

(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2017-163647

(P2017-163647A)

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int.Cl.

H02J 50/12 (2016.01)

F1

H02J 50/12

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-44097 (P2016-44097)
 (22) 出願日 平成28年3月8日(2016.3.8)

(71) 出願人 516070162
 土井 達也
 埼玉県越谷市宮本町1-2-7-206
 (74) 代理人 100095739
 弁理士 平山 俊夫
 (72) 発明者 土井 達也
 埼玉県越谷市宮本町1-2-7-206

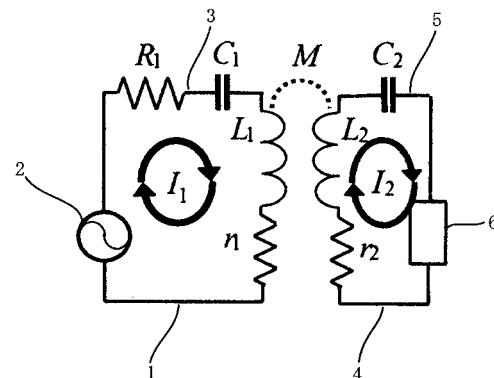
(54) 【発明の名称】 電磁界共振ワイヤレス給電方法及び給電システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】本発明は、電磁界共振による結合で比較的遠距離に給電できるワイヤレス給電にあって、より幅広い周波数の利用拡大を可能とするワイヤレス給電の方法及び給電システムを提供する。

【解決手段】電磁界共振ワイヤレス給電方法は、送電デバイス1の送電回路3と受電デバイス4の受電回路5とが電磁界共振で結合されるワイヤレス給電にあって、送電デバイスを、電源2に異なる2つの周波数成分 f_1 及び f_2 を用い、送電回路の共振周波数を f_1 及び/又は f_2 とし、送電回路の条件を周期的に変化させて電流及び/又は電圧の安定しない電氣的過渡状態とし、受電デバイスを、受電回路の共振周波数をうなり現象による($f_2 - f_1$)又は($f_1 + f_2$)とし、該($f_2 - f_1$)又は($f_1 + f_2$)の周波数による電力を負荷に供給することを特徴とする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送電デバイスの送電回路と受電デバイスの受電回路とが電磁界共振で結合されるワイヤレス給電にあって、

送電デバイスを、

電源に、異なる 2 つの周波数成分 f_1 及び f_2 を用い、

送電回路の共振周波数を、 f_1 及び / 又は f_2 とし、

送電回路の条件を周期的に変化させて電流及び / 又は電圧の安定しない電氣的過渡状態とし、

受電デバイスを、

受電回路の共振周波数を、うなり現象による $(f_2 - f_1)$ 又は $(f_1 + f_2)$ とし、

該 $(f_2 - f_1)$ 又は $(f_1 + f_2)$ の周波数による電力を負荷に供給する、

ことを特徴とする電磁界共振ワイヤレス給電方法。

【請求項 2】

電氣的過渡状態を、送電電流の ON / OFF を周期的に起こすスイッチング回路によって作り出すことを特徴とする請求項 1 記載の電磁界共振ワイヤレス給電方法。

【請求項 3】

送電デバイスの送電回路と受電デバイスの受電回路とが電磁界共振で結合されるワイヤレス給電にあって、

送電デバイスに、

電源に、異なる 2 つの周波数成分 f_1 及び f_2 を用いる手段と、

送電回路の共振周波数を、 f_1 及び / 又は f_2 とする手段と、

送電回路の条件を周期的に変化させて電流及び / 又は電圧の安定しない電氣的過渡状態とする手段と、

受電デバイスに、

受電回路の共振周波数を、うなり現象による $(f_2 - f_1)$ 又は $(f_1 + f_2)$ とする手段と、

該 $(f_2 - f_1)$ 又は $(f_1 + f_2)$ の周波数の電力を負荷に供給する手段を備えた、ことを特徴とする電磁界共振ワイヤレス給電システム。

【請求項 4】

電氣的過渡状態とする手段を、送電電流の ON / OFF を周期的に起こすスイッチング回路によって作り出すものとした特徴とする請求項 3 記載の電磁界共振ワイヤレス給電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁界共振による結合で比較的遠距離に給電できるワイヤレス給電にあって、より幅広い周波数の利用拡大を可能とするワイヤレス給電の方法及び給電システムに係る技術に関する。

【背景技術】

【0002】

旧来、受電側のコイルに交流電流を流し、受電側のコイルに磁束を発生させて起電力を得る電磁誘導式のワイヤレス給電が知られていたが、送受電間の距離が 10 mm 程度離れると受電側にほとんど給電出来ないという欠点を有していた。

そこで、2006 年に MIT の研究グループによって新しい原理のワイヤレス給電が提案され、その概要は、2 つのコイルの一方を振動させると他方のコイルにも同じ周波数で振動が起こる共振現象を使用したもので（以下これを電磁界共振式ワイヤレス給電と呼ぶ）、数 m 離れた位置に置かれた受電デバイスに対して最大で数 kW の電力を送ることができる特徴を持っている。2007 年に発表された MIT の同研究グループの論文には、電磁誘導による磁気結合を基本原理としながら、送電回路から送られた約 400 W の電力を

10

20

30

40

50

約 2 m 離れた受電回路の負荷 (60 W 電球) に給電可能なことが示されている。

このことから、停車中または走行中の電気自動車や搬送ロボット等へのワイヤレス給電や、複数の携帯デバイスへのワイヤレス給電 (充電トレイ) 等の広範な応用が期待され、このため、多くの研究者や企業によって、実用化に向けた研究開発が行われている。

【0003】

例えば、ワイヤレス給電方法として、複数の交流電源を備えた送電部と磁界共鳴により結合する共鳴素子を備えた受電部を備えて、伝送効率の高まる周波数に設定されたワイヤレス給電の技術が特許文献 1 に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献 1】特許第 5399340 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記電磁界共振式ワイヤレス給電には、以下の技術的課題がある。

1) この電磁界共振式ワイヤレス給電では、一般的に 200 kHz 程度から 10 MHz 程度の周波数が用いられるが、周波数 200 kHz 以下では、磁気結合や Q 値の低下によって給電効率が著しく低下し実用に適さないものになってしまう。このため、MHz 帯の周波数で給電された電力は、受電側の変換回路 (インバータ、整流回路等) を用いて、用途に応じた電力形態に変換される必要が生じ、換言すれば、1 個の送電デバイスから複数の受電デバイスにワイヤレスで給電する場合には、全ての受電デバイスに電力変換回路が求められるものとなる。

20

2) 又、上記電磁誘導式や電磁界共振式のワイヤレス給電では、送電デバイスから生じた交流磁束が周辺空間に広がるため、それが高周波数であると、生体や他の電気・電子機器にネガティブな影響を与え、環境電磁界の問題 (EMC) が生じる恐れがある。この EMC 問題を対象とした場合、ワイヤレス給電によって生じる電磁界には、できるだけ高い周波数成分が含まれない方が好ましいものとなる。

3) 特許文献 1 にあっても、異なる周波数の交流電流を出力する交流電源が記載されているが、この技術は、複数の受電部がある場合に送電部の共鳴周波数を切り替えながら使用する不便を解消しようとするもので、送電回路や受電回路で必要とされる電力変換回路の問題を解消するものではない。

30

そこで本発明は、電磁界共振式ワイヤレス給電に関する上記の技術的課題を克服して、受電側に周波数を変換する回路などを要さず、且つ、EMC の環境負荷をより軽減させ得るワイヤレス給電方法及びシステムを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明電磁界共振ワイヤレス給電方法は、送電デバイスの送電回路と受電デバイスの受電回路とが電磁界共振で結合されるワイヤレス給電にあって、送電デバイスを、電源に、異なる 2 つの周波数成分 f_1 及び f_2 を用い、送電回路の共振周波数を、 f_1 及び / 又は f_2 とし、送電回路の条件を周期的に変化させて電流及び / 又は電圧の安定しない電氣的過渡状態とし、受電デバイスを、受電回路の共振周波数を、うなり現象による ($f_2 - f_1$) 又は ($f_1 + f_2$) とし、該 ($f_2 - f_1$) 又は ($f_1 + f_2$) の周波数による電力を負荷に供給することを特徴とする。

40

【0007】

請求項 2 記載の電磁界共振ワイヤレス給電方法は、電氣的過渡状態を、送電電流の ON / OFF を周期的に起こすスイッチング回路によって作り出すことを特徴とする。

【0008】

本発明電磁界共振ワイヤレス給電システムは、送電デバイスの送電回路と受電デバイスの受電回路とが電磁界共振で結合されるワイヤレス給電にあって、送電デバイスに、電源

50

に、異なる2つの周波数成分 f_1 及び f_2 を用いる手段と、送電回路の共振周波数を、 f_1 及び / 又は f_2 とする手段と、送電回路の条件を周期的に変化させて電流及び / 又は電圧の安定しない電氣的過渡状態とする手段と、受電デバイスに、受電回路の共振周波数を、うなり現象による $(f_2 - f_1)$ 又は $(f_1 + f_2)$ とする手段と、該 $(f_2 - f_1)$ 又は $(f_1 + f_2)$ の周波数の電力を負荷に供給する手段を備えたことを特徴とする。

【0009】

請求項4記載の電磁界共振ワイヤレス給電システムは、電氣的過渡状態とする手段を、送電電流のON/OFFを周期的に起こすスイッチング回路によって作り出すものとしたこと特徴とする。

【発明の効果】

10

【0010】

本発明は、従来の電磁界共振ワイヤレス送電と同様、送電デバイスの送電回路と受電デバイスの受電回路とが電磁界共振で結合することで、比較的距離の離れた送電デバイスと受電デバイスとの間でワイヤレス給電が可能となる。

その際、電源に異なる2つの周波数成分 f_1 及び f_2 用い、送電回路の送電共振周波数を f_1 及び / 又は f_2 とし、送電回路の条件を周期的に変化させて電流及び / 又は電圧の安定しない過渡状態とすることで、受電回路の共振周波数をうなり現象に基づく $(f_2 - f_1)$ 又は $(f_1 + f_2)$ とすることができる。

先ず、受電回路の共振周波数を2周波数の差の成分 $(f_2 - f_1)$ とした場合には、受電デバイスに必要な周波数の電圧を電源周波数よりも低い周波数を交流電圧から作り出すことができ、これによって、従来の電磁界共振式ワイヤレス給電で用いられている周波数下限以下(100kHz程度以下)の低い周波数で負荷に給電が可能となる。この結果、必要とされる負荷への周波数を直接受電回路に発生させることができ、従来求められていた電力変換回路を不要化することが可能となる。

20

又、受電回路の共振周波数を2周波数の差の成分 $(f_1 + f_2)$ とした場合には、受電デバイス負荷に必要な周波数をより低い周波数の2つの交流電圧から作り出すことが可能となる。この結果、一般に電源周波数が高いほど電源に使用する素子や構成要素の単価は指数関数的に上昇するが、負荷に必要な電力形態に応じた周波数の電力を直接送ることができ、比較的安価な素子で送電デバイスの構成が可能となる。

更に、上記 $(f_2 - f_1)$ 成分の利用及び $(f_1 + f_2)$ 成分の利用のいずれにあっても、2つの周波数を利用するため、送電コイルから磁気エネルギーとして空間に電力供給されるときに、各周波数に電力が分散されて周波数に対する磁界強度や電界強度を、単独の周波数使用のときよりも小さくすることができる。この結果、送電デバイスから生じた交流磁束が周辺空間に広がるため、生体や他の電気・電子機器にネガティブな影響を与えてしまうという環境電磁界(EMC)の問題を低減させることが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明に係るワイヤレス給電のデバイスを示す正面図である。

【図2】本発明に係るスイッチング回路による波形を表す模式図で、(a)が正弦波交流電源の電圧波形、(b)がスイッチング波形、(c)が過渡状態とした場合の電源電圧波形を示す。

40

【図3】従来の場合と本発明に係る受電回路の共振周波数を $(f_2 - f_1)$ 成分とした場合の波形とを比較して示す模式図で、(a)が従来の電源周波数と受電回路の周波数を等しくした場合、(b)が本発明に基づく受電回路の共振周波数を $(f_2 - f_1)$ 成分とした場合を示す。

【図4】従来の場合と本発明に係る受電回路の共振周波数を $(f_1 + f_2)$ 成分とした場合の波形とを比較して示す模式図で、(a)が従来の電源周波数と受電回路の周波数を等しくした場合、(b)が本発明に基づく受電回路の共振周波数を $(f_1 + f_2)$ 成分とした場合を示す。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 2 】

本発明は、従来の電磁界共振ワイヤレス給電に改良を加えようとするものである。

即ち、図 1 に示す如く、電磁界共振ワイヤレス給電は、送電側の送電デバイス 1 と、受電側の受電デバイス 4 とで構成される等価回路で表記される。

該送電デバイス 1 は、電源 2 と、抵抗 (R_1) とコンデンサー (C_1) と送電コイル (L_1) とで共振周波数をもつ送電回路 3 とで形成される。該受電デバイス 4 は、抵抗 (R_2) とコンデンサー (C_2) と受電コイル (L_2) とで構成された共振周波数をもつ受電回路 5 とが磁気結合され、該受電回路 5 で受電した電力を供給する負荷 6 とで形成される。

該送電デバイス 1 と受電デバイス 4 とが電磁界共振で結合され、最終的な電力の供給先たる負荷 6 に供給する。

上記構成によって、送電デバイスと受電デバイスとが 10 mm ~ 2000 mm 程度の離れた位置にあってもワイヤレス給電が可能となる。

【 0 0 1 3 】

上記従来の電磁界共振式ワイヤレス給電では、その電源に単一の周波数が使用される。

即ち、送電側の (共振) 周波数を f_{01} 、受電側の (共振) 周波数を f_{02} とし、 $f_{01} = 1 / 2 \pi \sqrt{L_1 C_1}$ 、 $f_{02} = 1 / 2 \pi \sqrt{L_2 C_2}$ と表したとき、電磁界共振結合を起こすには、一般的に $f_{01} = f_{02}$ が条件とされ、従って、電源に用いられる周波数も、単一の周波数 f とするのが一般的である。

しかし、本発明にあつては、この電源に異なる 2 つの周波数成分 f_1 及び f_2 を使用するものとする。

これは、後述する如く、受電回路を含む系全体にうなり現象を惹起させようとするもので、その意味で f_1 及び f_2 は受電回路にうなり現象を惹起し得る異なる 2 つの周波数成分といえる。

この周波数成分 f_1 及び f_2 には、上記通常の電磁界共振式ワイヤレス給電で使用される周波数帯域、具体的には、200 kHz 程度から 10 MHz 程度の周波数帯域に含まれるものを用いる。但し、共振の起こるのは、原理的に 200 kHz 程度から 10 MHz に限定されるものではないので、必ずしも、この数値に拘束されるものではない。

【 0 0 1 4 】

送電回路 3 にあつては、上記の如く電源 2 の周波数成分を異なる 2 つの周波数成分 f_1 及び f_2 としたとき、送電回路 3 の共振周波数 (f_{01}) を、電源周波数 f_1 、 f_2 に、またはその近傍に合わせるものとする。

これは後述する如く、受電デバイス 4 の受電回路 5 共振周波数を 2 つの電源周波数の差 ($f_2 - f_1$) 又は和 ($f_1 + f_2$) としようとするもので、受電回路にうなり現象を導くためである。

送電回路 3 の共振周波数 f_{01} は、 $f_{01} = 1 / 2 \pi \sqrt{L_1 C_1}$ に基づいて、コイル L_1 及びコンデンサー C_1 の値を決定して、共振周波数の値に設定する。

斯かる構成によって、後述する受電デバイスでのうなり現象を惹起する要件が整えられる。

【 0 0 1 5 】

次いで、受電デバイス 4 の構成は、受電回路 5 と負荷 6 とから成る。

該受電デバイス 4 の受電回路 5 の共振周波数を、うなり現象で生じる周波数のいずれかの近傍にあわせ、2 つの電源周波数成分 f_1 、 f_2 の差 ($f_2 - f_1$)、又は、2 つの電源周波数成分 f_1 、 f_2 の和 ($f_1 + f_2$) とする。

即ち、受電回路 5 の共振周波数 f_{02} を、電源周波数 f_1 及び f_2 の差成分 $f_{02} = (f_2 - f_1)$ 又は和成分 $f_{02} = (f_1 + f_2)$ とし、送電回路から送られた共振周波数 f_1 又は f_2 と、受電回路の共振周波数 ($f_2 - f_1$) 又は ($f_1 + f_2$) との間で電磁界共振によるコイルの結合を促すものとする。

受電回路 5 の共振周波数 f_{02} は、 $f_{02} = 1 / 2 \pi \sqrt{L_2 C_2}$ に基づいて、コイル L_2 及びコンデンサー C_2 の値を決定して、目的とする共振周波数の値に設定する。

10

20

30

40

50

尚、直流への変換や電圧変換する場合には、整流回路等の変換回路と負荷が必要となる。

【0016】

上記構成によって、送電コイルに流れる異なる2つの周波数成分 f_1 、 f_2 によって生じた時間変化する磁束を受電コイルに鎖交させることで、電磁誘導現象によって受電コイルに誘起電圧が生じるが、このとき受電デバイスには、共振周波数として、周波数の差の成分 ($f_2 - f_1$) 又は和の成分 ($f_1 + f_2$) の電流が受電回路に流れる、所謂「うなり」現象が惹起される。

うなり現象とは、一般的にわずかに異なった2つの振動数が重なったとき、その合成された振動数が大きく又は小さくなる現象をいうが、本発明においても、送電デバイス(回路)から送られた2つの周波数が受電デバイス(回路)側で重なって、周波数を大きく又は小さくする現象を指す。

周波数 f_1 、 f_2 から成る電磁波は、周波数 f_1 、 f_2 の電圧波形をそれぞれ、

$$V_1(t) = V_m \sin(2\pi f_1 t), V_2(t) = V_m \sin(2\pi f_2 t)$$

とし(ここでは簡単のため、同振幅とする)、

$V_1(t)$ と $V_2(t)$ が重ね合わされたとき、

$$Y = V_1(t) + V_2(t)$$

$$= V_m \sin(2\pi f_1 t) + V_m \sin(2\pi f_2 t)$$

$$= 2V_m \cos((2\pi(f_2 - f_1)t) \sin((2\pi(f_1 + f_2)/2)t)$$

と表記され、受電側に $\cos(f_1 - f_2)$ 成分又は $(f_1 + f_2)$ 成分が発生するものとなる。

この結果、後述する如く、受電側により周波数のより低くなる ($f_2 - f_1$) 成分又はより周波数の高くなる ($f_1 + f_2$) 成分が発生し、幅広い周波数利用の拡大が図られる。

【0017】

さて、上記うなり現象の惹起にあって、そのままの構成では受電デバイスに、十分なうなり効果が得られないことが判明した。

即ち、電氣的うなり現象を起こすことを目的として2周波数成分をもつ電圧源を設定したとき、そのままでは、電氣的うなり現象による受電電流の低周波化(=周波数変換)は顕著には表れないことが懸念される。これは、本発明者の過去の研究で、送電電力を複数の周波数成分に分けて送電するMIT式ワイヤレス給電システムを研究した結果から得られた知見によるものであるが、その知見に基づいて計算機シミュレーションを行ったところ、その懸念が推測通りであることが確認されたからである。

そこで、本発明では、「電氣的過渡状態」の活用を提起する。

過渡状態とは、ある定常状態から他の定常状態に変化するとき、いずれの状態とも異なる時間的に状態が変化する非定常状態をいうが、本発明における電氣的過渡状態は、送電回路の条件を周期的に変化させて電流及び/又は電圧の安定しない状態をいう。送電回路の条件の変化とは、回路の接続状態、電源出力、回路パラメータ(L, R, C等)の変化することを指し、この変化を周期的に反復させることで、電流及び/又は電圧の安定しない電氣的過渡状態が具現される。電流及び/又は電圧の安定しないとは、電流又は電圧が定常値を保つ定常状態を脱してこれに属さない状態を指し、その具体的数値には限定されない。

具体的手段としては、例えば、送電電流の on/off を周期的に起こすパルス出力(周期的スイッチング)が挙げられる。トランジスタ、MOS-FET、IGBTなどの半導体デバイスのスイッチング素子を用いて送電電流の周期的スイッチング制御が可能となる。

例えば図2に示す如きスイッチング回路が挙げられ、正弦波交流電圧が1周期分だけ電源から出力(on)し、4周期分をoff(0[V]一定)とし、この電源電圧のonとoffを繰り返すことにより、意図的かつ連続に過渡状態をつくりだすことができる。

又、電源出力の変化にあっては、例えば出力電圧を100Vから50Vに変化させて電源出力値を変化させること、回路パラメータの変化にあっては、可変抵抗値の変化等が挙

10

20

30

40

50

げられる。

変化を周期的に反復させるのは、この電氣的過渡状態は、その状態変化を1度だけ起こしただけでは、電氣的うなりが時間とともに減少してしまい連続的に受電電力が得られないので、上記の如く変化を周期的に繰り返し、過渡状態を継続的なものとする必要があるからである。

斯かる電氣的過渡状態を送電回路に継続的につくり出すことによって、受電回路に目的とするうなり現象を惹起させ得ることが以下に確認された。

【0018】

斯かる電氣的過渡状態の活用からうなり現象の惹起が可能となり、受電デバイスの受電回路には、うなり現象による共振周波数として、周波数の差の成分 ($f_2 - f_1$) 又は和の成分 ($f_1 + f_2$) の電流が生じる。

例えば、受電回路に ($f_2 - f_1$) 成分を発生させた場合には、受電デバイスの負荷回路への供給電力の周波数を単一の電源周波数のときより低い周波数とすることができるとなり、この結果、従来の電磁界共振式ワイヤレス給電で行われている下限の周波数 (100 kHz 程度) より更に低い周波数のワイヤレス給電が可能となる。

図3(a)は、電源周波数 (f) を $f = 100 \text{ kHz}$ とし、送電回路の共振周波数 (f_0) を $f_0 = 100 \text{ kHz}$ とした場合と、電源周波数 f_1 、 f_2 を、 $f_1 = 400 \text{ kHz}$ 、 $f_2 = 500 \text{ kHz}$ とした場合を示している。又、図3(b)は、他方を送電回路の共振周波数 f_{01} を $f_{01} = 500 \text{ kHz}$ とした場合を示している。

図3(b)の $f_1 = 400 \text{ kHz}$ 、 $f_2 = 500 \text{ kHz}$ の2周波数成分を出力する交流電源を用いた場合には、受電回路には2つの電源周波数よりも低い、 $f_{02} = (f_1 - f_2) = 100 \text{ kHz}$ の受電電流が生じている。

これは、電源周波数 100 kHz の場合の図3(a)の場合と図3(b)の結果を比較すると、図3(b)電流振幅の方が明らかに大きく、よって本発明により送受電効率が向上でき、100 kHz 程度より更に低い周波数の具現が可能であることが明らかとなった。

【0019】

又、受電回路に ($f_1 + f_2$) 成分を発生させた場合には、受電デバイスの負荷に必要な電力をより低い周波数の2つの交流電圧からつくりだすことができる。

図4(a)は、共振周波数 $f_0 = 900 \text{ kHz}$ のシステムに、単一周波数 $f_0 = 100 \text{ kHz}$ の電源を印加した時の受電電流波形を示し、図4(b)は、共振周波数 $f_0 = 100 \text{ kHz}$ でうなり周波数 ($f_1 + f_2$) を利用したシステムに、2つの周波数 $f_1 = 400 \text{ kHz}$ と $f_2 = 500 \text{ kHz}$ をもつ電源を印加した時の受電電流波形を示している。

図4(a)の単一周波数 900 kHz の電源を印加した場合に比べ、図(b)の $f_1 = 400 \text{ kHz}$ と $f_2 = 500 \text{ kHz}$ の2つの電源を印加した場合には、負荷により大きな振幅の 900 kHz 電流が流れていることが明らかである。これは換言すれば、400 kHz と 500 kHz の2周波数成分の電源から、900 kHz の単一周波数電源の時よりも大きな電力が負荷に供給されていることが示されている。

【0020】

更に、受電回路に ($f_1 + f_2$) 成分を発生させた場合、10 MHz 以上の周波数を発生させることができ、電気自動車等の比較的高い周波数を要する用途にも対応することが可能となる。

【0021】

上記受電デバイス4にあって、受電回路5と負荷6とが組み合わせられ、この負荷6に受電回路5に生じた周波数の差の成分 ($f_2 - f_1$) 又は和の成分 ($f_1 + f_2$) による電力を供給することで、最終的な電力の供給先たる、例えば、電子機器、モータ、照明機器等に給電するものとする。

【0022】

上記構成及び作用に基づいて、本発明には下記の如き効果がもたらされる。

(1) 電力変換回路の不要化

10

20

30

40

50

従来、受電回路に発生する周波数と、最終的な電力の供給先例えば、電子機器、モータ、照明機器等が必要とする周波数とは異なるので、これに対応する為、整流平滑回路とインバータ回路の組み合わせ、整流平滑回路とDC/DCコンバータ回路の組み合わせ等による所謂電力変換回路が必要とされていた。

しかし、本発明にあっては、受電デバイスに必要な周波数の電圧を電源周波数よりも低い周波数を交流電圧からつくりだすことができ、これによって、従来の電磁界共振式ワイヤレス給電で検討されていた周波数下限以下(100kHz程度以下)でのワイヤレス給電が可能になり、この結果、受電デバイスとしての電力変換回路を不要化することが可能となる。

具体例を挙げると、a)一つの送電デバイスから複数の受電デバイスに給電する際、この複数の受電デバイスに設けられるべき電力変換回路を不要化できるという効果もたらされる。例えば、充電トレイと言われる携帯電話に充電する場合に、それぞれの携帯電話に電力変換回路が必要であったものを、これを皆無とすることができる。

b)又、生体内の医療用アクチュエータへのワイヤレス電力供給にあって、回転子の回転速度等は電源周波数に依存し、従来のワイヤレス給電では、周波数が高すぎてそのまま使用が不可能であったものを、本発明によれば、回転数に合致した低周波とすることができ、且つ、受電側に電力変換回路を不要とすることができる。この結果、医療の分野においても、より広い範囲の周波数を用いてのワイヤレス給電が可能となる。

【0023】

(2) 高周波数デバイスから安価な低周波数デバイスへの変換

本発明によれば、2つの周波数の和の成分($f_1 + f_2$)を使うことにより、受電デバイスの負荷に必要な電力をより低い周波数の2つの交流電圧からつくりだすことが可能となる。

例えば、5MHz級の電源で10MHz級のワイヤレス給電が可能となる。

この結果、一般に電源周波数が高いほど電源に使用する素子や構成要素の単価は指数関数的に上昇するものを、本発明によれば、負荷に必要な電力形態に応じた電力を受電デバイスに直接送ることができ、比較的安価な素子で電源デバイスの構成が可能となる。

【0024】

(3) 環境負荷の軽減

更に、本発明によれば2つの周波数を利用するため、送電コイルから磁気エネルギーとして空間に電力供給されるときに、各周波数に電力が分散されて周波数に対する磁界強度や電界強度を単独の周波数使用のときよりも小さくすることが可能となる。

この結果、従来の電磁界共振式のワイヤレス給電では、送電デバイスから生じた交流磁束が周辺空間に広がるため、生体や他の電気・電子機器にネガティブな影響を与える環境電磁界(EMC)の問題が生じていたものを、これを低減させることが可能となる。

【0025】

(4) その他

その他、受電デバイスにおいて共振周波数には、($f_1 + f_2$)又は($f_1 - f_2$)によらず、従来の f_1 又は f_2 も用いることもでき、これによって200kHz~10MHzを含めたより広い周波数帯域での使用が本発明において可能となる。

【符号の説明】

【0026】

- | | |
|---|--------|
| 1 | 送電デバイス |
| 2 | 電源 |
| 3 | 送電回路 |
| 4 | 受電デバイス |
| 5 | 受電回路 |
| 6 | 負荷 |

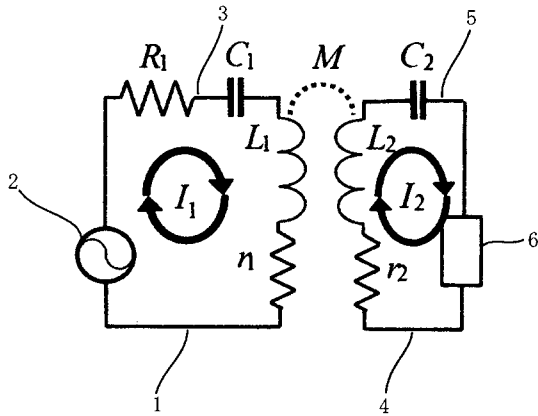
10

20

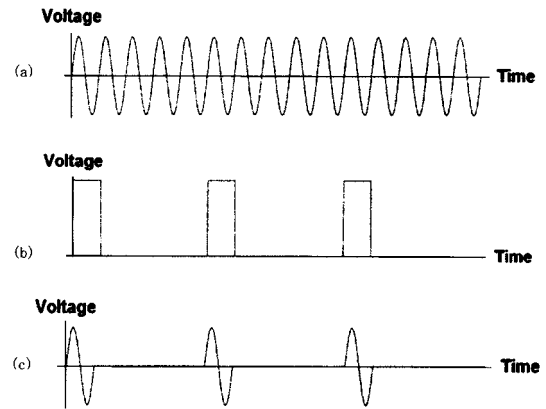
30

40

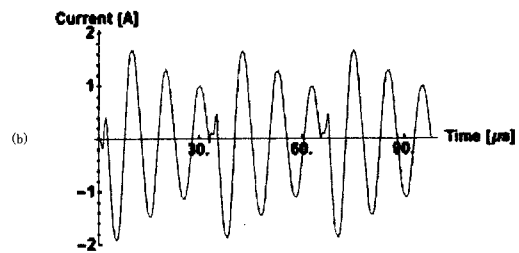
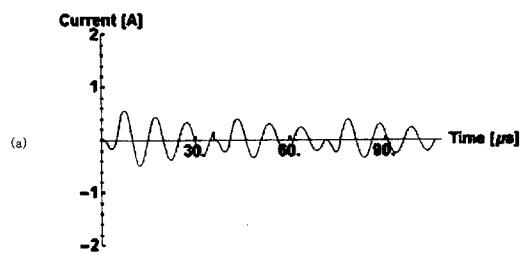
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

