

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-165527
(P2012-165527A)

(43) 公開日 平成24年8月30日 (2012. 8. 30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 2 J 17/00 (2006.01)	H O 2 J 17/00 B	5 K O 1 2
H O 4 B 5/02 (2006.01)	H O 4 B 5/02	
H O 1 F 38/14 (2006.01)	H O 1 F 23/00 B	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-22920 (P2011-22920)	(71) 出願人	000003964 日東電工株式会社 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号
(22) 出願日	平成23年2月4日 (2011. 2. 4)	(74) 代理人	100089196 弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226 弁理士 須原 誠
		(72) 発明者	畑中 武蔵 大阪府茨木市下穂積一丁目 1 番 2 号 日東 電工株式会社内
		F ターム (参考)	5K012 AA01 AC06 AE13

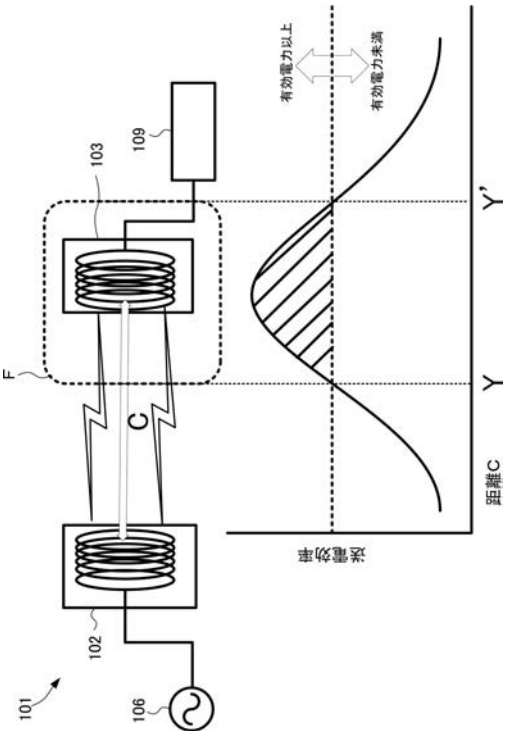
(54) 【発明の名称】 無線電力供給システム

(57) 【要約】

【課題】従来とは全く異なる視点に立った磁界共鳴状態を利用した無線電力供給システムを提供する。

【解決手段】無線電力供給システム 1 0 1 において、給電共振器 1 0 2 と受電共振器 1 0 3 とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となる給電共振器 1 0 2 と受電共振器 1 0 3 との位置関係（距離 C ）を電力供給範囲 F としている。こうすることで、上記位置関係を保持した電力供給範囲 F だけに所定の有効電力を送電することができる。一方、受電共振器 1 0 3 が当該電力供給範囲 F を外れた場合には、電力は送電されない。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

給電共振器と受電共振器とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となる前記給電共振器と前記受電共振器との位置関係を電力供給範囲としたことを特徴とする無線電力供給システム。

【請求項 2】

電力を供給する電力供給部と、

前記電力供給部から供給された前記電力を、磁界エネルギーとして送電する前記給電共振器と、

前記給電共振器と同一の共振周波数を有し、前記給電共振器から送電された前記磁界エネルギーを電力として受電する前記受電共振器と、

前記受電共振器が受電した前記電力が出力され、当該電力が所定の有効電力以上であるときに作動する電力受給部と、

を備え、

前記給電共振器と前記受電共振器との位置関係は、前記共振周波数の帯域において、前記給電共振器に供給される電力に対する前記電力受給部に出力される電力の比率が前記有効電力以上となるように設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の無線電力供給システム。

【請求項 3】

前記給電共振器は、前記電力供給部に接続された給電コイルと給電共振コイルとを有し、

前記受電共振器は、前記電力受給部に接続された受電コイルと受電共振コイルとを有することを特徴とする請求項 2 に記載の無線電力供給システム。

【請求項 4】

前記給電コイルと前記給電共振コイルとの間の第 1 距離、及び、前記受電共振コイルと前記受電コイルとの間の第 2 距離の少なくとも一つを自由に設定可能なことを特徴とする請求項 3 に記載の無線電力供給システム。

【請求項 5】

給電共振器と受電共振器とを共振させることにより電力を磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となる前記給電共振器と前記受電共振器との位置関係を電力供給範囲とすることを特徴とする無線電力供給方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、磁界共鳴状態を創出することにより非接触で電力を送電する無線電力供給システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、無線による電力供給技術としては、電磁誘導を利用した技術、電波を利用した技術が知られている。これに加えて、近年、磁界共鳴状態を利用した無線電力供給技術が提案されている。

【0003】

この磁界共鳴状態（磁気共鳴、磁場共鳴、磁界共振とも言われる）を利用した電力供給技術は、共振する 2 つの共振器間で磁場を結合させることにより、エネルギー（電力）の送電を可能とする技術である。このような磁界共鳴状態を利用した無線電力供給技術によれば、電磁誘導を利用した無線電力供給技術に比べて、エネルギー（電力）の送電距離を長くすることができる。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、送電共振コイルと受電共振コイルとの間の距離が変動した場合でも、送電共振コイルの共振周波数及び受電共振コイルの共振周波数を変更することに

10

20

30

40

50

より、送電共振コイルと受電共振コイルとの間の結合強度を逐次変更して共鳴状態を維持することで送電装置から受電装置への電力の送電効率の低下を防止することができる無線電力供給システムが開示されている。また、特許文献2には、送電コイルと受電コイルとの結合強度を変化させることによって、装置全体の送電効率を高めることができる無線電力装置が開示されている。さらに、特許文献3には、給電コイルと給電コイルの間に給電側共鳴コイルと受電側共鳴コイルとを設けて非接触で電力を供給する給電システムにおいて、給電側共鳴コイルと受電側共鳴コイルの距離が変化しても電力供給効率を維持あるいは向上できる給電システムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開2010-239769

【特許文献2】特開2010-239777

【特許文献3】特開2010-124522

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このように、近年において、各文献1～3においても開示されているように、磁界共鳴状態を利用した無線電力供給技術が注目されており、この磁界共鳴状態を利用したさらなる電力供給システムが要望されている。

20

【0007】

そこで、本発明の目的は、従来とは全く異なる視点に立った磁界共鳴状態を利用した無線電力供給システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するための発明の一つは、給電共振器と受電共振器とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となる前記給電共振器と前記受電共振器との位置関係を電力供給範囲としたことを特徴とする無線電力供給システムである。

【0009】

30

上記の構成によれば、給電共振器と受電共振器との位置関係を、給電共振器と受電共振器とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となるように設定することにより、給電共振器と受電共振器とが上記位置関係に置かれたときにだけ、電力供給範囲として所定の有効電力を送電することができる。

【0010】

また、上記課題を解決するための発明の一つは、電力を供給する電力供給部と、前記電力供給部から供給された前記電力を、磁界エネルギーとして送電する給電共振器と、前記給電共振器と同一の共振周波数を有し、前記給電共振器から送電された前記磁界エネルギーを電力として受電する受電共振器と、前記受電共振器が受電した前記電力が出力され、当該電力が所定の有効電力以上であるときに作動する電力受給部と、を備えた無線電力供給システムであって、前記給電共振器と前記受電共振器との位置関係は、前記共振周波数の帯域において、前記給電共振器に供給される電力に対する前記電力受給部に出力される電力の比率が前記有効電力以上となるように設定されていることを特徴としている。

40

【0011】

上記の構成によれば、給電共振器及び受電共振器を共振周波数において同調させて、給電共振器と受電共振器との間に磁界共鳴状態を創出することによって、電力供給部から供給された電力を磁界エネルギーとして給電共振器から受電共振器へ無線により送電することができる。そして、電力受給部は、その送電された電力が所定の有効電力以上であるときに作動することができる。

【0012】

50

そして、給電共振器と受電共振器との位置関係を、共振周波数の帯域において、給電共振器に供給される電力に対する電力受給部に出力される電力の比率が有効電力以上となるように設定することにより、当該位置関係では受電共振器は高効率で有効電力を受電することができる。一方で、受電共振器が当該位置関係を外れた位置に置かれた場合、受電共振器の受電効率は低下して所定の有効電力を受電することができない。こうすることにより、給電共振器と受電共振器とが上記位置関係に置かれたときにだけ、電力受給部が作動するのに必要な有効電力が当該電力受給部に出力されることになる。

【 0 0 1 3 】

また、上記課題を解決するための発明の一つは、上記無線電力供給システムにおいて、前記給電共振器は、前記電力供給部に接続された給電コイルと給電共振コイルとを有し、前記受電共振器は、前記電力受給部に接続された受電コイルと受電共振コイルとを有することを特徴としている。

10

【 0 0 1 4 】

上記の構成によれば、給電コイルと給電共振コイルとの間において、磁界共鳴状態を創出することなく電磁誘導を用いることにより、給電コイルから給電共振コイルに電力を送電することができる。また、同様に、受電共振コイルと受電コイルとの間において、磁界共鳴状態を創出することなく電磁誘導を用いることにより、受電共振コイルから受電コイルに電力を送電することができる。これにより、給電コイルと給電共振コイルとの間、及び、受電共振コイルと受電コイルとの間において共振周波数で同調させる必要がなくなるので設計の簡易化が図れる。

20

【 0 0 1 5 】

また、上記課題を解決するための発明の一つは、上記無線電力供給システムにおいて、前記給電コイルと前記給電共振コイルとの間の第 1 距離、及び、前記受電共振コイルと前記受電コイルとの間の第 2 距離の少なくとも一つを自由に設定可能なことを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

上記の構成によれば、給電コイルと給電共振コイルとの間の第 1 距離、及び、受電共振コイルと受電コイルとの間の第 2 距離の少なくとも一つを所望の値に設定することにより、共振周波数の帯域において、給電共振コイルに供給される電力に対する電力受給部に出力される電力の比率が有効電力以上となる位置を自由に設定することができる。

30

【 0 0 1 7 】

また、上記課題を解決するための発明の一つは、給電共振器と受電共振器とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となる前記給電共振器と前記受電共振器との位置関係を電力供給範囲としたことを特徴とする無線電力供給方法である。

【 0 0 1 8 】

上記の方法によれば、給電共振器と受電共振器との位置関係を、給電共振器と受電共振器とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となるように設定することにより、給電共振器と受電共振器とが上記位置関係に置かれたときにだけ、電力供給範囲として所定の有効電力を送電することができる。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

従来とは全く異なる視点に立った磁界共鳴状態を利用した無線電力供給システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明に係る無線電力供給システムの説明図である。

【図 2】実施例 1 に係る無線電力供給システムの概略構成図である。

【図 3】給電共振コイルと受電共振コイルとの間の距離 C を変動させた場合における挿入損失の測定結果を示した図である。

50

【図４】給電共振コイルと受電共振コイルとの間の距離Ｃを変動させた場合の送電効率を、青色ＬＥＤの発光具合により説明した説明図である。

【図５】実施形態１に係る無線電力供給システムの説明図である。

【図６】実施例２に係る無線電力供給システムの概略構成図である。

【図７】給電コイルと給電共振コイルとの間の距離Ａ、及び、受電共振コイルと受電コイルとの間の距離Ｂを変えた場合における送電効率が最大となる距離Ｃについて説明した説明図である。

【図８】実施形態２に係る無線電力供給システムの説明図である。

【図９】実施形態３に係る無線電力供給システムの説明図である。

【発明を実施するための形態】

10

【００２１】

まず、以下に本発明に係る無線電力供給システム及び無線電力供給方法の概要を図１に基づいて説明する。

【００２２】

本発明に係る無線電力供給システム１０１は、図１に示すように、給電共振器１０２と受電共振器１０３とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となる前記給電共振器１０２と前記受電共振器１０３との位置関係（距離Ｃ）を電力供給範囲Ｆとしている。

【００２３】

ここで、給電共振器１０２及び受電共振器１０３とは、例えば、コイルを使用した共振器で、スパイラル型やソレノイド型やループ型などのコイルが挙げられる。共振とは、給電共振器１０２及び受電共振器１０３が共振周波数において同調することをいう（例えば、交流電源１０６から、給電共振器１０２及び受電共振器１０３が有する共振周波数と同一の周波数の電力が出力されることにより実現される）。所定の有効電力とは、受電共振器１０３側で必要な電力のことをいい、要望の電力によって設定される値である（例えば、電力供給部１０９の可動に必要な電力）。給電共振器１０２と受電共振器１０３との位置関係とは、給電共振器１０２に使用されたコイルのコイル面と受電共振器１０３に使用されたコイルのコイル面同士が直交しないように対向配置した場合のコイル面同士の間の直線距離のことをいう（図１では、距離Ｃで表記）。電力供給範囲Ｆとは、所定の有効電力以上の電力が送電される範囲である（図１では、距離ＣがＹ～Ｙ'を満たす範囲）。

20

30

【００２４】

これにより、給電共振器１０２と受電共振器１０３との位置関係を、給電共振器１０２と受電共振器１０３とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電された電力が所定の有効電力以上となるように設定することにより、上記位置関係を保持した電力供給範囲Ｆだけに所定の有効電力を送電することができる。一方、受電共振器１０３が当該電力供給範囲Ｆを外れた場合には、電力は送電されない。

【００２５】

（実施例１）

次に、上記で説明した無線電力供給システム１０１を簡易な構成で実現した無線電力供給システム１について説明する。図２に示した無線電力供給システム１は、給電共振器２と受電共振器３とを含むシステムであり、給電共振器２から受電共振器３に電力を磁界エネルギーとして送電する。給電共振器２は、図２に示すように、その内部に給電コイル４と、給電共振コイル５とを有する。そして、給電コイル４は交流電源６（電力供給部）に接続されている。また、受電共振器３は、その内部に受電コイル７と、受電共振コイル８とを有する。そして、受電コイル７は青色ＬＥＤ９（電力供給部）に接続されている。

40

【００２６】

交流電源６は、給電共振コイル５及び受電共振コイル８の共振周波数と同一の周波数である１６ＭＨｚで電力を出力する。そのため、給電共振コイル５及び受電共振コイル８は、共振周波数である１６ＭＨｚで共振する。なお、本実施形態では、交流電源６から０．５Ｗの電力を出力する。

50

【 0 0 2 7 】

青色ＬＥＤ９は、主に窒化ガリウムを材料とする、青色の光を発光するダイオードである。この青色ＬＥＤ９は、発光に必要な有効電力である０．３５Ｗ以上の電力が入力された場合に青色に発光する。一方で、この青色ＬＥＤ９は、有効電力０．３５Ｗよりも少ない電力が入力された場合には発光しないように構成されている。

【 0 0 2 8 】

給電コイル４は、交流電源６から得られた電力を電磁誘導によって給電共振コイル５に供給する役割を果たす。この給電コイル４は、一辺２ｍｍの角形タイプの銅線材（絶縁被膜付）を１回巻にしたコイル径８０ｍｍφのコイルによって形成されている。

【 0 0 2 9 】

このように、給電コイル４を介し、電磁誘導によって給電共振コイル５に電力を送電させることにより、給電共振コイル５と他の回路との電氣的な接続が不要となり、給電共振コイル５を任意に、かつ、高精度に設計することができるようになる。

【 0 0 3 0 】

受電コイル７は、給電共振コイル５から受電共振コイル８に磁界エネルギーとして送電された電力を電磁誘導によって青色ＬＥＤ９に出力する役割を果たす。この受電コイル７は、給電コイル４と同様に、一辺２ｍｍの角形タイプの銅線材（絶縁被膜付）を１回巻にしたコイル径８０ｍｍφのコイルによって形成されている。

【 0 0 3 1 】

そして、磁界共鳴状態で受電共振コイル８に送電された電力は、受電共振コイル８から受電コイル７に電磁誘導によってエネルギーが移動する。受電コイル７は、青色ＬＥＤ９に電氣的に接続されており、電磁誘導によって受電コイル７に移動したエネルギーは電力として青色ＬＥＤ９に出力される。

【 0 0 3 2 】

このように受電コイル７を介し、電磁誘導によって受電共振コイル８から青色ＬＥＤ９に電力を送電することで、受電共振コイル８と他の回路との電氣的な接続が不要となり、受電共振コイル８を任意に、かつ、高精度に設計することができるようになる。

【 0 0 3 3 】

給電共振コイル５及び受電共振コイル８は、図２に示すように、それぞれＬＣ共振回路であり、磁界共鳴状態を創出する役割を果たす。なお、本実施形態では、ＬＣ共振回路のコンデンサ成分については素子によって実現しているが、コイルの両端を開放し、浮遊容量によって実現してもよい。このＬＣ共振回路では、インダクタンスをＬ、コンデンサ容量をＣとすると、（式１）によって定まる f が共振周波数となる。

$$f = 1 / (2 \pi \sqrt{ (L C) }) \cdots (\text{式 } 1)$$

【 0 0 3 4 】

また、給電共振コイル５及び受電共振コイル８は、双方とも一辺２ｍｍの角形タイプの銅線材（絶縁被膜付）を３回巻にしたコイル内径１００ｍｍφ、コイル外径１２４ｍｍφのコイルによって形成されている。また、給電共振コイル５及び受電共振コイル８は、（式１）によって定まる共振周波数 f を同一とする必要があるため、共振周波数を１６ＭＨｚとしている。なお、共振周波数を同一とするためには、必ずしも同一の形状である必要はない。

【 0 0 3 5 】

そして、本実施形態では、図２に示すように、給電コイル４の内径と給電共振コイル５の内径との間の距離を１０ｍｍとしたうえで同一の平面基板に給電共振器２としてプリント配置しているが、給電コイル４と給電共振コイル５との配置は、電磁誘導が発生可能な距離および配置であればよい。また、同様に、受電コイル７の内径と受電共振コイル８の内径との間の距離を１０ｍｍとしたうえで同一の平面基板に受電共振器３としてプリント配置しているが、受電コイル７と受電共振コイル８との配置は、電磁誘導が発生可能な距離および配置であればよい。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

上記のように、給電共振コイル 5 の共振周波数と受電共振コイル 8 の共振周波数とを同一値とした場合、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間に磁界共鳴状態を創出することができる。給電共振コイル 5 が共振した状態で磁界共鳴状態が創出されると、給電共振コイル 5 から受電共振コイル 8 に電力を磁界エネルギーとして送電することができる。

【 0 0 3 7 】

また、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離を C として、給電共振器 2 の給電共振コイル 5 と受電共振器 3 の受電共振コイル 8 との位置関係を、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C が、100 mm となるように配置している。

【 0 0 3 8 】

ここで、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C を、100 mm としている理由を以下に説明する。まず、図 3 及び図 4 を参照して、無線電力供給システム 1 において、給電コイル 4 と給電共振コイル 5 とを同一基板に固定し、受電共振コイル 8 と受電コイル 7 とを同一基板に固定したうえで、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C が変動した場合における送電効率の変化について説明する。なお、送電効率を計測するにあたって、給電コイル 4 には、交流電源 6 の代わりにネットワークアナライザ（アジレント・テクノロジー株式会社製）の出力端子を接続し、受電コイル 7 には、青色 LED 9 の代わりにネットワークアナライザの入力端子を接続して、図 3 では、横軸を伝送周波数とし、縦軸を挿入損失『S21』として測定した。また、図 4 では、グラフの横軸を距離 C とし、縦軸を送電効率として説明する。

【 0 0 3 9 】

ここで、送電効率とは、給電共振器に供給される電力に対する電力受給部に出力される電力の比率のことをいう。即ち、電力が、給電共振器から受電共振器に電送される際のエネルギー転送効率のことである。挿入損失『S21』とは、出力端子から信号を入力したときの入力端子を通過する信号を表しており、デシベル表示され、数値が大きいほど送電効率が高いことを表す。即ち、挿入損失『S21』が高いほど、給電共振器 2 に供給される電力に対する電力受給部としての青色 LED 9 に出力される電力の比率（送電効率）が高くなることを意味する。

【 0 0 4 0 】

以下に、図 3 及び図 4 を参照して、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C を変動させた場合における挿入損失『S21』及び送電効率の測定結果について説明する。図 3 (a) は、距離 $C = 37$ mm とした場合の挿入損失『S21』の測定結果である。図 3 (b) は、距離 $C = 50$ mm とした場合の挿入損失『S21』の測定結果である。図 3 (c) は、距離 $C = 70$ mm とした場合の挿入損失『S21』の測定結果である。図 3 (d) は、距離 $C = 100$ mm とした場合の挿入損失『S21』の測定結果である。図 3 (e) は、距離 $C = 150$ mm とした場合の挿入損失『S21』の測定結果である。図 3 (f) は、距離 $C = 200$ mm とした場合の挿入損失『S21』の測定結果である。

【 0 0 4 1 】

給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の磁界共鳴状態において、伝送される磁界エネルギーがピークとなる伝送周波数（送電効率が最大となる伝送周波数）は、共振周波数近傍（本実施形態では 16 MHz）である。しかしながら、図 3 の (a) ~ (c) が示すように、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C がある程度近くなると（ $C = 37$ mm、50 mm、70 mm）、『S21』の値が最大となる伝送周波数に分離が確認され、共振周波数近傍では『S21』の値が低くなる。即ち、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C がある程度近くなると、図 4 に示すように、共振周波数帯域では、送電効率が低下することがわかる。

【 0 0 4 2 】

一方、図 3 の (d) が示すように、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C を 100 mm に設定すると（本実施形態）、共振周波数近傍で『S21』の値が最大となる。即ち、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C を 100 mm に設定すると、図 4 に示すように、共振周波数（16 MHz）帯域で、送電効率が最大となること

がわかる（送電効率 74 %）。

【0043】

また、図 3 の（e）（f）が示すように、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C がある程度遠くなると（ $C = 150\text{ mm}$ 、 200 mm ）、『S21』の値が最大となる伝送周波数に分離こそ見られないが、共振周波数近傍では『S21』の値が低くなる。即ち、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C がある程度遠くなると、図 4 に示すように、共振周波数帯域では、送電効率が低下することがわかる。

【0044】

以上のように、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C を 100 mm に設定しているのは、共振周波数（ 16 MHz ）の帯域において、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間を青色 LED 9 の発光に必要な有効電力が十分に送電されるように、送電効率を最大にするためである。

【0045】

なお、本実施例では、距離 C を 100 mm に設定しているが、青色 LED 9 の発光に必要な有効電力が 0.35 W であるため、距離 C は送電効率が 70 % 以上となる距離であればよい。具体的には、図 4 に示すように、距離 C が $88\text{ mm} \sim 105\text{ mm}$ の間に設定されれば、共振周波数（ 16 MHz ）帯域において、送電効率が 70 % 以上となり青色 LED 9 の発光に必要な 0.35 W 以上の有効電力が送電される。ここで、距離 C が $88\text{ mm} \sim 105\text{ mm}$ の間を、青色 LED 9 の発光に必要な 0.35 W 以上の有効電力が送電可能な電力供給範囲という。

【0046】

（動作）

このように構成された無線電力供給システム 1 では、交流電源 6 から給電コイル 4 に供給された電力（ 0.5 W ）は、給電コイル 4 と給電共振コイル 5 との間の電磁誘導を経て、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の磁界共鳴状態を利用して送電効率 74 % で送電されて、受電共振コイル 8 と受電コイル 7 との間の電磁誘導を経て、青色 LED 9 の発光に必要な有効電力 0.35 W 以上の値で出力される。そして、有効電力を得た青色 LED 9 は青色に発光する。

【0047】

次に、図 4 を参照して、無線電力供給システム 1 において、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 との間の距離 C を変動させた場合の送電効率の変化を、青色 LED 9 の発光具合（動作）により比較して説明する。

【0048】

なお、本実施例では、交流電源 6 は、給電共振コイル 5 及び受電共振コイル 8 の共振周波数と同一の周波数である 16 MHz で 0.5 W の電力を出力する。また、交流電源 6 から出力される電力が 0.5 W であるため、有効電力 0.35 W 以上の青色 LED 9 が青色に発光するためには、送電効率が 70 % 以上であることが必要であり、送電効率が 70 % よりも少ない場合には発光しない。

【0049】

（比較例 1）

図 4（a）に示すように、距離 C を 20 mm とすると、共振周波数（ 16 MHz ）帯域において、送電効率は約 4 % となり極めて低く、青色 LED 9 は発光しない。

【0050】

（比較例 2）

次に、図 4（b）に示すように、距離 C を 50 mm とすると、共振周波数（ 16 MHz ）帯域において、送電効率は約 39 % となるが、青色 LED 9 の発光に必要な有効電力には達しないため発光しない。

【0051】

（本実施例）

次に、図 4（c）に示すように、距離 C を 100 mm とすると、共振周波数（ 16 MHz

10

20

30

40

50

z) 帯域において、送電効率は約 74% と高くなり、青色 LED 9 の発光に必要な有効電力に達したため、青色 LED 9 が発光する。

【0052】

(比較例 3)

次に、図 4 (d) に示すように、距離 C を 150 mm とすると、共振周波数 (16 MHz) 帯域において、送電効率は約 27% と低下して、青色 LED 9 は発光しない。

【0053】

このように図 4 のグラフを参照すると、距離 C が 88 mm ~ 105 mm の間に設定された場合には (電力供給範囲)、共振周波数 (16 MHz) 帯域において、送電効率が 70% 以上 (有効電力 0.35 W 以上) となり青色 LED 9 が発光し、それ以外の値に距離 C が設定された場合には、送電効率が 70% 未満 (有効電力 0.35 W 未満) となり青色 LED 9 は発光しないことがわかる。即ち、所定の有効電力以上の電力が送電される範囲である電力供給範囲が現実存在し、その電力供給範囲の存在により本発明が十分に実現できることがわかる。

【0054】

上記の無線電力供給システム 1 (無線電力供給方法) によれば、給電共振器 2 及び受電共振器 3 を共振周波数 16 MHz において同調させて、給電共振器 2 と受電共振器 3 との間に磁界共鳴状態を創出することによって、交流電源 6 から供給された電力 (0.5 W) を磁界エネルギーとして給電共振器 2 から受電共振器 3 へ無線により送電することができる。そして、青色 LED 9 は、発光に必要な有効電力である 0.35 W 以上の電力が入力された場合に青色に発光し、有効電力 0.35 W よりも少ない電力が入力された場合には発光しないように構成されている。

【0055】

そして、給電共振器 2 の給電共振コイル 5 と受電共振器 3 の受電共振コイル 8 との間の距離 C を、共振周波数 16 MHz の帯域において、給電共振器 2 に供給される電力に対する青色 LED 9 に出力される電力の比率 (送電効率) が 70% 以上、即ち、青色 LED 9 の発光に必要な有効電力である 0.35 W 以上が出力される状態になるように、88 mm ~ 105 mm の間である 100 mm に設定している。こうすることにより、距離 C が約 88 mm ~ 約 105 mm の間に設定されている場合には、受電共振器 3 は有効電力 0.35 W 以上を受電して青色 LED 9 に有効電力を出力して発光させることができる。一方で、距離 C が 88 mm ~ 105 mm の間を外れた場合には、受電共振器 3 が受電する電力の送電効率は低下して青色 LED 9 の発光に必要な有効電力を受電することができなくなる。このため、給電共振器 2 の給電共振コイル 5 と受電共振器 3 の受電共振コイル 8 とが位置関係、即ち、距離 C が 88 mm ~ 105 mm の間に設定されたときにだけ、青色 LED 9 が発光するのに必要な有効電力を出力させて青色 LED 9 を発光させることができる。

【0056】

即ち、給電共振器 2 の給電共振コイル 5 と受電共振器 3 の受電共振コイル 8 との位置関係を距離 C が 88 mm ~ 105 mm の間に設定されるように配置することにより、給電共振コイル 5 と受電共振コイル 8 とを共振させることにより磁界エネルギーとして送電される電力を有効電力 (0.35 W) 以上とすることができる。このため、給電共振器 2 と受電共振器 3 とが上記位置関係に置かれたときにだけ、電力供給範囲として有効電力を送電することができる。

【0057】

また、上記の構成によれば、給電コイル 4 と給電共振コイル 5 との間において、磁界共鳴状態を創出することなく電磁誘導を用いることにより、給電コイル 4 から給電共振コイル 5 に電力を送電することができる。また、同様に、受電共振コイル 8 と受電コイル 7 との間において、磁界共鳴状態を創出することなく電磁誘導を用いることにより、受電共振コイル 8 から受電コイル 7 に電力を送電することができる。これにより、給電コイル 4 と給電共振コイル 5 との間、及び、受電共振コイル 8 と受電コイル 7 との間において共振周波数で同調させる必要がなくなるので設計の簡易化が図れる。

【 0 0 5 8 】

(実施形態 1)

具体例として、上記実施例 1 で説明した本発明に係る無線電力供給システムを実施形態 1 に係る無線電力供給システム 2 0 1 にあてはめて説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 及び図 4 に示すグラフより、給電共振器及び受電共振器を共振周波数において同調させて給電共振器と受電共振器との間が磁界共鳴状態にある場合において、給電共振器と受電共振器との間の距離を変化させた場合の送電効率を測定した場合、ピーク点を有する山なりの線を描くことがわかっている。即ち、給電共振器と受電共振器との間の距離をピーク点の位置に配置すると、送電効率が最大となる。また、給電共振器と受電共振器との間の距離がピーク点よりも近くなると、送電効率が低下することがわかる。また、給電共振器と受電共振器との間の距離がピーク点よりも離れると、送電効率が低下することがわかる。ここで、送電効率とは、給電共振器に供給される電力に対する受電共振器から出力される電力の比率のことをいう。

10

【 0 0 6 0 】

そして、実施形態 1 に係る無線電力供給システム 2 0 1 は、給電共振器と受電共振器との位置関係を変化させた場合に送電効率が変わることを利用した無線電力供給システムである。

【 0 0 6 1 】

(無線電力供給システム 2 0 1 の構成)

20

図 5 は、実施形態 1 に係る無線電力供給システム 2 0 1 の説明図である。図 5 に示した無線電力供給システム 2 0 1 は、オフィス 2 2 0 の壁に掛けられた送電装置 2 1 0 と、机 2 2 1 に置かれた携帯電話 2 1 2 などの受電装置から構成される。送電装置 2 1 0 は、交流電源 2 0 6 と給電共振器 2 0 2 を備え、給電共振器 2 0 2 は、交流電源 2 0 6 に接続された給電コイル 2 0 4 と給電共振コイル 2 0 5 から構成されている。また、携帯電話 2 1 2 などの受電装置は、電力受給部 2 0 9 と受電共振器 2 0 3 を備え、受電共振器 2 0 3 は電力受給部 2 0 9 に接続された受電コイル 2 0 7 と受電共振コイル 2 0 8 から構成されている。なお、図 5 に示すように、携帯電話 2 1 2 は、送電装置 2 1 0 から距離 X'' 分離れて人間 2 2 6 が所持した状態から、送電装置 2 1 0 から距離 X' 分離れて机 2 2 1 の上に置かれた状態に移動されるものとして説明する。

30

【 0 0 6 2 】

給電コイル 2 0 4 は、交流電源 2 0 6 から得られた電力を電磁誘導によって給電共振コイル 2 0 5 に供給する役割を果たす。ここで、給電コイル 2 0 4 と給電共振コイル 2 0 5 との間の距離を A とする。なお、給電コイル 2 0 4 と給電共振コイル 2 0 5 との配置は、電磁誘導が発生可能な距離および配置であればよい。

【 0 0 6 3 】

このように、給電コイル 2 0 4 を介し、電磁誘導によって給電共振コイル 2 0 5 に電力を送電させることにより、給電共振コイル 2 0 5 と他の回路との電氣的な接続が不要となり、給電共振コイル 2 0 5 を任意に、かつ、高精度に設計することができるようになる。

【 0 0 6 4 】

40

受電コイル 2 0 7 は、給電共振コイル 2 0 5 から受電共振コイル 2 0 8 に磁界エネルギーとして送電された電力を電磁誘導によって電力受給部 2 0 9 に出力する役割を果たす。ここで、受電共振コイル 2 0 8 と受電コイル 2 0 7 との間の距離を B とする。なお、受電コイル 2 0 7 と受電共振コイル 2 0 8 との配置は、電磁誘導が発生可能な距離および配置であればよい。

【 0 0 6 5 】

そして、磁界共鳴状態下で受電共振コイル 2 0 8 に送電された電力は、受電共振コイル 2 0 8 から受電コイル 2 0 7 に電磁誘導によってエネルギーが移動する。受電コイル 2 0 7 は、電力受給部 2 0 9 に電氣的に接続されており、電磁誘導によって受電コイル 2 0 7 に移動したエネルギーは電力として電力受給部 2 0 9 に出力される。

50

【 0 0 6 6 】

このように受電コイル 2 0 7 を介し、電磁誘導によって受電共振コイル 2 0 8 から電力受給部 2 0 9 に電力を送電することで、受電共振コイル 2 0 8 と他の回路との電氣的な接続が不要となり、受電共振コイル 2 0 8 を任意に、かつ、高精度に設計することができるようになる。

【 0 0 6 7 】

給電共振コイル 2 0 5 及び受電共振コイル 2 0 8 は、それぞれ LC 共振回路であり、磁界共鳴状態を創出する役割を果たす。なお、本実施形態では、LC 共振回路のコンデンサ成分については素子によって実現しているが、コイルの両端を開放し、浮遊容量によって実現してもよい。この LC 共振回路では、インダクタンスを L、コンデンサ容量を C とすると、(式 1) によって定まる f が共振周波数となる。

10

【 0 0 6 8 】

また、給電共振コイル 2 0 5 及び受電共振コイル 2 0 8 は、(式 1) によって定まる共振周波数 f を同一とする必要がある。なお、共振周波数 f を同一とするためには、必ずしも同一の形状である必要はない。

【 0 0 6 9 】

上記のように、給電共振コイル 2 0 5 の共振周波数と受電共振コイル 2 0 8 の共振周波数とを同一値とした場合、給電共振コイル 2 0 5 と受電共振コイル 2 0 8 との間に磁界共鳴状態を創出することができる。給電共振コイル 2 0 5 が共振した状態で磁界共鳴状態が創出されると、給電共振コイル 2 0 5 から受電共振コイル 2 0 8 に電力を磁界エネルギーとして送電することができる。

20

【 0 0 7 0 】

また、送電装置 2 1 0 の給電共振コイル 2 0 5 と携帯電話 2 1 2 の受電共振コイル 2 0 8 との間の距離を C とし、図 5 に示すように、人間 2 2 6 が所持した携帯電話 2 1 2 (受電共振コイル 2 0 8) は、送電装置 2 1 0 (給電共振コイル 2 0 5) から距離 X'' 分離れた位置にある。そして、机 2 2 1 の上に移動された携帯電話 2 1 2 (受電共振コイル 2 0 8) は、送電装置 2 1 0 (給電共振コイル 2 0 5) から距離 X' 分離れた位置にある。

【 0 0 7 1 】

交流電源 2 0 6 は、給電共振コイル 2 0 5 及び受電共振コイル 2 0 8 の共振周波数と同一の周波数で電力を出力する。

30

【 0 0 7 2 】

電力受給部 2 0 9 は、受電コイル 2 0 7 に接続された整流回路と、整流回路に接続された充電制御装置と、充電制御装置に接続されたバッテリーを備えている。電力受給部 2 0 9 は、受電コイル 2 0 7 から送電された電力を整流回路及び充電制御装置を介してバッテリーに蓄電する役割を果たす。なお、バッテリーとしては、例えば、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池やその他の二次電池が挙げられる。また、充電制御装置は、バッテリーの充電に必要な有効電力が入力された場合に充電するように制御する役割を果たす。故に、有効電力よりも少ない電力が入力された場合にはバッテリーには充電されないように構成されている。なお、給電共振器 2 0 2 に供給される電力に対する受電共振器 2 0 3 から出力される電力の比率 (送電効率) が 7 0 % 以上であればバッテリーの充電に必要な有効電力が入力されるものとする (図 5 参照) 。

40

【 0 0 7 3 】

(動作)

このように構成された無線電力供給システム 2 0 1 では、交流電源 2 0 6 から供給される電力が、給電コイル 2 0 4 と給電共振コイル 2 0 5 との間の電磁誘導、給電共振コイル 2 0 5 と受電共振コイル 2 0 8 との間の磁界共鳴状態を利用した送電、受電共振コイル 2 0 8 と受電コイル 2 0 7 との間の電磁誘導を経て、送電装置 2 1 0 の給電共振コイル 2 0 5 と受電共振コイル 2 0 8 との間の距離 C が X' となるように机 2 2 1 の上に置かれた携帯電話 2 1 2 の電力受給部 2 0 9 に供給される。一方、送電装置 2 1 0 の給電共振コイル 2 0 5 と受電共振コイル 2 0 8 との間の距離 C が X'' となるように人間 2 2 6 が所持して

50

いる場合は、携帯電話 2 1 2 には電力は供給されない。

【 0 0 7 4 】

このように机 2 2 1 の上に置かれた携帯電話 2 1 2 の電力受給部 2 0 9 のバッテリーに充電がなされるのは、送電装置 2 1 0 の給電共振コイル 2 0 5 と受電共振コイル 2 0 8 との間の距離 C が、共振周波数の帯域において、携帯電話 2 1 2 のバッテリーの充電に必要な有効電力を確保できるように送電効率 7 0 % 以上となる距離 X' に設定されていることによるものである。なお、本実施形態では、距離 $C = X'$ としているが、距離 C は送電効率が 7 0 % 以上となる距離であればよい。具体的には、図 5 に示すように、距離 C が $Y \sim Y'$ の間に設定されれば、共振周波数帯域において、送電効率が 7 0 % 以上となり携帯電話のバッテリーの充電に必要な有効電力が送電される。ここで、距離 C が $Y \sim Y'$ の間を、電力受給部 2 0 9 のバッテリーの充電に必要な有効電力が送電可能な電力供給範囲 F という。

10

【 0 0 7 5 】

一方、人間 2 2 6 が携帯電話 2 1 2 を所持している場合に、携帯電話 2 1 2 の電力受給部 2 0 9 のバッテリーに充電がなされないのは、送電装置 2 1 0 の給電共振コイル 2 0 5 と携帯電話 2 1 2 の受電共振コイル 2 0 8 との間の距離 C が、共振周波数の帯域において、携帯電話 2 1 2 の電力受給部 2 0 9 のバッテリーの充電に必要な有効電力を確保できない（送電効率 7 0 % 未満となる）距離 X'' に設定されていることによるものである。即ち、図 5 に示すように人間 2 2 6 が携帯電話 2 1 2 を所持している場合には、携帯電話 2 1 2 が電力供給範囲 F の外にあるので、携帯電話 2 1 2 のバッテリーには充電がなされない。

【 0 0 7 6 】

20

これにより、携帯電話 2 1 2 が電力供給範囲 F 外にある場合は充電ができないが、携帯電話 2 1 2 が電力供給範囲 F 内に持ち込まれた場合には充電可能とすることができる。即ち、限られた範囲（電力供給範囲 F ）においてのみ携帯電話 2 1 2 のバッテリーに充電ができることになる。

【 0 0 7 7 】

（無線電力供給方法）

これを、無線電力供給方法として説明すると、まず、送電装置 2 1 0 がオフィス 2 2 0 の壁に固定されているとして、電力供給範囲 F を、共振周波数の帯域において携帯電話 2 1 2 のバッテリーの充電に必要な有効電力を確保できる送電効率 7 0 % 以上となるように距離 $Y \sim Y'$ の範囲に設定する。そして、携帯電話 2 1 2 を、送電装置 2 1 0 の給電共振コイル 2 0 5 と携帯電話 2 1 2 の受電共振コイル 2 0 8 との間の距離 C が距離 $Y \sim Y'$ の範囲（電力供給範囲 F ）内に入るように机 2 2 1 の上に移動させる。すると、交流電源 2 0 6 から供給される電力が、給電コイル 2 0 4 と給電共振コイル 2 0 5 との間の電磁誘導、給電共振コイル 2 0 5 と受電共振コイル 2 0 8 との間の磁界共鳴状態を利用した送電、受電共振コイル 2 0 8 と受電コイル 2 0 7 との間の電磁誘導を経て、受電コイル 2 0 7 から送電された電力が電力受給部 2 0 9 が備える整流回路及び充電制御装置を介してバッテリーの充電に必要な有効電力としてバッテリーに蓄電される。

30

【 0 0 7 8 】

上記の構成によれば、図 5 に示す電力供給範囲 F に携帯電話 2 1 2 などの受電装置が置かれた場合にだけ、電力受給部 2 0 9 が備えるバッテリーに充電ができる。

40

【 0 0 7 9 】

（実施例 2）

以下に、図 6 及び図 7 を参照して、実施例 2 に係る無線電力供給システム 3 0 1 を説明する。

【 0 0 8 0 】

ここでは、図 6 及び図 7 を参照して、無線電力供給システム 3 0 1 において給電コイル 3 0 4 と給電共振コイル 3 0 5 との間の距離 A 、及び、受電共振コイル 3 0 8 と受電コイル 3 0 7 との間の距離 B の少なくとも一つを変えることにより、送電効率が最大となる給電共振コイル 3 0 5 と受電共振コイル 3 0 8 との間の距離 C を自由に設定することができることを説明する。

50

【 0 0 8 1 】

(無線電力供給システム 3 0 1 の構成)

図 6 に示した無線電力供給システム 3 0 1 は、給電共振器 3 0 2 と受電共振器 3 0 3 とを含むシステムであり、給電共振器 3 0 2 から受電共振器 3 0 3 に電力を磁界エネルギーとして送電する。給電共振器 3 0 2 は、図 6 に示すように、その内部に給電コイル 3 0 4 と、給電共振コイル 3 0 5 とを有する。また、受電共振器 3 0 3 は、その内部に受電コイル 3 0 7 と、受電共振コイル 3 0 8 とを有する。

【 0 0 8 2 】

給電コイル 3 0 4 及び受電コイル 3 0 7 は、線径 1 mm φ の円形の銅線材 (絶縁被膜付) を 1 回巻にしたコイル径 1 0 0 mm φ のコイルによって形成している。そして、給電コイル 3 0 4 には、交流電源の代わりにネットワークアナライザ 3 4 0 (アジレント・テクノロジー株式会社製) の出力端子 3 4 1 を接続し、受電コイル 3 0 7 には、ネットワークアナライザの入力端子 3 4 2 を接続している。

10

【 0 0 8 3 】

ネットワークアナライザ 3 4 0 は、任意の周波数で交流電力を出力端子 3 4 1 から給電コイル 3 0 4 に出力可能としている。また、ネットワークアナライザ 3 4 0 は、受電コイル 3 0 7 から入力端子 3 4 2 に入力された電力を測定可能としている。更に、ネットワークアナライザ 3 4 0 は、図 7 に示すような送電効率を測定可能としている。

【 0 0 8 4 】

給電共振コイル 3 0 5 及び受電共振コイル 3 0 8 は、それぞれ LC 共振回路であり、給電共振コイル 3 0 5 及び受電共振コイル 3 0 8 は、線径 1 mm φ の円形の銅線材 (絶縁被膜付) をソレノイド状に 3 回巻にしたコイル径 1 0 0 mm φ のコイルによって形成されている。また、給電共振コイル 3 0 5 及び受電共振コイル 3 0 8 は、(式 1) によって定まる共振周波数 f を同一とする必要があるため、共振周波数を 1 5 M H z としている。

20

【 0 0 8 5 】

また、給電コイル 3 0 4 と給電共振コイル 3 0 5 との間の距離 A とは、給電コイル 3 0 4 のコイル面と給電共振コイル 3 0 5 のコイル面同士が直交しないように対向配置した場合のコイル面同士の間の直線距離のことをいう。同様に、受電共振コイル 3 0 8 と受電コイル 3 0 7 との間の距離 B とは、受電コイル 3 0 7 のコイル面と受電共振コイル 3 0 8 のコイル面同士が直交しないように対向配置した場合のコイル面同士の間の直線距離のことをいう。また、給電共振コイル 3 0 5 と受電共振コイル 3 0 8 との間の距離 C とは、給電共振コイル 3 0 5 のコイル面と受電共振コイル 3 0 8 のコイル面同士が直交しないように対向配置した場合のコイル面同士の間の直線距離のことをいう

30

【 0 0 8 6 】

次に、上記無線電力供給システム 3 0 1 を使用して、給電コイル 3 0 4 と給電共振コイル 3 0 5 との間の距離 A、及び、受電共振コイル 3 0 8 と受電コイル 3 0 7 との間の距離 B を変えた場合における送電効率が最大となる給電共振コイル 3 0 5 と受電共振コイル 3 0 8 との間の距離 C についてのネットワークアナライザ 3 4 0 での測定結果を、図 7 を参照して説明する。なお、図 7 のグラフでは、横軸を距離 C とし、縦軸を送電効率としている。

40

【 0 0 8 7 】

図 7 のグラフに示す設計 I の折れ線は、給電コイル 3 0 4 と給電共振コイル 3 0 5 との間の距離 A、及び、受電共振コイル 3 0 8 と受電コイル 3 0 7 との間の距離 B をともに 1 mm ($A = B = 1 \text{ mm}$) に設定した場合において、給電共振コイル 3 0 5 と受電共振コイル 3 0 8 との間の距離 C を変動させた場合の送電効率をプロットしたものである。これによると、距離 C が 2 0 mm に設定された場合に送電効率が最大となることがわかる。

【 0 0 8 8 】

次に、設計 II の折れ線は、給電コイル 3 0 4 と給電共振コイル 3 0 5 との間の距離 A、及び、受電共振コイル 3 0 8 と受電コイル 3 0 7 との間の距離 B をともに 7 mm ($A = B = 7 \text{ mm}$) に設定した場合において、給電共振コイル 3 0 5 と受電共振コイル 3 0 8 との

50

間の距離 C を変動させた場合の送電効率をプロットしたものである。これによると、距離 C が 50 mm に設定された場合に送電効率が最大となることがわかる。

【0089】

次に、設計 III の折れ線は、給電コイル 304 と給電共振コイル 305 との間の距離 A 、及び、受電共振コイル 308 と受電コイル 307 との間の距離 B をともに 17 mm ($A = B = 17 \text{ mm}$) に設定した場合において、給電共振コイル 305 と受電共振コイル 308 との間の距離 C を変動させた場合の送電効率をプロットしたものである。これによると、距離 C が 100 mm に設定された場合に送電効率が最大となることがわかる。

【0090】

以上により、給電コイル 304 と給電共振コイル 305 との間の距離 A や受電共振コイル 308 と受電コイル 307 との間の距離 B を変えることにより、送電効率が最大となる給電共振コイル 305 と受電共振コイル 308 との間の距離 C が変わることがわかる。

【0091】

(実施形態 2)

上記実施例 2 に係る測定結果を踏まえて、実施形態 2 に係る無線電力供給システム 401 について説明する。実施形態 2 に係る無線電力供給システム 401 は、給電コイル 404 と給電共振コイル 405 との間の距離 A 、及び、受電共振コイル 408 と受電コイル 407 との間の距離 B の少なくとも一つを変えることにより、送電効率が最大となる給電共振コイル 405 と受電共振コイル 408 との間の距離 C を自由に設定することができることを利用した無線電力供給システムである。なお、実施形態 1 と同様の構成は説明を省略する。

【0092】

(無線電力供給システム 401 の構成)

図 8 は、実施形態 2 に係る無線電力供給システム 401 の説明図である。図 8 に示した無線電力供給システム 401 は、実施形態 1 同様に、オフィス 420 の壁に掛けられた送電装置 410 と、机 421 に置かれた携帯電話 412 などの受電装置から構成される。送電装置 410 は、交流電源 406 と給電共振器 402 と調整器 418 とを備え、給電共振器 402 は、交流電源 406 と接続された給電コイル 404 と給電共振コイル 405 を備えている。調整器 418 は、給電コイル 404 と給電共振コイル 405 との間の距離 A を可変調整することが可能である。また、携帯電話 412 は、電力受給部 409 と受電共振器 403 を備え、受電共振器 403 は電力受給部 409 と接続された受電コイル 407 と受電共振コイル 408 から構成されている。

【0093】

まず、図 8 (a) に示すように、給電共振器 402 と受電共振器 403 との位置関係を、調整器 418 により距離 $A = a$ に可変調整して(距離 B は一定の値に固定されている)、送電効率が最大となる距離 $C = c$ に設定した場合、図 8 に示す電力供給範囲 G では、送電効率が携帯電話 412 の電力受給部 409 が備えるバッテリーの充電に必要な有効電力以上となる。

【0094】

上記の設定によれば、図 8 に示す電力供給範囲 G に携帯電話 412 などの受電装置が置かれた場合には、バッテリーの充電が実効される。一方で、図 8 に示す電力供給範囲 G 以外の領域に携帯電話 412 などの受電装置が置かれた場合には、バッテリーの充電は実行されない。

【0095】

次に、図 8 (b) に示すように、給電共振器 402 と受電共振器 403 との位置関係を、調整器 418 により距離 $A = a'$ に可変調整して(距離 B は一定の値に固定されている)、送電効率が最大となる距離 $C = c'$ に設定した場合、図 8 に示す電力供給範囲 H では、送電効率が携帯電話 412 の電力受給部 409 が備えるバッテリーの充電に必要な有効電力以上となる。

【0096】

10

20

30

40

50

上記の設定によれば、図 8 に示す電力供給範囲 H に携帯電話 4 1 2 などの受電装置が置かれた場合には、バッテリーの充電が実効される。一方で、図 8 に示す電力供給範囲 H 以外の領域に携帯電話 4 1 2 などの受電装置が置かれた場合には、バッテリーの充電は実行されない。

【 0 0 9 7 】

更に、図 8 (c) に示すように、給電共振器 4 0 2 と受電共振器 4 0 3 との位置関係を、調整器 4 1 8 により距離 $A = a$ " に可変調整して (距離 B は一定の値に固定されている) 、送電効率が最大となる距離 $C = c$ " に設定した場合、図 8 に示す電力供給範囲 I では、送電効率が携帯電話 4 1 2 の電力受給部 4 0 9 が備えるバッテリーの充電に必要な有効電力以上となる。

10

【 0 0 9 8 】

上記の設定によれば、図 8 に示す電力供給範囲 I に携帯電話 4 1 2 などの受電装置が置かれた場合には、バッテリーの充電が実効される。一方で、図 8 に示す電力供給範囲 I 以外の領域に携帯電話 4 1 2 などの受電装置が置かれた場合には、バッテリーの充電は実行されない。

【 0 0 9 9 】

上記の無線電力供給システム 4 0 1 を使用すれば、給電コイル 4 0 4 と給電共振コイル 4 0 5 との間の距離 A 、及び、受電共振コイル 4 0 8 と受電コイル 4 0 7 との間の距離 B の少なくとも一つを自由に設定することにより、共振周波数帯域において、送電効率がバッテリーの充電に必要な有効電力以上となる電力供給範囲 (例えば、電力供給範囲 G 、電力供給範囲 H 、電力供給範囲 I) を自由に設定することができる。即ち、充電可能な電力供給範囲を自由に設定できるようになる。

20

【 0 1 0 0 】

(実施形態 3)

また、図 9 に示すように、オフィスに入場するための非接触型 IC カードに本発明に係る無線電力供給システム 6 0 1 を採用してもよい。具体的には、オフィス 6 3 0 のドア 6 3 1 の脇の壁にカードリーダー 6 1 0 (交流電源 6 0 6 に接続された給電共振器 6 0 2 を備える) を設置し、個人識別用の IC チップ 6 0 9 に接続された受電共振器 6 0 3 を備えた IC カード 6 1 1 を用意する。そして、図 9 に示すように、送電効率が IC チップ 6 0 9 の読み取りに必要な有効電力以上となる電力供給範囲 P を、ドア 6 3 1 の手前付近に設定する。

30

【 0 1 0 1 】

上記構成によれば、IC カード 6 1 1 をポケット 6 5 0 に入れたままの人が、電力供給範囲 P を通過した場合、IC チップの読み取りが実効され、個人識別が完了したらドア 6 3 1 が自動的に開くようにすることができる。

【 0 1 0 2 】

(その他の実施形態)

また、例えば、本発明に係る無線電力供給システムは、作業ロボットや電気自動車等の電力供給装置に適用することも可能である。作業ロボットに適用した場合、当該作業ロボットの作動に必要な有効電力以上となる電力供給範囲を作業領域と定めることにより、作業ロボットが当該作業領域を外れた場合の動作をストップさせることができる。これにより、作業ロボットが何らかの理由により作業領域を外れたとしても作業ロボットへの給電を止めて動作をストップさせることができるため、作業ロボットの安全性を高めることができる。

40

【 0 1 0 3 】

また、実施形態 1 では、送電装置 2 1 0 側の給電共振コイル 2 0 5 の共振周波数と携帯電話 2 1 2 側の受電共振コイル 2 0 8 の共振周波数とを同一値とした場合に、給電共振コイル 2 0 5 から携帯電話 2 1 2 の受電共振コイル 2 0 8 に電力を磁界エネルギーとして送電することができるようにしているが、これに限らない。

【 0 1 0 4 】

50

例えば、携帯電話が備える受電共振コイルの共振周波数を 15 MHz とし、パーソナルコンピュータが備える受電共振コイルの共振周波数を 16 MHz とし、タブレット方 PC が備える受電共振コイルの共振周波数を 14 MHz とし、それぞれ電力供給範囲 F に置く。そして、送電装置側には共振周波数が 14 MHz、15 MHz、16 MHz の給電共振コイルを用意して、交流電源から給電共振コイルに送電される交流電源の送電周波数を 14 MHz、15 MHz 又は 16 MHz に自由に変換することで、それぞれ共振する給電共振コイル及び受電共振コイルを介して個別に電力を磁界エネルギーとして送電することができるようにしてもよい。即ち、交流電源の送電周波数を 14 MHz に設定して、共振周波数が 14 MHz の給電共振コイルに電力を供給することで、共振周波数が 14 MHz のタブレット方 PC が備える受電共振コイルにだけ電力が送電されることになる（共振周波数が一致しない携帯電話が備える受電共振コイルやパーソナルコンピュータが備える受電共振コイルには電力が送電されない）。同様に、交流電源の送電周波数を 15 MHz に設定して、共振周波数が 15 MHz の給電共振コイルに電力を供給することで、共振周波数が 15 MHz の携帯電話が備える受電共振コイルにだけ電力が送電されることになる（共振周波数が一致しないパーソナルコンピュータが備える受電共振コイルやタブレット PC が備える受電共振コイルには電力が送電されない）。同様に、交流電源の送電周波数を 16 MHz に設定して、共振周波数が 16 MHz の給電共振コイルに電力を供給することで、共振周波数が 16 MHz のパーソナルコンピュータが備える受電共振コイルにだけ電力が送電されることになる（共振周波数が一致しない携帯電話が備える受電共振コイルやタブレット PC が備える受電共振コイルには電力が送電されない）。

【0105】

この場合、送電装置側の送電周波数を変換することによって、電力供給範囲 F に置かれた携帯電話やパーソナルコンピュータやタブレット PC のうち所望のものに電力供給が可能となる。

【0106】

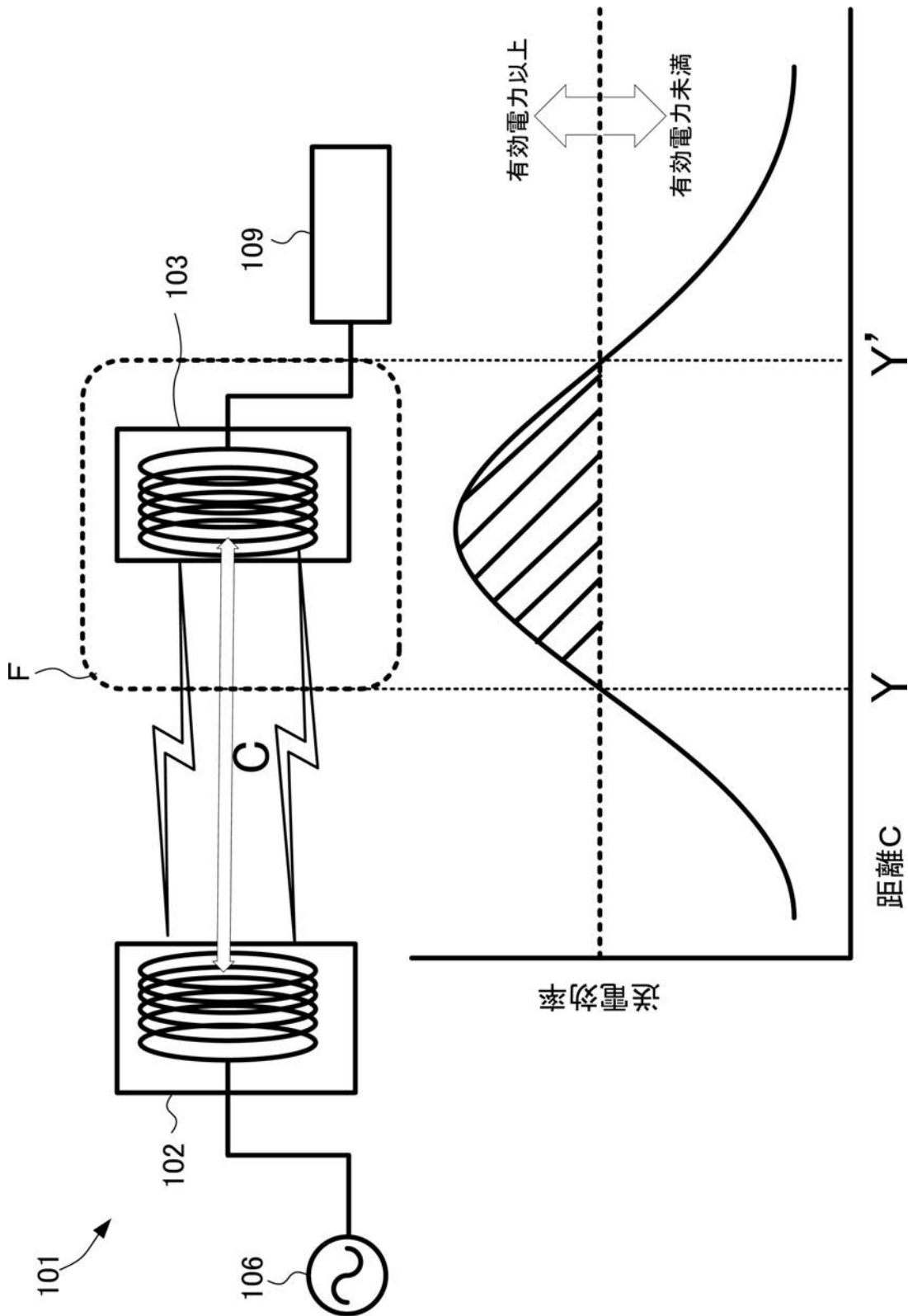
以上の詳細な説明では、本発明をより容易に理解できるように、特徴的部分を中心に説明したが、本発明は、以上の詳細な説明に記載する実施形態に限定されず、その他の実施形態にも適用することができ、その適用範囲は可能な限り広く解釈されるべきである。また、本明細書において用いた用語及び語法は、本発明を的確に説明するために用いたものであり、本発明の解釈を制限するために用いたものではない。また、当業者であれば、本明細書に記載された発明の概念から、本発明の概念に含まれる他の構成、システム、方法等を推考することは容易であると思われる。従って、請求の範囲の記載は、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で均等な構成を含むものであるとみなされるべきである。また、本発明の目的及び本発明の効果を十分に理解するために、すでに開示されている文献等を十分に参酌することが望まれる。

【符号の説明】

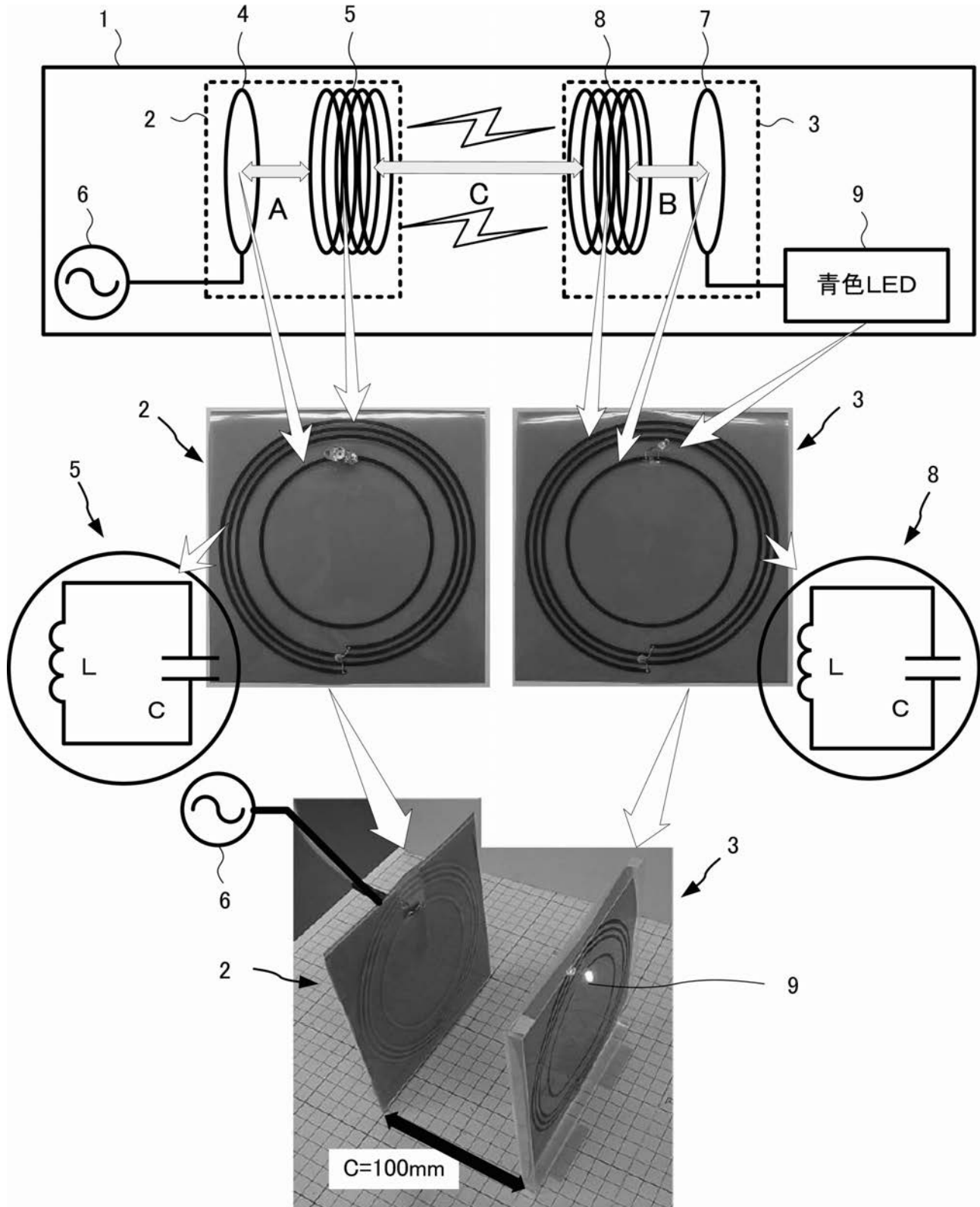
【0107】

- 1 無線電力供給システム
- 2 給電共振器
- 3 受電共振器
- 4 給電コイル
- 5 給電共振コイル
- 6 交流電源
- 7 受電コイル
- 8 受電共振コイル
- 9 青色 LED

【 図 1 】

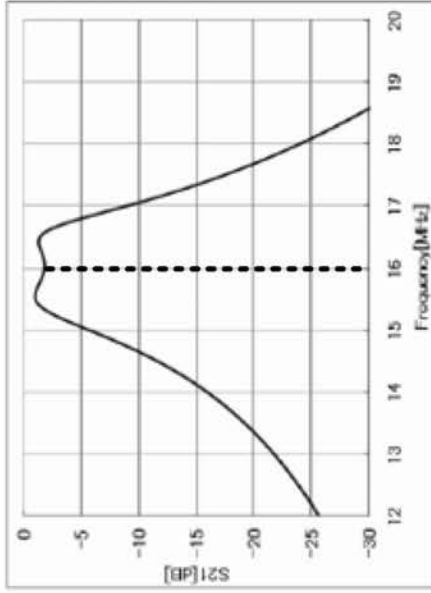


【図2】

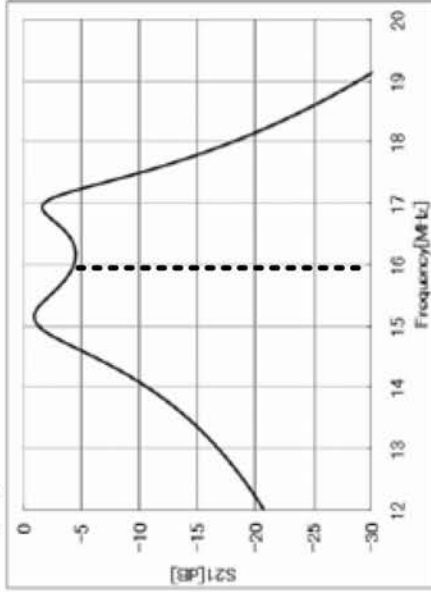


【図 3】

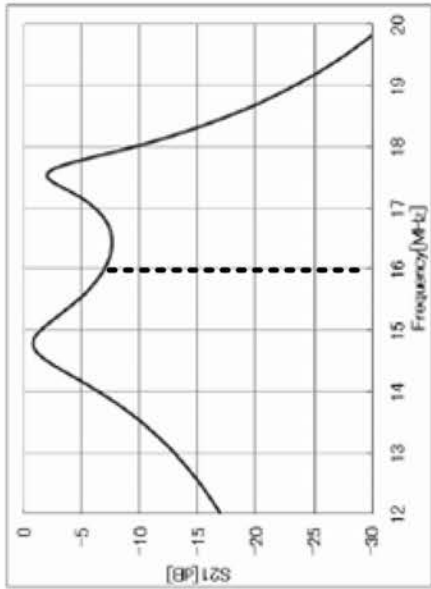
(c) C=70mm



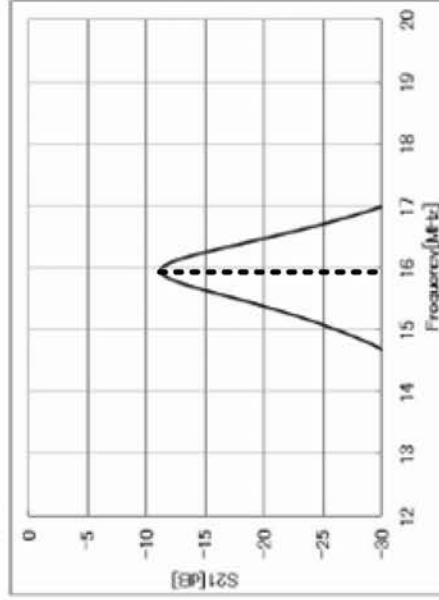
(b) C=50mm



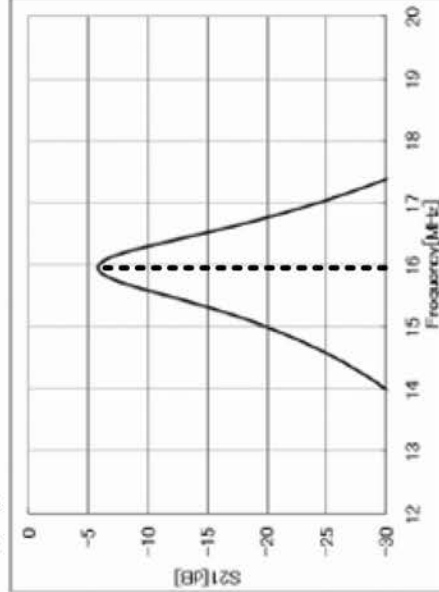
(a) C=37mm



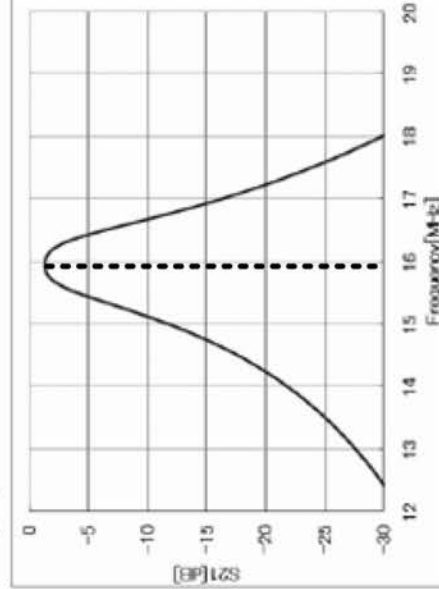
(f) C=200mm



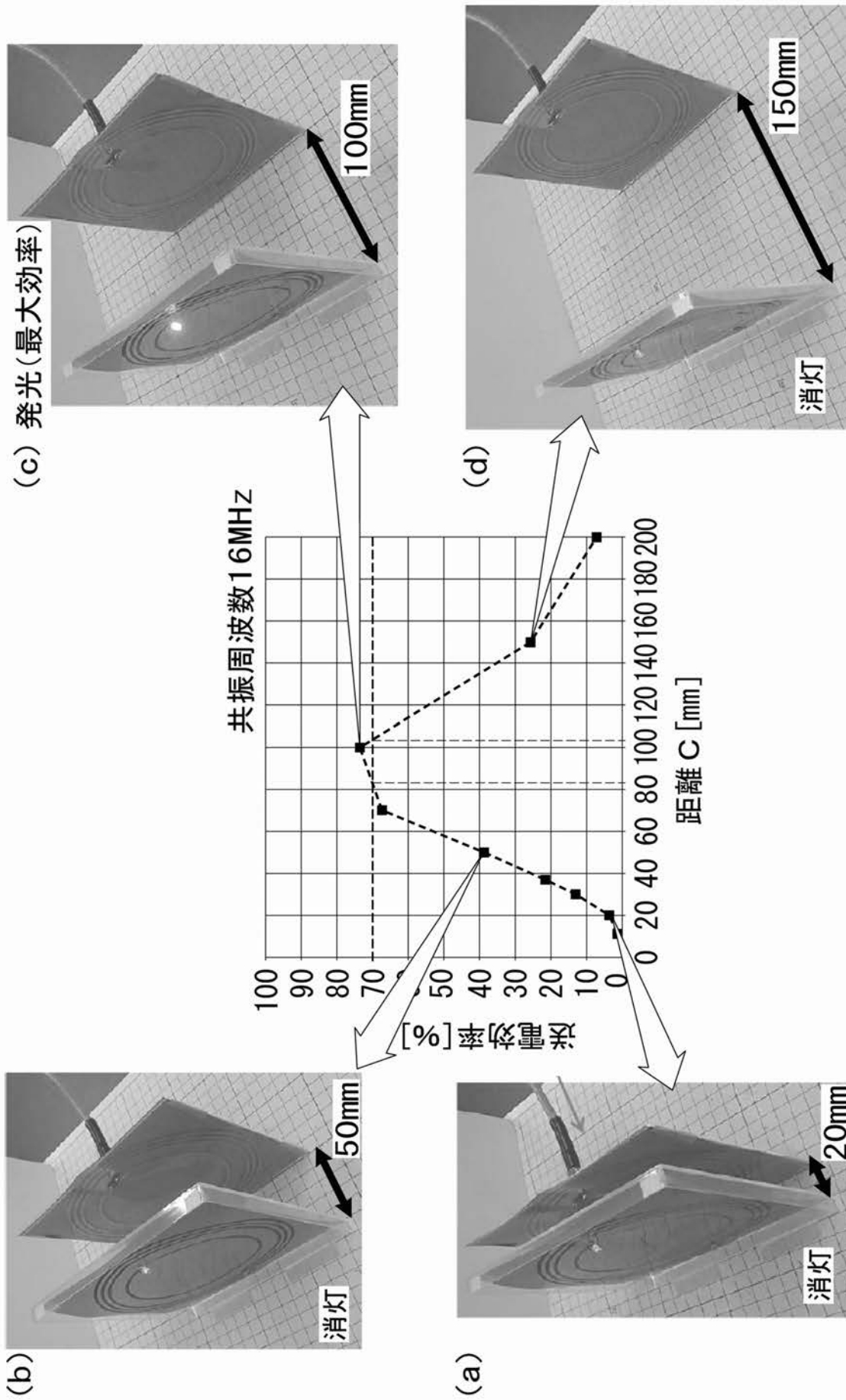
(e) C=150mm



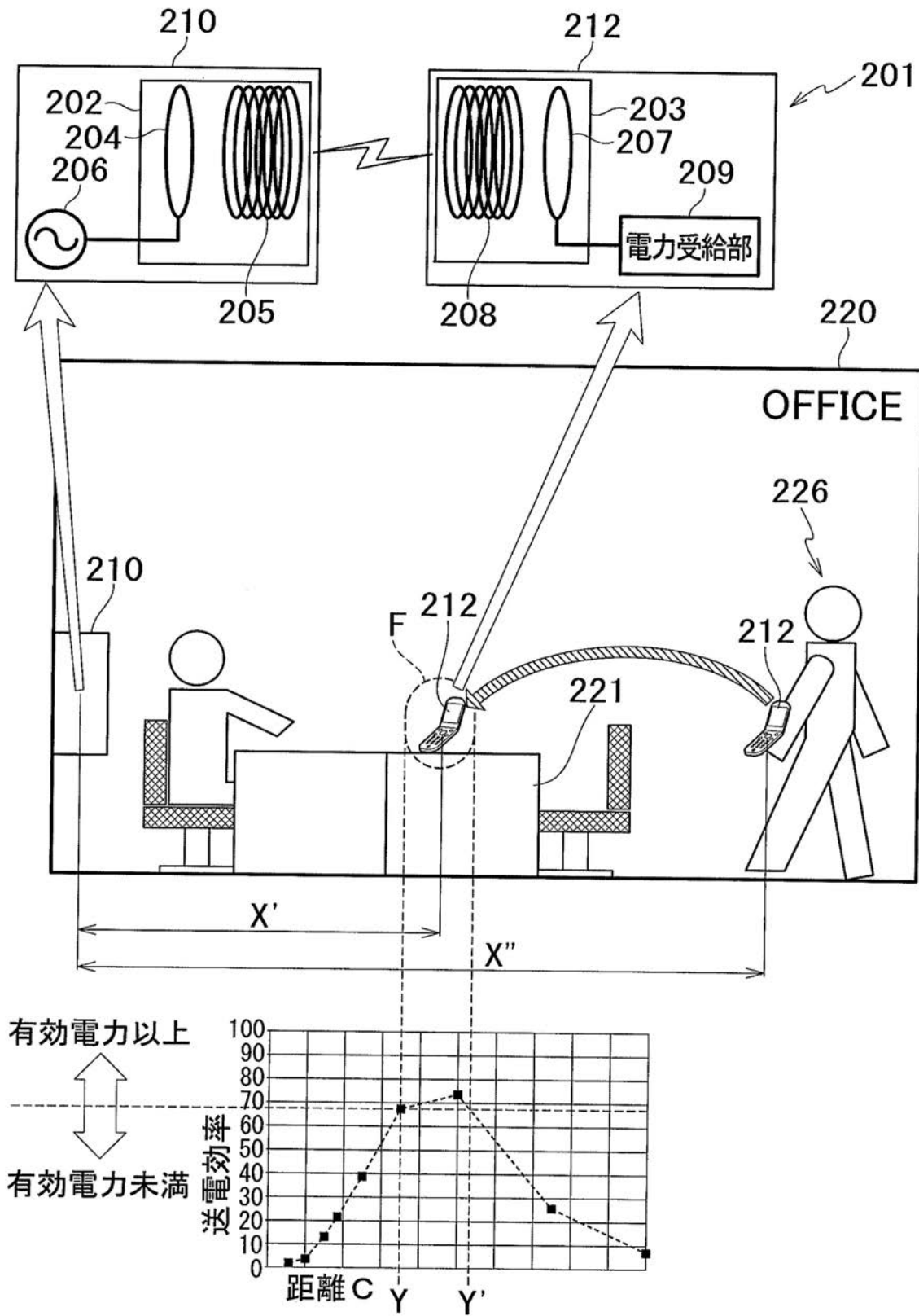
(d) C=100mm



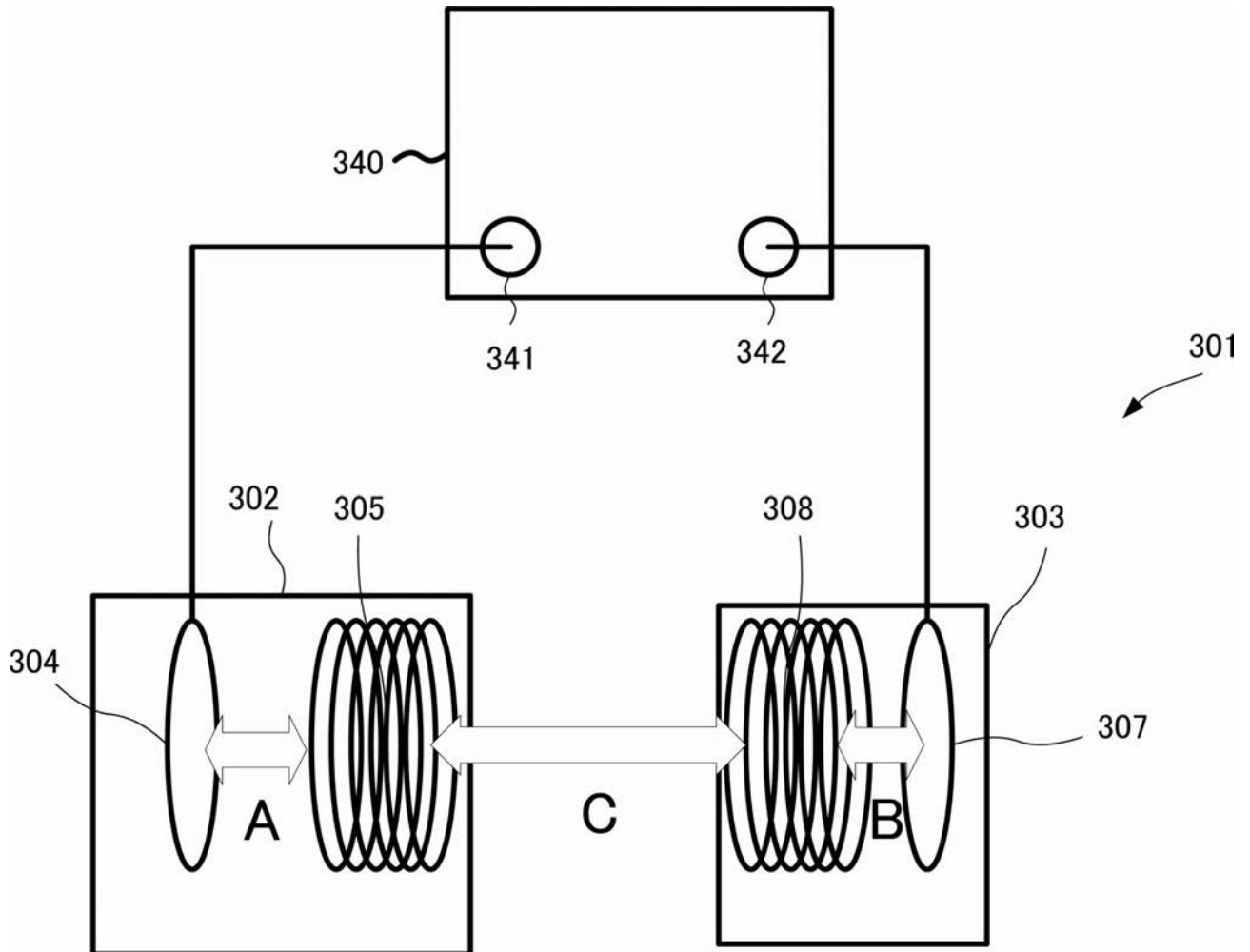
【 図 4 】



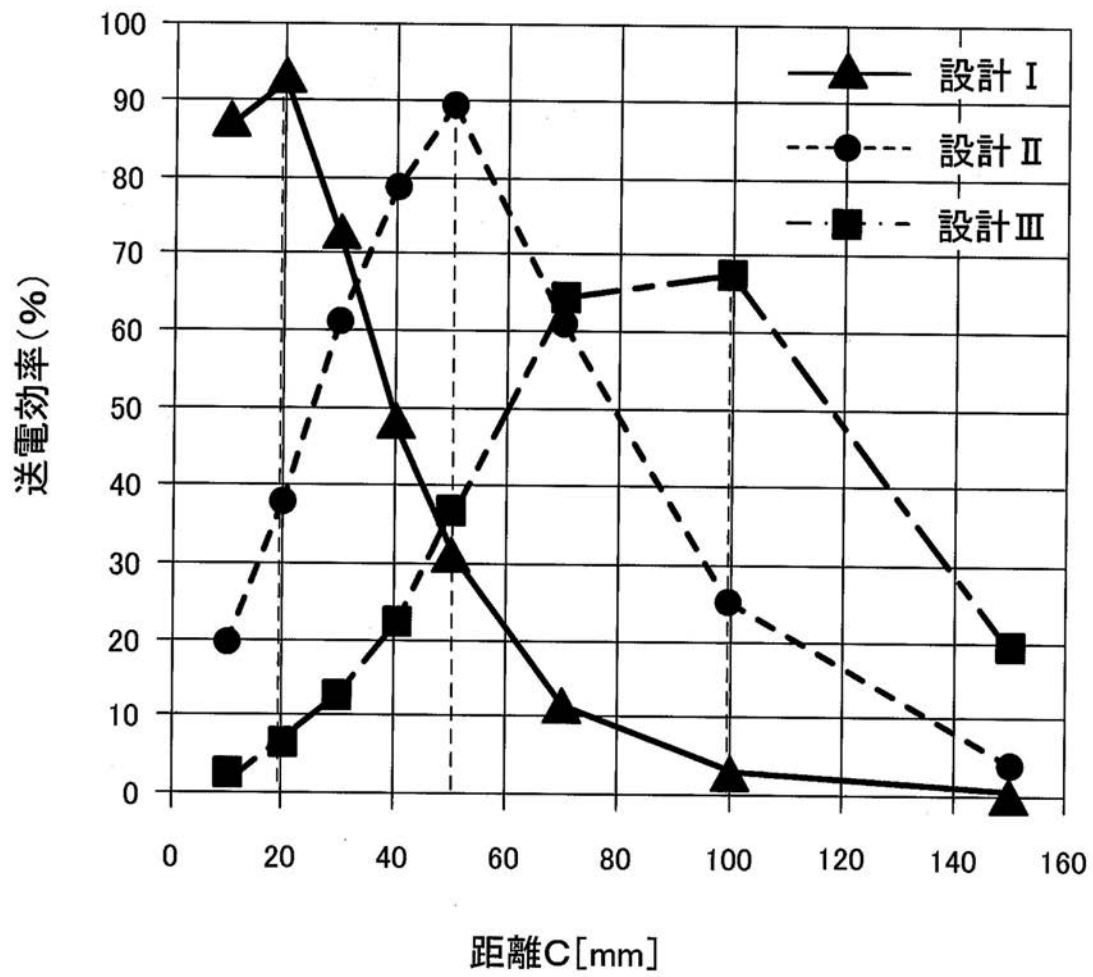
【図5】

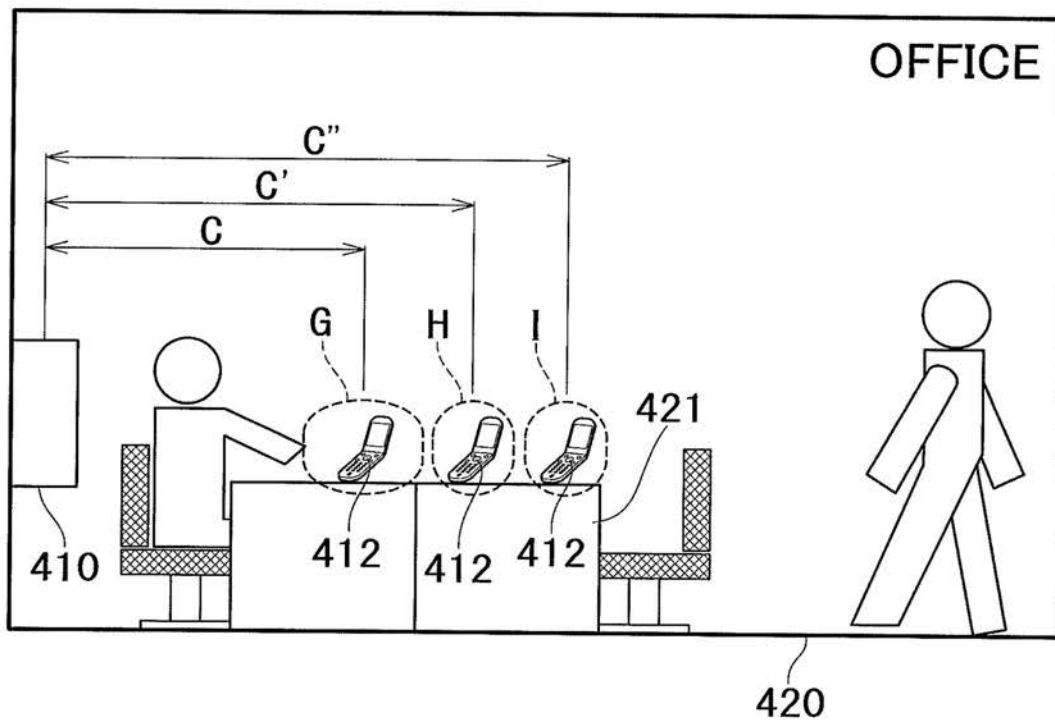
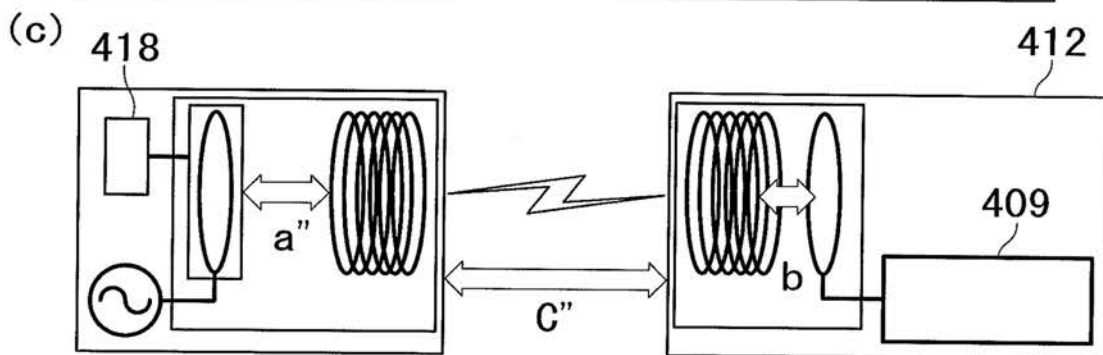
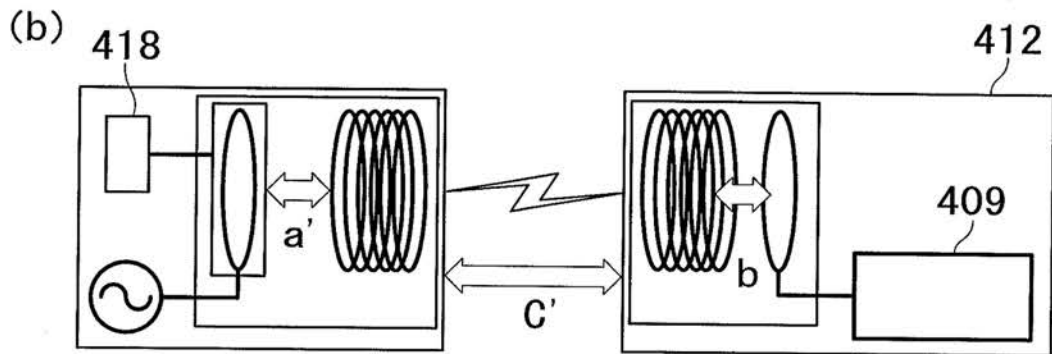


【 図 6 】



【 図 7 】





【図 9】

