

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5707543号
(P5707543)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月6日 (2015. 3. 6)

(51) Int. Cl.

H02J 17/00 (2006.01)

F I

H02J 17/00

B

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2014-546214 (P2014-546214)
(86) (22) 出願日 平成26年3月5日 (2014. 3. 5)
(86) 国際出願番号 PCT/JP2014/055632
(87) 国際公開番号 W02014/136839
(87) 国際公開日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)
審査請求日 平成26年10月9日 (2014. 10. 9)
(31) 優先権主張番号 特願2013-44743 (P2013-44743)
(32) 優先日 平成25年3月6日 (2013. 3. 6)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 596014221
株式会社ヘッズ
福岡県京都郡苅田町新浜町 1 番地の 3 4
(74) 代理人 100090697
弁理士 中前 富士男
(72) 発明者 本田 啓一
福岡県京都郡苅田町新浜町 1 番地の 3 4
株式会社ヘッズ内
(72) 発明者 井本 豊
福岡県京都郡苅田町新浜町 1 番地の 3 4
株式会社ヘッズ内

審査官 相澤 祐介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触電力供給装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高周波電源に接続される一次コイルと、前記一次コイルから発生する電力を受ける二次コイルと、前記一次コイルと前記二次コイルの間で、前記二次コイルに当接して配置された共振コイルと、前記二次コイルに発生する出力を直流に変換する整流回路とを有する非接触電力供給装置において、

前記一次コイル、前記共振コイル及び前記二次コイルは、それぞれ第 1、第 2、及び第 3 のリッツ線を平面状に螺旋巻きして形成され、

更に、前記共振コイルには、コンデンサと抵抗が直列に接続されると共に、前記抵抗にはスイッチング素子回路が並列に接続され、前記整流回路の出力電流及び出力電圧を制御回路で検知して、前記スイッチング素子回路のオンオフのデューティ比を変えるフィードバック制御を行い、前記整流回路の出力電流及び出力電圧をそれぞれ一定値以下に制御することを特徴とする非接触電力供給装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の非接触電力供給装置において、前記共振コイルは前記第 2 のリッツ線を平面状に螺旋巻きしたコイルを直列 2 層巻きして形成され、前記二次コイルは前記第 3 のリッツ線を 2 本並列に並べて平面状に螺旋巻きし、かつ前記一次コイルの隣り合う前記第 1 のリッツ線は隙間を有して配置されていることを特徴とする非接触電力供給装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の非接触電力供給装置において、前記一次コイル、前記二次コイル及

び前記共振コイルは、平面視して角部に丸みを有する中抜き矩形に形成されていることを特徴とする非接触電力供給装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の非接触電力供給装置において、該非接触電力供給装置は工場内を移動する作業車の電池を充電するためのものであって、前記一次コイルは前記作業車の通路に沿って配置され、前記二次コイル及び前記共振コイルは前記作業車に搭載されることを特徴とする非接触電力供給装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の非接触電力供給装置において、1) 前記一次コイル、前記二次コイル、及び前記共振コイルの前記通路の幅に沿った寸法は、それぞれ平面視して 350 ~ 600 mm の範囲にあり、2) 前記一次コイルの前記通路に沿った長さは平面視して 350 ~ 800 mm の範囲にあり、3) 前記二次コイル及び前記共振コイルの前記通路に沿った長さは、350 ~ 650 mm の範囲にあることを特徴とする非接触電力供給装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の非接触電力供給装置において、前記一次コイルの背面には、該一次コイルの巻線を交差して複数の棒状フェライトコアが設けられ、かつ、前記棒状フェライトコアの背面には、前記一次コイル及び該棒状フェライトコアを保持する板厚が 3 ~ 10 mm のアルミ板が設けられていることを特徴とする非接触電力供給装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、一次コイルとこの一次コイルに距離をおいて配置される共振コイル及び二次コイルとを有し、一次コイルから二次コイルに非接触で電力を送る非接触電力供給装置に係り、特に、一次コイルから二次コイルへの給電効率を高めた非接触電力供給装置に関する。

【背景技術】

【0002】

工場内の作業車や自動車に無接触で電力を送る装置として、特許文献 1 に記載のように、一次コイルと二次コイルを隙間を設けて配置し、二次側に共振用コンデンサが接続された共振コイル（三次コイル）を設け、一次コイルから二次コイルに電力を供給する非接触給電装置が提案されている。

30

【0003】

また、特許文献 2 には、走行路に沿って配置された給電線路を一次側とし、地上移動体に設けられた鉄心に巻回したピックアップコイルを二次側として、ピックアップコイルの出力端子に共振コンデンサを並列接続して共振回路を形成し、更にピックアップコイルの電圧が上昇すると、磁気飽和して自己インダクタンスが低下する可飽和リアクトルをピックアップコイルに並列接続し、負荷が軽負荷になるに伴って可飽和リアクトルに流れる電流を増大させて、ピックアップコイルの電圧の上昇を規制する地上移動体の非接触給電装置が提案されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4318742 号公報

【特許文献 2】特許第 3442937 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 記載の技術において、一次コイルから二次コイルに供給する電力の効率が悪いという問題点があった。

更に、大電力を非接触で供給すると、抵抗損及び渦電流損による一次コイルの発熱が大き

50

くなり、共振コイルに流れる電流も増大し、共振コイルが過剰に発熱を起こすと共に、共振回路に存在する抵抗によって電力消費が発生するという問題がある。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 2 記載の技術では、給電線路とピックアップコイルとの距離は略一定であるので給電線路とピックアップコイルとの磁氣的結合は一定である。また、特許文献 2 においては、軽負荷になるとピックアップコイルに過電圧が発生するので、これを防止するために、過電圧によって自己飽和する可飽和リアクトルを用いるが、本願発明とは課題が異なり、更に引用文献 2 では、ピックアップコイルとは別に共振コイルを用いてはいないので、本願発明とはその構成も異なる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、二次コイルとは独立して共振回路（共振コイル）を有する二次側回路に、効率良く電力を供給し、更に、一次コイル、二次コイル、共振コイルの発熱及び損失を減少した非接触電力供給装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

前記目的に沿う本発明に係る非接触電力供給装置は、高周波電源に接続される一次コイルと、前記一次コイルから発生する電力を受ける二次コイルと、前記一次コイルと前記二次コイルの間で、前記二次コイルに当接して配置された共振コイルと、前記二次コイルに発生する出力を直流に変換する整流回路とを有する非接触電力供給装置において、

前記一次コイル、前記共振コイル及び前記二次コイルは、それぞれ第 1、第 2、及び第 3 のリッツ線を平面状に螺旋巻きして形成され、

更に、前記共振コイルには、コンデンサと抵抗が直列に接続されると共に、前記抵抗にはスイッチング素子回路が並列に接続され、前記整流回路の出力電流及び出力電圧を制御回路で検知して、前記スイッチング素子回路のオンオフのデューティ比を変えるフィードバック制御を行い、前記整流回路の出力電流及び出力電圧をそれぞれ一定値以下に制御する

【 0 0 0 9 】

本発明に係る非接触電力供給装置において、前記共振コイルは前記第 2 のリッツ線を平面状に螺旋巻きしたコイルを直列 2 層巻きして形成され、前記二次コイルは前記第 3 のリッツ線を 2 本並列に並べて平面状に螺旋巻きし、かつ前記一次コイルの隣り合う前記第 1 のリッツ線は隙間（例えば、1 ～ 5 mm）を有して配置されているのが好ましい。

また、本発明に係る非接触電力供給装置において、前記一次コイル、前記二次コイル及び前記共振コイルは、平面視して角部に丸みを有する中抜き矩形（長方形又は正方形）に形成されているのが好ましい。

【 0 0 1 0 】

本発明に係る非接触電力供給装置において、該非接触電力供給装置は工場内を移動する作業車の電池を充電するためのものであって、前記一次コイルは前記作業車の通路に沿って配置し、前記二次コイル及び前記共振コイルは前記作業車に搭載することもできる。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る非接触電力供給装置において、前記二次コイルの出力は整流されて前記電池に充電され、この充電電流の調整は、前記共振コイルに流れる電流を制御して行うことができる。

【 0 0 1 2 】

本発明に係る非接触電力供給装置において、1) 前記一次コイル、前記二次コイル、及び前記共振コイルの前記通路の幅に沿った寸法は、それぞれ平面視して 350 ～ 600 mm の範囲にあり、2) 前記一次コイルの前記通路に沿った長さは平面視して 350 ～ 800 mm の範囲にあり、3) 前記二次コイル及び前記共振コイルの前記通路に沿った長さは、350 ～ 650 mm の範囲にあるのが好ましい。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る非接触電力供給装置において、前記一次コイルの背面には、該一次コイルの巻線を交差して複数の棒状フェライトコアが設けられているのが好ましく、また、棒状フェライトコアは断面矩形であるのが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る非接触電力供給装置において、前記棒状フェライトコアの背面には、前記一次コイル及び該棒状フェライトコアを保持する板厚が 3 ~ 1 0 m m のアルミ板が設けられているのが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明に係る非接触電力供給装置においては、一次コイル、二次コイル及び共振コイルに、リッツ線を用いているので、高周波が流れても表皮効果が発生しにくく、従って、電力損失が少なくなり、効率のよい非接触電力供給装置となる。

また、二次コイル及び共振コイルのそれぞれの面積が、平面視した一次コイルの面積と同等又は小さくなっている場合、漏洩磁束が減少し、効率のよい電力供給ができる。

そして、共振コイルがリッツ線を平面状に螺旋巻きしたコイルを直列 2 層巻きして形成されている場合、巻き数を増やしてコンパクトに形成できる。

また、共振コイルには、コンデンサと抵抗が直列に接続されると共に、前記抵抗にはスイッチング素子回路が並列に接続され、前記整流回路の出力電流及び出力電圧を制御回路で検知して、前記スイッチング素子回路のオンオフのデューティ比を変えるフィードバック制御を行うので、二次コイルに接続される整流回路を流れる電流及び電圧を一定値以下に制御できる。

【 0 0 1 6 】

特に、一次コイルにおいてリッツ線を間隔を設けて配置した場合は、冷却効果が増大し、リッツ線同士の干渉も減少する。

更に、一次コイル、二次コイル及び共振コイルの形状を角部に丸みを有する矩形とした場合は、作業車、自動車等の幅、走行に合わせて、より広い面積を確保でき、伝送効率が向上する。

【 0 0 1 7 】

また、一次コイルの背面に棒状フェライトコアを配置した場合は、一次コイルによって発生する漏洩磁束を少なくでき、電力損失を軽減し、伝送効率も高める。

更に、棒状フェライトコアの背面に板厚が 3 ~ 1 0 m m のアルミ板を設けた場合は、一次コイル及び棒状フェライトコアをこのアルミ板の上又は下に組み立てることができ、一次コイルの支持部材としても有効に働く。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】(A) は本発明の一実施例に係る非接触電力供給装置に使用する一次コイルの側面図、(B) は同平面図である。

【図 2】作用効果を確認するために試験を行った同非接触電力供給装置の配置図である。

【図 3】(A) は同非接触電力供給装置の共振コイルの側面図、(B) は同平面図である。

【図 4】同非接触電力供給装置の二次コイルの平面図である。

【図 5】同非接触電力供給装置の概略ブロック図である。

【図 6】(A) ~ (C) はそれぞれ同非接触電力供給装置の動作状態を示す波形図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

続いて、添付した図面を参照しながら、本発明を具体化した実施例について説明する。

図 2、図 5 に示すように、本発明の一実施例に係る非接触電力供給装置 1 0 は、インバータ (8 ~ 5 0 k H z のものが好ましい) からなる高周波電源 1 1 に接続される一次コイル 1 2 と、一次コイル 1 2 から発生する電力を受ける二次コイル 1 3 と、一次コイル 1 2 と

10

20

30

40

50

二次コイル 13 の間で、二次コイル 13 に当接又は近接して配置された共振コイル 14 とを有する。

【0020】

そして、二次コイル 13 には整流回路 16 が接続され、二次コイル 13 の出力は直流に変換されて負荷である二次電池 17 に供給される。整流回路 16 によって整流された直流の電圧及び電流は、検出されて制御回路 18 に入力される。制御回路 18 ではデジタル処理が行われ、フォトカプラー 19 を介してスイッチング素子回路 20 に供給される。

【0021】

スイッチング素子回路 20 では、デューティ比によって区分されるオン信号とオフ信号を発生して、共振コイル 14 を流れる電流の増減を行っている。共振コイル 14 にはコンデンサ 22 と抵抗 23 が直列に接続されている。この様子を図 6 (C) に示すと、 t_2 の期間ではスイッチング素子回路 20 はオフとなって抵抗 23 のみが共振コイル 14 に直列に接続されていることとなるが、 t_1 の期間ではスイッチング素子回路 20 はオンとなり、抵抗 23 に並列に別の抵抗が加わることになる。従って、 t_1 と t_2 の長さ比を変えて共振電流を制御できる。

【0022】

共振コイル 14 に流れる電流と、二次コイル 13 を流れる電流は一次関数的に増加するので、整流回路 16 の出力電流を検知して共振コイル 14 にフィードバックすることによって、整流回路 16 を通過する電流を一定（又は一定値以下）にすることができる。

また、整流回路 16 の出力電圧を制御回路 18 によって検出し、フィードバックすることによって、整流回路 16 の出力電圧を一定値以下に制御できる。なお、二次電池 17 が充電完了に近くなった場合、電圧が上昇するので、これを検知して充電電流を減らすか 0 にすることもできる。

なお、図 6 (A) は高周波電源 11 の出力電圧を、(B) は共振コイル 14 を流れる電流を示す。

また、共振コイル 14 には直列には共振用コンデンサ 18a が設けられて、高周波電源（インバータ）11 の発振周波数 f に、共振コイル 14 を流れる電流を共振させるようにしている。なお、コンデンサ 18a を調整して、共振コイル 14 とコンデンサ 18a によって形成される共振周波数 f_1 を $(0.9 \sim 1.05) f$ とすることもできる。

【0023】

次に、固定物（例えば、建屋に固定又は作業車の通路に沿って配置）に取付けられた一次コイル 12 と、二次電池 17 によって駆動される車両（例えば、工場内を移動する作業車）に搭載される二次コイル 13 及び共振コイル 14 について説明する。二次電池 17 への充電時には、車両は特定位置で止まり、図 2 に示すように、天井部分に取付けられている一次コイル 12 に、車両に固定されている共振コイル 14 及び二次コイル 13 が向き合うことになる（図 2 の上半分参照）。なお、平面視した二次コイル 13 及び共振コイル 14 のそれぞれの面積は、平面視した一次コイル 12 の面積と同等又は小さくなっていると共に、一次コイル 12 は共振コイル 14 を覆っているのが好ましい。

【0024】

平面視した二次コイル 13 と共振コイル 14 は角部が円弧状となった（丸みを有して）中抜き矩形となっており、形状、面積は同一で重なって配置されている。平面視した二次コイル 13 と共振コイル 14 は、図 3 (A)、(B)、図 4 において、幅 a 、 b が $350 \sim 600 \text{ mm}$ の範囲にあり、長さ c 、 d が $350 \sim 650 \text{ mm}$ の範囲にある。

一方、図 1 (A)、(B) に示すように、平面視して角部が円弧状となった中抜きの矩形からなる一次コイル 12 の幅 e は $350 \sim 600 \text{ mm}$ の範囲にあり、長さ f は $350 \sim 800 \text{ mm}$ の範囲にある。

なお、長さは車両の進行方向に対する長さ（即ち車両の通路に沿った長さ）を、幅は長さに直交する方向の長さ（即ち、通路の幅に沿った長さ）をいう。

【0025】

一次コイル 12 は、第 1 のリッツ線 25 を平面状に螺旋巻きして形成され、共振コイル 1

10

20

30

40

50

4は第2のリッツ線26を平面状に螺旋巻きしたコイル27、28を直列2層巻きして形成され、二次コイル13は第3のリッツ線29、29aを2本並列に並べて平面状に螺旋巻きしている。第1～第3のリッツ線25、26、29、29aの太さは流れる電流によって決められるが、工場内の車両の二次電池17を充電する場合は、例えば、100A仕様（直径が約8～9mm、14～22SQ）のものを採用するのが好ましい。

【0026】

図1(A)、(B)に示すように、一次コイル12の背面には、一次コイル12の巻線（第1のリッツ線25）を交差して複数の棒状フェライトコア31が約10～50mmの間隔で設けられている。この棒状フェライトコア31は巻線を完全に覆い、更にその内側及び外側に飛び出している。これによって、一次コイル12によって発生する磁場が一次コイル12の背面側に漏れるのを極力防止している。

10

一次コイル12の隣り合う巻線、即ち第1のリッツ線25の間には隙間Sが設けられ、第1のリッツ線25同士の干渉を極力防止している。隙間Sは例えば2～5mm程度である。

【0027】

一次コイル12は絶縁板（例えば、ガラスエポキシ基板）33上に固定され、絶縁板33の背部に棒状フェライトコア31が、更にその背部に3～10mm（好ましくは、5～8mm）のアルミ板35が設けられている。このアルミ板35は棒状フェライトコア31を介して一次コイル12全体を補強するもので、建物の天井、壁等に螺子固定できる。

【0028】

20

二次コイル13は、図5に示すように、2本のリッツ線29、29a（第3のリッツ線）を縫って又は平行に配置したものを巻いて構成され、片側のリッツ線29、29aを連結して、中間タップとして使用し、2つのダイオード37、38による整流回路16を構成している。

【0029】

続いて、図2を参照しながら、本発明の作用、効果を確認するために行った実験例について説明する。

図2に示すように、一次コイル12は幅eが400mm、長さfが600mm（図1参照）で、直径が8～9mmの第1のリッツ線25を平面状螺旋巻きで10ターンとした。

【0030】

30

一次コイル12の直下に共振コイル14を配置し、この共振コイル14に接して二次コイル13を配置した。なお、共振コイル14と一次コイル12の間隔は50mmであった。共振コイル14及び二次コイル13の平面寸法は同一で、幅a、bは400mm、長さは600mmであった。

共振コイル14は第2のリッツ線（直径8～9mm）26を8ターン巻いて、このコイル27、28を直列に接続して2層としている。

【0031】

二次コイル13は、第3のリッツ線29、29aを重ねて又は縫って平面状螺旋巻きにしたもので3ターンであった。

図2に示すように、一次コイル12の手前側に端子ボックス40を設けて、交流積算電力計41を接続し、整流回路16の出力側に端子ボックス42を設けて直流積算電力計43を接続して測定した結果、交流側の電力が4.591kw、直流側の電力が3.504kwであった。従って、単純に効率（ ）を計算すると、76%となるが、実際は一次コイル12と二次コイル13との隙間を調整すると、70～90%程度まで可能になる。なお、高周波電源の発振周波数は10kHzであった。

40

【0032】

以上のことから、一次コイル、二次コイル及び共振コイルにリッツ線を用いているので、渦電流による損失（近接効果）をできる限り避けて、非接触電力供給装置の効率を上昇させている。

本発明は前記した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲でそ

50

の構成を変更することもできる。

例えば、この実施例では一次コイルに一次側共振コイルを設けていないが、必要によって設けることもできる。この場合、一次側共振コイルで電力を消費するので、効率が落ちると思われるが、一次コイルと二次コイルの間隔を離すことができる。

【産業上の利用可能性】

【0033】

本発明に係る非接触電力供給装置は、導体の利用率が高いので損失が比較的少なく、例えば、自動車、工場内車両、その他の移動する台車等に適用すると、無接触で効率よくこれらに給電できる。

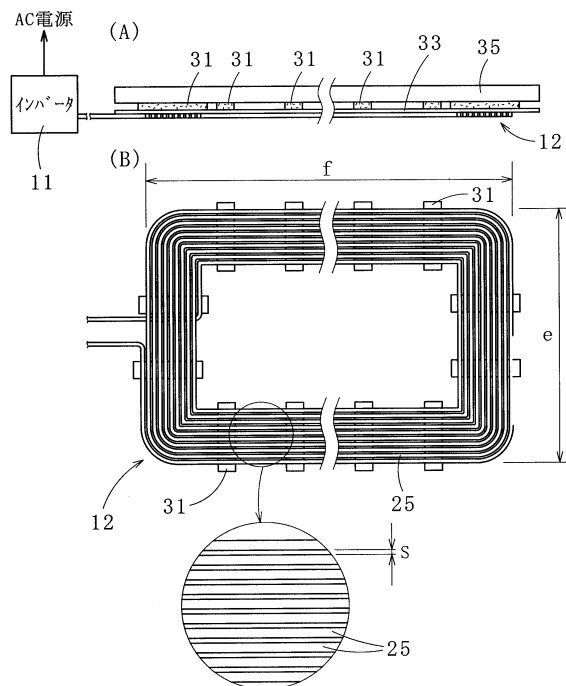
【符号の説明】

【0034】

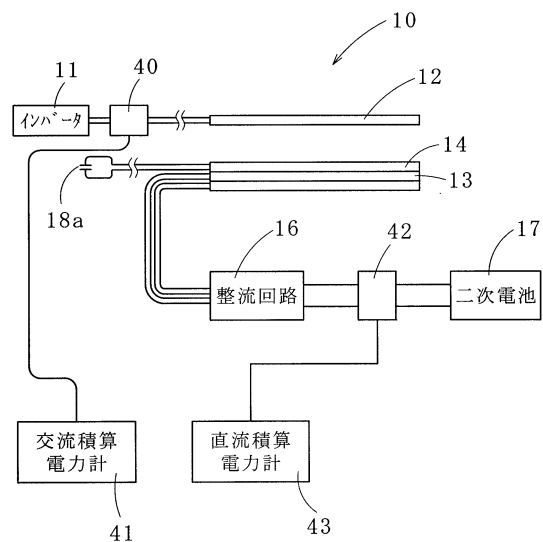
10：非接触電力供給装置、11：高周波電源、12：一次コイル、13：二次コイル、14：共振コイル、16：整流回路、17：二次電池、18：制御回路、18a：共振用コンデンサ、19：フォトカプラー、20：スイッチング素子回路、22：コンデンサ、23：抵抗、25：第1のリッツ線、26：第2のリッツ線、27、28：コイル、29、29a：第3のリッツ線、31：棒状フェライトコア、33：絶縁板、35：アルミ板、37、38：ダイオード、40：端子ボックス、41：交流積算電力計、42：端子ボックス、43：直流積算電力計

10

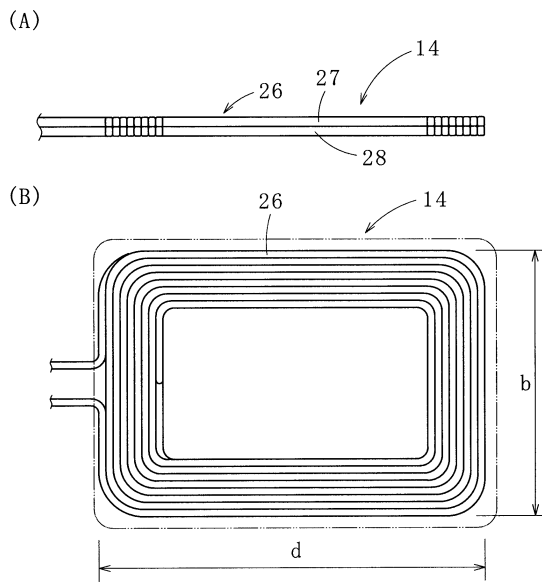
【図1】



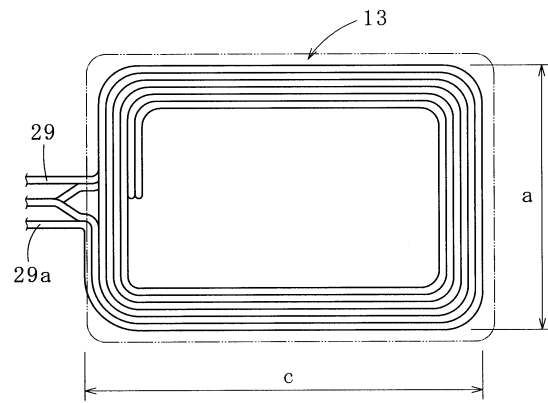
【図2】



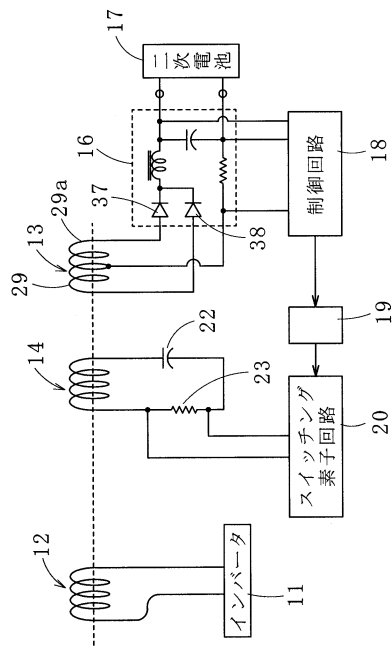
【 図 3 】



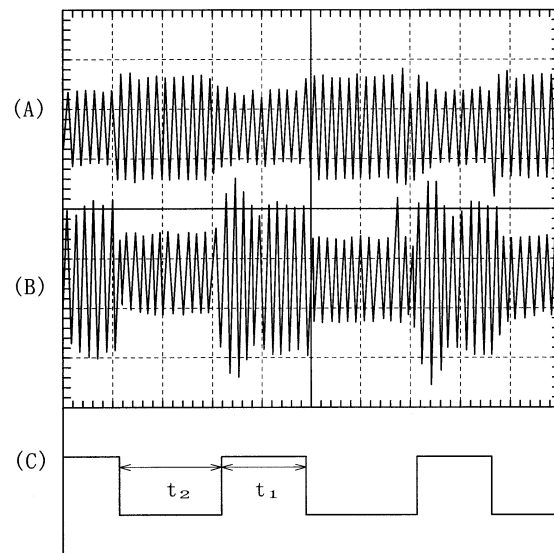
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 7 3 4 4 1 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 2 0 4 1 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 1 6 2 3 5 (J P , A)
特許第 4 3 1 8 7 4 2 (J P , B 1)
特開 2 0 1 2 - 2 4 9 4 0 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 J 1 7 / 0 0