

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5354874号  
(P5354874)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.

F 1

H02J 17/00 (2006.01)  
H01Q 7/00 (2006.01)H02J 17/00  
H01Q 7/00

B

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-158087 (P2007-158087)  
 (22) 出願日 平成19年6月15日 (2007.6.15)  
 (65) 公開番号 特開2008-312357 (P2008-312357A)  
 (43) 公開日 平成20年12月25日 (2008.12.25)  
 審査請求日 平成22年6月13日 (2010.6.13)

特許権者において、実施許諾の用意がある。

(73) 特許権者 707000967  
 菊地 秀雄  
 神奈川県相模原市中央区相模原1丁目1番  
 23-1006号  
 (72) 発明者 菊地 秀雄  
 神奈川県相模原市相模原1丁目1番23-  
 1006号  
 審査官 相澤 英介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘導電力給電システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

送信アンテナから受信アンテナまで空間をエネルギー伝送する誘導電力給電システムにおいて、前記送信アンテナ及び前記受信アンテナは、一方向に回転する向きにコイル状に巻かれた配線の中程に給電点を設置して成り、前記コイル状に巻かれた配線の両端は開放されるか又はコンデンサで結ばれ、前記送信アンテナと前記受信アンテナを、前記送信アンテナ及び前記受信アンテナが共振する電磁界の波長より十分短い距離で隔てて配置し、前記送信アンテナの給電点に接続する電源回路の出力インピーダンスを抵抗性の所定値以下にし、かつ、前記受信アンテナの給電点に接続する負荷回路の入力インピーダンスを抵抗性の所定値以下にすることで、前記電源回路から前記負荷回路への電力の伝送効率が2つの周波数でピークを持つように設定し、前記電源回路から前記送信アンテナに前記2つの周波数の何れかの周波数で電力を供給して両アンテナを共振させて前記電源回路から前記負荷回路まで電力を伝送することを特徴とする誘導電力給電システム。

## 【請求項 2】

前記送信アンテナ又は前記受信アンテナの前記給電点に両端を接続する追加ループ配線を加えたことを特徴とする請求項1記載の誘導電力給電システム。

## 【請求項 3】

前記送信アンテナ又は前記受信アンテナが、平行な2面に形成して面上の配線領域が重なり合うコイル状の配線を接続して成ることを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導電力給電システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、電力を無線誘導手段を介して空間を越えて電気装置に給電する誘導電力給電システムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

誘導電力給電システムは、空気中を、一次巻線を有する一つの装置から空間を隔てた他の装置へ、その装置に設置した二次巻線に電磁誘導を発生させることで電気エネルギーを伝達する。誘導電力給電システムは、空間を隔てて対向する一次巻線から二次巻線に電力を供給することで、それらの装置同士の電気端子同士を接触させずに電力を伝送するので、電気端子の接点の接触不良が発生しない利点がある。その利点を生かして、歯ブラシや携帯電話などに誘導電力給電システムが使用されている。

**【0003】**

従来の誘導電力給電システムは、特許文献1では、電源装置内のエネルギーを、電源装置に設置した一次巻線から、被給電装置に設置した二次巻線に、電磁誘導により伝達させる。被給電装置の二次巻線は、電源装置の一次巻線から物理的に間隔をあけて配置され、大気を通じて、誘導結合させる。被給電装置の二次巻線は両端を電子回路の端子に接続する閉路ループのコイルを用いていた。

**【0004】**

また、特許文献2では、被給電装置に二次巻線の代わりにスパイラルアンテナを設置し、その長さの4倍の波長の電磁波を電源装置から供給し、それにスパイラルアンテナを共振させることでアンテナの実効面積を大きくし、電源装置から供給された電磁波の空間エネルギーを吸収させていた。

**【0005】**

以下に公知文献を記す。

【特許文献1】特表2006-517778号公報

【特許文献2】特表2006-526979号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかし、特許文献1の技術では、一次巻線と二次巻線のコイルの巻線の中心位置が外れると、一次巻線が発生する磁束の一部が二次巻線を通過しないため、電子回路が一次巻線に供給する電力の全部は二次巻線を設置した被給電装置に供給できない問題があった。また、一次巻線のコイルと二次巻線のコイル間の距離が離れると、一次巻線が発生する磁束の一部が二次巻線を通過しなくなり、電力の全部は二次巻線を設置した被給電装置に供給できなくなる問題があった。

**【0007】**

また、特許文献2の技術では、スパイラルアンテナは、配線の両端に給電線を接続しているため、そのスパイラルアンテナの共振の際に、そのアンテナに給電線が接続する給電点のインピーダンスが高くなり、給電線に供給する電力の電圧が高くなるので、そのスパイラルアンテナで電力を伝送する誘導電力給電システムで用いる電子部品には大きな耐電圧特性を必要とする問題があった。

**【0008】**

そのため、本発明の解決する課題は、比較的低いインピーダンスで整合して良い効率で空間電力を伝送する共振アンテナ系を用いた誘導電力給電システムを得ることにある。

**【課題を解決するための手段】****【0009】**

本発明は、この課題を解決するために、送信アンテナから受信アンテナまで空間をエネルギー伝送する誘導電力給電システムにおいて、前記送信アンテナ及び前記受信アンテナ

10

20

30

40

50

は、一方向に回転する向きにコイル状に巻かれた配線の中程に給電点を設置して成り、前記コイル状に巻かれた配線の両端は開放されるか又はコンデンサで結ばれ、前記送信アンテナと前記受信アンテナを、前記送信アンテナ及び前記受信アンテナが共振する電磁界の波長より十分短い距離で隔てて配置し、前記送信アンテナの給電点に接続する電源回路の出力インピーダンスを抵抗性の所定値以下にし、かつ、前記受信アンテナの給電点に接続する負荷回路の入力インピーダンスを抵抗性の所定値以下にすることで、前記電源回路から前記負荷回路への電力の伝送効率が2つの周波数でピークを持つように設定し、前記電源回路から前記送信アンテナに前記2つの周波数の何れかの周波数で電力を供給して両アンテナを共振させて前記電源回路から前記負荷回路まで電力を伝送することを特徴とする誘導電力給電システムである。

10

#### 【0010】

また、本発明は、上記送信アンテナ又は前記受信アンテナの前記給電点に両端を接続する追加ループ配線を加えたことを特徴とする上記の誘導電力給電システムである。

#### 【0011】

また、本発明は、上記送信アンテナ又は上記受信アンテナが、平行な2面に形成して面上の配線領域が重なり合うコイル状の配線を接続して成ることを特徴とする上記の誘導電力給電システムである。

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

本発明は、両端を有する配線をコイル状に巻いて、その配線の中程に給電線を接続したアンテナを利用して空間エネルギーを伝送することで、そのアンテナに接続する電子装置の電源回路のインピーダンスに整合し易い低めのインピーダンスで整合したアンテナ間でエネルギーを伝送できる効果がある。また、本発明は、そのアンテナの給電線の接続部に並列に追加ループ配線を加えることで、そのアンテナが相手のアンテナと最大の効率でエネルギーを送受する整合インピーダンスを自由に調整できる効果がある。それにより、本発明のアンテナを用いたエネルギー伝送システムのインピーダンスを電子装置のインピーダンスに容易に整合できる効果がある。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

##### <第1の実施形態>

30

図1に、本発明の第1の実施形態の誘導電力給電システムのブロック図を示す。誘導電力給電システムは、送信アンテナ1に接続した電源回路2と、受信アンテナ3に接続した負荷回路4から成り、非接触電源回路2から負荷回路4に電力を供給する。図2に、送信アンテナ1と受信アンテナ3の形状と配置の構造を示す。図2では、送信アンテナ1として、縦横41mmの3巻のコイルの配線の両端点を開放し、そのコイルの配線の中心に電源回路2から給電する送信アンテナ1を用いる。送信アンテナ1のコイルの材質は銅で形成し、コイルの配線の幅が1mmで厚さが20μmのコイルを用いる。受信アンテナ3も送信アンテナ1と同じ形のコイルで形成し、そのコイルの配線の中心から負荷回路4に電力を取り出す。送信アンテナ1と受信アンテナ3は10mm離して平行に配置する。

#### 【0014】

40

図3に、この実施形態の、電源回路2から負荷回路4までの電力の伝送効率のシミュレーション結果のグラフを示す。電力の伝送効率はS21をdB(デシベル)であらわす。0dBの場合は、100%電力が伝送され、-3dBの場合は、50%、-10dBの場合は10%の電力が伝送されることをあらわす。図3では、電源回路2の出力インピーダンスZ1と、負荷回路4の入力インピーダンスZ2が等しいインピーダンスZの場合で、種々のインピーダンスZの場合について、電力の伝送効率のグラフを示す。本実施形態では、図3のグラフの2山のピークのうち、周波数が高い方のピークの周波数の258MHzで電力伝送を行う。この2山のピークの周波数は、送信アンテナ1と受信アンテナ3の間の距離を変えることで変わる。その周波数変化への対応は、送信アンテナ1の共振電流を送信アンテナ1へ供給する高周波の発振回路にフィードバックすることで、電源回路2

50

が、アンテナ対の共振周波数に適合した周波数を発振して電力を供給するようになることができる。シミュレーション結果のグラフから、周波数が 258 MHz の S21 は、Z が 5 の場合 -1 dB であり、約 80 % の電力を伝送できることがわかる。Z が 20 の場合 -0.2 dB であり約 95 %、Z が 100 の場合 -0.4 dB であり約 91 % の電力を伝送する。

#### 【0015】

##### (変形例 1)

また、図 4 には、電源回路 2 の出力インピーダンス Z1 が 30 で、負荷回路 4 の入力インピーダンス Z2 が 60 で、電源回路 2 と負荷回路 4 のインピーダンスが異なる場合の電力伝送効率をあらわすグラフを示す。このように両者のインピーダンスが異なっても、周波数 258 MHz の場合の S21 は -0.64 dB であり約 86 % の電力を伝送できる。

10

#### 【0016】

このように、この送信アンテナ 1 と受信アンテナ 3 を用いて、周波数が 258 MHz の高周波で電力を伝送すると、電源回路 2 および負荷回路 4 のインピーダンス Z1 および Z2 が所定範囲内にあれば、電力を効率良く伝送できる。この効果は、アンテナが共振する波長に比べて十分短い距離で近接したアンテナ対間で電力を伝送する場合に得られる効果である。本実施形態では、周波数 258 MHz の電磁界の波長は約 1.2 m の波長であり、その周波数で共振するアンテナ対の間隔が 10 mm であり、その間隔は波長の約 100 分の 1 であり、波長に比べて十分短い間隔である。本実施形態では、10 mm の隙間を隔てて非接触で電力を伝送できるので、例えば、生体の組織を隔てて、生体内に埋め込んだ受信アンテナ 24 と装置の負荷回路 4 に、生体外の電源回路 2 から 10 mm の厚さの生体組織を隔ててコードレスで生体内の装置に電力を供給できる効果がある。そして、生体内に埋め込む受信アンテナ 24 は、縦横 41 mm で厚さが 20 μm で薄いアンテナであるため、生体内で占有する体積が小さく、生体への親和性が良い効果がある。

20

#### 【0017】

##### <第 2 の実施形態>

第 2 の実施形態は、送信アンテナ 1 として、縦横 470 mm の 7 巻のコイルの配線の両端点を開放し、そのコイルの配線の中心に電源回路 2 から給電する送信アンテナ 1 を用いる。このコイルは材質が銅で、コイルの配線の幅が 10 mm で厚さが 50 μm のコイルである。受信アンテナ 3 も送信アンテナ 1 と同じ形のコイルで形成し、そのコイルの配線の中心から負荷回路 4 に電力を取り出す。送信アンテナ 1 と受信アンテナ 3 は 100 mm 離して平行に配置する。

30

#### 【0018】

図 5 に、この実施形態の、電源回路 2 から負荷回路 4 までの電力の伝送効率のシミュレーション結果のグラフを示す。電力の伝送効率は S21 を dB (デシベル) であらわす。図 5 では、電源回路 2 の出力インピーダンス Z1 と、負荷回路 4 の入力インピーダンス Z2 が等しいインピーダンス Z の場合で、種々のインピーダンス Z の場合について、電力の伝送効率のグラフを示す。本実施形態では、図 5 のグラフの 2 山のピークのうち、周波数が低い方のピークの周波数の 10.6 MHz で電力を伝送する。シミュレーション結果のグラフから、周波数が 10.6 MHz の S21 は、Z が 4 の場合 -1 dB であり約 80 % の電力を伝送できることがわかる。Z が 30 の場合 -0.2 dB であり約 95 %、Z が 120 の場合 -1.06 dB であり約 78 % の電力を伝送する。

40

#### 【0019】

本実施形態では、周波数 10.6 MHz の電磁界の波長は約 2.8 m の波長であり、その周波数で共振するアンテナ対の間隔が 100 mm であり、その間隔は波長の約 300 分の 1 であり、波長に比べて十分短い間隔である。本実施形態では、100 mm の隙間を隔てて非接触で効率的に電力を伝送できる効果がある。例えば、家屋の壁に配線のための孔をあけずに、家屋の外の照明装置や表示装置などの屋外の装置の負荷回路 4 に、家屋内の電源回路 2 から 100 mm 程度の厚さの壁を隔てて非接触で電力を供給できる効果がある。

50

## 【0020】

## &lt;第3の実施形態&gt;

第3の実施形態は、送信アンテナ1は、図6のように、37mmの1巻コイルの配線の両端部を3pFのコンデンサで接続する。なお、送信アンテナ1のコイルの配線の中心部分を電源回路2に接続する。受信アンテナ3は、第1の実施形態と同じ、縦横41mmの3巻のコイルの配線の両端点を開放した受信アンテナ3を用いる。送信アンテナ1の1巻コイルは、受信アンテナ3の3巻コイルの配線長さより短いが、送信アンテナ1の両端を3pFのコンデンサで接続することで、受信アンテナ3と同じ周波数で共振する。そして、送信アンテナ1のコイルは1巻のコイルであり、受信アンテナ3のコイルが3巻であるので、送信アンテナ1側のインピーダンスよりも受信アンテナ3側の負荷回路4のインピーダンスが高い値でインピーダンスが整合する効果がある。

10

## 【0021】

図7に、この実施形態の、電源回路2から負荷回路4までの電力の伝送効率のシミュレーション結果のグラフを示す。図7では、電源回路2の出力インピーダンスZ1と、負荷回路4の入力インピーダンスZ2を変えて、種々のインピーダンスの場合について、電力の伝送効率のグラフを示す。本実施形態では、図7のグラフの2山のピークのうち、周波数が高い方のピークの周波数の277MHzで電力を伝送する。シミュレーション結果のグラフから、周波数が277HzのS21は、Z1が0.2の場合にZ2が1.6の場合にインピーダンスが良く整合し、そのときのS21は-0.6dBであり約87%の電力を伝送できることがわかる。Z1が4の場合には、Z2が32が良く整合し、S21が-0.07dBであり約98%の電力を伝送でき、Z1が25の場合に整合するZ2は200であり、そのときのS21は-0.63dBであり約86%の電力を伝送できる。このように、シミュレーションの結果、電源回路2の出力インピーダンスZ1と、負荷回路4の入力インピーダンスZ2の間には、 $Z_2 = Z_1 \times 8$ の場合に効率良くエネルギーを伝送できるが、その比率は概ねアンテナのコイルの巻数の二乗に比例する知見を得た。

20

## 【0022】

図8に、277MHzのS21の値を、横軸にインピーダンスZ2（それはZ1の8倍が良く整合する）を変えた場合のグラフであらわす。図8の記号(a)から(c)は、図7(a)から(c)の場合をあらわす。この図8のように、この誘導電力給電システムは、電源回路2および負荷回路4に、所定の範囲のインピーダンスを用いることで、効率良いエネルギー伝送が行える。

30

## 【0023】

本実施形態では、送信アンテナ1の両端をコンデンサで接続することで、共振周波数を低くし、アンテナの長さの短い送信アンテナ1を、受信アンテナ3と同じ周波数で共振させて用いることができる効果がある。受信アンテナ3についても、そのコイルの配線の両端をコンデンサで接続することで共振周波数を低くすることができます。このように、コイル状配線で形成したアンテナの両端にコンデンサを接続することで、そのアンテナの共振周波数を低くすることができる。本実施形態では277MHzの電磁界の誘導を利用して非接触で電源回路2から負荷回路4までエネルギーを伝送する場合を示したが、受信アンテナ3の両端をコンデンサで接続し、また、送信アンテナ1の両端を接続するコンデンサの容量を3pFよりも高くすることで、アンテナの共振周波数を一桁近く低くし、その低い周波数の電磁界でエネルギーを伝送できる効果がある。

40

## 【0024】

## &lt;第4の実施形態&gt;

第4の実施形態は、図9のように、送信アンテナ1と受信アンテナ3として、縦横47mmの両面で14巻のコイルの配線の両端点を開放し、そのコイルの配線の中心に電源回路2から給電する送信アンテナ1と中心を負荷回路4に接続する受信アンテナを用いる。図9のように、送信アンテナ1と受信アンテナ3は横に20mm離して併設する。すなわち、両アンテナの中心の間隔は67mmあり、アンテナの寸法47mmより大きい。

50

## 【0025】

本実施形態では、電源回路2の出力インピーダンス $Z_1$ と、負荷回路4の入力インピーダンス $Z_2$ が等しいインピーダンス $Z = 7$ の場合に、共振周波数での電力伝送の効率が最大になる。図10に、その場合の、電源回路2から負荷回路4までの電力の伝送効率のシミュレーション結果のグラフを示す。本実施形態では、図10のグラフのピーク周波数は23.8MHzで電力を伝送する。シミュレーション結果のグラフからS21は-0.73dBであり約85%の電力を伝送できる。

## 【0026】

本実施形態では、周波数23.8MHzの電磁界の波長は約13mの波長であり、その周波数で共振するアンテナ対が横に20mm隔てて併設され、両アンテナの中心の間隔は67mmであり、波長の約190分の1であり、波長に比べて十分短い間隔である。本実施形態では、このようにコイル状アンテナ同士を併設して、また、アンテナの寸法より大きな距離を隔てても、電力を約85%の効率で伝送できる。また、アンテナ間の距離を離すにつれ、電力を効率良く伝送するには、電源回路2および負荷回路4のインピーダンスを下げる整合させる必要がある。インピーダンスを下げれば電力を効率良く伝送できる効果がある。

10

## 【0027】

<第5の実施形態>

第5の実施形態は、送信アンテナ1と受信アンテナ3として、第6の実施形態のアンテナの中央部において給電線が接続する給電点に、並列に13mmの追加ループ配線を加える。この配線を追加することで、共振周波数で電力伝送の効率が最大になる電源回路2の出力インピーダンス $Z_1$ と、負荷回路4の入力インピーダンス $Z_2$ は16になり、第6の実施形態の約2倍になる。この追加ループ配線の長さ(大きさ)を変えることで、電力伝送の効率を最大にするインピーダンスを自由に調整することができる。第4の実施形態では、電力伝送の効率を最大にするインピーダンスは7であり、低めの値であったが、本実施形態では、送信アンテナ1と受信アンテナ3の給電点に並列に追加ループ配線を追加することで、電力伝送に整合するインピーダンスを、利用し易い適度な大きさにまで自由に高めることができる効果がある。

20

## 【産業上の利用可能性】

## 【0028】

30

本発明は、ディスプレイ装置等に壁を隔てて誘導エネルギーを供給する用途に適用できる。また、生体への非侵襲なシステム構成で、生体内に埋め込んだ電子装置にエネルギーを供給する用途に適用できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0029】

【図1】本発明の第1の実施形態の誘導電力給電システムのブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の誘導電力給電システムの送信アンテナと受信アンテナの平面図および側面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態の電力伝送効率の周波数特性のグラフである。

【図4】本発明の第1の実施形態の変形例1の電力伝送効率の周波数特性のグラフである。

40

【図5】本発明の第2の実施形態の電力伝送効率の周波数特性のグラフである。

【図6】本発明の第3の実施形態の誘導電力給電システムの送信アンテナと受信アンテナの平面図および側面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態の電力伝送効率の周波数特性のグラフである。

【図8】本発明の第3の実施形態の電力伝送効率のインピーダンス特性のグラフである。

【図9】本発明の第4の実施形態の誘導電力給電システムの送信アンテナと受信アンテナの平面図である。

【図10】本発明の第4の実施形態の電力伝送効率の周波数特性のグラフである。

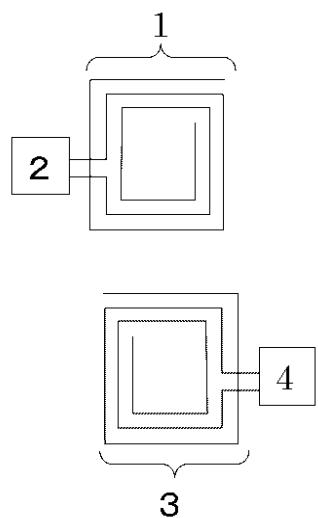
## 【符号の説明】

50

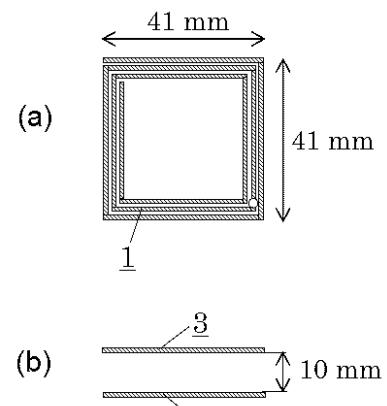
## 【0030】

- 1 ··· 送信アンテナ
- 2 ··· 電源回路
- 3 ··· 受信アンテナ
- 4 ··· 負荷回路

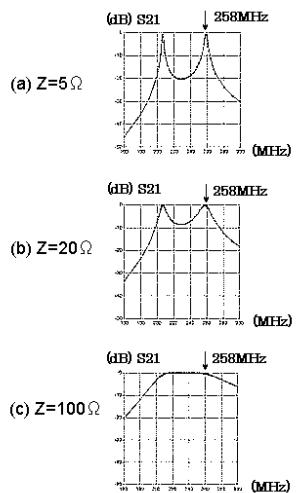
【図1】



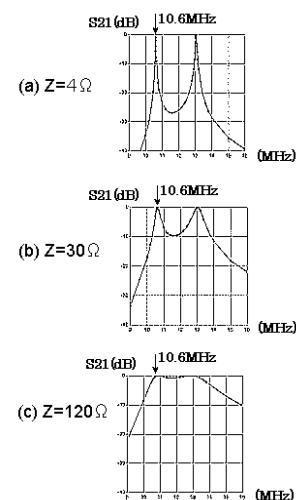
【図2】



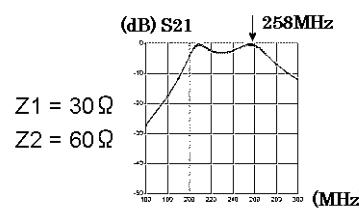
【図3】



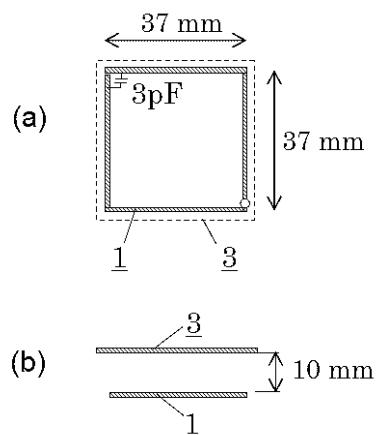
【図5】



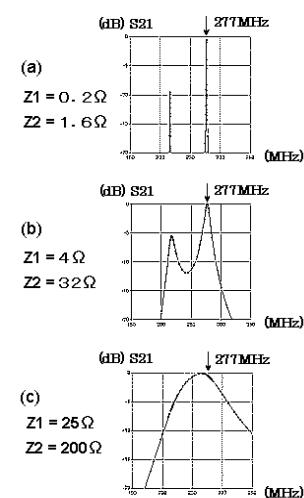
【図4】



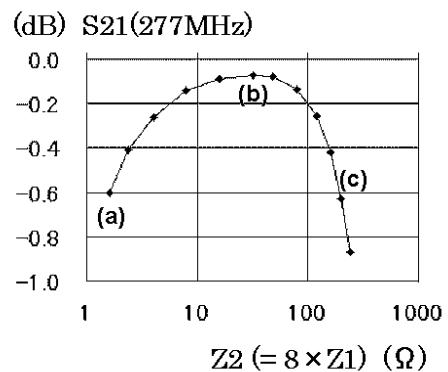
【図6】



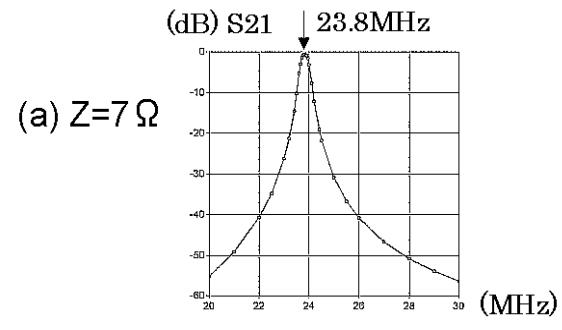
【図7】



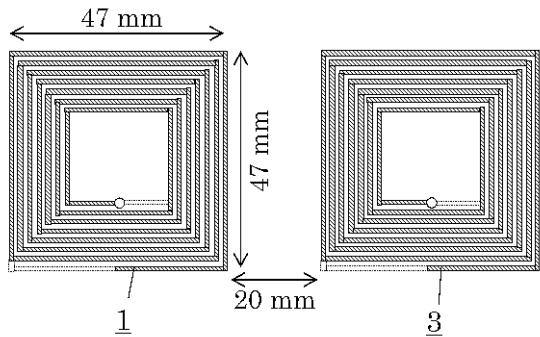
【図8】



【図10】



【図9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-148932(JP,A)  
特開2007-013757(JP,A)  
特開平10-145267(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 17/00  
H01Q 7/00