

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 12 月 1 日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号

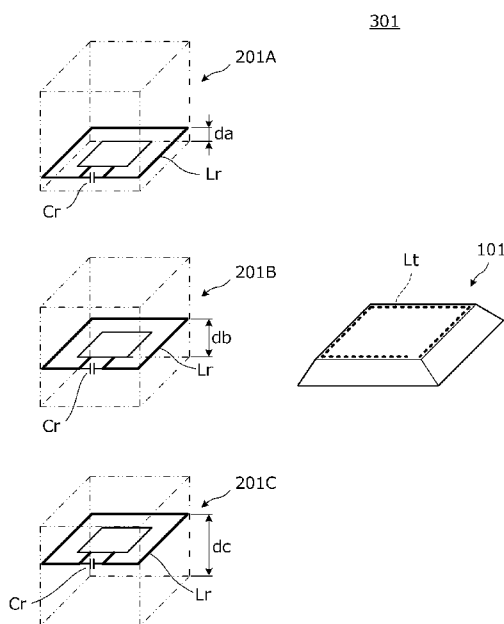
WO 2016/190094 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 50/12 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063947
- (22) 国際出願日: 2016 年 5 月 11 日(11.05.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-105329 2015 年 5 月 25 日(25.05.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 吉田史生(YOSHIDA, Fumio); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所(KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: ワイヤレス電力伝送システム

Fig. 1



(57) Abstract: This power supply device (101) is provided with a first resonance circuit which comprises a power supply loop-shape conductor (Lt) and a first capacitor, and with an inverter circuit which converts a DC input voltage into an AC voltage and applies this to the first resonance circuit. Each of power receiving devices (201A, 201B, 201C) is provided with: a second resonance circuit which includes a power receiving loop-shape conductor (Lr) for coupling with the power supply loop-shape conductor (Lt), and a second capacitor (Cr) connected in parallel with the power receiving loop-shape conductor (Lr); a rectifying and smoothing circuit which converts the AC voltage generated in the second resonance circuit to a DC voltage; and a load which is driven by the DC output voltage converted by the rectifying and smoothing circuit. In the power receiving devices (201A, 201B, 201C), the interval between the power receiving surface and the opening surface of the power receiving loop-shape conductor (Lr) varies with the magnitude of the load.

(57) 要約: 給電装置 (101) は、給電用ループ状導体 (Lt) と第 1 キャパシタを含む第 1 共振回路と、直流入力電圧を交流電圧に変換して前記第 1 共振回路に印加するインバータ回路と、を有する。受電装置 (201A, 201B, 201C) は、給電用ループ状導体 (Lt) と結合する受電用ループ状導体 (Lr) と、受電用ループ状導体 (Lr) に並列接続された第 2 キャパシタ (Cr) とを含む第 2 共振回路と、第 2 共振回路に生じる交流電圧を直流電圧に変換する整流平滑回路と、整流平滑回路によって変換された直流出力電圧によって駆動される負荷と、をそれぞれ有する。受電装置 (201A, 201B, 201C) の、受電用ループ状導体 (Lr) の開口面と受電面との間隔は負荷の軽重に応じて異なる。

WO 2016/190094 A1

明 細 書

発明の名称：ワイヤレス電力伝送システム

技術分野

[0001] 本発明は、給電装置から受電装置へワイヤレスで電力を伝送するワイヤレス電力伝送システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、ワイヤレス給電の実用化を目指して、システム全体の電力損失を低減する研究開発が活発化している。特に、送電共振機構と受電共振機構によって電磁界共鳴フィールドを形成し、電磁界共鳴結合によりワイヤレス給電を行うシステムでは、高周波磁界を共振器に与える方式とは異なり、電力給電の過程をシンプルにして電力損失を低減できる（特許文献1参照）。

[0003] また、1台の送電装置から複数の受電装置へワイヤレスで同時に給電するように構成されたワイヤレス給電システムが特許文献2に示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2012/101905号

特許文献2：国際公開第2013/035188号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 1台の送電装置から、複数の受電装置へワイヤレスで給電する際に、受電装置の負荷の大きさ（軽重）がそれぞれ異なる場合、特許文献2に示されるシステムでは、相互通信を事前に行って、各受電装置に対して共振回路の共振周波数をチューニングし、各受電装置が最適な電力を受電できるようにする。

[0006] ところが、各受電装置が送電装置との通信によって、各受電装置内の共振回路の共振周波数を定める方法では、送電装置への載置状態に応じて最適な共振周波数となるように可変インダクタや可変キャパシタを用いてチューニ

ングする必要があるため、システムが複雑になり、高コスト化する。

[0007] また、1つの給電装置から、負荷の軽重が異なる複数の受電装置に電力伝送する際、負荷装置ごとに負荷の軽重が異なることに起因して、狙った周波数帯（ワイヤレス電力伝送においては、一般的に6.78MHz）での受電電圧が変化してしまい、その結果、所望の電圧（電力）を受電側に供給できない場合がある。もし、所望の電圧（電力）とするために、電圧変換装置や、ダミー抵抗等により、過剰電力を消費する回路を設けると、受電装置が大型化してしまい、小型化の妨げとなってしまう。

[0008] 本発明の目的は、ワイヤレス電力伝送効率を高く維持しつつ、1つの給電装置から複数の受電装置へワイヤレスで電力を伝送する場合に、より簡易かつ小型化可能な構造で、各受電装置の負荷に適した電力を供給できるようにしたワイヤレス電力伝送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

[0009] (1) 本発明のワイヤレス電力伝送システムは、
インダクタンスを有する給電用ループ状導体と、前記給電用ループ状導体に接続された第1キャパシタとを含む第1共振回路と、
直流入力電圧を交流電圧に変換して前記第1共振回路に印加するインバータ回路と、
を有する給電装置と、
インダクタンスを有し、前記給電用ループ状導体と結合する受電用ループ状導体と、前記受電用ループ状導体に並列接続された第2キャパシタとを含む第2共振回路と、
前記第2共振回路に生じる交流電圧を直流電圧に変換する整流平滑回路と、前記整流平滑回路によって変換された直流出力電圧によって駆動される負荷と、
をそれぞれ有する複数の受電装置と、
で構成されるワイヤレス電力伝送システムであって、
前記給電装置は、前記給電用ループ状導体の開口面が対向する給電面を備

え、

前記複数の受電装置は、前記受電用ループ状導体の開口面が対向し、前記給電面に載置される受電面を備え、

前記複数の受電装置は、前記負荷が相対的に軽負荷である第1種受電装置と、前記負荷が前記第1種受電装置の前記負荷よりも相対的に重負荷である第2種受電装置と、を含み、

前記第1種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面と前記受電面との間隔を d_1 、前記第2種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面と前記受電面との間隔を d_2 でそれぞれ表すと、 $d_1 > d_2$ の関係であることを特徴とする。

[0010] 上記構成により、受電用ループ状導体と給電用ループ状導体との距離が、受電装置の負荷の軽重に応じた距離となって、各負荷に適した電力が供給される。

[0011] (2) 上記(1)において、前記給電面は前記受電装置が載置される領域ごとに区分されていることが好ましい。これにより、給電用ループ状導体の開口面内のどの位置に受電用ループ状導体が対向するかを予測でき、受電電力や受電電圧利得の設定がしやすくなる。

[0012] (3) 上記(1)または(2)において、前記第1種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面の面積を S_1 、前記第2種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面の面積を S_2 でそれぞれ表すと、 $S_1 < S_2$ の関係にあることが好ましい。このことにより、高さ方向に制限がある場合でも、受電用ループ状導体の面積を軽負荷になるほど小さくなるように設計することで結合係数を容易に下げることができる。

[0013] (4) 上記(1)から(3)のいずれかにおいて、前記第1種受電装置の前記受電用ループ状導体のターン数を n_1 、前記第2種受電装置の前記受電用ループ状導体のターン数を n_2 でそれぞれ表すと、 $n_1 < n_2$ の関係にあることが好ましい。このことにより、受電装置の受電面の面積に制限がある場合でも、受電用ループ状導体のターン数を、軽負荷になるほど少なくするこ

とで、結合係数を容易に下げることができる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、負荷の軽重の異なる複数種の受電装置が存在する場合でも、各受電装置の負荷に対して適した電力が供給される。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は第1の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム301の概略斜視図である。

[図2]図2はワイヤレス電力伝送システム301の概略正面図である。

[図3]図3はワイヤレス電力伝送システム301の回路図である。

[図4]図4は第1の実施形態に係る別のワイヤレス電力伝送システム301Vの回路図である。

[図5]図5は、ワイヤレス電力伝送システム301の、直流入力電圧に対する直流出力電圧の比である電圧利得の周波数特性が、負荷の等価抵抗値の違いによってどのように変化するかを説明するための簡略回路図である。

[図6]図6はワイヤレス電力伝送システム301の等価回路図である。

[図7]図7(A)(B)(C)は、複共振による共振特性を示す概略図である。

[図8]図8は、負荷 R_o の等価抵抗値 $=100\Omega$ (大きい値)条件で、給電用ループ状導体 L_t と受電用ループ状導体 L_r との結合係数 k を変化させたときの電圧利得の周波数特性を示す図である。

[図9]図9は、負荷 R_o の等価抵抗値 $=1\Omega$ (小さい値)条件で、給電用ループ状導体 L_t と受電用ループ状導体 L_r との結合係数 k を変化させたときの電圧利得の周波数特性を示す図である。

[図10]図10は、給電用ループ状導体 L_t と受電用ループ状導体 L_r との結合係数 k と電圧利得との関係を示す図である。

[図11]図11(A)は第2の実施形態に係る給電装置102Aの平面図、図11(B)は給電装置102Aの内部構造を示す概略正面図である。

[図12]図12は第2の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム302の

概略斜視図である。

[図13]図 1 3 は第 2 の実施形態に係る給電装置 1 0 2 B の平面図である。

[図14]図 1 4 は第 3 の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム 3 0 3 の概略斜視図である。

[図15]図 1 5 は第 4 の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム 3 0 4 の概略斜視図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以降、図を参照して幾つかの具体的な例を挙げて、本発明を実施するための複数の形態を示す。各図中には同一箇所には同一符号を付している。要点の説明または理解の容易性を考慮して、便宜上実施形態を分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能である。第 2 の実施形態以降では第 1 の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0017] 《第 1 の実施形態》

図 1 は第 1 の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム 3 0 1 の概略斜視図である。図 2 はワイヤレス電力伝送システム 3 0 1 の概略正面図である。このワイヤレス電力伝送システム 3 0 1 は、一つの給電装置 1 0 1 と複数の受電装置 2 0 1 A, 2 0 1 B, 2 0 1 C を備える。給電装置 1 0 1 は例えば将棋盤のようなゲームボードであり、受電装置 2 0 1 A, 2 0 1 B, 2 0 1 C 等は例えば将棋のコマのような装置である。

[0018] 給電装置 1 0 1 は、後に示すとおり、第 1 共振回路とインバータ回路を有し、受電装置 2 0 1 A, 2 0 1 B, 2 0 1 C は、第 2 共振回路、整流平滑回路および負荷をそれぞれ有する。負荷は例えば L E D、I C、モータ等である。

[0019] 給電装置 1 0 1 には A C アダプタ 1 3 によって、所定の D C 電源電圧が入力される。給電装置 1 0 1 は給電用ループ状導体 L t を備える。受電装置 2 0 1 A, 2 0 1 B, 2 0 1 C は、給電用ループ状導体 L t と主に磁界を介し

て結合する受電用ループ状導体 L_r と、受電用ループ状導体 L_r に並列接続された第2キャパシタ C_r とを含む第2共振回路を備える。

[0020] 給電装置101は、給電用ループ状導体 L_t の開口面が対向する給電面S10を備える。複数の受電装置201A、201B、201Cは、受電用ループ状導体 L_r の開口面が対向し、給電面S10に載置される受電面S20を備える。

[0021] 受電装置201A、201B、201Cは、それらの受電面S20が給電装置101の給電面S10に接するように載置される。例えば、受電装置201Aが給電装置101に載置されると、給電装置101は受電装置201Aへワイヤレス電力伝送する。

[0022] 受電装置201Aの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔は d_a であり、受電装置201Bの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔は d_b であり、受電装置201Cの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔は d_c である。後に説明するように、受電用ループ状導体 L_r と給電用ループ状導体 L_t との距離が、受電装置の負荷の軽重に応じた距離となっていて、各負荷にはそれに適した電力が供給される。受電装置201Cは、LEDを負荷とする、相対的に軽負荷の第1種受電装置である。受電装置201Aはモータを負荷とする、受電装置201Cの負荷より重負荷の第2種受電装置である。受電装置201BはICを負荷とする装置であり、受電装置201Aよりも軽負荷であり、受電装置201Cよりも重負荷である。

[0023] 図3はワイヤレス電力伝送システム301の回路図である。複数の受電装置201A、201B、201Cの電気回路は同様に表されるので、受電装置については、ここでは代表する一つの受電装置201を表している。

[0024] 給電装置101は、インダクタンスを有する給電用ループ状導体 L_t と、給電用ループ状導体 L_t に直列接続された第1キャパシタ C_t とを含む第1共振回路10を備える。また、直流入力電圧 V_i を交流電圧に変換して第1共振回路10に印加するインバータ回路11を備える。インバータ回路11は

、スイッチング素子 Q_1 、 Q_2 、キャパシタ C_{11} 、ダイオード D_1 および駆動回路12を含む。駆動回路12は、スイッチング素子 Q_1 、 Q_2 を所定の動作周波数（例えば6.78MHz）で交互にオン／オフ駆動する。第1共振回路10の共振周波数はこの動作周波数またはその近傍の周波数である。

[0025] 受電装置201は、インダクタンスを有し、給電用ループ状導体 L_t と主に磁界を介して結合する受電用ループ状導体 L_r と、受電用ループ状導体 L_r に並列接続された第2キャパシタ C_r とを含む第2共振回路20を備える。また、第2共振回路20に生じる交流電圧を直流電圧に変換する整流平滑回路21と、整流平滑回路21によって変換された直流出力電圧によって駆動される負荷 R_o とを備える。整流平滑回路21はダイオードブリッジ回路による整流回路22、平滑キャパシタ C_{21} 、 C_{22} 、および電圧レギュレータ回路23を含む。

[0026] 第2共振回路20は上記動作周波数またはその近傍の周波数で並列共振する。第2共振回路20の共振電圧は整流回路22で全波整流され、平滑キャパシタ C_{21} 、 C_{22} 、および電圧レギュレータ回路23で平滑および安定化され、負荷 R_o へ所定の一定電圧を供給する。

[0027] 図4は、本実施形態の別のワイヤレス電力伝送システム301Vの回路図である。この例では、受電装置201内のダイオード D_1 は整流回路を構成する。図3に示した整流回路22は全波整流回路であるのに対し、図4に示すダイオード D_1 は半波整流回路である。その他の構成は図3に示したワイヤレス電力伝送システム301と同じである。

[0028] 図5は、ワイヤレス電力伝送システム301の、直流入力電圧 V_i に対する直流出力電圧 V_o の比である電圧利得の周波数特性が、負荷の等価抵抗値の違いによってどのように変化するかを説明するための簡略回路図である。また、図6はその等価回路図である。

[0029] 図5、図6において、送電交流電圧発生回路ALTはインバータ回路11に相当する。また、図5、図6においては、受電装置201の整流平滑回路21と負荷 R_o とを一つの負荷 R_o で表している。給電用ループ状導体 L_t と受

電用ループ状導体 L_r は磁界結合する。

[0030] 図6において、送電交流電圧発生回路ALTのインピーダンスが無視できる程度に小さいものとする、第1キャパシタ C_t およびインダクタ $\{ (L_t - L_m) + L_m \}$ による第1の共振回路が構成される。また、負荷の等価抵抗値が小さいと、第2キャパシタ C_r およびインダクタ $\{ (L_r - L_m) + L_m \}$ による第2の共振回路が構成される。

[0031] このように、二つの共振回路が存在し、相互インダクタンス L_m を介して結合するので、複合共振回路が構成され、偶モードと奇モードの共振モードが生じる。

[0032] ここで、給電用ループ状導体 L_t のインダクタンスと受電用ループ状導体 L_r のインダクタンスをいずれも L で表し、第1キャパシタ C_t 、第2キャパシタ C_r のキャパシタンスをいずれも C で表すと、次の2つの共振周波数 f_1' 、 f_1'' が生じる。

$$[0033] \quad f_1' = 1 / (2 \pi \sqrt{(L + L_m) C})$$

$$f_1'' = 1 / (2 \pi \sqrt{(L - L_m) C})$$

給電用ループ状導体 L_t の自己インダクタンスを L_t 、受電用ループ状導体 L_r の自己インダクタンスを L_r 、結合係数を k で表すと、給電用ループ状導体 L_t と受電用ループ状導体 L_r との結合による相互インダクタンス L_m は、
 $L_m = k \sqrt{(L_t \cdot L_r)}$ の関係にある。

[0034] 図7 (A) (B) (C) は、上記複共振による共振特性を示す概略図である。いずれも横軸は周波数、縦軸は直流入力電圧に対する直流出力電圧の比である電圧利得である。図7 (A) は相互インダクタンス L_m が ≈ 0 のときであり、単峰性となる。図7 (C) は相互インダクタンス L_m が大きいときの特性であり、双峰性となる。図7 (B) は相互インダクタンス L_m が中程度であるときの特性であり、ほぼ単峰性である。

[0035] 図6に示した負荷 R_o の等価抵抗値が大きいとき、すなわち軽負荷であるときは、複共振が生じるので、電圧利得の周波数特性は図7 (C) に示すような双峰性となる。負荷 R_o の等価抵抗値が小さいとき、すなわち重負荷で

あるときは、複共振は生じないので、電圧利得の周波数特性は、上記第 1 共振回路の共振周波数で電圧利得がピークになる単峰性となる。

[0036] したがって、負荷の等価抵抗値が大きく、且つ結合係数（結合度） k が大きいとき、直流入力電圧に対する直流出力電圧の比である電圧利得は双峰性となり、負荷の等価抵抗値が小さいとき、または、結合係数（結合度） k が小さいとき、電圧利得の周波数特性は単峰性となる。

[0037] 図 8、図 9 は、給電用ループ状導体 L_t と受電用ループ状導体 L_r との結合係数 k を変化させたときの電圧利得の周波数特性を示す図である。図 8 は、負荷 R_o の等価抵抗値 $= 100 \Omega$ （大きい値）のときの特性、図 9 は、負荷 R_o の等価抵抗値 $= 1 \Omega$ （小さい値）のときの特性である。いずれも、結合係数 k を 0.01 から 0.65 まで 5 段階に変化させている。

[0038] 負荷の等価抵抗値が大きいとき、図 8 に表れているように、上述の複合共振が生じて、電圧利得の周波数特性は双峰性となる。

[0039] 図 8、図 9 に示す例で、動作周波数が 6.78MHz であれば、負荷の等価抵抗値が小さい受電装置、負荷の等価抵抗値が大きい受電装置のいずれについても、結合係数 k が或るしきい値より小さいと（図 8、図 9 に示した例では $k < 0.1$ ）、結合係数 k が小さい程、電圧利得は小さくなる。そして、結合係数 k が上記しきい値より大きくなる程、電圧利得のピーク周波数は高域へシフトするので、電圧利得は再び小さくなる。

[0040] 図 10 は、給電用ループ状導体 L_t と受電用ループ状導体 L_r との結合係数 k と電圧利得との関係を示す図である。結合係数 k が上記しきい値 0.1 未満では、結合係数と電圧利得は正の相関関係にある。本実施形態では、この部分の特性を利用して、受電装置の受電電力に応じた結合係数が得られるように、受電用ループ状導体 L_r と給電用ループ状導体 L_t との距離を、受電装置の負荷の軽重に応じた距離としている。

[0041] 図 1、図 2 に示した、受電用ループ状導体 L_r と給電用ループ状導体 L_t との距離は、受電装置の負荷の軽重に応じた距離となっている。

[0042] 受電装置 201A の負荷 R_o は等価抵抗値が小さく重負荷である。すなわ

ち、受電装置201Aは第2種受電装置である。そのため、受電装置201Aの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔 d_a を小さくすることにより、結合係数 k を大きくする。このことにより、電圧利得が大きくなる。電圧利得が大きくなれば、直流出力電圧 V_o が高くなり、負荷 R_o に供給される電力（受電電力）は大きくなる。

[0043] 受電装置201Cの負荷 R_o は等価抵抗値が大きく軽負荷である。すなわち、受電装置201Cは第1種受電装置である。そのため、受電装置201Cの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔 d_c を大きくすることにより、結合係数 k を小さくする。このことにより、電圧利得が小さくなる。電圧利得が小さくなれば、直流出力電圧 V_o が低くなり、負荷 R_o に供給される電力（受電電力）は小さくなる。

[0044] 受電装置201Bの負荷 R_o は等価抵抗値が中程度である。そのため、受電装置201Bの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔 d_b を、受電装置201Cの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔 d_c よりも小さくし、受電装置201Aの受電用ループ状導体 L_r の開口面と受電面S20との間隔 d_a よりも大きくすることにより、結合係数 k を中程度にする。このことにより、電圧利得は中程度となり、受電電力は中程度となる。

[0045] したがって、上記3つの間隔は、 $d_a < d_b < d_c$ の関係である。このことで、受電装置201A、201B、201Cの各負荷 R_o に適した（必要な）電力が供給される。

[0046] また、周波数特性が単峰性に近づくため、受電電力や受電電圧利得の設定がしやすくなる。特に、複数の受電装置を送電装置に配置する場合、受電装置が単数である場合に比べ周波数特性の変化が大きくなるため、受電電圧利得の設定が複雑になる。受電装置の共振周波数を動作周波数に設定し、周波数特性が単峰性となる範囲で上記間隔を調整することで受電電圧利得の設定の難易度を低減できる。

[0047] 《第2の実施形態》

第2の実施形態では、給電装置の構成が第1の実施形態とは異なるワイヤレス電力伝送システムについて示す。

[0048] 図11(A)は第2の実施形態に係る給電装置102Aの平面図、図11(B)は給電装置102Aの内部構造を示す概略正面図である。給電装置102Aの給電面S10は、区切線GLによって、受電装置が載置される4つの領域G11, G12, G21, G22に区分されている。給電装置102Aには、給電用ループ状導体Lt、第1キャパシタCt、インバータ回路11、およびDC入力端子14を備える。

[0049] 図12は第2の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム302の概略斜視図である。受電装置202A, 202B, 202Cは、給電装置102Aの給電面S10の4つの領域のいずれかに載置される。受電装置202A, 202B, 202Cの構成は第1の実施形態で示した受電装置201A, 201B, 201Cと同じである。給電装置102Aの構成は第1の実施形態で示した給電装置101と同じである。

[0050] 図13は第2の実施形態に係る給電装置102Bの平面図である。給電装置102Bの給電面は、区切線GLによって、受電装置が載置される9つの領域G11, G12, G13, G21, G22, G23, G31, G32, G33に区分されている。給電装置102Bの構成は第1の実施形態で示した給電装置101と同じである。

[0051] 本実施形態によれば、給電用ループ状導体の開口面内のどの位置に受電用ループ状導体に対向するかを予測でき、受電電力や受電電圧利得の設定がしやすくなる。

[0052] 《第3の実施形態》

第3の実施形態では、受電装置の構成が第1の実施形態とは異なるワイヤレス電力伝送システムについて示す。

[0053] 図14は第3の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム303の概略斜視図である。受電装置203A, 203B, 203Cは、給電装置103の給電面S10の4つの領域のいずれかに載置される。給電装置103の構

成は第2の実施形態で示した給電装置102Aと同じである。

[0054] 受電装置203A, 203B, 203Cの受電電力を W_a , W_b , W_c で表すと、 $W_a > W_b > W_c$ の関係にある。すなわち、受電装置203Cは第1種受電装置であり、受電装置203Aは第2種受電装置である。このような受電電力の違いに応じて、受電装置203A, 203B, 203Cの受電用ループ状導体 L_r の開口面の面積はそれぞれ異なる。受電装置203A, 203B, 203Cの受電用ループ状導体 L_r の開口面積を S_a , S_b , S_c で表すと、 $S_a > S_b > S_c$ の関係にある。また、本実施形態では、受電装置の受電面 S_{20} から受電用ループ状導体 L_r までの高さも異なる。受電装置203A, 203B, 203Cの受電面 S_{20} から受電用ループ状導体 L_r までの高さを d_a , d_b , d_c で表すと、 $d_a < d_b < d_c$ の関係にある。

[0055] このように、受電用ループ状導体 L_r の面積を軽負荷になるほど小さくなるように設計することで、結合係数を容易に下げることができる。受電装置の高さ寸法に制限がある場合でも、本構造は適用できる。

[0056] 《第4の実施形態》

第4の実施形態では、受電装置の構成が第1の実施形態とは異なるワイヤレス電力伝送システムについて示す。

[0057] 図15は第4の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システム304の概略斜視図である。受電装置204A, 204B, 204Cは、給電装置104の給電面 S_{10} の4つの領域のいずれかに載置される。給電装置104の構成は第2の実施形態で示した給電装置102Aと同じである。

[0058] 受電装置204A, 204B, 204Cの受電電力を W_a , W_b , W_c で表すと、 $W_a > W_b > W_c$ の関係にある。すなわち、受電装置204Cは第1種受電装置であり、受電装置204Aは第2種受電装置である。このような受電電力の違いに応じて、受電装置204A, 204B, 204Cの受電用ループ状導体 L_r のターン数はそれぞれ異なる。受電装置204A, 204B, 204Cの受電用ループ状導体 L_r のターン数を n_a , n_b , n_c で

表すと、 $n_a > n_b > n_c$ の関係にある。

[0059] このように、受電用ループ状導体 L_r のターン数を重負荷になるほど多くするように設計することで、結合係数を容易に上げることができる。受電装置の底面積に制限がある場合でも、本構造は適用できる。

[0060] 最後に、上述の実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではない。当業者にとって変形および変更が適宜可能である。例えば、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能である。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0061] ALT…送電交流電圧発生回路

C 1 1 …キャパシタ

C 2 1, C 2 2 …平滑キャパシタ

C t …第1 キャパシタ

C r …第2 キャパシタ

D 1 …ダイオード

G 1 1, G 1 2, G 1 3, G 2 1, G 2 2, G 2 3, G 3 1, G 3 2, G 3 3 …領域

G L …区切線

L_m…相互インダクタンス

L_r…受電用ループ状導体

L_t…給電用ループ状導体

Q 1, Q 2 …スイッチング素子

R_o…負荷

S 1 0 …給電面

S 2 0 …受電面

1 0 …第1 共振回路

1 1 …インバータ回路

1 2 …駆動回路

1 3 …ACアダプタ

1 4 …DC入力端子

2 0 …第2共振回路

2 1 …整流平滑回路

2 2 …整流回路

2 3 …電圧レギュレータ回路

1 0 1, 1 0 2 A, 1 0 2 B, 1 0 3, 1 0 4 …給電装置

2 0 1, 2 0 1 A, 2 0 1 B, 2 0 1 C …受電装置

2 0 2 A, 2 0 2 B, 2 0 2 C …受電装置

2 0 3 A, 2 0 3 B, 2 0 3 C …受電装置

2 0 4 A, 2 0 4 B, 2 0 4 C …受電装置

3 0 1, 3 0 1 V, 3 0 2, 3 0 3, 3 0 4 …ワイヤレス電力伝送システム

請求の範囲

- [請求項1] インダクタンスを有する給電用ループ状導体と、前記給電用ループ状導体に接続された第1キャパシタとを含む第1共振回路と、
 直流入力電圧を交流電圧に変換して前記第1共振回路に印加するインバータ回路と、
 を有する給電装置と、
 インダクタンスを有し、前記給電用ループ状導体と結合する受電用ループ状導体と、前記受電用ループ状導体に並列接続された第2キャパシタとを含む第2共振回路と、
 前記第2共振回路に生じる交流電圧を直流電圧に変換する整流平滑回路と、前記整流平滑回路によって変換された直流出力電圧によって駆動される負荷と、
 をそれぞれ有する複数の受電装置と、
 で構成されるワイヤレス電力伝送システムであって、
 前記給電装置は、前記給電用ループ状導体の開口面が対向する給電面を備え、
 前記複数の受電装置は、前記受電用ループ状導体の開口面が対向し、前記給電面に載置される受電面を備え、
 前記複数の受電装置は、前記負荷が相対的に軽負荷である第1種受電装置と、前記負荷が前記第1種受電装置の前記負荷よりも相対的に重負荷である第2種受電装置と、を含み、
 前記第1種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面と前記受電面との間隔を d_1 、前記第2種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面と前記受電面との間隔を d_2 でそれぞれ表すと、 $d_1 > d_2$ の関係であることを特徴とするワイヤレス電力伝送システム。
- [請求項2] 前記給電面は前記受電装置が載置される領域ごとに区分されている、請求項1に記載のワイヤレス電力伝送システム。
- [請求項3] 前記第1種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面の面積を S

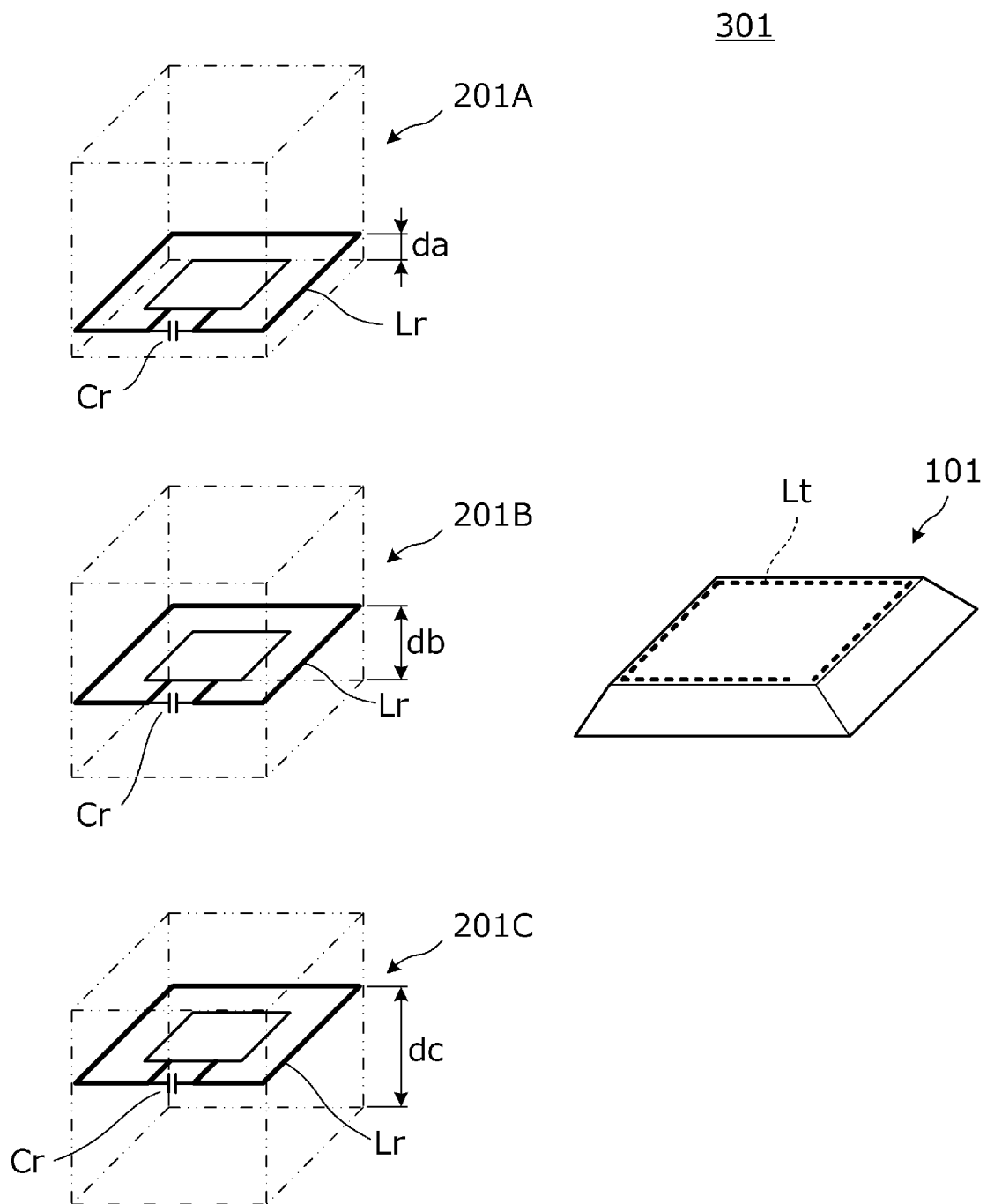
1、前記第2種受電装置の前記受電用ループ状導体の開口面の面積を S_2 でそれぞれ表すと、 $S_1 < S_2$ の関係にある、請求項1または2に記載のワイヤレス電力伝送システム。

[請求項4]

前記第1種受電装置の前記受電用ループ状導体のターン数を n_1 、前記第2種受電装置の前記受電用ループ状導体のターン数を n_2 でそれぞれ表すと、 $n_1 < n_2$ の関係にある、請求項1から3のいずれかに記載のワイヤレス電力伝送システム。

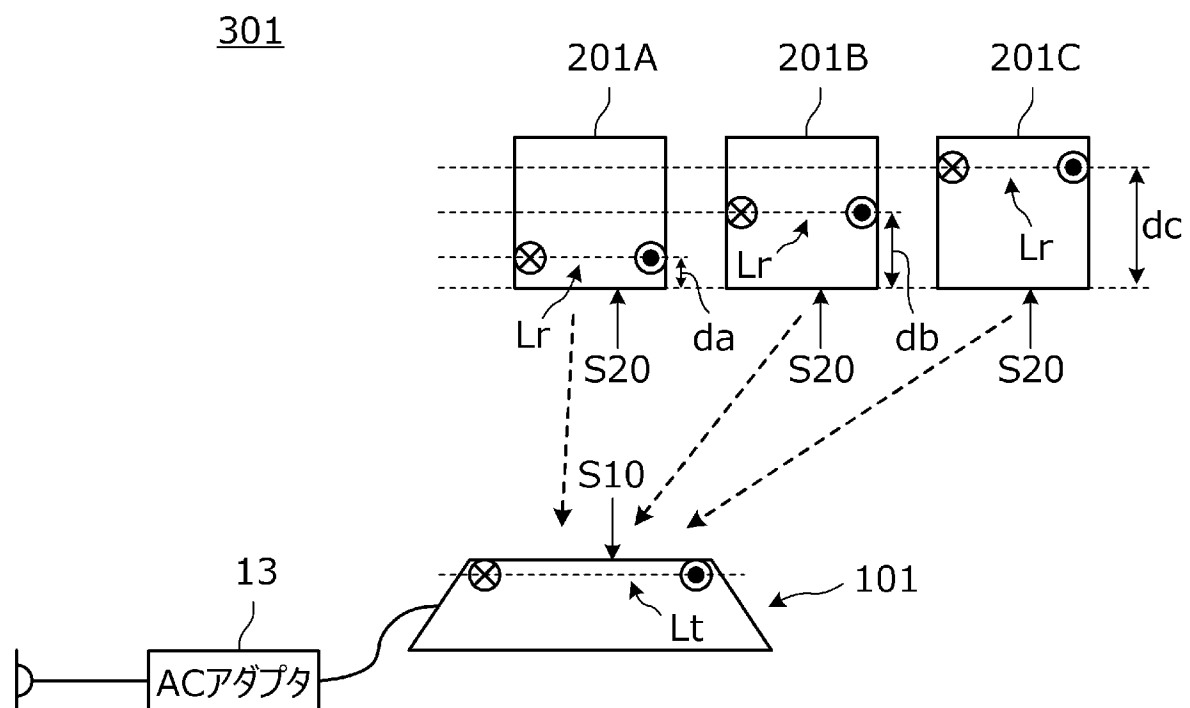
[図1]

Fig.1



[図2]

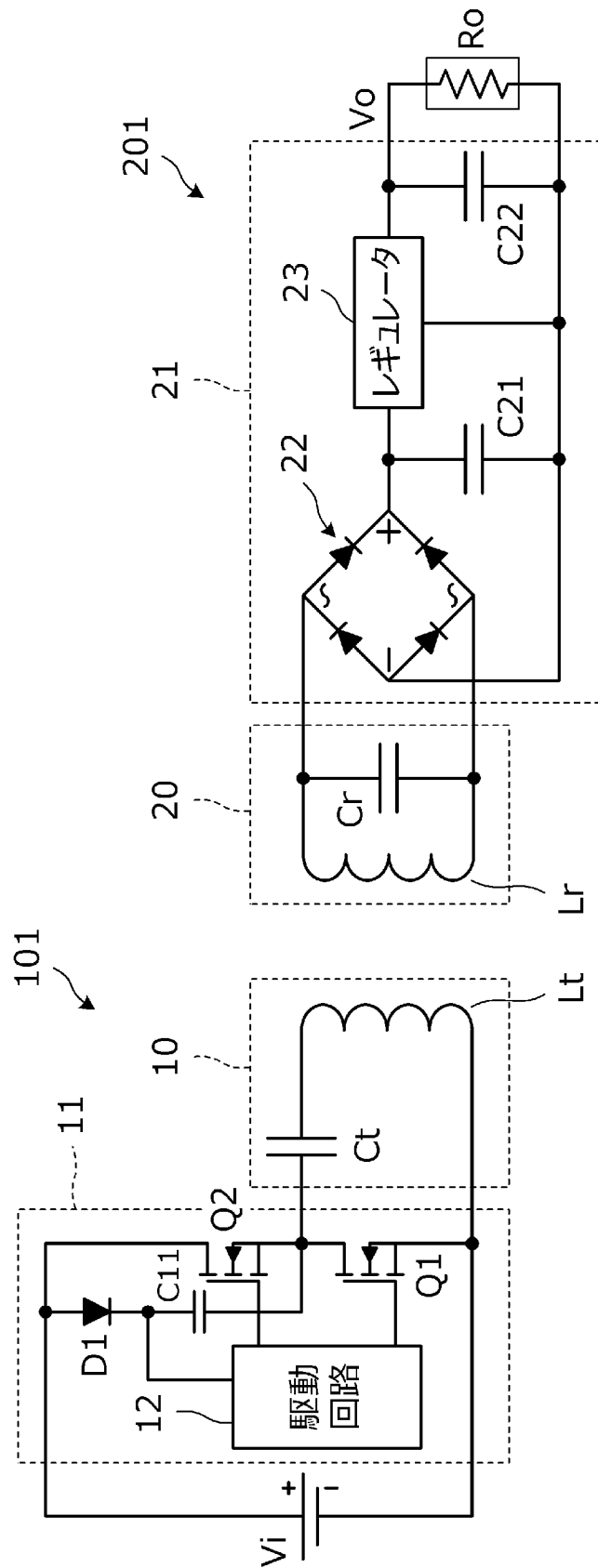
Fig. 2



[図3]

Fig.3

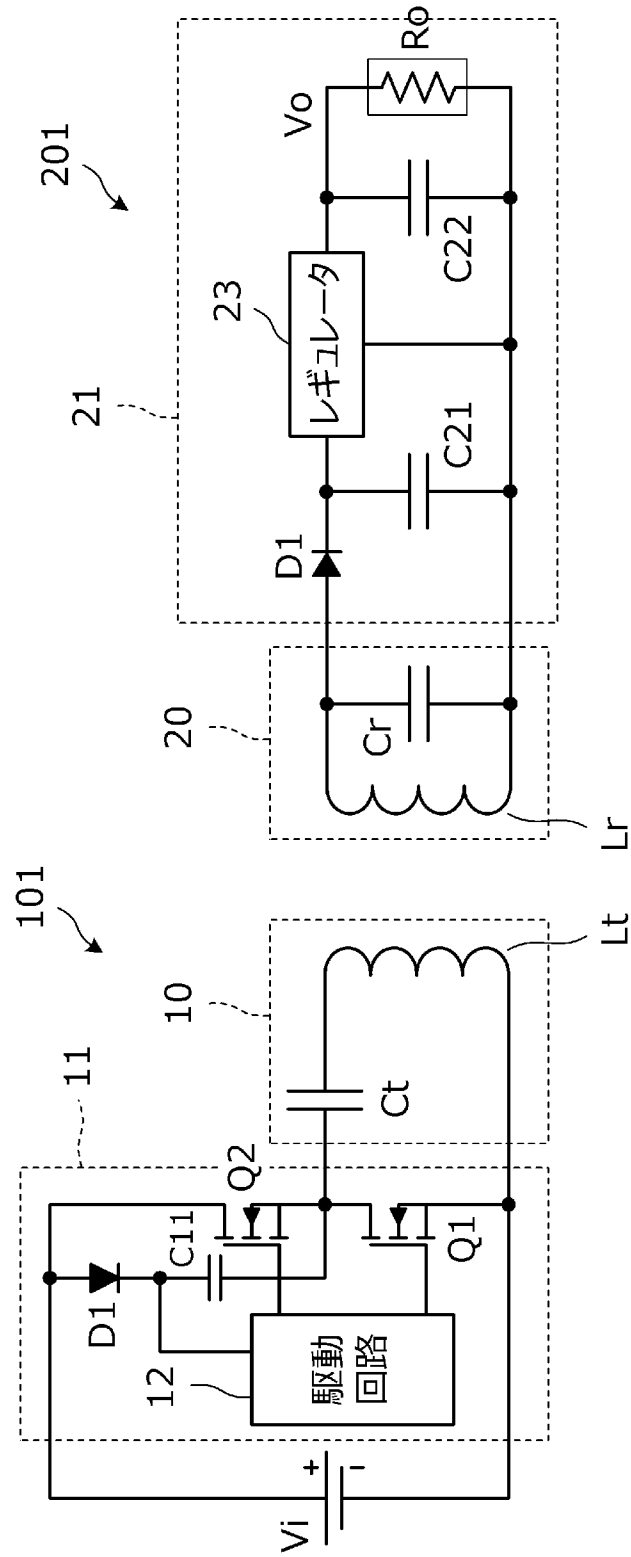
301



[図4]

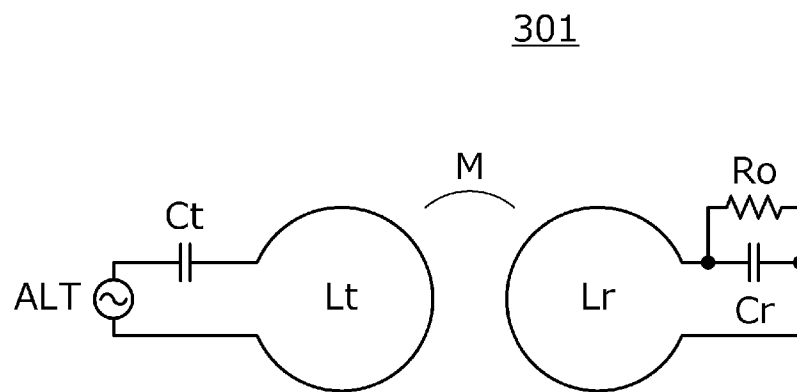
Fig. 4

301V



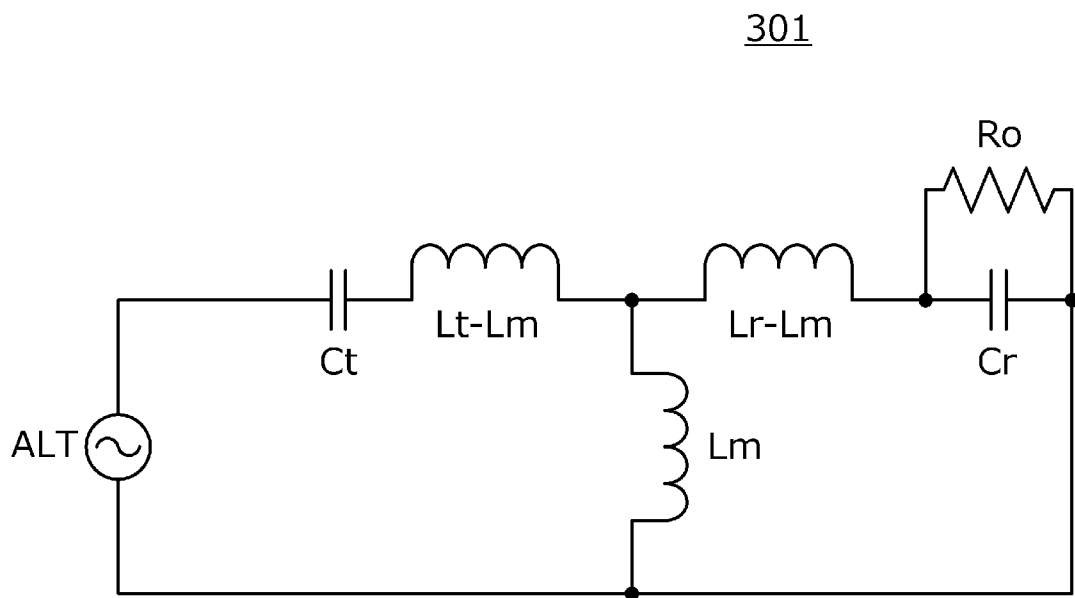
[図5]

Fig. 5



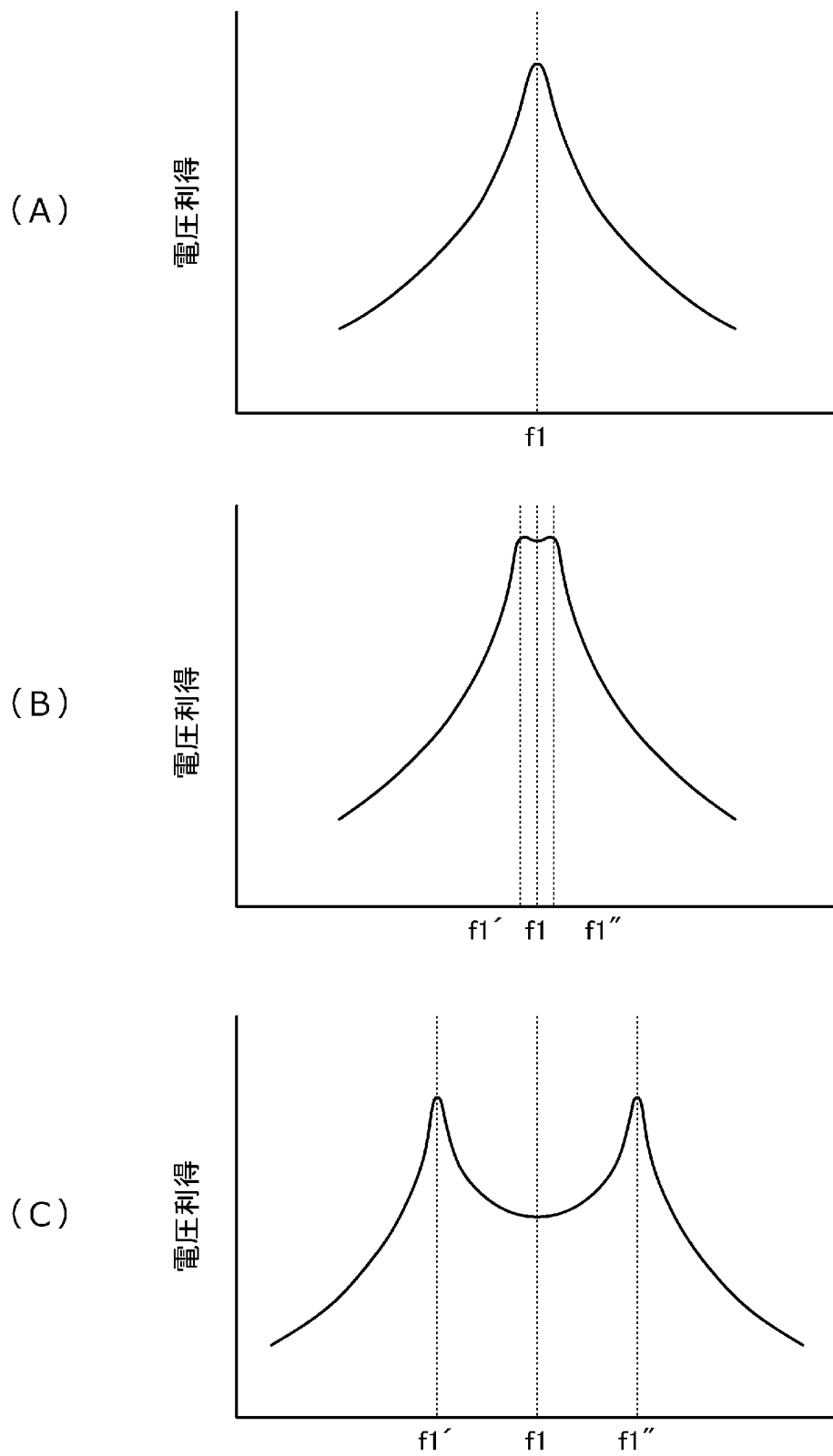
[図6]

Fig. 6



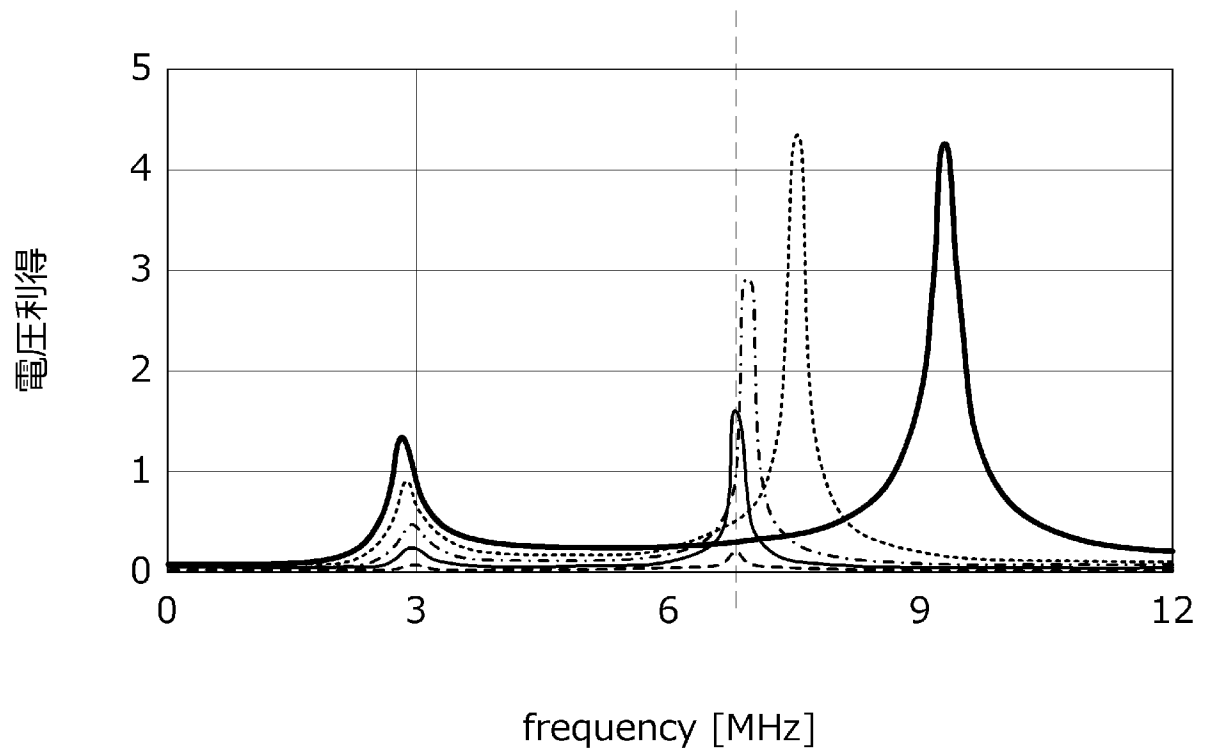
[図7]

Fig. 7



[図8]

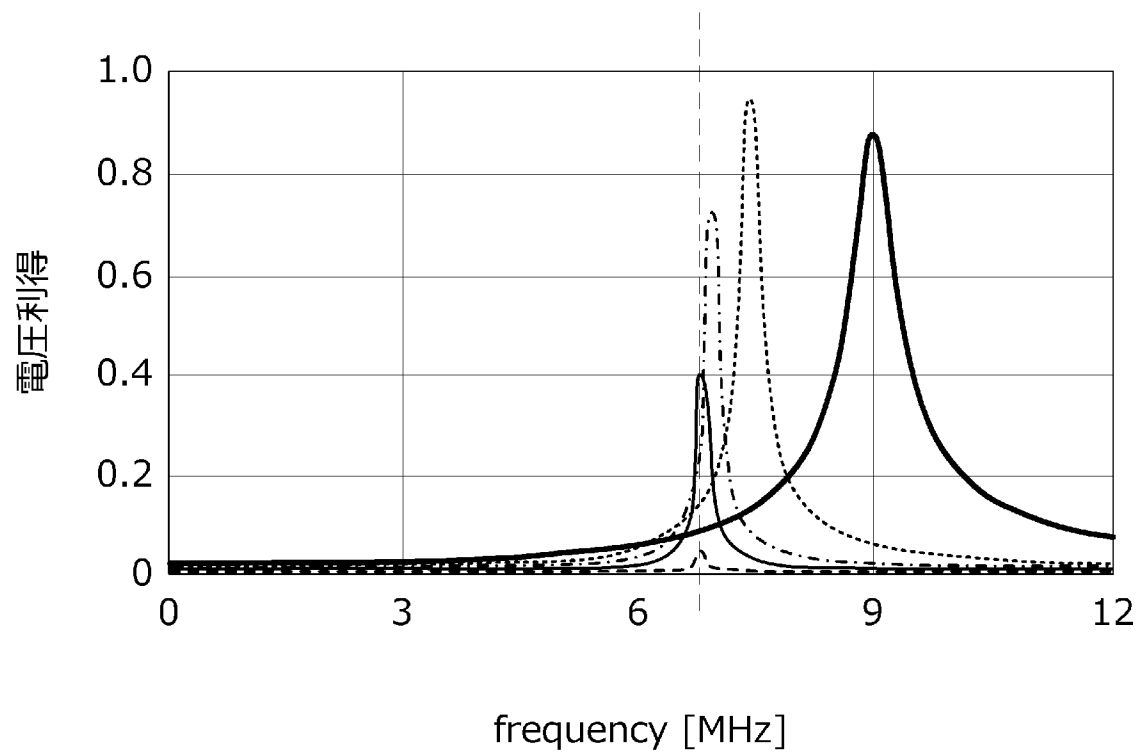
Fig.8



- Parallel ($R_o=100\Omega$, $K=0.01$)
- Parallel ($R_o=100\Omega$, $K=0.1$)
- · - · - Parallel ($R_o=100\Omega$, $K=0.2$)
- Parallel ($R_o=100\Omega$, $K=0.4$)
- Parallel ($R_o=100\Omega$, $K=0.65$)

[図9]

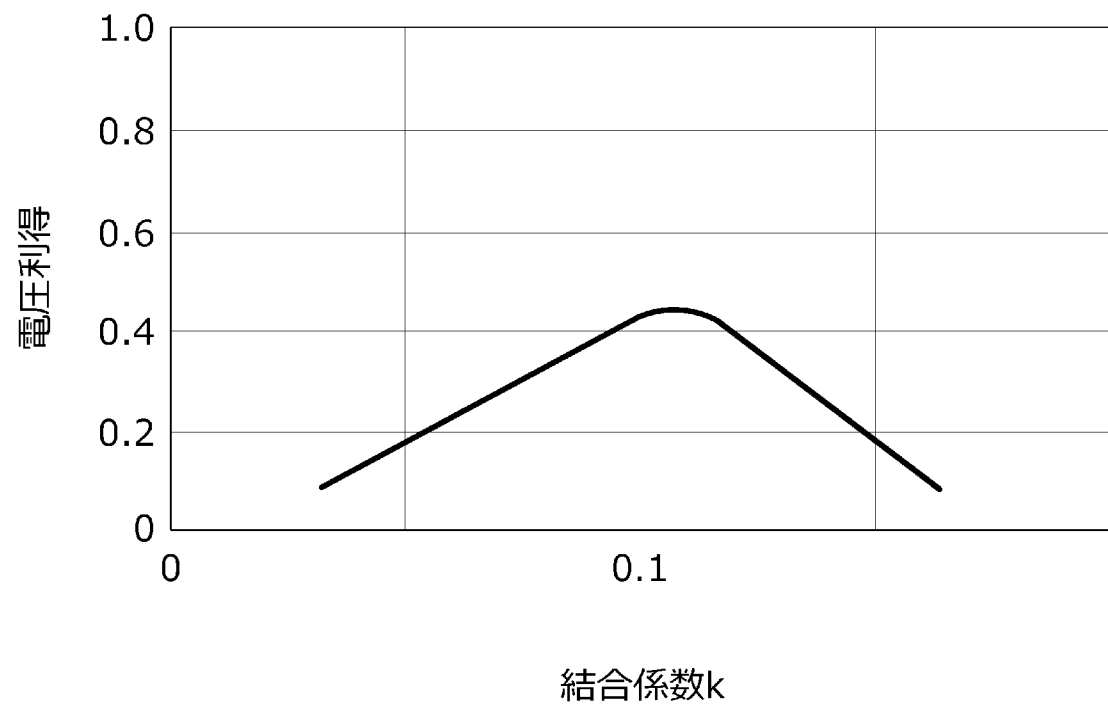
Fig. 9



- Parallel ($R_o=1\Omega, K=0.01$)
- Parallel ($R_o=1\Omega, K=0.1$)
- · - · - Parallel ($R_o=1\Omega, K=0.2$)
- Parallel ($R_o=1\Omega, K=0.4$)
- Parallel ($R_o=1\Omega, K=0.65$)

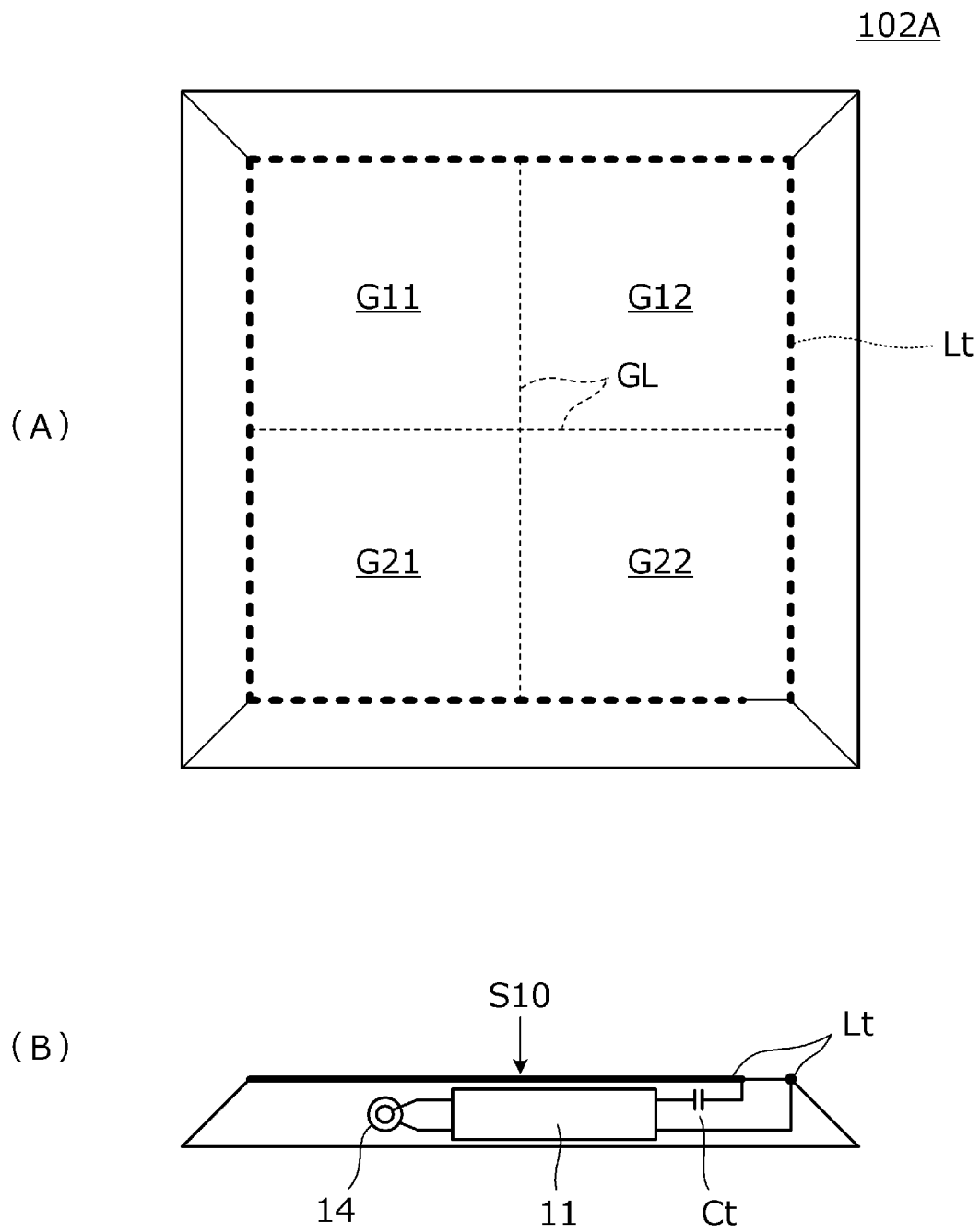
[図10]

Fig.10



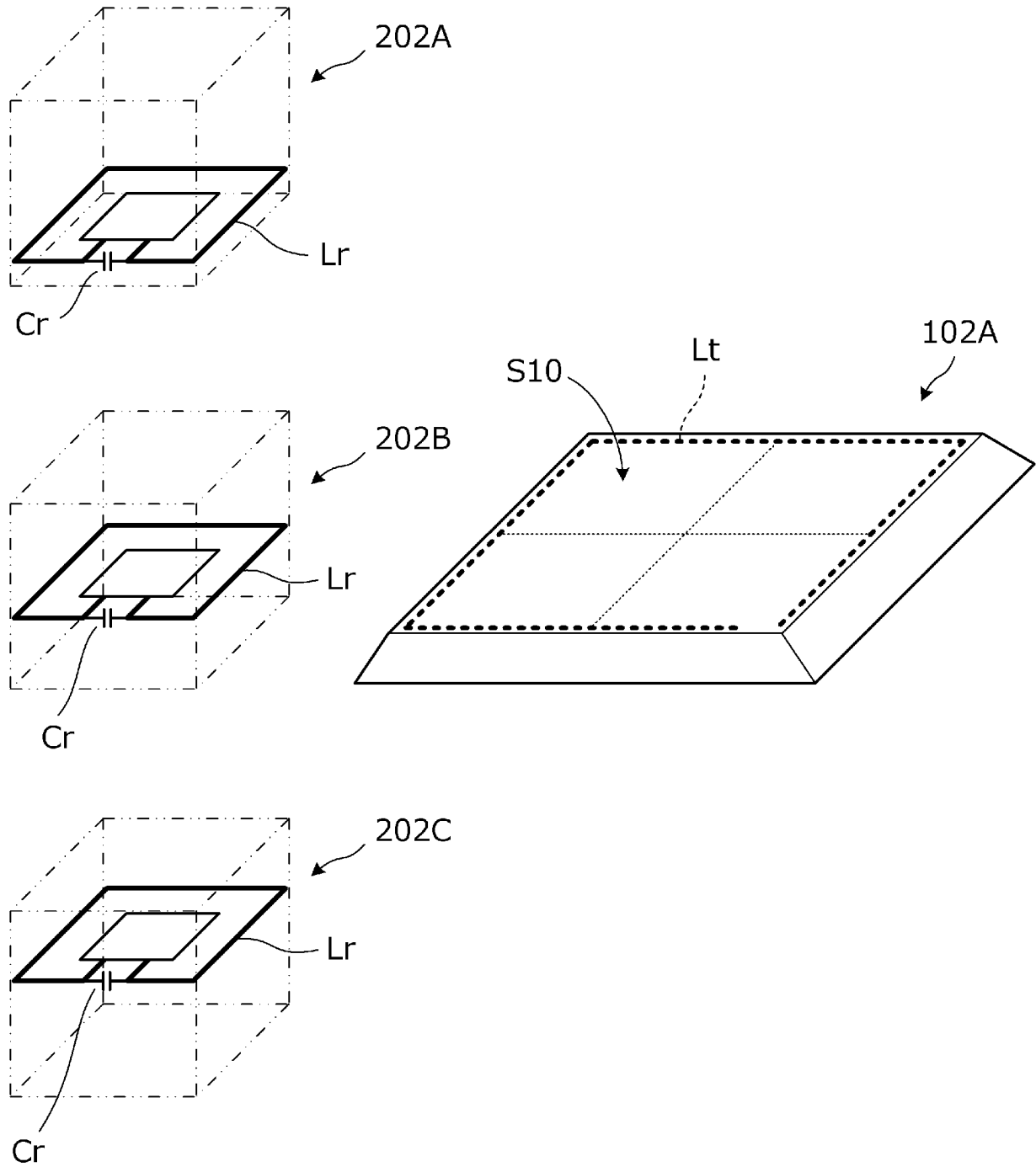
[図11]

Fig.11

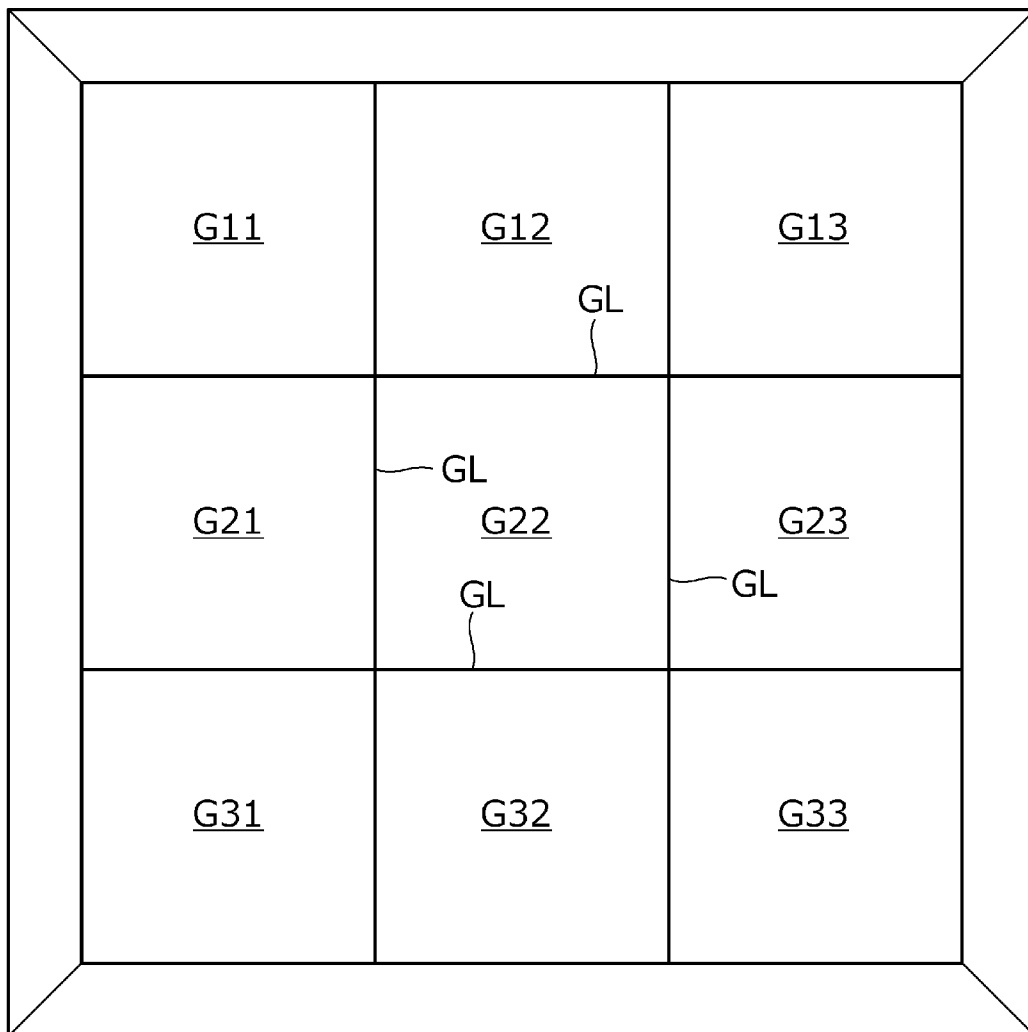


[図12]

Fig.12

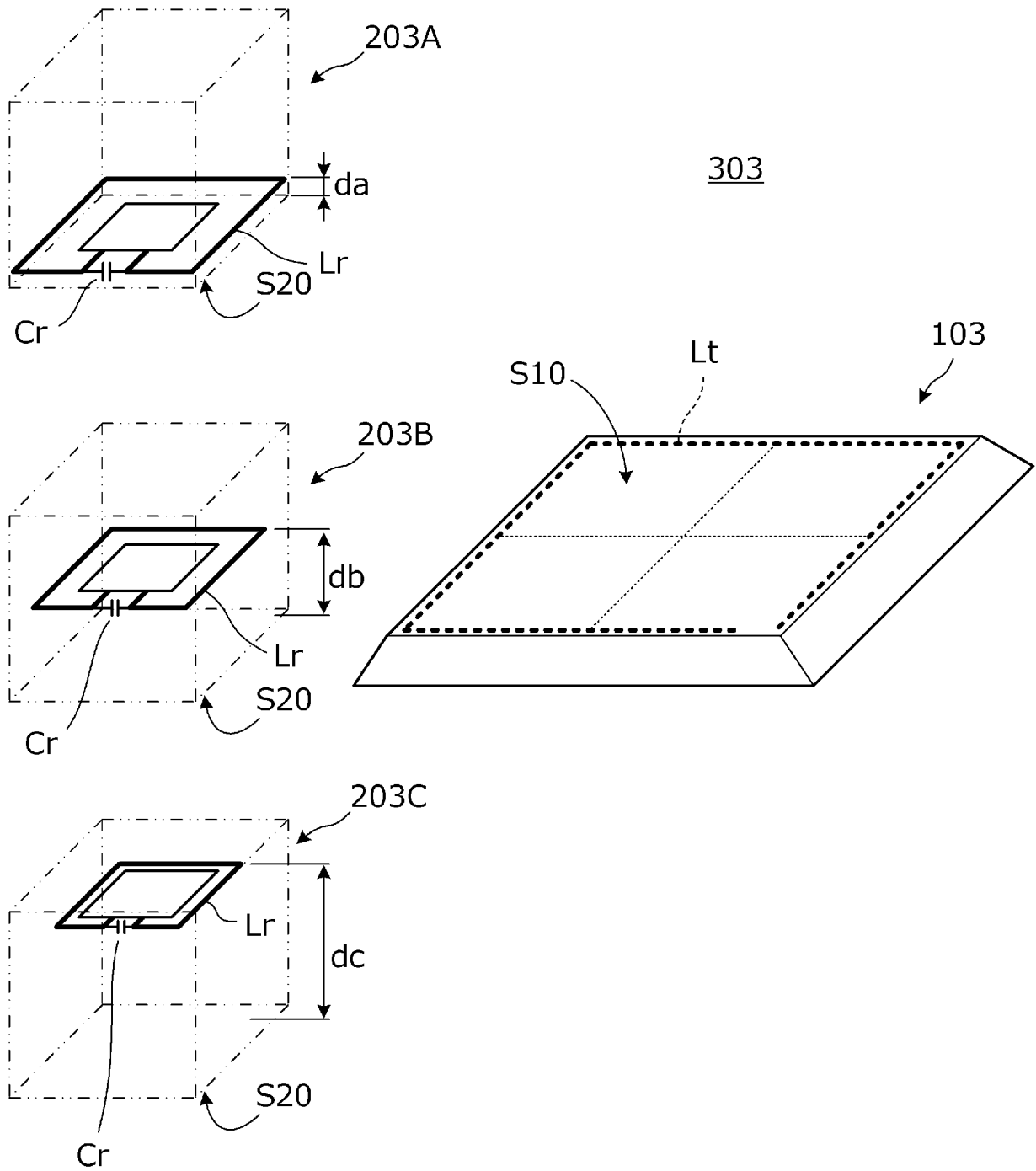


[図13]

*Fig.13*102B

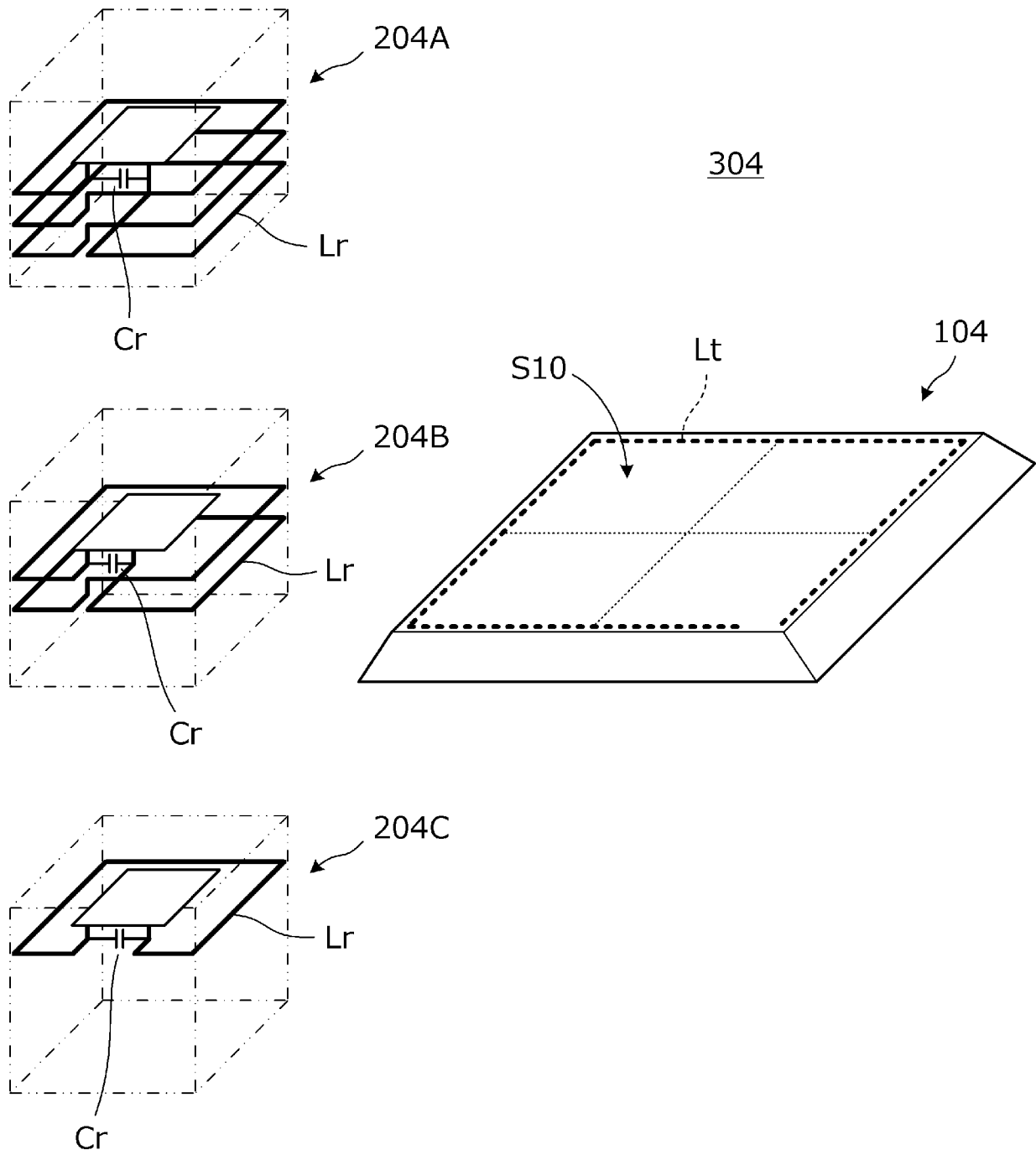
[図14]

Fig.14



[図15]

Fig.15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J50/12(2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J50/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-069685 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 03 March 2000 (03.03.2000), paragraphs [0019] to [0021], [0029] to [0032]; fig. 4, 8 (Family: none)	1-4
Y	JP 2015-505239 A (Access Business Group International L.L.C.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0075] to [0077], [0080] to [0083]; fig. 14 to 17, 25, 27, 31 & US 2015/0035376 A1 & WO 2013/112526 A1 paragraphs [0110] to [0112], [0115] to [0118]; fig. 14 to 17, 25, 27, 31 & TW 201347345 A & CN 104067477 A & KR 10-2014-0117428 A	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 June 2016 (14.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063947

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-072963 A (NEC Saitama, Ltd.), 21 April 2014 (21.04.2014), paragraphs [0037] to [0041], [0046]; fig. 8 (Family: none)	1-4
A	JP 2000-184606 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 June 2000 (30.06.2000), paragraphs [0009] to [0019]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J50/12(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02J50/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2000-069685 A（松下電工株式会社）2000.03.03, 段落【0019】－【0021】、【0029】－【0032】、図4, 8（ファミリーなし）	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

竹下 翔平

5 T

5379

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2015-505239 A (アクセス ビジネス グループ インターナショナル リミテッド ライアビリティ カンパニー) 2015.02.16, 段落【0075】－【0077】, 【0080】－【0083】, 図14－17, 25, 27, 31 & US 2015/0035376 A1 & W0 2013/112526 A1, 段落【0110】－【0112】, 【0115】－【0118】, 図14－17, 25, 27, 31 & TW 201347345 A & CN 104067477 A & KR 10-2014-0117428 A	1－4
A	JP 2014-072963 A (埼玉日本電気株式会社) 2014.04.21, 段落【0037】－【0041】, 【0046】, 図8 (ファミリーなし)	1－4
A	JP 2000-184606 A (三洋電機株式会社) 2000.06.30, 段落【0009】－【0019】, 図1－3 (ファミリーなし)	1－4