

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6258816号
(P6258816)

(45) 発行日 平成30年1月10日 (2018. 1. 10)

(24) 登録日 平成29年12月15日 (2017. 12. 15)

(51) Int. Cl.	F I
HO 2 J 50/12 (2016. 01)	HO 2 J 50/12
HO 2 J 50/40 (2016. 01)	HO 2 J 50/40
HO 2 J 50/80 (2016. 01)	HO 2 J 50/80

請求項の数 6 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2014-170870 (P2014-170870)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成26年8月25日 (2014. 8. 25)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2015-111998 (P2015-111998A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成27年6月18日 (2015. 6. 18)	(74) 代理人	100081422
審査請求日	平成29年1月24日 (2017. 1. 24)		弁理士 田中 光雄
(31) 優先権主張番号	特願2013-224574 (P2013-224574)	(74) 代理人	100100158
(32) 優先日	平成25年10月29日 (2013. 10. 29)		弁理士 鮫島 睦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100125874
			弁理士 川端 純市
		(72) 発明者	菅野 浩
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニック株式会社内
		(72) 発明者	湯瀬 芳雄
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線送電装置及び無線電力伝送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受電コイルを含む受電アンテナを備えた複数の無線受電装置に、高周波電力を伝送する無線電力伝送システムの無線送電装置であって、

上記複数の無線受電装置の受電アンテナと電磁的に結合可能な少なくとも1つの送電アンテナと、

上記高周波電力を発生して上記少なくとも一つの送電アンテナに供給する1つのインバータ回路と、

上記複数の無線受電装置の各々から上記各受電コイルの出力電圧値を受信する受信回路と、

上記受信した出力電圧値に応じて、上記インバータ回路から供給される上記高周波電力の周波数または振幅を含む伝送条件を制御する制御回路と、を備え、

上記制御回路は、

上記複数の無線受電装置のうちの第1無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記複数の無線受電装置のうちの第2無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検知したとき、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送する上記伝送条件を変更し、

上記インバータ回路を用いて、上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数または振幅のいずれか一方を変更して、上

記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも 1 つの無線受電装置から受信する上記出力電圧値を、上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも 1 つの無線受電装置に含まれる回路素子の制限電圧以下に制御し、

上記制御回路は、

上記複数の無線受電装置のうちの上記第 2 無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したと判断したとき、

上記受信回路を用いて、上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信した各出力電圧値の差が、上記制限電圧と上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置が動作する最小電圧との差分に対応する所定の電圧幅に収まる上記高周波電力の周波数を決定し、

10

上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数を上記決定した周波数に固定した状態で、上記高周波電力の振幅を変更し、上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信する上記出力電圧値を、上記制限電圧以下で上記最小電圧以上に制御する、

無線送電装置。

【請求項 2】

上記制御回路は、上記第 1 無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記第 2 無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検知したとき、上記第 1 無線受電装置への上記高周波電力の伝送を停止するように、または、上記第 1 無線受電装置に伝送されている上記高周波電力より小さい高周波電力を上記第 1 無線受電装置に伝送するように、上記伝送条件を変更する、

20

請求項 1 に記載の無線送電装置。

【請求項 3】

上記無線送電装置は、さらに位置検出コイルと、上記位置検出コイルを用いて、上記送電アンテナに対する上記受電アンテナの相対的位置を検出する位置検出回路とを具備し、

上記複数の無線受電装置のうちの上記第 2 無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検知する方法は、上記位置検出コイルを用いて、上記位置検出回路が上記送電アンテナに対する上記受電アンテナの相対的位置を検出する方法、または、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置のいずれかの受電コイルの出力電圧が変化したことを検知する方法のいずれか一方の方法である、

30

請求項 1 または請求項 2 に記載の無線送電装置。

【請求項 4】

上記制御回路は、

上記インバータ回路を用いて、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数または振幅のいずれか一方を変更して、上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも 1 つの無線受電装置から受信する上記出力電圧値を、上記少なくとも 1 つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも 1 つの無線受電装置に含まれる回路素子の制限電圧以下および上記無線受電装置が動作する最小電圧以上に制御する、

40

請求項 1 ～ 3 のうちのいずれか 1 つに記載の無線送電装置。

【請求項 5】

上記無線送電装置は、上記第 1 及び第 2 無線受電装置に上記高周波電力を伝送するときに上記第 1 及び第 2 無線受電装置の各々から受信する出力電圧値の周波数特性を予め記憶した記憶装置をさらに備え、

上記制御回路は、

上記複数の無線受電装置のうちの上記第 2 無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したと判断した後、

上記記憶装置に記憶された周波数特性に基づいて、上記第 1 及び第 2 無線受電装置に伝

50

送するための上記高周波電力の周波数及び振幅を決定する、

請求項 1 に記載の無線送電装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のうちのいずれか 1 つに記載の無線送電装置と、

受電コイルを含む共振回路を含む受電アンテナをそれぞれ備えた複数の無線受電装置とを含む無線電力伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、送電コイル及び受電コイルの間の電磁誘導によって非接触で電力を送る無線送電装置及び無線電力伝送システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話機をはじめとする様々なモバイル機器が普及しつつある。モバイル機器の消費電力量は、機能及び性能の向上ならびにコンテンツの多様化に起因して増大し続けている。予め決められた容量のバッテリーで動作するモバイル機器において、その消費電力量が増大すると、当該モバイル機器の動作時間が短くなる。バッテリーの容量の制限を補うための技術として、無線電力伝送システムが注目されている。無線電力伝送システムは、無線送電装置の送電コイルと無線受電装置の受電コイルとの間の電磁誘導によって無線送電装置から無線受電装置に非接触で電力を送る。特に、共振型の送電コイル及び受電コイル（共振磁界結合）を用いた無線電力伝送システムは、送電コイル及び受電コイルの位置が互いにずれているときであっても高い伝送効率を維持できるので、様々な分野における応用が期待されている。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 ～ 3 の無線電力伝送システムが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 016985 号公報

【特許文献 2】国際公開第 2012 / 081519 号パンフレット

30

【特許文献 3】国際公開第 2012 / 164744 号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 ～ 3 は、送電コイルを有する 1 つの無線送電装置が、受電コイルを有する 1 つの無線受電装置に電力を伝送する一般的な無線電力伝送システムを開示するに過ぎない。

【0006】

本開示の目的は、1 つの無線送電装置から複数の無線受電装置に電力供給することができる無線送電装置及び無線電力伝送システムを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示にかかる一態様は、

受電コイルを含む受電アンテナを備えた複数の無線受電装置に、高周波電力を伝送する無線電力伝送システムの無線送電装置であって、

上記複数の無線受電装置の受電アンテナと電磁的に結合可能な少なくとも 1 つの送電アンテナと、

上記高周波電力を発生して上記少なくとも一つの送電アンテナに供給する 1 つのインバータ回路と、

上記複数の無線受電装置の各々から上記各受電コイルの出力電圧値を受信する受信回路

50

と、

上記受信した出力電圧値に応じて、上記インバータ回路から供給される上記高周波電力の周波数または振幅を含む伝送条件を制御する制御回路と、を備え、

上記制御回路は、

上記複数の無線受電装置のうちの第1無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記複数の無線受電装置のうちの第2上記無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検知したとき、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送する上記伝送条件を変更し、

上記インバータ回路を用いて、上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数または振幅のいずれか一方を変更して、上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも一つの無線受電装置から受信する上記出力電圧値を、上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも一つの無線受電装置に含まれる回路素子の制限電圧以下に制御する。

【0008】

なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム、または、記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【発明の効果】

【0009】

上記態様によると、一つの無線送電装置から複数の無線受電装置に電力供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1の無線受電装置3-1の詳細構成の一例を示すブロック図である。

【図3】図3は、図1の送電アンテナ24-1の第1の変形例に係る送電アンテナ24a-1を示す回路図である。

【図4】図4は、図1の送電アンテナ24-1の第2の変形例に係る送電アンテナ24b-1を示す回路図である。

【図5】図5は、図1の送電アンテナ24-1の第3の変形例に係る送電アンテナ24c-1を示す回路図である。

【図6】図6は、図1の送電アンテナ24-1～24-Nの第1の実施例を示す上面図である。

【図7】図7は、図1の位置検出コイル25の詳細構成の一例を示す斜視図である。

【図8】図8は、図7の位置検出コイル25を用いた受電アンテナ31-1の位置決定を説明するための斜視図である。

【図9】図9は、図2の負荷変調回路34-1の詳細構成の一例を示す回路図である。

【図10】図10は、第1の実施形態の第1の変形例に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図11】図11は、図1の無線送電装置2の制御回路20によって実行される送電制御処理を示すフローチャートである。

【図12】図12は、図1の無線受電装置3-1及び3-2の負荷インピーダンスが等しいときの、各受電アンテナ31-1及び31-2の出力電圧 V_{r1} 及び V_{r2} と、無線電力伝送システムの伝送効率とを示すグラフである。

【図13】図13は、図1の無線受電装置3-1及び3-2の負荷インピーダンスが異なるときの、各受電アンテナ31-1及び31-2の出力電圧 V_{r1} 及び V_{r2} と、無線電力伝送システムの伝送効率とを示すグラフである。

【図14】図14は、第2の実施形態に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック

10

20

30

40

50

図である。

【図 15】図 15 は、図 14 の無線受電装置 3 B - 1 の詳細構成の一例を示すブロック図である。

【図 16】図 16 は、図 15 の負荷変調回路 3 4 B - 1 の詳細構成の一例を示す回路図である。

【図 17】図 17 は、図 15 の負荷変調回路 3 4 B - 1 によって発生される負荷変調信号を示すタイミングチャートである。

【図 18】図 18 は、図 14 の無線電力伝送システムにおいて使用される例示的な負荷変調信号の符号を示すタイミングチャートである。

【図 19】図 19 は、第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。

10

【図 20】図 20 は、第 2 の実施形態の変形例に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

< 発明の基礎となった知見 >

本発明者らは、「背景技術」の欄において記載した無線電力伝送システムに関し、以下の問題が生じることを見いだした。

【0012】

前述のように、特許文献 1 から 3 は、送電コイルを有する 1 つの無線送電装置が、受電コイルを有する 1 つの無線受電装置に電力を伝送する一般的な無線電力伝送システムを開示するに過ぎない。

20

【0013】

従来の電磁誘導型の無線電力伝送システムでは、1 つの高周波電力源（インバータ回路）を備えた 1 つの無線送電装置は、常に 1 つの無線受電装置にしか電力供給することができない。従って、例えば充電のために、1 つの無線送電装置の送電エリア上に複数の無線受電装置が配置された場合は、1 つの無線受電装置の充電が終わった後に他のもう 1 つの無線受電装置に充電する、という順次の充電を行っていた。

【0014】

共振磁界結合を用いた無線電力伝送システムでは、送電コイル及び受電コイルの結合係数が小さく、電磁誘導型の無線電力伝送システムの場合よりも、無線送電装置及び無線受電装置の間の距離を離して電力を伝送できるので、1 つの無線送電装置から複数の無線受電装置に充電することができる。

30

【0015】

しかし、例えば、1 つの無線送電装置から複数の無線受電装置に電力供給している無線電力伝送システムを検討すると、現在電力供給を受けている無線受電装置とは別に新たに無線受電装置が追加されて、追加された上記無線受電装置も電力供給を受ける場合を想定する必要がある。

【0016】

一つの解決策として、追加された無線受電装置を含む複数の無線受電装置が全く同じ負荷特性（負荷インピーダンス）を有すると想定すれば、1 つの無線受電装置に電力供給する場合と同じ送電周波数で、無線受電装置の個数の分だけ電力を増やして、伝送を継続すればよいことになる。

40

【0017】

しかしながら、一般には、複数の無線受電装置の負荷特性が互いに異なる（充電池の残量が異なる等）。この場合、送電される高周波電力の周波数又はインバータ回路への入力電圧などの設定によっては、いずれかの無線受電装置において受電コイルが受電する出力電圧が高くなりすぎて、受電コイルに接続された無線受電装置の回路素子（整流回路など）の制限電圧を超えてしまうという課題が考えられる。

【0018】

50

上記課題の原因は、以下のように考えられる。

【 0 0 1 9 】

単純化して考えるために、例えば、1つの無線送電装置から1つの無線受電装置に電力供給を行っている場合を考える。

【 0 0 2 0 】

第一の動作条件として、第1の無線受電装置が例えば5Ω（重負荷：負荷が大電流を要求する状態）の負荷を有し、要求電力は、5Wであるものとする。その時、上記要求電力である5Wを満たすために、上記1つの無線送電装置のインバータ回路に10Vの電圧を印加することにより生成された高周波電力（以後、単に電力とも呼ぶことにする）が、上記第1の無線受電装置に伝送される。その時、上記第1の無線受電装置の受電コイルの出力電圧は5Vとなったものとする。

10

【 0 0 2 1 】

次に、第二の動作条件として、要求電力が例えば、0.25Wで、負荷が100Ω（軽負荷：負荷が小電流を要求する状態）である第2の無線受電装置を上記第1の無線受電装置と交換した場合を考える。この場合、上記第2の無線受電装置の要求電力である0.25Wを満たすために、上記無線送電装置のインバータ回路に3Vの電圧を印加することにより生成された電力が、上記第2の無線受電装置に伝送される。この時、上記第2の無線受電装置の受電コイルの出力電圧も5Vとなったものとする。

【 0 0 2 2 】

しかしながら、1つの無線送電装置の1つのインバータ回路から複数の無線受電装置に電力を供給する場合、上記インバータ回路から送電コイルに出力する電力の送電周波数（単に、以後、周波数とも呼ぶことにする）と電圧（振幅と言い換えて呼んでも良い）とは一義に決定されてしまい、複数の無線受電装置の受電状態を個別に最適化するための周波数、電圧パラメータで、上記インバータ回路を動作させることが出来ない。

20

【 0 0 2 3 】

従って、例えば、第1の無線受電装置に電力を供給しているときにさらに第2の無線受電装置にも電力供給を開始しようとする場合、第2の無線受電装置については、最初に第1の無線受電装置に送電した10Vの電圧の電力の一部が分配されて受電することになる。10Vの電圧の電力を第2の無線受電装置に伝送した場合、上記第2の無線受電装置の受電コイルの出力電圧は16.5Vと高くなる。この場合、上記第2無線受電装置において受電コイルが受電する出力電圧が高くなりすぎて、受電コイルに接続された上記第2無線受電装置の回路素子（整流回路など）の制限電圧を超えてしまう。その結果、上記第2無線受電装置に含まれる回路素子が破壊されるおそれがある。ここで、16.5Vという値は、第一の動作条件と第二の動作条件におけるインバータ回路に印加される電圧比と、第二の動作条件における上記第2の無線受電装置の受電コイルの出力電圧の積から算出される（ $= 10V / 3V \times 5V$ ）。

30

【 0 0 2 4 】

例えば、より負荷が軽い第2の無線受電装置の条件に合うように最適な送電コイルに出力する電力の周波数と電圧（例えば、3V）を決定しようとしても、1つの無線送電装置の1つのインバータ回路から複数の無線受電装置に電力を供給する場合、上記インバータ回路から送電コイルに出力する電力の周波数と電圧とが一定である電力しか伝送できない。そのため、第2の無線受電装置に電力を伝送する場合、上記第1の無線受電装置の条件（例えば、10V）で電力を送電することになる。その結果、より負荷が軽い第2の無線受電装置には、過剰な電力が供給され、受電コイルの出力電圧が高くなると考えられる。

40

【 0 0 2 5 】

このように、軽負荷を有する無線受電装置の受電コイルの出力電圧が高くなる一因は、1つの無線送電装置の1つのインバータ回路から複数の無線受電装置に電力を供給する場合、上記インバータ回路から送電コイルに出力する電力の周波数と電圧とが一定である場合にしか伝送できないことにあると考えられる。

【 0 0 2 6 】

50

また、上記例において、無線受電装置の回路素子の耐電圧を超えてしまう上記課題に対処するために、無線受電装置に大きなマージンを有した耐圧の高い回路素子を使う方法が考えられる。しかし、この場合、高いコストの回路素子を使用するのでコストの増大をもたらすので、現実的な解決方法ではない。

【 0 0 2 7 】

そこで、1つのインバータを備えた1つの無線送電装置から複数の無線受電装置に高周波電力を供給しているとき、さらに新しい無線受電装置が上記無線送電装置に電磁的に結合した場合、各々の無線受電装置の出力電圧が各々の無線受電装置の回路素子の制限電圧を超えることがないように、上記電力伝送を制御する無線送電装置が望まれている。また、上記無線受電装置の回路素子のコストが増加しないことが望まれている。

10

【 0 0 2 8 】

以上の考察により、本発明者らは、以下の発明の各態様を想到するに至った。

【 0 0 2 9 】

本開示の一態様に係る無線送電装置は、

受電コイルを含む受電アンテナを備えた複数の無線受電装置に、高周波電力を伝送する無線電力伝送システムの無線送電装置であって、

上記複数の無線受電装置の受電アンテナと電磁的に結合可能な少なくとも1つの送電アンテナと、

上記高周波電力を発生して上記少なくとも一つの送電アンテナに供給する1つのインバータ回路と、

20

上記複数の無線受電装置の各々から上記各受電コイルの出力電圧値を受信する受信回路と、

上記受信した出力電圧値に応じて、上記インバータ回路から供給される上記高周波電力の周波数または振幅を含む伝送条件を制御する制御回路と、を備え、

上記制御回路は、

上記複数の無線受電装置のうちの第1無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記複数の無線受電装置のうちの第2無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検知したとき、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送する上記伝送条件を変更し、

30

上記インバータ回路を用いて、上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数または振幅のいずれか一方を変更して、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも1つの無線受電装置から受信する上記出力電圧値を、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも1つの無線受電装置に含まれる回路素子の制限電圧以下に制御する。

【 0 0 3 0 】

上記態様によれば、上記複数の無線受電装置のうちの第2無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検出すると、上記インバータ回路から供給される上記高周波電力の周波数、振幅、電圧の波形、一定期間における上記高周波電力の密度などの伝送条件を変更することにより、上記複数の無線受電装置のいずれかの受電コイルの出力電圧の増加により、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した少なくとも1つの無線受電装置に含まれる回路素子が破壊されるのを防止できる。

40

【 0 0 3 1 】

また、上記態様によれば、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数または振幅のいずれか一方を変更する。これにより、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した少なくとも1つの無線受電装置から受信する上記出力電圧を、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した少なくとも1つの無線受電装置に含まれる回路素子の制限電圧以下に制御する。そのため、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合し

50

た上記少なくとも1つの無線受電装置から受信する上記出力電圧が、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に含まれる回路素子の制限電圧を超えることを防止できる。

【0032】

また、上記態様によれば、上記無線受電装置の回路素子として耐圧部品を用いる必要はないので、上記無線受電装置の回路素子のコストを増加させずに済む。

【0033】

以上により、上記態様によると、共振磁界結合を用いた無線電力伝送システムにより、1つの無線送電装置から複数の無線受電装置に電力供給することができる。

【0034】

上記態様において、例えば、上記制御回路は、上記第1無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記第2上記無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検知したとき、上記第1無線受電装置への上記高周波電力の伝送を停止するように、または、上記第1無線受電装置に伝送されている上記高周波電力より小さい高周波電力を上記第1無線受電装置に伝送するように、上記伝送条件を変更してもよい。

【0035】

上記態様によれば、上記第1無線受電装置への高周波電力の伝送を停止し、または、上記第1無線受電装置に伝送されている高周波電力より小さい高周波電力を上記第1無線受電装置に伝送することで、上記複数の無線受電装置のいずれかの受電コイルの出力電圧の増加により、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した少なくとも1つの無線受電装置に含まれる回路素子が破壊されるのを防止できる。

【0036】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、さらに位置検出コイルと、上記位置検出コイルを用いて、上記送電アンテナに対する上記受電アンテナの相対的位置を検出する位置検出回路とを具備し、

上記複数の無線受電装置のうちの上記第2無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したことを検知する方法は、上記位置検出コイルを用いて、上記位置検出回路が上記送電アンテナに対する上記受電アンテナの相対的位置を検出する方法、または、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置のいずれかの受電コイルの出力電圧が変化したことを検知する方法のいずれか一方の方法であってもよい。

【0037】

上記態様において、例えば、上記制御回路は、上記インバータ回路を用いて、上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数または振幅のいずれか一方を変更して、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも1つの無線受電装置から受信する上記出力電圧値を、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した上記少なくとも1つの無線受電装置に含まれる回路素子の制限電圧以下および上記無線受電装置が動作する最小電圧以上に制御してもよい。

【0038】

上記態様において、例えば、上記複数の無線受電装置のうちの上記第2無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したと判断したとき、

上記受信回路を用いて、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信した各出力電圧値の差が、上記制限電圧と上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置が動作する最小電圧との差分に対応する所定の電圧幅に収まる上記高周波電力の周波数を決定し、

上記複数の無線受電装置のうち上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置に伝送される高周波電力の周波数を上記決定した周波数に固定した状態で、上記高周波電力の振幅を変更し、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した

10

20

30

40

50

無線受電装置から受信する上記出力電圧値を、上記制限電圧以下で上記最小電圧以上に制御してもよい。

【0039】

上記態様によれば、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信した各出力電圧の差が、上記制限電圧と上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置が動作する最小電圧との差分に対応する所定の電圧幅に収まる上記高周波電力の周波数を決定する。ここで、所定の電圧幅とは、上記制限電圧と上記最小電圧の差分より小さい値である。即ち、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信する上記出力電圧を上記制限電圧以下に制御するにあたって、まず、上記高周波電力の周波数を決定する。これにより、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した全ての無線受電装置から受信した上記出力電圧が、上記最小電圧以上となる準備をする。この状態で、上記高周波電力の振幅を変更するので、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信する上記出力電圧を、上記制限電圧以下で上記最小電圧以上に制御できる。

10

【0040】

以上により、上記少なくとも1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信する上記出力電圧が、上記制限電圧を超えることを防止しつつ、上記少なくとも一つの送電アンテナと電磁的に結合した全ての上記無線受電装置を動作させることができる。

【0041】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、上記第1及び第2の無線受電装置に上記高周波電力を伝送するときに上記第1及び第2の無線受電装置の各々から受信する出力電圧値の周波数特性を予め記憶した記憶装置をさらに備え、

20

上記制御回路は、

上記複数の無線受電装置のうちの上記第2無線受電装置が新たに上記少なくとも一つの送電アンテナに電磁的に結合したと判断した後、

上記記憶装置に記憶された周波数特性に基づいて、上記第1及び第2の無線受電装置に伝送するための上記高周波電力の周波数及び振幅を決定してもよい。

【0042】

上記態様によれば、上記無線送電装置は、上記第1及び第2の無線受電装置に上記高周波電力を伝送するときに上記第1及び第2の無線受電装置の各々から受信する出力電圧の周波数特性を予め記憶した記憶装置をさらに備えている。上記制御回路は、上記記憶装置に予め記憶された上記周波数特性を用いて、上記高周波電力の周波数及び振幅を決定する。

30

【0043】

本態様によっても、上記1つの送電アンテナと電磁的に結合した無線受電装置から受信する上記出力電圧が、上記制限電圧以下になる周波数及び振幅を決定できる。

【0044】

即ち、上記記憶装置に予め記憶された上記周波数特性を用いて、上記出力電圧が上記制限電圧以下になる上記高周波電力の周波数及び振幅を予測するので、上記出力電圧が上記制限電圧以下になる上記高周波電力の周波数及び振幅を探索するより早く決定できる。その結果、より早く上記無線受電装置への上記高周波電力の伝送を開始できる。

40

【0045】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は記憶装置をさらに備え、

上記制御回路は、上記複数の無線受電装置のうち少なくとも1つの第1の無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記複数の無線受電装置のうちの第2の無線受電装置の受電アンテナが新たに上記送電アンテナに電磁的に結合したことを検出したとき、

上記インバータ回路の出力電圧、出力電流、及び動作周波数を含む、上記インバータ回路の動作状態に係るパラメータを上記記憶装置に記憶し、

上記第1無線受電装置への高周波電力の伝送を停止し、または、上記第1無線受電装置

50

に伝送されている高周波電力より小さい高周波電力を上記第 1 無線受電装置に伝送し、

上記記憶装置に記憶されたパラメータに基づいて、上記第 1 及び第 2 の無線受電装置に同時に伝送するための上記高周波電力の周波数及び振幅を設定してもよい。

【 0 0 4 6 】

上記態様において、例えば、上記制御回路は、上記インバータ回路によって発生される高周波電力の位相と、上記インバータ回路のデューティ比とのうちの少なくとも一方を制御することにより、上記高周波電力の振幅を設定してもよい。

【 0 0 4 7 】

上記態様によれば、上記高周波電力の伝送を一時的に停止、または、一時的に、上記新たに上記無線受電装置が上記送電アンテナに結合したことを検出した時の上記高周波電力より減少させた高周波電力を伝送することができる。

10

【 0 0 4 8 】

また、上記態様によれば、上記各無線受電装置の出力電圧を下げることができる。

【 0 0 4 9 】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、可変な電圧を有する直流電力を発生して上記インバータ回路に供給する DC / DC コンバータ回路をさらに備え、

上記制御回路は、上記直流電力の電圧を制御することにより、上記高周波電力の振幅を設定してもよい。

【 0 0 5 0 】

上記態様によれば、上記高周波電力の伝送を一時的に停止、または、一時的に、上記新たに上記無線受電装置が上記送電アンテナに結合したことを検出した時の上記高周波電力より減少させた高周波電力を伝送することができる。

20

【 0 0 5 1 】

また、上記態様によれば、上記 DC / DC コンバータ回路単独で上記各無線受電装置の出力電圧を下げるすることができる。また、上記 DC / DC コンバータ回路と上記インバータ回路とを組み合わせ、上記各無線受電装置の出力電圧を下げてよい。

【 0 0 5 2 】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、送電コイルを含む共振回路をそれぞれ含む複数の送電アンテナと、上記インバータ回路によって発生された高周波電力を上記複数の送電アンテナの少なくとも 1 つに選択的に供給するスイッチ回路と、

30

1 つの無線受電装置の受電アンテナが新たに上記複数の送電アンテナのうちの少なくとも 1 つの送電アンテナに電磁的に結合したとき、上記複数の送電アンテナに対する上記受電アンテナの相対的位置を検出する検出装置とをさらに備え、

上記制御回路は、上記検出装置によって検出された上記受電アンテナの相対的位置に基づいて、上記受電アンテナに電磁的に結合した送電アンテナのうちの少なくとも 1 つに高周波電力を供給するように上記スイッチ回路を制御してもよい。

【 0 0 5 3 】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、1 つの送電アンテナを備えてもよい。

【 0 0 5 4 】

40

上記態様において、例えば、上記無線受電装置は、充電電池を備え、上記無線送電装置から高周波電力の供給を受けて上記充電電池に充電してもよい。

【 0 0 5 5 】

なお、上記の態様は、無線電力伝送システムとして実現されてもよい。

【 0 0 5 6 】

本開示の別の態様に係る無線送電装置は、1 つの無線送電装置及び複数の無線受電装置を含む無線電力伝送システムの無線送電装置において、

上記各無線受電装置は、受電コイルを含む共振回路を含む受電アンテナを備え、

上記無線送電装置は、

送電コイルを含む共振回路を含み、上記各無線受電装置の受電アンテナと電磁的に結合

50

する少なくとも1つの送電アンテナと、

可変な周波数及び可変な振幅を有する高周波電力を発生して上記送電アンテナに供給するインバータ回路と、

上記インバータ回路を制御する制御回路とを備え、

上記制御回路は、上記複数の無線受電装置のうちの少なくとも1つの第1の無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記複数の無線受電装置のうちの第2の無線受電装置の受電アンテナが新たに上記送電アンテナに電磁的に結合したことを検出したとき、

上記高周波電力の伝送を一時的に停止し、

上記第1及び第2の無線受電装置に同時に伝送するための上記高周波電力の周波数及び振幅を設定し、

上記高周波電力の伝送を再開する。

【0057】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は記憶装置をさらに備え、

上記制御回路は、上記複数の無線受電装置のうちの少なくとも1つの第1の無線受電装置に対して上記高周波電力を伝送しているときに、上記複数の無線受電装置のうちの第2の無線受電装置の受電アンテナが新たに上記送電アンテナに電磁的に結合したことを検出したとき、

上記インバータ回路の出力電圧、出力電流、及び動作周波数を含む、上記インバータ回路の動作状態に係るパラメータを上記記憶装置に記憶し、

上記高周波電力の伝送を一時的に停止し、

上記記憶装置に記憶されたパラメータに基づいて、上記第1及び第2の無線受電装置に同時に伝送するための上記高周波電力の周波数及び振幅を設定してもよい。

【0058】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、上記第1及び第2の無線受電装置に同時に高周波電力を伝送するときの上記各無線受電装置の受電アンテナの出力電圧の周波数特性を予め記憶した記憶装置をさらに備え、

上記制御回路は、上記記憶装置に記憶された周波数特性に基づいて、上記各無線受電装置の受電アンテナの出力電圧が予め決められたしきい値未満になるように、上記第1及び第2の無線受電装置に同時に伝送するための上記高周波電力の周波数及び振幅を設定してもよい。

【0059】

上記態様において、例えば、上記制御回路は、上記インバータ回路によって発生される高周波電力の位相と、上記インバータ回路のデューティ比とのうちの少なくとも一方を制御することにより、上記高周波電力の振幅を設定してもよい。

【0060】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、可変な電圧を有する直流電力を発生して上記インバータ回路に供給する直流電力源をさらに備え、

上記制御回路は、上記直流電力の電圧を制御することにより、上記高周波電力の振幅を設定してもよい。

【0061】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、

送電コイルを含む共振回路をそれぞれ含む複数の送電アンテナと、

上記インバータ回路によって発生された高周波電力を上記複数の送電アンテナの少なくとも1つに選択的に供給するスイッチ回路と、

1つの無線受電装置の受電アンテナが新たに上記複数の送電アンテナのうちの少なくとも1つの送電アンテナに電磁的に結合したとき、上記複数の送電アンテナに対する上記受電アンテナの相対的位置を検出する検出装置とをさらに備え、

上記制御回路は、上記検出装置によって検出された上記受電アンテナの相対的位置に基づいて、上記受電アンテナに電磁的に結合した送電アンテナのうちの少なくとも1つに高

10

20

30

40

50

周波電力を供給するように上記スイッチ回路を制御してもよい。

【 0 0 6 2 】

上記態様において、例えば、上記無線送電装置は、１つの送電アンテナを備えていてもよい。

【 0 0 6 3 】

上記態様において、例えば、上記無線受電装置は、充電電池を備え、上記無線送電装置から高周波電力の供給を受けて上記充電電池に充電してもよい。

【 0 0 6 4 】

なお、上記の態様は、無線電力伝送システムとして実現されてもよい。

【 0 0 6 5 】

10

< 第 1 の実施形態 >

以下、本開示の第 1 の実施形態に係る無線電力伝送システムについて、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 6 6 】

図 1 は、第 1 の実施形態に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。図 1 の無線電力伝送システムは、直流電源装置 1 に接続された 1 つの無線送電装置 2 と、無線送電装置 2 から電力供給を受ける複数の無線受電装置 3 - 1 及び 3 - 2 とを含む。

【 0 0 6 7 】

図 1 の無線送電装置 2 は、制御回路 2 0、メモリ 2 0 a、D C / D C コンバータ回路 2 1、インバータ回路 2 2、スイッチ回路 2 3、送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N、位置検出コイル 2 5、位置検出回路 2 6、及び受信回路 2 7 を備える。D C / D C コンバータ回路 2 1 は、直流電源装置 1 から得られた直流電力から、可変な電圧を有する直流電力を発生してインバータ回路 2 2 に供給する。インバータ回路 2 2 は、可変な周波数及び可変な大きさ（高周波電力の周波数が一定であれば、高周波電力の大きさは高周波電力の振幅のみで決定されるので、高周波電力の大きさを高周波電力の振幅と置き換えて、以後呼んでもよい）を有する高周波電力を発生し、スイッチ回路 2 3 を介して送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N に供給する。スイッチ回路 2 3 は、インバータ回路 2 2 によって発生された高周波電力を複数の送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N の少なくとも 1 つに選択的に供給する。送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N のそれぞれは、送電コイルを含む共振回路を含み、各無線受電装置 3 - 1、3 - 2 の受電アンテナ 3 1 - 1、3 1 - 2（後述）と電磁的に結合する。位置検出コイル 2 5 及び位置検出回路 2 6 は、1 つの無線受電装置の受電アンテナが新たに送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N のうちの少なくとも 1 つの送電アンテナに電磁的に結合したとき、送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N に対する受電アンテナの相対的位置を検出する。受信回路 2 7 は、無線受電装置 3 - 1、3 - 2 の消費電力を変化させることにより無線受電装置 3 - 1、3 - 2 から無線送電装置 2 に送られた負荷変調信号を受信して復調する。制御回路 2 0 は、D C / D C コンバータ回路 2 1 によって発生される直流電力の電圧と、インバータ回路 2 2 によって発生される高周波電力の周波数及び大きさと、スイッチ回路 2 3 によるインバータ回路 2 2 及び送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N の接続とを制御する。メモリ 2 0 a は、図 1 1 を参照して後述する送電制御処理において、インバータ回路 2 2 の動作状態に係るパラメータ（送電パラメータ）を記憶する。

20

30

40

【 0 0 6 8 】

制御回路 2 0 は、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、D C / D C コンバータ回路 2 1 によって発生される直流電力の電圧を変化させてもよい。また、制御回路 2 0 は、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、インバータ回路 2 2 によって発生される高周波電力の位相と、インバータ回路 2 2 のデューティ比との少なくとも一方を制御してもよい。

【 0 0 6 9 】

図 1 の無線受電装置 3 - 1 は、受電アンテナ 3 1 - 1、受電回路 3 2 - 1、及び負荷装置 3 3 - 1 を備える。受電アンテナ 3 1 - 1 は、受電コイルを含む共振回路を含み、送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N のうちの少なくとも 1 つの送電アンテナ 2 4 - 1 に電磁的に

50

結合する。複数の無線受電装置が存在するとき、送電アンテナ 24 - 1 ~ 24 - N と、各無線受電装置の受電アンテナとは、例えば 1 対 1 に対応する。受電回路 32 - 1 は、受電アンテナ 31 - 1 を介して無線送電装置 2 から受けた高周波電力の整流及び平滑化を行って負荷装置 33 - 1 に供給する。負荷装置 33 - 1 は、例えば充電池である。負荷装置 33 - 1 が充電池のとき、無線受電装置 3 - 1 は、無線送電装置 2 から高周波電力の供給を受けて充電池に充電する。

【0070】

図 2 は、図 1 の無線受電装置 3 - 1 の詳細構成の一例を示すブロック図である。受電回路 32 - 1 は、負荷変調回路 34 - 1、整流回路 35 - 1、モニタ回路 36 - 1、制御回路 37 - 1、及び送信回路 38 - 1 を備える。負荷変調回路 34 - 1 は、受電アンテナ 31 - 1 に接続され、送信回路 38 - 1 の制御下で無線受電装置 3 - 1 の消費電力を変化させることにより負荷変調信号を発生する。整流回路 35 - 1 は、受電アンテナ 31 - 1 を介して無線送電装置 2 から受けた電力の整流及び平滑化を行って負荷装置 33 - 1 に供給する。モニタ回路 36 - 1 は、負荷装置 33 - 1 による電力消費を監視し、また、負荷装置 33 - 1 からの電力要求（電力供給の増減又は停止など）を受け、制御回路 37 - 1 に通知する。制御回路 37 - 1 は、モニタ回路 36 - 1 からの通知信号に応じて送信回路 38 - 1 を制御し、送信回路 38 - 1 は、制御回路 37 - 1 の制御下で、負荷変調回路 34 - 1 を用いて負荷変調信号を発生する。

【0071】

図 1 の無線受電装置 3 - 2 もまた、無線受電装置 3 - 1 と同様に構成される。

【0072】

図 3 は、図 1 の送電アンテナ 24 - 1 の第 1 の変形例に係る送電アンテナ 24 a - 1 を示す回路図である。図 3 の送電アンテナ 24 a - 1 は、送電コイル L1 及びキャパシタ C1 を含む直列共振回路を含む。図 4 は、図 1 の送電アンテナ 24 - 1 の第 2 の変形例に係る送電アンテナ 24 b - 1 を示す回路図である。図 4 の送電アンテナ 24 b - 1 は、送電コイル L1 及びキャパシタ C2 を含む並列共振回路を含む。図 5 は、図 1 の送電アンテナ 24 - 1 の第 3 の変形例に係る送電アンテナ 24 c - 1 を示す回路図である。図 5 の送電アンテナ 24 c - 1 は、送電コイル L1 に直列なキャパシタ C1 と、送電コイル L1 に並列なキャパシタ C2 とを含む共振回路を含む。図 3 ~ 図 5 の送電アンテナ 24 - 1 の変形例は、他の送電アンテナ 24 - 2 ~ 24 - N にも適用可能である。

【0073】

図 3 ~ 図 5 の送電アンテナ 24 - 1 の変形例は、各無線受電装置 3 - 1, 3 - 2 の受電アンテナ 31 - 1, 31 - 2 にも適用可能である。

【0074】

インバータ回路 22 によって発生される高周波電力は、送電アンテナ 24 - 1 ~ 24 - N 及び受電アンテナ 31 - 1, 31 - 2 の間で通過可能な周波数を有する。通常、送電アンテナ 24 - 1 ~ 24 - N は、高周波電力を通過させるために、高周波電力の周波数に等しい共振周波数を有する。ただし、高周波電力が通過するのであれば、高周波電力の周波数と送電アンテナ 24 - 1 ~ 24 - N の共振周波数とは不一致であってもよい。同様に、受電アンテナ 31 - 1, 31 - 2 は、高周波電力を通過させるために、高周波電力の周波数に等しい共振周波数を有する。ただし、高周波電力が通過するのであれば、高周波電力の周波数と受電アンテナ 31 - 1, 31 - 2 の共振周波数とは不一致であってもよい。

【0075】

次に、図 6 ~ 図 8 を参照して、図 1 の位置検出コイル 25 及び位置検出回路 26 の動作について説明する。

【0076】

図 6 は、図 1 の送電アンテナ 24 - 1 ~ 24 - N の第 1 の実施例を示す上面図である。図 6 は、複数の送電アンテナ 24 - 1 ~ 24 - N を 2 次元に配置することで送電可能な範囲を広げている。図 6 では、送電アンテナの送電コイルが円形コイルである場合を例示したが、これに限られるものではなく、送電コイルは、正方形、矩形、円形、長円、楕円、

10

20

30

40

50

その他の形状のコイルであってもよい。特に、正方形及び矩形の送電コイルは、送電コイル間の隙間を小さくすることが可能になり、受電コイルとの電磁的結合が弱い範囲を少なくできるという利点がある。また、送電コイルは、スパイラル形状に巻回されてもよく、又は、ソレノイド形状に巻回されてもよい。

【0077】

無線送電装置2は、1つの無線受電装置（例えば無線受電装置3-1）が新たに無線送電装置2上に配置したとき、無線受電装置3-1に電力伝送するために最も適切な送電アンテナを選択するために、無線受電装置3-1の位置を検出する。このため、位置検出回路26は、検出パルスを送電コイル25に送り、無線受電装置3-1の受電アンテナ31-1で反射して戻ってくる電圧もしくは電流を検出することにより、受電アンテナ31-1を検出する。位置検出コイル25は、受電アンテナ31-1の位置を正確に検出できるように、送電アンテナ24-1～24-Nよりも無線受電装置3-1に近い位置に設けられている。

10

【0078】

図7は、図1の位置検出コイル25の詳細構成の一例を示す斜視図である。位置検出コイル25は、Y方向に長い検出コイル25a～25dと、X方向に長い検出コイル25e～25iとを含む。検出コイル25a～25dはX方向に等間隔で配置され、検出コイル25e～25iはY方向に等間隔で配置される。

【0079】

図8は、図7の位置検出コイル25を用いた受電アンテナ31-1の位置決定を説明するための斜視図である。図8では、図示の簡単化のために、図7の検出コイル25e～25iを省略する。まず、位置検出回路26は、検出パルスを検出コイル25aに送り、受電アンテナ31-1で反射して戻ってくる電圧もしくは電流を検出し、その強度（以下、「反射強度」という）を記憶する。次に、位置検出回路26は、検出パルスを検出コイル25bに送り、同様に受電アンテナ31-1で反射して戻ってくる電圧もしくは電流を検出して、その強度を記憶する。位置検出回路26は、以下同様に、検出パルスを検出コイル25c、25dに送る。位置検出回路26は、記憶された各検出コイル25a～25dからの反射強度を比較して、例えば、最も大きな反射強度が得られた検出コイルの座標を受電アンテナ31-1のX座標として決定する。同様に、位置検出回路26は、検出パルスを検出コイル25e～25iに送り、受電アンテナ31-1のY座標を決定する。

20

30

【0080】

位置検出回路26は、検出した受電アンテナ31-1の位置を制御回路20に通知する。制御回路20は、位置検出コイル25及び位置検出回路26によって検出された受電アンテナ31-1の相対的位置に基づいて、受電アンテナ31-1に電磁的に結合した送電アンテナのうちの少なくとも1つに高周波電力を供給するようにスイッチ回路23を制御する。

【0081】

位置検出コイル25の構成は、図7に示すものに限定されない。図7では、X方向に4個の検出コイル25a～25dを配置し、Y方向に5個の検出コイル25e～25iを配置した例を示したが、受電アンテナを検出する範囲によって、その他の個数の組み合わせも可能である。受電アンテナ31-1のY座標を決定することが不要であれば、検出コイル25e～25iを省略してもよい。また、図7及び図8では、検出コイル25a～25iを1巻きのコイルとして示したが、検出コイルは2巻き以上のコイルであってもよい。巻き数を増やすことで、検出コイルと受電アンテナ31-1との結合を強くすることができ、反射強度を強める効果がある。また、図7及び図8では、検出コイル25a～25iを矩形コイルとして示したが、検出コイルは、正方形、円形、長円、楕円、その他のコイル形状であってもよい。

40

【0082】

位置検出の精度を向上させるために、位置検出回路26は、最も大きな反射強度が得られた検出コイルだけでなく、選択された検出コイル近傍の複数の検出コイルの反射強度を

50

用いて、受電アンテナ 31 - 1 の座標を決定してもよい。

【0083】

図9は、図2の負荷変調回路34 - 1の詳細構成の一例を示す回路図である。負荷変調回路34 - 1は、受電アンテナ31 - 1の受電コイルの両端にわたって直列接続された2つのキャパシタと、これらのキャパシタの midpoint を送信回路38 - 1の制御下で選択的に接地するように接続されたスイッチSWとを備える。2つのキャパシタは、例えば等しい容量Cmを有する。2つのキャパシタの容量Cmは、送信回路38 - 1から送られるデータ信号の搬送波の周波数（例えば100kHz帯の周波数）が変化しない程度に小さい（例えば100pF等）。スイッチSWを開閉することで、データ信号の搬送波の振幅が変化し、負荷変調信号が発生する。従って、負荷変調回路34 - 1は、振幅変調回路として動作する。

10

【0084】

図10は、第1の実施形態の第1の変形例に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。本実施形態の無線送電装置は、複数の送電アンテナに代えて、1つの送電アンテナのみを備えてもよい。図10の無線送電装置2Aは、図1の無線送電装置2のスイッチ回路23及び送電アンテナ24 - 1 ~ 24 - Nに代えて、1つの送電アンテナ24Aを備える。また、無線送電装置2Aは、図1の無線送電装置2の位置検出コイル25及び位置検出回路26を持たず、図1の制御回路20に代えて制御回路20Aを備える。各無線受電装置3 - 1, 3 - 2の受電アンテナ31 - 1, 31 - 2は、送電アンテナ24Aと電磁的に結合する。送電アンテナ24Aは、複数の受電アンテナと電磁的に結合することの他は、図1、図3 ~ 図5を参照して説明した送電アンテナ24 - 1 ~ 24 - N、24a - 1 ~ 24c - 1と同様に構成される。制御回路20Aは、インバータ回路22の負荷が変化したとき、無線受電装置が配置されたことを検出する。

20

【0085】

図19は、第1の実施形態の第2の変形例に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。本実施形態の無線送電装置は、DC/DCコンバータ回路21を備えなくてもよい。図19の無線送電装置2Cは、図10の無線送電装置2AからDC/DCコンバータ回路21を除去し、図10の制御回路20A及び送電アンテナ24Aに代えて、制御回路20C及び送電アンテナ24Cを備えた構成を有する。制御回路20Cは、インバータ回路22によって発生される高周波電力の周波数及び大きさを制御する。制御回路20Cは、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、インバータ回路22によって発生される高周波電力の位相と、インバータ回路22のデューティ比との少なくとも一方を制御してもよい。送電アンテナ24Cは送電アンテナ24Aと同様に構成される。

30

【0086】

前述したように、無線送電装置2は、複数の無線受電装置3 - 1, 3 - 2に同時に電力供給するとき、各無線受電装置3 - 1, 3 - 2の回路素子の制限電圧を超えないように、電力伝送を制御する必要がある。このため、無線送電装置2の制御回路20は、図11の送電制御処理を実行する。

【0087】

図11は、図1の無線送電装置2の制御回路20によって実行される送電制御処理を示すフローチャートである。以下、無線受電装置3 - 1, 3 - 2の負荷装置33 - 1, 33 - 2が充電機であると仮定する。ステップS1において、制御回路20は、位置検出コイル25及び位置検出回路26により無線受電装置を検出したか否かを判断し、さらに、無線受電装置との通信により得られた情報に基づいて、当該無線受電装置が充電を要求しているか否かを判断する。充電を要求する無線受電装置を検出したときはステップS2に進み、そうでないときはステップS1を繰り返す。ステップS2において、制御回路20は、充電を要求する複数の無線受電装置が存在するか否かを判断し、YESのときはステップS8に進み、NOのときはステップS3に進む。

40

【0088】

図11のステップS3において、制御回路20は、ステップS1の検出を行ったとき、

50

以前の無線受電装置の個数に比較して、充電を要求する無線受電装置の個数に変動があったか否かを判断し、ＹＥＳのときはステップＳ４に進み、ＮＯのときはステップＳ５に進む。

【００８９】

ステップＳ４において、制御回路２０は、インバータ回路２２の出力電圧、出力電流、及び動作周波数を含む、インバータ回路２２の動作状態に係るパラメータ（送電パラメータ）を設定する。メモリ２０ａは、ある無線受電装置に高周波電力を伝送するときの当該無線受電装置の受電アンテナの出力電圧の周波数特性を予め記憶している。既存の無線受電装置については、その受電アンテナの出力電圧の周波数特性が、無線送電装置２の製造時又は使用開始前にメモリ２０ａに予め記憶されている。無線送電装置２の製造後に登場した新たな無線受電装置については、制御回路２０は、新たな無線受電装置の受電アンテナの出力電圧の周波数特性を適応的に発見する（高周波電力の周波数又は大きさを変更しながら最適値を発見する）か、又は他の方法により取得してメモリ２０ａに記憶する。いったんメモリ２０ａに記憶された周波数特性は、その後、同じ無線受電装置が配置されたときに使用可能である。制御回路２０は、メモリ２０ａに記憶された周波数特性に基づいて、また、無線受電装置との通信により得られた情報（負荷装置の状態等）に基づいて、無線受電装置の受電アンテナの出力電圧が予め決められたしきい値未満になるように、インバータ回路２２によって発生される高周波電力の周波数及び大きさを設定する。

10

【００９０】

制御回路２０は、インバータ回路２２によって発生される高周波電力の位相と、インバータ回路２２のデューティ比と、ＤＣ／ＤＣコンバータ回路２１によって発生される直流電力の電圧とのうちの少なくとも１つを制御することにより、高周波電力の振幅（大きさ）を設定する。すなわち、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、ＤＣ／ＤＣコンバータ回路２１及びインバータ回路２２の両方を用いてもよい。

20

【００９１】

また、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、ＤＣ／ＤＣコンバータ回路２１を用いなくとも、インバータ回路２２のみを用いてもよい。この場合、図１の制御回路２０、図１０の制御回路２０Ａ、又は図１９の制御回路２０Ｃは、インバータ回路２２によって発生される高周波電力の位相と、インバータ回路２２のデューティ比とのうちの少なくとも１つを制御することにより、高周波電力の振幅（大きさ）を設定する。

30

【００９２】

ステップＳ４で設定される高周波電力の振幅（大きさ）によれば、上記高周波電力の伝送を一時的に停止すること（振幅０）、または、上記新たに上記無線受電装置が上記送電アンテナに結合したことを検出した時の上記高周波電力よりも一時的に減少させた高周波電力を伝送することができる。また、このとき、上記各無線受電装置の出力電圧を下げることもできる。

【００９３】

ステップＳ５において、制御回路２０は、ステップＳ４で設定した条件でインバータ回路２２によって高周波電力を発生して予め定められた一定時間にわたって送電する。ただし、ステップＳ３がＮＯのときは、ステップＳ５において、制御回路２０は、以前に設定された条件でインバータ回路２２によって高周波電力を発生して送電を継続する。充電が完了した無線受電装置は、充電が完了したことを示す充電完了信号を負荷変調信号を用いて無線送電装置２に送信する。ステップＳ６において、制御回路２０は、無線受電装置から充電完了信号を受信したか否か（充電電池の充電が完了したか否か）を判断し、ＹＥＳのときはステップＳ７に進み、ＮＯのときはステップＳ１に戻る。ステップＳ７において、制御回路２０は、高周波電力の伝送を停止し、ステップＳ１に戻る。

40

【００９４】

図１１のステップＳ８において、制御回路２０は、充電を要求する無線受電装置の個数に変動があったか否かを判断し、ＹＥＳのときはステップＳ９に進み、ＮＯのときはステップＳ１３に進む。ステップＳ８がＹＥＳのときは、複数の無線受電装置のうちの少なく

50

とも1つの無線受電装置（例えば無線受電装置3-1）に対して高周波電力を伝送しているときに、複数の無線受電装置のうちの他の無線受電装置（例えば無線受電装置3-2）の受電アンテナが新たに送電アンテナに電磁的に結合したことを検出したときを示す。ステップS9において、制御回路20は、既存の無線受電装置3-1に送電中であるか否かを判断し、YESのときはステップS10に進み、NOのときはステップS12に進む。ステップS10において、制御回路20は、インバータ回路の動作状態に係るパラメータ（送電パラメータ）をメモリ20aに記憶する。ステップS11において、制御回路20は、高周波電力の伝送を一時停止する。

【0095】

ステップS12において、制御回路20は、メモリ20aに記憶された送電パラメータに基づいて、また、無線受電装置との通信により得られた情報（負荷装置の状態等）に基づいて、送電パラメータ（特に、無線受電装置3-1、3-2に同時に伝送するための高周波電力の周波数及び大きさ）を再設定する。メモリ20aは、無線受電装置3-1、3-2に同時に高周波電力を伝送するときの各受電アンテナ31-1、31-2の出力電圧の周波数特性を予め記憶している。制御回路20は、メモリ20aに記憶された周波数特性をさらに参照して、各受電アンテナ31-1、31-2の出力電圧が予め決められたしきい値未満になるように、無線受電装置3-1、3-2に同時に伝送するための、インバータ回路22によって発生される高周波電力の周波数及び大きさを設定する。

【0096】

ステップS13において、ステップS12で設定した条件でインバータ回路22によって高周波電力を発生して、予め定められた一定時間にわたって高周波電力を伝送する。ただし、ステップS8がNOのときは、ステップS13において、制御回路20は、以前に設定された条件でインバータ回路22によって高周波電力を発生して送電を継続する。充電が完了した無線受電装置は、充電が完了したことを示す充電完了信号を負荷変調信号を用いて無線送電装置2に送信する。ステップS14において、いずれかの無線受電装置から充電完了信号を新たに受信したか否か（すなわち、電力供給を受ける無線受電装置の個数に変動が生じたか否か）を判断し、YESのときはステップS15に進み、NOのときはステップS1に戻る。ステップS15において、制御回路20は、すべての無線受電装置において充電の充電が完了しているか否かを判断し、YESのときはステップS16に進み、NOのときはステップS10に戻る。ステップS16において、制御回路20は、高周波電力の伝送を停止し、ステップS1に戻る。

【0097】

図10の無線送電装置2Aの制御回路20A及び図19の無線送電装置2Cの制御回路20Cによっても同様に、図11の送電制御処理を実行可能である。

【0098】

図11の送電制御処理によれば、無線送電装置2は、無線受電装置3-1、3-2に同時に高周波電力を伝送するときの各受電アンテナ31-1、31-2の出力電圧の周波数特性を予め記憶し、かつ、無線送電装置2上に新たな無線受電装置3-2が配置される前の無線送電装置2のインバータ回路22の動作状態に係るパラメータを用いることで、各受電アンテナ31-1、31-2の出力電圧が予め決められたしきい値未満になるように、インバータ回路22によって発生される高周波電力の周波数及び大きさを設定する。

【0099】

図12は、図1の無線受電装置3-1及び3-2の負荷インピーダンスが等しいときの、各受電アンテナ31-1及び31-2の出力電圧 V_{r1} 及び V_{r2} と、無線電力伝送システムの伝送効率とを示すグラフである。図13は、図1の無線受電装置3-1及び3-2の負荷インピーダンスが異なるときの、各受電アンテナ31-1及び31-2の出力電圧 V_{r1} 及び V_{r2} と、無線電力伝送システムの伝送効率とを示すグラフである。図13において、無線受電装置3-2は、無線受電装置3-1の5倍の負荷インピーダンスを有している。このとき、周波数によっては、受電アンテナ31-1の出力電圧 V_{r1} が受電アンテナ31-2の出力電圧 V_{r2} に比べて非常に高くなり、無線受電装置3-2の回路

素子の制限電圧を超える可能性がある。

【 0 1 0 0 】

このように、無線受電装置 3 - 1 の出力電圧は、無線受電装置 3 - 2 の受電アンテナと無線送電装置 2 の送電アンテナとが電磁的に結合した後で変化している。この場合、無線受電装置 3 - 1 の出力電圧が高くなっている。従って、1 つの無線送電装置 2 から供給を受けているいずれかの無線受電装置の出力電圧の変化を検出すれば、新たに無線受電装置が上記送電アンテナに電磁的に結合したと判断できる。

【 0 1 0 1 】

1 つの無線送電装置 2 から複数の無線受電装置 3 - 1 , 3 - 2 に同時に電力供給するとき、受電アンテナ 3 1 - 1 , 3 1 - 2 の出力電圧が各無線受電装置 3 - 1 , 3 - 2 の回路素子の制限電圧を超えることを防止するためには、受電アンテナ 3 1 - 1 , 3 1 - 2 の出力電圧の差を小さくする必要がある。図 1 3 からわかるように、負荷インピーダンスが異なるときであっても、受電アンテナ 3 1 - 1 , 3 1 - 2 の出力電圧の差が小さくなる周波数帯域が存在する。従って、無線送電装置 2 の制御回路 2 0 は、受電アンテナ 3 1 - 1 , 3 1 - 2 の出力電圧の差を小さくするように、インバータ回路 2 2 によって発生される高周波電力の周波数を設定する。図 1 3 の場合では、インバータ回路 2 2 によって発生される高周波電力の周波数を高くすること（例えば 1 3 0 ~ 1 3 4 k H z に設定すること：ただし、過度に高い周波数に設定すると伝送効率が低下する）、又は、D C / D C コンバータ回路 2 1 によって発生される直流電力の電圧を低くすることにより、受電アンテナ 3 1 - 1 , 3 1 - 2 の出力電圧が各無線受電装置 3 - 1 , 3 - 2 の回路素子の制限電圧を超えることを防止できる。

【 0 1 0 2 】

インバータ回路 2 2 によって発生される高周波電力の周波数を設定するとき、高い周波数から次第に低下させながら最適な周波数を発見してもよい。また、D C / D C コンバータ回路 2 1 によって発生される直流電力の電圧を設定するとき、低い電圧から次第に増大させながら最適な電圧を発見してもよい。

【 0 1 0 3 】

< 第 2 の実施形態 >

以下、本開示の第 2 の実施形態に係る無線電力伝送システムについて、図面を参照しながら説明する。

【 0 1 0 4 】

図 1 4 は、第 2 の実施形態に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。図 1 の無線電力伝送システムは、直流電源装置 1 に接続された 1 つの無線送電装置 2 B と、無線送電装置 2 B から電力供給を受ける複数の無線受電装置 3 B - 1 及び 3 B - 2 を含む。

【 0 1 0 5 】

図 1 4 の無線送電装置 2 B は、図 1 の無線送電装置 2 の構成に加えて送信回路 2 8 をさらに備え、また、図 1 の制御回路 2 0 に代えて制御回路 2 0 B を備える。制御回路 2 0 B は、無線送電装置 2 B 及び複数の無線受電装置 3 B - 1 , 3 B - 2 に共通のタイムスロットを決定し、このタイムスロットを示すタイミング信号を発生する。送信回路 2 8 は、タイミング信号を含む制御信号を、送電アンテナ 2 4 - 1 ~ 2 4 - N を介して無線受電装置 3 B - 1 , 3 B - 2 に送る。

【 0 1 0 6 】

図 1 4 の無線受電装置 3 B - 1 は、図 1 の無線受電装置 3 - 1 の受電回路 3 2 - 1 に代えて、受電回路 3 2 B - 1 を備える。

【 0 1 0 7 】

図 1 5 は、図 1 4 の無線受電装置 3 B - 1 の詳細構成の一例を示すブロック図である。図 1 5 の受電回路 3 2 B - 1 は、図 2 の受電回路 3 2 - 1 の構成に加えて受信回路 3 9 - 1 をさらに備え、また、図 2 の負荷変調回路 3 4 - 1、制御回路 3 7 - 1、及び送信回路 3 8 - 1 に代えて、負荷変調回路 3 4 B - 1、制御回路 3 7 B - 1、及び送信回路 3 8 B

- 1を備える。受信回路39-1は、無線送電装置2Bから送られた制御信号を受電アンテナ31-1を介して受信する。負荷変調回路34B-1は、受電アンテナ31-1に接続され、第1の周波数 f_1 （例えば2kHz）、又は、第1の周波数 f_1 より高い第2の周波数 f_2 （例えば5kHz）で無線受電装置3B-1の消費電力を変化させることにより負荷変調を行う。送信回路38-1Bは、制御回路37B-1の制御下で、負荷変調回路34B-1を用いて第1の周波数 f_1 を有する第1の負荷変調信号及び第2の周波数 f_2 を有する第2の負荷変調信号のいずれかを発生する。制御回路37B-1は、モニタ回路36-1からの通知信号及び受信回路39-1で受信された制御信号に応じて、第1及び第2の負荷変調信号のいずれかを発生するように送信回路38B-1を制御する。

【0108】

10

図16は、図15の負荷変調回路34B-1の詳細構成の一例を示す回路図である。負荷変調回路34B-1は、容量 C_{m1} を有する2つのキャパシタ及びスイッチSW1を含む第1の回路部分と、容量 C_{m2} を有する2つのキャパシタ及びスイッチSW2を含む第2の回路部分とを備える。第1の回路部分において、2つのキャパシタは、受電アンテナ31-1の受電コイルの両端にわたって直列接続され、スイッチSW1は、これらのキャパシタの中点を送信回路38B-1の制御下で選択的に接地するように接続されている。第2の回路部分において、2つのキャパシタは、受電アンテナ31-1の受電コイルの両端にわたって直列接続され、スイッチSW2は、これらのキャパシタの中点を送信回路38B-1の制御下で選択的に接地するように接続されている。各キャパシタの容量 C_{m1} 、 C_{m2} は、送信回路38B-1から送られるデータ信号の搬送波の周波数（例えば100kHz帯の周波数）が変化しない程度に小さい（例えば100pF等）。

20

【0109】

搬送波を高い周波数で変調すると、高速なデータ伝送を行うことが可能になるが（単位時間当たりのデータ量が増加）、一方、1ビットあたりの電力が小さくなる（単位情報量あたりの電力が減少）。従って、信号対雑音電力比（SNR）が低下し、通信が不安定になり、データの復調に失敗する可能性がある。そこで、負荷変調回路34B-1において、第2の負荷変調信号の変調度（振幅変調における振幅の変化率）は、第1の負荷変調信号の変調度よりも大きく設定されている。このとき、容量 C_{m2} は、容量 C_{m1} よりも大きく設定されている。このような変調度を用いることにより、より正確なデータ伝送が可能になり、また、送電アンテナ24-1～24-N及び受電アンテナ31-1の間の電磁

30

【0110】

図14の無線受電装置3B-2もまた、無線受電装置3B-1と同様に構成される。無線受電装置3B-1、3B-2は、以上の構成を備えたことにより、複数の無線受電装置3B-1、3B-2が負荷変調信号により無線送電装置2Bと通信するとき、異なる周波数の負荷変調信号（例えば、無線受電装置3B-1で周波数 f_1 、無線受電装置3B-2で周波数 f_2 ）を用いて同時に通信することができる。

【0111】

図17は、図15の負荷変調回路34B-1によって発生される負荷変調信号を示すタイミングチャートである。前述のように、無線送電装置2Bの制御回路20Bにより、無線送電装置2B及び複数の無線受電装置3B-1、3B-2に共通のタイムスロットが決定されている。例えば、無線受電装置3B-1が周波数 f_1 を有する第1の負荷変調信号（図17の1段目）を用いて無線送電装置2Bと通信し、無線受電装置3B-2が周波数 f_2 を有する第2の負荷変調信号（図17の2段目）を用いて無線送電装置2Bと通信するとき、各負荷変調信号の立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジの瞬間が一致すると、通信エラーが発生する可能性がある。従って、無線送電装置2Bの制御回路20Bは、第1及び第2の負荷変調信号の波形が各タイムスロットにおいて互いに異なる瞬間に立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジを有するように指示する制御信号を、各無線受電装置3B-1、3B-2に送る。各無線受電装置3B-1、3B-2の制御回路のいずれかは、制御信号に応じて、第1及び第2の負荷変調信号のいずれかに遅延のオフセットを与える

40

50

ように（図 17 の 3 段目）、送信回路 38B-1 を制御する。

【0112】

詳しくは、周波数 f_2 の負荷変調信号（無線受電装置 3B-2）に遅延のオフセットを与える場合を例に、以下に説明する。無線受電装置 3B-1（周波数 f_1 ）が無線送電装置 2 上に配置された後に無線受電装置 3B-2（周波数 f_2 ）が無線送電装置 2 上に配置された場合、無線送電装置 2 は、第 1 の負荷変調信号（周波数 f_1 ）が送信されるタイミングを予め認識している。従って、この場合、無線送電装置 2 は、第 2 の負荷変調信号（周波数 f_2 ）を送信するタイミングをずらすように、遅延のオフセットを付加したタイミング信号を無線受電装置 3-2 に送信する。一方、無線受電装置 3B-2 が無線送電装置 2 上に配置された後に無線受電装置 3B-1 が無線送電装置 2 上に配置された場合、無線送電装置 2 は、第 1 の負荷変調信号を受信して第 1 の負荷変調信号が送信されるタイミングを検知した後で、遅延のオフセットを付加したタイミング信号を無線受電装置 3-2 に送信する。この場合、無線送電装置 2 は、無線受電装置 3B-2 が無線送電装置 2 上に配置されている間にわたって常にタイミング信号を無線受電装置 3B-2 に送信し、第 1 の負荷変調信号を受信したときに、遅延のオフセットを付加したタイミング信号を無線受電装置 3-2 に送信してもよい。これにより、無線送電装置 2 と無線受電装置 3B-2 との通信を確実に実現する効果がある。また、無線送電装置 2 は、無線受電装置 3B-2 が無線送電装置 2 上に配置されていても、無線受電装置 3B-1 が配置されるまでは、無線受電装置 3B-2 へのタイミング信号の送信を抑制してもよい。これにより、消費電力を低減する効果がある。なお、上記の実施例に限られるものではなく、周波数 f_1 の負荷変調信号（無線受電装置 3B-1）に遅延のオフセットを与える構成も同様に可能である。また、後に置かれた無線受電装置、もしくは、後に無線送電装置 2 により検知された無線受電装置の負荷変調信号に遅延のオフセットを与える構成も可能である。また、2 つの周波数を例に挙げて説明を行ったが、これに限られるものではない。例えば、負荷変調信号の変調周波数が 3 つ以上ある場合も、上記の場合と同様に、互いに異なる瞬間に立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジを有するように異なるオフセット量を与えることで、複数の無線受電装置からの通信が可能になる。

【0113】

第 1 及び第 2 の負荷変調信号の波形が各タイムスロットにおいて互いに異なる瞬間に立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジを有するためには、第 1 及び第 2 の負荷変調信号のいずれかに遅延のオフセットを与えることに代えて、第 1 の負荷変調信号の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジの瞬間に第 2 の負荷変調信号の遷移を抑制してもよい（図 17 の 5 段目）。

【0114】

複数の無線受電装置 3B-1, 3B-2 が負荷変調信号により無線送電装置 2B と通信するとき、時分割された第 2 の負荷変調信号を用いて同時に通信してもよい。複数の無線受電装置 3B-1, 3B-2 が負荷変調信号により時分割で無線送電装置 2B と通信する場合には、無線送電装置 2B の制御回路 20B は、各無線受電装置 3B-1, 3B-2 に異なるタイムスロットを割り当てる。無線送電装置 2B の制御回路 20B は、割り当てられたタイムスロットを示す制御信号を、無線受電装置 3B-1, 3B-2 に送る。無線受電装置 3B-1, 3B-2 の制御回路は、無線送電装置 2B の制御回路 20B によって割り当てられたタイムスロットにおいて第 2 の負荷変調信号を発生するように送信回路を制御する。

【0115】

複数の無線受電装置の中に、上記のような時分割の通信をサポートしない従来の無線受電装置があったとしても、時分割を用いることなく、第 1 の負荷変調信号により通信することができる。

【0116】

図 18 は、図 14 の無線電力伝送システムにおいて使用される例示的な負荷変調信号の符号を示すタイミングチャートである。図 18 は、ワイヤレスパワーコンソーシアムによ

10

20

30

40

50

って規定されている負荷変調信号の符号を示す。クロック信号の周波数は2 kHzである。第2の実施形態に係る無線電力伝送システムによれば、複数の無線受電装置3B-1, 3B-2が負荷変調信号により同時に無線送電装置2Bと通信するときであっても、データを誤りなく伝送することができる。

【0117】

図20は、第2の実施形態の変形例に係る無線電力伝送システムの構成を示すブロック図である。本実施形態の無線送電装置もまた、DC/DCコンバータ回路21を備えなくてもよい。図20の無線送電装置2Dは、図14の無線送電装置2BからDC/DCコンバータ回路21を除去し、図14の制御回路20Bに代えて制御回路20Dを備えた構成を有する。制御回路20Dは、インバータ回路22によって発生される高周波電力の周波数及び大きさを制御する。制御回路20Dは、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、インバータ回路22によって発生される高周波電力の位相と、インバータ回路22のデューティ比との少なくとも一方を制御してもよい。

10

【0118】

第2の実施形態に係る無線電力伝送システムは、以下の優位点を有する。

【0119】

- ・負荷変調信号の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジの瞬間を無線送電装置が決めることにより、無線送電装置の受信回路において、第1及び第2の負荷変調信号が同時に遷移しないように制御することができる。これにより、簡単な回路を用いながら、負荷変調信号を容易かつ確実に復調することができ、復調時の誤り率を低下させることができる。
- ・誤り率の低下を優先する場合には、各タイムスロットにおいて、遷移を抑制した時間区間を設けるように制御することもできる（ただし、通信速度は低下する）。
- ・時分割の通信に用いる第2の負荷変調信号を変調する周波数を上げることで、時分割された第2の負荷変調信号のタイムスロット当たりの変調速度を、第1の負荷変調信号のタイムスロット当たりの変調速度以上にすることができる。
- ・周波数分割された負荷変調信号を通信速度向上のために利用することもできる。この場合には、無線受電装置が負荷変調信号の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジの瞬間を決めてもよい。

20

【0120】

また、図14の無線送電装置2Bの制御回路20B又は図20の無線送電装置2Dの制御回路20Dは、図11の送電制御処理を実行することにより、各受電アンテナ31-1, 31-2の出力電圧が予め決められたしきい値未満になるように、インバータ回路22によって発生される高周波電力の周波数及び大きさを設定する。

30

【0121】

このとき、制御回路20Bは、インバータ回路22によって発生される高周波電力の位相と、インバータ回路22のデューティ比と、DC/DCコンバータ回路21によって発生される直流電力の電圧とのうちの少なくとも1つを制御することにより、高周波電力の振幅（大きさ）を設定する。すなわち、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、DC/DCコンバータ回路21及びインバータ回路22の両方を用いてもよい。

【0122】

また、高周波電力の振幅（大きさ）を制御するために、DC/DCコンバータ回路21を用いなくて、インバータ回路22のみを用いてもよい。この場合、図14の制御回路20B又は図20の制御回路20Dは、インバータ回路22によって発生される高周波電力の位相と、インバータ回路22のデューティ比とのうちの少なくとも1つを制御することにより、高周波電力の振幅（大きさ）を設定する。

40

【0123】

図11のステップS4で設定される高周波電力の振幅（大きさ）によれば、上記高周波電力の伝送を一時的に停止すること（振幅0）、または、上記新たに上記無線受電装置が上記送電アンテナに結合したことを検出した時の上記高周波電力よりも一時的に減少させた高周波電力を伝送することができる。また、このとき、上記各無線受電装置の出力電圧

50

を下げることができる。

【 0 1 2 4 】

ここに開示した実施形態は、すべての点で例示であって、限定を意図したものではない。本開示の範囲は、以上の説明によってではなく、特許請求の範囲によって決まり、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での変形を含むすべての態様を包含することを意図している。

【 0 1 2 5 】

本開示の各実施形態に係る無線電力伝送システムは、3つ以上の無線受電装置を含んでも同様に動作可能である。

【産業上の利用可能性】

10

【 0 1 2 6 】

本開示に係る無線送電装置及び無線電力伝送システムは、充電池を用いる電子機器、電動バイク、電動アシスト自転車又は電気自動車の充電システムに適用できる。また、本開示に係る無線送電装置及び無線電力伝送システムは、A V 機器及び白物家電などのさまざまな機器への給電システムに適用できる。ここで、A V 機器は、例えば、スマートフォン、タブレット端末装置、テレビ及びラップトップ型のパーソナルコンピュータを含み、白物家電は、例えば、洗濯機、冷蔵庫、及び空気調和機を含む。

【符号の説明】

【 0 1 2 7 】

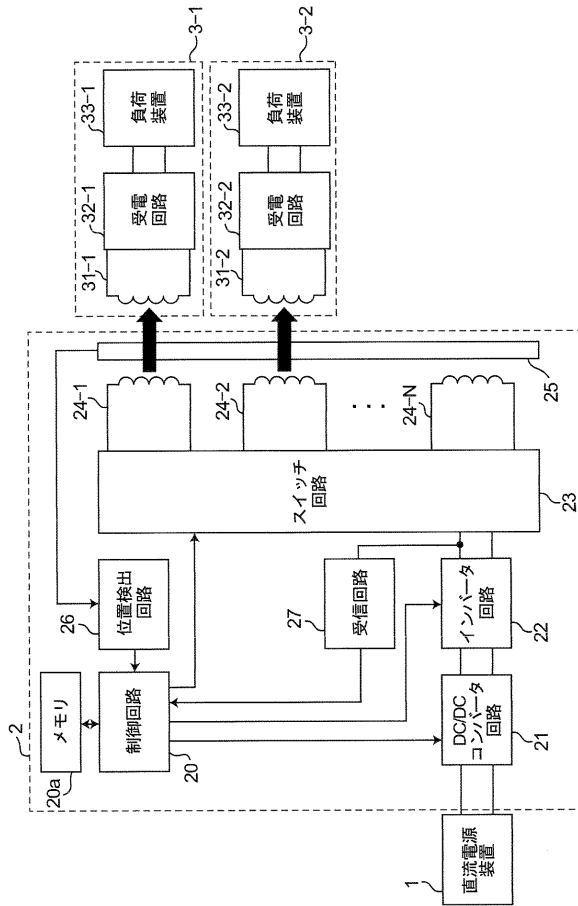
1 ... 直流電源装置、
 2 , 2 A , 2 B , 2 C , 2 D ... 無線送電装置、
 3 - 1 , 3 - 2 ... 無線受電装置、
 2 0 , 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D ... 制御回路、
 2 0 a ... メモリ、
 2 1 ... D C / D C コンバータ回路、
 2 2 ... インバータ回路、
 2 3 ... スイッチ回路、
 2 4 - 1 ~ 2 4 - N , 2 4 a - 1 , 2 4 b - 1 , 2 4 c - 1 , 2 4 A , 2 4 C ... 送電アンテナ、
 2 5 ... 位置検出コイル、
 2 5 a ~ 2 4 i ... 検出コイル、
 2 6 ... 位置検出回路、
 2 7 ... 受信回路、
 2 8 ... 送信回路、
 3 1 - 1 , 3 1 - 2 ... 受電アンテナ、
 3 2 - 1 , 3 2 - 2 , 3 2 B - 1 , 3 2 B - 2 ... 受電回路、
 3 3 - 1 , 3 3 - 2 ... 負荷装置、
 3 4 - 1 , 3 4 B - 1 ... 負荷変調回路、
 3 5 - 1 ... 整流回路、
 3 6 - 1 ... モニタ回路、
 3 7 - 1 , 3 7 B - 1 ... 制御回路、
 3 8 - 1 , 3 8 B - 1 ... 送信回路、
 3 9 - 1 ... 受信回路、
 C 1 , C 2 ... キャパシタ、
 C m , C m 1 , C m 2 ... 容量、
 L 1 ... 送電コイル、
 S W , S W 1 , S W 2 ... スイッチ。

20

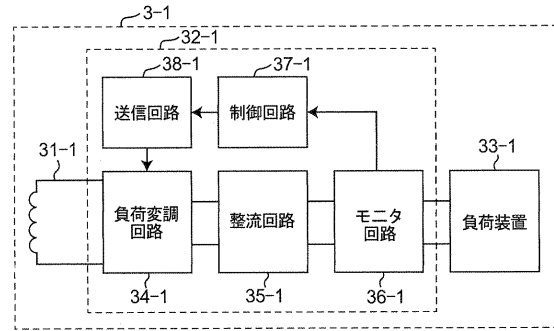
30

40

【図 1】

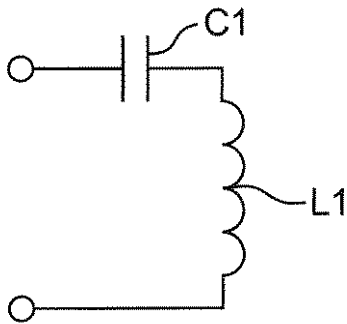


【図 2】



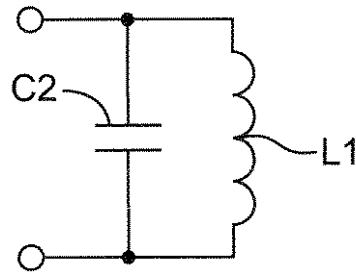
【図 3】

24a-1

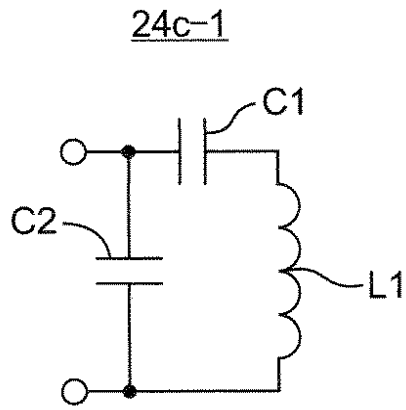


【図 4】

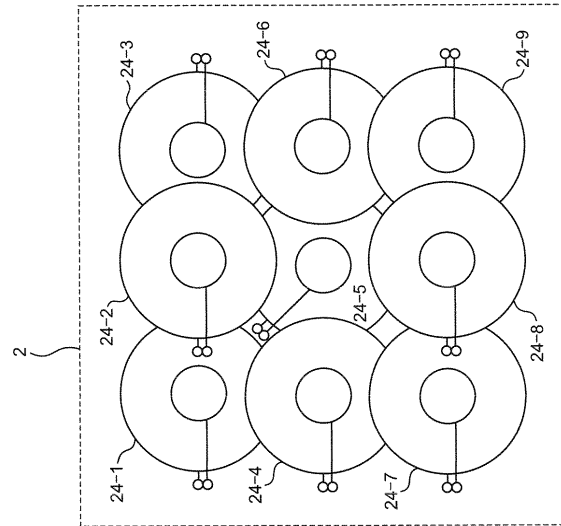
24b-1



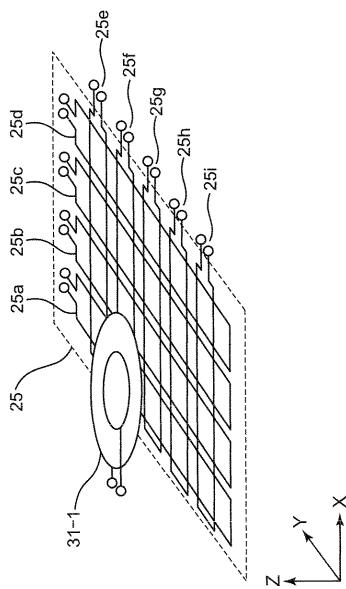
【図 5】



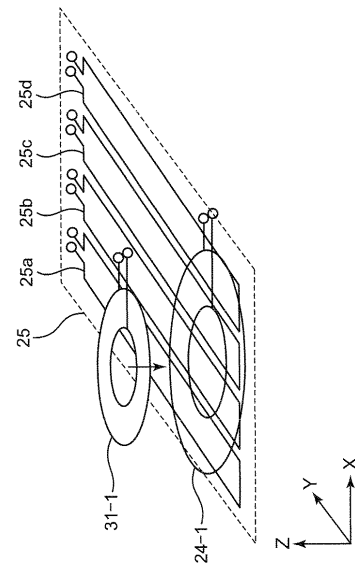
【図 6】



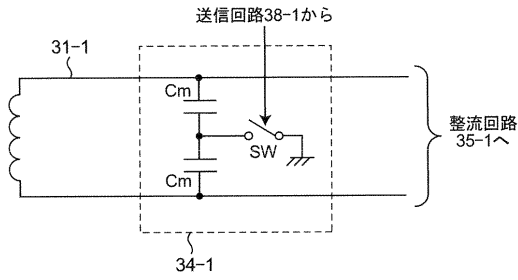
【図 7】



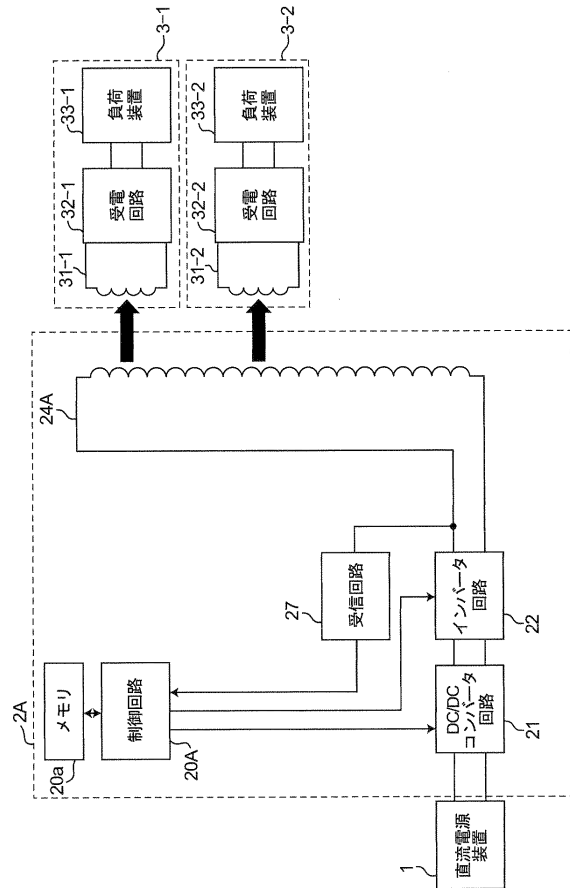
【図 8】



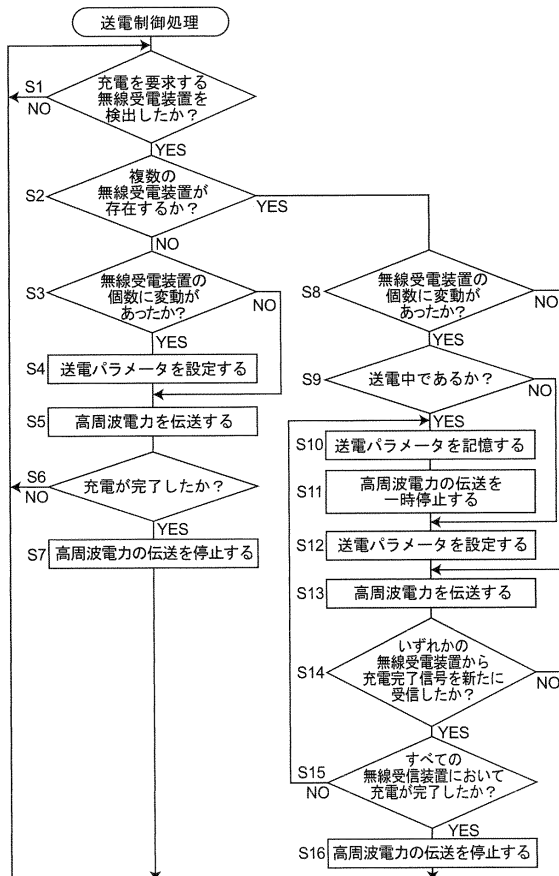
【図 9】



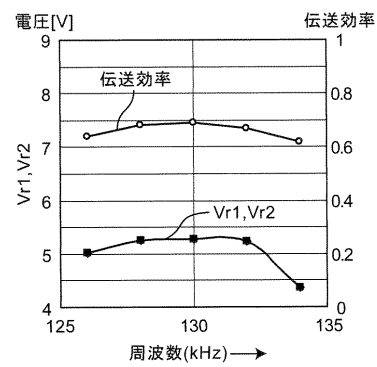
【図 10】



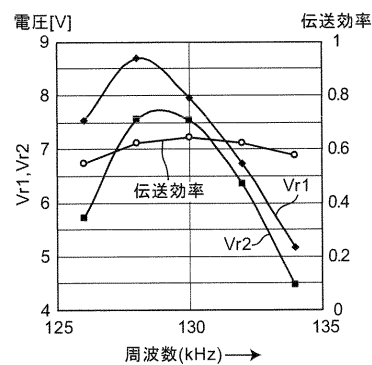
【図 11】



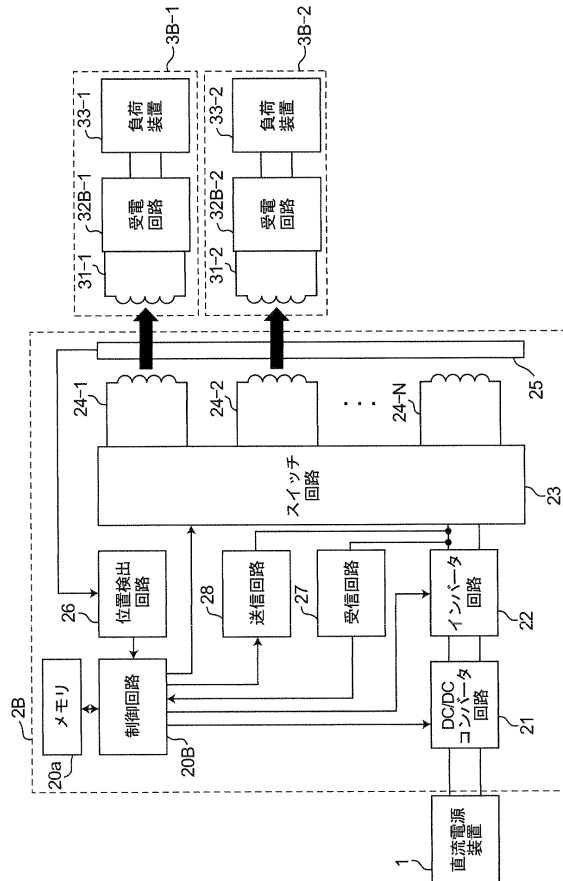
【図 12】



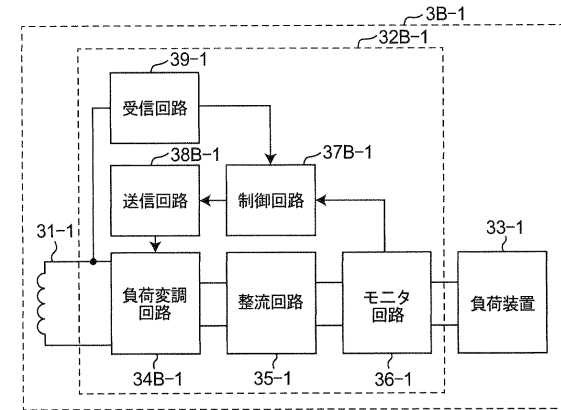
【図 13】



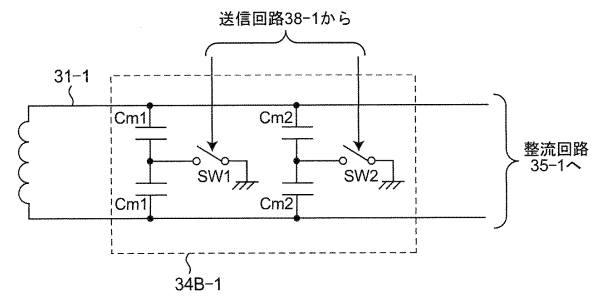
【 図 1 4 】



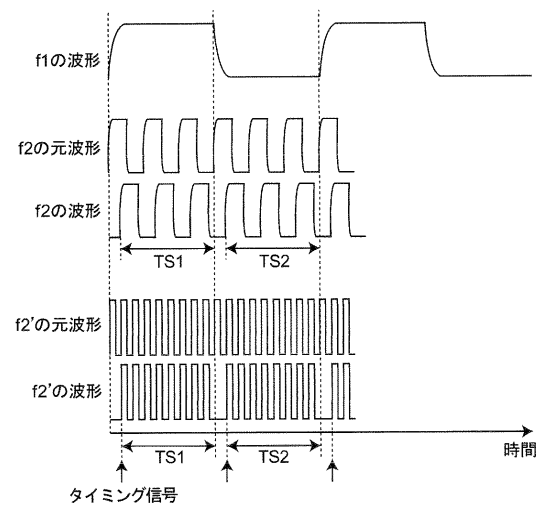
【 図 1 5 】



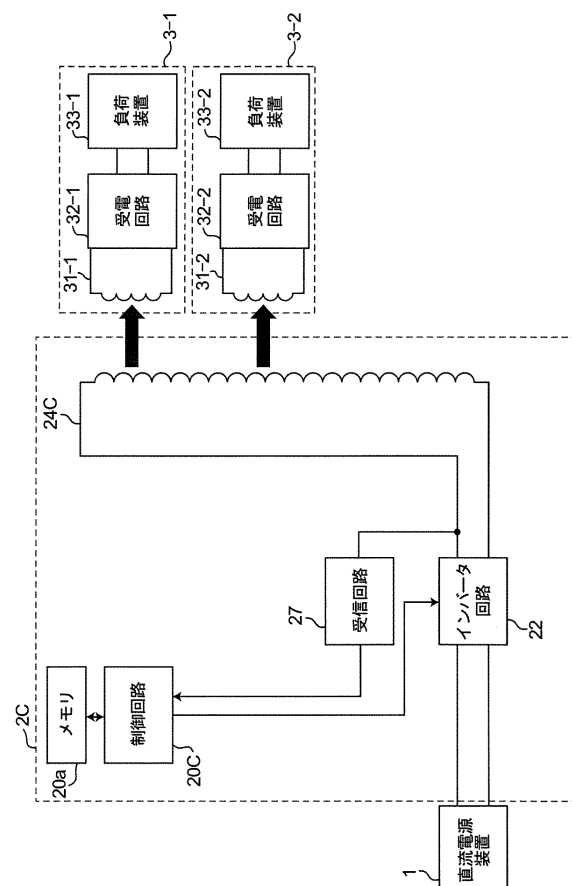
【 図 1 6 】



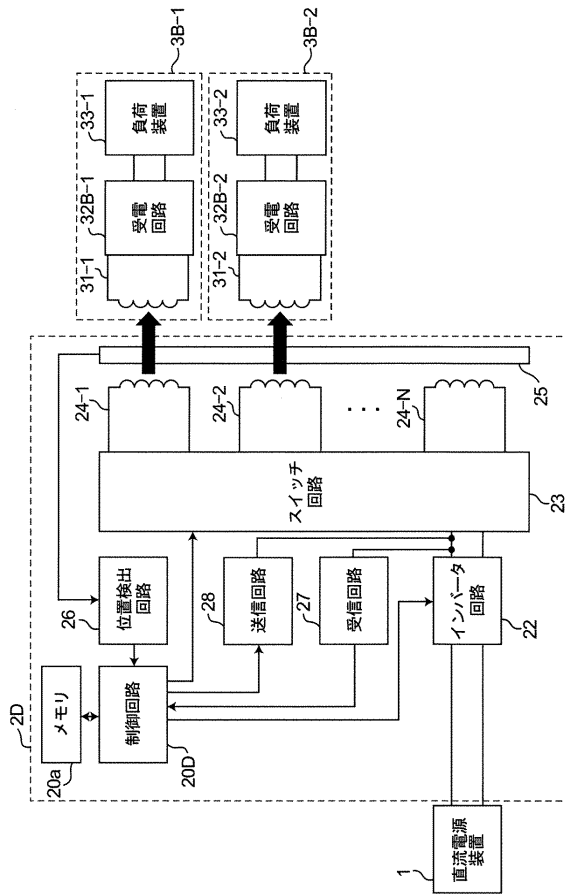
【圖 17】



【 図 1 9 】



【図 20】



フロントページの続き

- (72)発明者 花房 清夫
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 山本 温
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内

審査官 小池 堂夫

- (56)参考文献 特表２００６－５１７７７８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１３／０５９３３０（ＷＯ，Ａ１）
特表２０１４－５３３０７４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２８８４４２（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 2 J | 5 0 / 1 2 |
| H 0 2 J | 5 0 / 4 0 |
| H 0 2 J | 5 0 / 8 0 |