

(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 10 月 6 日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/158244 A1

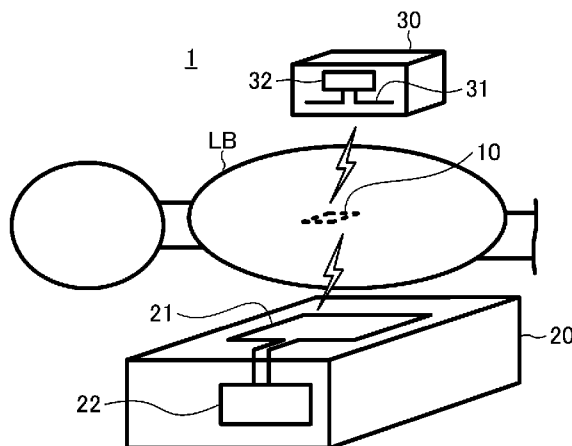
- (51) 国際特許分類:
H04B 13/00 (2006.01) H01Q 5/342 (2015.01)
H01Q 5/10 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057168
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 8 日(08.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-070693 2015 年 3 月 31 日(31.03.2015) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 末松 憲治(SUEMATSU, Noriharu); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 亀田 卓(KAMEDA, Suguru); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 本良 瑞樹(MOTOYOSHI, Mizuki); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 真田 有(SANADA, Tamotsu); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町 1 丁目 1 0 番 3 1 号 N O F 吉祥寺本町ビル 5 階 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, 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), 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: RADIO DEVICE, DETECTING DEVICE, DETECTING SYSTEM, AND RADIO COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 無線装置、検出装置、検出システム、及び、無線通信方法



(57) Abstract: A radio device (10) is a device introduced into a living body (LB). The radio device (10) transmits a radio signal to the outside of the living body (LB) at a frequency that is higher than a maximum value frequency at which a loss coefficient, which is a ratio between an imaginary part of a dielectric constant of water and a real part of said dielectric constant, has a maximum value due to dipole polarization, said frequency being a frequency from among frequencies included in a frequency band comprising Ultra High Frequency (UHF), Super High Frequency (SHF), Extremely High Frequency (EHF) and Tremendously High Frequency (THF).

(57) 要約: 無線装置 (10) は、生体 (LB) の内部に導入された装置である。無線装置 (10) は、UHF (Ultra High Frequency)、SHF (Super High Frequency)、EHF (Extremely High Frequency)、及び、THF (Tremendously High Frequency) からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、生体 (LB) の外部へ無線による信号の送信を行なう。



WO 2016/158244 A1

明 細 書

発明の名称：

無線装置、検出装置、検出システム、及び、無線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線装置、検出装置、検出システム、及び、無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] 生体の内部に導入された無線装置によって無線により送信された信号を、生体の外部に位置する外部装置が受信する無線通信システムが知られている（例えば、非特許文献 1 及び非特許文献 2 を参照）。

[0003] ところで、生体は、水を相当に多く含む。従って、生体の内部から生体の外部への信号の伝搬は、水中の信号の伝搬によって十分に高い精度にて表される。また、無線装置により送信された信号の電力の、水中の伝搬によって生じる損失は、信号の周波数が高くなるほど大きくなる、と考えられている。

[0004] このため、無線通信システムは、無線装置による信号の送信に用いられる周波数として、1 MHz から 4 0 0 MHz までの周波数を用いる。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：吉田、外 2 名、「人体における 3 0 MHz / 4 0 0 MHz 帯デュアルモード通信の伝送路特性と B E R 評価」、信学技報、一般社団法人電子情報通信学会、平成 2 6 年 1 2 月、第 1 1 4 巻、第 3 8 1 号、p. 1 9 - 2 4

非特許文献2：石渡、外 4 名、「体内深部－体外間の容量結合型無線情報伝送～空气中及び液体模擬生体中における電圧利得特性の評価～」、信学技報、一般社団法人電子情報通信学会、平成 2 6 年 5 月、第 1 1 4 巻、第 6 1 号、p. 9 - 1 2

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、400MHzの信号の波長は、約75cmである。また、ダイポールアンテナの長さは、波長の約4分の1である。このため、信号の送信にダイポールアンテナを用いる場合、無線装置の大きさは、相当に大きくなってしまふ。

 このように、上記無線装置においては、無線装置の大きさが過大になる虞があった。

[0007] 本発明の目的の一つは、信号の電力の損失を低減しながら、大きさを小さくすることが可能な無線装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 一つの側面では、無線装置は、生体の内部に導入された装置である。

 更に、この無線装置は、

 UHF (Ultra High Frequency)、SHF (Super High Frequency)、EHF (Extremely High Frequency)、及び、THF (Tremendously High Frequency) からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、上記生体の外部へ無線による信号の送信を行なう。

[0009] 他の一つの側面では、検出装置は、生体の外部に位置する装置である。

 更に、この検出装置は、

 UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、上記生体の内部に導入された無線装置によって無線により送信された信号を受信し、上記受信した信号の強度に基づいて上記無線装置の位置を検出する。

[0010] 他の一つの側面では、検出システムは、生体の内部に導入された無線装置と、上記生体の外部に位置する検出装置と、を備える。

更に、上記無線装置は、

UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、上記生体の外部へ無線による信号の送信を行ない、

上記検出装置は、

上記無線装置によって無線により送信された信号を受信し、上記受信した信号の強度に基づいて上記無線装置の位置を検出する。

[0011] 他の一つの側面では、無線通信方法は、

無線装置を生体の内部に導入し、

上記無線装置が、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、上記生体の外部へ無線による信号の送信を行なう。

発明の効果

[0012] 信号の電力の損失を低減しながら、無線装置の大きさを小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]水の損失電力の周波数に対する変化を表すグラフである。

[図2]水の誘電率の周波数に対する変化を表すグラフである。

[図3]実験により測定された水の損失電力の周波数に対する変化を表すグラフである。

[図4]第1実施形態の検出システムの構成を表す図である。

[図5]図4の無線装置の構成を表す図である。

[図6]第2実施形態の検出システムの構成を表す図である。

[図7]図6の無線装置の構成を表す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 誘電体における信号の伝搬によって生じる、信号の電力の損失 P は、数式1により表される。誘電体における信号の伝搬によって生じる、信号の電力の損失 P は、損失電力とも表される。 α は、信号の周波数に対して一定である係数を表す。 f は、信号の周波数を表す。 ϵ_r' は、誘電体の誘電率の実数部を表す。 ϵ_r'' は、誘電体の誘電率の虚数部を表す。誘電率の虚数部 ϵ_r'' を誘電率の実数部 ϵ_r' により除した値 ϵ_r''/ϵ_r' は、損失係数、又は、誘電正接とも表される。

[数1]

$$P = \alpha f \frac{\epsilon_r''}{\epsilon_r'}$$

[0015] 例えば、周波数 f に対して損失係数が一定である場合、損失 P は、数式1により表されるように、周波数 f に比例して増加する。図1の点線は、周波数 f に対して損失係数が一定である場合における、損失 P の周波数 f に対する変化を表す。図1において、横軸及び縦軸の両方は、対数目盛を用いている。

[0016] ところで、一例として、水の誘電率の実数部 ϵ_r' 、及び、水の誘電率の虚数部 ϵ_r'' は、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数に対して、図2により表されるように変化する。UHFは、300MHzから3GHzまでの周波数帯である。SHFは、3GHzから30GHzまでの周波数帯である。EHFは、30GHzから300GHzまでの周波数帯である。THFは、300GHzから3THzまでの周波数帯である。従って、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯は、300MHzから3THzまでの周波数帯である。

[0017] 図2において、横軸は、対数目盛を用い、縦軸は、線形目盛を用いている。図2の実線は、水の誘電率の実数部 ϵ_r' を表し、図2の点線は、水の誘電率の虚数部 ϵ_r'' を表す。水の誘電率の虚数部 ϵ_r'' は、22GHzの近

傍の周波数 f_m において双極子分極によって極大値を有するとともに、 $2THz$ の近傍において原子分極によって極大値を有する。

[0018] 図2により表される水の誘電率の変化に基づいて、本願の発明者は、水の損失係数が、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数に対して、双極子分極によって、ある極大値周波数にて極大値を有するように変化する、という知見を得た。更に、本願の発明者は、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯においては、極大値周波数よりも高い着目周波数に対する水の損失係数の、極大値周波数に対する水の損失係数の比が、極大値周波数の当該着目周波数に対する比よりも小さい、という知見を得た。

[0019] 上記知見によれば、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、極大値周波数よりも高い周波数に対して、水中の信号の伝搬によって生じる、信号の電力の損失 P は、極大値周波数に対する電力の損失よりも小さい。

[0020] 図1の実線は、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯における、水中の信号の伝搬によって生じる、信号の電力の損失 P の、周波数 f に対する変化を表す。損失 P は、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯において、極大値周波数 f_m にて極大値を有するように変化する。

図3は、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、極大値周波数 f_m よりも高い周波数に対する、水中の信号の伝搬によって生じる、信号の電力の損失 P を実験により測定された結果を表す。図3において、横軸は、線形目盛を用い、縦軸は、対数目盛を用いている。

[0021] そこで、後述する各実施形態において、生体の内部に導入された無線装置は、UHF、SHF、EHF、及び、THFからなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周

波数にて、生体の外部へ無線による信号の送信を行なう。

[0022] これによれば、極大値周波数にて信号の送信が行なわれる場合よりも、無線装置により送信された信号の電力の、生体の内部から生体の外部への伝搬によって生じる損失を低減できる。更に、極大値周波数よりも低い周波数にて信号の送信が行なわれる場合よりも、送信に用いられるアンテナを含む無線回路を小さくすることができる。この結果、極大値周波数よりも低い周波数にて信号の送信が行なわれる場合よりも、無線装置の大きさを小さくすることができる。

このようにして、後述する各実施形態の無線装置によれば、信号の電力の損失を低減しながら、無線装置の大きさを小さくすることができる。

[0023] 以下、本発明の、無線装置、検出装置、検出システム、及び、無線通信方法、に関する各実施形態について図4乃至図7を参照しながら説明する。

[0024] <第1実施形態>

(構成)

図4に表されるように、第1実施形態の検出システム1は、無線装置10と、給電装置20と、検出装置30と、を備える。

[0025] 本例では、無線装置10は、無線チップである。無線装置10は、無線タグ、IC(Integrated Circuit)タグ、RF(Radio Frequency)タグ、又は、RFID(Radio Frequency Identifier)であってもよい。例えば、無線装置10は、半導体を用いて形成される。

[0026] 無線装置10は、生体LBの内部に導入される。無線装置10が生体LBによって摂取されることは、無線装置10が生体LBの内部に導入されることの一例である。例えば、無線装置10は、生体LBの口を通して生体LBによって摂取されてよい。無線装置10は、薬品又は食品に取り付けられてよい。また、無線装置10は、薬品又は食品に混入されてよい。

[0027] また、無線装置10は、血管の内部、又は、器官の内部に、針又は管等を介して直接に導入されてもよい。また、無線装置10は、生体LBの内部に

埋設されることにより生体LBの内部に導入されてもよい。

また、無線装置10は、カプセル等の容器に収容された装置であってもよい。例えば、無線装置10は、カプセル内視鏡装置であってもよい。

[0028] 無線装置10は、図5に表されるように、平板状であり且つ正方形状を有する。例えば、無線装置10の各辺の長さは、1mmである。なお、無線装置10は、正方形状と異なる形状（例えば、円形状、楕円形状、又は、多角形状等）を有してもよい。

[0029] 無線装置10は、コイル11と、アンテナ12と、を備える。

コイル11は、無線装置10の外縁部に位置する。コイル11は、所定のコイル面にて、無線装置10の外縁に沿って巻回される。

[0030] 無線装置10は、生体LBの内部に導入された状態において、コイル11を用いて、電磁誘導方式に従って、生体LBの外部からの無線による信号の受信、及び、生体LBの外部からの無線による電力の受電を行なう。本例では、無線装置10は、生体LBの外部に位置する給電装置20からの受信及び受電を行なう。

[0031] 生体LBの外部からの無線による信号の受信、及び、生体LBの外部からの無線による電力の受電に用いられる周波数（換言すると、第1の周波数）は、後述する、生体LBの外部への無線による信号の送信に用いられる周波数（換言すると、第2の周波数）よりも低い。本例では、上記受信及び上記受電に用いられる周波数は、100kHz以上であり且つ50MHz以下である。本例では、上記受信及び上記受電に用いられる周波数は、13.56MHzである。なお、上記受信に用いられる周波数は、上記受電に用いられる周波数と異なってもよい。

[0032] 無線装置10は、給電装置20から受電された電力によって動作する。更に、無線装置10は、給電装置20から受信された信号に従って無線装置10の動作を制御する。

[0033] アンテナ12は、コイル11の内側に位置する。本例では、アンテナ12は、無線装置10の対角線に沿って延びる1組のダイポールアンテナである

。アンテナ 12 は、全方向性アンテナ（換言すると、オムニアンテナ）の一例である。全方向性アンテナは、特定の平面において、信号の強度が方向に対して一定である。なお、アンテナ 12 は、無線装置 10 の 2 つの対角線にそれぞれ沿って延びる 2 組のダイポールアンテナであってもよい。また、アンテナ 12 は、ダイポールアンテナと異なる全方向性アンテナであってもよい。

[0034] 無線装置 10 は、生体 LB の内部に導入された状態において、アンテナ 12 を用いて、電波方式に従って、生体 LB の外部への無線による信号の送信を行なう。本例では、無線装置 10 は、生体 LB の外部に位置する検出装置 30 への送信を行なう。

[0035] 本例では、無線装置 10 は、図示しないメモリを備え、メモリに予め記憶されている情報を表す信号を生体 LB の外部へ送信する。例えば、情報は、無線装置 10 に固有の情報、又は、無線装置 10 を識別する情報である。

[0036] なお、無線装置 10 は、センサを備え、センサにより検出された物理量を表す信号を送信してもよい。例えば、物理量は、温度、pH、又は、特定の物質の量若しくは濃度等である。また、無線装置 10 は、カメラを備え、カメラにより撮影された映像又は画像を表す信号を送信してもよい。

[0037] 生体 LB の外部への無線による信号の送信に用いられる周波数は、UHF、SHF、EHF、及び、THF からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数である。本例では、極大値周波数は、22GHz である。従って、本例では、上記送信に用いられる周波数は、22GHz よりも高く且つ 3THz 以下である。本例では、上記送信に用いられる周波数は、60GHz である。

[0038] 図 4 に表されるように、給電装置 20 は、コイル 21 と、制御装置 22 と、を備える。

コイル 21 は、所定のコイル面にて巻回される。例えば、コイル面は、生体 LB の正面又は背面に向かう方向に直交するように配置される。

[0039] 給電装置 20 は、コイル 21 を用いて、電磁誘導方式に従って、生体 L B の内部への無線による信号の送信、及び、生体 L B の内部への無線による電力の送電を行なう。本例では、給電装置 20 は、生体 L B の内部に位置する無線装置 10 への送信及び送電を行なう。

[0040] 本例では、給電装置 20 は、無線装置 10 を制御する信号を生体 L B の内部へ送信する。例えば、無線装置 10 を制御する信号は、無線装置 10 を起動する（換言すると、無線装置 10 に動作を開始させる）信号、無線装置 10 に信号を送信させる信号、無線装置 10 に物理量を検出させる信号、又は、無線装置 10 に映像若しくは画像を撮影させる信号等である。

[0041] 給電装置 20 において、生体 L B の内部への無線による信号の送信、及び、生体 L B の内部への無線による電力の送電に用いられる周波数は、無線装置 10 において、生体 L B の外部からの無線による信号の受信、及び、生体 L B の外部からの無線による電力の受電に用いられる周波数とそれぞれ同じである。

制御装置 22 は、コイル 21 に流れる電流を制御する。

[0042] 検出装置 30 は、アンテナ 31 と、制御装置 32 と、を備える。

アンテナ 31 は、アンテナ面に位置する 1 組のダイポールアンテナである。例えば、アンテナ面は、生体 L B の表面に向かう方向に直交するように配置される。

[0043] 検出装置 30 は、アンテナ 31 を用いて、電波方式に従って、生体 L B の内部からの無線による信号の受信を行なう。本例では、検出装置 30 は、生体 L B の内部に位置する無線装置 10 からの受信を行なう。

[0044] 検出装置 30 において、生体 L B の内部からの無線による信号の受信に用いられる周波数は、無線装置 10 において、生体 L B の外部への無線による信号の送信に用いられる周波数と同じである。

[0045] 制御装置 32 は、アンテナ 31 を用いて受信された信号の強度に基づいて無線装置 10 の位置を検出する。本例では、制御装置 32 は、受信された信号の強度が、所定の閾値よりも大きい場合に、アンテナ 31 から、アンテナ

面に直交する方向に延びた直線上の位置を、無線装置 10 の位置として検出する。

[0046] 本例では、上記閾値は、予め定められる。なお、上記閾値は、所定の期間において受信された信号の強度に基づいて定められてもよい。この場合、例えば、上記閾値は、所定の期間において受信された信号の強度の平均値に基づいて定められてよい。

[0047] 本例では、制御装置 22 及び制御装置 32 は、集積回路（例えば、LSI（Large Scale Integration）等）により実現される。なお、制御装置 22 及び制御装置 32 のそれぞれは、処理装置と記憶装置とを備え、処理装置が記憶装置に記憶されたプログラムを実行することにより、上記機能を実現してもよい。

[0048] （動作）

次に、検出システム 1 の動作について説明する。

まず、無線装置 10 は、生体 LB の内部に導入される。その後、所定のタイミングにて、給電装置 20 は、生体 LB の内部に位置する無線装置 10 への無線による電力の送電、及び、生体 LB の内部に位置する無線装置 10 への無線による信号の送信を、コイル 21 を用いて第 1 の周波数（本例では、13.56MHz）にて行なう。

[0049] これにより、無線装置 10 は、生体 LB の外部に位置する給電装置 20 からの無線による電力の受電を、コイル 11 を用いて第 1 の周波数にて行なう。無線装置 10 は、受電された電力により動作することにより、生体 LB の外部に位置する給電装置 20 からの無線による信号の受信を、コイル 11 を用いて第 1 の周波数にて行なう。

[0050] そして、無線装置 10 は、受電された電力により動作するとともに、受信された信号に従って無線装置 10 の動作を制御することにより、生体 LB の外部への無線による信号の送信を、アンテナ 12 を用いて第 2 の周波数（本例では、60GHz）にて行なう。

[0051] 本例では、検出装置 30 は、検出装置 30 のユーザによって保持される。

ユーザは、検出装置 30 のアンテナ面を、生体 L B の表面に向かう方向に直交するように配置しながら、生体 L B の表面を走査するように、検出装置 30 を移動させる。

[0052] 検出装置 30 は、生体 L B の内部からの無線による信号の受信を、アンテナ 31 を用いて第 2 の周波数にて行なう。

アンテナ 31 から、アンテナ面に直交する方向に延びた直線の近傍に、無線装置 10 が位置している場合、検出装置 30 は、強度が閾値よりも大きい信号を、アンテナ 31 を用いて第 2 の周波数にて受信する。従って、この場合、検出装置 30 は、アンテナ 31 から、アンテナ面に直交する方向に延びた直線上の位置を、無線装置 10 の位置として検出する。

[0053] 以上、説明したように、第 1 実施形態の無線装置 10 は、UHF、SHF、EHF、及び、THF からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、生体 L B の外部へ無線による信号の送信を行なう。

[0054] これによれば、極大値周波数にて信号の送信が行なわれる場合よりも、無線装置 10 により送信された信号の電力の、生体 L B の内部から生体 L B の外部への伝搬によって生じる損失を低減できる。更に、極大値周波数よりも低い周波数にて信号の送信が行なわれる場合よりも、送信に用いられるアンテナ 12 を含む無線回路を小さくすることができる。この結果、極大値周波数よりも低い周波数にて信号の送信が行なわれる場合よりも、無線装置 10 の大きさを小さくすることができる。

このようにして、無線装置 10 によれば、信号の電力の損失を低減しながら、無線装置 10 の大きさを小さくすることができる。

[0055] 更に、第 1 実施形態の無線装置 10 において、生体 L B の外部への無線による信号の送信に用いられるアンテナ 12 は、全方向性アンテナである。

[0056] これによれば、生体 L B の外部に位置する検出装置 30 が、無線装置 10 により送信された信号を受信する確率を高めることができる。この結果、例

例えば、検出装置 30 は、無線装置 10 の位置を高い精度にて検出できる。

[0057] 加えて、第 1 実施形態の無線装置 10 は、生体 LB の外部への無線による信号の送信に用いられる周波数よりも低い周波数にて、生体 LB の外部からの無線による信号の受信、及び、生体 LB の外部からの無線による電力の受電の両方を行なう。

[0058] これによれば、生体 LB の外部から信号を受信する確率、及び、生体 LB の外部からの電力を受電する確率、の両方を高めることができる。

[0059] 更に、第 1 実施形態の検出装置 30 は、UHF、SHF、EHF、及び、THF からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて受信した信号の強度に基づいて無線装置 10 の位置を検出する。

[0060] これによれば、極大値周波数にて信号の受信が行なわれる場合よりも、無線装置 10 により送信された信号の電力の、生体 LB の内部から生体 LB の外部への伝搬によって生じる損失を低減できる。更に、極大値周波数よりも低い周波数にて信号の受信が行なわれる場合よりも、受信された信号の強度と無線装置 10 の位置との相関を高めることができる。この結果、極大値周波数よりも低い周波数にて信号の受信が行なわれる場合よりも、無線装置 10 の位置を高い精度にて検出できる。

このようにして、検出装置 30 によれば、無線装置 10 の位置を高い精度にて検出できる。

[0061] なお、検出システム 1 は、無線装置 10 による、生体 LB の外部からの受電及び受信の一方又は両方を行なわないように構成されていてもよい。

無線装置 10 による、生体 LB の外部からの受電及び受信の両方を行なわれない場合、検出システム 1 は、給電装置 20 を省略してよい。更に、この場合、無線装置 10 は、コイル 11 を省略してよい。

また、無線装置 10 による、生体 LB の外部からの受電が行なわれない場合、無線装置 10 は、電力を蓄電する容量を備えていてもよい。この場合、

無線装置 10 は、容量に蓄電された電力によって動作してよい。

また、無線装置 10 による、生体 LB の外部からの受電が行なわれない場合、無線装置 10 は、電力を生成してもよい。この場合、無線装置 10 は、生成した電力によって動作してよい。

[0062] また、検出システム 1 は、検出装置 30 による、無線装置 10 の位置の検出を行なわないように構成されていてもよい。

[0063] <第 2 実施形態>

次に、第 2 実施形態の検出システムについて説明する。第 2 実施形態の検出システムは、第 1 実施形態の検出システムに対して、検出装置が給電装置を含む点において相違している。以下、第 2 実施形態の検出システムの、第 1 実施形態に対する相違点を中心として説明する。なお、第 2 実施形態の説明において、第 1 実施形態と共通する又は対応する符号が用いられる。

[0064] 図 6 に表されるように、第 2 実施形態の検出システム 1A は、給電装置 20 を省略するとともに、第 1 実施形態の無線装置 10 及び検出装置 30 に代えて、無線装置 10A 及び検出装置 30A を備える。

[0065] 図 7 に表されるように、無線装置 10A は、第 1 実施形態の無線装置 10 に対して、アンテナ 12 に代えて、アンテナ 12A を備える点で相違する。

アンテナ 12A は、コイル 11 の内側に位置する。本例では、アンテナ 12A は、円形状を有するパッチアンテナである。なお、パッチアンテナは、円形状と異なる形状（例えば、楕円形状、正角形状、又は、多角形状等）を有してもよい。

[0066] アンテナ 12A は、指向性アンテナの一例である。指向性アンテナは、特定の方向における信号の強度が他の方向における信号の強度よりも高い。本例では、アンテナ 12A は、無線装置 10A のコイル面に直交する方向における信号の強度が他の方向における信号の強度よりも高い。なお、アンテナ 12A は、パッチアンテナと異なる指向性アンテナであってもよい。

[0067] 図 6 に表されるように、検出装置 30A は、第 1 実施形態の検出装置 30 に対して、制御装置 32 に代えて、制御装置 32A 及びコイル 33A を備え

る点で相違する。

[0068] コイル 33A は、検出装置 30A のアンテナ面と平行なコイル面にて巻回される。本例では、コイル面は、アンテナ面と一致する。

検出装置 30A は、コイル 33A を用いて、電磁誘導方式に従って、生体 LB の内部への無線による信号の送信、及び、生体 LB の内部への無線による電力の送電を行なう。本例では、検出装置 30A は、生体 LB の内部に位置する無線装置 10A への送信及び送電を行なう。

[0069] 検出装置 30A において、生体 LB の内部への無線による信号の送信、及び、生体 LB の内部への無線による電力の送電に用いられる周波数は、無線装置 10A において、生体 LB の外部からの無線による信号の受信、及び、生体 LB の外部からの無線による電力の受電に用いられる周波数とそれぞれ同じである。

制御装置 32A は、第 1 実施形態の制御装置 32 の機能に加えて、コイル 33A に流れる電流を制御する機能を有する。

[0070] 第 2 実施形態の検出システム 1A によれば、第 1 実施形態の検出システム 1 と同様の作用及び効果を奏することができる。

[0071] 更に、第 2 実施形態の無線装置 10A において、アンテナ 12A は、生体 LB の外部への無線による信号の送信に用いられ、且つ、コイル面に直交する方向における信号の強度が他の方向における信号の強度よりも高い指向性アンテナである。

[0072] これによれば、生体 LB の外部に位置する検出装置 30A からの受信及び受電の少なくとも一方が行なわれた場合に、検出装置 30A が、無線装置 10A により送信された信号を受信する確率を高めることができる。この結果、例えば、検出装置 30A は、無線装置 10A の位置を高い精度にて検出できる。

[0073] 加えて、第 2 実施形態の検出装置 30A は、生体 LB の内部への無線による信号の送信、及び、生体 LB の内部への無線による電力の送電の両方に用いられるコイル 33A を備える。更に、検出装置 30A において、生体 LB

の内部からの無線による信号の受信に用いられるアンテナ 31 は、全方向性アンテナである。

[0074] これによれば、生体 L B の内部に導入された無線装置 10 A への送信及び送電の少なくとも一方が行なわれた場合に、無線装置 10 A により送信された信号を受信する確率を高めることができる。

[0075] なお、本発明は、上述した実施形態に限定されない。例えば、上述した実施形態に、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において当業者が理解し得る様々な変更が加えられてよい。例えば、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、上述した実施形態の他の変形例として、上述した実施形態及び変形例の任意の組み合わせが採用されてもよい。

符号の説明

- [0076] 1, 1 A 検出システム
10, 10 A 無線装置
11 コイル
12, 12 A アンテナ
20 給電装置
21 コイル
22 制御装置
30, 30 A 検出装置
31 アンテナ
32, 32 A 制御装置
33 A コイル
L B 生体

請求の範囲

- [請求項1] 生体の内部に導入された無線装置であって、
UHF (Ultra High Frequency)、SHF (Super High Frequency)、EHF (Extremely High Frequency)、及び、THF (Tremendously High Frequency) からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、前記生体の外部へ無線による信号の送信を行なう、無線装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の無線装置であって、
前記極大値周波数は、22GHzである、無線装置。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載の無線装置であって、
前記送信に用いられる全方向性アンテナを備える、無線装置。
- [請求項4] 請求項1又は請求項2に記載の無線装置であって、
コイル面に形成され、且つ、前記生体の外部からの無線による信号の受信、及び、前記生体の外部からの無線による電力の受電の少なくとも一方に用いられるコイルと、
前記送信に用いられ、且つ、前記コイル面に直交する方向における信号の強度が他の方向における信号の強度よりも高い指向性アンテナと、
を備える、無線装置。
- [請求項5] 請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の無線装置であって、
前記送信に用いられる周波数よりも低い周波数にて、前記生体の外部からの無線による信号の受信、及び、前記生体の外部からの無線による電力の受電の少なくとも一方を行なう、無線装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の無線装置であって、
前記受信及び前記受電の少なくとも一方に用いられる周波数は、1

00kHz以上であり且つ50MHz以下である、無線装置。

[請求項7]

生体の外部に位置する検出装置であって、

UHF (Ultra High Frequency)、SHF (Super High Frequency)、EHF (Extremely High Frequency)、及び、THF (Tremendously High Frequency) からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、前記生体の内部に導入された無線装置によって無線により送信された信号を受信し、前記受信した信号の強度に基づいて前記無線装置の位置を検出する、検出装置。

[請求項8]

請求項7に記載の検出装置であって、

前記生体の内部への無線による信号の送信、及び、前記生体の内部への無線による電力の送電の少なくとも一方に用いられるコイルと、
前記受信に用いられる全方向性アンテナと、
を備える、検出装置。

[請求項9]

生体の内部に導入された無線装置と、

前記生体の外部に位置する検出装置と、

を備える検出システムであって、

前記無線装置は、

UHF (Ultra High Frequency)、SHF (Super High Frequency)、EHF (Extremely High Frequency)、及び、THF (Tremendously High Frequency) からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、前記生体の外部へ無線による信号の送信を行ない、

前記検出装置は、

前記無線装置によって無線により送信された信号を受信し、前記受信した信号の強度に基づいて前記無線装置の位置を検出する、検出システム。

[請求項10]

無線装置を生体の内部に導入し、

前記無線装置が、UHF (Ultra High Frequency)、SHF (Super High Frequency)、EHF (Extremely High Frequency)、及び、THF (Tremendously High Frequency) からなる周波数帯に含まれる周波数のうちの、水の誘電率の虚数部の、当該誘電率の実数部に対する比である損失係数が双極子分極によって極大値を有する極大値周波数よりも高い周波数にて、前記生体の外部へ無線による信号の送信を行なう、無線通信方法。

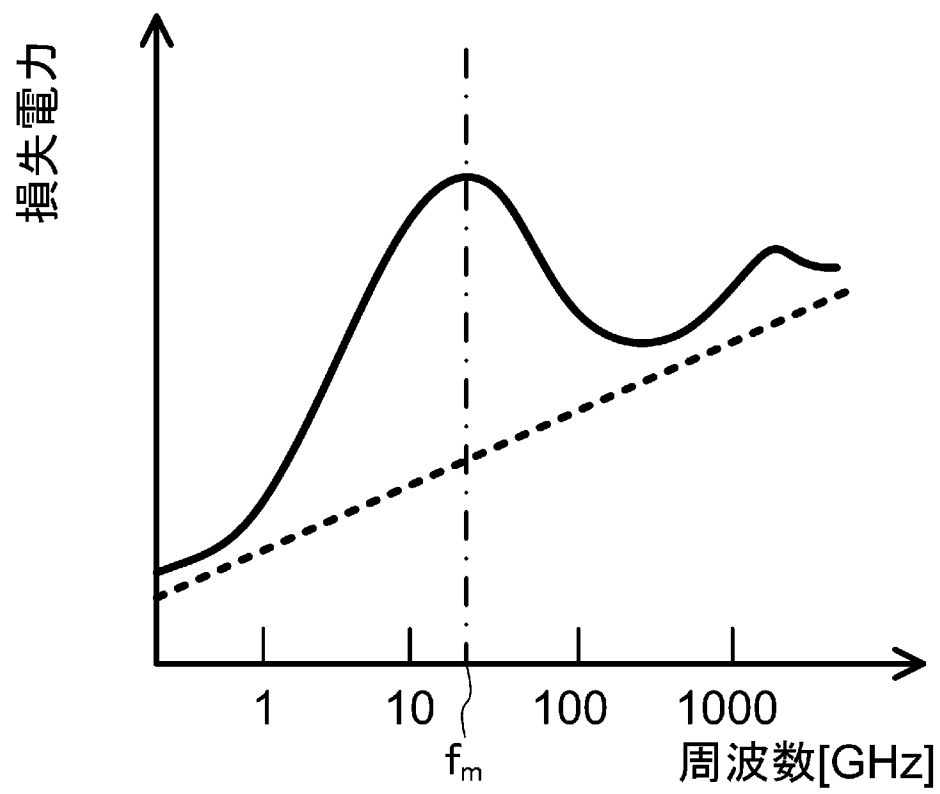
[請求項11]

請求項10に記載の無線通信方法であって、

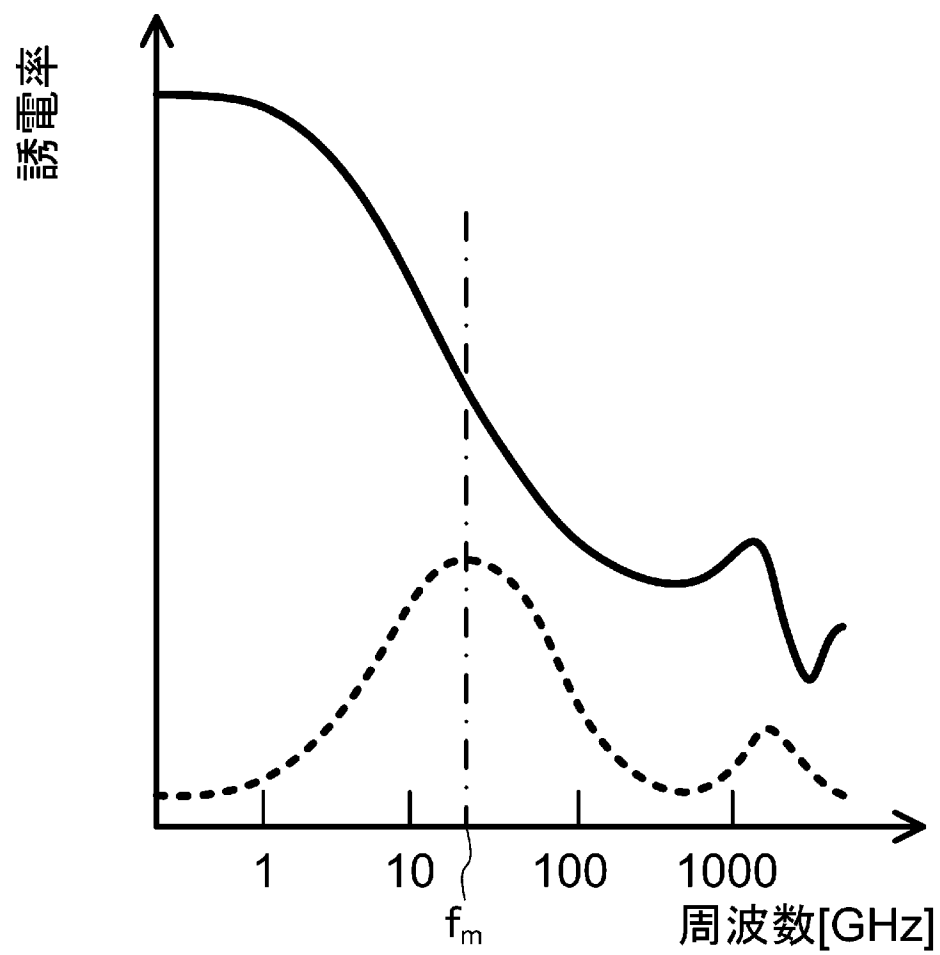
前記生体の外部に位置する検出装置が、前記無線装置によって無線により送信された信号を受信し、

前記検出装置が、前記受信した信号の強度に基づいて前記無線装置の位置を検出する、無線通信方法。

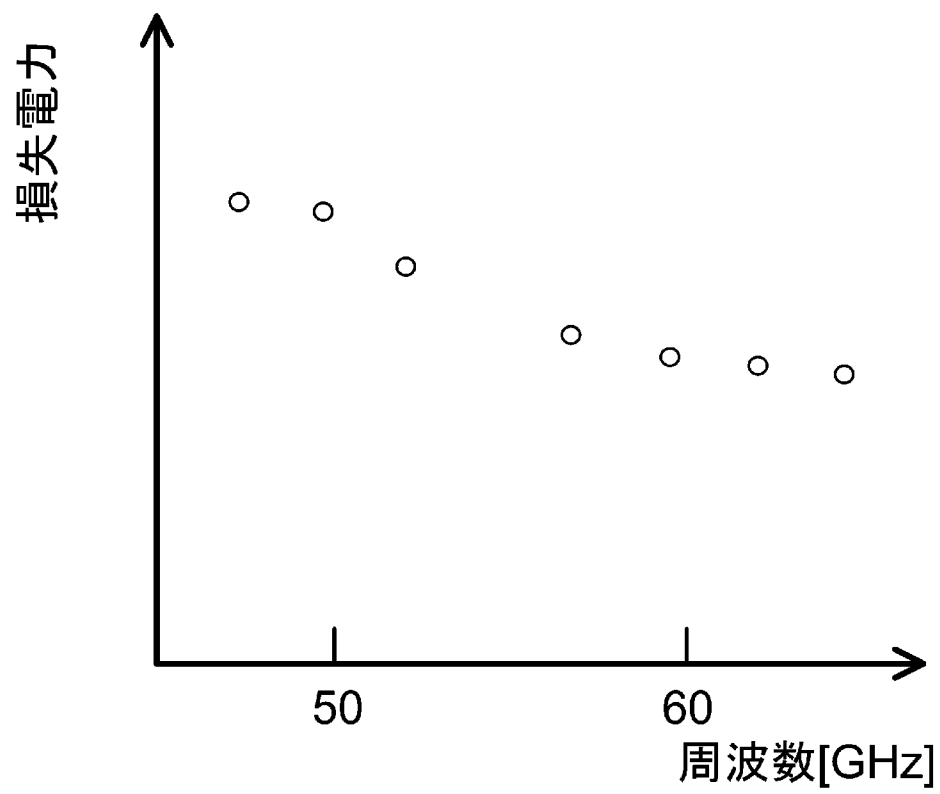
[図1]



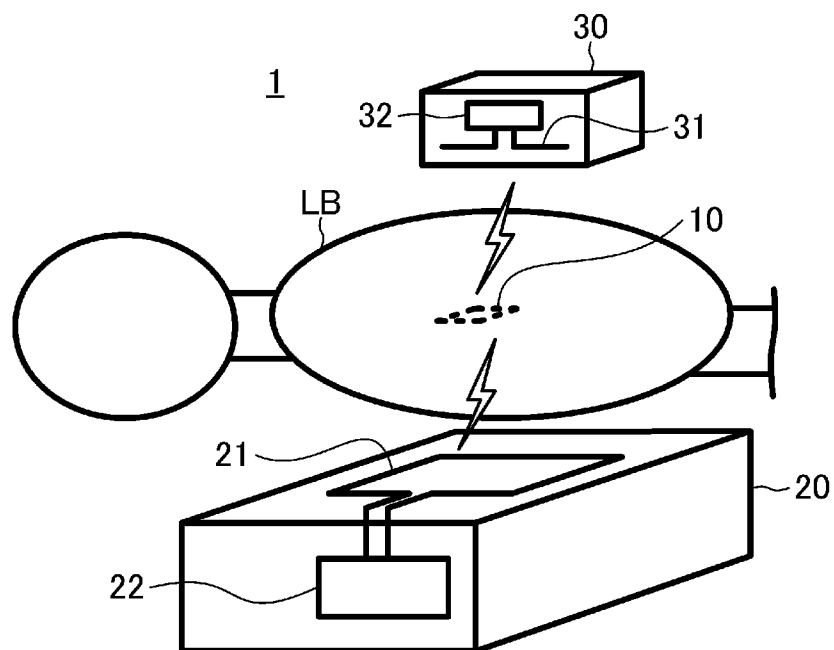
[図2]



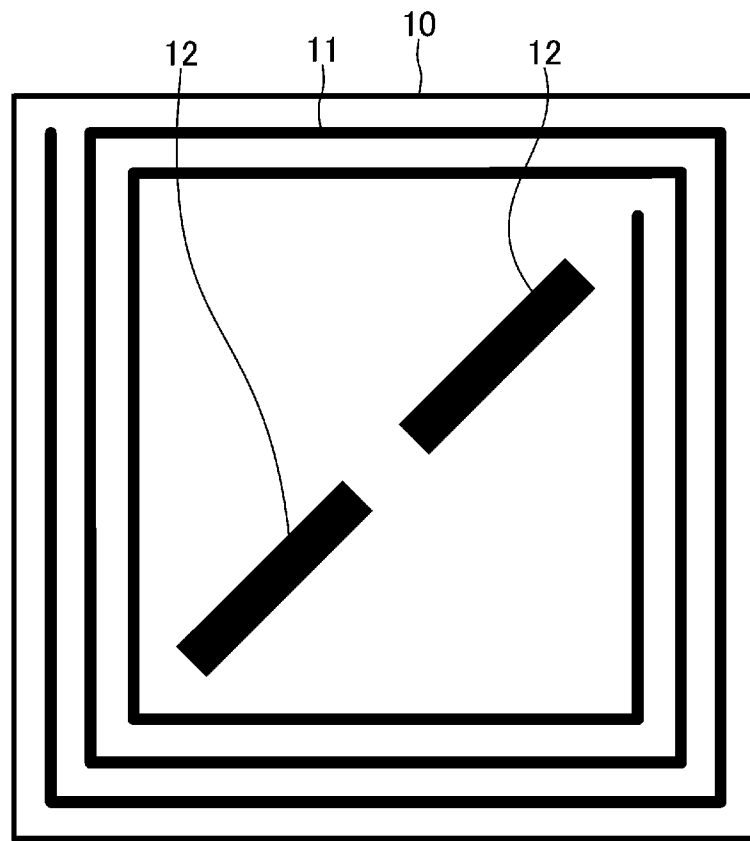
[図3]



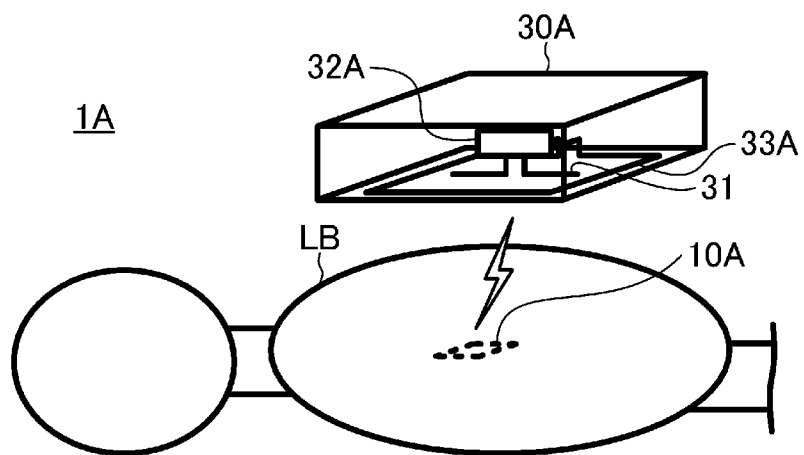
[図4]



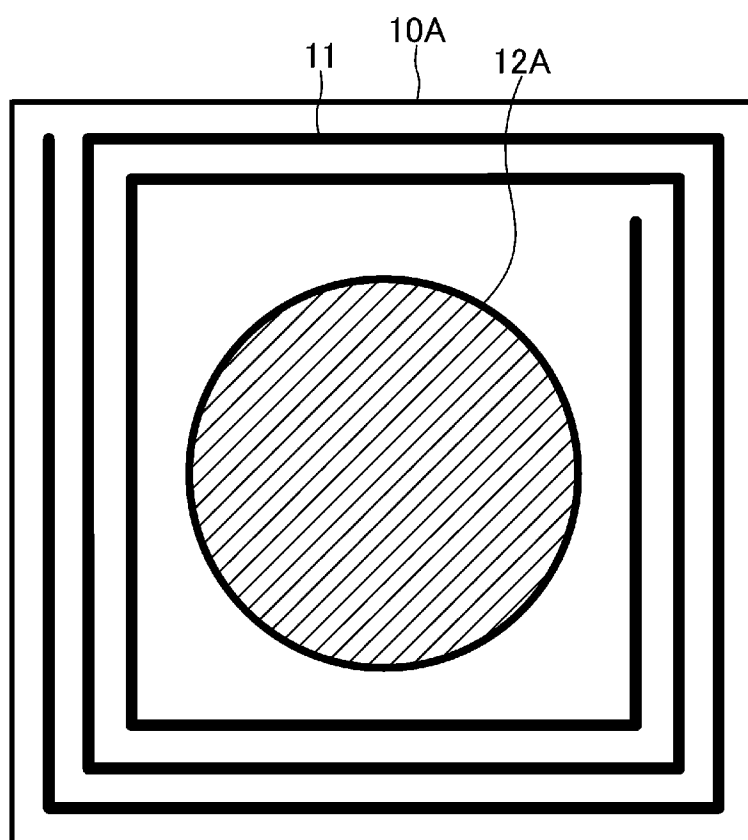
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B13/00(2006.01)i, H01Q5/10(2015.01)i, H01Q5/342(2015.01)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)

H04B13/00, H01Q5/10, H01Q5/342

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 A	JP 2011-130840 A (Olympus Corp.), 07 July 2011 (07.07.2011), paragraphs [0013] to [0022], [0026]; fig. 2 (Family: none)	1-3, 5-11 4
Y A	JP 2010-004443 A (Toshiba Corp.), 07 January 2010 (07.01.2010), paragraph [0041] (Family: none)	1-3, 5-11 4
Y A	JP 2006-130163 A (Olympus Medical Systems Corp.), 25 May 2006 (25.05.2006), paragraph [0035]; fig. 5 (Family: none)	3, 8 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
28 March 2016 (28.03.16)

Date of mailing of the international search report
05 April 2016 (05.04.16)

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/JP2016/057168

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2015/029741 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 05 March 2015 (05.03.2015), paragraph [0003] & JP 5802861 B & CN 105283114 A	7-9, 11 4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B13/00(2006.01)i, H01Q5/10(2015.01)i, H01Q5/342(2015.01)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. H04B13/00, H01Q5/10, H01Q5/342

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 A	JP 2011-130840 A（オリンパス株式会社）2011.07.07, 段落 [0013] - [0022], [0026], 図2 (ファミリーなし)	1-3, 5-11 4
Y A	JP 2010-004443 A（株式会社東芝）2010.01.07, 段落 [0041] (ファミリーなし)	1-3, 5-11 4
Y A	JP 2006-130163 A（オリンパスメディカルシステムズ株式会社） 2006.05.25, 段落 [0035], 図5 (ファミリーなし)	3, 8 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

28.03.2016

国際調査報告の発送日

05.04.2016

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）

石川 雄太郎

5W

5090

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

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 A	WO 2015/029741 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2015.03.05, 段落 [0003] & JP 5802861 B & CN 105283114 A	7-9, 11 4