

(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
2015 年 3 月 5 日(05.03.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/029322 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 1/52 (2006.01) H01Q 9/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/003870
- (22) 国際出願日: 2014 年 7 月 23 日(23.07.2014)
- (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 2013-175562 2013 年 8 月 27 日(27.08.2013) JP
- (71) 出願人: NECプラットフォームズ株式会社
(NEC PLATFORMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2138511 神奈川県川崎市高津区北見方 2 丁目 6 番 1 号
Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 三浦 健(MIURA, Ken); 〒2138511 神奈川県川崎市高津区北見方 2 丁目 6 番 1 号 NECプラットフォームズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内 Tokyo (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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

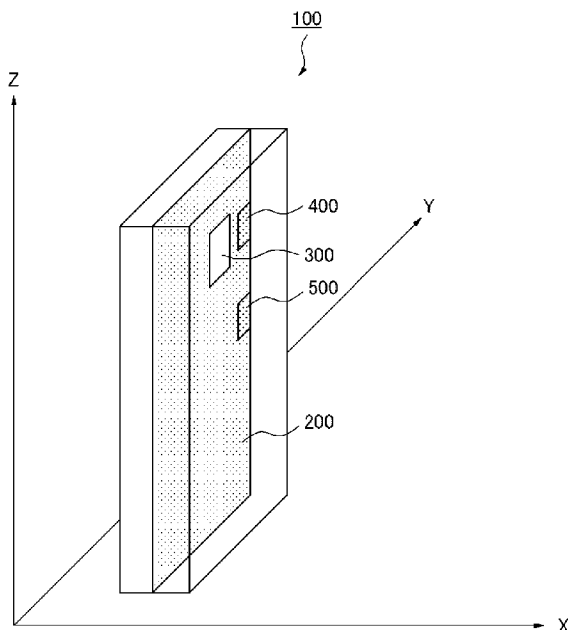
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ANTENNA AND WIRELESS COMMUNICATION APPARATUS

(54) 発明の名称: アンテナおよび無線通信装置

[図2]



(57) Abstract: Provided is an antenna capable of maintaining excellent antenna characteristics even in the cases where the antenna cannot be disposed at a desired position and even in the cases where a plurality of antennas are disposed in an apparatus. This antenna is characterized in being provided with: a printed wiring board; an antenna circuit, which is disposed at a predetermined end section of the printed wiring board, and which transmits/receives radio waves having a wavelength (λ); and a serial resonance circuit disposed at a position at a distance corresponding to the wavelength (λ) from the antenna circuit, said position being at the predetermined end section of the printed wiring board. The antenna is also characterized in being disposed such that the extending direction of the predetermined end section is orthogonal to the radio wave receiving direction.

(57) 要約: アンテナを所望の位置に配置できない場合や装置内にアンテナを複数配置した場合においても、良好なアンテナ特性を維持できるアンテナを提供する。本発明のアンテナは、プリント配線基板、プリント配線基板の所定の端部に配置され、波長 λ の電波を送受信するアンテナ回路、および、プリント配線基板の所定の端部の、アンテナ回路から波長 λ に応じた距離だけ離れた位置に配置された直列共振回路を備え、所定の端部の伸長方向が電波の受波方向と直交するように配置されることを特徴とする。

WO 2015/029322 A1

明 細 書

発明の名称： アンテナおよび無線通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、アンテナおよび無線通信装置に関し、特に、通信装置との無線通信に使用されるアンテナおよび無線通信装置に関する。

背景技術

[0002] 無線通信の普及と共に、１つの装置で複数の無線方式に対応できることが一般的になってきている。１つの装置において、時間や場所に制約されることなくいつでも様々な無線方式に対応できるように、アンテナを装置内の最適な位置に配置することが望ましい。また、複数の無線方式に対応するために、装置内に複数のアンテナを配置する場合もある。

[0003] 一方、携帯電話やスマートフォン等を代表とする可搬端末に対しては、高機能化に加えて小型化が要求されている。従って、装置設計においては、端末内に多数の部品を配置することが要求される。複数の無線方式に対応するためには最適な位置にアンテナを配置する必要があるが、他部品とのトレードオフの結果、アンテナを装置内の最適な位置に配置できない場合がある。

[0004] そこで、多層化プリント基板上の外周であれば、何処に実装しても良好な特性を維持できる、スプリットリング共振器（SRR：Split Ring Resonator）アンテナを適用することが提案されている。SRRアンテナは、例えば、特許文献１に開示されている。

[0005] 特許文献１のアンテナを図１３に示す。図１３に示されたアンテナ９００において、多層化プリント基板９１０の誘電体層９２０の上下に導体層９３０、９４０が配置されている。そして、導体層９３０、９４０の端部領域に開口９３１、９４１および切欠９３２、９４２が形成されることによって、スプリットリング部９５１、９５２が形成される。さらに、スプリットリング部９５１、９５２を電氣的に接続する導電ビア９５３と、導電ビア９５３に接続された給電線９５４と、が誘電体層９２０内に配置されることにより

、SRRアンテナ950が形成される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2013/027824号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] SRRアンテナは、多層化プリント基板上の外周であれば、何処に実装しても特性の良いアンテナとして機能する。しかし、特定の方向のアンテナ利得を得たい場合には、何処に実装しても良い訳では無い。例えば、他部品とのトレードオフの結果、SRRアンテナを天地方向の中央位置に配置できない場合、水平方向のアンテナ利得が低下することがある。さらに、SRRアンテナを装置内に複数配置した場合、複数のSRRアンテナが干渉し合い、アイソレーションが悪化する。

[0008] 本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、アンテナを所望の位置に配置できない場合や装置内にアンテナを複数配置した場合においても、良好なアンテナ特性を維持できる、アンテナおよび無線通信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

[0009] 上記目的を達成するために本発明に係るアンテナは、プリント配線基板と、プリント配線基板の所定の端部に配置され、波長 λ の電波を送受信するアンテナ回路と、プリント配線基板の所定の端部の、アンテナ回路から波長 λ に応じた距離だけ離れた位置に配置された直列共振回路と、を備え、所定の端部の伸長方向が電波の受波方向と直交するように配置されることを特徴とする。

[0010] 上記目的を達成するために本発明に係る無線通信装置は、無線IC(Integrated Circuit)と、外部装置から受信した波長 λ の電波を無線ICへ送信し、無線ICから受信した波長 λ の電波を外部装置へ送信する、上記のアンテナ

と、を備え、外部装置とXY平面上において対向配置されることを特徴とする。

発明の効果

[0011] 上述した本発明の態様によれば、アンテナを所望の位置に配置できない場合や装置内にアンテナを複数配置した場合においても、良好なアンテナ特性を維持できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1A]第1の実施形態に係るアンテナ10の正面図である。

[図1B]第1の実施形態に係るアンテナ10Bの正面図である。

[図2]第2の実施形態に係る無線ルーター100を部屋内に設置した時の図である。

[図3]第2の実施形態に係るプリント基板200の正面図およびA-A線で切断した時の断面図である。

[図4A]第2の実施形態に係るSRRアンテナ400およびダミーSRR500の分解斜視図である。

[図4B]第2の実施形態に係るSRRアンテナ400およびダミーSRR500の断面図である。

[図5A]第2の実施形態に係るSRRアンテナ400の機能構成図である。

[図5B]第2の実施形態に係るダミーSRR500の機能構成図である。

[図6A]第2の実施形態に係る無線ルーター100のアンテナ利得である。

[図6B]背景技術に係る無線ルーター900のアンテナ利得である。

[図7A]第2の実施形態に係る無線ルーター100の高周波電流の状態である。

[図7B]背景技術に係る無線ルーター900の高周波電流の状態である。

[図8]第3の実施形態に係るプリント基板200Bの正面図である。

[図9A]ダミーSRR500Bを配置した場合の高周波電流の状態である。

[図9B]ダミーSRR500Bを配置しない場合の高周波電流の状態である。

[図10A]ダミーSRR500Bを配置した場合のアイソレーショングラフであ

る。

[図10B]ダミーSR R 5 0 0 Bを配置しない場合のアイソレーショングラフである。

[図11]第3の実施形態の変形例に係るプリント基板2 0 0 Cの正面図である。

[図12A]ダミーSR R 5 0 0 Cを配置した場合のアイソレーショングラフである。

[図12B]ダミーSR R 5 0 0 Cを配置しない場合のアイソレーショングラフである。

[図13]特許文献1に係るアンテナ9 0 0の分解斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] (第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態について説明する。本実施形態に係るアンテナの正面図を図1 Aに示す。図1 Aにおいて、アンテナ1 0は、プリント配線基板2 0、アンテナ回路3 0および直列共振回路4 0によって構成される。ここで、アンテナ1 0の高さ方向をZ方向、幅方向をY方向、厚さ方向をX方向とする。

[0014] 本実施形態に係るアンテナ1 0は、外部装置と無線通信する無線通信装置等に配置される。アンテナ1 0は、無線通信の相手である外部装置とXY平面上において対向するように配置される。

[0015] プリント配線基板2 0は、アンテナ回路3 0および直列共振回路4 0の他、図示されない多数の電気部品が実装されている。アンテナ1 0がXY平面上に配置される時、プリント配線基板2 0はXY平面と直交するYZ平面と平行に配置される。

[0016] アンテナ回路3 0は、プリント配線基板2 0のZ方向に延びる端部に配置されている。アンテナ回路3 0は、アンテナ回路3 0において生成される+Z方向に流れる高周波電流と、-Z方向に流れる高周波電流とが互いに打ち消し合うことを避けるために、プリント配線基板2 0のZ方向の中央に配置

されることが望ましい。＋Ｚ方向に流れる高周波電流と、－Ｚ方向に流れる高周波電流とが互いに打ち消し合う場合、外部装置と対向するＸＹ方向のアンテナ利得が劣化する。本実施形態においては、他の電気部品とのトレードオフの結果、アンテナ回路３０はプリント配線基板２０のＺ方向の中央以外の位置に配置されている。

[0017] 直列共振回路４０は、プリント配線基板２０のアンテナ回路３０が配置されている端部の、アンテナ回路３０から所定の距離だけ離れた位置に配置される。直列共振回路４０としては、例えば、プリント配線基板２０の上面において、リング状の金属膜の一部を切断することによって略Ｃ字型に形成されたスプリットリング共振器を適用することができる。スプリットリング共振器は、切断部に生じたキャパシタンスと、Ｃ字型の周囲をリング状に流れる電流によって生じるインダクタンスとからＬＣ直列共振回路として機能し、ターゲットとする周波数の電流を吸収する。

[0018] 上記のように構成された直列共振回路４０を、プリント配線基板２０のアンテナ回路３０が配置されているＺ方向に伸びる端部に配置することにより、直列共振回路４０は、アンテナ回路３０において生成された＋Ｚ方向に流れる高周波電流および－Ｚ方向に流れる高周波電流を吸収する。これにより、＋Ｚ方向に流れる高周波電流と、－Ｚ方向に流れる高周波電流とが互いに打ち消し合うことを低減することができ、ＸＹ方向のアンテナ利得が良好に維持される。

[0019] 以上のように、本実施形態に係るアンテナ１０は、直列共振回路４０を、プリント配線基板２０のアンテナ回路３０が配置されている端部に配置することにより、アンテナ回路３０をプリント配線基板２０のＺ方向の中央位置に配置できない場合においても良好なアンテナ特性を維持することができる。

[0020] なお、複数の無線方式に対応するために、プリント配線基板に複数のアンテナ回路を配置する場合においても、直列共振回路をプリント配線基板のアンテナ回路が配置されている端部に配置することにより良好なアンテナ特性

を維持することができる。

[0021] プリント配線基板に複数のアンテナ回路が配置されたアンテナの正面図を図Bに示す。図1Bにおいて、アンテナ10Bは、プリント配線基板20B、第1アンテナ回路31B、第2アンテナ回路32Bおよび直列共振回路40Bによって構成される。

[0022] 第1アンテナ回路31Bおよび第2アンテナ回路32Bは、例えば、スプリットリング共振器アンテナや逆L型アンテナを適用することができる。また、直列共振回路40Bは、図1Aで説明した上述の直列共振回路40を適用することができる。

[0023] そして、図1Bに示すように、プリント配線基板20BのZ方向に延びる端部に、第1アンテナ回路31B、直列共振回路40B、第2アンテナ回路32Bが、この順で配置されている。プリント配線基板20Bの所定の端部に2つのアンテナ回路31B、32Bを配置する場合、プリント配線基板20Bには、第1アンテナ回路31Bから発せられた+Z方向に流れる高周波電流 $\alpha 1$ および-Z方向に流れる高周波電流 $\beta 1$ 、第2アンテナ回路32Bから発せられた+Z方向に流れる高周波電流 $\alpha 2$ および-Z方向に流れる高周波電流 $\beta 2$ が流れる。

[0024] そして、第1アンテナ回路31Bと、第2アンテナ回路32Bとの間に直列共振回路40Bを配置することにより、アンテナ回路31B、32Bから発せられた高周波電流 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ が直列共振回路40Bによって吸収され、高周波電流 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ が互いに打消し合うことを抑制することができる。従って、本実施形態に係るアンテナ10Bは、プリント配線基板20Bに複数のアンテナ回路31B、32Bを配置した場合においても、良好なアンテナ特性を維持することができる。

[0025] (第2の実施形態)

第2の実施形態について説明する。本実施形態では、無線通信装置として無線ルーターを適用する。本実施形態に係る無線ルーターを部屋内に設置した時の状態を図2に示す。本実施形態に係る無線ルーター100は、通常、

内部に配置されたプリント基板200が部屋の床面と直交する方向に設置される。そして、本実施形態に係る無線ルーター100を部屋内に設置した時、プリント基板200の右上領域に無線IC300が、その近傍にSRR (Split Ring Resonator : スプリットリング共振器) アンテナ400が、SRRアンテナ400の下方にダミーSRR500が配置される。以下、床面と平行な面をXY面、無線ルーター100の背面と平行な面をYZ面とする。

[0026] 図2のように無線ルーター100を部屋内の床面(XY面)に設置した時、無線ルーター100とスマートフォンやタブレット等の対向機とはXY方向に対向する。無線ルーター100は対向機との間で電波を送受信することから、XY方向のアンテナ利得が最も重要となる。

[0027] プリント基板200は、無線ルーター100を部屋内に設置した時に床面と直交する。プリント基板200には、無線IC300、SRRアンテナ400およびダミーSRR500の他、図示されない多数の電気部品が実装されている。プリント基板200の正面図およびA-A線で切断した時の断面図を図3に示す。プリント基板200は、図3に示すように、誘電体230の前面に第1導体層210を、後面に第2導体層220を配置することによって構成される。ここで、本実施形態に係るプリント基板200のZ方向の長さは、無線IC300が扱う電波の波長 λ と略同じ長さに形成されている。

[0028] 無線IC300は、プリント基板200の前面に配置され、SRRアンテナ400を介して、図示しないスマートフォンやタブレット等の対向機との間で電波を送受信する。本実施形態において、無線IC300は、他の電気部品とのトレードオフの結果、プリント基板200の上端から略 $\lambda/4$ 下方位置に配置されている。

[0029] SRRアンテナ400は、プリント基板200の端部に配置され、対向機から受信した電波を無線IC300へ送信し、無線IC300から受信した電波を対向機へ送信する。SRRアンテナ400は、電波の通過ロスを最小限にするために、無線IC300の入出力端子の極近に配置される。無線IC

C300がプリント基板200の上端から略 $\lambda/4$ 下方位置に配置されていることから、本実施形態のSRRアンテナ400はプリント基板200の上端から $\lambda/4$ 下方位置の端部に配置される。

[0030] ダミーSRR500は、SRRアンテナ400から $\lambda/4$ 下方、すなわち、プリント基板200のZ方向の中心位置（ $\lambda/2$ の高さ）に配置される。ダミーSRR500は、SRRアンテナ400から $\lambda/4$ 下方位置において、SRRアンテナ400から発せられる高周波電流を吸収する。

[0031] SRRアンテナ400およびダミーSRR500について詳細に説明する。SRRアンテナ400およびダミーSRR500の分解斜視図を図4Aに、断面図を図4Bに示す。また、SRRアンテナ400の機能構成図を図5Aに、ダミーSRR500の機能構成図を図5Bに示す。

[0032] SRRアンテナ400は、図4Aに示すように、背景技術で説明した図13のSRRアンテナ950と同様に構成され、第1スプリットリング部401、第2スプリットリング部402、複数の導電ビア403および給電線404によって構成される。

[0033] 第1スプリットリング部401は、第1導体層210の無線IC300近傍の端部領域に第1開口211を形成し、第1開口211と第1導体層210の端部との間に形成された帯状領域を分断する第1切欠212をさらに形成することによって形成される。

[0034] 第2スプリットリング部402は、同様に、第2導体層220の第1開口211と対向する位置に第2開口221を形成し、さらに、第1切欠212と対向する位置に第2切欠222を形成することによって形成される。

[0035] 図4Aに示すように、導電ビア403は、開口211、221の周囲に複数配置される。導電ビア403は、例えば、第1導体層210、誘電体230および第2導体層220をドリルによって貫通させ、内部をめっきすることによって形成される。

[0036] 給電線404は、誘電体230の内部に配置された長尺の導電層である。給電線404の一端は導電ビア403に接続され、他端はプリント基板200

0の反対側の端部において図示しないRF (Radio Frequency) 回路に接続されている。

[0037] 本実施形態では、第1スプリットリング部401、第2スプリットリング部402および給電線404を銅箔によって形成した。なお、第1スプリットリング部401、第2スプリットリング部402および給電線404は導電性であれば他の材料によって形成されても良い。

[0038] 上記のように構成されたSRRアンテナ400は、第1切欠212および第2切欠222によって生じるキャパシタンスと、第1開口211および第2開口221の周囲をリング状に流れる電流によって生じるインダクタンスとにより、LC直列共振回路を構成する。

[0039] すなわち、図5Aにおいて点線で示した左側領域によって、スプリットリング共振器が構成される。スプリットリング共振器の給電点に給電線404を介してRF回路から高周波信号が給電されることにより、SRRアンテナ400が共振周波数付近においてアンテナとして機能する。なお、第1開口211および第2開口221の大きさを大きくする、または、第1切欠212および第2切欠222の幅を狭くすることによって、共振周波数を低周波化できる。

[0040] また、図5Aにおいて一点鎖線で示した右側領域によって、インピーダンス整合用ループが構成される。インピーダンス整合用ループにより、無線IC300の入出力端子とSRRアンテナ400とのインピーダンス整合を行う。

[0041] ダミーSRR500は、図4Aに示すように、第1導体層210の端部領域に第3開口213を形成し、第3開口213と第1導体層210の端部との間に形成された帯状領域を分断する第3切欠214をさらに形成することによって形成される。そして、図5Bに示すように、ダミーSRR500は、第3切欠214に生じるキャパシタンスと、第3開口213の周囲をリング状に流れる電流によって生じるインダクタンスとから、LC直列共振回路を構成する。ダミーSRR500はスプリットリング共振器として機能し、

所望の周波数の電流を吸収する。

[0042] 上記のように構成された SRR アンテナ 400 およびダミー SRR 500 を備えた無線ルーター 100 を Wi-Fi (Wireless Fidelity、周波数: 2.4GHz、 $\lambda = 125\text{mm}$) に適用した場合のアンテナ特性について検討する。以下、無線ルーター 100 が図 3 に示した構成を有する場合について説明する。すなわち、プリント基板 200 の Z 方向の長さは Wi-Fi で使用される電波の波長 λ と同じ 125mm に形成され、プリント基板 200 の右側側辺の上端から $\lambda/4$ 高さの位置に SRR アンテナ 400 が配置され、 $\lambda/2$ 高さの位置 (中央位置) にダミー SRR 500 が配置される。

[0043] なお、比較として、ダミー SRR を配置していない、背景技術で説明した図 13 の無線ルーター 900 を Wi-Fi に適用した場合のアンテナ特性についても検討する。

[0044] ダミー SRR 500 を配置した無線ルーター 100 を Wi-Fi に適用した場合のアンテナ利得を図 6A に示す。また、ダミー SRR を配置していない無線ルーター 900 を Wi-Fi に適用した場合のアンテナ利得を図 6B に示す。また、なお、アンテナ利得の理想放射パターンを図 6A、図 6B にそれぞれ点線で示す。

[0045] 図 6B に示すように、ダミー SRR が配置されていない無線ルーター 900 のアンテナ利得は XY の全方向において低く、特に、SRR アンテナが配置されていない側の利得が顕著に低い。一方、図 6A に示すように、本実施形態に係る無線ルーター 100 は、SRR アンテナ 400 の $\lambda/4$ 下方にダミー SRR 500 が配置されることによって、アンテナ利得が理想放射パターンとほぼ一致する。

[0046] これは、SRR アンテナ 400 の $\lambda/4$ 下方にダミー SRR 500 を配置することによって、SRR アンテナ 400 から発せられる互いに向きが異なる高周波電流がダミー SRR 500 により吸収されるためである。ここで、高周波電流とはまさに電波を放射するための高周波の交流電流であり、Wi-Fi (周波数: 2.4GHz) の場合は 1 秒間に 24 億回振幅する交流電流である

。

[0047] 本実施形態に係る無線ルーター１００をWi-Fiに適用した場合の高周波電流の状態を図７Ａに示す。また、ダミーSRRを配置しない無線ルーター９００をWi-Fiに適用した場合の高周波電流の状態を図７Ｂに示す。

[0048] 図７Ａに示すように、SRRアンテナ４００から $\lambda/4$ 下方位置にダミーSRR５００を配置する場合、SRRアンテナ４００から発せられた互いに向きが異なる高周波電流がダミーSRR５００によって吸収され、互いに打ち消し合うことが低減される。これにより、XY方向のアンテナ利得が低下することが抑制される。

[0049] 一方、図７Ｂに示すように、ダミーSRRを配置しない無線ルーター９００の場合、SRRアンテナ９５０から発せられた上端部から下方へ流れる高周波電流 α と、下端部から上方へ流れる高周波電流 β とが、互いに打ち消し合う。この場合、スプリットリング共振器としての機能が低下し、XY方向のアンテナ利得が低下する。なお、ダミーSRRを配置しない場合であっても、プリント基板２００の端部の中央高さにSRRアンテナ９５０を配置できる場合は、高周波電流 α と高周波電流 β とが互いに打ち消し合うことがなく、アンテナ利得の低下は発生しない。

[0050] 上記のように、本実施形態に係る無線ルーター１００は、SRRアンテナ４００をプリント基板２００の端部の中央高さに配置できない場合に、SRRアンテナ４００から $\lambda/4$ 下方位置にダミーSRR５００を配置した。これにより、SRRアンテナ４００から発せられる互いに向きが異なる２つの高周波電流がダミーSRR５００によって吸収され、高周波電流同士が打ち消し合うことが低減される。従って、他部品とのトレードオフの結果、プリント基板２００の中央高さにSRRアンテナ４００を配置できない場合においても、床面と平行な方向のアンテナ利得を良好に維持することができる。

[0051] なお、本実施形態では、プリント基板２００のZ方向の長さを、無線IC３００が扱う電波の波長 λ と略同じ長さに形成したが、 λ よりも長く形成することもできる。この場合、SRRアンテナ４００の上下に $\lambda/4$ の間隔で

ダミーSRR500を配置すれば良い。 $\lambda/4$ の間隔でダミーSRR500を配置することにより、ダミーSRR500において不要な高周波電流が吸収され、XY方向のアンテナ利得が良好に維持される。

[0052] (第3の実施形態)

第3の実施形態について説明する。本実施形態に係る無線ルーターは、MIMO (Multiple-input and Multiple-output) 技術に対応する。MIMO技術とは、複数のアンテナを組み合わせることによって広い通信帯域に対応する無線通信技術であり、WiFiやLTE (Long Term Evolution) 等の通信方式に適用される。本実施形態に係る無線ルーター100Bは、MIMO技術に対応するために2つのSRRアンテナが内部に配置される。

[0053] 本実施形態に係る無線ルーター100B内に配置されているプリント基板の正面図を図8に示す。図8に示すように、プリント基板200BはZ方向の長さが λ に形成されている。そして、プリント基板200Bの上端から $\lambda/4$ 下方位置に無線IC310Bが配置され、プリント基板200Bの下端から $\lambda/4$ 上方位置に無線IC320Bが配置されている。

[0054] さらに、プリント基板200Bの無線IC310Bと同じ高さの端部領域にSRRアンテナ410Bが、プリント基板200Bの無線IC320Bと同じ高さの端部領域にSRRアンテナ420Bが配置されている。また、プリント基板200BのZ方向中央($\lambda/2$)の端部領域にダミーSRR500Bが配置されている。

[0055] SRRアンテナ410B、420Bは、第2の実施形態で説明した図4A、図4BのSRRアンテナ400と同様に構成されている。一方、ダミーSRR500Bは、第2の実施形態で説明した図4AのダミーSRR500と同様に構成されている。つまり、SRRアンテナ410B、420Bはスプリットリング共振器を構成し、給電点に高周波信号が給電されることによってアンテナとして機能する。また、ダミーSRR500Bは、スプリットリング共振器を構成し、SRRアンテナ410B、420Bから発せられた高周波電流を吸収する。

[0056] 2つのSRRアンテナを配置した無線ルーターにおいて、ダミーSRR500Bを配置した時の高周波電流の状態を図9Aに、ダミーSRRを配置しない場合の高周波電流の状態を図9Bに、示す。また、2つのSRRアンテナを配置した無線ルーターをWi-Fiに適用した場合において、ダミーSRR500Bを配置した時のアイソレーショングラフを図10Aに、ダミーSRRを配置しない場合のアイソレーショングラフを図10Bに示す。ここで、Wi-Fiでは周波数：2.4GHzの電波が使用される。

[0057] ここで、アイソレーションとは、複数のアンテナ同士の干渉を示す度合いである。アイソレーションが小さい状態とは、複数のアンテナ同士の干渉が大きく、互いのアンテナ特性に悪影響を及ぼしている状態である。図10A、図10Bにおいて、X軸は周波数（MHz）、Y軸はアイソレーション（dB）である。なお、図10A、図10BのY軸において、下に向かうほどアイソレーションが改善される。

[0058] 図9Bに示すように、ダミーSRRを配置しない場合、SRRアンテナ410Bから発せられた上端部から下方へ流れる高周波電流 α 1および下端部から上方へ流れる高周波電流 β 1、SRRアンテナ420Bから発せられた上端部から下方へ流れる高周波電流 α 2および下端部から上方へ流れる高周波電流 β 2が、互いに干渉して打ち消し合う。この場合、図10Bに示すように、ターゲットである2400～2500（MHz）において十分なアイソレーションが得られない。

[0059] 一方、図9Aに示すように、ダミーSRR500Bを配置することにより、例えば、SRRアンテナ410Bから発せられる下端部から上方へ流れる高周波電流 β 1と、SRRアンテナ420Bから発せられる上端部から下方へ流れる高周波電流 α 2とが、ダミーSRR500Bによって吸収され、干渉が小さくなる。その結果、図10Aに示すように、ターゲットである2400～2500（MHz）において、アイソレーションが数dB改善される。

[0060] なお、本実施形態においては、プリント基板200BのZ方向の長さを λ に形成し、Z方向に $\lambda/4$ の間隔で、SRRアンテナ410B、ダミーSRR

R500BおよびSRRアンテナ420Bをこの順に配置したが、これに限定されない。例えば、プリント基板200BのZ方向の長さが λ より大きい場合は、 $\lambda/4$ の間隔でSRRアンテナとダミーSRRとを交互に配置することにより、アイソレーションの悪化を抑制することができる。

[0061] (第3の実施形態の変形例)

第3の実施形態の変形例について説明する。第3の実施形態においては、アンテナとしてSRRアンテナ410B、420Bを適用したが、例えば、アンテナとして逆L型アンテナを適用することもできる。本実施形態においては、無線ルーター100C内に2つの逆L型アンテナを配置する。本実施形態に係るアンテナのプリント基板の正面図を図11に示す。

[0062] 図11に示すように、プリント基板200CはZ方向の長さが λ に形成され、プリント基板200Cの上端から $\lambda/4$ 下方位置に無線IC310Cが、プリント基板200Cの下端から $\lambda/4$ 上方位置に無線IC320Cが配置されている。そして、プリント基板200Cの無線IC310Cと同じ高さの端部領域に逆L型アンテナ610Cが、プリント基板200Cの無線IC320Cと同じ高さの端部領域に逆L型アンテナ620Cが配置されている。また、プリント基板200CのZ方向中央($\lambda/2$)の端部領域にダミーSRR500Cが配置されている。

[0063] そして、逆L型アンテナ610C、620Cを適用した場合において、ダミーSRR500Cを配置した時のアイソレーショングラフを図12Aに、ダミーSRRを配置しない場合のアイソレーショングラフを図12Bに示す。

[0064] 逆L型アンテナを適用した場合においても、逆L型アンテナ610C、620Cからそれぞれ $\lambda/4$ だけ離れた位置にダミーSRR500Cを配置することにより、例えば、逆L型アンテナ610Cから発せられる下端部から上方へ流れる高周波電流と、逆L型アンテナ620Cから発せられる上端部から下方へ流れる高周波電流とが、ダミーSRR500Cによって吸収され、干渉が小さくなる。その結果、図12Aに示すように、ターゲットである

2400～2500（MHz）において、アイソレーションが数dB改善される。

[0065] 本願発明は上記実施形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があってもこの発明に含まれる。

[0066] 本願発明は、2013年8月27日に出願された日本出願特願2013-175562を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0067] 本願発明に係るアンテナは、Wi-FiやLTE等の通信方式に対応した無線装置等に適用することができる。

符号の説明

- [0068]
- | | |
|---------------|-------------|
| 10、10B | アンテナ |
| 20、20B | プリント配線基板 |
| 30、31B、32B | アンテナ回路 |
| 40、40B | 直列共振回路 |
| 100、100B、100C | 無線ルーター |
| 200、200B、200C | プリント基板 |
| 210、220 | 導体層 |
| 211、213、221 | 開口 |
| 212、214、222 | 切欠 |
| 230 | 誘電体 |
| 300、310B、320B | 無線IC |
| 400、410B、420B | SRRアンテナ |
| 401 | 第1スプリットリング部 |
| 402 | 第2スプリットリング部 |
| 403 | 導電ビア |
| 404 | 給電線 |
| 500、500B、500C | ダミーSRR |

610C、620C 逆L型アンテナ
900 アンテナ
910 多層化プリント基板
920 誘電体層
930、940 導体層
931、941 開口
932、942 切欠
950 SRRアンテナ
951、952 スプリットリング部
953 導電ビア
954 給電線

請求の範囲

- [請求項1] プリント配線基板と、
前記プリント配線基板の所定の端部に配置され、波長 λ の電波を送受信するアンテナ回路と、
前記プリント配線基板の所定の端部の前記アンテナ回路から前記波長 λ に応じた距離だけ離れた位置に配置された直列共振回路と、
を備え、
前記所定の端部の伸長方向が前記電波の受波方向と直交するように配置されることを特徴とするアンテナ。
- [請求項2] 前記直列共振回路は、金属リングの一部を切断することによって略C字型に形成されたスプリットリング共振器である、請求項1記載のアンテナ。
- [請求項3] 前記プリント配線基板の前記所定の端部の長さは、前記波長 λ と略同じに形成され、
前記アンテナ回路は、前記所定の端部の、前記アンテナの配置面から $\lambda/4$ 高さに配置され、
前記直列共振回路は、前記所定の端部の、前記アンテナの配置面から $\lambda/2$ 高さに配置される、
請求項1または2記載のアンテナ。
- [請求項4] 前記プリント配線基板は、誘電体層、前記誘電体層の一方の面に配置された第1導電層および前記誘電体層の他方の面に配置された第2導電層を備え、
前記アンテナ回路は、
前記第1導電層に形成された略C型の第1スプリットリング部と、
前記第2導電層に形成され、前記第1スプリットリング部と対向する略C型の第2スプリットリング部と、
前記第1スプリットリング部と前記第2スプリットリング部とを電気的に接続する導電ビアと、

一端が前記導電ビアに接続され、他端から給電される給電線と、
によって構成されるスプリットリング共振器アンテナである、
請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載のアンテナ。

[請求項5] 前記プリント配線基板の所定の端部に配置され、前記直列共振回路の
前記アンテナ回路とは反対側に配置された第 2 アンテナ回路をさらに
備える、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載のアンテナ。

[請求項6] 前記第 2 アンテナ回路は、前記プリント配線基板の所定の端部の、前
記アンテナの配置面から $3/4 \cdot \lambda$ 高さに配置される、請求項 5 記載
のアンテナ。

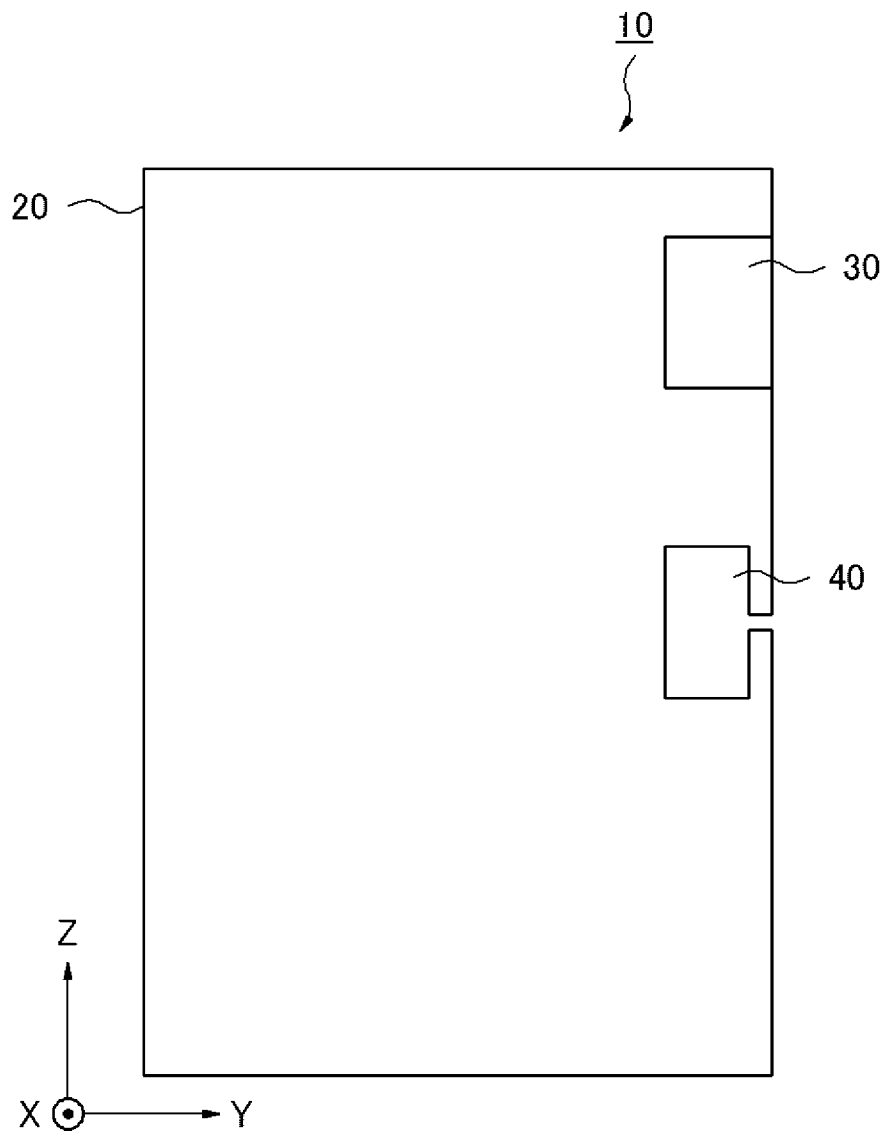
[請求項7] 前記第 2 アンテナ回路は、スプリットリング共振器アンテナである、
請求項 5 または 6 記載のアンテナ。

[請求項8] 前記プリント配線基板の所定の端部に配置され、前記直列共振回路の
前記アンテナ回路とは反対側に配置された第 2 アンテナ回路をさらに
備え、
前記アンテナ回路および前記第 2 アンテナ回路は、逆 L 型アンテナで
ある、
請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載のアンテナ。

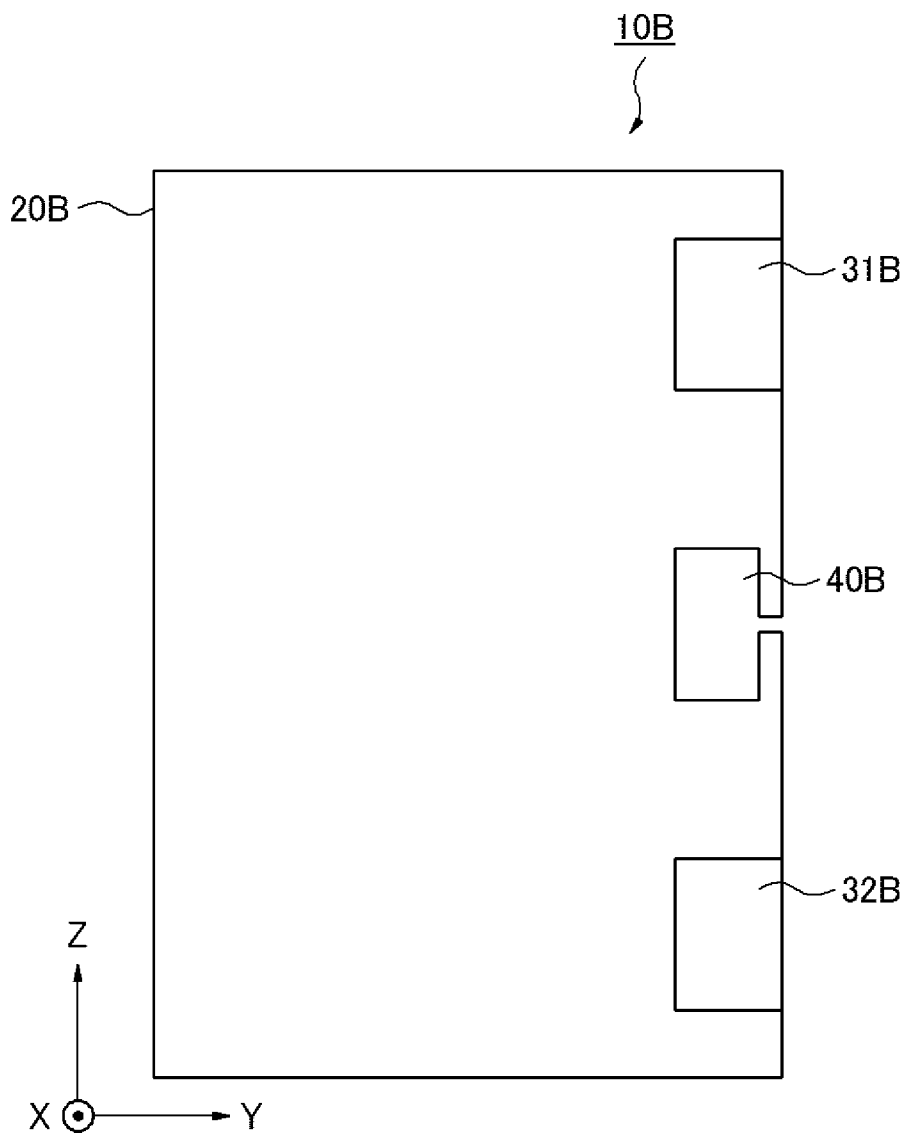
[請求項9] 前記第 2 アンテナ回路は、前記プリント配線基板の所定の端部の、前
記アンテナの配置面から $3/4 \cdot \lambda$ 高さに配置される、請求項 8 記載
のアンテナ。

[請求項10] 無線 IC と、
外部装置から受信した波長 λ の電波を前記無線 IC へ送信し、前記無
線 IC から受信した波長 λ の電波を前記外部装置へ送信する、請求項
1 乃至 9 のいずれか 1 項記載のアンテナと、
を備え、
前記外部装置と XY 平面上において対向配置されることを特徴とする
無線通信装置。

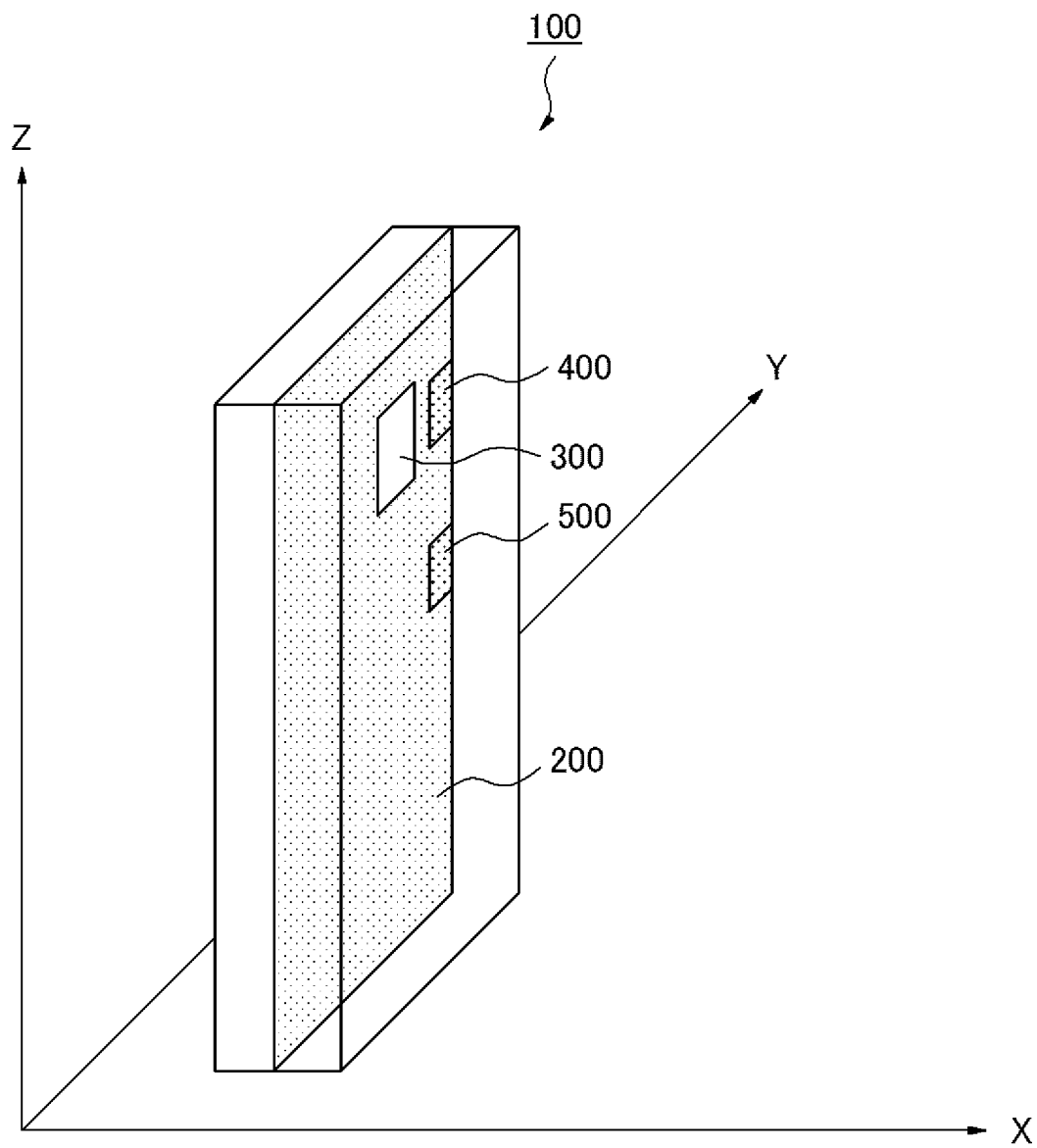
[図1A]



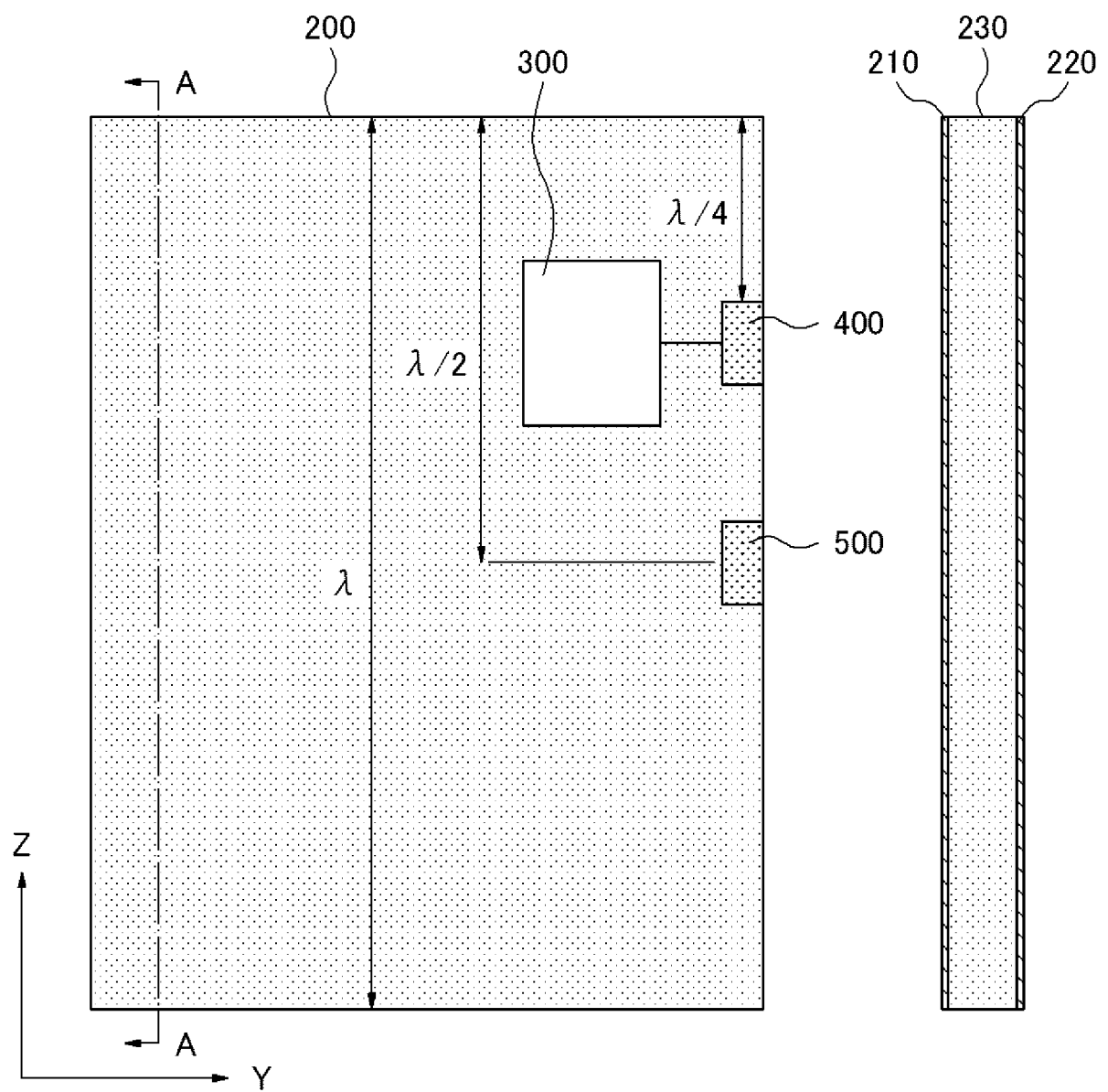
[図1B]



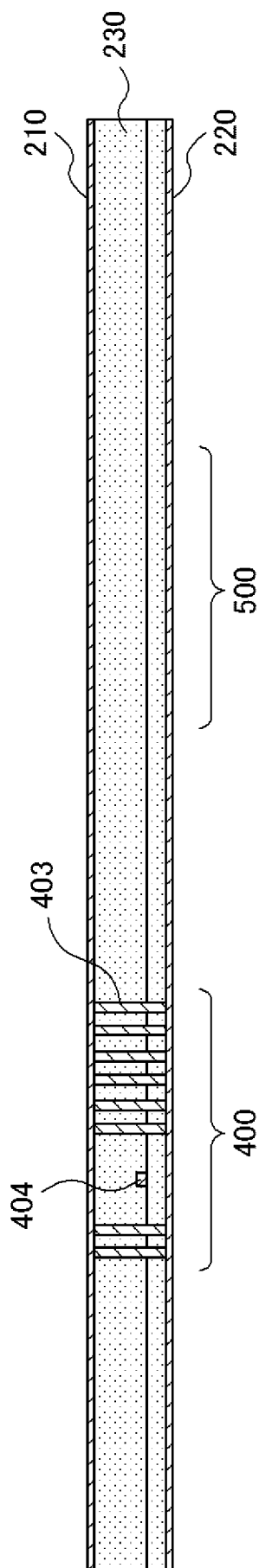
[図2]



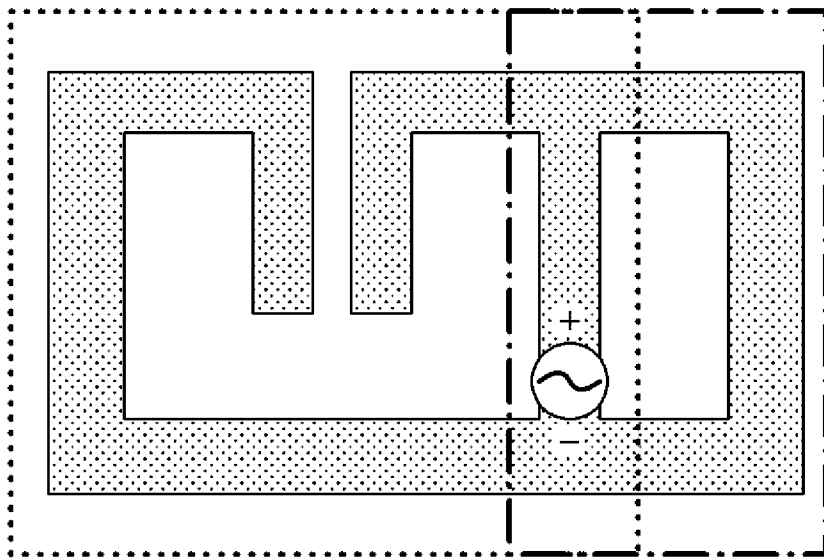
[図3]



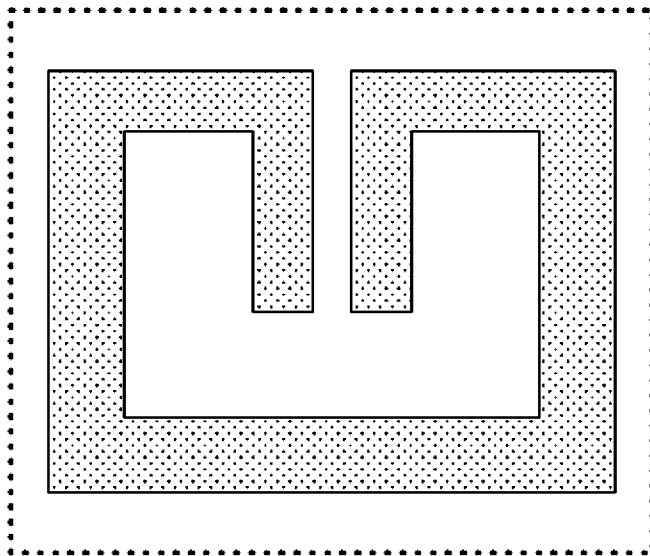
[図4B]



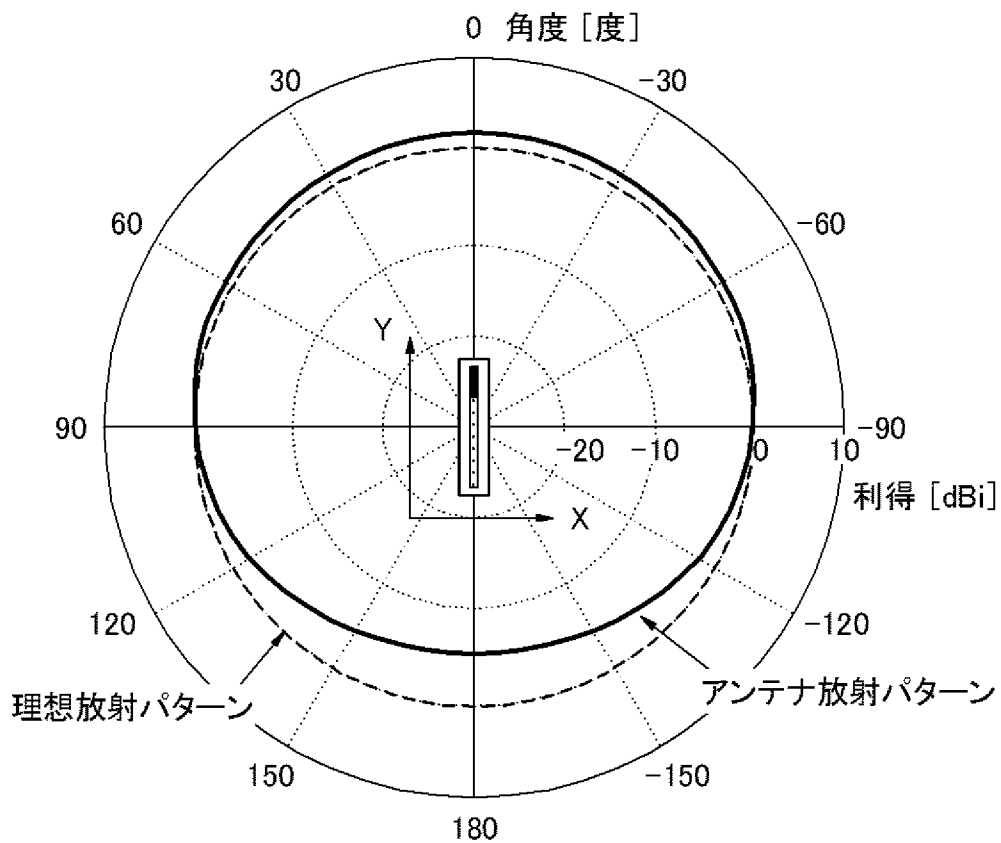
[図5A]



[図5B]

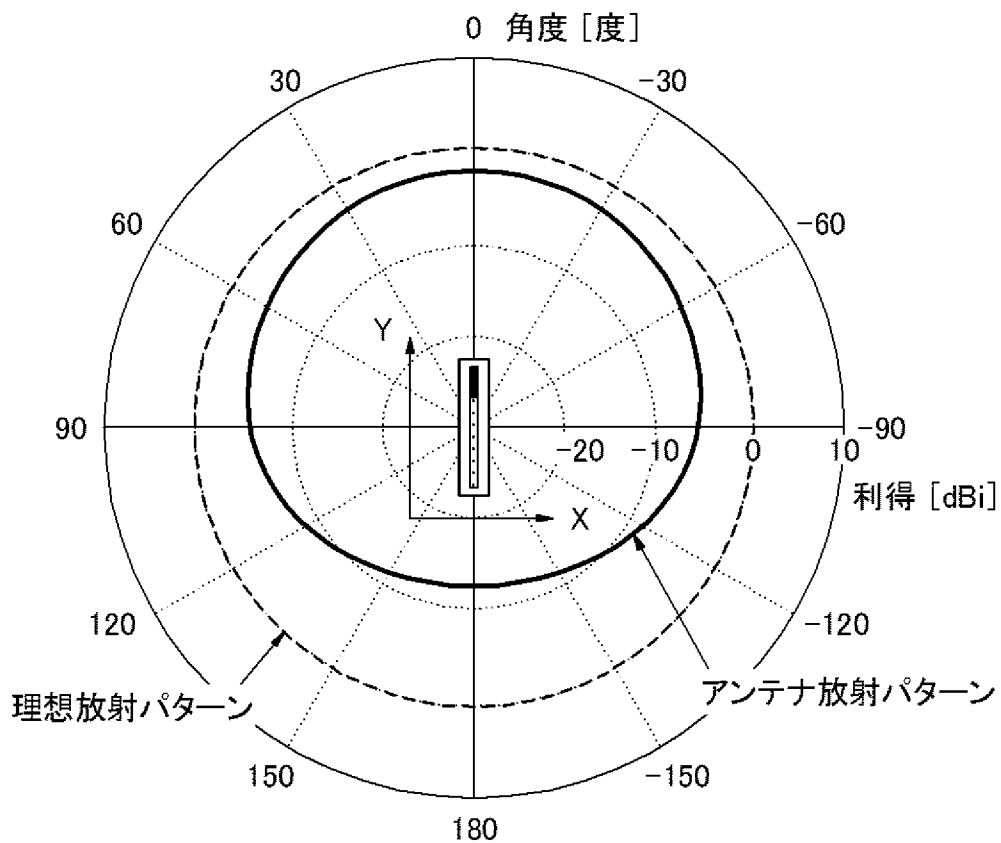


[図6A]



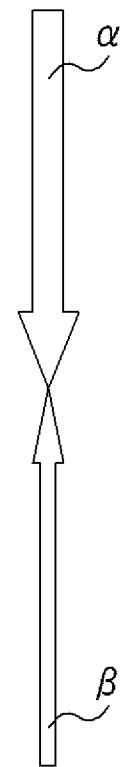
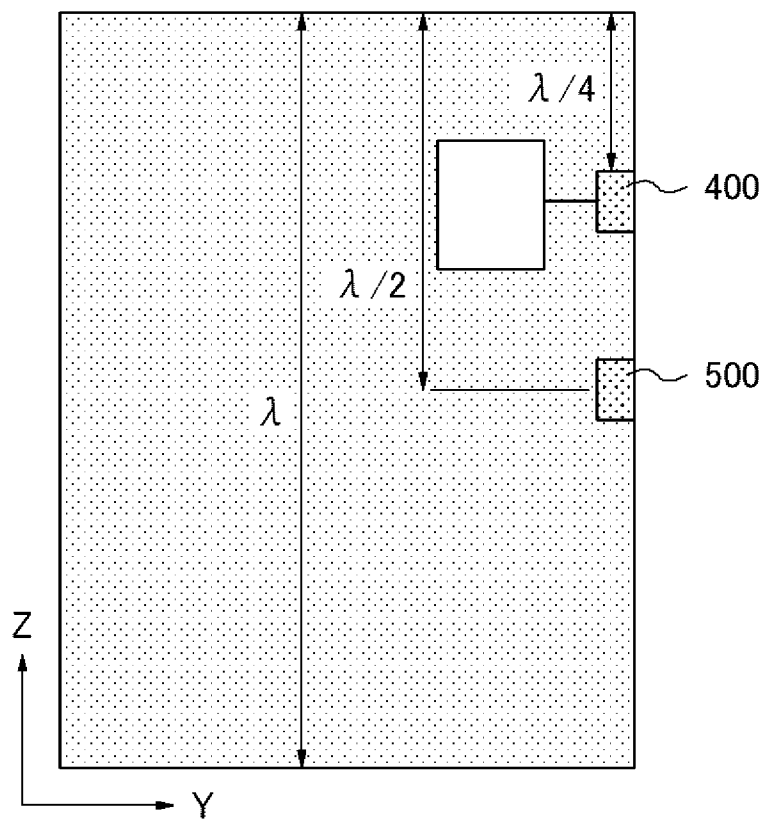
ダミーSRR500が配置されている無線ルーター100のアンテナ利得

[図6B]

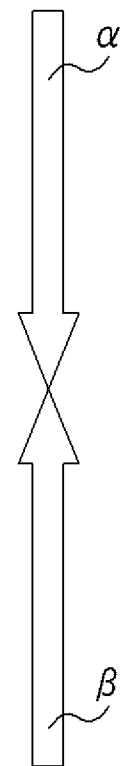
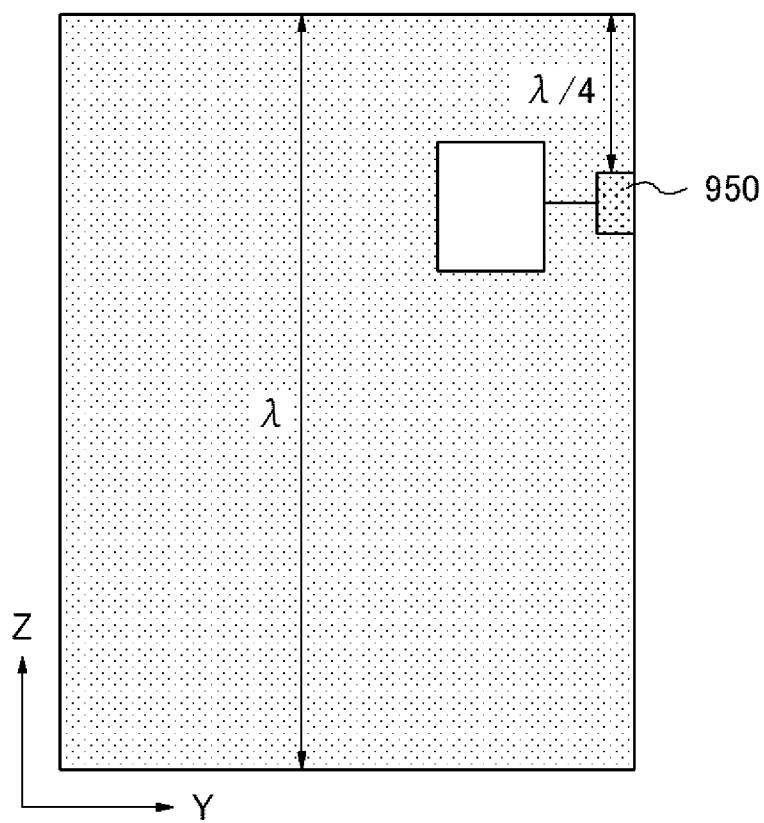


ダミーSRRが配置されていない無線ルーター900のアンテナ利得

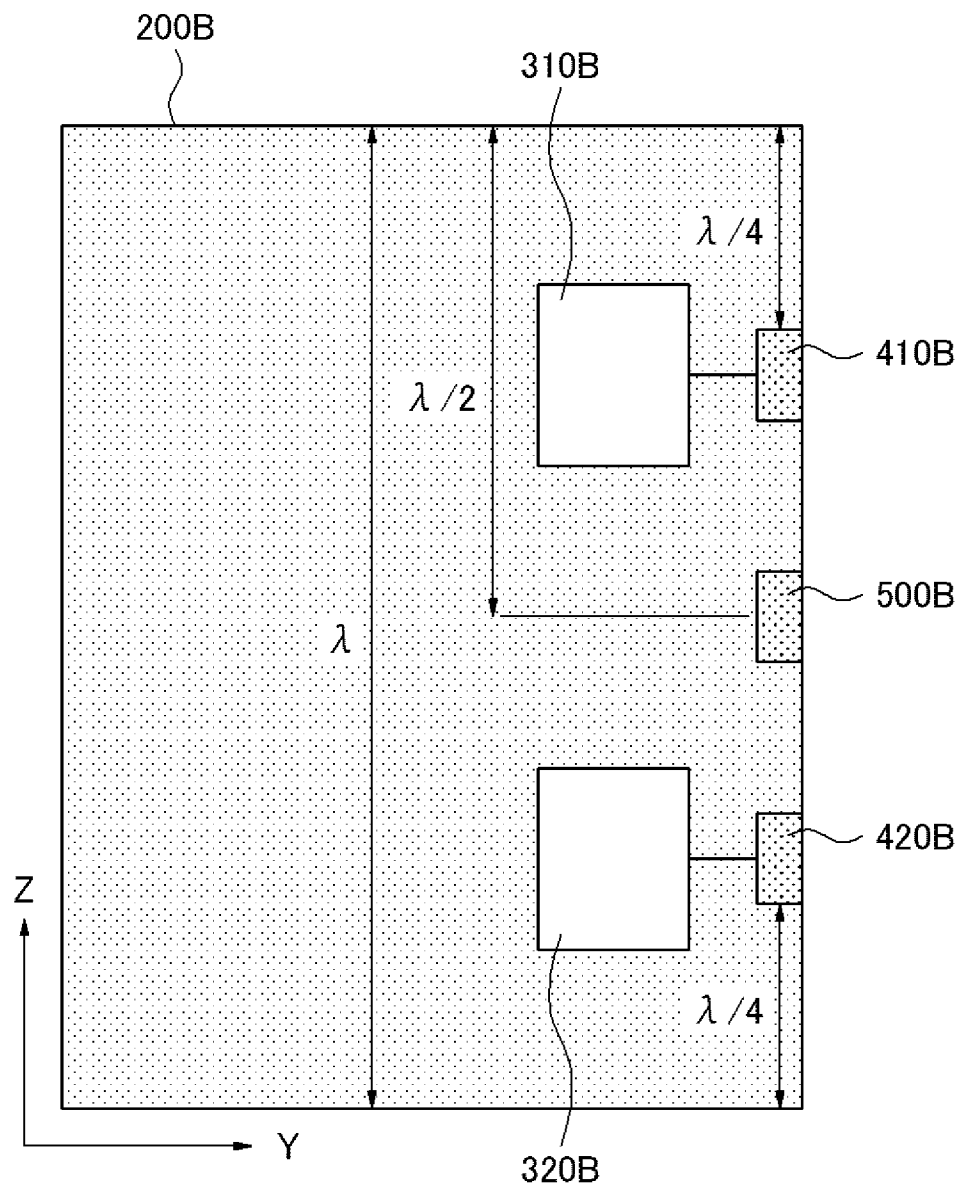
[図7A]



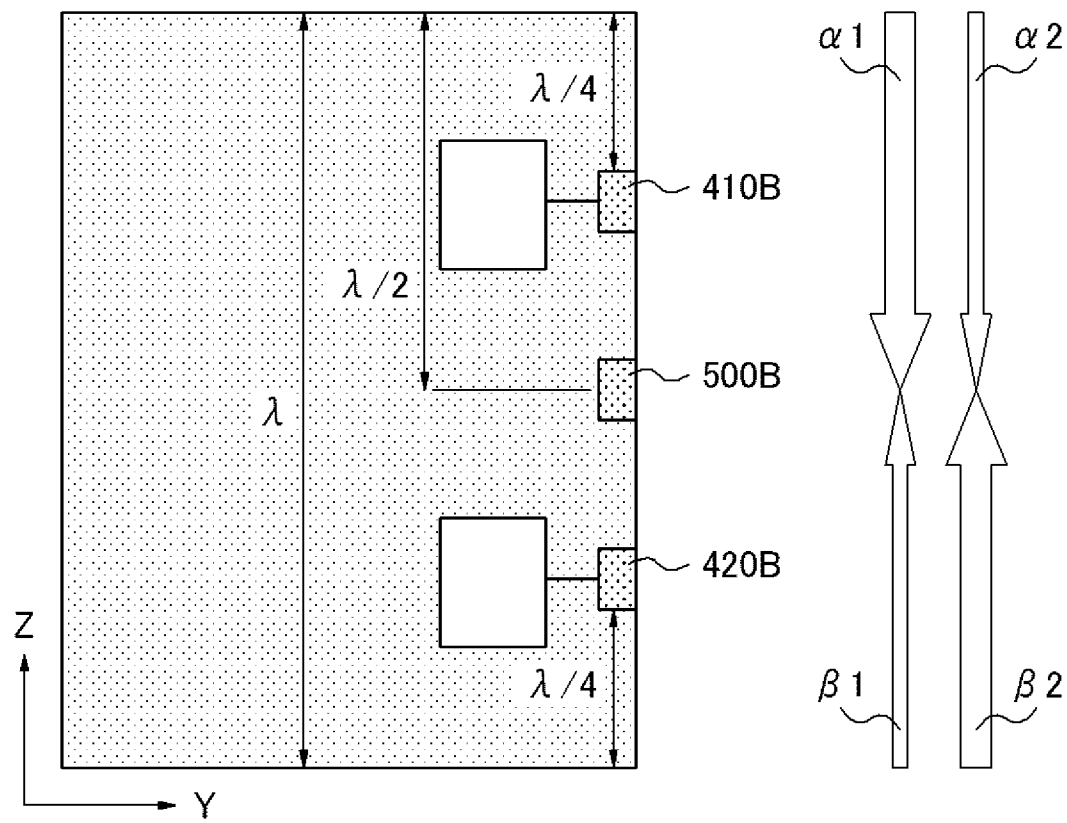
[図7B]



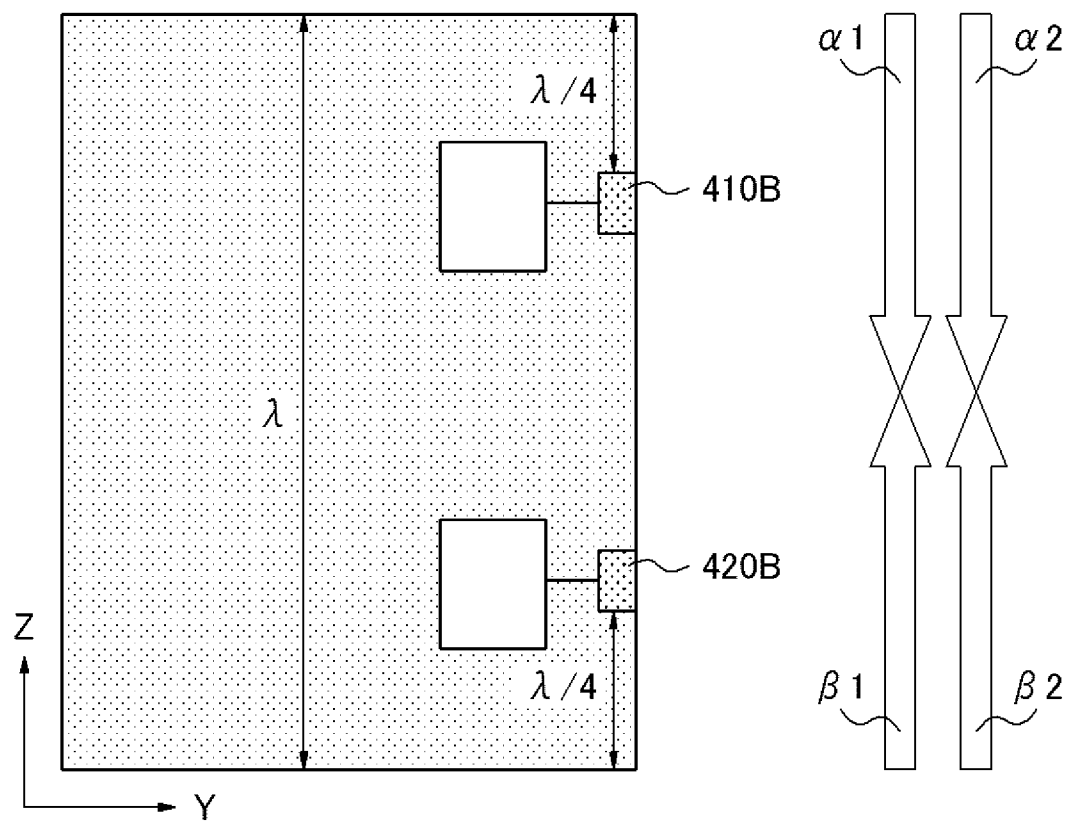
[図8]



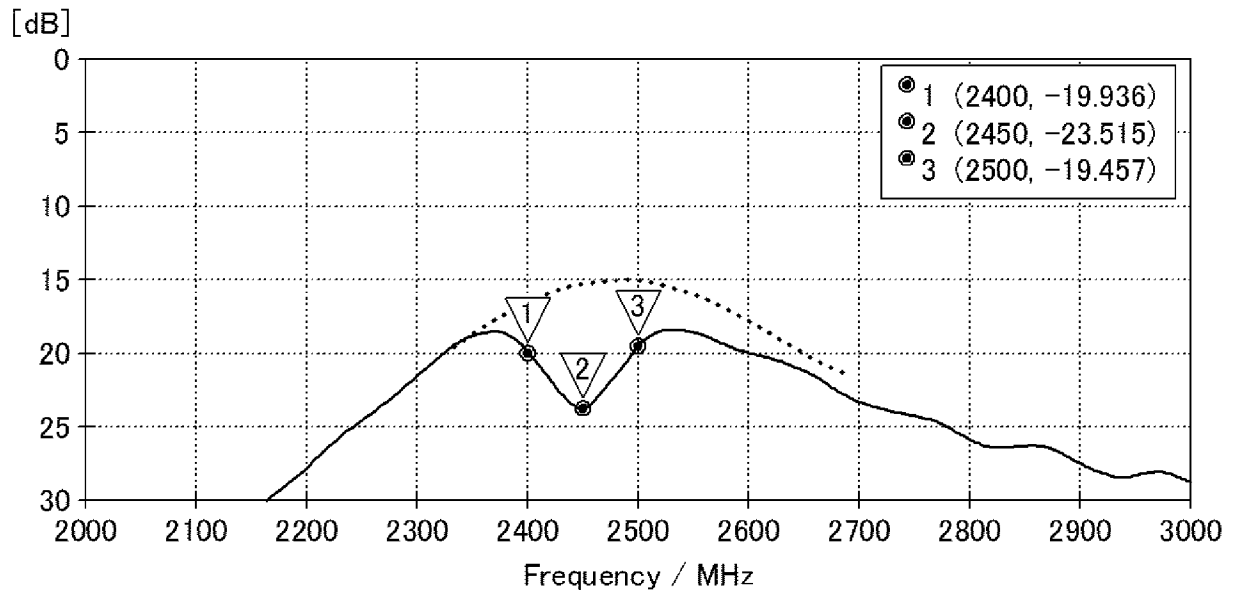
[図9A]



[図9B]

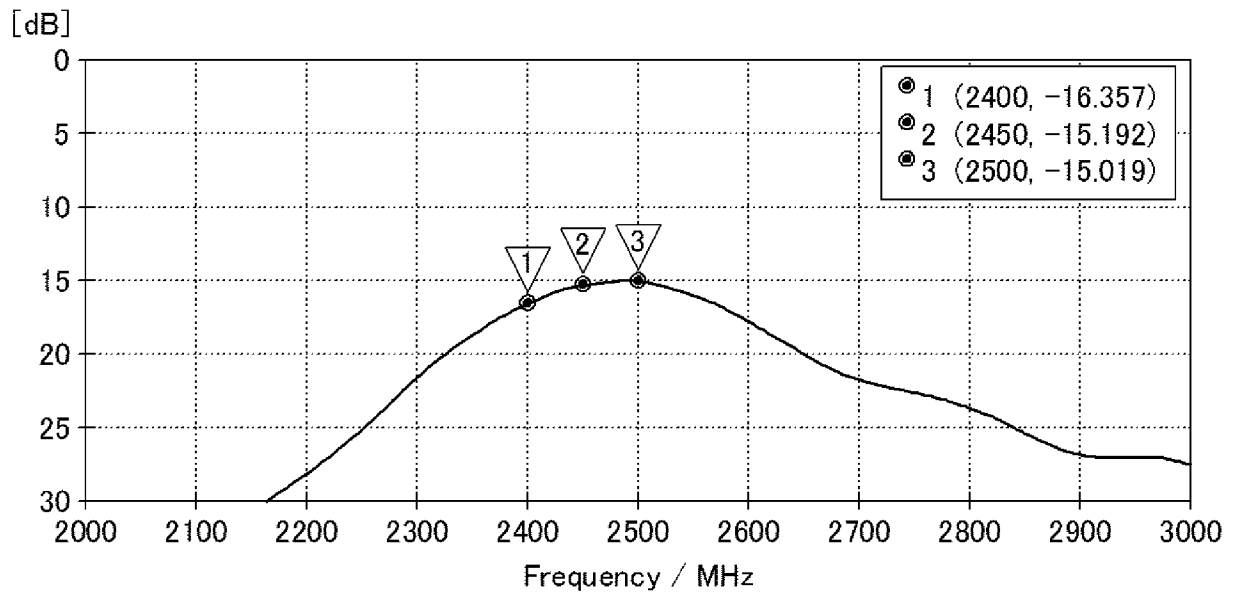


[図10A]



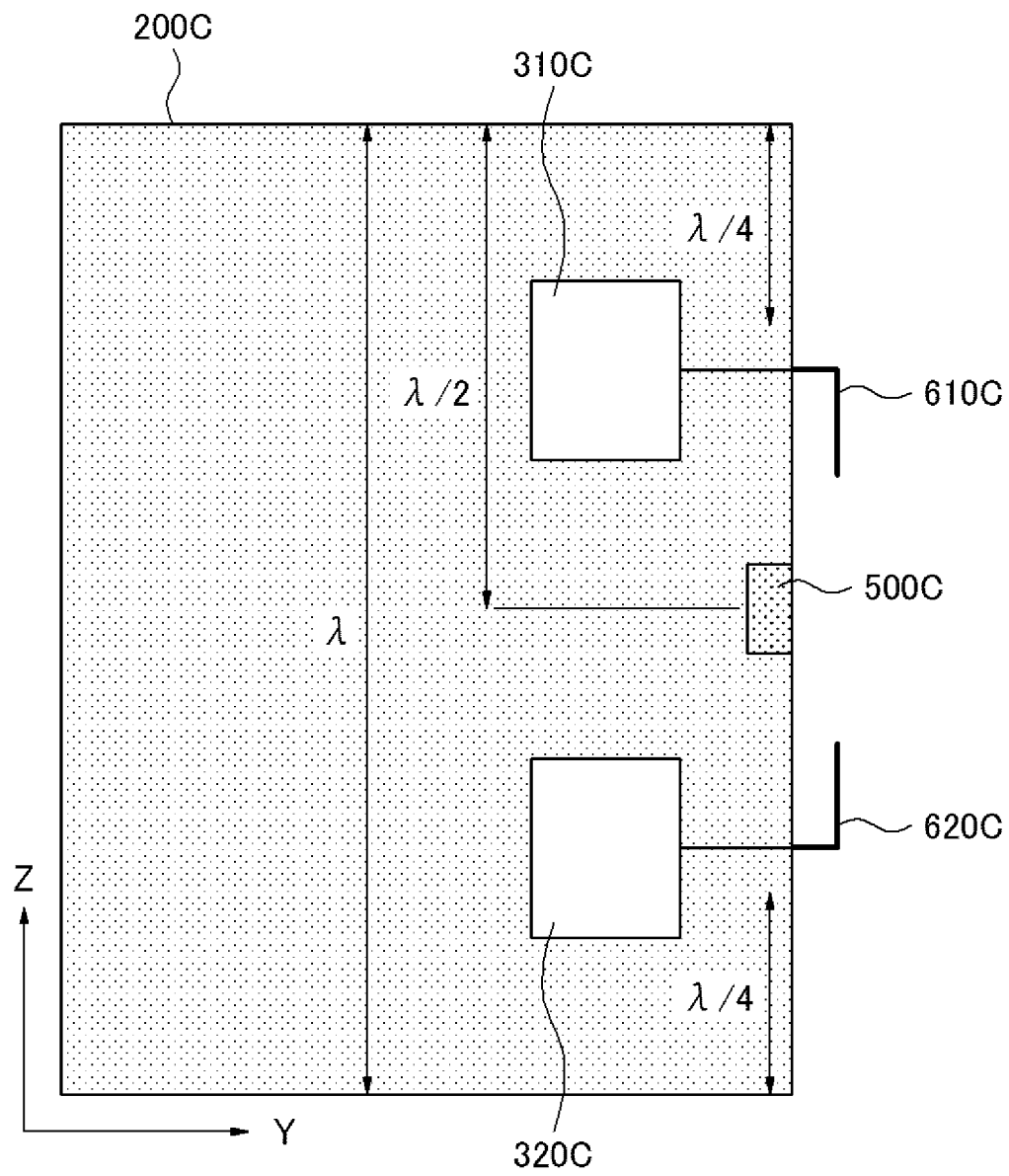
ダミーSRR500Bが配置されている無線ルーター100Bのアイソレーション

[図10B]

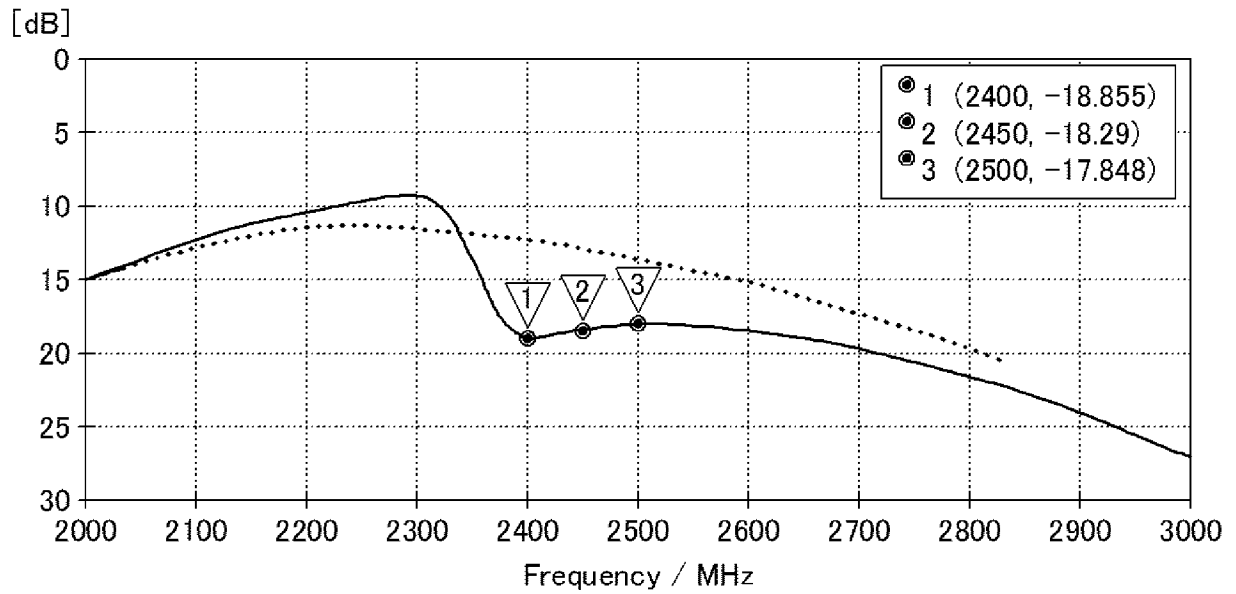


ダミーSRRが配置されていない無線ルーターのアイソレーション

[図11]

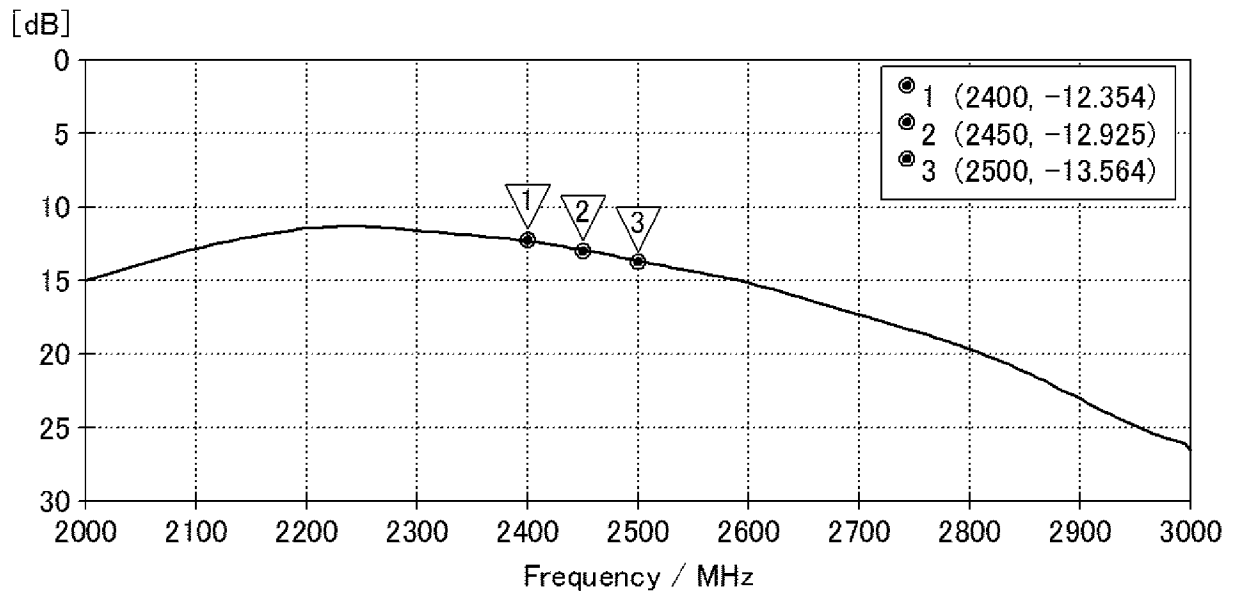


[図12A]



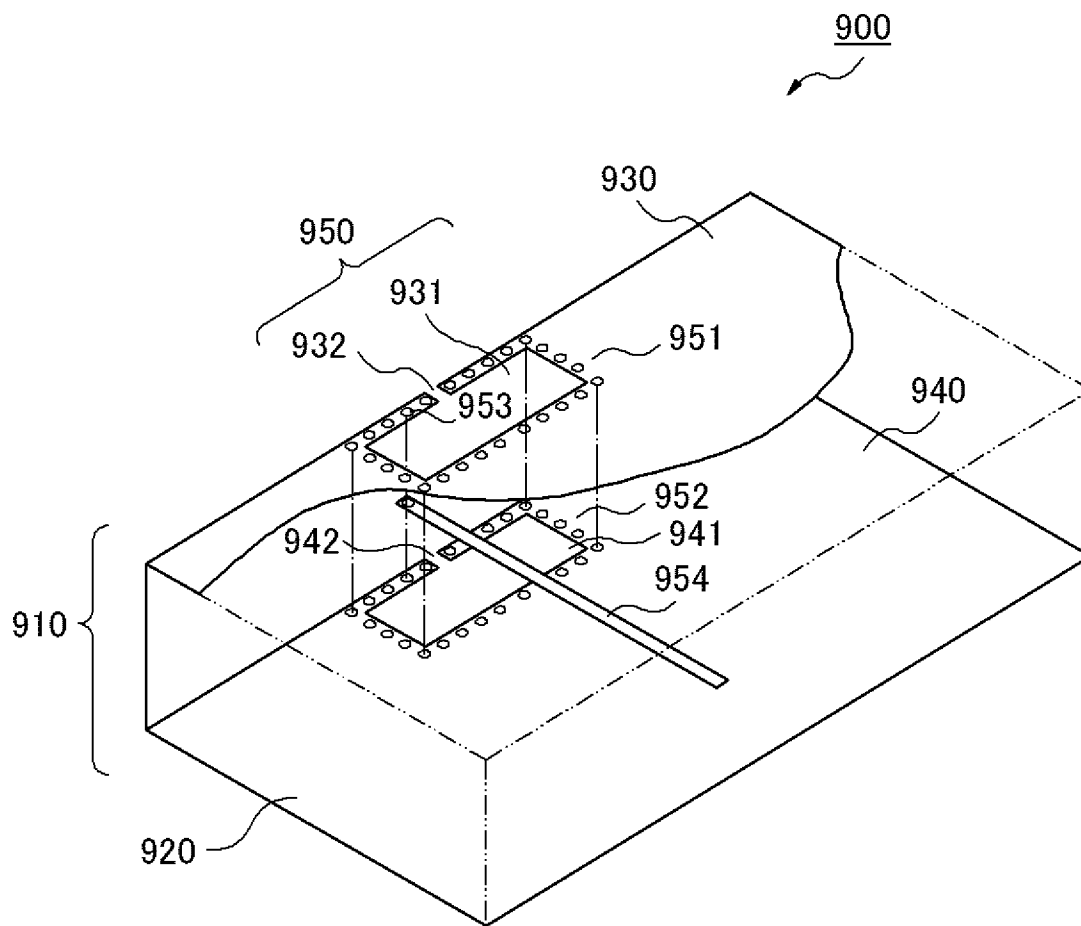
ダミーSRR500Cが配置されている無線ルーター100Cのアイソレーション

[図12B]



ダミーSRRが配置されていない無線ルーターのアイソレーション

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003870

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q1/52(2006.01)i, H01Q9/38(2006.01)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)

H01Q1/52, H01Q9/38

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X	JP 2012-199808 A (Funai Electric Co., Ltd.), 18 October 2012 (18.10.2012), claims 1, 9; paragraph [0046]; fig. 9, 10 & US 2012/0212389 A1	1-10
A	JP 2012-244188 A (Funai Electric Co., Ltd.), 10 December 2012 (10.12.2012), entire text; all drawings & US 2012/0287012 A1	1-10
A	JP 2007-097167 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 12 April 2007 (12.04.2007), entire text; all drawings & US 2007/0069960 A1 & EP 1768211 A1 & KR 10-0699472 B1	1-10

☒ 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
16 October, 2014 (16.10.14)

Date of mailing of the international search report
28 October, 2014 (28.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003870

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 2011-109547 A (Funai Electric Co., Ltd.), 02 June 2011 (02.06.2011), entire text; all drawings & US 2011/0122040 A1 & EP 2328228 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q1/52(2006.01)i, H01Q9/38(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H01Q1/52, H01Q9/38

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X	JP 2012-199808 A（船井電機株式会社）2012.10.18, 請求項 1, 9, 段落 0046, 図 9, 10 & US 2012/0212389 A1	1 - 10
A	JP 2012-244188 A（船井電機株式会社）2012.12.10, 全文, 全図 & US 2012/0287012 A1	1 - 10
A	JP 2007-097167 A（三星電子株式会社）2007.04.12, 全文, 全図 & US 2007/0069960 A1 & EP 1768211 A1 & KR 10-0699472 B1	1 - 10

☒ 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

1 6 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

佐藤 当秀

5 K

3 7 8 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

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
A	JP 2011-109547 A (船井電機株式会社) 2011.06.02, 全文, 全図 & US 2011/0122040 A1 & EP 2328228 A1	1 - 10