者 バヴェル ショスタック

アメリカ合衆国 イリノイ州 60622
、シカゴ、1843 ダブリュー ノース
アヴェニュー シャープ 3 イー

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線コネクタシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

近接場磁気結合を介して電気エネルギーの無線伝送に係わるように構成されたトランスミッタアンテナと、トランスミッタ電子回路とを有し、所定の周波数範囲内で電力を無線送信するように構成されたトランスミッタモジュールであって、

前記トランスミッタ電子回路は、

(a)前記トランスミッタアンテナに電氣的に接続された電気インピーダンス整合サブ回路と、

(b)前記トランスミッタアンテナの無線電気エネルギー伝送を制御するように構成されたトランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路と、

(c)前記トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路に電氣的に接続され、トランスミッタモジュールがアイドルモードにある間下記の機能(i)、(ii)、(iii)、(iv)を実行するように構成されレシーバモジュール検知サブ回路と

を有する：

(i) 前記所定の周波数範囲内での無線電力伝送用に構成されたいずれかのレシーバモジュールがトランスミッタモジュールの近接場にあるかどうか依存するインピーダンスが前記トランスミッタアンテナにより検出され、該インピーダンスを表わすトランスミッタモジュール内の電圧レベルをモニタする、

(ii) そのモニタした電圧レベルをアイドルモードに関連したアイドル電圧レベルと比較してそのアイドル電圧レベルに対する電圧変化を検出する、

(iii) アイドリング電圧レベルに対する電圧変化が検出されたとき、その検出した電圧変化を所定の電圧閾値と比較する、

(iv) その検出した電圧変化がその所定の電圧閾値を越え、それによってレシーバモジュールがトランスミッタモジュールの近接場に入ったことを示したとき、前記トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路を構成する制御信号を出力して、

(a)トランスミッタモジュールをトランスミッタアンテナが電気エネルギーを前記レシーバモジュールに無線伝送するアクティブモードに切り替え、(b)トランスミッタモジュールから伝送される電力量を規定する信号を送信するレシーバモジュールを意味する確定ステージ (identification stage) をトランスミッタモジュールとレシーバモジュールとの間で開始する、
ことを特徴とするトランスミッタモジュール。

10

【請求項 2】

前記トランスミッタアンテナと前記トランスミッタ電子回路との間に遮蔽材料が配置されており、前記遮蔽材料はフェライト材料から成る請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 3】

前記トランスミッタアンテナを支持する第 1 の基板を備え、該第 1 の基板はプリント回路基板、フレックス回路基板、またはそれら回路基板の組み合わせから成る請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 4】

前記第 1 の基板の外面内に複数の離間したキャストレーションが形成された請求項 3 に記載のトランスミッタモジュール。

20

【請求項 5】

前記第 1 の基板の外面上に複数の離間した導電パッドが形成されており、前記複数の導電パッドのうちの少なくとも 1 つは電子回路基板に電氣的に接続可能である請求項 3 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 6】

前記トランスミッタモジュールから伝送される電力量が約 $100\ \mu\text{W}$ ~ 約 $10\ \text{W}$ の範囲である請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 7】

前記トランスミッタアンテナは、複数の導体と、前記複数の導体の各々の間に配置された少なくとも一つの絶縁体とを備え、前記複数の導体は少なくとも 1 回のターンを有する請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

30

【請求項 8】

前記電気インピーダンス整合サブ回路の内部にスイッチキャパシタサブ回路が電氣的に接続されており、前記スイッチキャパシタサブ回路は前記電気インピーダンス整合サブ回路の静電容量を動的に変更するように構成されている、請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 9】

フレックスコネクタ、基板間コネクタ、ピンソケットコネクタ、ばね接触コネクタ、ポゴピンコネクタ、スルーホールピン半田コネクタ、半田付けされたワイヤ接続部、それらの組み合わせからなる群から選択される電気コネクタが、前記トランスミッタアンテナを前記トランスミッタ電子回路に電氣的に接続する請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

40

【請求項 10】

前記トランスミッタ電子回路は、さらに、トランスミッタアンテナによって伝送される電気エネルギーの電力レベルを確定ステージの一部としてレシーバモジュールにより伝送される信号に基づいて設定するように構成されている請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 11】

50

前記トランスミッタ電子回路は、さらに、電力増幅器と、該電力増幅器への電圧を確定ステージの一部として前記レシーバモジュールによって伝送される信号に基づいて増減する電圧調整器から成る請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 1 2】

前記レシーバモジュール検知サブ回路は、前記電気インピーダンス整合サブ回路とトランスミッタアンテナとの間にあるノードに電氣的に接続され、トランスミッタアンテナによって検出インピーダンスを表わす電圧レベルを出力するように構成されたエンベロープトラッカサブ回路を備えた請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 1 3】

前記エンベロープトラッカサブ回路は、第 2 の抵抗と直列に電気接続された第 1 の抵抗から成り、該エンベロープトラッカサブ回路により出力された電圧レベルが前記第 1 の抵抗と第 2 の抵抗の間にあるノードの電圧レベルである請求項 1 2 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 1 4】

前記レシーバモジュール検知サブ回路が、前記トランスミッタモジュールがアクティブモードにある間下記の機能(i)、(ii)、(iii)、(iv)を実行するように構成されている：

- (i) 前記トランスミッタアンテナにより検出されたインピーダンスを表わす電圧レベル出力をモニタする、
 - (ii) そのモニタした電圧レベルをアクティブモードに関連したアクティブ電圧レベルと比較する、
 - (iii) 前記アクティブ電圧レベルに対するして電圧変化が検出されたとき、その電圧変化を所定の電圧閾値と比較する、
 - (iv) その検出した電圧変化がその所定の電圧閾値を越えたとき、前記トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路を構成する制御信号を出力して、トランスミッタモジュールをアイドルモードに切り替えて戻す、
- ことを特徴とする請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 1 5】

前記トランスミッタ電子回路がさらに電力ステージインバータサブ回路から成る請求項 1 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 1 6】

近接場磁気結合を介して電気エネルギーの無線伝送に係わるように構成されたトランスミッタアンテナと、トランスミッタ電子回路とを有し、所定の周波数範囲内で電力を無線送信するように構成されたトランスミッタモジュールであって、

前記トランスミッタ電子回路は、

- (a)前記トランスミッタアンテナに電氣的に接続された電気インピーダンス整合サブ回路と、
 - (b)前記トランスミッタアンテナの無線電気エネルギー伝送を制御するように構成されたトランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路と、
 - (c)前記トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路に電氣的に接続されたレシーバモジュール検知サブ回路と
- を有し、

前記レシーバモジュール検知サブ回路は、前記電気インピーダンス整合サブ回路とトランスミッタアンテナとの間にあるノードに電氣的に接続され、前記所定の周波数範囲内での無線電力伝送用に構成されたいずれかのレシーバモジュールがトランスミッタモジュールの近接場にあるかどうかによって依存するインピーダンスが前記トランスミッタアンテナにより検出され、該インピーダンスを表わす電圧レベルを出力するように構成されたエンベロープトラッカサブ回路を備え、

前記レシーバモジュール検知サブ回路は、前記トランスミッタモジュールがアイドルモードにある間下記の機能(i)、(ii)、(iii)を実行するように構成された、

- (i) 前記エンベロープトラッカサブ回路によって出力された電圧レベルをアイドリ

10

20

30

40

50

ングモードに関連したアイドルリング電圧レベルに対する電圧変化を求めてモニタする、

(ii) アイドリング電圧レベルに対する電圧変化が検出されたとき、その検出した電圧変化を所定の電圧閾値と比較する、

(iii) その検出した電圧変化がその所定の電圧閾値を越え、それによってレシーバモジュールがトランスミッタモジュールの近接場に入ったことを示したとき、前記トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路を構成する制御信号を出力して、前記トランスミッタモジュールをトランスミッタアンテナが電気エネルギーを前記レシーバモジュールに無線伝送するアクティブモードに切り替える、

ことを特徴とするトランスミッタモジュール。

10

【請求項 17】

前記トランスミッタアンテナと前記トランスミッタ電子回路との間に遮蔽材料が配置されており、前記遮蔽材料はフェライト材料から成る請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 18】

前記トランスミッタアンテナを支持する第 1 の基板を備え、該第 1 の基板はプリント回路基板、フレックス回路基板、またはそれら回路基板の組み合わせから成る請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 19】

前記第 1 の基板の外面内に複数の離間したキャストレーションが形成された請求項 18 に記載のトランスミッタモジュール。

20

【請求項 20】

前記第 1 の基板の外面上に複数の離間した導電パッドが形成されており、前記複数の導電パッドのうちの少なくとも 1 つは電子回路基板に電氣的に接続可能である請求項 18 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 21】

前記トランスミッタモジュールから伝送される電力量が約 $100 \mu W$ ~ 約 $10 W$ の範囲である請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 22】

前記トランスミッタアンテナは、複数の導体と、前記複数の導体の各々の間に配置された少なくとも一つの絶縁体とを備え、前記複数の導体は少なくとも 1 回のターンを有する請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

30

【請求項 23】

前記電気インピーダンス整合サブ回路の内部にスイッチキャパシタサブ回路が電氣的に接続されており、前記スイッチキャパシタサブ回路は前記電気インピーダンス整合サブ回路の静電容量を動的に変更するように構成されている、請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 24】

フレックスコネクタ、基板間コネクタ、ピンソケットコネクタ、ばね接触コネクタ、ポゴピンコネクタ、スルーホールピン半田コネクタ、半田付けされたワイヤ接続部、それらの組み合わせからなる群から選択される電気コネクタが、前記トランスミッタアンテナを前記トランスミッタ電子回路に電氣的に接続する請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

40

【請求項 25】

前記制御信号が、(b)トランスミッタモジュールから伝送される電力量を規定する信号を送信するレシーバモジュールを意味する確定ステージ (identification stage) をトランスミッタモジュールとレシーバモジュールとの間で開始するようにトランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路を設定する請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 26】

前記トランスミッタ電子回路は、さらに、トランスミッタアンテナによって伝送される電

50

気エネルギーの電力レベルを確定ステージの一部としてレシーバモジュールにより伝送される信号に基づいて設定するように構成されている請求項 25 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 27】

前記トランスミッタ電子回路は、さらに、電力増幅器と、該電力増幅器への電圧を確定ステージの一部として前記レシーバモジュールによって伝送される信号に基づいて増減する電圧調整器から成る請求項 26 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 28】

前記エンベロープトラッカサブ回路は、第 2 の抵抗と直列に電気接続された第 1 の抵抗から成り、該エンベロープトラッカサブ回路により出力された電圧レベルが前記第 1 の抵抗と第 2 の抵抗の間にあるノードの電圧レベルである請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

10

【請求項 29】

前記レシーバモジュール検知サブ回路が、前記トランスミッタモジュールがアクティブモードにある間下記の機能(i)、(ii)、(iii)、(iv)を実行するように構成されている：

(i) 前記エンベロープトラッカサブ回路によって出力された電圧レベルをアクティブ

モードに関連したアクティブ電圧レベルに対する電圧変化を求めてモニタする、

(ii) 前記アクティブ電圧レベルに対する電圧変化が検出されたとき、その検出した電圧変化を所定の電圧閾値と比較する、

(iii) その検出した電圧変化がその所定の電圧閾値を越えたとき、前記トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路を構成する制御信号を出力して、前記トランスミッタモジュールをアイドルモードに切り替えて戻す、

20

請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

【請求項 30】

前記トランスミッタ電子回路がさらに電力ステージインバータサブ回路から成る請求項 16 に記載のトランスミッタモジュール。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、2016年8月26日に提出された米国仮特許出願第62/379,940号の優先権を主張し、その開示の全体は参照によって本明細書に組み入れられる。

30

【技術分野】

【0002】

本開示は、概して、電気エネルギー及びデータの無線送信に関する。より詳細には、本出願は、複数の動作周波数及び周波数帯域において電気エネルギーの無線伝送を容易にする電気装置に関する。

【背景技術】

【0003】

従来の電気コネクタは、伝統的に、対応する受け入れポートに物理的に挿入される複数のピンを用いて構成される。これらのコネクタの各半部は、一般に、後に嵌合されて電気接点を形成するオスとメスとという名で呼ばれる。

40

【0004】

基本的に、電気コネクタは、他の導体どうしや装置及び機器の電気端子を電氣的かつ機械的に連結して電気回路を形成するのに用いられる導体を備えた電気機械装置である。電気コネクタという用語は、一般に、例えば、通信回路に利用される小型導体を大型のケーブル及びバスバー（母線）に接続するように設計された広範囲の装置をカバーする。電気コネクタは、一般に、受動型であり、プラグ（オス）とジャック（メス）とから構成される。接続は、ポータブル機器に関しては一時的であることもあれば、2つのワイヤどうしまたは装置どうしを恒久的に電氣的に連結するものとして作用することもある。

【0005】

50

従来のコネクタの例には、USBプラグやHDMI（登録商標）プラグがある。これらのコネクタの電力レベルは、数ワットから約100ワット（例えば、最近リリースされたUSB-Cのように）の範囲に及ぶ。これらのコネクタは、また、10Gbpsまたはそれ以上のデータ能力を提供するように構成され、定格が定められる。さらに、ごく単純な「ワイヤナット」から、例えばイーサネット（登録商標）、CAN、IOリンク、及びRS485などの既知の接続インタフェース規格に大抵が準拠するもっと複雑なUSBコネクタまたはRFコネクタまでの範囲にわたる、多くのタイプのコネクタが存在する。これらのコネクタの電力レベルは、マイクロワットからメガワットにわたることがある。

【0006】

典型的なコネクタタイプは、インラインスプライスカブラ、Tタップコネクタ、ターミナルラグ、及びスタッドコネクタである。カブラは導体の端部と端部を連結する。Tタップコネクタは、スルー導体を他の導体と直角に連結する。ターミナルラグは、導体を穿孔されたタングに連結して機器の端子にボルト締めする。スタッドコネクタは導体を機器スタッドに連結する。スタッドクランプは、典型的には、スタッドに整合するようにネジ切りされるか平滑である。

10

【0007】

他のコネクタタイプには、一般にコンパクトな構成でワイヤをスプライシング及びテーピングするのに広く用いられるスプリットボルトコネクタがある。このスプリットボルトコネクタは、幅広で深い長手方向のスロットを有するボルト形状のキャスティングから成る。導体がスロットに挿入され、ナットがその導体をボルトの内側にまとめてクランプする。

20

【0008】

さらに別のタイプのコネクタは、接続された導体間の制限された動きを許容する拡張またはフレキシブルコネクタである。このコネクタのクランプ部は、柔軟性を有する短尺の銅編組によって連結されるか、または入れ子式のガイドによって整合位置に保持されることもある。

【0009】

別のタイプの従来のコネクタは、一般に整合したプラグとレセプタクルとからなる分離可能なタイプのコネクタを含む。分離可能なタイプのコネクタは、導体または導体群を回路またはシステムから分離または切り離すように設計されている。分離可能なタイプのコネクタは、通常、可搬型の装置や機器の電気配線システムへの接続に用いられる。

30

【0010】

従来のコネクタは、また、整形された開口部を通してプラグを挿入してねじり、プラグを適正位置にロックするように設計されているロックタイプのコネクタを含む。したがって、このロックタイプのコネクタは、接続されると、一般に、接続されたコードに対する引っ張りなどの機械的な引張によっては分離されない。

【0011】

電気コネクタは、一般に、電気接続部（例えば、ピン）の数、物理的構成、寸法、形状、接触抵抗、電気接続部間の絶縁、振動に対する耐性、汚染物及び圧力への耐性、信頼性、推定寿命（故障前の接続/切断動作の回数）、及び接続切断の容易さを含む多様なパラメータに限定されるものではないが、特徴づけられる。従来のコネクタの、ピンなどの物理的な電気接続部は電気エネルギー及びデータの通路を提供する。さらに、電力定格及びデータレートなどの電力及びデータの特性も、様々な電気コネクタを特徴づけるのに利用される。

40

【0012】

これらの従来のコネクタの動作は、通常、ピンとそれぞれのパッドとか、ピンを受けるポートまたはジャックなどの2つの導電部品間の物理的な接続に依存する。物理的な接続は、ピンと対応するレセプタクルなどの物理的に接触する導電部品間の比較的小さいインタフェース領域にわたって微細レベルで生じる。また、従来のコネクタは、一般に、電気信号を安全に通過させるように接続部材の十分な物理的接続を確保するために、相当な大きさの機械的な力を要する。この微細な接続領域は、過酷な環境や振動の他に、通常の動作

50

条件下における経時的な損耗などの種々の要因によって影響を受けるようになるかもしれない。

【 0 0 1 3 】

したがって、これらの従来のコネクタの性能及び信頼性は、それらの物理的な接続の完全性によって大きく支配される。また、これらの従来の機械的なコネクタは、一般に、適切に機能するためには高精度に位置合わせされた物理的な接触を要する。

【 0 0 1 4 】

また、有線のコネクタは、通常、オス部とメス部との間のいかなる相対的な動きも全く許容しない。経時的に、この物理的な接触に起因して、これらの機械的な接続点は、通常、ピンまたはポートを疲労及び損傷させ得る力を受け、それによって適切な機能が阻害される。このような従来のコネクタは、摩耗、屈曲し得る、または腐食もしくは損傷される。結果として、ピンとそれぞれのポートなどの対応するオス部とメス部との間の物理的な接続は低質化し、それにより、障害を受けた、または動作不能なコネクタに起因して、それらの間におけるデータまたは電気エネルギー転送の損失が生じる。消費者、医療、軍事、または産業環境における汚染物質、湿気、及び液体の侵入は、災害、危険、または脅迫的な条件を生じ得る明白な機能喪失を含む望ましくない問題を引き起こし得る。欠陥のある物理的な接続に起因する不適切な機能性に加えて、ユニバーサル非同期レシーバ及びトランスミッタプロトコル (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter Protocol, UART)、集積プロトコル間 (I2C)、シリアルペリフェラルインタフェースプロトコル (Serial Peripheral Interface Protocol, SPI) などの有線通信の方法は、種々の無線通信方法と比較して、制限された帯域幅性能を有し得る。

【 0 0 1 5 】

その上、オートメーション及びロボット工学の発達が、多くの様々な産業装置のダイナミックに動く部品とアセンブリとの間で電力を転送する需要を増大させた。これらの条件下で慣用的な有線の電気コネクタを用いて電力を転送することは相当に困難である。

【 0 0 1 6 】

上述した欠点に加えて、このような従来のコネクタには、一般に、コネクタから延びる電気コードがある。このような電気コードは、一般に、損傷を受けてデータまたはエネルギー転送の損失を生じることがあるため望ましくない。また、このような電気コードは、重要なスペースを過度に占有し、ユーザーにとって障害となり得る。その上、露出したまたは損傷したコードは、滅菌された環境を汚染することがある。また、このような露出または損傷したコード、例えば、電気絶縁を失ったコードは、危険物になり得るとともに、人間と動物の両方に潜在的に電気ショックの原因になることがある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

したがって、これらの問題を解決するために、本発明は無線コネクタシステムを提供する。実施形態において、本出願の無線コネクタシステムは、ニアフィールド磁気結合 (near field magnetic coupling, NFMC) を用いて、離間したトランスミッタモジュールとレシーバモジュールとの間で電力及び/またはデータの無線伝送を可能にする。実施形態において、それぞれのトランスミッタ無線モジュール及びレシーバ無線モジュールは、絶縁され、及び/またはハーメチックシールされてもよい。

【 0 0 1 8 】

本発明のコネクタは、露出した接触ピンと、その接触ピンを、電気部品表面実装 (surface mount, SMT) アセンブリプロセスを用いてプリント回路基板 (printed circuit board, PCB) またはフレキシブル回路基板 (flexible circuit board, FPC) などのより大きい電気回路路上に組み付けることを可能にする機構とを有する。

【 0 0 1 9 】

したがって、有線コネクタに対する必要性を置き換えまたは解消することができるフォームファクタを有する電気コネクタが提供される。

【 0 0 2 0 】

本出願の無線コネクタシステムは、2つの部品を物理的に連結する電気コネクタなどの物理的な接続に対する必要性を解消する無線電力リンクを提供する。したがって物理的な接続を解消することによって、無線コネクタまたは電力リンクが完全にカプセル化でき、液体や他の残積物が適切な機能性を阻害することを防止することができる。物理的な接触がないので、コネクタの機械的及び環境的なストレスと摩耗とが解消され、電力及びデータを転送するためのより信頼性のある丈夫なリンクが実現する。この解決手法は、また、従来のコネクタと比較してトランスミッタとレシーバとの間のより大きな位置不整合及び/または相対的な動きを可能にする。これによって、これらのコネクタを、以前は有線コネクタに対してはその限界によって考えられなかった用途に用いることが可能になる。

10

【 0 0 2 1 】

本出願の態様のうちの1つ以上において、無線信号を送信するように構成されたトランスミッタアンテナを支持する第1の基板を有するトランスミッタモジュールを含む無線コネクタシステムが提供される。さらに、前記無線コネクタシステムは、前記トランスミッタアンテナに電氣的に接続されたトランスミッタモジュール電子回路を支持する第2の基板を含む。さらに、前記トランスミッタ電子回路と前記トランスミッタアンテナとの間に第1の絶縁体が配置されている。無線コネクタシステムは、さらに、無線信号を受信するように構成された受信アンテナを支持する第3の基板を有するレシーバモジュールを含む。また、無線コネクタシステムは、前記レシーバアンテナに電氣的に接続されたレシーバモジュール電子回路を支持する第4の基板を含む。さらに、前記レシーバモジュール電子回路と前記レシーバアンテナとの間に第2の絶縁体が配置されている。

20

【 0 0 2 2 】

本出願の前記無線コネクタシステムの前記トランスミッタモジュール及び前記レシーバモジュールは、前記トランスミッタモジュールと前記レシーバモジュールとの間のより大きな離間距離にわたって無線伝送される電力の大きさを増大させる電気回路を備えて設計されている。さらに、前記無線コネクタシステムは、電気エネルギー転送モジュール、熱、または不所望な異物体の存在を検出する種々のセンサを備えて構成してもよい。実施形態において、前記トランスミッタモジュール及び/または前記レシーバモジュールの動作は、前記モジュール内に組み込まれてもよいし組み込まれなくてもよい種々のセンサから得られる情報によってもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

図1は、本出願の無線コネクタシステムの実施形態のブロック図を示す。

【 0 0 2 4 】

図2は、本出願の無線コネクタシステムの実施形態のブロック図を示す。

【 0 0 2 5 】

図3乃至図6は、トランスミッタモジュールの実施形態の電氣的なブロック図を示す。

【 0 0 2 6 】

図7、図8A、及び図8Bは、本出願のトランスミッタ回路またはレシーバ回路のインピーダンス整合回路内に組み込まれ得るスイッチングキャパシタンス回路の実施形態を示す。

40

【 0 0 2 7 】

図9乃至図12は、トランスミッタ回路の実施形態の電氣的な概略図を示す。

【 0 0 2 8 】

図13は、本出願の無線コネクタシステムのレシーバモジュールの実施形態のブロック図を示す。

【 0 0 2 9 】

図14は、レシーバモジュール内のレシーバ回路の実施形態の電氣的な概略図を示す。

【 0 0 3 0 】

図15は、レシーバモジュールの実施形態の電氣的なブロック図を示す。

【 0 0 3 1 】

50

図 1 6 は、レシーバモジュール内のレシーバ回路の実施形態の電氣的な概略図を示す。

【 0 0 3 2 】

図 1 7 は、レシーバモジュールの実施形態の電氣的なブロック図である。

【 0 0 3 3 】

図 1 8 A 乃至図 1 8 D は、トランスミッタ回路またはレシーバ回路において利用され得るインピーダンス整合回路内のキャパシタの実施形態を示す。

【 0 0 3 4 】

図 1 9 乃至図 2 1 は、本出願のトランスミッタモジュール及びレシーバモジュールの実施形態を示す。

【 0 0 3 5 】

図 2 2 乃至図 2 3 は、ホスト装置に電氣的に接続された本出願の無線コネクタのトランスミッタモジュール及びレシーバモジュールの実施形態を示す。

【 0 0 3 6 】

図 2 4 は、トランスミッタモジュールハウジング及びレシーバモジュールハウジング内の遮蔽材料及びスペーサ材料に対するアンテナとトランスミッタ及びレシーバ回路基板との位置の実施形態を示す。

【 0 0 3 7 】

図 2 5 及び図 2 6 は、トランスミッタモジュール及びレシーバモジュールをホスト装置の回路基板に電氣的に接続する実施形態を示す。

【 0 0 3 8 】

図 2 7 乃至図 3 0 は、本発明のトランスミッタモジュールまたはレシーバモジュールの代替構造の実施形態を示す。

【 0 0 3 9 】

図 3 0 A は、図 3 0 に示す組み付けられたトランスミッタモジュールまたはレシーバモジュールの実施形態の断面図である。

【 0 0 4 0 】

図 3 1 乃至図 3 4 は、回路基板に実装された図 2 7 乃至図 3 0 に示すトランスミッタモジュールまたはレシーバモジュールの種々の実施形態を示す。

【 0 0 4 1 】

図 3 5 は、トランスミッタモジュール及びレシーバモジュールのいずれかまたは両方において利用され得るアンテナの実施形態を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 2 】

以下の説明では、関連する教示の完全な理解を提供するために、例示的に多くの具体的な詳細に言及する。しかし、本教示がこのような詳細無しに実施され得ることは当業者には明らかなはずである。その他の例では、周知の方法、手順、構成要素、及び / または回路は、本教示の態様が不必要に曖昧になることを避けるために、詳細を伴わずに比較的上位概念で説明されている。

【 0 0 4 3 】

本開示の無線コネクタシステム 1 0 は、電気エネルギー及び / またはデータの無線転送を提供する。より詳細には、本発明の無線コネクタシステム 1 0 は、ニアフィールド磁気結合を介して電気エネルギー及び / またはデータの無線転送を提供する。実施形態において、無線コネクタシステム 1 0 は、電気エネルギーを伝送するように構成されたトランスミッタモジュール 1 2 と、このトランスミッタモジュール 1 2 によって伝送された電気エネルギーを受け取るように構成されたレシーバモジュール 1 4 とを備える。実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 はレシーバモジュール 1 4 から離間して配置され、これによって、電気エネルギーがトランスミッタモジュール 1 2 から離間距離またはギャップ 1 6 (図 2 、 及び図 1 9 乃至図 2 2) を越えて無線伝送され、レシーバモジュール 1 4 によって受け取られる。したがって、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 との組み合わせによって、その間に物理的な接続を必要とせずに電気エネルギーが

10

20

30

40

50

無線伝送され得るように無線コネクタシステム 10 を提供する。

【0044】

本出願において、本発明概念は、特に、ニアフィールド磁気結合（NFMIC）に関する。ニアフィールド磁気結合は、送信アンテナと対応する受信アンテナとの間の磁気誘導を介して電気エネルギー及び／またはデータの無線転送を可能にする。ニアフィールド通信インタフェース及びプロトコルモードに基づくNFC規格は、ISO/IEC規格18092によって規定されている。また、本明細書で定義されるように、「誘導充電」は、交流電磁界を利用して2つのアンテナ間で電気エネルギーを転送する無線充電技術である。「共振誘導結合」は、同様の周波数で共振するように調整された2つの磁気結合したコイル間の電気エネルギーのニアフィールド無線伝送として本明細書で定義される。本明細書で定義されるように、「分路」という用語は、電流または電圧が通過し得るように回路の2つの点を電氣的に連結することによって生成された導電路である。本明細書で定義されるように、「相互インダクタンス」は、第1の回路に磁氣的に結合した第2の回路内の電流の変化による回路内の起電力の生成量である。本明細書で定義されるように、「遮蔽材料」は、磁界を捕捉する材料である。遮蔽材料の例には、限定されるものではないが、マンガニ亜鉛、ニッケル亜鉛、銅亜鉛、マグネシウム亜鉛、及びそれらの組み合わせなどのフェライト材料を含んだ亜鉛などのフェライト材料が含まれる。したがって、遮蔽材料を用いて、電気回路内または電気回路の近くの遮蔽材料の位置に応じて、磁界を寄生金属などの物体に向け、または物体から遠ざけることができる。また、遮蔽材料を用いて磁界の形状及び方向性を変更することができる。本明細書で定義されるように、寄生金属などの寄生材料は、インダクタアンテナにおいて渦電流損失を誘起する材料である。このことは、通常、アンテナのインダクタンスの減少及び抵抗の増加、すなわちクオリティファクタの減少によって特徴付けられる。

【0045】

図1は、本発明の無線コネクタシステム10の包括的なブロック図を示す。図示するように、システム10は、ギャップ16だけレシーバモジュール14から離間したトランスミッタモジュール12を備える。トランスミッタモジュール12は、トランスミッタアンテナ20に電氣的に接続されたトランスミッタモジュール回路18を備える。実施形態において、トランスミッタアンテナ20は、電力及び／またはデータの無線転送を容易にする1つまたは複数のアンテナを備え得る。実施形態において、トランスミッタモジュール回路18は、電源（不図示）、またはトランスミッタモジュール12に電氣的に接続されたトランスミッタホスト装置22から受信する電気エネルギーを変化させるように構成されている。実施形態において、トランスミッタホスト装置22は、電氣的に操作される装置、回路基板、電子アセンブリ、または他の電子装置を備え得る。トランスミッタホスト装置の例には限定されるものではないが、医療装置、コンピュータなどの集積回路を備える装置、及び、限定されるものではないが電子部品を用いて構成された眼鏡及び衣服などのパーソナル電子装置が含まれる。

【0046】

トランスミッタアンテナ20は、ニアフィールド磁気誘導結合を介したトランスミッタモジュール回路18による無線伝送のために調整及び変更された電気エネルギーを無線送信するように構成されている。実施形態において、トランスミッタモジュール12はトランスミッタホスト装置22によって電力供給され得る。

【0047】

実施形態において、レシーバモジュール14は、レシーバモジュールアンテナ26に電氣的に接続されたレシーバモジュール回路24を備える。レシーバアンテナ26は、トランスミッタモジュール12によって伝送される電気エネルギー及び／またはデータを受け取るように構成されている。実施形態において、レシーバモジュール回路24は、受信した無線電気エネルギーを調整するように構成されており、これによって、当該無線電気エネルギーを用いて装置に電力供給し、またはバッテリーまたはキャパシタなどの電気エネルギー蓄積装置に電気エネルギーを供給することができるようになっている。

【 0 0 4 8 】

実施形態において、レシーバモジュール 1 4 は、レシーバホスト装置 2 8 に電氣的に接続されている。実施形態において、レシーバホスト装置 2 8 は、電氣的に操作される装置、回路基板、電子アセンブリ、または他の電子装置を備える。レシーバホスト装置の例には、限定されるものではないが、医療装置、コンピュータなどの集積回路を備える装置、及び、限定されるものではないが電子部品を用いて構成された眼鏡及び衣服などのパーソナル電子装置が含まれる。実施形態において、レシーバモジュール 1 4 は、レシーバホスト装置 2 8 から供給される電源 1 0 5 (図 1 7) から電力供給され得る。なお、トランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 は、トランシーバとして構成され得ることによって、トランスミッタ 1 2 とレシーバモジュール 1 4 とのいずれかまたは両方が、電力及び / またはデータを送受することが可能になる。

10

【 0 0 4 9 】

実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 は、同じホスト装置に接続されてホスト装置内の電気エネルギーの無線転送を容易にし得る。これに代えて、トランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 が異なるホスト装置に接続されることによって、2 つの異なる装置間の電気エネルギーの無線転送を容易にしてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 2 は、本出願の無線コネクタシステム 1 0 の実施形態のブロック図を示す。図示するように、トランスミッタモジュール回路 1 8 は、ゲートドライバ 3 0 及び電力増幅器 3 2 を備える。トランスミッタホスト装置 2 2 からの電圧源及び電気グランドは、トランスミッタモジュール回路 1 8 のゲートドライバ 3 0 及び電力増幅器 3 2 に電氣的に接続されている。実施形態において、ゲートドライバ 3 0 を用いて電力増幅器 3 2 の動作を制御する。さらに、トランスミッタホスト装置 2 2 からの制御信号及びパルス幅変調信号は、トランスミッタモジュール回路 1 8 のゲートドライバ 3 0 に電氣的に接続されている。実施形態において、制御信号及びパルス幅変調信号を用いてトランスミッタモジュール 1 2 の動作を制御する。レシーバアンテナ 2 6、整流器 3 4、及び電圧レギュレータ 3 6 を備えて示されたレシーバモジュール 1 4 は、トランスミッタモジュール 1 2 からギャップ 1 6 だけ離間して配置されている。図示するように、レシーバホスト装置 2 8 及びレシーバモジュール回路 2 4 に電氣的に接続された電力線は、レシーバモジュール 1 4 を出て、接続されたレシーバホスト装置 2 8 に電力を供給する。実施形態において、制御信号及びパルス幅変調信号を用いてトランスミッタモジュール 1 2 の動作を制御する。実施形態において、整流器 3 4 は、受け取った無線電力を交流電力から直流電力に整流する。電圧レギュレータ 3 6 は、受け取った無線電力の電圧を、当該電力がレシーバモジュール 1 4 を出る前に変化させるように構成されている。

20

30

【 0 0 5 1 】

図 3 乃至図 6 は、種々のトランスミッタモジュールサブ回路を備える、本発明のトランスミッタモジュール回路 1 8 の実施形態を示すブロック図である。図 3 に示す実施形態に示されるように、トランスミッタモジュール回路 1 8 は、電気ドライバサブ回路 3 8、電気インピーダンス整合またはネットワークサブ回路 4 0、及びレシーバ検知サブ回路 4 2 を備える。さらに、トランスミッタモジュール回路 1 8 は、電圧レギュレータ 3 6 及びマスタ制御ユニット 4 4 を備えてもよい。これに代えて、図示するように、電圧レギュレータ 3 6 及びマスタ制御ユニット 4 4 をトランスミッタホスト装置 2 2 内に備えてもよい。

40

【 0 0 5 2 】

実施形態において、電圧レギュレータ 3 6 は、トランスミッタホスト装置 2 2 などの電源から受け取った電気エネルギーの電圧の大きさをトランスミッタモジュール回路 1 8 によって調整するように構成されている。図示された実施形態において、電圧レギュレータ 3 6 は、電源 4 6 及びドライバサブ回路 3 8 に電氣的に接続されている。実施形態において、電源 4 6 は、電気化学セル (不図示)、バッテリーパック (不図示)、またはキャパシタ (不図示) などの蓄電装置を備え得る。さらに、電源 4 6 は、トランスミッタホスト装置

50

22からの交流電源または直流電源を備え得る。実施形態において、ドライバ回路38は、電気インピーダンス整合またはネットワークサブ回路40、及び/またはトランスミッタアンテナ20の動作を制御する。実施形態において、ドライバサブ回路38は、ハーフブリッジ集積回路などの集積回路を備え得る。実施形態において、ドライバサブ回路38は、電力の少なくとも一部を直流電力から無線伝送に供される交流電力に変換するように構成され得る。

【0053】

実施形態において、レシーバ検知サブ回路42は、レシーバモジュール14の存在を検出するように構成されている。実施形態において、レシーバモジュール14の存在が検出される場合、トランスミッタモジュール12によるレシーバモジュール14への電力及び/またはデータの無線伝送が可能になる。同様に、実施形態において、レシーバモジュール14の存在が検出されない場合、電力及び/またはデータの無線伝送は生じないように阻止される。さらに、集積回路を備え得るマスタ制御ユニット44は、ドライバサブ回路38に電氣的に接続されている。実施形態において、マスタ制御ユニット44は、トランスミッタアンテナ20及びトランスミッタモジュール回路18の動作を制御する。少なくとも1つのキャパシタを備える電気インピーダンス整合またはネットワーク回路40は、電気ドライバサブ回路38及びトランスミッタアンテナ20に電氣的に接続されている。インピーダンス整合回路40は、レシーバアンテナ26の電気インピーダンスをトランスミッタアンテナ20の駆動周波数において電力発生器または負荷の特性インピーダンスに調整及び整合するように設計された、キャパシタンスを生じる。

【0054】

実施形態において、トランスミッタホスト装置22などの電源46からの電力は、電圧レギュレータ36及びマスタ制御ユニット44によって受け取られる。電源46からの電力の第1の部分は、マスタ制御ユニット44などのトランスミッタモジュール12の構成要素に電力供給するように構成されている。電源46からの電力の第2の部分は、レシーバモジュール14への無線伝送のために調整及び変更される。実施形態において、電圧レギュレータ36は、電力の第2の部分の電圧の大きさを変化させて、レシーバホスト装置28の電圧要求に適合させる。無線伝送のためにトランスミッタモジュール回路18によって調整された電力の第2の部分は、トランスミッタアンテナ20によって受け取られ、レシーバモジュール14に無線伝送される。

【0055】

実施形態において、図4に示すように、トランスミッタモジュール回路18は、デュアル電界効果トランジスタ電力段インバータなどの電力段インバータ48を用いて構成されてもよい。実施形態において、電力段インバータ48は、ドライバサブ回路38及びネットワークアナライザサブ回路40に電氣的に接続された電気増幅器である。実施形態において、トランスミッタモジュール回路18内への電力インバータ48の追加によって、大きさが増大された電力の無線伝送が可能になる。例えば、インバータサブ回路48の追加によって、トランスミッタモジュール12が約300mW～約600mWの電力を伝送することが可能になる。電力段インバータ48の実施形態を用いない場合、トランスミッタモジュール12は、約100mW～約300mWの電力を伝送するように構成される。また、電力段インバータ48は、伝送される電力を直流電力から交流電力に変化させるように構成され得る。

【0056】

図5に示すように、トランスミッタモジュール回路18は、多様な検知回路を用いて構成され得る。レシーバ検知サブ回路42に加えて、トランスミッタモジュール回路18は、熱検知サブ回路50及び/または物体検知サブ回路52を用いて構成されてもよい。図示するように、熱検知サブ回路50及び物体検知サブ回路52は、トランスミッタマスタ制御ユニット44に電氣的に接続されている。熱検知サブ回路50は、トランスミッタモジュール12内の温度をモニタするように構成されている。実施形態において、マスタ制御ユニット44が熱検知サブ回路50を通してトランスミッタモジュール12内の温度が約2

10

20

30

40

50

0 から約 50 に上昇したことを検知する場合、トランスミッタマスタ制御ユニット 44 はトランスミッタモジュール 12 の動作を阻止する。実施形態において、熱検知サブ回路 50 は、熱電対、負性温度係数 (negative temperature coefficient, NTC) 抵抗器などのサーミスタ、抵抗温度検出器 (resistance temperature detector, RTD)、またはそれらの組み合わせを備え得る。実施形態において、物体検出サブ回路 52 は、トランスミッタマスタ制御ユニット 44 に電氣的に接続されている。実施形態において、物体検出サブ回路 52 は、不所望な物体の存在を検出するように構成されている。実施形態において、マスタ制御ユニット 44 が物体検出サブ回路 52 を通して不所望な物体の存在を検出する場合、マスタ制御ユニット 44 はトランスミッタモジュール 12 の動作を阻止する。実施形態において、物体検出サブ回路 52 は、受容可能な電気インピーダンス値または電気インピーダンス値の範囲に反するトランスミッタアンテナ 20 によって観測される電気インピーダンスの変化をマスタ制御ユニット 44 が解析するインピーダンス変化検出方式を利用する。さらに、物体検出サブ回路 52 は、レシーバアンテナ 26 などの物体が検出されることについての既知のクオリティファクタ値またはクオリティファクタ値の範囲からの変化をマスタ制御ユニットが解析するクオリティファクタ変化検出方式を利用し得る。実施形態において、物体検出サブ回路 52 は、光センサ、ホール効果センサ、またはそれらの組み合わせを備え得る。実施形態において、これらのセンサは、マスタ制御ユニット 44、コンピュータ (不図示)、比較器 (不図示)、または当業者に既知の他の能動型または受動型のモニタ方法を用いてモニタされ得る。また、センサから取得した情報を用いてトランスミッタモジュール 12、レシーバモジュール 14、またはシステム 10 の動作を制御し得る。さらに、トランスミッタモジュール回路 18 は、データ 54 を伝送し、受け取るように構成され得る。実施形態において、トランスミッタモジュール 12 は、データ 54 の変調及び復調を介してレシーバモジュール 14 と通信し合うように構成され得る。実施形態において、データ 54 は、電圧及び/または電流の形式についての情報を含み得る。

10

20

【0057】

図 6 は、マスタ制御ユニット 44 を備える本出願のトランスミッタモジュール回路 18 の実施形態を示し、ドライバ回路 38 はハーフブリッジドライバを備え、電力段インバータ 48 はデュアル電界効果電力段インバータ及びインピーダンス整合回路 40 を備える。検知線 (SNS) は、マスタ制御ユニット (MCU) 44 を、レシーバ検知サブ回路 42、熱検知サブ回路 50、及び物体検出サブ回路 52 のうちの少なくとも 1 つに接続する。

30

【0058】

実施形態において、図 7、図 8 A、及び図 8 B に示すように、インピーダンス整合サブ回路 40 は、スイッチキャパシタンスサブ回路 56 を備え得る。実施形態において、スイッチキャパシタンスサブ回路 56 は、電気スイッチ 58 と、電氣的に並列に接続された少なくとも 2 つのキャパシタ C₁ 及び C₂ を備える。図 7 に示すように、3 つのキャパシタ C₁、C₂、及び C₃ は電氣的に並列に接続されており、スイッチ 58 はキャパシタ C₁ とキャパシタ C₂ との間に示されている。実施形態において、インピーダンス整合回路 40 の静電容量は、マスタ制御ユニット 44 によってスイッチ 58 をオン及びオフに調整することによって調整することができ、それによりインピーダンス整合サブ回路 40 内のキャパシタを動的に接続または切断し、結果として生じるインピーダンスを調整する。

40

【0059】

図 8 A は、スイッチキャパシタンスサブ回路 56 の代替実施形態を示し、この場合にスイッチ 58 は、電氣的に並列に接続されたキャパシタ C₄ とキャパシタ C₅ との間に電氣的に接続されている。さらに、インダクタ L₁ 及び抵抗器 R₁ がキャパシタ C₄ 及びキャパシタ C₅ に電氣的に接続されている。図 8 B は、スイッチキャパシタンスサブ回路 56 の代替実施形態を示し、トランスミッタモジュール回路 18 またはレシーバモジュール回路 24 内に組み込まれ得る第 1 及び第 2 のスイッチ 58、抵抗器 R₂、R₃、及び R₄、キャパシタ C₆ 及び C₇、及びダイオード D₁ ~ D₄ を備えてインピーダンス整合回路 40 のインピーダンスを動的に調整する。

50

【 0 0 6 0 】

図 9 乃至図 1 2 は、本出願のトランスミッタモジュール回路 1 8 の実施形態を示す電氣的な概略図である。実施形態において、トランスミッタモジュール回路 1 8 は、インピーダンス整合サブ回路 4 0 と、電力サブ回路 6 0 と、レシーバモジュール検知サブ回路 4 2、熱検知サブ回路 5 0、物体検知サブ回路 5 2、またはそれらの組合せなどの検知サブ回路 6 2 とを備える。実施形態において、電力サブ回路 6 0 は、電源 4 6 から受け取った電力を変更及び構成してトランスミッタモジュール 1 2 を備える種々の回路に電力供給し、レシーバモジュール 1 4 への無線伝送に供される電力を供給する。

【 0 0 6 1 】

図 9 及び図 1 0 に示す実施形態に示されるように、電力サブ回路 6 0 は、ハーフブリッジドライバ回路などのドライバサブ回路 3 8 を備える。これに代えて、ドライバサブ回路 3 8 の代わりに、電力サブ回路 6 0 がマスタ制御ユニット 4 4 を備えてもよい。電源 4 6 またはトランスミッタホスト装置 2 2 からの電気エネルギーは、トランスミッタドライバサブ回路 3 8 またはマスタ制御ユニット 4 4 によって受け取られる。ドライバサブ回路 3 8 またはマスタ制御ユニット 4 4 は、電力の一部を直流電力から無線伝送に供される交流電力に変換するように構成されている。さらに、ドライバサブ回路 3 8 またはマスタ制御ユニット 4 4 は、受け取った電力の電圧の大きさを調整するように構成され得る。ドライバサブ回路 3 8 またはマスタ制御ユニット 4 4 は、また、電力を供給して、トランスミッタモジュール 1 2 を備える他の構成要素を動作させるように構成されている。

【 0 0 6 2 】

図 9 及び図 1 0 に示すトランスミッタ回路の実施形態は、電力サブ回路 6 0 に加えて、さらに、レシーバモジュール検知サブ回路 4 2 の異なる実施形態を示す。図 9 の実施形態に示すように、レシーバモジュール検知サブ回路 4 2 は、電氣的に直列に接続された抵抗器 R 5 及び抵抗器 R 6 と、抵抗器 R 5 に電氣的に直列に接続されたダイオード D 5 と、抵抗器 R 5 と抵抗器 R 6 との間に電氣的に接続されたキャパシタ C 1 1 とを備えるエンベロープトラッカサブ回路 6 4 を備える。エンベロープトラッカ回路 6 4 は、抵抗器 R 5 と抵抗器 R 6 との間に存在するノード 6 6 にアナログ電圧信号を生成するように構成されている。実施形態において、アナログ電圧は、マスタ制御ユニット 4 4 に電氣的に接続されたアナログデジタル変換器（不図示）によって受け取られる。実施形態において、レシーバモジュール 1 4 がトランスミッタアンテナ 2 0 から発せられる磁界内に配置される場合、レシーバモジュール 1 4 内のレシーバアンテナ 2 6 が発振し始める。トランスミッタアンテナ 2 0 から発せられる磁界内のレシーバアンテナ 2 6 の存在は、トランスミッタアンテナ 2 0 とレシーバアンテナ 2 6 との間の電気結合を確立し、トランスミッタアンテナ 2 0 によって検出される電気インピーダンスの変動を生じる。レシーバモジュール 1 4 のレシーバアンテナ 2 6 が磁界内に配置されたときに結果として生じる電気インピーダンスのこの変化は、ノード 6 6 に電圧の変化を生じる。したがって、この電圧信号はトランスミッタモジュール 1 2 のマスタ制御ユニット 4 4 に警告し、マスタ制御ユニット 4 4 は次いでトランスミッタモジュール 1 2 からレシーバモジュール 1 4 への電気エネルギーの伝送を開始する。例えば、電圧検知信号からトランスミッタホスト装置 2 2 またはトランスミッタマスタ制御ユニット 4 4 によって 0 より大きい電圧が検出される場合、レシーバモジュール 1 4 が存在すると判定する。実施形態において、レシーバモジュール 1 4 が存在すると判定される場合、ドライバサブ回路 3 8 またはトランスミッタマスタ制御ユニット 4 4 がアクティブ化され、トランスミッタホスト装置 2 2 または電源 4 6 からの電力が、トランスミッタアンテナ 2 0 によってレシーバモジュール 1 4 に無線伝送される。

【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、エンベロープトラッカ回路 6 4 の代替実施例を示す。抵抗器 R 7、R 8、ダイオード D 6、及びキャパシタ C 1 5 に加えて、エンベロープトラッカ回路 6 4 は、集積回路 6 8、キャパシタ C 1 6、及び抵抗器 R 9 及び R 1 0 を備えた集積サブ回路 6 7 を備える。実施形態において、集積サブ回路 6 7 は、ノード 6 9 で受け取ったアナログ電圧を、トランスミッタモジュール回路 1 8 内のマスタ制御ユニット 4 4 によって受け取られるデ

10

20

30

40

50

デジタル信号に変換するように構成されている。

【 0 0 6 4 】

図 1 1 及び図 1 2 は、トランスミッタモジュール回路 1 8 の代替実施形態を示す。特に、図 1 1 及び図 1 2 は、電力サブ回路 6 0 の代替実施形態を示す。図示するように、図 1 1 及び図 1 2 の電力サブ回路 6 0 は、電界効果トランジスタ Q 1 (図 1 1) 及び電界効果トランジスタ Q 2 (図 1 2) を備える。実施形態において、図 1 1 及び図 1 2 の電力サブ回路 6 0 は、トランスミッタアンテナ 2 0 を駆動して無線電力伝送を可能にするように構成されている。実施形態において、図 1 1 に示すように、電力サブ回路 6 0 は、マスタ制御ユニット 4 4 からの、または、トランスミッタホスト装置 2 2 内に存在して (F E T) Q 1 及び無線電力伝送を制御する必要な入力信号を生成する信号発生器などの他の信号発生器からの制御信号によってターンオン及びターンオフされる電界効果トランジスタ (F E T) Q 1 を備える。図 1 1 に示す実施形態において、電力サブ回路 6 0 は、さらに、抵抗器 R 1 1 、キャパシタ C 1 1 、 C 1 8 、及びインダクタ L 3 ~ L 5 を備える。

10

【 0 0 6 5 】

実施形態において、図 1 2 に示すように、電界効果トランジスタ (F E T) Q 2 は、抵抗器 R 1 9 ~ R 2 1 、インダクタ L 6 、及びキャパシタ C 2 5 ~ C 2 8 と集積回路 7 2 及び 7 4 とを備えた電力増幅器 6 0 に電氣的に接続されて、直流の (D C) 電圧入力を、トランスミッタアンテナ 2 0 を駆動して無線電力伝送を可能にする交流の (A C) 増幅された電圧信号に変化させる。

【 0 0 6 6 】

20

電力サブ回路 6 0 に加えて、図 1 1 及び図 1 2 に示すトランスミッタモジュール回路 1 8 の実施形態は、さらに、レシーバモジュール検知サブ回路 4 2 の種々の実施形態を示す。図 1 1 に示すように、レシーバ検知サブ回路 4 2 は、キャパシタ C 2 1 ~ C 2 3 、抵抗器 R 1 2 ~ R 1 7 、及びダイオード D 8 を備えた演算増幅器 7 6 を備える。図示するように、電気インピーダンスの変化は、トランスミッタアンテナ 2 0 とキャパシタ C 1 9 及び C 2 0 を備えるインピーダンス整合回路 4 0 との間に存在するノード 7 8 で検出される。電気インピーダンスは、次いで、ダイオード D 7 、抵抗器 R 1 8 、及びキャパシタ C 2 4 によってノード 8 0 における電流信号に変換される。電流信号は、ノード 8 0 において受け取った検知信号を増幅するように構成された演算増幅器 7 6 によって受け取られる。実施形態において、演算増幅器 7 6 は、また、エンベロープ検出器電圧をレシーバが存在するか否かを判定するための設定閾値に対して比較する比較器として作用し、マスタ制御ユニット 4 4 にデジタル信号 (すなわち、 「ロー」 (二進の 0) または 「ハイ」 (二進の 1) 信号) を出力するように構成され得る。

30

【 0 0 6 7 】

増幅された信号は、次いで、マスタ制御ユニット 4 4 によって受け取られる。実施形態において、検知信号を増幅することは、検出の分解能を増大させることによってレシーバモジュール 1 4 の存在に対する検出の精度を増大させる。図 1 2 に示すさらに他の実施形態において、レシーバ検知サブ回路 4 2 は、電気インピーダンス信号変換サブ回路 8 2 及び検知制御サブ回路 8 4 を備える。実施形態において、電気インピーダンス信号変換サブ回路 8 2 は、ダイオード D 9 と、キャパシタ C 3 4 に電氣的に並列に接続された抵抗器 R 2 5 とを備える。検知制御サブ回路 8 4 は、集積回路 8 6 、抵抗器 R 2 2 ~ R 2 7 、及びキャパシタ C 3 1 ~ C 3 3 を備える。実施形態において、ノード 8 8 における電気インピーダンスは、ダイオード D 9 、抵抗器 R 2 5 、及びキャパシタ C 3 4 によってノード 9 0 における電流信号に変換される。電流信号は、検知制御サブ回路 8 4 内の集積回路 8 6 によって受け取られる。実施形態において、集積回路 8 6 は、電流信号を、マスタ制御ユニット 4 4 に送られてレシーバモジュール 1 4 の存在を通知する電気データ信号に変換するように構成されている。

40

【 0 0 6 8 】

図 1 3 は、本発明のレシーバモジュール 1 4 内に存在するレシーバモジュール回路 2 4 の実施形態のブロック図を示す。レシーバモジュール回路 2 4 は、トランスミッタモジュー

50

ル 1 2 のトランスミッタアンテナ 2 0 からニアフィールド磁気結合を介して無線伝送される電力を受け取るように構成されている。図 1 3 に示すように、レシーバモジュール回路 2 4 は、レシーバアンテナ 2 6、レシーバインピーダンス整合サブ回路 9 2、整流器 9 4、及び電圧レギュレータ 9 6 を備える。図示するように、レシーバアンテナ 2 6 は、整流器 9 4 及び電圧レギュレータ 9 6 に電氣的に接続されたレシーバインピーダンス整合回路 9 2 に電氣的に接続されている。実施形態において、レシーバインピーダンス整合回路 9 2 は、レシーバモジュール 1 4 の電気インピーダンスを調整して、トランスミッタモジュール 1 2 の電気インピーダンスに整合するように構成されている。整流器 9 4 は、受け取った電力を交流電力から直流電力に変化させるように構成されている。電圧レギュレータ 9 6 は、無線により受け取った電力の電圧の大きさを調整するように構成されている。

10

【 0 0 6 9 】

図 1 4 は、図 1 3 に示すレシーバモジュール回路 2 4 の実施例形態の電氣的な概略図である。図示するように、インダクタ L 9 を備えるレシーバアンテナ 2 6 は、キャパシタ C 3 5 ~ C 3 7 を備えるインピーダンス整合サブ回路 9 2 に電氣的に接続されている。インピーダンス整合サブ回路 9 2 は、ダイオード D 1 0 ~ D 1 3 を備える整流器 9 4 と、低ドロップアウト線形電圧レギュレータを備える電圧レギュレータ 9 6 とに電氣的に接続されている。

【 0 0 7 0 】

図 1 5 は、本出願のレシーバモジュール 1 4 内のレシーバモジュール回路 2 4 の代替実施形態を示すブロック図である。図示するように、レシーバモジュール回路 1 4 は、レシーバアンテナ 2 6、電気インピーダンス整合サブ回路 9 2、電圧ダブラスブ回路 9 8、電圧レギュレータ 9 6、及びレシーバマスタ制御ユニット 1 0 0 を備える。実施形態において、レシーバアンテナ 2 6 は、電気インピーダンス整合回路 9 2 に電氣的に接続されており、電気インピーダンス整合回路 9 2 はレシーバアンテナ 2 6 の電気インピーダンスを、トランスミッタアンテナ 2 0 の駆動周波数において電力発生器または負荷の特性インピーダンスに動的に調整及び整合するように構成されている。実施形態において、インピーダンス整合回路 9 2 は、電圧ダブラスブ回路 9 8 に電氣的に接続されており、電圧ダブラスブ回路 9 8 は、無線により受け取った電力を交流電力から直流電力に整流するように設計されている。電圧ダブラ回路 9 8 は、また、無線により受け取った電力の電圧を増加させる、すなわち 2 倍にするように構成されている。実施形態にさらに示すように、電圧ダブラスブ回路 9 8 は電圧レギュレータ 9 6 に電氣的に接続されており、電圧レギュレータ 9 6 は、無線により受け取った電力の電圧の大きさをさらに調整するように設計されている。電圧レギュレータ 9 6 は、レシーバマスタ制御ユニット 1 0 0 に電氣的に接続されている。実施形態において、レシーバマスタ制御ユニット 1 0 0 は、レシーバモジュール 1 4 内のレシーバモジュール回路 2 4 を動作させるように構成されている。実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 から無線により受け取られてレシーバモジュール回路 2 4 によって変更された電力は、ホスト装置に電力供給するために用いられ、及び/または電気化学セルまたはキャパシタなどの蓄電装置 1 0 2 を電氣的に充電するために用いられ得る。

20

30

【 0 0 7 1 】

図 1 6 は、図 1 5 に示すレシーバモジュール回路 2 4 の電氣的な概略図を示す。図示するように、インダクタ L 1 0 を備えるレシーバアンテナ 2 6 は、少なくとも 1 つのキャパシタを備える電気インピーダンス整合サブ回路 9 2 に電氣的に接続されている。図示するように、電気インピーダンス整合サブ回路 9 2 はキャパシタ C 4 0 ~ C 4 2 を備える。図 1 6 にさらに示すように、電気インピーダンス整合回路 9 2 は、ダイオード D 1 4、D 1 5 及びキャパシタ C 4 3 を備える電圧ダブラスブ回路 9 8 に電氣的に接続されている。レシーバモジュール回路 2 4 内の電圧ダブラスブ回路 9 8 の組み込みは、無線により受け取った電力を整流し、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 との間の離間距離 1 6 を越えて伝送され得る電力の量を増大させる。さらに、電圧レギュレータ 9 6 を備える電圧レギュレータサブ回路 9 7 は、抵抗器 R 2 8 ~ R 3 0 及びキャパシタ C 4

40

50

４及びＣ４５に電氣的に接続されており、電圧ダブラーサブ回路９８に電氣的に接続されている。

【００７２】

実施形態において、電圧ダブラーサブ回路９８は、レシーバモジュール回路２４が感じる電気インピーダンスの減少に起因して増大したシステム効率を可能にする。実験結果は、レシーバモジュール回路２４内の電圧ダブラーサブ回路９８の組み込みは、無負荷条件下で回路２４の電気インピーダンスを約３０１ から約３１ に減少させ、全負荷条件下で電気インピーダンスを約１５４ から約４．９ に減少させ、９７％もの電気インピーダンスの減少である。電圧ダブラーサブ回路９８がレシーバモジュール回路２４の電気インピーダンスを著しく減少させるため、レシーバモジュール回路２４内の電圧ダブラーサブ回路９８の組み込みは、こうして所与の周波数においてモジュール離間距離１６を越えてより大きい量の電力の伝送を生じる。また、電圧ダブラーサブ回路９８は、減少した構成要素サイズと増加したシステム性能とを可能にする。その上、電圧ダブラーサブ回路９８は、システム１０の動作、特に、他の整流トポロジー（例えば、全波整流器）と比較してより広いモジュール離間距離１６を越える電気エネルギー及びデータの無線転送を可能にする。例えば、電圧ダブラーサブ回路９８を用いて構成された本発明のレシーバモジュール１４は、約０．５ｍｍ～約５ｍｍのモジュールの離間距離１６を越える電気エネルギー及び／またはデータの無線転送を可能にする。比較として、電圧ダブラーサブ回路９８を用いて構成されていないレシーバモジュールは、約０．５ｍｍ～約２ｍｍのモジュール離間距離１６を越える電気エネルギー及び／またはデータの転送を可能にする。したがって、電圧ダブラーサブ回路９８は、モジュール離間距離１６の約１００パーセントまたは約２倍だけモジュール離間距離１６の増大を可能にする。また、より近い離間距離において、ゲートドライバまたはＦＥＴ電力段の電気インピーダンスが減少して増加した無線電力送達を可能にする。

【００７３】

図１７は、本出願のレシーバモジュール回路２４の実施形態のブロック図を示す。図示するように、レシーバマスタ制御ユニット１００、レシーバアンテナ２６、整流器９４、及び電圧レギュレータ９６に加えて、レシーバモジュール回路２４が熱検知サブ回路１０４を用いて構成され得る。実施形態において、熱検知サブ回路１０４は、レシーバモジュール１４内の温度をモニタするように構成されている。実施形態において、レシーバマスタ制御ユニット１００が熱検知サブ回路１０４を通してレシーバモジュール内の温度が約２０ から約５０ に上昇することを検出する場合、レシーバマスタ制御ユニット１００はレシーバモジュール１４の動作を阻止する。さらに、レシーバモジュール１４は、トランスミッタモジュール１２との間でデータを送受信するように構成され得る。実施形態において、レシーバモジュール１４は、トランスミッタモジュール１２からのデータを変調及び復調してトランスミッタモジュール１２との間の通信を可能にするように構成され得る。実施形態において、本出願の無線コネクタシステム１０は、帯域内振幅、位相、及び／または周波数シフトキーイング通信などの帯域内通信用に構成され得る。さらに、本出願の無線コネクタシステム１０は、帯域外通信用に構成されてもよい。帯域内通信は、無線電力信号にわたる情報／データの転送に基づく。無線電力信号はキャリア周波数であり、種々の方法（振幅、周波数、及び位相）によりこのキャリア周波数を変調してデータを送達する。帯域外通信は、無線電力信号とは別の外部信号を利用してデータ／通信を送達する。

【００７４】

図１８Ａ～１８Ｄは、レシーバモジュール回路２４及び／またはトランスミッタモジュール回路１８内で利用され得るインピーダンス整合サブ回路４０、９２の実施形態を示す。図示するように、図１８Ａの実施形態において、インピーダンス整合回路４０、９２は、電氣的に並列に接続された２つのキャパシタＣ４６及びＣ４８と、キャパシタＣ４６とキャパシタＣ４８との間に電氣的に接続された分路キャパシタＣ４７とを備え得る。図１８Ｂは、分路キャパシタＣ５０がキャパシタＣ４９とキャパシタＣ５１との間に電氣的に並

10

20

30

40

50

列に接続された実施形態を示す。図 18 C は、電気インピーダンス整合回路が受信アンテナまたはトランスミッタアンテナの正極側に電氣的に接続された少なくとも 1 つのキャパシタ C 5 2 を備え得る実施形態を示す。図 18 D は、2 つのキャパシタ C 5 3 及び C 5 4 がそれぞれ、受信アンテナまたはトランスミッタアンテナのそれぞれ正極端子及び負極端子に電氣的に接続された実施形態を示す。

【 0 0 7 5 】

実施形態において、図 18 A または図 18 B に示されたものなどの分路キャパシタを組み込むことによって、電力をより大きい離間距離 1 6 を越えて伝送することが可能になる。実施形態において、直列のみの調整トポロジと比較して、分路キャパシタを用いて、受け取った電圧をレシーバ整流器 3 4 内へと昇圧する。分路キャパシタは、ある距離において転送され得る電力の大きさを増加させるとともにシステムの最大動作距離を増加させるために、アンテナの抵抗を変化させることを可能にする。実施形態において、図 18 A または図 18 B に示すように、レシーバモジュール回路 2 4 の電気インピーダンス整合サブ回路 9 2 内に分路キャパシタを組み込むことによって、電力を 2 mm の離間距離にわたって無線伝送することが可能になる。発明者等は、レシーバモジュール 1 4 のレシーバモジュール回路 2 4 の電気インピーダンス整合サブ回路 9 2 内に分路キャパシタを用いない場合、電力の無線伝送が及ぶ離間距離が短くなることを見出した。例えば、発明者等は、同じ大きさの伝送電力に対し、分路キャパシタを備えないレシーバモジュールと比較して、約 5 0 パーセント長い離間距離 1 6 にわたって電力を無線伝送することが可能になることを見出した。

【 0 0 7 6 】

図 1 9 ~ 図 2 2 は、トランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 を備える無線コネクタシステム 1 0 の実施形態を示す。図示するように、トランスミッタモジュール 1 2 は、トランスミッタモジュール回路 1 8 及びトランスミッタアンテナ 2 0 を内部に収容するトランスミッタモジュールハウジング 1 0 6 を備える。レシーバモジュール 1 4 は、レシーバモジュール回路 2 4 及びレシーバアンテナ 2 6 を内部に収容するレシーバモジュールハウジング 1 0 8 を備える。実施形態において、トランスミッタモジュールハウジング 1 0 6 とレシーバモジュールハウジング 1 0 8 とのいずれかまたは両方は、ハーメチックシールされている。実施形態において、トランスミッタモジュールハウジング 1 0 6 とレシーバモジュールハウジング 1 0 8 との少なくとも一方は、高分子材料、金属、セラミック材料、またはそれらの組み合わせからなり得る。さらに、トランスミッタモジュールハウジング 1 0 6 とレシーバモジュールハウジング 1 0 8 とのいずれかまたは両方は、封止材料（不図示）内に埋め込まれ得る。この封止材料は、モジュール 1 2、1 4 の回路を保護するのに役立ち、ハーメチックシールを確保するのに役立つ。なお、無線コネクタシステムの動作中に、トランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 は、モジュール離間距離 1 6 がモジュール 1 2 とモジュール 1 4 との間にわたるように配置されている。実施形態において、モジュール離間距離 1 6 は、約 0 . 1 mm ~ 約 5 mm の範囲にわたり得る。実施形態において、システムの動作中におけるトランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 との間のモジュール離間距離またはキャップ 1 6 は、約 0 . 1 mm ~ 約 2 mm の範囲にわたる。実施形態において、本発明の無線コネクタシステム 1 0 は、5 MHz より大きい周波数で約 1 mW ~ 約 2 0 0 mW を無線伝送するように構成されている。実施形態において、無線コネクタシステム 1 0 は、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 との間において、約 1 MHz ~ 約 5 0 MHz の範囲にわたる周波数で約 1 mW ~ 約 2 0 0 mW を無線送信するように構成されている。実施形態において、無線コネクタシステム 1 0 は、限定されるものではないが、1 0 0 kHz、6 . 7 8 MHz、1 0 MHz、1 3 . 5 6 MHz、2 7 . 1 2 MHz、4 3 3 MHz、9 1 5 MHz、1 . 8 GHz、2 . 4 GHz、6 0 GHz、及び 5 . 7 GHz を含み得る任意の周波数または複数の周波数で動作し得る。さらに、このような周波数は、認可周波数帯域を含み得る。

【 0 0 7 7 】

実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 の両方はコンパクトなサイズである。実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 は、トランスミッタモジュール近位端 1 1 2 からトランスミッタモジュール遠位端 1 1 4 まで延びる長さ 1 1 0 を有する。このトランスミッタモジュール 1 2 はこの長さ 1 1 0 にほぼ垂直な方向のトランスミッタモジュール幅 1 1 6 を有する。実施形態において、レシーバモジュール 1 4 は、レシーバモジュール近位端 1 2 2 からレシーバモジュール遠位端 1 2 4 まで延びる長さ 1 2 0 を有する。このレシーバモジュール 1 4 は、長さ 1 2 0 にほぼ垂直な方向のレシーバモジュール幅 1 2 6 を有する。図 1 9 に示すように、実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 は、トランスミッタモジュール長さ 1 1 0 にほぼ垂直に延在するトランスミッタモジュール高さ 1 1 8 を有する。実施形態において、レシーバモジュール 1 4 は、レシーバモジュール長さ 1 2 0 にほぼ垂直に延びるレシーバモジュール高さ 1 2 8 を有する。

10

【 0 0 7 8 】

実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 のいずれかまたは両方は、表面実装されるように構成されている。実施形態において、図 2 2 に示すように、複数のブラケット 1 3 0 が、モジュール 1 2、1 4 をそれぞれのホスト装置の回路基板 1 3 2 に対して支持し、電氣的に接続する。さらに、図 2 1 に示すように、モジュール 1 2、1 4 の各々は、トランスミッタモジュールハウジング 1 0 6 及び/またはレシーバモジュールハウジング 1 0 8 の外面の内側に存在する複数のキャストレーション 1 3 4 を備え得る。これらのキャストレーション 1 3 4 は、表面実装（不図示）が内部に配置され得るスペースを提供して、モジュール 1 2、1 4 を表面に機械的に固定し、ホスト装置への電氣的接続を与える。

20

【 0 0 7 9 】

実施形態において、図 2 3 に示すように、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 の少なくとも一方は、モジュールハウジング 1 0 6、1 0 8 の外面のエッジに配置された複数の金属パッド 1 3 6 を備える。これらの金属パッド 1 3 6 は、回路基板 1 3 2 またはホスト装置 2 2、2 8 にモジュール 1 2、1 4 の電気接点を与えるように設計されている。また、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 との少なくとも一方は、モジュールハウジング 1 0 6、1 0 8 の外面から外側に延在する少なくとも 1 つのポスト 1 3 8 を備え得る。これらのポスト 1 3 8 は、少なくとも 1 つのトランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 を回路基板 1 3 2 またはホスト装置 2 2、2 8 に対して支持し、機械的に固定する。さらに、モジュール 1 2、1 4 は、溶接、半田付け、ピンなどの締結具、ばね接触などの使用によってそれらのそれぞれのホスト装置に電氣的に接続され得る。

30

【 0 0 8 0 】

図 2 4 は、モジュール 1 2、1 4 内のそれぞれのハウジング 1 0 6、1 0 8 内の構造の実施形態を示す。実施形態において、モジュール 1 2、1 4 の各々は、それぞれのトランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 と、トランスミッタモジュール 1 2 またはレシーバモジュール 1 4 のハウジング 1 0 6、1 0 8 内に存在するモジュール回路基板とを備えて構成されている。実施形態において、トランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 はトランスミッタモジュールハウジング 1 0 6 内に存在し、レシーバモジュール回路基板 1 4 2 はレシーバモジュールハウジング 1 0 8 内に存在する。実施形態において、トランスミッタアンテナ 2 0 及びレシーバアンテナ 2 6 は、それらのそれぞれのモジュール 1 2、1 4 の遠位端におけるハウジング 1 0 6、1 0 8 内に存在する。実施形態において、トランスミッタモジュール 1 4 0 とレシーバモジュール回路基板 1 4 2 はそれぞれのトランスミッタモジュールハウジング 1 0 6 およびレシーバモジュールハウジング 1 0 8 のそれぞれのモジュール 1 2 および 1 4 の近位端にある。実施形態において、フレックスコネクタ、基板間コネクタ、ピンソケットコネクタ、ばね接触コネクタ、ポゴピンコネクタ、スルーホールピン半田コネクタ、半田付けワイヤコネクタ、またはそれらの組み合わせを用いて、トランスミッタアンテナ 2 0 はトランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 に電気

40

50

的に接続されている。

【 0 0 8 1 】

実施形態において、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 の少なくとも一方は、そのハウジング 1 0 6、1 0 8 内に配置された電気絶縁性の非磁性材料からなるスペーサ 1 4 4 をもって構成してもよい。実施形態において、少なくとも 1 つのスペーサ 1 4 4 は、それぞれハウジング 1 0 6、1 0 8 内の、トランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 またはレシーバモジュール回路基板 1 4 2 と送信アンテナ 2 0 または受信アンテナ 2 6 との間に配置されている。実施形態において、少なくとも 1 つの遮蔽材料 1 4 6 は、トランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 とのいずれかまたは両方のハウジング 1 0 6、1 0 8 内に配置され得る。実施形態において、少なくとも 1 つの遮蔽材料 1 4 6 は、それぞれハウジング 1 0 6、1 0 8 内の、トランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 またはレシーバモジュール回路基板 1 4 2 とトランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 との間に配置されている。実施形態において、少なくとも 1 つの遮蔽材料 1 4 6 は、トランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 またはレシーバモジュール回路基板 1 4 2 と少なくとも 1 つのスペーサ 1 4 4 との間に配置され得る。実施形態において、少なくとも 1 つの遮蔽材料 1 4 6 は、少なくとも 1 つのスペーサ 1 4 4 とトランスミッタモジュールアンテナ 2 0 またはレシーバモジュールアンテナ 2 6 との間に配置され得る。図 2 5 に示す例に示されるように、トランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 は、それぞれのモジュール 1 2、1 4 の遠位端に配置されている。スペーサ 1 4 4 はアンテナ 2 0、2 6 の近位に配置されており、遮蔽材料 1 4 6 はスペーサ 1 4 4 の近位に配置されており、トランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 またはレシーバモジュール回路基板 1 4 2 はモジュール 1 2、1 4 の近位端に配置されている。実施形態において、本発明の無線コネクタシステム 1 0 の動作中に、トランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 のそれぞれのアンテナ 2 0、2 6 は、モジュール離間距離 1 6 を隔てて互いに対向配置されている。さらに、以下の表 1 は、ハウジング 1 0 6、1 0 8 内の位置の様々なシーケンスを示す。なお、位置 1 はモジュールの近位端 1 1 2、1 2 2 であり、位置 4 はモジュール 1 2、1 4 のそれぞれの遠位端 1 1 4、1 2 4 である。位置 2 は位置 1 の遠位にあり、位置 3 は位置 2 の遠位にある。

【表 1】

| 実施例 | 位置 1 | 位置 2 | 位置 3 | 位置 4 |
|-----|------|------|------|------|
| 1 | 回路基板 | スペーサ | スペーサ | アンテナ |
| 2 | 回路基板 | シールド | スペーサ | アンテナ |
| 3 | 回路基板 | シールド | シールド | アンテナ |
| 4 | 回路基板 | スペーサ | シールド | アンテナ |

【 0 0 8 2 】

実施形態において、回路基板はトランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 またはレシーバモジュール回路基板 1 4 2 の一方でよく、アンテナはトランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 の一方でよい。スペーサ 1 4 4 は、空気、FR4、高分子材料、またはそれらの組み合わせなどの電気絶縁性材料から成る。遮蔽材料 1 4 6 は、フェライト材料、金属、またはそれらの組み合わせから成る。なお、表 1 の実施例 3 及び実施例 4 に詳述されているように、遮蔽材料 1 4 6 をトランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 に近づけて配置すると、電気インダクタンスが増大し、その結果としてトランスミッタモジュール 1 2 とレシーバモジュール 1 4 との間の相互インダクタンスが改善される。

【 0 0 8 3 】

さらに図 2 5 に示すように、導電ブラケット 1 3 0 はトランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 のそれぞれの回路基板 1 4 0、1 4 2 をホスト装置に電氣的に接

続する。図 2 5 及び図 2 6 に示す実施形態に示すように、ホスト装置は回路基板である。図 2 6 は、導電ブラケット 1 3 0 が位置 1 と位置 2 との間に配置されたさらなる実施形態を示す。図 2 6 に詳細に示すように、ブラケット 1 3 0 はトランスミッタ回路基板 1 4 0 またはレシーバ回路基板 1 4 2 と遮蔽材料 1 4 6 との間に配置されている。これに代えて、ブラケット 1 3 0 は、トランスミッタ回路基板 1 4 0 またはレシーバ回路基板 1 4 2 とスペーサ 1 4 4 との間に配置されてもよい。

【 0 0 8 4 】

図 2 7 ~ 図 3 4 は、ハイブリッドリジッドフレックスプリント回路基板構成を有するトランスミッタモジュール 1 4 8 及びレシーバモジュール 1 5 0 の代替実施形態を示す。この構成において、トランスミッタモジュール電力回路基板 1 5 2 またはレシーバモジュール電力回路基板 1 5 4 のいずれかのモジュール電力回路基板は、それぞれトランスミッタアンテナアセンブリ 1 5 6 またはレシーバアンテナアセンブリ 1 5 8 のいずれかのアンテナアセンブリに電氣的に接続されている（図 2 7）。電気ブリッジまたは電気コネクタ 1 6 0 は、アンテナアセンブリ 1 5 6、1 5 8 とモジュール電力回路基板 1 5 2、1 5 4 との間に延在してこれらを電氣的に接続する。この構成を用いて、1 つまたは複数のリジッド（F R 4）回路基板レイヤの内側にトランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 を備える 1 つまたは複数のフレキシブルプリント回路（F P C）レイヤを封止することによって、トランスミッタモジュール回路基板 1 4 0 とトランスミッタアンテナ 2 0 との間、及び / またはレシーバモジュール回路基板 1 4 2 とレシーバアンテナ 2 6 との間の接続を設けることができる。

【 0 0 8 5 】

図 2 7 は、本発明のハイブリッドリジッドフレックスプリント回路基板構成を有するトランスミッタモジュール 1 4 8 及びレシーバモジュール 1 5 0 を備える構成要素の実施形態を示す。図示するように、トランスミッタモジュール電力回路基板 1 5 2 またはレシーバモジュール電力回路基板 1 5 4 のいずれかのモジュール電力回路基板は、電気コネクタ 1 6 0 によって、それぞれトランスミッタアンテナアセンブリ 1 5 6 またはレシーバアンテナアセンブリ 1 5 8 のいずれかのアンテナアセンブリに電氣的に接続されている。実施形態において、電気ブリッジまたは電気コネクタ 1 6 0 は、柔軟性を有し、曲げることが可能である。実施形態において、電気ブリッジまたは電気コネクタ 1 6 0 は、1 つまたは複数の銅シート、回路コネクタリボン、フレキシブルリボン、電気フレックスコネクタ、導電性リボン、またはそれらの組み合わせから成る。

【 0 0 8 6 】

実施形態において、トランスミッタモジュール電力回路基板 1 5 2 及びレシーバモジュール電力回路基板 1 5 4 は、実質的に剛性で且つ多様なトランスミッタモジュール電力回路基板電気部品 1 6 2 またはレシーバモジュール電力回路基板電気部品 1 6 4 を支持する F R 4 またはプリント回路基板などの基板 1 6 6 から成る。実施形態において、これらの電気部品 1 6 2、1 6 4 は、それぞれトランスミッタモジュール電力回路基板 1 5 2 及びレシーバモジュール電力回路基板 1 5 4 の外面に実装される面であり。

【 0 0 8 7 】

実施形態において、トランスミッタアンテナアセンブリ 1 5 6 及びレシーバアンテナアセンブリ 1 5 8 は、トランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 を支持するリジッドプリント回路基板または F R 4 基板などの基板 1 6 8 を備える。図 2 7 に示すように、基板 1 6 8 は、トランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 のいずれかを支持する。フェライト材料のレイヤなどの遮蔽材料 1 7 0 は、トランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 上に配置されている。実施形態において、フェライト材料シートなどの遮蔽材料 1 7 0 は、接着剤を用いてトランスミッタアンテナ 2 0 またはレシーバアンテナ 2 6 に積層または接着してもよい。

【 0 0 8 8 】

実施形態において、図 2 8 に示すように、アンテナアセンブリ 1 5 6、1 5 8 は、それぞれ、モジュール電力回路基板 1 5 2、1 5 4 上に折りたたまれてトランスミッタモジュール

ルアセンブリ 172 またはレシーバモジュールアセンブリ 174 を形成する。実施形態において、図 29 に示すように、フェライト材料などの第 2 の遮蔽材料 176 は、アンテナアセンブリ 156、158 とモジュール電力回路基板 152、154 との間に配置され得る。この構成は、限定されるものではないが、以下のものを含む多くの利益をもたらす。

1. アンテナアセンブリ 156、158 とモジュール電力回路基板 162、164 との間の連続的な接続。実施形態において、アンテナアセンブリ 156、158 は、アンテナ 20、26 の導通配線がモジュール電力回路基板 162、164 に直接接続するように配置され得る。この構成は、全体の電気インピーダンスを低減する。

2. アンテナアセンブリ 156、158 及びモジュール電力回路基板 162、164 は単一の構造（すなわち、トランスミッタモジュールアセンブリ 172 またはレシーバモジュールアセンブリ 174）を有し、これによって、接続信頼性及び製造歩留まりを向上させ、ディスクリート部品の数、複雑さ及びアセンブリコストを低減する。

3. 当該構造は、大規模製造を可能にする、より簡略化された製造プロセスを可能にする。

4. アンテナと電力基板とを同時に試験することができるため、試験が簡略化される。

【0089】

図 29 は、それぞれレシーバモジュールアセンブリ 172 またはトランスミッタモジュールアセンブリ 174 を備える、本出願のトランスミッタモジュール 148 またはレシーバモジュール 150 の実施形態の分解図を示す。実施形態に示すように、トランスミッタ 148 及び / またはレシーバモジュール 150 は、トランスミッタアンテナアセンブリ 156 またはレシーバアンテナアセンブリ 158 をそれぞれトランスミッタモジュール電力回路基板 152 またはレシーバモジュール電力回路基板 154 から分離するスペーサまたはハウジング構造 178 を備える。これに代えて、ハウジング構造 178 は、トランスミッタモジュールアセンブリ 172 またはレシーバモジュールアセンブリ 174 が配置されるスペースをそれらの間に設け得る。

【0090】

実施形態において、ハウジング構造 178 は、電気絶縁性材料を含み、トランスミッタモジュールアセンブリ 172 またはレシーバモジュールアセンブリ 174 を、ハウジング構造 178 の外面上に配置され得る付加的な遮蔽材料から分離するスペーサとして作用する。図 29 に示す実施形態に示されるように、ハウジング構造 178 の外面上に、フェライト材料などの第 3 の遮蔽材料 180 及び第 4 の遮蔽材料 182 が配置され得る。実施形態において、第 3 の遮蔽材料 180 及び第 4 の遮蔽材料 182 に剛性のある回路基板材料 184 のレイヤが接触配置されて、付加された構造支持体を設け得る。実施形態において、トランスミッタモジュール 148 またはレシーバモジュール 150 は、ハウジング側壁から外側へ延在する保持締結具 186 及び / または位置決めポスト 188 を備え得る。実施形態において、保持締結具 186 及び / または位置決めポスト 188 を用いて、プリント回路基板などのトランスミッタモジュールホスト装置 22 またはレシーバモジュールホスト装置 28 上にモジュール 148、150 を正確に配置する。実施形態において、保持締結具 186 及び / または位置決めポスト 188 は、それぞれのトランスミッタモジュールホスト装置 22 またはレシーバモジュールホスト装置 28 に対してトランスミッタモジュール 12 及び / またはレシーバモジュール 14 を保持する。さらに、保持締結具 186 及び / または位置決めポスト 188 は、それぞれのホスト装置 22、28 に電氣的に接続され得る。

【0091】

図 30 は、モジュールハウジング構造 178 から外側に延在する保持締結具 186 及び位置決めポスト 188 を備える、組み付けられたトランスミッタモジュール 148 またはレシーバモジュール 150 の実施形態を示す。図示するように、ハウジング構造 178 は、トランスミッタモジュール電力回路基板 152 またはレシーバモジュール電力回路基板 154 とトランスミッタアンテナアセンブリ 156 またはレシーバアンテナアセンブリ 158 との間に配置されている。このようにして、保持締結具 186 は、バランスの取れた半田付けを生じるとともに半田リフロープロセス中の部品剥離のおそれを回避するのに役立

10

20

30

40

50

つ部品保持を向上させる。また、保持締結具 186 及び位置決めポスト 188 はモジュール 148、150 の取り付けに対する位置整合ガイドを提供する。

【0092】

図30Aは、図30に示す組み付けられたモジュール12、14の実施形態の断面図を示す。図示するように、モジュール回路基板140、142は、アンテナアセンブリ156、158に対向して配置されている。モジュールスペーサまたはハウジング構造178は、それらの間に配置されている。実施形態において、スペーサ178は、電気部品162、164の配置に対する様々な切除部分を有する中実構造からなり得る。これに代えて、スペーサ178が、電気部品162、164の配置に対して、それらの間に空洞スペースを有して構成されてもよい。実施形態において、スペーサ178は、モジュール回路基板140、142及びアンテナアセンブリ156、158の配置に対してそれらの間に空洞スペースを有して構成され得る。図示するように、接着レイヤ187が、モジュール回路基板140、142及びアンテナアセンブリ156、158をスペーサ178に接着するようになっていてもよい。

10

【0093】

図31乃至図34は、回路基板などのホスト装置22、28に実装された、図27乃至図30に示すトランスミッタモジュール148及びレシーバモジュール150の種々の実施形態を示す。図示するように、モジュール148、150は、ホスト装置回路基板に電氣的に接続されたパッド190を含み得る。また、図34に示すように、モジュール148、150は、ハウジング構造178から外側に延在する位置整合脚192(図34)を備え得る。実施形態において、位置整合脚192は、モジュール148、150がホスト装置22、28の基板194内の開口部に実装される時に、付加的な位置整合支援を提供し、付加的な機械的安定性を提供する。図34に示す実施形態において、トランスミッタモジュール148及びレシーバモジュール150は、ホスト装置回路基板22、28の厚さを貫いて延在する開口部194内に配置され得る。

20

【0094】

図35は、トランスミッタモジュール12、148またはレシーバモジュール14、150のいずれかとともに用いられ得るアンテナ20、26の実施形態の上面図を示す。実施形態において、アンテナ20、26は平坦な螺旋コイル構成をなす。図示された実施形態において、アンテナは、プリント回路基板(PCB)またはフレキシブル回路基板(FCB)に集積された、導電体の交互する4つのレイヤと電気絶縁性レイヤとを備える。図示するように、アンテナ20、26は、電氣的に直列に接続された2つのアンテナセグメントを備える。図示するように、アンテナ20、26は、絶縁性基板198の表面上に堆積された5つのターンの銅配線196を各配線196間に15~200ミクロンのギャップ200を備えた状態に有して構成されている。各セグメントは、電氣的に並列の構成で絶縁性基板198上に配置された導電体(例えば、配線196)を備える。非限定的な例を、本出願の譲渡人に譲渡され、本明細書に全体が組み入れられる、米国特許出願第2017/0040690号、第2017/0040692号、第2017/0040107号、第2017/0040105号、第2017/0040696号、第2017/0040688号(すべてPeralta等)、第2017/0040691、第2017/0040694(Singh等)、第2017/0040693(Luzinski)、及び第2017/0040695(Rajagopalan)に見つけることができる。

30

【0095】

さらに、アンテナ20、26は、複数の導体間に少なくとも1つの絶縁体が配置されたマルチレイヤマルチターン(multi-layer-multi-turn, MLMT)構成を有して構成され得る。トランスミッタモジュール12、148及び/またはレシーバモジュール14、150内に組み込まれ得るMLMT構成を有するアンテナの非限定的な例を、本出願の譲渡人に譲渡され、全体が本明細書に組み入れられる、米国特許第8,610,530号、第8,653,927号、第8,680,960号、第8,692,641号、第8,692,642号、第8,698,590号、第8,698,591号、第8,707,546号

40

50

、第 8 , 7 1 0 , 9 4 8 号、第 8 , 8 0 3 , 6 4 9 号、第 8 , 8 2 3 , 4 8 1 号、第 8 , 8 2 3 , 4 8 2 号、第 8 , 8 5 5 , 7 8 6 号、第 8 , 8 9 8 , 8 8 5 号、第 9 , 2 0 8 , 9 4 2 号、第 9 , 2 3 2 , 8 9 3 号、第 9 , 3 0 0 , 0 4 6 号 (すべて S i n g h 等) に見つけることができる。なお、さらに、本発明の無線コネクタシステム 1 0 内に、限定されるものではないが、I E E E 規格 8 0 2 . 1 5 . 1 などの U H F 無線波周波数の信号を送受信するように構成されたアンテナなどの他のアンテナが組み込まれてもよい。

【 0 0 9 6 】

無線コネクタシステム 1 0 は、効率的で、安定な、かつ信頼できる態様で動作して多様な動作条件及び環境条件を満たすように設計されている。システムは、データ及び / または電気エネルギーが効率的に、かつ最小の損失で伝送されるように、広範囲の熱的及び機械的ストレス環境で動作するように設計されている。さらに、無線コネクタシステム 1 0 は、スケラビリティを可能にする製造技術を用いて、また開発者及び採用者になじみやすいコストで、小さいフォームファクタを有して設計されている。さらに、無線コネクタシステム 1 0 は、広範囲の周波数にわたって動作して広範囲の用途の要件を満たすように設計されている。

10

【 0 0 9 7 】

実施形態において、本システムは、約 1 0 0 μ W ~ 約 1 0 W のオーダーの電力を送信し得る。別の実施形態において、約 1 0 0 W の電力も伝送され得る。特に、トランスミッタモジュール 1 2、1 4 8 とレシーバモジュール 1 4、1 5 0 との間の無線電力転送のメカニズムとしてのニアフィールド磁気結合を考慮すると、より高い動作周波数を選択する場合に、サイズが小さくなるほど、一般に達成しやすくなることは周知である。これは、必要とされる相互インダクタンスと動作周波数との反比例の関係に依るもので、次の式で示される。

20

【 数 1 】

$$M = \frac{V_{induced}}{j * \omega * I_{Tx}}$$

30

ここで、

- ・ $V_{induced}$ はレシーバコイル上の誘導電圧
- ・ I_{Tx} は、トランスミッタコイルを流れる A C 電流
- ・ ω は動作周波数の 2 倍

【 0 0 9 8 】

増大させた電気エネルギーの無線転送を可能にするために必要となる相互インダクタンスが増加することから、A C 損失を参照しながらトランスミッタまたはレシーバのインダクタンスまたは結合を増加させることが必要である。相互インダクタンスは次の関係によって計算することができる。

40

【 数 2 】

$$M = k * \sqrt{L_{Tx} * L_{Rx}}$$

- ・ M はシステムの相互インダクタンス
- ・ k はシステムの結合
- ・ L_{Tx} はトランスミッタコイルのインダクタンス
- ・ L_{Rx} はレシーバコイルのインダクタンス

【 0 0 9 9 】

50

アンテナコイルのフォームファクタが減少するにつれ、レシーバまたはトランスミッタのいずれかで必要となるインダクタンスを得ることは、必要となる多数のターンが配線幅の減少をもたらすため、アンテナコイル抵抗の増加に付随する。抵抗のこの増加は、通常、コイルのクオリティファクタと、システムの全体のコイル間効率とを減少させ、この場合にクオリティファクタは、

【数 3】

$$Q = \frac{\omega * L}{R}$$

10

と定義される。ここで、

・ Q はコイルのクオリティファクタ

・ L はコイルのインダクタンス

・ ω はラジアン / 秒で表したコイルの動作周波数である。あるいは、Hz で表した動作周波数を 2 で除したもの

・ R は動作周波数における等価直列抵抗

そして、コイル間効率は、

【数 4】

20

$$Eff = \frac{k^2 * Q_{Rx} * Q_{Tx}}{(1 + \sqrt{(1 + k^2 * Q_{rx} * Q_{tx}))^2}}$$

と定義される。ここで、

・ Eff はシステムのアンテナ間効率

・ k はシステムの結合

・ Q_{rx} はレシーバのクオリティファクタ

・ Q_{tx} はトランスミッタのクオリティファクタ

【0100】

実施形態において、フェライト遮蔽はアンテナ構造内に組み込まれてアンテナ性能を向上させ得る。フェライト遮蔽材料の選択は、複素透磁率 ($\mu = \mu' - j * \mu''$) が周波数依存であるように、動作周波数に依存する。当該材料は焼結された柔軟性を有するフェライトシートまたは硬いシールドであってもよく、様々な材料組成からなっているもよい。材料の例には、限定されるものではないが、マンガン亜鉛、ニッケル亜鉛、銅亜鉛、マグネシウム亜鉛、及びそれらの組み合わせなどのフェライト材料を含む亜鉛が含まれ得る。

【0101】

40

さらに、無線コネクタシステム 10 の動作周波数及び電力要件に応じて、ハイブリッドリッツ線及び PCB コイルアンテナ構造組み合わせが、電力を効率的に転送するのに必要であり得る。実施形態において、ハイブリッドリッツ線と PCB コイルとの組み合わせは、被覆リッツ線のトランスミッタアンテナ 20 またはレシーバアンテナ 26 を備えることができ、トランスミッタアンテナ 20 またはレシーバアンテナ 26 のもう一方は、図 35 に示すアンテナなどの回路基板の表面上に設けられたコイルを有して構成され得る。およそ 100 kHz ~ 数 MHz の範囲の低域側の動作周波数は、トランスミッタアンテナ 20 とレシーバアンテナ 26 との間にある一定の相互インダクタンスを要し得る。これは、図 35 に示すアンテナなどの、回路基板の表面上に設けられたコイルを備えるレシーバアンテナ 26 と組み合わせた新規なフェライトコアを有するリッツ線構成のトランスミッタアン

50

テナ 20 を用いることによって、達成可能である。

【 0 1 0 2 】

相互インダクタンスを増加させるために、トランスミッタモジュール 12、148 またはレシーバモジュール 14、150 の結合及び / またはインダクタンスを増加させなければならない。しかし、小さいフォームファクタの制約のために、コネクタモジュールの物理的サイズによって結合が制限される。なお、図 35 に示すアンテナなどの、回路基板の表面上に設けられたコイルを備える構成のトランスミッタアンテナ 20 及びレシーバアンテナ 26 を用いることは、アンテナコイルのインダクタンスを増加させるとともに抵抗を増加させ、これによりクオリティファクタ Q 及びアンテナ間効率を減少させ得る。

【 0 1 0 3 】

実施形態において、リッツ線構成及び遮蔽材料のトランスミッタアンテナ 20 を有するトランスミッタモジュール 12、148 と、回路基板の表面上に設けられたコイルを備えるレシーバアンテナ 26 を有するレシーバモジュール 14、150 とを備える無線コネクタシステム 10 (図 35) を用いて、無線コネクタシステム 10 の小さいフォームファクタの結合及び相互インダクタンスを増加させ得る。より高いアンテナ間効率を達成するために、この構成を用いて、低域側周波数で高い Q ファクタを維持しながら必要な電力転送を達成する。これらの向上は、また、比較的小さいフォームファクタを有する無線コネクタシステム 10 の全性能を向上させ得る。

【 0 1 0 4 】

コイルの設計及び構成の選択は、次の電気パラメータと磁気パラメータとの組み合わせによって決定される。

- ・ インダクタンス
- ・ 動作周波数における E S R (等価直列抵抗)
- ・ 結合 (k)
- ・ 相互インダクタンス (M)

【 0 1 0 5 】

低域側の動作周波数、すなわち約 100 kHz ~ 約 10 MHz に対して、およそ約 0.1 mm ~ 約 100 mm の増加した電力伝送を達成するために、この特定のアンテナトポロジーが有益である。例えば、相互インダクタンスの式ごとに、負荷に送達される電力が一定の場合、動作周波数が減少する一方、トランスミッタアンテナコイルとレシーバアンテナコイルとの間の相互インダクタンスは、一定の伝送電流において増加する。表 2 は相互インダクタンスの向上を示す。表 3 は結合の向上を示し、表 4 はアンテナ間効率の向上を示す。

【表 2】

| トランスミッタ アンテナ構成 | トランスミッタ アンテナ遮蔽 | レシーバアンテナ 構成 | M (μ H) |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| FR4 PCB 上 のコイル | シート | FR4 PCB 上 のコイル | 0.35 |
| リッツ線 | T コア | FR4 PCB 上 のコイル | 1.35 |

10

20

30

40

50

【表 3】

| トランスミッタ アンテナ構成 | トランスミッタ アンテナ遮蔽 | レシーバアンテナ 構成 | 結合 |
|-------------------|-------------------|------------------|------|
| FR4 PCB上 のコイル | シート | FR4 PCB上 のコイル | 0.26 |
| リッツ線 | Tコア | FR4 PCB上 のコイル | 0.29 |

10

【表 4】

| トランスミッタ アンテナ構成 | トランスミッタ アンテナ遮蔽 | レシーバアンテナ 構成 | アンテナ間効率 |
|-------------------|-------------------|------------------|---------|
| FR4 PCB上 のコイル | シート | FR4 PCB上 のコイル | 57.9% |
| リッツ線 | Tコア | FR4 PCB上 のコイル | 80.8% |

20

【0106】

さらに、システム10がより高い周波数、すなわち約1MHz以上のあたりで動作する場合、必要となる相互インダクタンスが減少し、これにより、より小さいトランスミッタアンテナ20及びレシーバアンテナ26とモジュール12、14、148、150とが可能になる。本明細書で定義されるように、遮蔽材料は磁界を捕捉する材料である。その例はフェライト材料である。表2乃至表4に詳細が示される実施形態において、フェライト材料のシートが、トランスミッタアンテナ20が直接隣接して、例えばトランスミッタアンテナ20の後ろに配置される。本明細書で定義されるように、「Tコア」遮蔽材料は、トランスミッタアンテナ20またはレシーバアンテナ26の直後に配置された、フェライト材料などの遮蔽材料のシートと、トランスミッタアンテナ20またはレシーバアンテナ26の面内におけるコイルの内側領域内に配置された、フェライト材料などの付加的な第2の遮蔽材料とを備える磁界遮蔽アセンブリである。また、トランスミッタモジュール12、148またはレシーバモジュール14、150は、文字「C」に類似して構成されたフェライト材料などの遮蔽材料がアンテナ20、26に隣接して配置された「Cコア」遮蔽材料を含むそれぞれのトランスミッタアンテナ20またはレシーバアンテナ26を有して構成され得る。さらに、トランスミッタモジュール12、148またはレシーバモジュール14、150は、文字「E」に類似して構成されたフェライト材料などの遮蔽材料がアンテナ20、26に隣接して配置された「Eコア」遮蔽材料を含むそれぞれのトランスミッタアンテナ20またはレシーバアンテナ26を有して構成され得る。

30

【0107】

実施形態において、最大200mWの受け取りDC電力を定格とする無線コネクタシステム10は、トランスミッタモジュール12、148またはレシーバモジュール14、150の各々が約11mm×4mmのフォームファクタを有するとともに約2MHz～30MHzの範囲にわたる周波数で動作するように構成され得る。しかし、このことは、アンテナ設計における重大な困難を提示する。11mm×4mmほどの小さいフットプリントに適合し得る巻線リッツアンテナを実装することは、通常、コスト効率的ではなく、特に信頼性もない。また、動作周波数が約6MHz以上に増加する際に、巻線リッツアンテナコイルは性能の点で好適でない場合がある。

40

【0108】

比較的小さいサイズのプリント回路基板またはフレキシブルプリント回路基板（PCB /

50

F P C) ベースのコイルアンテナを利用することは、より高い周波数に対してより好適である、適切な積層、適切な配線幅、ギャップ幅、及び銅（または他の導電材料）深さを可能にする。また、プリント回路基板及びフレックスプリント回路基板ベースのコイルアンテナは、P C B 製造プロセスに高集積化され、これにより、回路の残りとの集積が可能になる。これは、また、E S R を低減するとともにアンテナの Q を向上させる M L M T アンテナ設計の集積化を可能にする。

【 0 1 0 9 】

また、レイヤ化手法においてコイルを利用することは、他の製造プロセス、例えば、印刷、ファブリック上の印刷、低温焼成セラミック（L T C C）プロセス、高温焼成セラミック（H T C C）プロセスなどの半導体製造プロセスを可能にする。

10

【 0 1 1 0 】

小さいフォームファクタの P C B コイル設計は、低いコイル E S R を維持して送受コイルにおける電力散逸を最小化しながら、必要となるインダクタンスがより低いため、より高い動作周波数に好適である。プリント回路基板（P C B）コイルアンテナは、巻線アンテナコイル解決手法と比較して、製造、コスト、及びアセンブリの見地から付加的な利益を提供する。全体のアセンブリ厚への厳しい要求を有する用途に対して、プリント回路基板（P C B）コイルアンテナは、マルチレイヤ構成を用いても可能な低減された厚さにより、好ましい。

【 0 1 1 1 】

コイルの組み合わせに選択されるフェライト遮蔽材料は、また、複素透磁率（ $\mu = \mu' - j * \mu''$ ）が周波数依存であるように、動作周波数に依存する。当該材料は、焼結された柔軟性を有するフェライトシート、または硬いシールドであり得るとともに、変化する材料組成からなり得る。

20

【 0 1 1 2 】

なお、アンテナ 2 0、2 6 の構成は非限定的である。モジュール内に組み込まれたアンテナは、磁性ワイヤを備え、スタンプ成形金属構成を有し得る。また、アンテナ 2 0、2 6 は、その構成において、厚膜、薄膜、または他の印刷製造記述を利用し得る。

【 0 1 1 3 】

実施形態において、マルチレイヤマルチターン（M L M T）構成を有するトランスミッタアンテナ 2 0 及びレシーバアンテナ 2 6 の組み込みは、それぞれのトランスミッタモジュール 1 2、1 4 8 及びレシーバモジュール 1 4、1 5 0 の等価直列抵抗（E S R）を著しく低減する。本発明者等は、マルチレイヤマルチターン（M L M T）構成を有する少なくとも 1 つのトランスミッタアンテナ 2 0 及びレシーバアンテナ 2 6 の組み込みが、トランスミッタモジュール 1 2 及びレシーバモジュール 1 4 の等価直列抵抗（E S R）を約 5 0 % 低減することを見出した。

30

【 0 1 1 4 】

また、E S R を低減することは、全体のシステム効率を向上させ、コイルにおける損失（ $I^2 \times R$ ）を低減することによってアンテナ 2 0、2 6 及びシステム 1 0 の発熱を低減する。以下に示す表 V は、インダクタの周りに被覆されたリッツ線を備えて構成されたアンテナと比較して、2 つのマルチレイヤマルチターン（M L M T）アンテナ設計に対する計測された E S R を詳細に示す。以下の表 5 に示すように、M L M T 設計を用いて構成されたアンテナは、リッツ線構成を有するアンテナと比較して、より低いインダクタンス（0 . 6 0 μ H）、及びより低い等価直列抵抗（E S R）（0 . 5 0 ）を呈した。したがって、マルチレイヤマルチターン（M L M T）構成を有するトランスミッタアンテナ 2 0 及びレシーバアンテナ 2 6 は、本発明の無線コネクタシステム 1 0 の、増加した電力伝送及び増加したモジュール離間距離 1 6 という増加した電気性能に寄与する。

40

【表 5】

| アンテナ設計 | 周波数 (MHz) | インダクタンス (μ H) | ESR (Ω) |
|--------|--------------|-----------------------|------------------|
| リッツ線 | 2 | 3.80 | 0.97 |
| MLMT | 2 | 0.60 | 0.50 |
| MLMT | 10 | 0.65 | 1.05 |

【0115】

10

モジュールをホスト装置に接続する例示的な方法は、限定されるものではないが、回路基板またはホスト装置 22、28 上に少なくとも 1 つのトランスミッタモジュール 12、148 及びレシーバモジュール 14、150 を直接半田付け及びまたは配置することを含む。これに代えて、少なくとも 1 つのトランスミッタモジュール 12、148 及びレシーバモジュール 14、150 を、ワイヤ/ケーブルを用いて回路基板またはホスト装置 22、28 に接続することができる。一旦ホスト装置 22、28 に接続されると、少なくとも 1 つのトランスミッタモジュール 12、148 及びレシーバモジュール 14、150 の完全な構造または構造の少なくとも一部分を絶縁性コーティング内に封止してもよい。

【0116】

20

実施形態において、単一のアンテナ素子を備えるトランスミッタモジュール 12、148 の動作手順は、以下の動作プロセスを有し得る。本実施形態において、無線コネクタシステム 10 は、ある周波数、例えば 2.4 GHz において無指向性の電力転送システムである。実施形態において、レシーバモジュール 14、150 は、トランスミッタモジュール 12、148 の近傍に置かれる。

【0117】

実施形態において、トランスミッタモジュール 12、148 内のレシーバ検知サブ回路 42 は、レシーバモジュール 14、150 の存在を検出する。トランスミッタモジュール 12、148 内のマスタ制御ユニット (MCU) 44 はシステム 10 をアクティブ化し、識別段を初期化する。識別段は、スプリアス検知信号と真のレシーバモジュール 14、150 を検出する検知信号とを区別するために重要であり得る。識別段は、また、どのような大きさの電力とどのような種類のデータとを伝送すべきかをトランスミッタモジュール 12、148 及びホスト装置 22 に通知する特定の種類のレシーバモジュール 14、150 を特定するために重要であり得る。

30

【0118】

実施形態において、一旦レシーバモジュール 14、150 の正の識別がなされると、トランスミッタモジュール 12、148 は電力の伝送を開始する。実施形態において、電力の伝送は、限定されるものではないが、以下のものが含むいくつかの条件下で停止し得る。

(1) レシーバモジュールの除去

(2) 所定の受容限界を超えて上昇するシステム内の温度上昇がある発熱 (この発熱は、トランスミッタモジュール 12、148 またはレシーバモジュール 14、150 におけるものであり得る)

40

(3) レシーバモジュール 14、150 がバッテリーに電力供給する場合に、バッテリーが完全充填される

(4) トランスミッタモジュール 12、148 に対する電源が除去される

(5) トランスミッタモジュール 12、148 に対する電源がバッテリーである場合に、バッテリーからの電力が所定閾値未満に低下する

【0119】

なお、上記の例示的なプロセスは、トランスミッタモジュール 12、148 が単一の目的 (送るのみ) として構成されており、レシーバモジュール 14、150 が単一の目的 (受け取るのみ) として構成されている場合のものであり、各トランスミッタモジュール 12

50

、 148 及びレシーバモジュール 14、 150 に単一のアンテナ要素が存在する。つまり、これは、無指向性の無線電力システムである。

【0120】

別の実施形態において、本出願の無線コネクタシステム 10 は、トランスミッタとレシーバとの両方、すなわちトランシーバとして動作することができるモジュールを含み得る。さらなる実施形態において、本出願の無線コネクタシステム 10 は、単一のアンテナに加えて、データを電力周波数に変調する電力及びデータ転送システムを備え得る。

【0121】

別の実施形態において、本発明の無線コネクタシステム 10 は、各トランスミッタモジュール 12、 148 及びレシーバモジュール 14、 150 内に複数のアンテナを備え得る。複数のアンテナシステムを利用する場合に、第 1 のアンテナを識別、診断、及び任意の単方向または双方向データ転送用に確保し得る一方、第 2 のアンテナを電力転送に専用化することができる。

【0122】

実施形態において、レシーバモジュール存在検知機能の信頼性及び反復性を、以下のステップにおいて説明するように、較正方法を用いて向上させることができる。

1. トランスミッタモジュール 12、 148 がアイドルモードにあり、物体（レシーバモジュールのアンテナコイルなど）が存在しない場合、トランスミッタモジュール回路 18 内の検知線を増幅またはバッファし、次いでアナログデジタル変換器（ADC）に接続し得る。ADC は、所定の時間間隔で検知線をモニタし（またはサンプリングし）、アイドルモードにおける検知電圧（Vidle）をデジタル形式に変換し、その値をトランスミッタマスタ制御ユニット（MCU）44 によってメモリに格納する。

2. ADC は電圧を計測することによって、アイドルモードの間、検知線をサンプリングし続け、Videl t a として指定された V i d l e の連続する値の間の差を算出する。V t h r e s h o l d として指定された所定の電圧閾値を用いて V i d e l t a と比較する。この場合に、装置がアイドルモードを保持する間に V i d l e の変化は小さいことから、V i d e l t a は、V t h r e s h o l d 未満である（シナリオ 1）。

3. 物体が存在する（レシーバアンテナコイルなど）場合、検知線は、トランスミッタモジュール 12、 148 とレシーバアンテナコイルとの間の相互インダクタンス（M）に起因して、検知線が異なる電圧レベル（Vactive）に変化する。ADC は、V a c t i v e をデジタル形式に変換し、その値をトランスミッタモジュール 12、 148 のマイクロコントローラまたはマスタ制御ユニット（MCU）によってメモリに格納する。

4. プロセッサは、格納された V i d l e の値と V a d e l t a として指定された V a c t i v e との差を算出し、この値をメモリに格納する。同じ所定の閾値 V t h r e s h o l d を用いて、V a c t i v e の後続のサンプルとともに V a d e l t a と比較する。この場合に、検知線電圧は変化しており、V a d e l t a は V t h r e s h o l d より大きくなり、そのことはレシーバアンテナコイルの存在を示す。プロセッサはここで装置をアクティブモードに切り替えることができる（シナリオ 2）。

5. ADC は、電圧（Vactive）を計測することによって、アクティブモードにある間に検知線をサンプリングし続け、V a d e l t a として指定された V a c t i v e の連続する値の間の差を算出する。V t h r e s h o l d として指定された同じ所定の電圧閾値を用いて V a d e l t a と比較する。この場合に、装置がアクティブモードを保持する間に V a c t i v e の変化は小さいことから、V a d e l t a は V t h r e s h o l d 未満である（シナリオ 3）。

6. 物体（レシーバアンテナコイルなど）が除去される場合、トランスミッタアンテナコイルとレシーバアンテナコイルとの相互インダクタンス（M）に起因して、検知線はアイドルモード電圧レベル（Vidle）に戻る。ADC は、V i d l e をデジタル形式に変換し、その値をマイクロコントローラまたはプロセッサによってメモリに格納する。

7. トランスミッタモジュール 12、 148 内のプロセッサは、格納された V a c t i v e の値と V i d e l t a として指定された V i d l e との差を算出し、この値をメモリに

10

20

30

40

50

格納する。同じ所定の閾値 $V_{threshold}$ を用いて、 V_{idle} の後続のサンプルとともに V_{delta} と比較する。この場合に、検知線電圧は変化しており、 V_{delta} は $V_{threshold}$ より大きくなり、そのことはレシーバアンテナコイルの除去を示す。プロセッサはここで装置をアイドルモードに切り替えることができる（シナリオ 4）。

8. なお、本方法論は、固有の製造プロセス許容公差に起因する任意の変動が除去されることから、「自動較正」である。本方法論は、また、より大きいモジュール変動性が許容され得ることから、比較器の必要性を解消し、より低いコストの構成要素の使用を可能にする。

【0123】

実施形態のうちの 1 つまたは複数において、無線コネクタシステムは、トランスミッタアンテナを支持する第 1 の基板を含むトランスミッタモジュールを含み、トランスミッタアンテナは無線信号を送信するように構成されている。無線コネクタシステムはトランスミッタモジュール電子回路を支持する第 2 の基板を含み、トランスミッタモジュール電子回路は、トランスミッタアンテナと、トランスミッタモジュール電子回路とトランスミッタアンテナとの間に配置された第 1 の絶縁体とに、電氣的に接続されている。無線コネクタシステムは、レシーバアンテナを支持する第 3 の基板を含むレシーバモジュールを含み、レシーバアンテナは無線信号を受信するように構成されている。無線コネクタシステムはレシーバモジュール電子回路を支持する第 4 の基板を含み、レシーバモジュール電子回路は、レシーバアンテナと、レシーバモジュール電子回路とレシーバアンテナとの間に配置された第 2 の絶縁体とに、電氣的に接続されている。

【0124】

システムは、トランスミッタアンテナとトランスミッタ電子回路との間に第 1 の遮蔽材料が配置されており、レシーバアンテナとレシーバ電子回路との間に第 2 の遮蔽材料が配置されており、第 1 の遮蔽材料及び第 2 の遮蔽材料はフェライト材料を含むことを含む。システムは、第 1 の基板または第 2 の基板がプリント回路基板、フレックス回路基板、及びそれらの組み合わせを備えることを含む。システムは、第 1 の基板または第 2 の基板の外表面内に複数の離間したキャストレーションが形成されていることを含む。

【0125】

システムは、第 1 の基板または第 2 の基板の外表面上に複数の離間した導電パッドが形成されており、複数の導電パッドのうちの少なくとも 1 つは電子回路基板に電氣的に接続可能であることを含む。システムは、無線信号は、電圧、電流、電力、データ信号、及びそれらの組み合わせからなる群から選択されることを含む。システムは、約 $100\ \mu\text{W}$ ~ 約 $10\ \text{W}$ の範囲にわたる電力を伝送するように構成されていることを含む。システムは、レシーバアンテナとトランスミッタアンテナとの少なくとも一方は、複数の導体と複数の導体の各々の間に配置された少なくとも一つの絶縁体とを備え、複数の導体は少なくとも 1 回のターンを有することを含む。

【0126】

システムは、トランスミッタモジュール電子回路が、さらに、トランスミッタアンテナに電氣的に接続された第 1 の電気インピーダンス整合サブ回路を含み、第 1 の電気インピーダンス整合サブ回路は、少なくとも 1 つの第 1 のキャパシタ、及び電力インバータサブ回路を有し、第 1 の電気インピーダンス整合サブ回路及び電力インバータサブ回路は、トランスミッタアンテナによる送信に対して無線信号を準備するように構成されている、ことを含む。

【0127】

システムは、マスタ制御ユニットを有するトランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路を含む。システムは、トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路と電力インバータサブ回路とに電氣的に接続されたドライバサブ回路と、トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路と電力インバータサブ回路とに電氣的に接続された第 1 の電圧レギュレータとを含む。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 8 】

システムは、レシーバ電子回路が、マスタ制御ユニットを有するレシーバモジュールマスタ制御サブ回路を含むことを含む。システムは、さらに、レシーバ回路に電氣的に接続された第2の電気インピーダンス整合サブ回路であって、第2の電気インピーダンス整合サブ回路は、少なくとも1つの第2のキャパシタを有し、第2の電気インピーダンス整合サブ回路は、受信した無線信号を電子装置による使用に対して準備するように構成されている、第2の電気インピーダンス整合サブ回路と、レシーバモジュールマスタ制御サブ回路に電氣的に接続された第2の電圧レギュレータサブ回路と、を含む。

【 0 1 2 9 】

システムは、第2の電気インピーダンス整合サブ回路と第2の電圧レギュレータサブ回路とに電氣的に接続された電圧ダブラーサブ回路を備える。システムは、トランスミッタモジュールが、さらに、トランスミッタモジュール電子回路に電氣的に接続されたレシーバモジュール検出サブ回路を備えることを含み、レシーバモジュール検出サブ回路は、レシーバモジュールからの電気信号を検出すると、トランスミッタモジュール電子回路の構成がレシーバモジュールと通信することを可能にする。システムは、第1の電気インピーダンス整合サブ回路と第2の電気インピーダンス整合サブ回路との少なくとも一方の内部にスイッチキャパシタサブ回路が電氣的に接続されており、スイッチキャパシタサブ回路は第1の電気インピーダンス整合サブ回路と第2の電気インピーダンス整合サブ回路との少なくとも一方の静電容量を動的に変更するように構成されていることを含む。システムは、第1の電気インピーダンス整合サブ回路と第2の電気インピーダンス整合サブ回路との少なくとも一方の内部にシャントキャパシタが電氣的に接続されていることを含む。システムは、さらに、フレックスコネクタ、基板間コネクタ、ピンソケットコネクタ、ばね接触コネクタ、ポゴピンコネクタ、スルーホールピン半田コネクタ、半田付けされたワイヤ接続部、及びそれらの組み合わせからなる群から選択される電気コネクタが、トランスミッタアンテナ及びレシーバアンテナの少なくとも一方をそれぞれのトランスミッタ電子回路及びレシーバ電子回路に電氣的に接続することを含む。

【 0 1 3 0 】

本出願の1つまたは複数の実施形態において、通信システムは、無線信号を発するように構成されたトランスミッタアンテナを備えるトランスミッタ回路を含む。さらに、通信システムのトランスミッタ回路は、トランスミッタアンテナに電氣的に接続された第1の電気インピーダンス整合サブ回路を含み、第1の電気インピーダンス整合サブ回路は、伝送アンテナによる伝送に無線信号を準備するように構成されている。また、通信システムのトランスミッタ回路は、第1のマスタ制御ユニットを備えるトランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路と、トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路と電力インバータサブ回路とに電氣的に接続されたドライバサブ回路とを含む。実施形態において、通信システムのトランスミッタ回路は、トランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路と電力インバータとに接続された第1のレギュレータサブ回路を含む。

【 0 1 3 1 】

本出願の実施形態のうちの1つまたは複数において、通信システムは、トランスミッタ回路から送信された無線信号を受信するように構成されたレシーバ回路を含む。実施形態において、通信システムのレシーバ回路は、トランスミッタアンテナからの無線信号を受信するように構成されたレシーバアンテナを含む。さらに、通信システムのレシーバ回路は、第2のマスタ制御ユニットを備えるレシーバモジュールマスタ制御サブ回路を含む。実施形態のうちの1つまたは複数において、通信システムのレシーバ回路は、レシーバアンテナに電氣的に接続された第2の電気インピーダンス整合サブ回路を含み、この第2の電気インピーダンス整合サブ回路は、少なくとも1つの第2のキャパシタを含み、この第2の電気インピーダンス整合サブ回路は受信した無線信号を、電氣的に接続された電気装置による使用に準備するように構成されている。さらに、通信システムのレシーバ回路は、第2の電気インピーダンス整合サブ回路とレシーバモジュールマスタ制御サブ回路とに電氣的に接続された第2の電圧レギュレータサブ回路を含む。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

本出願の実施形態のうちの 1 つまたは複数において、トランスミッタ回路は、無線信号を発するように構成されたトランスミッタアンテナを含んで設けられている。トランスミッタ回路は、さらに、トランスミッタアンテナに電氣的に接続された電気インピーダンス整合サブ回路を含み、電気インピーダンス整合サブ回路は少なくとも 1 つのキャパシタを備え、電力インバータサブ回路は電気インピーダンス整合サブ回路に電氣的に接続されており、電気インピーダンス整合サブ回路及び電力インバータサブ回路は、無線信号をトランスミッタアンテナによる伝送に準備するように構成されている。実施形態のうちの 1 つまたは複数において、トランスミッタ回路は、マスタ制御ユニットを備えるトランスミッタマスタ制御サブ回路と、トランスミッタマスタ制御サブ回路に電氣的に接続されたドライバサブ回路とを含む。トランスミッタ回路は、電力インバータサブ回路と、トランスミッタマスタ制御サブ回路と電力インバータサブ回路とに電氣的に接続された電圧レギュレータサブ回路とを含む。

10

【 0 1 3 3 】

本出願の実施形態のうちの 1 つまたは複数において、無線信号を受信するように構成されたレシーバ回路が設けられている。レシーバ回路は、無線信号を受信するように構成されたレシーバアンテナと、マスタ制御ユニットを備えるレシーバマスタ制御サブ回路とを含む。本出願の実施形態のうちの 1 つまたは複数において、レシーバ回路は、レシーバアンテナに電氣的に接続された電気インピーダンス整合サブ回路を含み、電気インピーダンス整合サブ回路は少なくとも 1 つのキャパシタを備え、電気インピーダンス整合サブ回路は、レシーバ回路により受信した無線信号を、電氣的に接続可能な電気装置による使用に準備するように構成されている。実施形態において、レシーバ回路は、レシーバマスタ制御サブ回路に電氣的に接続された電圧レギュレータサブ回路を含む。

20

【 0 1 3 4 】

本出願の実施形態のうちの 1 つまたは複数において、トランスミッタモジュールは、外面を有するハウジングと、無線信号を送信するように構成されたトランスミッタアンテナとを含んで設けられ、トランスミッタアンテナはハウジング内に存在する。トランスミッタモジュールは、さらに、トランスミッタアンテナに電氣的に接続された電子回路基板を含み、電子回路基板はハウジング内に配置されている。トランスミッタモジュールは、さらに、トランスミッタアンテナに電氣的に接続された電子回路基板を含み、電子回路基板は、ハウジング内に配置されている。さらに、トランスミッタモジュールは、ハウジング内に配置されるとともにトランスミッタアンテナと電子回路基板との間に配置された少なくとも 1 つの遮蔽材料と、電子回路基板とトランスミッタアンテナとの間に配置された少なくとも 1 つの絶縁体とを含む。

30

【 0 1 3 5 】

実施形態のうちの 1 つまたは複数において、外面を有するハウジングとレシーバアンテナを支持する第 1 の基板を有するレシーバアンテナアセンブリとを含むレシーバモジュールが設けられており、レシーバアンテナは無線信号を受信するように構成されており、レシーバアンテナアセンブリはハウジング内に存在する。さらに、レシーバモジュールはハウジング内に配置された電子回路基板を含み、電子回路基板はレシーバアンテナに電氣的に接続されている。レシーバモジュールは、さらに、レシーバアンテナと電子回路基板との間に配置された少なくとも 1 つの遮蔽材料と、電子回路基板とレシーバアンテナとの間に配置された少なくとも 1 つの絶縁体とを含む。

40

【 0 1 3 6 】

本出願の実施形態のうちの 1 つまたは複数において、絶縁材料を備えるスペーサとトランスミッタアンテナを支持する第 1 の基板を備えるトランスミッタアンテナアセンブリとを含むトランスミッタモジュールが設けられており、トランスミッタアンテナは無線信号を送信するように構成されている。実施形態のうちの 1 つまたは複数において、トランスミッタモジュールは、トランスミッタ電子回路を支持する第 2 の基板と、トランスミッタアンテナアセンブリとトランスミッタ電子回路とに電氣的に接続された電気コネクタとを含

50

む。さらに、スペーサがトランスミッタアンテナアセンブリとトランスミッタ電子回路との間に配置されていることを含む。

【0137】

本出願の実施形態のうちの1つまたは複数において、絶縁性材料を含むスペーサとレシーバアンテナを支持する第1の基板を備えるレシーバアンテナアセンブリとを含むレシーバモジュールが設けられており、レシーバアンテナは無線信号を受信するように構成されている。実施形態のうちの1つまたは複数において、レシーバモジュールは、レシーバ電子回路を支持する第2の基板と、レシーバアンテナアセンブリとレシーバ電子回路とを電気的に接続する電気コネクタとを含む。さらに、レシーバモジュールは、レシーバアンテナアセンブリとレシーバ電子回路との間に配置されたスペーサを含む。

10

【0138】

本出願の実施形態のうちの1つまたは複数において、無線コネクタを動作させる方法が提供され、本方法は、トランスミッタモジュールを設けることを含み、トランスミッタモジュールはトランスミッタアンテナを支持する第1の基板を含み、トランスミッタアンテナは、送信するように構成されている。トランスミッタモジュールは、さらに、トランスミッタモジュール電子回路を支持する第2の基板を含み、トランスミッタモジュール電子回路は、トランスミッタアンテナとレシーバモジュール検知サブ回路とに電気的に接続されたトランスミッタモジュールマスタ制御サブ回路を含む。さらに、トランスミッタモジュールは、トランスミッタ電子回路とトランスミッタアンテナとの間に配置された少なくとも1つの第1の絶縁体を含む。実施形態のうちの1つまたは複数において、本方法は、レシーバアンテナを支持する第3の基板であって、レシーバアンテナは無線信号を受信するように構成されている第3の基板と、レシーバモジュール電子回路を支持する第4の基板とを含む。

20

【0139】

本出願の実施形態のうちの1つまたは複数において、トランスミッタモジュールを設ける方法が提供され、本方法は、第1の基板上に支持されたトランスミッタアンテナを設けることを含み、トランスミッタアンテナは、無線信号を送信するように構成されている。さらに、本方法は、第2の基板上に支持された電子回路を設けることと、電子回路をトランスミッタアンテナに電気的に接続することとを含む。本方法は、少なくとも1つの絶縁体を設けることと、少なくとも1つの絶縁体を電子回路とトランスミッタアンテナとの間に配置することとを含む。

30

【0140】

本出願の実施形態のうちの1つまたは複数において、レシーバモジュールを設ける方法が提供され、本方法は、レシーバアンテナを支持する第1の基板を設けることを含み、レシーバアンテナは、無線信号を受信するように構成されている。さらに、本方法は、電子回路を支持する第2の基板を設けることと、電子回路はレシーバアンテナに電気的に接続されている、第2の基板を設けることと、少なくとも1つの絶縁体を設け、少なくとも1つの絶縁体を電子回路とレシーバアンテナとの間に配置することとを含む。

【0141】

本明細書で用いる、「及び」または「または」という用語を用いて項目のうちの任意のものを分離する一連の用語に先行する「のうちの少なくとも1つ」との語句は、列記の各構成要素（すなわち、各項目）ではなく、列記全体を修飾する。「少なくとも1つ」との語句は、列記された各項目のうちの少なくとも1つの選択を要するのではなく、当該語句は項目のうちの任意の1つの少なくとも1つ、及び/または項目の任意の組み合わせのうちの少なくとも1つ、及び/または項目の各々の少なくとも1つのとも1つを含む意味を許容する。例として、「A、B、Cのうちの少なくとも1つ」との語句、または「A、B、Cのうちの少なくとも1つ」との語句は、それぞれ、Aのみ、Bのみ、Cのみ、A、B、Cの任意の組み合わせ、及び/またはA、B、Cの各々の少なくとも1つのことを指す。

40

【0142】

「～のように構成された」、「～のように動作可能である」、及び「～のようにプログラ

50

ムされた」のような述語は、主語の特定の实体のある修飾も実体のない修飾も全く含意しないが、交換可能に使用されるように図られている。1つまたは複数の実施形態において、動作または構成要素をモニタ及び制御するように構成されたプロセッサが、プロセッサは動作をモニタ及び制御するようにプログラムされたこと、またはプロセッサは動作をモニタ及び制御するように動作可能であることを意味してもよい。同様に、コードを実行するように構成されたプロセッサは、コードを実行するようにプログラムされたプロセッサ、またはコードを実行するように動作可能であるプロセッサとして構成され得る。

【0143】

「態様」などの語句は、このような態様が主題技術に不可欠であることも、このような態様が主題技術のすべての構成に該当することも意味しない。態様に関する開示は、すべての構成に該当してもよく、1つまたは複数の構成に該当してもよい。「態様」などの語句が1つまたは複数の態様を指してもよいし、その逆も可能である。「実施形態」などの語句は、このような実施形態が主題技術に不可欠であることも、このような実施形態が主題技術のすべてに該当することも意味しない。実施形態に関する開示は、すべての実施形態に該当してもよいし、1つまたは複数の実施形態に該当してもよい。実施形態は、開示の1つまたは複数の例を提供することができる。「実施形態」などの語句が1つまたは複数の実施形態を指してもよいし、その逆も可能である。「構成」などの語句は、このような構成が主題技術に不可欠であることも、このような構成が主題技術のすべてに該当することも意味しない。構成に関する開示は、すべての構成に該当してもよいし、1つまたは複数の構成に該当してもよい。構成は、開示の1つまたは複数の例を提供することができる。「構成」などの語句が1つまたは複数の構成を指してもよいし、その逆も可能である。

【0144】

「例示的な」との語は、「例、実例、例証として役立つこと」を意味するために本明細書で使用される。「例示的」として、または「例」として本明細書で説明される任意の実施形態は、必ずしも他の実施形態に対して好ましい、または有利であるとはみなされない。また、説明または請求項において「含む」、「有する」などの用語が使用される限りにおいて、このような用語は、「備える」が請求項において移行語として採用される場合に解釈されるように、「備える」という用語に類似して包含的であることが図られている。また、説明または請求項において「含む」、「有する」などの用語が使用される限りにおいて、このような用語は、「備える」が請求項において移行語として採用される場合に解釈されるように、「備える」という用語に類似して包含的であることが図られている。

【0145】

当業者に既知の、または後に知られることになる、本開示を通して説明される様々な態様の要素に対するすべての構造に関する均等物、及び機能に関する均等物は、参照によって明示的に本明細書に組み入れられ、請求項に包含されることが図られている。さらに、本明細書で開示されるもので、このような開示が明示的に請求項に記載されるか否かにかかわらず公開されることに特化されるように図られるものはない。米国特許法第112条第6パラグラフの条項下で解釈される請求項要素は、当該要素が「する手段」との語句を用いて明示的に記載されること、または方法の請求項の場合には当該要素が「するステップ」との語句を用いて記載されることがない限り、ない。

【0146】

単数形の要素への言及は、特に述べない限り、「1つ、かつ唯一」を意味するようには図られておらず、「1つまたは複数」であるように図られている。特段の指定がない限り、「いくつかの」という用語は、1つまたは複数のことを指す。男性語の代名詞（例えば、彼の）は、女性語及び中性語（例えば、彼女の、及びその）を含み、その逆も可能である。見出し及び小見出しは、もしある場合には、便宜上使用されるにすぎず、主題開示を限定しない。

【0147】

本明細書は多くの詳細を含むが、これらは、権利主張され得るものの範囲に対する限定とみなされるものではなく、主題の特定の実施の説明であるとみなされるものである。別々

10

20

30

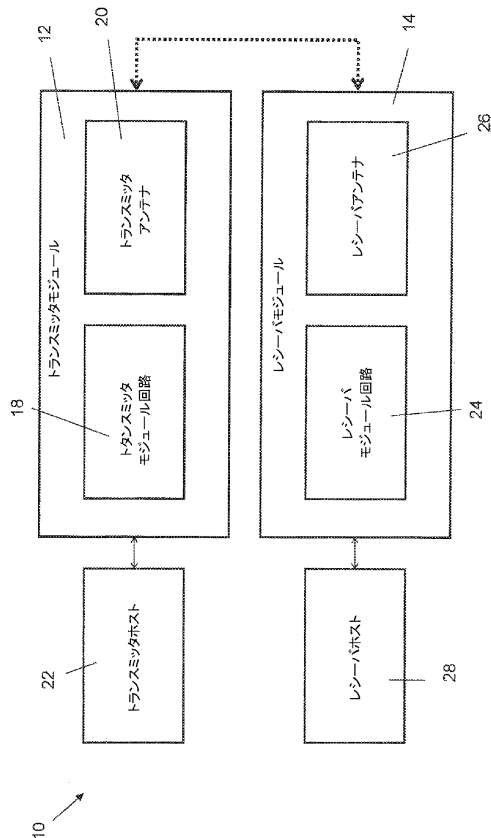
40

50

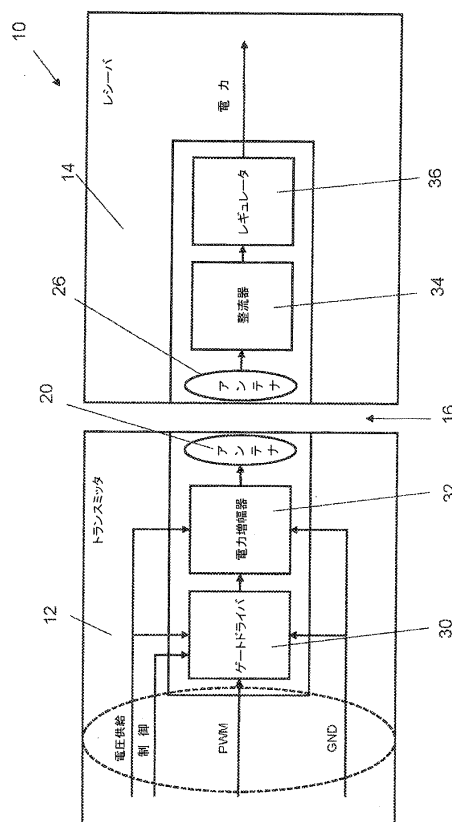
の実施形態の文脈において本明細書で説明される特定の特徴を、単一の実施形態において組み合わせで実施することもできる。逆に、単一の実施形態の文脈において説明される様々な特徴を、複数の実施形態で別々に、または公的なサブコンビネーションで実施することもできる。さらに、特徴は特定の組み合わせで作用するように上述され、最初にそのようにも権利主張され得るが、権利主張される組み合わせからの1つまたは複数の特徴は、場合によっては当該組み合わせから削除されることが可能であり、当該権利主張される組み合わせはサブコンビネーションまたはサブコンビネーションの変形を対象とし得る。

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

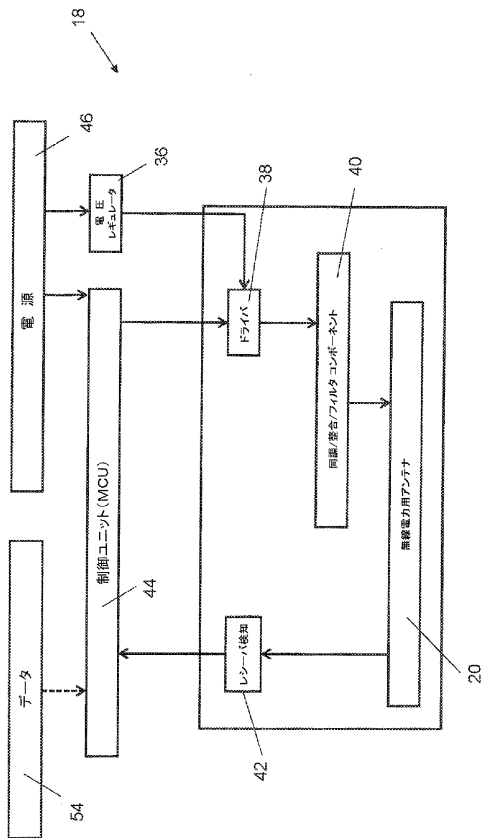
20

30

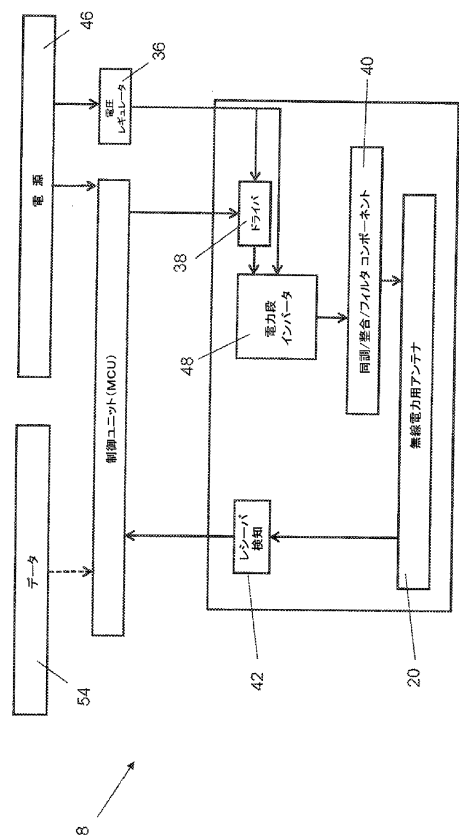
40

50

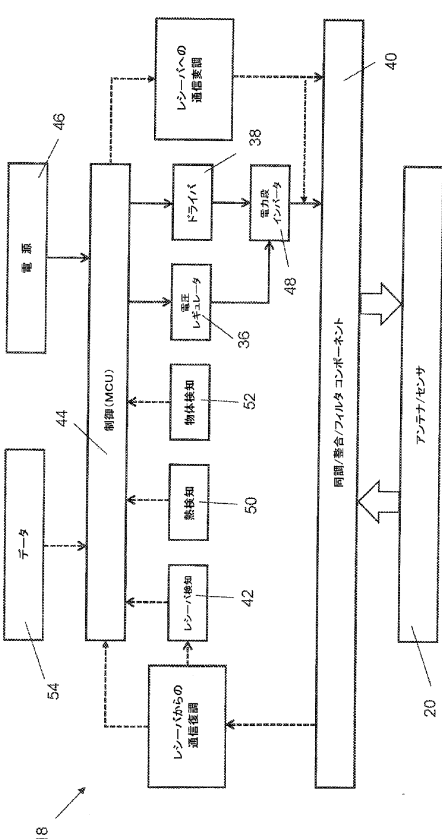
【図 3】



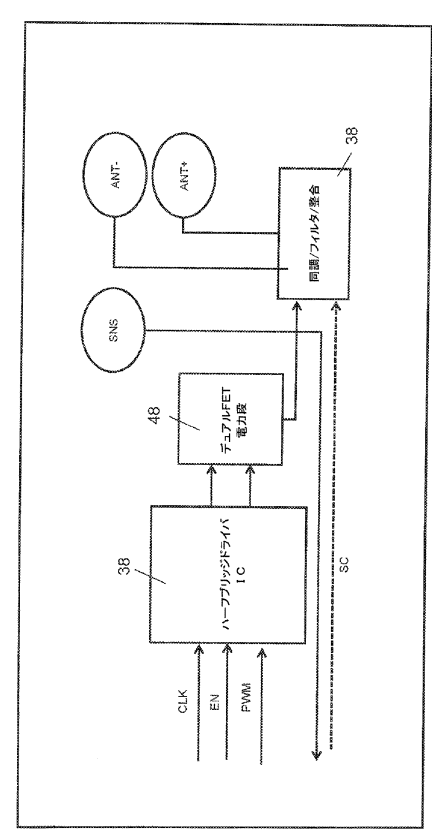
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

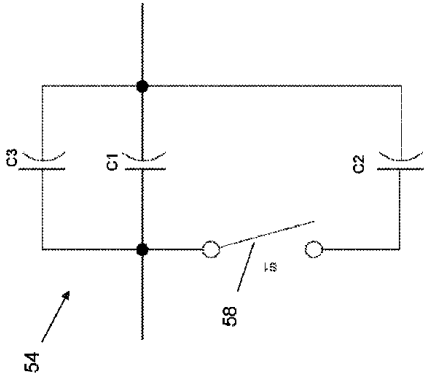
20

30

40

50

【図 7】



【図 8 A】

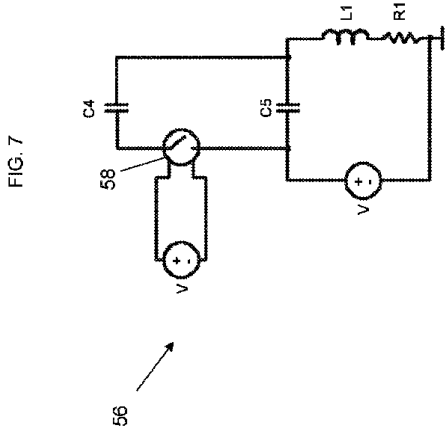
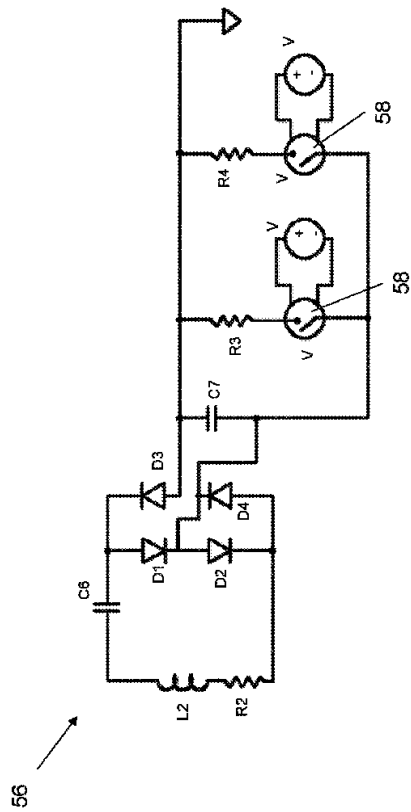


FIG. 7

FIG. 8A

【図 8 B】



【図 9】

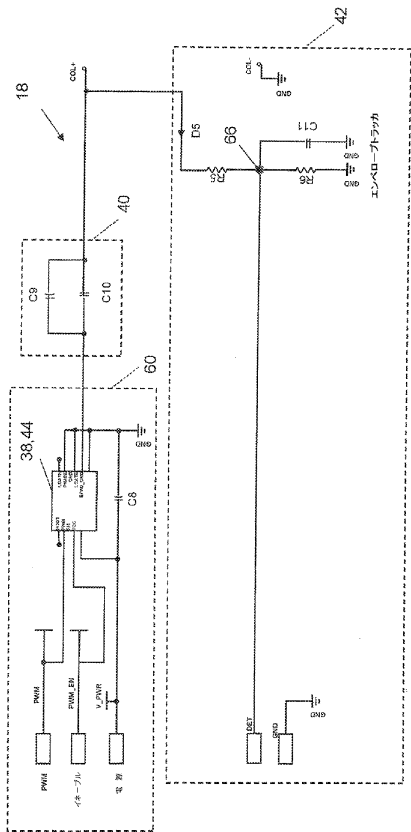


FIG. 8B

10

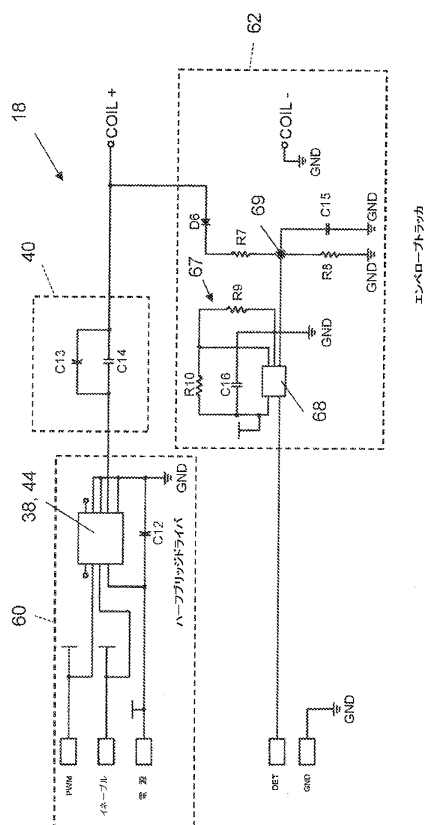
20

30

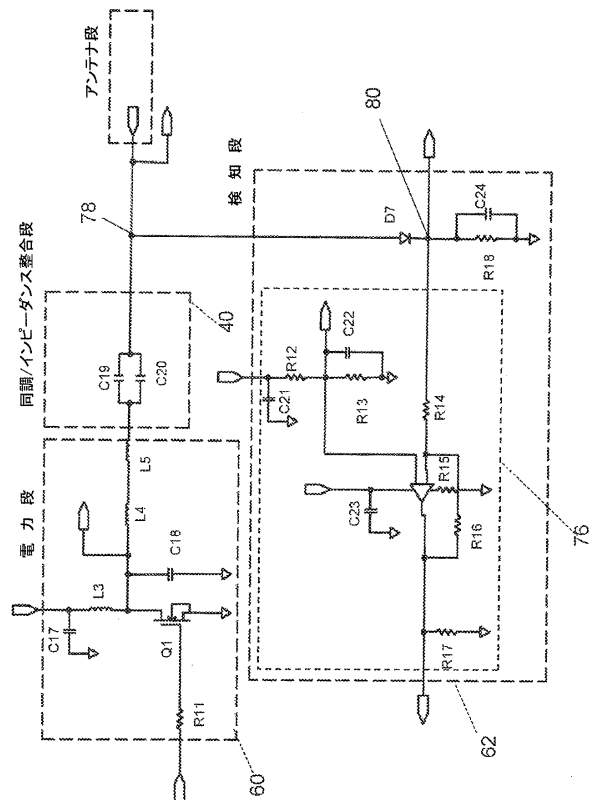
40

50

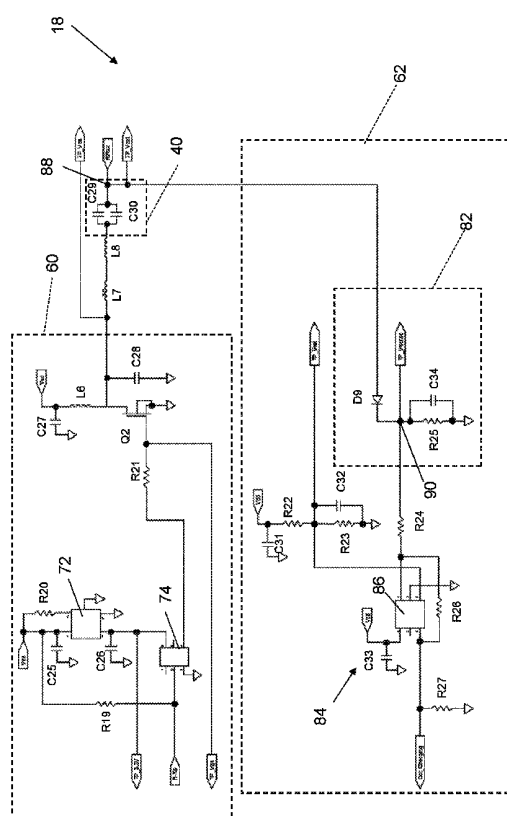
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

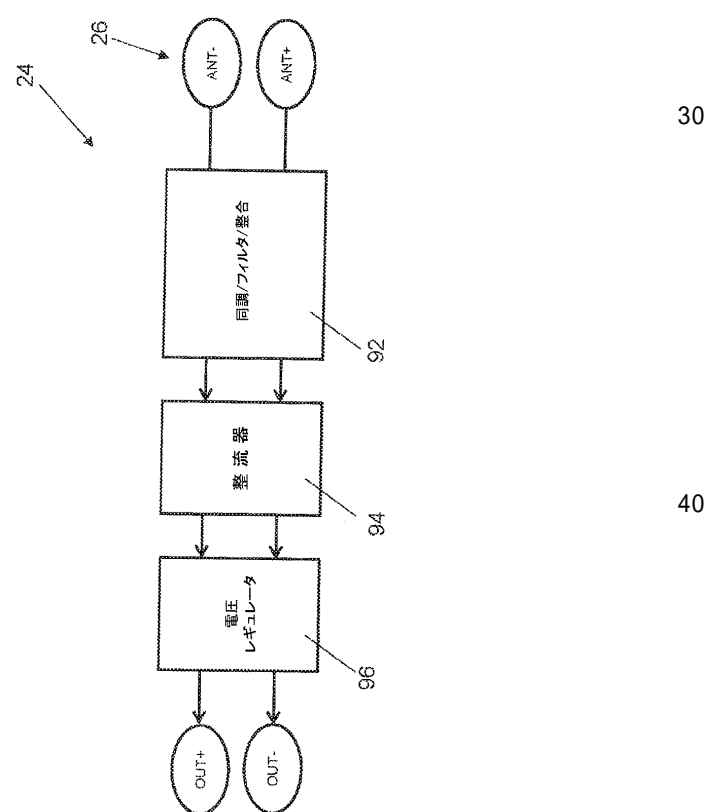
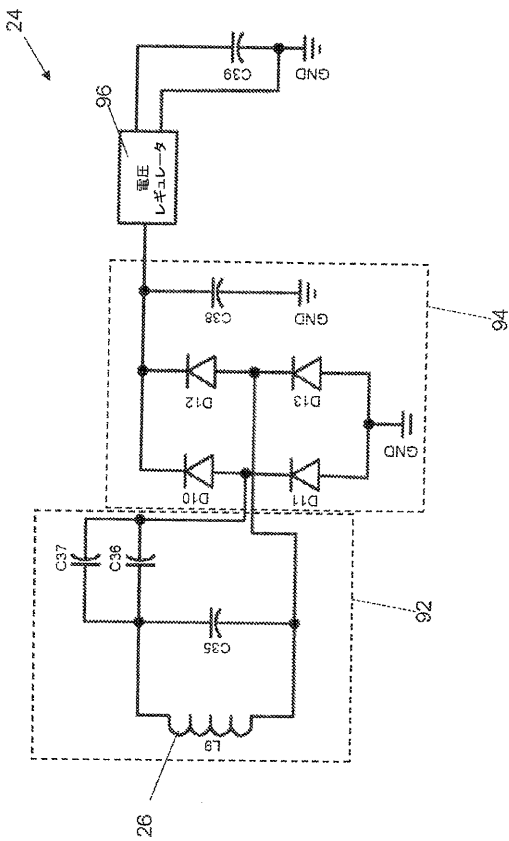
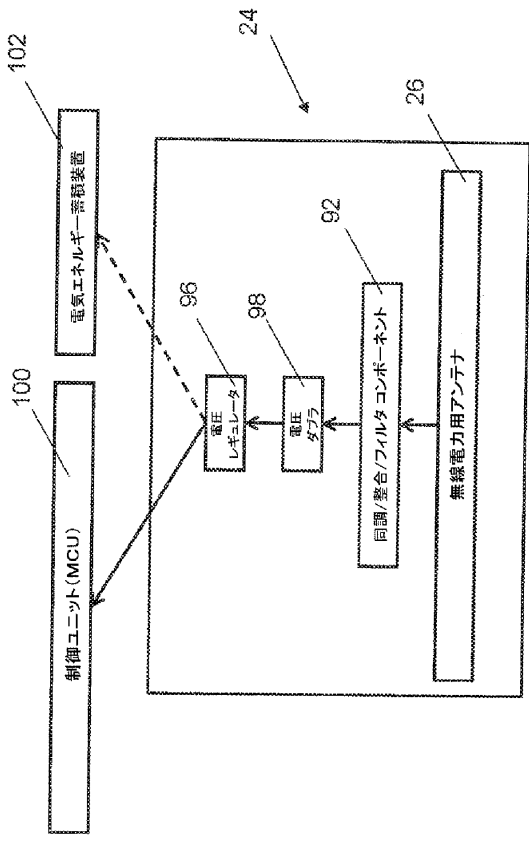


FIG. 12

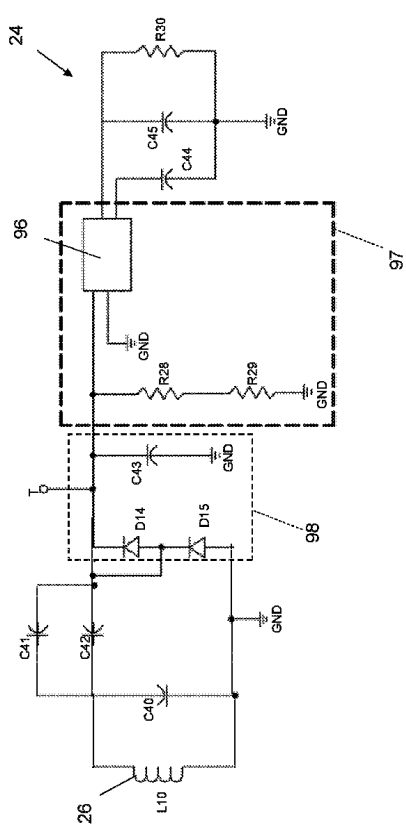
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

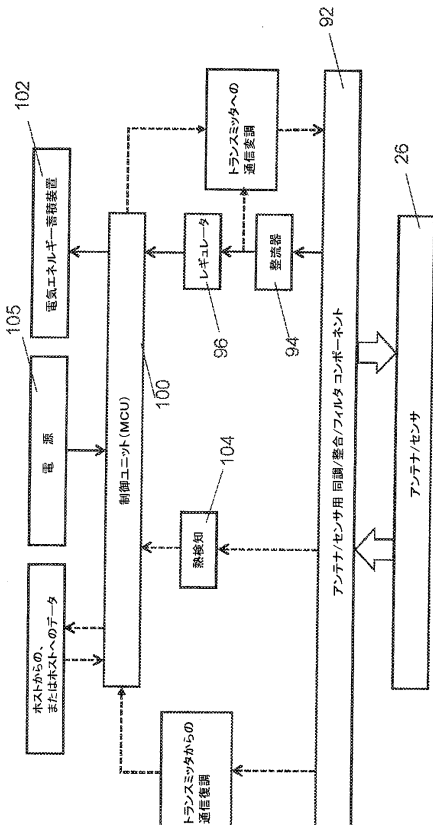


FIG. 16

10

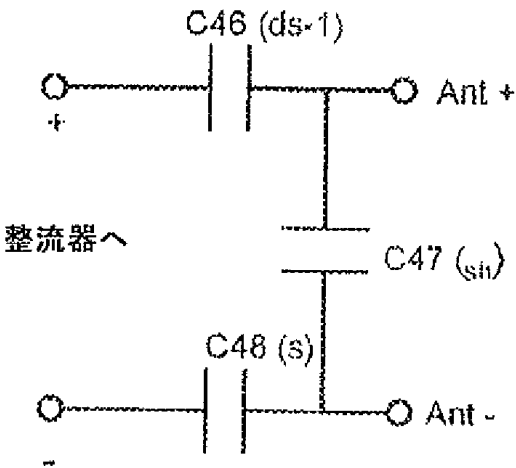
20

30

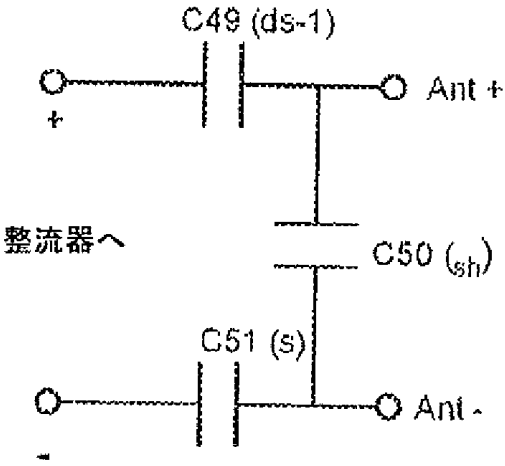
40

50

【図 18 A】

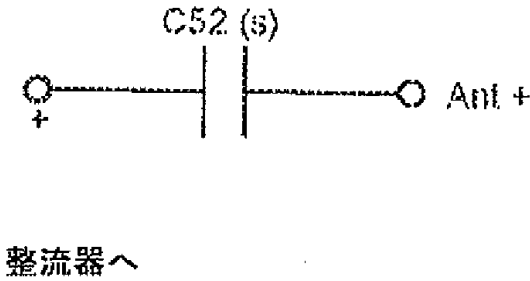


【図 18 B】

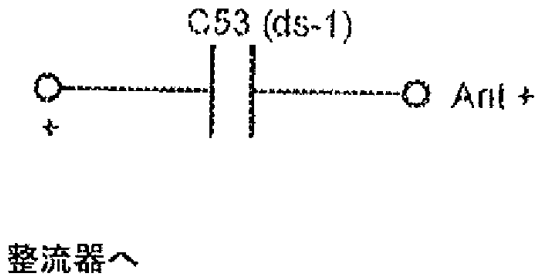


10

【図 18 C】



【図 18 D】



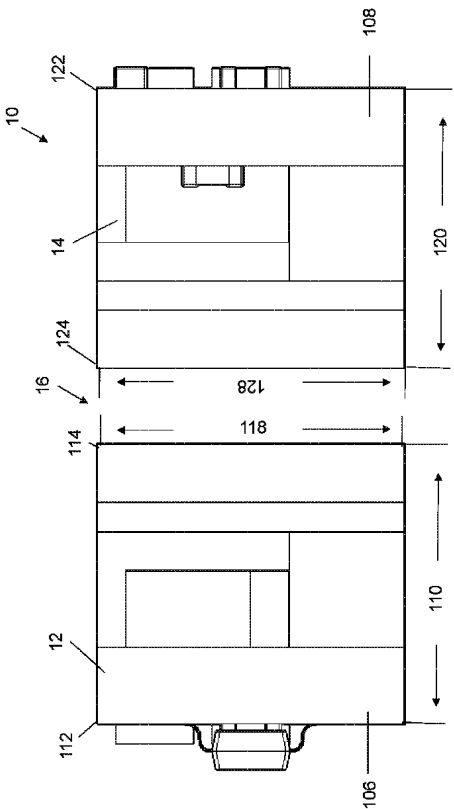
20

30

40

50

【図 19】



【図 20】

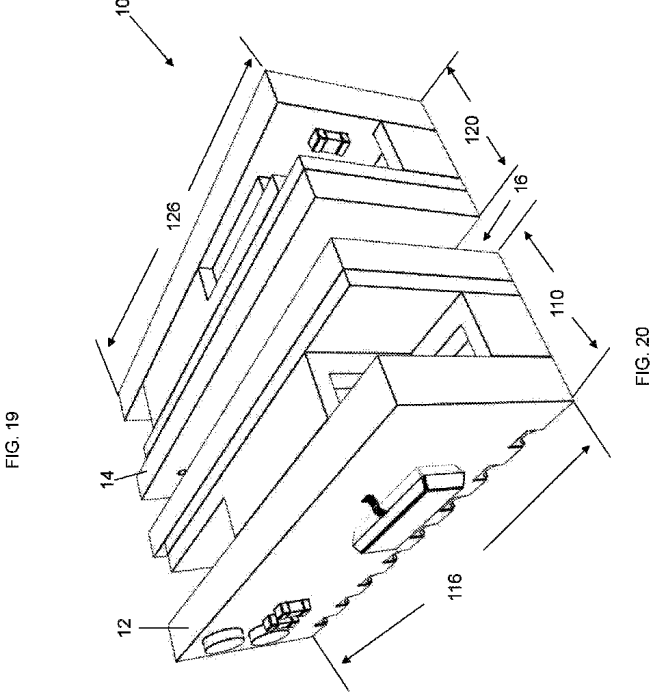
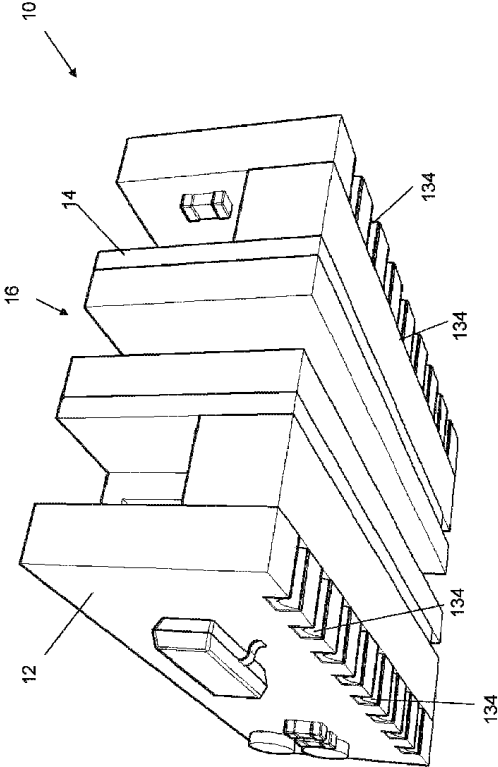


FIG. 19

FIG. 20

【図 21】



【図 22】

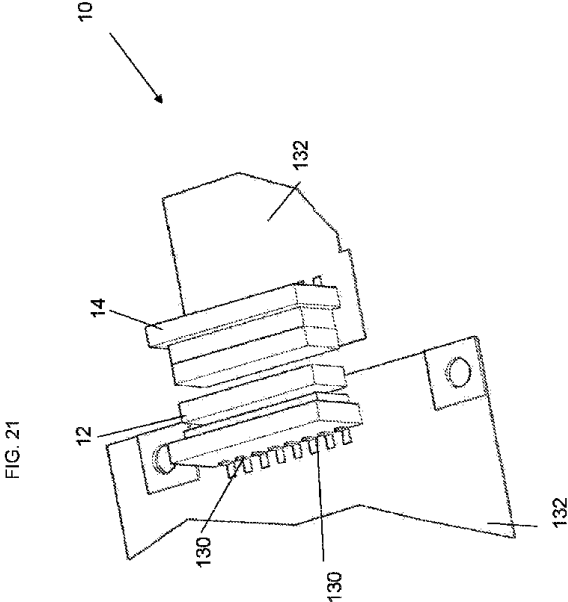


FIG. 21

FIG. 22

10

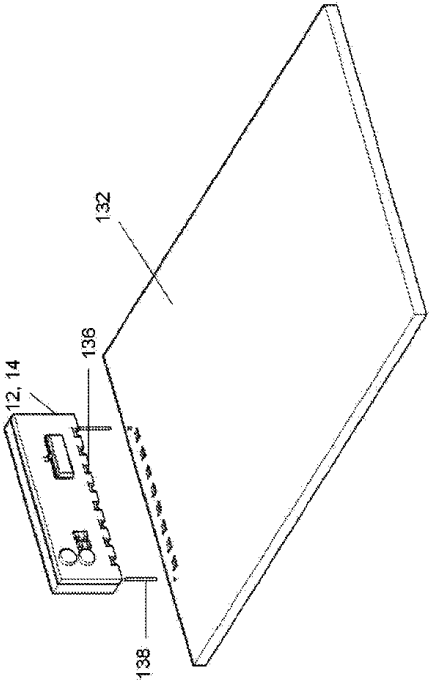
20

30

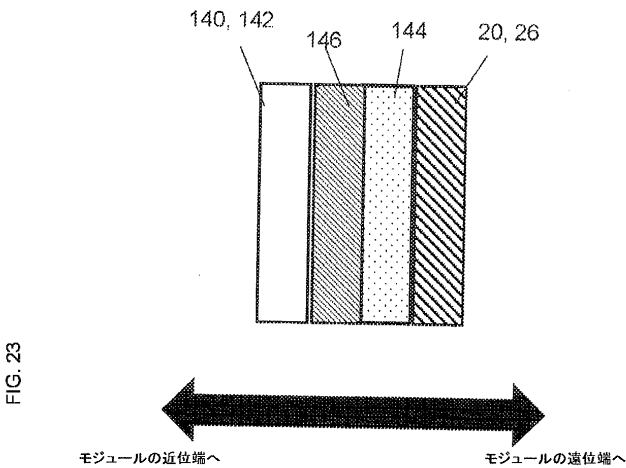
40

50

【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

【図 2 5】

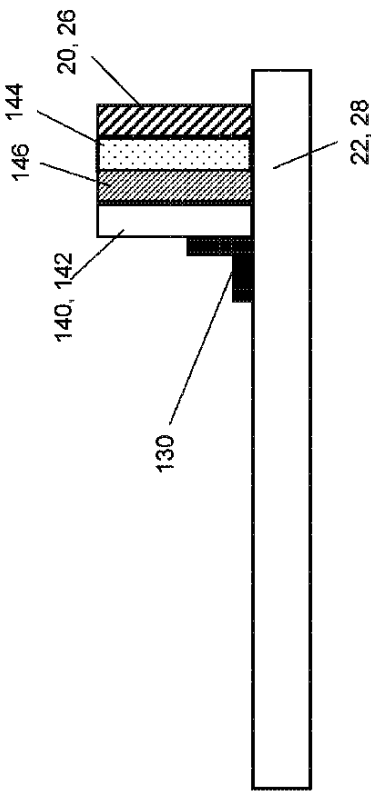


FIG. 25

【図 2 6】

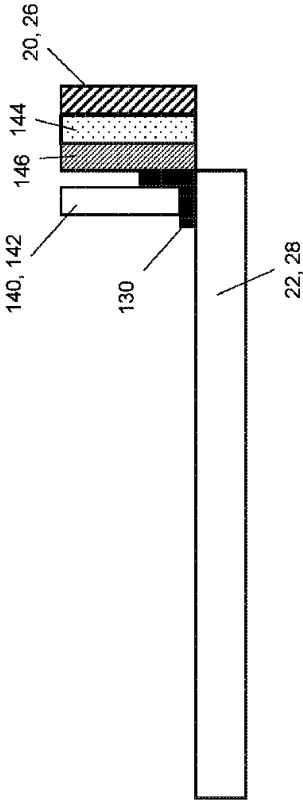


FIG. 26

30

40

50

【図 27】

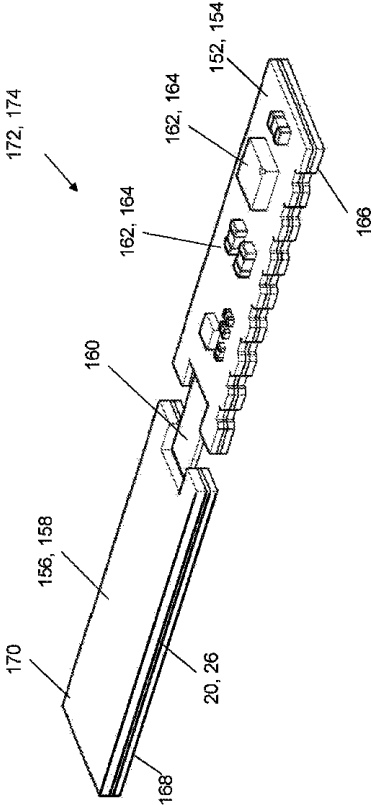


FIG. 27

【図 28】

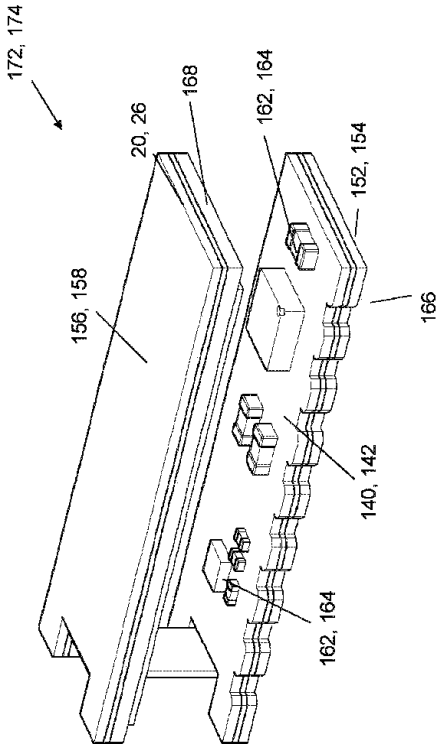


FIG. 28

【図 29】

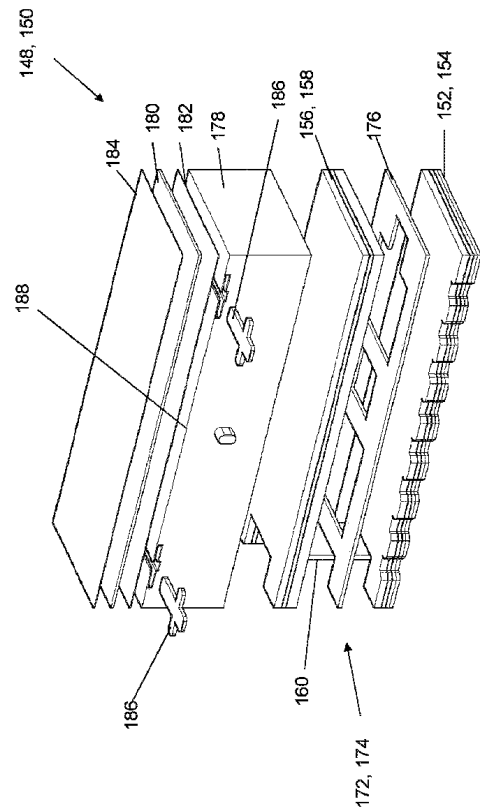


FIG. 29

【図 30】

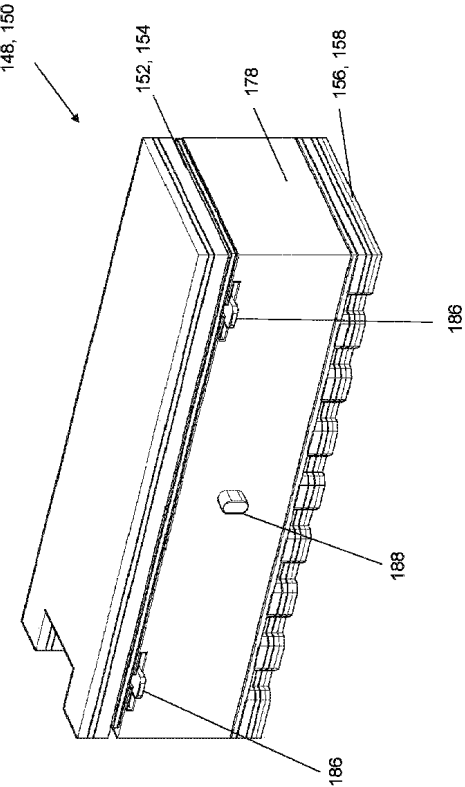


FIG. 30

10

20

30

40

50

【図 30 A】

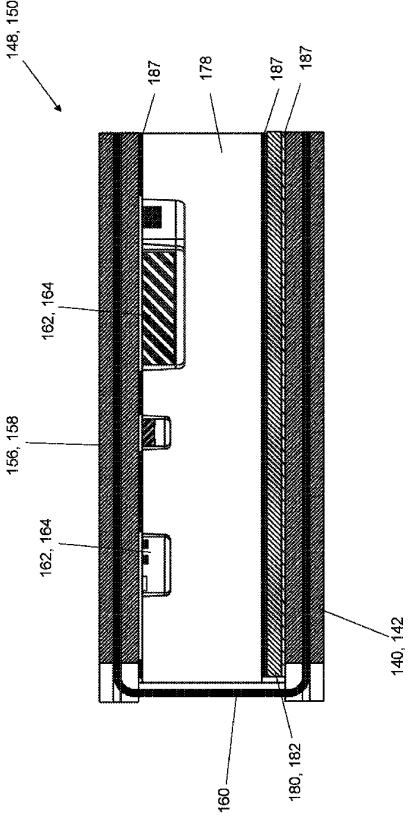


FIG. 30A

【図 31】

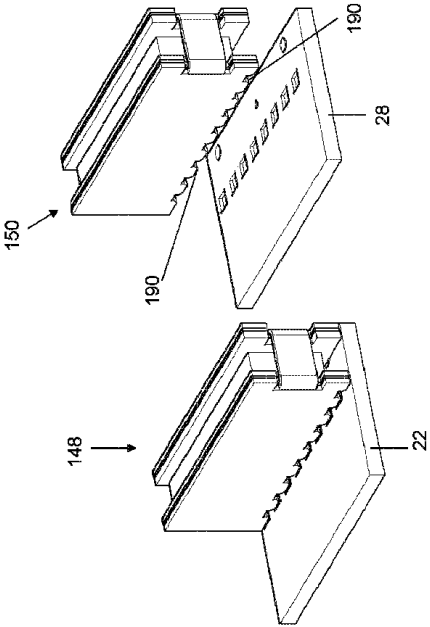


FIG. 31

【図 32】

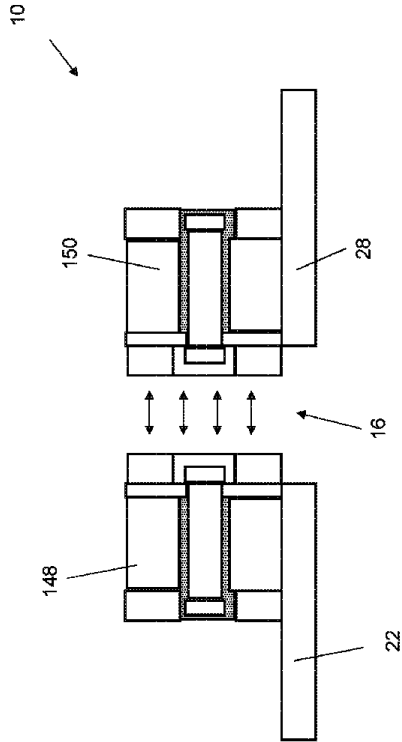


FIG. 32

【図 33】

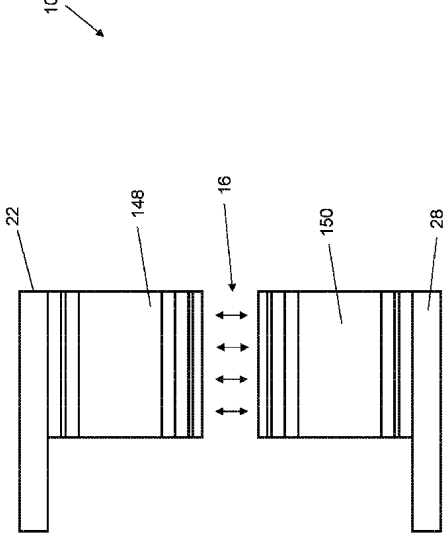


FIG. 33

10

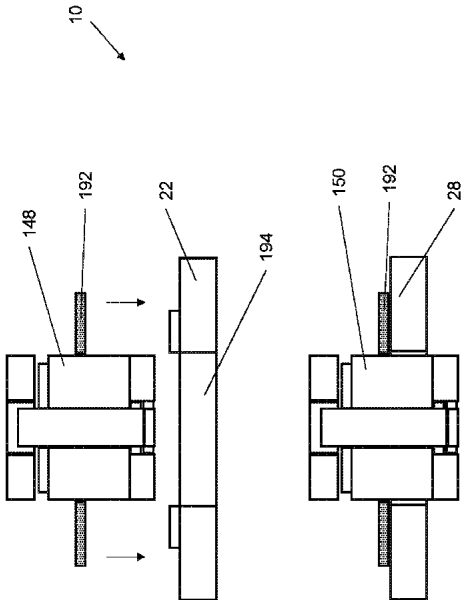
20

30

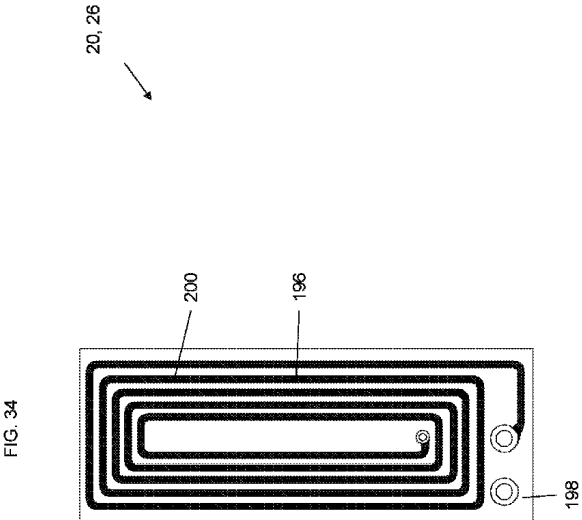
40

50

【図 3 4】



【図 3 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 ジェイソン リュージンスキー
アメリカ合衆国 イリノイ州 60608, シカゴ, 1033 ダブリュー 第14プレイス, エイ
ピティ 240
- (72)発明者 グレン リーゼ
アメリカ合衆国 イリノイ州 60051, マケンリー, 5018 メモリー トレイル
- (72)発明者 ロバート ジオメッティ
アメリカ合衆国 イリノイ州 60089, バッファロー グローヴ, 2128 バーチウッド レーン
- (72)発明者 オレグ ロス
アメリカ合衆国 イリノイ州 60089, バッファロー グローヴ, 186 ダブリュー フォック
ス ヒル ドライブ
- (72)発明者 ウンナティ ワドカー
アメリカ合衆国 イリノイ州 60661, シカゴ, 641 ダブリュー. レイク ストリート, ス
イート 304
- (72)発明者 マーク メロン
アメリカ合衆国 イリノイ州 60661, シカゴ, 641 ダブリュー. レイク ストリート, ス
イート 304
- (72)発明者 アルベルト ペラルタ
アメリカ合衆国 イリノイ州 60654, シカゴ, 33 ダブリュー オンタリオ ストリート, エ
イピーティ29エイチ
- (72)発明者 ジェイコブ バブコック
アメリカ合衆国 イリノイ州 60642, シカゴ, 1416 ダブリュー. エリー ストリート
- (72)発明者 ミカエル ゴトリープ
アメリカ合衆国 イリノイ州 60661, シカゴ, 641 ダブリュー. レイク, スイート 304
- (72)発明者 ナズムル アラム
アメリカ合衆国 イリノイ州 60148, ロンバード, 150 ダブリュー. サン チャールズ ア
ールディ, エイピーティ. 114

審査官 鴨川 学

- (56)参考文献 特開2015-008628(JP, A)
特表2015-537440(JP, A)
特開2013-051864(JP, A)
特表2014-530543(JP, A)
特表2012-522483(JP, A)
特開2005-236585(JP, A)
特開2003-110394(JP, A)
特開2013-161905(JP, A)
特開2014-175865(JP, A)
特表平11-507448(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04B 5/02
H02J 50/10
H02J 50/80