(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
2017 年 9 月 14 日(14.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/154178 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 5/02 (2006.01) *A61B 5/07* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057643

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 10 日(10.03.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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１０番３１号 ＮＯＦ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, 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), 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).

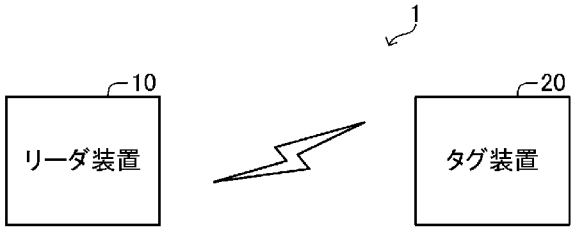
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, WIRELESS COMMUNICATION METHOD, AND WIRELESS DEVICE

(54) 発明の名称 : 無線通信システム、無線通信方法、及び、無線装置

[図1]



10... READER DEVICE
20... TAG DEVICE

(57) **Abstract**: A wireless communication system (1) is provided with: a first wireless device (20), which is to be introduced into a living body, and which has an antenna; and a second wireless device (10) that communicates with the first wireless device (20) via the antenna. In the cases where the first wireless device (20) is positioned outside of the living body, the wireless communication system (1) uses a first frequency in communication between the first wireless device (20) and the second wireless device (10) via the antenna, and in the cases where the first wireless device (20) is positioned inside of the living body, the wireless communication system uses, in the communication, a second frequency that is lower than the first frequency.

(57) 要約: 無線通信システム（１）は、生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置（２０）と、第１の無線装置（２０）と上記アンテナを介して通信する第２の無線装置（１０）と、を備える。無線通信システム（１）は、第１の無線装置（２０）が上記生体の外部に位置する場合、第１の無線装置（２０）と第２の無線装置（１０）との間の上記アンテナを介した通信に、第１の周波数を用い、一方、第１の無線装置（２０）が上記生体の内部に位置する場合、上記通信に、上記第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる。

WO 2017/154178 A1

明　細　書

発明の名称 ： 無線通信システム、無線通信方法、及び、無線装置

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システム、無線通信方法、及び、無線装置に関する。

背景技術

[0002] 生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置と、第１の無線装置と当該アンテナを介して通信する第２の無線装置と、を備える無線通信システムが知られている（例えば、特許文献１等）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表２０１４－５２５７８０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上記無線通信システムにおいて、第１の無線装置と第２の無線装置との間の通信は、第１の無線装置が生体の内部に位置する場合だけでなく、第１の無線装置が生体の外部に位置する場合においても行なわれることがある。

[0005] 第１の無線装置が生体の内部に位置する場合、アンテナは、生体の内部の液体（例えば、消化液等）と接することが多い。一方、第１の無線装置が生体の外部に位置する場合、アンテナは、空気と接することが多い。また、生体の内部の液体の誘電率は、空気の誘電率と異なる。

[0006] このため、第１の無線装置が生体の内部に位置する場合におけるアンテナの共振周波数は、第１の無線装置が生体の外部に位置する場合におけるアンテナの共振周波数と異なりやすい。従って、第１の無線装置が生体の内部に位置する場合と、第１の無線装置が生体の外部に位置する場合と、の両方において、第１の無線装置と第２の無線装置との間の通信を行なうことができない虞があった。

[0007] 本発明の目的の一つは、無線装置が生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても通信することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 一つの側面では、無線通信システムは、

生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置と、

上記第１の無線装置と上記アンテナを介して通信する第２の無線装置と、

を備える。

上記無線通信システムは、

上記第１の無線装置が上記生体の外部に位置する場合、上記第１の無線装置と上記第２の無線装置との間の上記アンテナを介した通信に、第１の周波数を用い、一方、

上記第１の無線装置が上記生体の内部に位置する場合、上記通信に、上記第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる。

[0009] 他の一つの側面では、無線通信方法は、

生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置と、

上記第１の無線装置と上記アンテナを介して通信する第２の無線装置と、

を備える無線通信システムに適用される。

[0010] 上記無線通信方法は、

上記第１の無線装置が上記生体の外部に位置する場合、上記第１の無線装置と上記第２の無線装置との間の上記アンテナを介した通信に、第１の周波数を用い、一方、上記第１の無線装置が上記生体の内部に位置する場合、上記通信に、上記第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる。

[0011] 他の一つの側面では、無線装置は、生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する。

上記無線装置は、

上記無線装置が上記生体の内部に位置するか否かを検出する検出部と、

上記アンテナを介して信号を送信する送信部と、

上記無線装置が上記生体の外部に位置すると検出された場合、上記信号が

有する周波数を第１の周波数に制御し、一方、上記無線装置が上記生体の内部に位置すると検出された場合、上記信号が有する周波数を上記第１の周波数よりも低い第２の周波数に制御する制御部と、

を備える。

[0012] 他の一つの側面では、無線装置は、生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置と上記アンテナを介して通信する第２の無線装置としての装置である。

[0013] 上記無線装置は、

信号を送信する送信部と、

上記第１の無線装置が上記生体の外部に位置する場合、上記信号が有する周波数を第１の周波数に制御し、一方、上記第１の無線装置が上記生体の内部に位置する場合、上記信号が有する周波数を上記第１の周波数よりも低い第２の周波数に制御する制御部と、

を備える。

発明の効果

[0014] 無線装置が生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても通信することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第１実施形態の無線通信システムの構成を表すブロック図である。

[図2]図１のリーダ装置の構成を表すブロック図である。

[図3]図１のタグ装置の構成を表すブロック図である。

[図4]図１の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図5]図１の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図6]第１実施形態の変形例の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図7]第１実施形態の第１変形例のリーダ装置の構成を表すブロック図である。

[図8]第１実施形態の第１変形例のタグ装置の構成を表すブロック図である。

[図9]第１実施形態の第１変形例の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図10]第１実施形態の第１変形例の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図11]第２実施形態のリーダ装置の構成を表すブロック図である。

[図12]第２実施形態のタグ装置の構成を表すブロック図である。

[図13]第２実施形態の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図14]第２実施形態の第１変形例のタグ装置の構成を表すブロック図である。

[図15]第２実施形態の第１変形例の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図16]第２実施形態の第１変形例の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図17]第３実施形態のリーダ装置の構成を表すブロック図である。

[図18]第３実施形態のタグ装置の構成を表すブロック図である。

[図19]第３実施形態の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図20]第３実施形態の第１変形例のタグ装置の構成を表すブロック図である。

[図21]第３実施形態の第１変形例の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

[図22]第３実施形態の第１変形例の無線通信システムの動作の一例を表すシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の、無線通信システム、無線通信方法、及び、無線装置、に関する各実施形態について図１乃至図２２を参照しながら説明する。

[0017] ＜第１実施形態＞

（構成）

図１に表されるように、第１実施形態の無線通信システム１は、リーダ装置１０と、タグ装置２０と、を備える。本例では、無線通信システム１は、ＲＦＩＤ（Ｒａｄｉｏ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｉｄｅｎｔｉｆｉｅｒ）システムである。

[0018] なお、無線通信システム１は、ＲＦＩＤシステムと異なる無線通信システムであってもよい。例えば、無線通信システム１は、所定の無線通信方式に従って通信を行なってよい。例えば、無線通信方式は、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ　Ｌｏｗ　Ｅｎｅｒｇｙ（ＢＬＥ）方式、ＡＮＴ方式、ＡＮＴ＋方式、又は、ＺｉｇＢｅｅ方式である。「ＢＬＵＥＴＯＯＴＨ」、「ＡＮＴ＋」、及び、「ＺＩＧＢＥＥ」は、登録商標である。ＢＬＥは、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ　４．０、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ　Ｓｍａｒｔ、又は、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ　Ｓｍａｒｔ　Ｒｅａｄｙと表されてもよい。

[0019] タグ装置２０は、ＲＦＩＤ、ＲＦＩＤタグ、無線タグ、又は、ＩＣ（Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）タグと表されてもよい。

本例では、タグ装置２０は、第１の無線装置に対応する。本例では、リーダ装置１０は、第２の無線装置に対応する。

[0020] タグ装置２０は、生体（本例では、人体）の内部に導入可能に構成される。本例では、タグ装置２０は、経口により生体の内部に導入可能に構成される。例えば、タグ装置２０は、義歯に取り付けられる。なお、タグ装置２０は、義歯の少なくとも一部を構成してもよい。本例では、義歯は、局部床義歯（換言すると、部分入れ歯）である。なお、義歯は、総義歯（換言すると、総入れ歯）であってもよい。また、タグ装置２０は、物理量を検出するセンサに取り付けられてもよいし、当該センサの少なくとも一部を構成してもよい。また、タグ装置２０は、カプセル剤又は錠剤等の製剤に取り付けられてもよいし、当該製剤の少なくとも一部を構成してもよい。

[0021] （構成：リーダ装置）

図２に表されるように、リーダ装置１０は、制御回路１１０と、第１の送

信回路１２１と、第２の送信回路１２２と、第１の送信アンテナ１３１と、第２の送信アンテナ１３２と、第１の受信アンテナ１４１と、第２の受信アンテナ１４２と、第１の受信回路１５１と、第２の受信回路１５２と、を備える。

[0022] 本例では、第１の送信回路１２１、及び、第２の送信回路１２２は、送信部に対応する。本例では、第１の受信回路１５１、及び、第２の受信回路１５２は、受信部に対応する。本例では、制御回路１１０は、制御部に対応する。

[0023] 本例では、リーダ装置１０の少なくとも一部は、ＬＳＩ（Ｌａｒｇｅ Ｓｃａｌｅ Ｉｎｔｅｇｒａｔｉｏｎ）回路により構成される。なお、リーダ装置１０の少なくとも一部は、プログラム可能な論理回路（例えば、ＰＬＤ、又は、ＦＰＧＡ）により構成されてもよい。ＰＬＤは、Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｌｏｇｉｃ Ｄｅｖｉｃｅの略記である。ＦＰＧＡは、Ｆｉｅｌｄ－Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙの略記である。

[0024] また、リーダ装置１０は、処理装置と記憶装置とを備えるとともに、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、リーダ装置１０の機能の少なくとも一部を実現してもよい。例えば、処理装置は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＭＰＵ（Ｍｉｃｒｏ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、又は、ＤＳＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｓｉｇｎａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｏｒ）を含んでもよい。また、記憶装置は、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）、半導体メモリ、又は、有機メモリを含んでもよい。

[0025] なお、リーダ装置１０は、携帯電話機、スマートフォン、又は、パーソナルコンピュータ等の少なくとも一部を構成していてもよい。また、リーダ装置１０は、携帯電話機、スマートフォン、又は、パーソナルコンピュータ等に接続されていてもよい。

[0026] 第１の送信回路１２１は、第１の送信アンテナ１３１を介して、搬送波が第１の周波数を有する要求信号（換言すると、第１の要求信号）を送信する

。本例では、第１の周波数は、ＩＳＭ（Ｉｎｄｕｓｔｒｙ－Ｓｃｉｅｎｃｅ－Ｍｅｄｉｃａｌ）バンドと呼ばれる複数の周波数帯のうちの第１の周波数帯に含まれる。本例では、第１の周波数は、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる。本例では、要求信号は、タグ装置２０に情報の送信を要求する信号である。本例では、要求信号は、時間軸において連続する、第１の信号構成部、第２の信号構成部、及び、第３の信号構成部、を含む。

[0027] 第１の信号構成部、及び、第３の信号構成部のそれぞれは、無変調波（換言すると、搬送波）である。第２の信号構成部は、変調波（換言すると、搬送波が変調された電波）である。例えば、第２の信号構成部は、特定情報を表す。特定情報は、タグ装置２０に送信を要求する情報を特定する。

本例では、第１の信号構成部、第２の信号構成部、及び、第３の信号構成部は、予め定められた、第１の時間長、第２の時間長、及び、第３の時間長をそれぞれ有する。

[0028] 第２の送信回路１２２は、第２の送信アンテナ１３２を介して、搬送波が第２の周波数を有する要求信号（換言すると、第２の要求信号）を送信する。第２の周波数は、第１の周波数よりも低い。本例では、第２の周波数は、第１の周波数の半分よりも低い。本例では、第２の周波数は、ＩＳＭバンドと呼ばれる複数の周波数帯のうちの、第１の周波数帯よりも低い第２の周波数帯に含まれる。本例では、第２の周波数は、２．４５ＧＨｚ帯（例えば、２．４ＧＨｚ乃至２．５ＧＨｚ）に含まれる。

[0029] 第１の受信回路１５１は、第１の受信アンテナ１４１を介して、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）を受信する。本例では、応答信号は、特定情報により特定される情報（換言すると、応答情報）を表す。応答情報は、後述するように、タグ装置２０が記憶している情報、及び、タグ装置２０が生成した情報、の少なくとも１つを含む。本例では、後述するように、応答信号は、要求信号のうちの第３の信号構成部の少なくとも一部が、タグ装置２０により反射されることにより変調された

信号である。

[0030] 第２の受信回路１５２は、第２の受信アンテナ１４２を介して、搬送波が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）を受信する。

[0031] 制御回路１１０は、第１の送信回路１２１に要求信号の送信を開始させるように、第１の送信回路１２１を制御する。更に、制御回路１１０は、第１の送信回路１２１に要求信号の送信を終了させるように、第１の送信回路１２１を制御する。制御回路１１０は、第１の送信回路１２１と同様に、第２の送信回路１２２を制御する。

[0032] 制御回路１１０は、第１の受信回路１５１に応答信号の受信の待機を開始させるように、第１の受信回路１５１を制御する。更に、制御回路１１０は、第１の受信回路１５１に応答信号の受信の待機を終了させるように、第１の受信回路１５１を制御する。制御回路１１０は、第１の受信回路１５１と同様に、第２の受信回路１５２を制御する。

[0033] 本例では、制御回路１１０は、第１の送信回路１２１及び第２の送信回路１２２に、同時に、要求信号の送信を開始させるとともに、第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２に、同時に、応答信号の受信の待機を開始させる。本例では、制御回路１１０は、応答信号の受信の待機が、要求信号の送信の開始と略同時に開始するように第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２を制御する。なお、応答信号の受信の待機は、要求信号の送信の開始から所定の遅延時間だけ経過した後に開始してもよい。

[0034] また、制御回路１１０は、第１の送信回路１２１による要求信号の送信と、第２の送信回路１２２による要求信号の送信と、が交互に行なわれるように、第１の送信回路１２１及び第２の送信回路１２２を制御してもよい。

[0035] この場合、制御回路１１０は、第１の送信回路１２１により要求信号の送信が行なわれている期間の少なくとも一部において、第１の受信回路１５１による応答信号の受信の待機を行なうように、第１の受信回路１５１を制御する。更に、この場合、制御回路１１０は、第２の送信回路１２２により要

求信号の送信が行なわれている期間の少なくとも一部において、第２の受信回路１５２による応答信号の受信の待機を行なうように、第２の受信回路１５２を制御する。

[0036] 更に、本例では、制御回路１１０は、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号と、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信号と、のうちの強度が大きい方のみに基づいて応答情報を取得する。例えば、信号の強度は、信号の電力、信号の振幅、又は、信号の電力及び信号の振幅の少なくとも１つが大きくなるほど大きくなるパラメータである。

[0037] なお、制御回路１１０は、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号の強度と、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信号の強度と、に基づいて、タグ装置２０が生体の外部から生体の内部へ導入されたことを検出してもよい。この場合、制御回路１１０は、第１の応答信号の強度が第２の応答信号の強度よりも大きい状態が、第２の応答信号の強度が第１の応答信号の強度よりも大きい状態に変化した場合に、タグ装置２０が生体の外部から生体の内部へ導入されたことを検出してよい。

[0038] また、制御回路１１０は、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号の強度と、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信号の強度と、に基づいて、タグ装置２０が生体の内部から生体の外部へ排出されたことを検出してもよい。この場合、制御回路１１０は、第２の応答信号の強度が第１の応答信号の強度よりも大きい状態が、第１の応答信号の強度が第２の応答信号の強度よりも大きい状態に変化した場合に、タグ装置２０が生体の内部から生体の外部へ排出されたことを検出してよい。

[0039] （構成：タグ装置）

図３に表されるように、タグ装置２０は、アンテナ２１０と、ＩＣ部２２０と、を備える。本例では、ＩＣ部２２０は、送信部に対応する。

[0040] 本例では、タグ装置２０の少なくとも一部は、ＬＳＩ回路により構成される。なお、タグ装置２０の少なくとも一部は、プログラム可能な論理回路により構成されてもよい。また、タグ装置２０は、処理装置と記憶装置とを備

えるとともに、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、タグ装置２０の機能の少なくとも一部を実現してもよい。

[0041] アンテナ２１０は、第１のアンテナ構成部２１１と、第２のアンテナ構成部２１２と、を備える。本例では、第１のアンテナ構成部２１１、及び、第２のアンテナ構成部２１２は、ダイポールアンテナを構成する。本例では、第１のアンテナ構成部２１１、及び、第２のアンテナ構成部２１２は、メアンダ形状を有する。なお、第１のアンテナ構成部２１１、及び、第２のアンテナ構成部２１２は、メアンダ形状と異なる形状（例えば、直線形状）を有してもよい。

[0042] 本例では、アンテナ２１０の共振周波数は、アンテナ２１０が空気と接する場合において、第１の周波数と略一致する。また、本例では、アンテナ２１０の共振周波数は、アンテナ２１０が生体の内部の液体（本例では、唾液等の消化液）と接する場合において、第２の周波数と略一致する。

[0043] なお、アンテナ２１０は、ダイポールアンテナと異なるアンテナ（例えば、ループアンテナ、板状アンテナ、又は、平面アンテナ等）であってもよい。

[0044] ＩＣ部２２０は、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２に接続される。ＩＣ部２２０は、スイッチング素子２２１と、変調回路２２２と、を備える。

本例では、タグ装置２０は、パッシブ型である。ＩＣ部２２０は、アンテナ２１０が信号を受信することにより、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じた電位差によって動作する。

[0045] 本例では、ＩＣ部２２０は、図示されない整流器及びコンデンサを備えるとともに、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0046] 更に、ＩＣ部２２０は、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されて

いる期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調する。ＩＣ部２２０は、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0047] スイッチング素子２２１は、第１のアンテナ構成部２１１と第２のアンテナ構成部２１２とを短絡する（換言すると、接続する）短絡状態と、第１のアンテナ構成部２１１と第２のアンテナ構成部２１２とを遮断する（換言すると、接続しない）遮断状態と、の間で、スイッチング素子２２１の状態が切り替わる。

[0048] 本例では、スイッチング素子２２１の状態が短絡状態である場合における反射強度は、スイッチング素子２２１の状態が遮断状態である場合における反射強度よりも大きい。反射強度は、アンテナ２１０により受信された信号のうちの、タグ装置２０により反射された信号（換言すると、タグ装置２０により送信された信号）の強度である。

[0049] 換言すると、スイッチング素子２２１の状態が遮断状態である場合において、アンテナ２１０により受信された信号の電力のうちの、ＩＣ部２２０によって吸収される電力は、スイッチング素子２２１の状態が短絡状態である場合よりも大きい。

[0050] 変調回路２２２は、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、特定情報により特定される情報（換言すると、応答情報）に基づいて、スイッチング素子２２１の状態を制御する。本例では、変調回路２２２は、応答情報を表す少なくとも１つのビットのそれぞれに対して、スイッチング素子２２１の状態を、当該ビットの値に関連付けられた状態に制御する。

[0051] 本例では、短絡状態は、ビットの値としての１に関連付けられるとともに、遮断状態は、ビットの値としての０に関連付けられる。なお、短絡状態は、ビットの値としての０に関連付けられるとともに、遮断状態は、ビットの値としての１に関連付けられてもよい。

[0052] 本例では、応答情報は、ＩＣ部２２０が予め記憶している情報を含む。例えば、応答情報は、タグ装置２０を識別する識別子を含んでよい。なお、タグ装置２０が物理量を検出するセンサを備える場合、応答情報は、ＩＣ部２２０が予め記憶している情報に代えて、又は、ＩＣ部２２０が予め記憶している情報に加えて、当該センサによって検出された物理量を表す情報を含んでもよい。例えば、物理量は、温度、湿度、照度、ｐＨ、加速度、角速度、圧力、又は、対象物の濃度等である。例えば、対象物は、消化液（例えば、唾液、胃液、腸液、又は、膵液等）、血液、常在菌、又は、感染性物質（例えば、細菌、又は、ウイルス等）である。

[0053] 換言すると、本例では、ＩＣ部２２０は、振幅変調（ＡＭ；Ａｍｐｌｉｔｕｄｅ Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）方式に従って、アンテナ２１０により受信された要求信号を変調し、且つ、変調された要求信号を応答信号として送信する。また、換言すると、本例では、タグ装置２０は、バックスキャッタ方式に従って、応答情報を表す応答信号を送信する。

[0054] なお、ＩＣ部２２０は、ＡＭ方式と異なる変調方式に従って変調を行なってもよい。例えば、変調方式は、周波数変調（ＦＭ；Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）方式、又は、位相変調（ＰＭ；Ｐｈａｓｅ Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）方式であってよい。また、例えば、変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0055]（動作）

次に、第１実施形態の無線通信システム１の動作について、図４及び図５を参照しながら説明する。

先ず、タグ装置２０が生体の外部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０のアンテナ２１０は、空気と接する。

[0056] リーダ装置１０は、搬送波が第１の周波数を有する要求信号（換言すると、第１の要求信号）の送信と、搬送波が第２の周波数を有する要求信号（換言すると、第２の要求信号）の送信と、を開始するとともに、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）の受信の待機と

、搬送波が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）の受信の待機と、を開始する（図４のステップＳ１０１）。

[0057] 一方、タグ装置２０は、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が空気と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第１の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信される第２の要求信号の強度よりも大きい。

[0058] タグ装置２０は、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0059] 更に、タグ装置２０は、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0060] タグ装置２０は、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、応答情報に基づいて、アンテナ２１０により受信された要求信号を変調し、且つ、変調された要求信号を応答信号として送信する（図４のステップＳ１０２）。このようにして、本例では、タグ装置２０は、バックスキャッタ方式に従って、応答情報を表す応答信号を送信する。

[0061] 本例では、アンテナ２１０により送信される応答信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の応答信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の応答信号（換言すると、第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０の共振周波数が、第１の周波数と略一致するので、第１の応答信号の強度は、第２の応答信号の強度よりも大きい。

[0062] 一方、リーダ装置１０は、タグ装置２０により送信された応答信号を受信

する。リーダ装置１０は、受信された応答信号に含まれる、第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて応答情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０は、受信された応答信号に含まれる第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの、第１の応答信号のみに基づいて応答情報を取得する。

[0063] 次に、タグ装置２０が生体の内部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０のアンテナ２１０は、生体の内部の液体（本例では、唾液）と接する。

[0064] この場合においても、上述した場合と同様に、リーダ装置１０は、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の送信と、を開始するとともに、第１の応答信号の受信の待機と、第２の応答信号の受信の待機と、を開始する（図５のステップＳ１０１）。

[0065] 一方、タグ装置２０は、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が生体の内部の液体と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第２の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により受信される第２の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度よりも大きい。

[0066] タグ装置２０は、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0067] 更に、タグ装置２０は、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0068] タグ装置２０は、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、応答情報に基づいて、アンテナ２１０により受信された要求信号を変

調し、且つ、変調された要求信号を応答信号として送信する（図５のステップＳ１０２）。このようにして、本例では、タグ装置２０は、バックスキャッタ方式に従って、応答情報を表す応答信号を送信する。

[0069] 本例では、アンテナ２１０により送信される応答信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の応答信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の応答信号（換言すると、第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０の共振周波数が、第２の周波数と略一致するので、第２の応答信号の強度は、第１の応答信号の強度よりも大きい。

[0070] 一方、リーダ装置１０は、タグ装置２０により送信された応答信号を受信する。リーダ装置１０は、受信された応答信号に含まれる、第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて応答情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０は、受信された応答信号に含まれる第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの、第２の応答信号のみに基づいて応答情報を取得する。

[0071] 以上、説明したように、第１実施形態の無線通信システム１は、タグ装置２０が生体の外部に位置する場合、タグ装置２０とリーダ装置１０との間のアンテナ２１０を介した通信に、第１の周波数を用いる。更に、無線通信システム１は、タグ装置２０が生体の内部に位置する場合、タグ装置２０とリーダ装置１０との間のアンテナ２１０を介した通信に、第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる。

[0072] これによれば、タグ装置２０が生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０は、タグ装置２０が有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０と通信できる。

[0073] 更に、第１実施形態のリーダ装置１０は、第１の周波数を有する信号を受信するとともに、第２の周波数を有する信号を受信する。

[0074] これによれば、タグ装置２０が生体の外部に位置する場合、リーダ装置１０は、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０が生体

の内部に位置する場合、リーダ装置１０は、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０が生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０は、タグ装置２０が有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０と通信できる。

[0075] 更に、第１実施形態のリーダ装置１０は、第１の周波数を有する信号を送信するとともに、第２の周波数を有する信号を送信する。

[0076] これによれば、タグ装置２０が生体の外部に位置する場合、タグ装置２０は、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０が生体の内部に位置する場合、タグ装置２０は、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０が生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、タグ装置２０は、タグ装置２０が有するアンテナ２１０を介して、リーダ装置１０と通信できる。

[0077] 更に、第１実施形態のタグ装置２０は、リーダ装置１０により送信された信号を変調し、且つ、変調された信号を送信する。

[0078] これによれば、タグ装置２０が生体の外部に位置する場合、リーダ装置１０は、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０が生体の内部に位置する場合、リーダ装置１０は、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０が生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０は、タグ装置２０が有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０と通信できる。

[0079] なお、無線通信システム１は、第１の周波数として、２．４５ＧＨｚ帯（例えば、２．４ＧＨｚ乃至２．５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、９００ＭＨｚ帯（例えば、９１５ＭＨｚ乃至９５５ＭＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0080] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、９００ＭＨｚ帯（例えば、９１５ＭＨｚ乃至９５５ＭＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0081] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、６０ＧＨｚ帯（例えば、５７ＧＨｚ乃至６６ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0082] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、２４ＧＨｚ帯（例えば、２４ＧＨｚ乃至２４．２５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0083] また、タグ装置２０は、アンテナ２１０の共振周波数を変更する変更部を備えていてもよい。例えば、変更部は、第１の延長用アンテナ構成部と、第２の延長用アンテナ構成部と、第１のスイッチング素子と、第２のスイッチング素子と、を備えていてもよい。

[0084] 第１の延長用アンテナ構成部は、第１のスイッチング素子を介して第１のアンテナ構成部２１１に接続される。第１のスイッチング素子は、第１のアンテナ構成部２１１と第１の延長用アンテナ構成部とを接続する状態と、第１のアンテナ構成部２１１と第１の延長用アンテナ構成部とを遮断する状態と、に第１のスイッチング素子の状態が切り替わる。

[0085] 第２の延長用アンテナ構成部は、第２のスイッチング素子を介して第２のアンテナ構成部２１２に接続される。第２のスイッチング素子は、第２のアンテナ構成部２１２と第２の延長用アンテナ構成部とを接続する状態と、第２のアンテナ構成部２１２と第２の延長用アンテナ構成部とを遮断する状態と、に第２のスイッチング素子の状態が切り替わる。

[0086] これによれば、第１の周波数と第２の周波数との比を、空気の誘電率と、生体の内部の液体の誘電率と、の比に対応する値と異なる比に変更できる。従って、リーダ装置１０とタグ装置２０との間の通信に用いられる周波数の自由度を高めることができる。

[0087] なお、リーダ装置１０は、図６に表されるように、応答信号を受信し、且つ、当該応答信号に含まれる第１の応答信号の強度が、当該応答信号に含ま

れる第２の応答信号の強度よりも小さい場合、第１の要求信号の送信と、応答信号に含まれる第１の応答信号の受信の待機と、を終了してもよい（図６のステップＳ１０３Ａ）。また、リーダ装置１０は、応答信号を受信し、且つ、当該応答信号に含まれる第２の応答信号の強度が、当該応答信号に含まれる第１の応答信号の強度よりも小さい場合、第２の要求信号の送信と、応答信号に含まれる第２の応答信号の受信の待機と、を終了してもよい。

[0088] これによれば、リーダ装置１０において、要求信号の送信と、応答信号の受信の待機と、を行なうために消費される電力の量を抑制できる。

[0089] ＜第１実施形態の第１変形例＞

次に、第１実施形態の第１変形例の無線通信システムについて説明する。第１実施形態の第１変形例の無線通信システムは、第１実施形態の無線通信システムに対して、タグ装置が生体の内部に位置するか否かを検出し、検出の結果をリーダ装置に通知し、リーダ装置が検出の結果に基づいて、通信に用いられる周波数を制御する点において相違している。以下、相違点を中心として説明する。なお、第１実施形態の第１変形例の説明において、第１実施形態にて使用した符号と同じ符号を付したものは、同一又はほぼ同様のものである。

[0090] （構成：リーダ装置）

図７に表されるように、第１実施形態の第１変形例のリーダ装置１０Ｂは、制御回路１１０Ｂと、第１の送信回路１２１と、第２の送信回路１２２と、第１の送信アンテナ１３１と、第２の送信アンテナ１３２と、第１の受信アンテナ１４１と、第２の受信アンテナ１４２と、第１の受信回路１５１と、第２の受信回路１５２と、を備える。

[0091] 本例では、第１の送信回路１２１、及び、第２の送信回路１２２は、送信部に対応する。本例では、第１の受信回路１５１、及び、第２の受信回路１５２は、受信部に対応する。本例では、制御回路１１０Ｂは、制御部に対応する。

[0092] 第１の送信回路１２１、及び、第２の送信回路１２２は、第１実施形態の

、第１の送信回路１２１、及び、第２の送信回路１２２とそれぞれ同様に構成される。

第１の受信回路１５１、及び、第２の受信回路１５２は、第１実施形態の、第１の受信回路１５１、及び、第２の受信回路１５２の動作に加えて、検出情報を表す検出信号を受信するようにそれぞれ構成される。検出情報は、後述するように、タグ装置２０Ｂのセンサ２２３Ｂによる検出の結果を表す情報である。

[0093] 第１の受信回路１５１は、第１の受信アンテナ１４１を介して、搬送波が第１の周波数を有する検出信号（換言すると、第１の検出信号）を受信する。

第２の受信回路１５２は、第２の受信アンテナ１４２を介して、搬送波が第２の周波数を有する検出信号（換言すると、第２の検出信号）を受信する。

[0094] 制御回路１１０Ｂは、第１の送信回路１２１に要求信号の送信を開始させるように、第１の送信回路１２１を制御する。更に、制御回路１１０Ｂは、第１の送信回路１２１に要求信号の送信を終了させるように、第１の送信回路１２１を制御する。制御回路１１０Ｂは、第１の送信回路１２１と同様に、第２の送信回路１２２を制御する。

[0095] 制御回路１１０Ｂは、第１の受信回路１５１に検出信号及び応答信号の受信の待機を開始させるように、第１の受信回路１５１を制御する。更に、制御回路１１０Ｂは、第１の受信回路１５１に検出信号及び応答信号の受信の待機を終了させるように、第１の受信回路１５１を制御する。制御回路１１０Ｂは、第１の受信回路１５１と同様に、第２の受信回路１５２を制御する。

[0096] 本例では、制御回路１１０Ｂは、第１の送信回路１２１及び第２の送信回路１２２に、同時に、要求信号の送信を開始させるとともに、第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２に、同時に、検出信号及び応答信号の受信の待機を開始させる。本例では、制御回路１１０Ｂは、検出信号及び応答

信号の受信の待機が、要求信号の送信の開始と略同時に開始するように第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２を制御する。なお、検出信号及び応答信号の受信の待機は、要求信号の送信の開始から所定の遅延時間だけ経過した後に開始してもよい。

[0097] また、制御回路１１０Ｂは、第１の送信回路１２１による要求信号の送信と、第２の送信回路１２２による要求信号の送信と、が交互に行なわれるように、第１の送信回路１２１及び第２の送信回路１２２を制御してもよい。

[0098] この場合、制御回路１１０Ｂは、第１の送信回路１２１により要求信号の送信が行なわれている期間の少なくとも一部において、第１の受信回路１５１による検出信号及び応答信号の受信の待機を行なうように、第１の受信回路１５１を制御する。更に、この場合、制御回路１１０Ｂは、第２の送信回路１２２により要求信号の送信が行なわれている期間の少なくとも一部において、第２の受信回路１５２による検出信号及び応答信号の受信の待機を行なうように、第２の受信回路１５２を制御する。

[0099] 更に、制御回路１１０Ｂは、第１の受信回路１５１により受信された、搬送波が第１の周波数を有する検出信号（換言すると、第１の検出信号）と、第２の受信回路１５２により受信された、搬送波が第２の周波数を有する検出信号（換言すると、第２の検出信号）と、のうちの強度が大きい方の検出信号のみに基づいて検出情報を取得する。なお、制御回路１１０Ｂは、第１の受信回路１５１により受信された第１の検出信号と、第２の受信回路１５２により受信された第２の検出信号と、の両方に基づいて検出情報を取得してもよい。

[0100] 制御回路１１０Ｂは、取得された検出情報が表す検出の結果に基づいて、搬送波が第１の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、搬送波が第２の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、のうちの一方を終了する。

[0101] 本例では、制御回路１１０Ｂは、取得された検出情報が、タグ装置２０Ｂが生体の外部に位置することを表す場合、第２の要求信号の送信と、搬送波

が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）及び第２の検出信号の受信の待機と、を終了する。更に、本例では、制御回路１１０Ｂは、取得された検出情報が、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置することを表す場合、第１の要求信号の送信と、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）及び第１の検出信号の受信の待機と、を終了する。

[0102] 制御回路１１０Ｂは、第１の受信回路１５１又は第２の受信回路１５２により受信された応答信号に基づいて応答情報を取得する。

[0103] （構成：タグ装置）

図８に表されるように、第１実施形態の第１変形例のタグ装置２０Ｂは、第１実施形態のタグ装置２０のＩＣ部２２０に代えて、ＩＣ部２２０Ｂを備える。ＩＣ部２２０Ｂは、スイッチング素子２２１と、変調回路２２２Ｂと、センサ２２３Ｂと、を備える。本例では、センサ２２３Ｂは、検出部に対応する。本例では、ＩＣ部２２０Ｂは、通知部に対応する。

スイッチング素子２２１は、第１実施形態のスイッチング素子２２１と同様に構成される。

[0104] センサ２２３Ｂは、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置するか否かを検出する。本例では、センサ２２３Ｂは、温度を検出し、検出された温度が、予め定められた閾値（例えば、３０７Ｋ）以上である場合にタグ装置２０Ｂが生体の内部に位置することを検出し、一方、検出された温度が当該閾値よりも低い場合にタグ装置２０Ｂが生体の外部に位置することを検出する。

[0105] なお、センサ２２３Ｂは、温度に加えて、又は、温度に代えて、温度と異なる物理量に基づいて、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置するか否かを検出してもよい。例えば、物理量は、照度、ｐＨ、又は、体内対象物の濃度等である。例えば、体内対象物は、消化液（例えば、唾液、胃液、腸液、又は、膵液等）、血液、又は、常在菌である。

[0106] 本例では、センサ２２３Ｂは、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより動作する。なお、センサ２２３Ｂは、電池を備えるとともに、電池に

蓄電された電力を用いることにより動作してもよい。

[0107] 変調回路２２２Ｂは、要求信号のうちの第１の信号構成部及び第２の信号構成部が受信されている期間における動作が、変調回路２２２と同じであるように構成されるとともに、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間における動作が、変調回路２２２と異なるように構成される。

[0108] 変調回路２２２Ｂは、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間の一部である第１の期間構成部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、センサ２２３Ｂによる検出の結果を表す情報（換言すると、検出情報）に基づいて、スイッチング素子２２１の状態を制御する。本例では、変調回路２２２Ｂは、検出情報を表す少なくとも１つのビットのそれぞれに対して、スイッチング素子２２１の状態を、当該ビットの値に関連付けられた状態に制御する。

[0109] 換言すると、本例では、タグ装置２０Ｂは、バックスキャッタ方式に従って、検出情報を表す検出信号を送信する。本例では、検出信号を送信することは、センサ２２３Ｂによる検出の結果をリーダ装置１０Ｂに通知することに対応する。

なお、ＩＣ部２２０Ｂは、ＡＭ方式と異なる変調方式に従って、検出情報に基づく変調を行なってもよい。

[0110] 変調回路２２２Ｂは、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間のうちの、第１の期間構成部に後続する第２の期間構成部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、応答情報に基づいて、スイッチング素子２２１の状態を制御する。本例では、変調回路２２２Ｂは、応答情報を表す少なくとも１つのビットのそれぞれに対して、スイッチング素子２２１の状態を、当該ビットの値に関連付けられた状態に制御する。

[0111] 換言すると、本例では、タグ装置２０Ｂは、バックスキャッタ方式に従って、応答情報を表す応答信号を送信する。なお、ＩＣ部２２０Ｂは、ＡＭ方式と異なる変調方式に従って、応答情報に基づく変調を行なってもよい。

[0112] （動作）

次に、第１実施形態の第１変形例の無線通信システム１の動作について、図９及び図１０を参照しながら説明する。

先ず、タグ装置２０Ｂが生体の外部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｂのアンテナ２１０は、空気と接する。

[0113] リーダ装置１０Ｂは、搬送波が第１の周波数を有する要求信号（換言すると、第１の要求信号）の送信と、搬送波が第２の周波数を有する要求信号（換言すると、第２の要求信号）の送信と、を開始するとともに、搬送波が第１の周波数を有する信号（換言すると、第１の検出信号及び第１の応答信号）の受信の待機と、搬送波が第２の周波数を有する信号（換言すると、第２の検出信号及び第２の応答信号）の受信の待機と、を開始する（図９のステップＳ２０１）。

[0114] 一方、タグ装置２０Ｂは、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が空気と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第１の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信される第２の要求信号の強度よりも大きい。

[0115] タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0116] 更に、タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0117] タグ装置２０Ｂは、センサ２２３Ｂを用いることにより、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置するか否かを検出する。上記仮定に従えば、タグ装置２０Ｂは、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置しない（換言すると、生体の外部に位置する）ことを検出する。（図９のステップＳ２０２１）。

[0118] タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間のうちの第１の期間構成部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、検出情報に基づいて、アンテナ２１０により受信された要求信号を変調し、且つ、変調された要求信号を検出信号として送信する（図９のステップＳ２０３）。このようにして、本例では、タグ装置２０Ｂは、バックスキャッタ方式に従って、検出情報を表す検出信号を送信する。

[0119] 本例では、アンテナ２１０により送信される検出信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の検出信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の検出信号（換言すると、第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０の共振周波数が、第１の周波数と略一致するので、第１の検出信号の強度は、第２の検出信号の強度よりも大きい。

[0120] 一方、リーダ装置１０Ｂは、タグ装置２０Ｂにより送信された検出信号を受信する。リーダ装置１０Ｂは、受信された検出信号に含まれる、第１の検出信号及び第２の検出信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて検出情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｂは、受信された検出信号に含まれる第１の検出信号及び第２の検出信号のうちの、第１の検出信号のみに基づいて検出情報を取得する。

[0121] そして、リーダ装置１０Ｂは、取得された検出情報が表す検出の結果に基づいて、搬送波が第１の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、搬送波が第２の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、のうちの一方を終了する。上記仮定に従えば、検出の結果が、タグ装置２０Ｂが生体の外部に位置することを表すので、リーダ装置１０Ｂは、第２の要求信号の送信と、第２の検出信号及び第２の応答信号の受信の待機と、を終了する（図９のステップＳ２０４１）。

[0122] 次いで、タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間のうちの第２の期間構成部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、応答情報に基づいて、アンテナ２１０により受信

された要求信号を変調し、且つ、変調された要求信号を応答信号として送信する（図９のステップＳ２０５）。このようにして、本例では、タグ装置２０Ｂは、バックスキャッタ方式に従って、応答情報を表す応答信号を送信する。

[0123] 上記仮定に従えば、アンテナ２１０により送信される応答信号の搬送波は、第１の周波数を有する。換言すると、応答信号は、搬送波が第２の周波数を有する成分を含まない。

[0124] 一方、リーダ装置１０Ｂは、タグ装置２０Ｂにより送信された応答信号を受信する。上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｂは、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号に基づいて応答情報を取得する。

[0125] 次に、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｂのアンテナ２１０は、生体の内部の液体（本例では、唾液）と接する。

[0126] リーダ装置１０Ｂは、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の送信と、を開始するとともに、第１の検出信号及び第１の応答信号の受信の待機と、第２の検出信号及び第２の応答信号の受信の待機と、を開始する（図１０のステップＳ２０１）。

[0127] 一方、タグ装置２０Ｂは、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が生体の内部の液体と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第２の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により受信される第２の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度よりも大きい。

[0128] タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0129] 更に、タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用い

ることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0130] タグ装置２０Ｂは、センサ２２３Ｂを用いることにより、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置するか否かを検出する。上記仮定に従えば、タグ装置２０Ｂは、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置することを検出する。（図１０のステップＳ２０２２）。

[0131] タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間のうちの第１の期間構成部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、検出情報に基づいて、アンテナ２１０により受信された要求信号を変調し、且つ、変調された要求信号を検出信号として送信する（図１０のステップＳ２０３）。このようにして、本例では、タグ装置２０Ｂは、バックスキャッタ方式に従って、検出情報を表す検出信号を送信する。

[0132] 本例では、アンテナ２１０により送信される検出信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の検出信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の検出信号（換言すると、第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０の共振周波数が、第２の周波数と略一致するので、第２の検出信号の強度は、第１の検出信号の強度よりも大きい。

[0133] 一方、リーダ装置１０Ｂは、タグ装置２０Ｂにより送信された検出信号を受信する。リーダ装置１０Ｂは、受信された検出信号に含まれる、第１の検出信号及び第２の検出信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて検出情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｂは、受信された検出信号に含まれる第１の検出信号及び第２の検出信号のうちの、第２の検出信号のみに基づいて検出情報を取得する。

[0134] そして、リーダ装置１０Ｂは、取得された検出情報が表す検出の結果に基づいて、搬送波が第１の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、搬送波が第２の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、のうちの一方を終了する。上記仮定に従えば、検出の結果が、タグ装置２０Ｂが生体の内

部に位置することを表すので、リーダ装置１０Ｂは、第１の要求信号の送信と、第１の検出信号及び第１の応答信号の受信の待機と、を終了する（図１０のステップＳ２０４２）。

[0135] 次いで、タグ装置２０Ｂは、要求信号のうちの第３の信号構成部が受信されている期間のうちの第２の期間構成部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、応答情報に基づいて、アンテナ２１０により受信された要求信号を変調し、且つ、変調された要求信号を応答信号として送信する（図１０のステップＳ２０５）。このようにして、本例では、タグ装置２０Ｂは、バックスキャッタ方式に従って、応答情報を表す応答信号を送信する。

[0136] 上記仮定に従えば、アンテナ２１０により送信される応答信号の搬送波は、第２の周波数を有する。換言すると、応答信号は、搬送波が第１の周波数を有する成分を含まない。

[0137] 一方、リーダ装置１０Ｂは、タグ装置２０Ｂにより送信された応答信号を受信する。上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｂは、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信号に基づいて応答情報を取得する。

[0138] 以上、説明したように、第１実施形態の第１変形例の無線通信システム１によれば、第１実施形態の無線通信システム１と同様の作用及び効果が奏される。

更に、第１実施形態の第１変形例の無線通信システム１において、リーダ装置１０Ｂは、タグ装置２０Ｂが生体の外部に位置する場合、リーダ装置１０Ｂにより送信される信号の搬送波が有する周波数を第１の周波数に制御し、一方、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置する場合、リーダ装置１０Ｂにより送信される信号の搬送波が有する周波数を第２の周波数に制御する。

[0139] これによれば、タグ装置２０Ｂが生体の内部に位置する場合に、リーダ装置１０Ｂは、搬送波が第１の周波数を有する信号を送信することを抑制できる。また、タグ装置２０Ｂが生体の外部に位置する場合に、リーダ装置１０Ｂは、搬送波が第２の周波数を有する信号を送信することを抑制できる。従

って、例えば、リーダ装置１０Ｂが、搬送波が第１の周波数を有する信号、及び、搬送波が第２の周波数を有する信号のそれぞれを送信する場合よりも、リーダ装置１０Ｂが消費する電力の量を抑制できる。

[0140] なお、搬送波が第１の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、搬送波が第２の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、のうちの一方のみが所定の閾値時間以上に亘って継続した場合、リーダ装置１０Ｂは、搬送波が第１の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、搬送波が第２の周波数を有する信号の、受信の待機及び送信と、のうちの他方を再開してもよい。

[0141] これによれば、タグ装置２０Ｂが生体の内部と生体の外部との間で移動した場合であっても、リーダ装置１０Ｂは、タグ装置２０Ｂが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｂと通信できる。

[0142] ＜第２実施形態＞

次に、第２実施形態の無線通信システムについて説明する。第２実施形態の無線通信システムは、第１実施形態の無線通信システムに対して、タグ装置がアクティブ型である点において相違している。以下、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実施形態にて使用した符号と同じ符号を付したものは、同一又はほぼ同様のものである。

[0143] （構成：リーダ装置）

図１１に表されるように、第２実施形態のリーダ装置１０Ｃは、制御回路１１０Ｃと、第１の受信アンテナ１４１と、第２の受信アンテナ１４２と、第１の受信回路１５１と、第２の受信回路１５２と、を備える。

[0144] 本例では、第１の受信回路１５１、及び、第２の受信回路１５２は、受信部に対応する。本例では、制御回路１１０Ｃは、制御部に対応する。

[0145] 第１の受信回路１５１は、第１の受信アンテナ１４１を介して、搬送波が第１の周波数を有する報知信号（換言すると、第１の報知信号）を受信する。本例では、報知信号は、報知情報を表す。報知情報は、後述するように、タグ装置２０Ｃが記憶している情報、及び、タグ装置２０Ｃが生成した情報

、の少なくとも１つを含む。本例では、第１の周波数は、ＩＳＭバンドと呼ばれる複数の周波数帯のうちの第１の周波数帯に含まれる。本例では、第１の周波数は、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる。

[0146] 第２の受信回路１５２は、第２の受信アンテナ１４２を介して、搬送波が第２の周波数を有する報知信号（換言すると、第２の報知信号）を受信する。第２の周波数は、第１の周波数よりも低い。本例では、第２の周波数は、第１の周波数の半分よりも低い。本例では、第２の周波数は、ＩＳＭバンドと呼ばれる複数の周波数帯のうちの、第１の周波数帯よりも低い第２の周波数帯に含まれる。本例では、第２の周波数は、２．４５ＧＨｚ帯（例えば、２．４ＧＨｚ乃至２．５ＧＨｚ）に含まれる。

[0147] 制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１に報知信号の受信の待機を開始させるように、第１の受信回路１５１を制御する。更に、制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１に報知信号の受信の待機を終了させるように、第１の受信回路１５１を制御する。制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１と同様に、第２の受信回路１５２を制御する。

本例では、制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２に、同時に、報知信号の受信の待機を開始させる。

[0148] なお、制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１による報知信号の受信の待機と、第２の受信回路１５２による報知信号の受信の待機と、が交互に行なわれるように、第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２を制御してもよい。

[0149] 更に、本例では、制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１により受信された第１の報知信号と、第２の受信回路１５２により受信された第２の報知信号と、のうちの強度が大きい方のみに基づいて報知情報を取得する。

[0150] なお、制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１により受信された第１の報知信号の強度と、第２の受信回路１５２により受信された第２の報知信号の強度と、に基づいて、タグ装置２０Ｃが生体の外部から生体の内部へ導

入されたことを検出してもよい。この場合、制御回路１１０Ｃは、第１の報知信号の強度が第２の報知信号の強度よりも大きい状態が、第２の報知信号の強度が第１の報知信号の強度よりも大きい状態に変化した場合に、タグ装置２０Ｃが生体の外部から生体の内部へ導入されたことを検出してよい。

[0151] また、制御回路１１０Ｃは、第１の受信回路１５１により受信された第１の報知信号の強度と、第２の受信回路１５２により受信された第２の報知信号の強度と、に基づいて、タグ装置２０Ｃが生体の内部から生体の外部へ排出されたことを検出してもよい。この場合、制御回路１１０Ｃは、第２の報知信号の強度が第１の報知信号の強度よりも大きい状態が、第１の報知信号の強度が第２の報知信号の強度よりも大きい状態に変化した場合に、タグ装置２０Ｃが生体の内部から生体の外部へ排出されたことを検出してよい。

[0152] （構成：タグ装置）

図１２に表されるように、第２実施形態のタグ装置２０Ｃは、アンテナ２１０と、ＩＣ部２２０Ｃと、を備える。本例では、ＩＣ部２２０Ｃは、送信部に対応する。

[0153] アンテナ２１０は、第１実施形態のアンテナ２１０と同様に構成される。

ＩＣ部２２０Ｃは、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２に接続される。ＩＣ部２２０Ｃは、第１の送信回路２２４Ｃと、第２の送信回路２２５Ｃと、電池２２６Ｃと、を備える。本例では、タグ装置２０Ｃは、アクティブ型である。

[0154] 第１の送信回路２２４Ｃは、電池２２６Ｃに蓄電された電力を用いることにより、搬送波が第１の周波数を有する報知信号（換言すると、第１の報知信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第１の送信回路２２４Ｃは、予め定められた第１の変調方式に従って変調された第１の報知信号を送信する。例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0155] 第２の送信回路２２５Ｃは、電池２２６Ｃに蓄電された電力を用いること

により、搬送波が第２の周波数を有する報知信号（換言すると、第２の報知信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第２の送信回路２２５Ｃは、予め定められた第２の変調方式に従って変調された第２の報知信号を送信する。例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0156] 本例では、報知情報は、ＩＣ部２２０Ｃが予め記憶している情報を含む。例えば、報知情報は、タグ装置２０Ｃを識別する識別子を含んでよい。なお、タグ装置２０Ｃが物理量を検出するセンサを備える場合、報知情報は、ＩＣ部２２０Ｃが予め記憶している情報に代えて、又は、ＩＣ部２２０Ｃが予め記憶している情報に加えて、当該センサによって検出された物理量を表す情報を含んでもよい。例えば、物理量は、温度、湿度、照度、ｐＨ、加速度、角速度、圧力、又は、対象物の濃度等である。例えば、対象物は、消化液（例えば、唾液、胃液、腸液、又は、膵液等）、血液、常在菌、又は、感染性物質（例えば、細菌、又は、ウイルス等）である。

[0157] なお、タグ装置２０Ｃは、電池２２６Ｃに代えて、又は、電池２２６Ｃに加えて、第１の送信回路２２４Ｃに接続された第１の電池と、第２の送信回路２２５Ｃに接続された第２の電池と、を備えていてもよい。

[0158]（動作）

次に、無線通信システム１の動作について、図１３を参照しながら説明する。

先ず、タグ装置２０Ｃが生体の外部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｃのアンテナ２１０は、空気と接する。

[0159] リーダ装置１０Ｃは、搬送波が第１の周波数を有する報知信号（換言すると、第１の報知信号）の受信の待機と、搬送波が第２の周波数を有する報知信号（換言すると、第２の報知信号）の受信の待機と、を開始する（図１３のステップＳ３０１）。

[0160] 一方、タグ装置２０Ｃは、第１の報知信号の送信と、第２の報知信号の送

信と、を開始する（図１３のステップＳ３０２）。

[0161] アンテナ２１０により送信される報知信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の報知信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の報知信号（換言すると、第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が空気と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第１の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により送信される第１の報知信号の強度は、アンテナ２１０により送信される第２の報知信号の強度よりも大きい。

[0162] 一方、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｃにより送信された報知信号を受信する。リーダ装置１０Ｃは、受信された報知信号に含まれる、第１の報知信号及び第２の報知信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて報知情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｃは、受信された報知信号に含まれる第１の報知信号及び第２の報知信号のうちの、第１の報知信号のみに基づいて報知情報を取得する。

[0163] 次に、タグ装置２０Ｃが生体の内部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｃのアンテナ２１０は、生体の内部の液体（本例では、唾液）と接する。

[0164] この場合においても、上述した場合と同様に、リーダ装置１０Ｃは、第１の報知信号の受信の待機と、第２の報知信号の受信の待機と、を開始する。

一方、タグ装置２０Ｃは、第１の報知信号の送信と、第２の報知信号の送信と、を開始する。

[0165] アンテナ２１０により送信される報知信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の報知信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の報知信号（換言すると、第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が生体の内部の液体と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第２の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により送信される第２の報知信号の強度は、アンテナ２１０により送信される第１の報知信号の強度よりも大きい。

[0166] 一方、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｃにより送信された報知信号を受信する。リーダ装置１０Ｃは、受信された報知信号に含まれる、第１の報知信号及び第２の報知信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて報知情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｃは、受信された報知信号に含まれる第１の報知信号及び第２の報知信号のうちの、第２の報知信号のみに基づいて報知情報を取得する。

[0167] 以上、説明したように、第２実施形態の無線通信システム１は、タグ装置２０Ｃが生体の外部に位置する場合、タグ装置２０Ｃとリーダ装置１０Ｃとの間のアンテナ２１０を介した通信に、第１の周波数を用いる。更に、無線通信システム１は、タグ装置２０Ｃが生体の内部に位置する場合、タグ装置２０Ｃとリーダ装置１０Ｃとの間のアンテナ２１０を介した通信に、第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる。

[0168] これによれば、タグ装置２０Ｃが生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｃが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｃと通信できる。

[0169] 更に、第２実施形態のリーダ装置１０Ｃは、第１の周波数を有する信号を受信するとともに、第２の周波数を有する信号を受信する。

[0170] これによれば、タグ装置２０Ｃが生体の外部に位置する場合、リーダ装置１０Ｃは、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０Ｃが生体の内部に位置する場合、リーダ装置１０Ｃは、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０Ｃが生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｃが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｃと通信できる。

[0171] 更に、第２実施形態のタグ装置２０Ｃは、第１の周波数を有する信号をアンテナ２１０を介して送信するとともに、第２の周波数を有する信号をアンテナ２１０を介して送信する。

[0172] これによれば、タグ装置２０Ｃが生体の外部に位置する場合、リーダ装置１０Ｃは、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０Ｃ

が生体の内部に位置する場合、リーダ装置１０Ｃは、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０Ｃが生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｃが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｃと通信できる。

[0173] なお、無線通信システム１は、第１の周波数として、２．４５ＧＨｚ帯（例えば、２．４ＧＨｚ乃至２．５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、９００ＭＨｚ帯（例えば、９１５ＭＨｚ乃至９５５ＭＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0174] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、９００ＭＨｚ帯（例えば、９１５ＭＨｚ乃至９５５ＭＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0175] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、６０ＧＨｚ帯（例えば、５７ＧＨｚ乃至６６ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0176] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、２４ＧＨｚ帯（例えば、２４ＧＨｚ乃至２４．２５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0177] また、タグ装置２０Ｃは、アンテナ２１０の共振周波数を変更する変更部を備えていてもよい。例えば、変更部は、第１の延長用アンテナ構成部と、第２の延長用アンテナ構成部と、第１のスイッチング素子と、第２のスイッチング素子と、を備えていてもよい。

[0178] 第１の延長用アンテナ構成部は、第１のスイッチング素子を介して第１のアンテナ構成部２１１に接続される。第１のスイッチング素子は、第１のアンテナ構成部２１１と第１の延長用アンテナ構成部とを接続する状態と、第１のアンテナ構成部２１１と第１の延長用アンテナ構成部とを遮断する状態

と、に第１のスイッチング素子の状態が切り替わる。

[0179] 第２の延長用アンテナ構成部は、第２のスイッチング素子を介して第２のアンテナ構成部２１２に接続される。第２のスイッチング素子は、第２のアンテナ構成部２１２と第２の延長用アンテナ構成部とを接続する状態と、第２のアンテナ構成部２１２と第２の延長用アンテナ構成部とを遮断する状態と、に第２のスイッチング素子の状態が切り替わる。

[0180] これによれば、第１の周波数と第２の周波数との比を、空気の誘電率と、生体の内部の液体の誘電率と、の比に対応する値と異なる比に変更できる。従って、リーダ装置１０Ｃとタグ装置２０Ｃとの間の通信に用いられる周波数の自由度を高めることができる。

[0181] なお、リーダ装置１０Ｃは、報知信号を受信し、且つ、当該報知信号に含まれる第１の報知信号の強度が、当該報知信号に含まれる第２の報知信号の強度よりも小さい場合、第１の報知信号の受信の待機を終了してもよい。また、リーダ装置１０Ｃは、報知信号を受信し、且つ、当該報知信号に含まれる第２の報知信号の強度が、当該報知信号に含まれる第１の報知信号の強度よりも小さい場合、第２の報知信号の受信の待機を終了してもよい。

[0182] これによれば、リーダ装置１０Ｃにおいて、報知信号の受信の待機を行なうために消費される電力の量を抑制できる。

[0183] なお、無線通信システム１は、リーダ装置１０Ｃが、第１の周波数の信号及び第２の周波数の信号の、受信の待機を開始する前に、タグ装置２０Ｃが、第１の周波数の信号及び第２の周波数の信号の送信を開始してもよい。

[0184] ＜第２実施形態の第１変形例＞

次に、第２実施形態の第１変形例の無線通信システムについて説明する。第２実施形態の第１変形例の無線通信システムは、第２実施形態の無線通信システムに対して、タグ装置が生体の内部に位置するか否かを検出し、検出の結果に基づいて、通信に用いられる周波数を制御する点において相違している。以下、相違点を中心として説明する。なお、第２実施形態の第１変形例の説明において、第２実施形態にて使用した符号と同じ符号を付したもの

は、同一又はほぼ同様のものである。

[0185] （構成：タグ装置）

図１４に表されるように、第２実施形態の第１変形例のタグ装置２０Ｄは、第２実施形態のタグ装置２０ＣのＩＣ部２２０Ｃに代えて、ＩＣ部２２０Ｄを備える。ＩＣ部２２０Ｄは、第１の送信回路２２４Ｄと、第２の送信回路２２５Ｄと、電池２２６Ｄと、スイッチング素子２２７Ｄと、センサ２２８Ｄと、を備える。本例では、センサ２２８Ｄは、検出部に対応する。本例では、ＩＣ部２２０Ｄは、送信部に対応する。

[0186] センサ２２８Ｄは、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置するか否かを検出する。本例では、センサ２２８Ｄは、温度を検出し、検出された温度が、予め定められた閾値（例えば、３０７Ｋ）以上である場合にタグ装置２０Ｄが生体の内部に位置することを検出し、一方、検出された温度が当該閾値よりも低い場合にタグ装置２０Ｄが生体の外部に位置することを検出する。

[0187] なお、センサ２２８Ｄは、温度に加えて、又は、温度に代えて、温度と異なる物理量に基づいて、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置するか否かを検出してもよい。例えば、物理量は、照度、ｐＨ、又は、体内対象物の濃度等である。例えば、体内対象物は、消化液（例えば、唾液、胃液、腸液、又は、膵液等）、血液、又は、常在菌である。

本例では、センサ２２８Ｄは、電池２２６Ｄに蓄電された電力を用いることにより動作する。

[0188] スイッチング素子２２７Ｄは、センサ２２８Ｄによる検出の結果に基づいて、第１の接続状態と、第２の接続状態と、の間で、スイッチング素子２２７Ｄの状態を切り替える。第１の接続状態は、スイッチング素子２２７Ｄが第１の送信回路２２４Ｄと電池２２６Ｄとを接続するとともに、スイッチング素子２２７Ｄが第２の送信回路２２５Ｄと電池２２６Ｄとを遮断する（換言すると、接続しない）状態である。第２の接続状態は、スイッチング素子２２７Ｄが第１の送信回路２２４Ｄと電池２２６Ｄとを遮断するとともに、スイッチング素子２２７Ｄが第２の送信回路２２５Ｄと電池２２６Ｄとを接

続する状態である。

[0189] センサ２２８Ｄによる検出の結果が、タグ装置２０Ｄが生体の外部に位置することを表す場合、スイッチング素子２２７Ｄは、スイッチング素子２２７Ｄの状態を第１の接続状態に切り替える。更に、センサ２２８Ｄによる検出の結果が、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置することを表す場合、スイッチング素子２２７Ｄは、スイッチング素子２２７Ｄの状態を第２の接続状態に切り替える。

本例では、スイッチング素子２２７Ｄは、電池２２６Ｄに蓄電された電力を用いることにより動作する。

[0190] 第１の送信回路２２４Ｄは、スイッチング素子２２７Ｄの状態が第１の接続状態である場合において、電池２２６Ｄに蓄電された電力を用いることにより、搬送波が第１の周波数を有する報知信号（換言すると、第１の報知信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第１の送信回路２２４Ｄは、予め定められた第１の変調方式に従って変調された第１の報知信号を送信する。例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0191] 第２の送信回路２２５Ｄは、スイッチング素子２２７Ｄの状態が第２の接続状態である場合において、電池２２６Ｄに蓄電された電力を用いることにより、搬送波が第２の周波数を有する報知信号（換言すると、第２の報知信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第２の送信回路２２５Ｄは、予め定められた第２の変調方式に従って変調された第２の報知信号を送信する。例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0192]（動作）

次に、第２実施形態の第１変形例の無線通信システム１の動作について、図１５及び図１６を参照しながら説明する。

先ず、タグ装置２０Ｄが生体の外部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｄのアンテナ２１０は、空気と接する。

[0193] リーダ装置１０Ｃは、搬送波が第１の周波数を有する報知信号（換言すると、第１の報知信号）の受信の待機と、搬送波が第２の周波数を有する報知信号（換言すると、第２の報知信号）の受信の待機と、を開始する（図１５のステップＳ４０１）。

[0194] 一方、タグ装置２０Ｄは、センサ２２８Ｄを用いることにより、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置するか否かを検出する。上記仮定に従えば、タグ装置２０Ｄは、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置しない（換言すると、生体の外部に位置する）ことを検出する。（図１５のステップＳ４０２１）。

[0195] 従って、スイッチング素子２２７Ｄは、スイッチング素子２２７Ｄの状態を第１の接続状態に切り替える。これにより、タグ装置２０Ｄは、第１の報知信号の送信を開始する（図１５のステップＳ４０３１）。

[0196] 従って、アンテナ２１０により送信される報知信号の搬送波は、第１の周波数を有する。換言すると、報知信号は、搬送波が第２の周波数を有する成分を含まない。

[0197] 一方、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｄにより送信された報知信号を受信する。上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｃは、第１の受信回路１５１により受信された第１の報知信号に基づいて報知情報を取得する。

[0198] 次に、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｄのアンテナ２１０は、生体の内部の液体（本例では、唾液）と接する。

[0199] リーダ装置１０Ｃは、第１の報知信号の受信の待機と、第２の報知信号の受信の待機と、を開始する（図１６のステップＳ４０１）。

[0200] 一方、タグ装置２０Ｄは、センサ２２８Ｄを用いることにより、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置するか否かを検出する。上記仮定に従えば、タグ装置２０Ｄは、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置することを検出する。（図１６のステップＳ４０２２）。

[0201] 従って、スイッチング素子２２７Ｄは、スイッチング素子２２７Ｄの状態を第２の接続状態に切り替える。これにより、タグ装置２０Ｄは、第２の報知信号の送信を開始する（図１６のステップＳ４０３２）。

[0202] 従って、アンテナ２１０により送信される報知信号の搬送波は、第２の周波数を有する。換言すると、報知信号は、搬送波が第１の周波数を有する成分を含まない。

[0203] 一方、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｄにより送信された報知信号を受信する。上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｃは、第２の受信回路１５２により受信された第２の報知信号に基づいて報知情報を取得する。

[0204] 以上、説明したように、第２実施形態の第１変形例の無線通信システム１によれば、第２実施形態の無線通信システム１と同様の作用及び効果が奏される。

更に、第２実施形態の第１変形例の無線通信システム１において、タグ装置２０Ｄは、タグ装置２０Ｄが生体の外部に位置すると検出された場合、タグ装置２０Ｄにより送信される信号の搬送波が有する周波数を第１の周波数に制御し、一方、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置すると検出された場合、タグ装置２０Ｄにより送信される信号の搬送波が有する周波数を第２の周波数に制御する。

[0205] これによれば、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置する場合に、タグ装置２０Ｄが第１の周波数を有する信号を送信することを抑制できる。また、タグ装置２０Ｄが生体の外部に位置する場合に、タグ装置２０Ｄが第２の周波数を有する信号を送信することを抑制できる。従って、例えば、タグ装置２０Ｄが、第１の周波数を有する信号、及び、第２の周波数を有する信号のそれぞれを送信する場合よりも、タグ装置２０Ｄが消費する電力の量を抑制できる。

[0206] なお、搬送波が第１の周波数を有する信号の送信と、搬送波が第２の周波数を有する信号の送信と、のうちの一方のみが所定の閾値時間以上に亘って継続した場合、タグ装置２０Ｄは、タグ装置２０Ｄが生体の内部に位置する

か否かの検出と、検出の結果に基づく周波数の制御と、を再び実行してもよい。

[0207] これによれば、タグ装置２０Ｄが生体の内部と生体の外部との間で移動した場合であっても、リーダ装置１０Ｃは、タグ装置２０Ｄが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｄと通信できる。

[0208] なお、無線通信システム１は、リーダ装置１０Ｃが、第１の周波数の信号及び第２の周波数の信号の、受信の待機を開始する前に、タグ装置２０Ｄが、生体の内部に位置するか否かの検出、及び、第１の周波数の信号又は第２の周波数の信号の送信を開始してもよい。

[0209] ＜第３実施形態＞

次に、第３実施形態の無線通信システムについて説明する。第３実施形態の無線通信システムは、第１実施形態の無線通信システムに対して、タグ装置がセミアクティブ型である点において相違している。以下、相違点を中心として説明する。なお、第３実施形態の説明において、第１実施形態にて使用した符号と同じ符号を付したものは、同一又はほぼ同様のものである。

[0210] （構成：リーダ装置）

図１７に表されるように、第３実施形態のリーダ装置１０Ｅは、制御回路１１０Ｅと、第１の送信回路１２１と、第２の送信回路１２２と、第１の送信アンテナ１３１と、第２の送信アンテナ１３２と、第１の受信アンテナ１４１と、第２の受信アンテナ１４２と、第１の受信回路１５１と、第２の受信回路１５２と、を備える。

[0211] 本例では、第１の送信回路１２１、及び、第２の送信回路１２２は、送信部に対応する。本例では、第１の受信回路１５１、及び、第２の受信回路１５２は、受信部に対応する。本例では、制御回路１１０Ｅは、制御部に対応する。

[0212] 第１の送信回路１２１は、第１の送信アンテナ１３１を介して、搬送波が第１の周波数を有する要求信号（換言すると、第１の要求信号）を送信する。本例では、第１の周波数は、ＩＳＭバンドと呼ばれる複数の周波数帯のう

ちの第１の周波数帯に含まれる。本例では、第１の周波数は、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる。本例では、要求信号は、後述するタグ装置２０Ｅに情報の送信を要求する信号である。本例では、要求信号は、時間軸において連続する、第１の信号構成部、及び、第２の信号構成部、を含む。

[0213] 第１の信号構成部は、無変調波（換言すると、搬送波）である。第２の信号構成部は、変調波（換言すると、搬送波が変調された電波）である。例えば、第２の信号構成部は、特定情報を表す。特定情報は、タグ装置２０Ｅに送信を要求する情報を特定する。

本例では、第１の信号構成部、及び、第２の信号構成部は、予め定められた、第１の時間長、及び、第２の時間長をそれぞれ有する。

[0214] 第２の送信回路１２２は、第２の送信アンテナ１３２を介して、搬送波が第２の周波数を有する要求信号（換言すると、第２の要求信号）を送信する。第２の周波数は、第１の周波数よりも低い。本例では、第２の周波数は、第１の周波数の半分よりも低い。本例では、第２の周波数は、ＩＳＭバンドと呼ばれる複数の周波数帯のうちの、第１の周波数帯よりも低い第２の周波数帯に含まれる。本例では、第２の周波数は、２．４５ＧＨｚ帯（例えば、２．４ＧＨｚ乃至２．５ＧＨｚ）に含まれる。

[0215] 第１の受信回路１５１は、第１の受信アンテナ１４１を介して、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）を受信する。本例では、応答信号は、応答情報を表す。応答情報は、後述するように、タグ装置２０Ｅが記憶している情報、及び、タグ装置２０Ｅが生成した情報、の少なくとも１つを含む。

[0216] 第２の受信回路１５２は、第２の受信アンテナ１４２を介して、搬送波が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）を受信する。

[0217] 制御回路１１０Ｅは、第１の送信回路１２１に要求信号の送信を開始させるように、第１の送信回路１２１を制御する。更に、制御回路１１０Ｅは、

第１の送信回路１２１に要求信号の送信を終了させるように、第１の送信回路１２１を制御する。制御回路１１０Ｅは、第１の送信回路１２１と同様に、第２の送信回路１２２を制御する。

[0218] 制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１に応答信号の受信の待機を開始させるように、第１の受信回路１５１を制御する。更に、制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１に応答信号の受信の待機を終了させるように、第１の受信回路１５１を制御する。制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１と同様に、第２の受信回路１５２を制御する。

[0219] 本例では、制御回路１１０Ｅは、第１の送信回路１２１及び第２の送信回路１２２に、同時に、要求信号の送信を開始させる。その後、制御回路１１０Ｅは、第１の送信回路１２１及び第２の送信回路１２２に、同時に、要求信号の送信を終了させる。その後、制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２に、同時に、応答信号の受信の待機を開始させる。なお、制御回路１１０Ｅは、応答信号の受信の待機が、要求信号の送信の終了と略同時に開始するように第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２を制御してもよい。

[0220] また、制御回路１１０Ｅは、第１の送信回路１２１による要求信号の送信と、第２の送信回路１２２による要求信号の送信と、が交互に行なわれるように、第１の送信回路１２１及び第２の送信回路１２２を制御してもよい。

[0221] また、制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１による応答信号の受信の待機と、第２の受信回路１５２による応答信号の受信の待機と、が交互に行なわれるように、第１の受信回路１５１及び第２の受信回路１５２を制御してもよい。

[0222] 更に、本例では、制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号と、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信号と、のうちの強度が大きい方のみに基づいて応答情報を取得する。

[0223] なお、制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号の強度と、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信

号の強度と、に基づいて、タグ装置２０Ｅが生体の外部から生体の内部へ導入されたことを検出してもよい。この場合、制御回路１１０Ｅは、第１の応答信号の強度が第２の応答信号の強度よりも大きい状態が、第２の応答信号の強度が第１の応答信号の強度よりも大きい状態に変化した場合に、タグ装置２０Ｅが生体の外部から生体の内部へ導入されたことを検出してよい。

[0224] また、制御回路１１０Ｅは、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号の強度と、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信号の強度と、に基づいて、タグ装置２０Ｅが生体の内部から生体の外部へ排出されたことを検出してもよい。この場合、制御回路１１０Ｅは、第２の応答信号の強度が第１の応答信号の強度よりも大きい状態が、第１の応答信号の強度が第２の応答信号の強度よりも大きい状態に変化した場合に、タグ装置２０Ｅが生体の内部から生体の外部へ排出されたことを検出してよい。

[0225] （構成：タグ装置）

図１８に表されるように、第３実施形態のタグ装置２０Ｅは、アンテナ２１０と、ＩＣ部２２０Ｅと、を備える。本例では、ＩＣ部２２０Ｅは、送信部に対応する。

[0226] アンテナ２１０は、第１実施形態のアンテナ２１０と同様に構成される。

ＩＣ部２２０Ｅは、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２に接続される。ＩＣ部２２０Ｅは、第１の送信回路２２４Ｅと、第２の送信回路２２５Ｅと、電池２２６Ｅと、を備える。本例では、タグ装置２０Ｅは、セミアクティブ型である。

[0227] 本例では、ＩＣ部２２０Ｅは、図示されない整流器及びコンデンサを備えるとともに、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0228] 更に、ＩＣ部２２０Ｅは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用い

ることにより、第２の信号構成部を復調する。ＩＣ部２２０Ｅは、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0229] なお、ＩＣ部２２０Ｅは、図示されない整流器及びコンデンサを用いることなく、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、電池２２６Ｅに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調してもよい。この場合、要求信号は、第１の信号構成部を含まなくてもよい。

[0230] 第１の送信回路２２４Ｅは、電池２２６Ｅに蓄電された電力を用いることにより、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第１の送信回路２２４Ｅは、予め定められた第１の変調方式に従って変調された第１の応答信号を送信する。例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0231] 第２の送信回路２２５Ｅは、電池２２６Ｅに蓄電された電力を用いることにより、搬送波が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第２の送信回路２２５Ｅは、予め定められた第２の変調方式に従って変調された第２の応答信号を送信する。例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0232] 本例では、応答情報は、ＩＣ部２２０Ｅが予め記憶している情報を含む。例えば、応答情報は、タグ装置２０Ｅを識別する識別子を含んでよい。なお、タグ装置２０Ｅが物理量を検出するセンサを備える場合、応答情報は、ＩＣ部２２０Ｅが予め記憶している情報に代えて、又は、ＩＣ部２２０Ｅが予め記憶している情報に加えて、当該センサによって検出された物理量を表す情報を含んでもよい。例えば、物理量は、温度、湿度、照度、ｐＨ、加速度、角速度、圧力、又は、対象物の濃度等である。例えば、対象物は、消化液

（例えば、唾液、胃液、腸液、又は、膵液等）、血液、常在菌、又は、感染性物質（例えば、細菌、又は、ウイルス等）である。

[0233] なお、タグ装置２０Ｅは、電池２２６Ｅに代えて、又は、電池２２６Ｅに加えて、第１の送信回路２２４Ｅに接続された第１の電池と、第２の送信回路２２５Ｅに接続された第２の電池と、を備えていてもよい。

[0234] （動作）

次に、第３実施形態の無線通信システム１の動作について、図１９を参照しながら説明する。

先ず、タグ装置２０Ｅが生体の外部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｅのアンテナ２１０は、空気と接する。

[0235] リーダ装置１０Ｅは、搬送波が第１の周波数を有する要求信号（換言すると、第１の要求信号）の送信と、搬送波が第２の周波数を有する要求信号（換言すると、第２の要求信号）の送信と、を開始する（図１９のステップＳ５０１）。

[0236] 一方、タグ装置２０Ｅは、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が空気と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第１の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信される第２の要求信号の強度よりも大きい。

[0237] タグ装置２０Ｅは、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0238] 更に、タグ装置２０Ｅは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0239] 一方、リーダ装置１０Ｅは、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の

送信と、を終了する（図１９のステップＳ５０２）。

そして、リーダ装置１０Ｅは、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）の受信の待機と、搬送波が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）の受信の待機と、を開始する（図１９のステップＳ５０３）。

[0240] 一方、タグ装置２０Ｅは、第１の応答信号の送信と、第２の応答信号の送信と、を開始する（図１９のステップＳ５０４）。

[0241] アンテナ２１０により送信される応答信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の応答信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の応答信号（第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が空気と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第１の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により送信される第１の応答信号の強度は、アンテナ２１０により送信される第２の応答信号の強度よりも大きい。

[0242] 一方、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｅにより送信された応答信号を受信する。リーダ装置１０Ｅは、受信された応答信号に含まれる、第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて応答情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｅは、受信された応答信号に含まれる第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの、第１の応答信号のみに基づいて応答情報を取得する。

[0243] 次に、タグ装置２０Ｅが生体の内部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｅのアンテナ２１０は、生体の内部の液体（本例では、唾液）と接する。

[0244] この場合においても、上述した場合と同様に、リーダ装置１０Ｅは、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の送信と、を開始する。

[0245] 一方、タグ装置２０Ｅは、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が生体の内部の液体と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第２の周波数と略一致する。従って

、アンテナ２１０により受信される第２の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度よりも大きい。

[0246] タグ装置２０Ｅは、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0247] 更に、タグ装置２０Ｅは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0248] 一方、リーダ装置１０Ｅは、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の送信と、を終了する。そして、リーダ装置１０Ｅは、第１の応答信号の受信の待機と、第２の応答信号の受信の待機と、を開始する。

また、タグ装置２０Ｅは、第１の応答信号の送信と、第２の応答信号の送信と、を開始する。

[0249] アンテナ２１０により送信される応答信号は、搬送波が第１の周波数を有する第１の応答信号（換言すると、第１の成分）と、搬送波が第２の周波数を有する第２の応答信号（換言すると、第２の成分）と、を含む。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が生体の内部の液体と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第２の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により送信される第２の応答信号の強度は、アンテナ２１０により送信される第１の応答信号の強度よりも大きい。

[0250] 一方、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｅにより送信された応答信号を受信する。リーダ装置１０Ｅは、受信された応答信号に含まれる、第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの強度が大きい方のみに基づいて応答情報を取得する。従って、上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｅは、受信された応答信号に含まれる第１の応答信号及び第２の応答信号のうちの、第２の応答信号のみに基づいて応答情報を取得する。

[0251] 以上、説明したように、第３実施形態の無線通信システム１は、タグ装置２０Ｅが生体の外部に位置する場合、タグ装置２０Ｅとリーダ装置１０Ｅとの間のアンテナ２１０を介した通信に、第１の周波数を用いる。更に、無線通信システム１は、タグ装置２０Ｅが生体の内部に位置する場合、タグ装置２０Ｅとリーダ装置１０Ｅとの間のアンテナ２１０を介した通信に、第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる。

[0252] これによれば、タグ装置２０Ｅが生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｅが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｅと通信できる。

[0253] 更に、第３実施形態のリーダ装置１０Ｅは、第１の周波数を有する信号を受信するとともに、第２の周波数を有する信号を受信する。

[0254] これによれば、タグ装置２０Ｅが生体の外部に位置する場合、リーダ装置１０Ｅは、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０Ｅが生体の内部に位置する場合、リーダ装置１０Ｅは、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０Ｅが生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｅが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｅと通信できる。

[0255] 更に、第３実施形態のタグ装置２０Ｅは、第１の周波数を有する信号をアンテナ２１０を介して送信するとともに、第２の周波数を有する信号をアンテナ２１０を介して送信する。

[0256] これによれば、タグ装置２０Ｅが生体の外部に位置する場合、リーダ装置１０Ｅは、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０Ｅが生体の内部に位置する場合、リーダ装置１０Ｅは、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０Ｅが生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｅが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｅと通信できる。

[0257] 更に、第３実施形態のリーダ装置１０Ｅは、第１の周波数を有する信号を送信するとともに、第２の周波数を有する信号を送信する。

[0258] これによれば、タグ装置２０Ｅが生体の外部に位置する場合、タグ装置２０Ｅは、第１の周波数を有する信号を受信できる。また、タグ装置２０Ｅが生体の内部に位置する場合、タグ装置２０Ｅは、第２の周波数を有する信号を受信できる。従って、タグ装置２０Ｅが生体の内部及び外部のいずれに位置する場合であっても、タグ装置２０Ｅは、タグ装置２０Ｅが有するアンテナ２１０を介して、リーダ装置１０Ｅと通信できる。

[0259] なお、無線通信システム１は、第１の周波数として、２．４５ＧＨｚ帯（例えば、２．４ＧＨｚ乃至２．５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、９００ＭＨｚ帯（例えば、９１５ＭＨｚ乃至９５５ＭＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0260] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、９００ＭＨｚ帯（例えば、９１５ＭＨｚ乃至９５５ＭＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0261] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、６０ＧＨｚ帯（例えば、５７ＧＨｚ乃至６６ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0262] また、無線通信システム１は、第１の周波数として、２４ＧＨｚ帯（例えば、２４ＧＨｚ乃至２４．２５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いるとともに、第２の周波数として、５．８ＧＨｚ帯（例えば、５．７２５ＧＨｚ乃至５．８７５ＧＨｚ）に含まれる周波数を用いてもよい。

[0263] また、タグ装置２０Ｅは、アンテナ２１０の共振周波数を変更する変更部を備えていてもよい。例えば、変更部は、第１の延長用アンテナ構成部と、第２の延長用アンテナ構成部と、第１のスイッチング素子と、第２のスイッチング素子と、を備えていてもよい。

[0264] 第１の延長用アンテナ構成部は、第１のスイッチング素子を介して第１のアンテナ構成部２１１に接続される。第１のスイッチング素子は、第１のア

ンテナ構成部２１１と第１の延長用アンテナ構成部とを接続する状態と、第１のアンテナ構成部２１１と第１の延長用アンテナ構成部とを遮断する状態と、に第１のスイッチング素子の状態が切り替わる。

[0265] 第２の延長用アンテナ構成部は、第２のスイッチング素子を介して第２のアンテナ構成部２１２に接続される。第２のスイッチング素子は、第２のアンテナ構成部２１２と第２の延長用アンテナ構成部とを接続する状態と、第２のアンテナ構成部２１２と第２の延長用アンテナ構成部とを遮断する状態と、に第２のスイッチング素子の状態が切り替わる。

[0266] これによれば、第１の周波数と第２の周波数との比を、空気の誘電率と、生体の内部の液体の誘電率と、の比に対応する値と異なる比に変更できる。従って、リーダ装置１０Ｅとタグ装置２０Ｅとの間の通信に用いられる周波数の自由度を高めることができる。

[0267] なお、リーダ装置１０Ｅは、応答信号を受信し、且つ、当該応答信号に含まれる第１の応答信号の強度が、当該応答信号に含まれる第２の応答信号の強度よりも小さい場合、第１の応答信号の受信の待機を終了してもよい。また、リーダ装置１０Ｅは、応答信号を受信し、且つ、当該応答信号に含まれる第２の応答信号の強度が、当該応答信号に含まれる第１の応答信号の強度よりも小さい場合、第２の応答信号の受信の待機を終了してもよい。

[0268] これによれば、リーダ装置１０Ｅにおいて、応答信号の受信の待機を行なうために消費される電力の量を抑制できる。

[0269] なお、無線通信システム１は、リーダ装置１０Ｅが、第１の周波数の信号及び第２の周波数の信号の、受信の待機を開始する前に、タグ装置２０Ｅが、第１の周波数の信号及び第２の周波数の信号の送信を開始してもよい。

[0270] ＜第３実施形態の第１変形例＞

次に、第３実施形態の第１変形例の無線通信システムについて説明する。第３実施形態の第１変形例の無線通信システムは、第３実施形態の無線通信システムに対して、タグ装置が生体の内部に位置するか否かを検出し、検出の結果に基づいて、通信に用いられる周波数を制御する点において相違して

いる。以下、相違点を中心として説明する。なお、第３実施形態の第１変形例の説明において、第３実施形態にて使用した符号と同じ符号を付したものは、同一又はほぼ同様のものである。

[0271] （構成：タグ装置）

図２０に表されるように、第３実施形態の第１変形例のタグ装置２０Ｆは、第３実施形態のタグ装置２０ＥのＩＣ部２２０Ｅに代えて、ＩＣ部２２０Ｆを備える。ＩＣ部２２０Ｆは、第１の送信回路２２４Ｆと、第２の送信回路２２５Ｆと、電池２２６Ｆと、スイッチング素子２２７Ｆと、センサ２２８Ｆと、を備える。本例では、センサ２２８Ｆは、検出部に対応する。本例では、ＩＣ部２２０Ｆは、送信部に対応する。

[0272] 本例では、ＩＣ部２２０Ｆは、図示されない整流器及びコンデンサを備えるとともに、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0273] 更に、ＩＣ部２２０Ｆは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調する。ＩＣ部２２０Ｆは、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0274] なお、ＩＣ部２２０Ｆは、図示されない整流器及びコンデンサを用いることなく、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、電池２２６Ｆに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調してもよい。この場合、要求信号は、第１の信号構成部を含まなくてもよい。

[0275] センサ２２８Ｆは、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置するか否かを検出する。本例では、センサ２２８Ｆは、温度を検出し、検出された温度が、予め定められた閾値（例えば、３０７Ｋ）以上である場合にタグ装置２０Ｆが生体の内部に位置することを検出し、一方、検出された温度が当該閾値より

も低い場合にタグ装置２０Ｆが生体の外部に位置することを検出する。

[0276] なお、センサ２２８Ｆは、温度に加えて、又は、温度に代えて、温度と異なる物理量に基づいて、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置するか否かを検出してもよい。例えば、物理量は、照度、ｐＨ、又は、体内対象物の濃度等である。例えば、体内対象物は、消化液（例えば、唾液、胃液、腸液、又は、膵液等）、血液、又は、常在菌である。

本例では、センサ２２８Ｆは、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより動作する。なお、センサ２２８Ｆは、電池２２６Ｆに蓄電された電力を用いることにより動作してもよい。

[0277] スイッチング素子２２７Ｆは、センサ２２８Ｆによる検出の結果に基づいて、第１の接続状態と、第２の接続状態と、の間で、スイッチング素子２２７Ｆの状態を切り替える。第１の接続状態は、スイッチング素子２２７Ｆが第１の送信回路２２４Ｆと電池２２６Ｆとを接続するとともに、スイッチング素子２２７Ｆが第２の送信回路２２５Ｆと電池２２６Ｆとを遮断する（換言すると、接続しない）状態である。第２の接続状態は、スイッチング素子２２７Ｆが第１の送信回路２２４Ｆと電池２２６Ｆとを遮断するとともに、スイッチング素子２２７Ｆが第２の送信回路２２５Ｆと電池２２６Ｆとを接続する状態である。

[0278] センサ２２８Ｆによる検出の結果が、タグ装置２０Ｆが生体の外部に位置することを表す場合、スイッチング素子２２７Ｆは、スイッチング素子２２７Ｆの状態を第１の接続状態に切り替える。更に、センサ２２８Ｆによる検出の結果が、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置することを表す場合、スイッチング素子２２７Ｆは、スイッチング素子２２７Ｆの状態を第２の接続状態に切り替える。

本例では、スイッチング素子２２７Ｆは、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより動作する。なお、スイッチング素子２２７Ｆは、電池２２６Ｆに蓄電された電力を用いることにより動作してもよい。

[0279] 第１の送信回路２２４Ｆは、スイッチング素子２２７Ｆの状態が第１の接

続状態である場合において、電池２２６Ｆに蓄電された電力を用いることにより、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第１の送信回路２２４Ｆは、予め定められた第１の変調方式に従って変調された第１の応答信号を送信する。例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第１の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0280] 第２の送信回路２２５Ｆは、スイッチング素子２２７Ｆの状態が第２の接続状態である場合において、電池２２６Ｆに蓄電された電力を用いることにより、搬送波が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）をアンテナ２１０を介して送信する。第２の送信回路２２５Ｆは、予め定められた第２の変調方式に従って変調された第２の応答信号を送信する。例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、又は、ＰＭ方式である。また、例えば、第２の変調方式は、ＡＭ方式、ＦＭ方式、及び、ＰＭ方式の少なくとも２つの組み合わせであってよい。

[0281] （動作）

次に、第３実施形態の第１変形例の無線通信システム１の動作について、図２１及び図２２を参照しながら説明する。

先ず、タグ装置２０Ｆが生体の外部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｆのアンテナ２１０は、空気と接する。

[0282] リーダ装置１０Ｅは、搬送波が第１の周波数を有する要求信号（換言すると、第１の要求信号）の送信と、搬送波が第２の周波数を有する要求信号（換言すると、第２の要求信号）の送信と、を開始する（図２１のステップＳ６０１）。

[0283] 一方、タグ装置２０Ｆは、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が空気と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第１の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信

される第２の要求信号の強度よりも大きい。

[0284] タグ装置２０Ｆは、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0285] 更に、タグ装置２０Ｆは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0286] 一方、リーダ装置１０Ｅは、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の送信と、を終了する（図２１のステップＳ６０２）。

そして、リーダ装置１０Ｅは、搬送波が第１の周波数を有する応答信号（換言すると、第１の応答信号）の受信の待機と、搬送波が第２の周波数を有する応答信号（換言すると、第２の応答信号）の受信の待機と、を開始する（図２１のステップＳ６０３）。

[0287] 一方、タグ装置２０Ｆは、センサ２２８Ｆを用いることにより、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置するか否かを検出する。上記仮定に従えば、タグ装置２０Ｆは、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置しない（換言すると、生体の外部に位置する）ことを検出する。（図２１のステップＳ６０４１）。

[0288] 従って、スイッチング素子２２７Ｆは、スイッチング素子２２７Ｆの状態を第１の接続状態に切り替える。これにより、タグ装置２０Ｆは、第１の応答信号の送信を開始する（図２１のステップＳ６０５１）。

[0289] 従って、アンテナ２１０により送信される応答信号の搬送波は、第１の周波数を有する。換言すると、応答信号は、搬送波が第２の周波数を有する成分を含まない。

[0290] 一方、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｆにより送信された応答信号を受信する。上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｅは、第１の受信回路１５１により受信された第１の応答信号に基づいて応答情報を取得する。

[0291] 次に、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置する場合を想定する。この場合、タグ装置２０Ｆのアンテナ２１０は、生体の内部の液体（本例では、唾液）と接する。

[0292] この場合においても、上述した場合と同様に、リーダ装置１０Ｅは、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の送信と、を開始する（図２２のステップＳ６０１）。

[0293] 一方、タグ装置２０Ｆは、第１の要求信号と、第２の要求信号と、を受信する。上記仮定に従えば、アンテナ２１０が生体の内部の液体と接しているので、アンテナ２１０の共振周波数は、第２の周波数と略一致する。従って、アンテナ２１０により受信される第２の要求信号の強度は、アンテナ２１０により受信される第１の要求信号の強度よりも大きい。

[0294] タグ装置２０Ｆは、要求信号のうちの第１の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、第１のアンテナ構成部２１１及び第２のアンテナ構成部２１２の間に生じる電流を整流器によって整流することによりコンデンサに蓄電する。

[0295] 更に、タグ装置２０Ｆは、要求信号のうちの第２の信号構成部が受信されている期間の少なくとも一部において、コンデンサに蓄電された電力を用いることにより、第２の信号構成部を復調し、復調された信号に基づいて、特定情報を取得する。

[0296] 一方、リーダ装置１０Ｅは、第１の要求信号の送信と、第２の要求信号の送信と、を終了する（図２２のステップＳ６０２）。そして、リーダ装置１０Ｅは、第１の応答信号の受信の待機と、第２の応答信号の受信の待機と、を開始する（図２２のステップＳ６０３）。

[0297] 一方、タグ装置２０Ｆは、センサ２２８Ｆを用いることにより、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置するか否かを検出する。上記仮定に従えば、タグ装置２０Ｆは、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置することを検出する。（図２２のステップＳ６０４２）。

[0298] 従って、スイッチング素子２２７Ｆは、スイッチング素子２２７Ｆの状態

を第２の接続状態に切り替える。これにより、タグ装置２０Ｆは、第２の応答信号の送信を開始する（図２２のステップＳ６０５２）。

[0299] 従って、アンテナ２１０により送信される応答信号の搬送波は、第２の周波数を有する。換言すると、応答信号は、搬送波が第１の周波数を有する成分を含まない。

[0300] 一方、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｆにより送信された応答信号を受信する。上記仮定に従えば、リーダ装置１０Ｅは、第２の受信回路１５２により受信された第２の応答信号に基づいて応答情報を取得する。

[0301] 以上、説明したように、第３実施形態の第１変形例の無線通信システム１によれば、第３実施形態の無線通信システム１と同様の作用及び効果が奏される。

更に、第３実施形態の第１変形例の無線通信システム１において、タグ装置２０Ｆは、タグ装置２０Ｆが生体の外部に位置すると検出された場合、タグ装置２０Ｆにより送信される信号の搬送波が有する周波数を第１の周波数に制御し、一方、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置すると検出された場合、タグ装置２０Ｆにより送信される信号の搬送波が有する周波数を第２の周波数に制御する。

[0302] これによれば、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置する場合に、タグ装置２０Ｆが第１の周波数を有する信号を送信することを抑制できる。また、タグ装置２０Ｆが生体の外部に位置する場合に、タグ装置２０Ｆが第２の周波数を有する信号を送信することを抑制できる。従って、例えば、タグ装置２０Ｆが、第１の周波数を有する信号、及び、第２の周波数を有する信号のそれぞれを送信する場合よりも、タグ装置２０Ｆが消費する電力の量を抑制できる。

[0303] なお、搬送波が第１の周波数を有する信号の送信と、搬送波が第２の周波数を有する信号の送信と、のうちの一方のみが所定の閾値時間以上に亘って継続した場合、タグ装置２０Ｆは、タグ装置２０Ｆが生体の内部に位置するか否かの検出と、検出の結果に基づく周波数の制御と、を再び実行してもよ

い。

[0304] これによれば、タグ装置２０Ｆが生体の内部と生体の外部との間で移動した場合であっても、リーダ装置１０Ｅは、タグ装置２０Ｆが有するアンテナ２１０を介して、タグ装置２０Ｆと通信できる。

[0305] なお、無線通信システム１は、リーダ装置１０Ｅが、第１の周波数の信号及び第２の周波数の信号の、受信の待機を開始する前に、タグ装置２０Ｆが、生体の内部に位置するか否かの検出、及び、第１の周波数の信号又は第２の周波数の信号の送信を開始してもよい。

[0306] 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

[0307] １ 無線通信システム

１０，１０Ｂ，１０Ｃ，１０Ｅ リーダ装置

１１０，１１０Ｂ，１１０Ｃ，１１０Ｅ 制御回路

１２１ 第１の送信回路

１２２ 第２の送信回路

１３１ 第１の送信アンテナ

１３２ 第２の送信アンテナ

１４１ 第１の受信アンテナ

１４２ 第２の受信アンテナ

１５１ 第１の受信回路

１５２ 第２の受信回路

２０，２０Ｂ，２０Ｃ，２０Ｄ，２０Ｅ，２０Ｆ タグ装置

２１０ アンテナ

２１１ 第１のアンテナ構成部

２１２　第２のアンテナ構成部

２２０，２２０Ｂ，２２０Ｃ，２２０Ｄ，２２０Ｅ，２２０Ｆ　ＩＣ部

２２１　スイッチング素子

２２２，２２２Ｂ　変調回路

２２３Ｂ　センサ

２２４Ｃ，２２４Ｄ，２２４Ｅ，２２４Ｆ　第１の送信回路

２２５Ｃ，２２５Ｄ，２２５Ｅ，２２５Ｆ　第２の送信回路

２２６Ｃ，２２６Ｄ，２２６Ｅ，２２６Ｆ　電池

２２７Ｄ，２２７Ｆ　スイッチング素子

２２８Ｄ，２２８Ｆ　センサ

請求の範囲

[請求項1] 生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置と、

前記第１の無線装置と前記アンテナを介して通信する第２の無線装置と、を備えるとともに、

前記第１の無線装置が前記生体の外部に位置する場合、前記第１の無線装置と前記第２の無線装置との間の前記アンテナを介した通信に、第１の周波数を用い、一方、

前記第１の無線装置が前記生体の内部に位置する場合、前記通信に、前記第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる、無線通信システム。

[請求項2] 請求項１に記載の無線通信システムであって、

前記第２の無線装置は、

前記第１の周波数を有する信号を受信するとともに、前記第２の周波数を有する信号を受信する受信部を備える、無線通信システム。

[請求項3] 請求項１又は請求項２に記載の無線通信システムであって、

前記第１の無線装置は、

前記第１の無線装置が前記生体の内部に位置するか否かを検出する検出部と、

前記アンテナを介して信号を送信する送信部と、

前記第１の無線装置が前記生体の外部に位置すると検出された場合、前記信号が有する周波数を前記第１の周波数に制御し、一方、前記第１の無線装置が前記生体の内部に位置すると検出された場合、前記信号が有する周波数を前記第２の周波数に制御する制御部と、

を備える、無線通信システム。

[請求項4] 請求項１乃至請求項３のいずれか一項に記載の無線通信システムであって、

前記第１の無線装置は、

前記第１の周波数を有する信号を前記アンテナを介して送信するとともに、前記第２の周波数を有する信号を前記アンテナを介して送信する送信部を備える、無線通信システム。

[請求項5] 請求項１に記載の無線通信システムであって、

前記第２の無線装置は、

信号を送信する送信部と、

前記第１の無線装置が前記生体の外部に位置する場合、前記信号が有する周波数を前記第１の周波数に制御し、一方、前記第１の無線装置が前記生体の内部に位置する場合、前記信号が有する周波数を前記第２の周波数に制御する制御部と、

を備える、無線通信システム。

[請求項6] 請求項５に記載の無線通信システムであって、

前記第１の無線装置は、

前記第１の無線装置が前記生体の内部に位置するか否かを検出する検出部と、

前記検出の結果を前記第２の無線装置に通知する通知部と、

を備え、

前記制御部は、前記通知された前記検出の結果に基づいて前記周波数の制御を行なう、無線通信システム。

[請求項7] 請求項１乃至請求項６のいずれか一項に記載の無線通信システムであって、

前記第２の無線装置は、

前記第１の周波数を有する信号を送信するとともに、前記第２の周波数を有する信号を送信する送信部を備える、無線通信システム。

[請求項8] 請求項７に記載の無線通信システムであって、

前記第１の無線装置は、前記第２の無線装置により送信された信号を変調し、且つ、前記変調された信号を送信する送信部を備える、無線通信システム。

[請求項9] 請求項１乃至請求項８のいずれか一項に記載の無線通信システムであって、

前記第１の無線装置は、前記アンテナの共振周波数を変更する変更部を備える、無線通信システム。

[請求項10] 生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置と、

前記第１の無線装置と前記アンテナを介して通信する第２の無線装置と、を備える無線通信システムに適用される無線通信方法であって、

前記第１の無線装置が前記生体の外部に位置する場合、前記第１の無線装置と前記第２の無線装置との間の前記アンテナを介した通信に、第１の周波数を用い、一方、前記第１の無線装置が前記生体の内部に位置する場合、前記通信に、前記第１の周波数よりも低い第２の周波数を用いる、無線通信方法。

[請求項11] 生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する無線装置であって、

前記無線装置が前記生体の内部に位置するか否かを検出する検出部と、

前記アンテナを介して信号を送信する送信部と、

前記無線装置が前記生体の外部に位置すると検出された場合、前記信号が有する周波数を第１の周波数に制御し、一方、前記無線装置が前記生体の内部に位置すると検出された場合、前記信号が有する周波数を前記第１の周波数よりも低い第２の周波数に制御する制御部と、

を備える、無線装置。

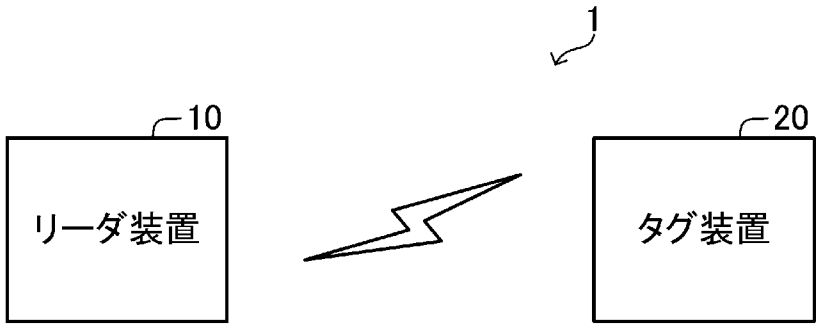
[請求項12] 生体の内部に導入されるとともに、アンテナを有する第１の無線装置と前記アンテナを介して通信する第２の無線装置としての無線装置であって、

信号を送信する送信部と、

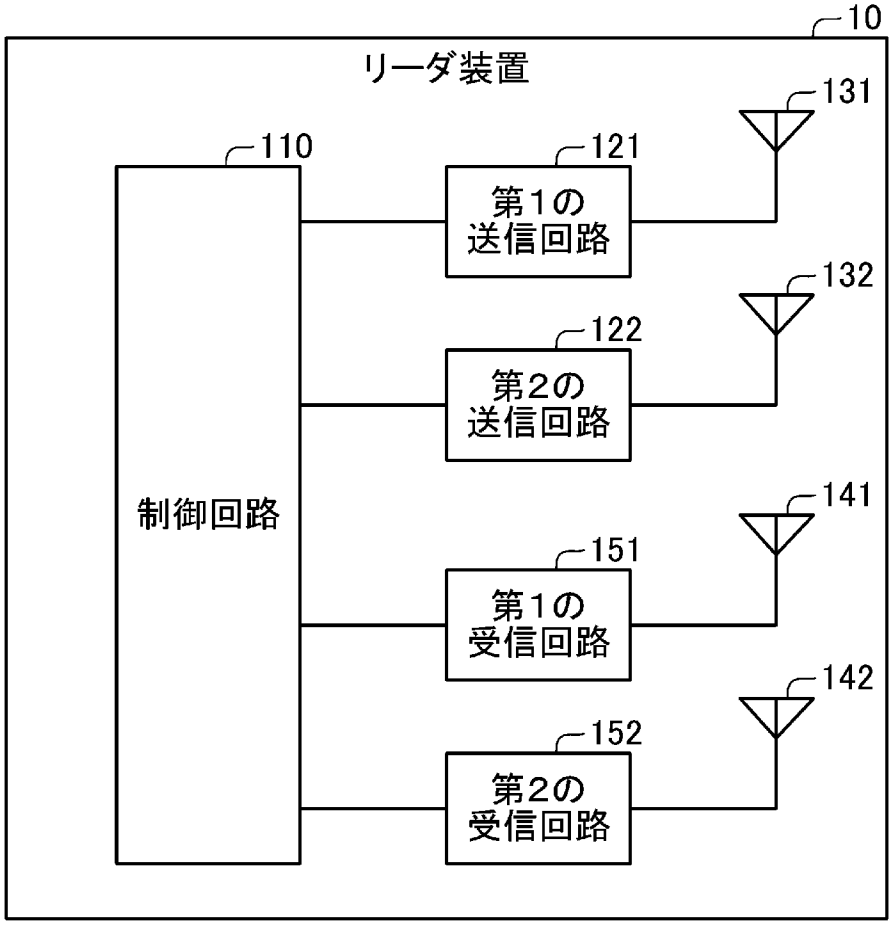
前記第１の無線装置が前記生体の外部に位置する場合、前記信号が有する周波数を第１の周波数に制御し、一方、前記第１の無線装置が前記生体の内部に位置する場合、前記信号が有する周波数を前記第１の周波数よりも低い第２の周波数に制御する制御部と、

を備える、無線装置。

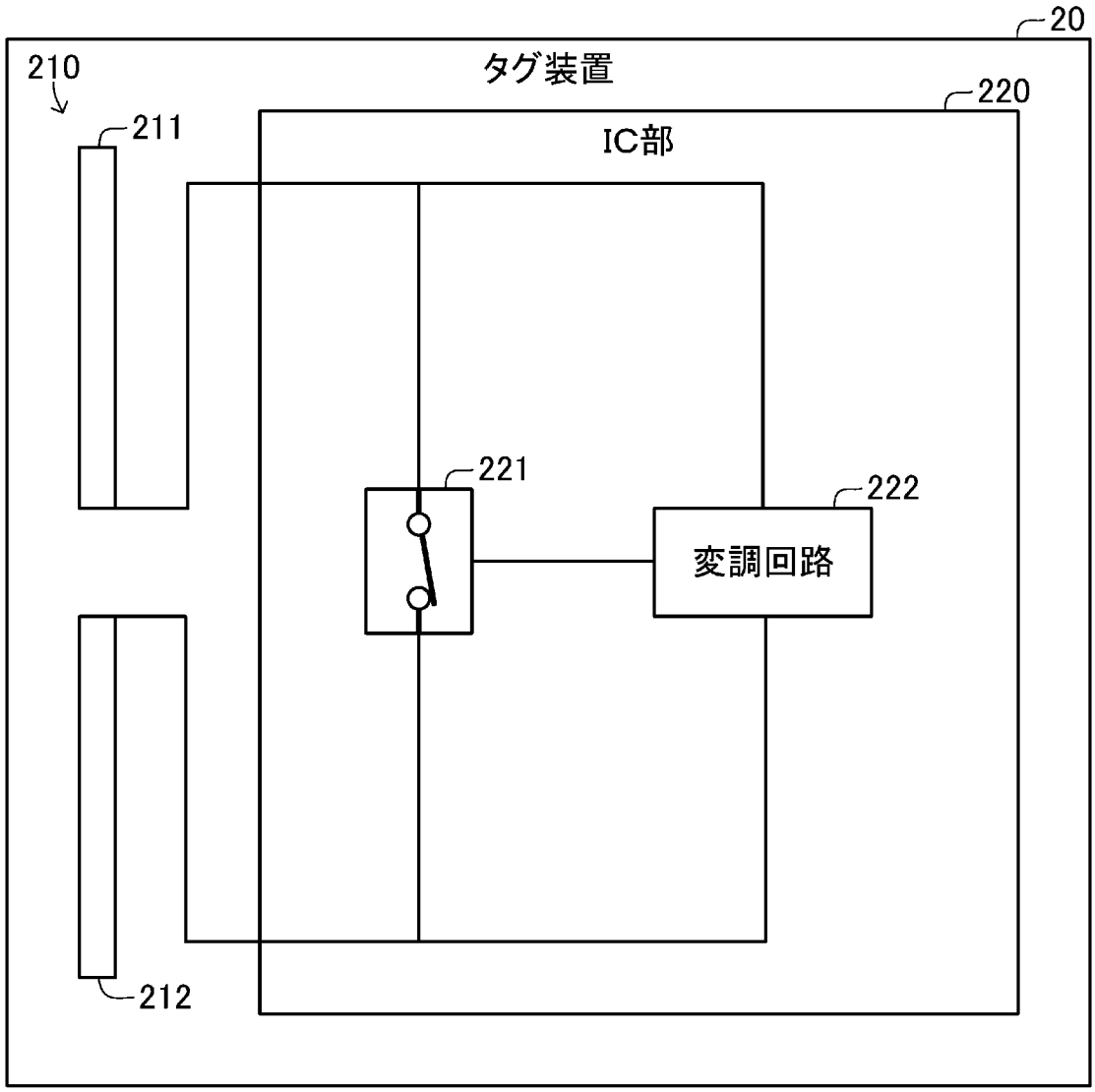
[図1]


1
10
リーダ装置
20
タグ装置

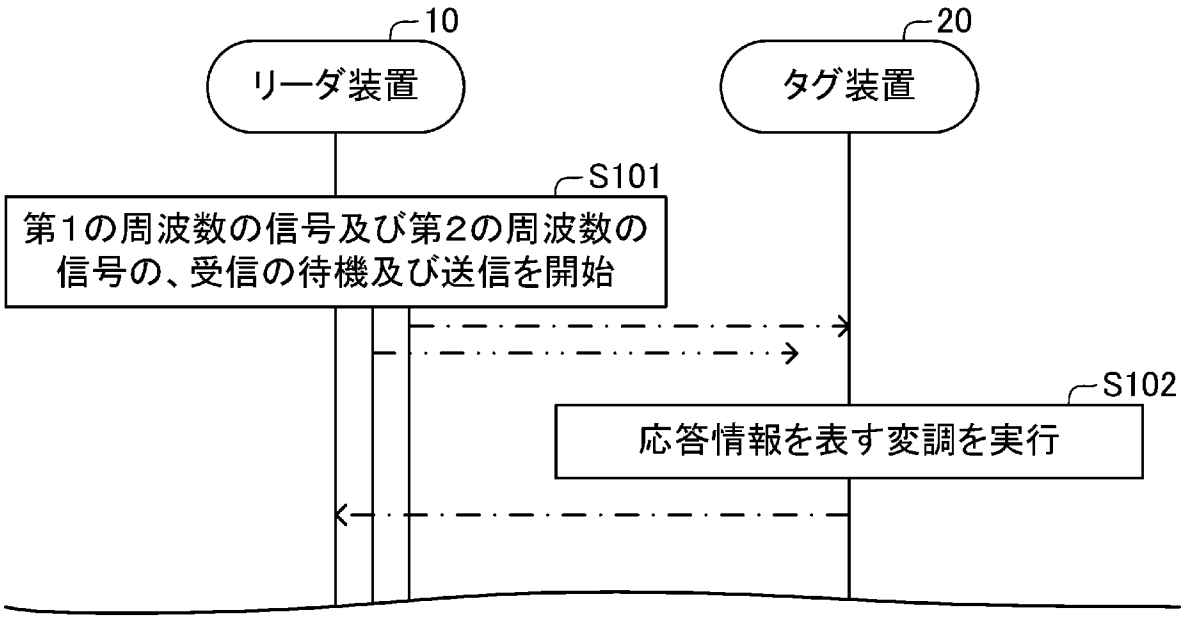
[図2]


10
リーダ装置
131
110
121
第1の
送信回路
132
122
第2の
送信回路
制御回路
141
151
第1の
受信回路
142
152
第2の
受信回路

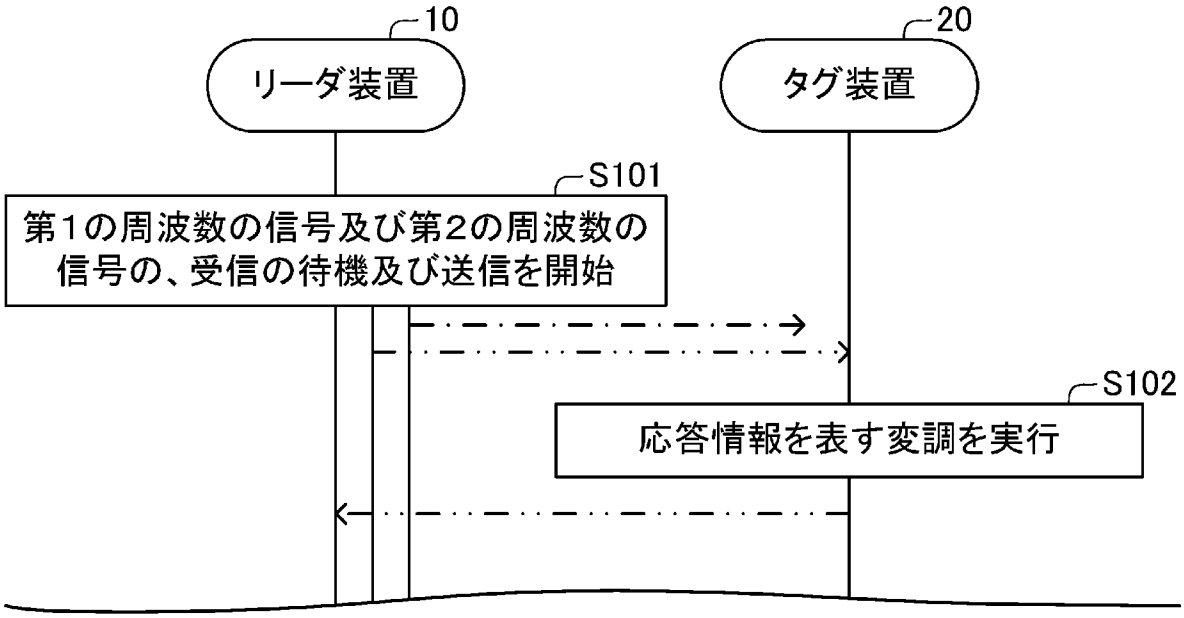
[図3]


20
タグ装置
210
220
IC部
211
221
222
変調回路
212

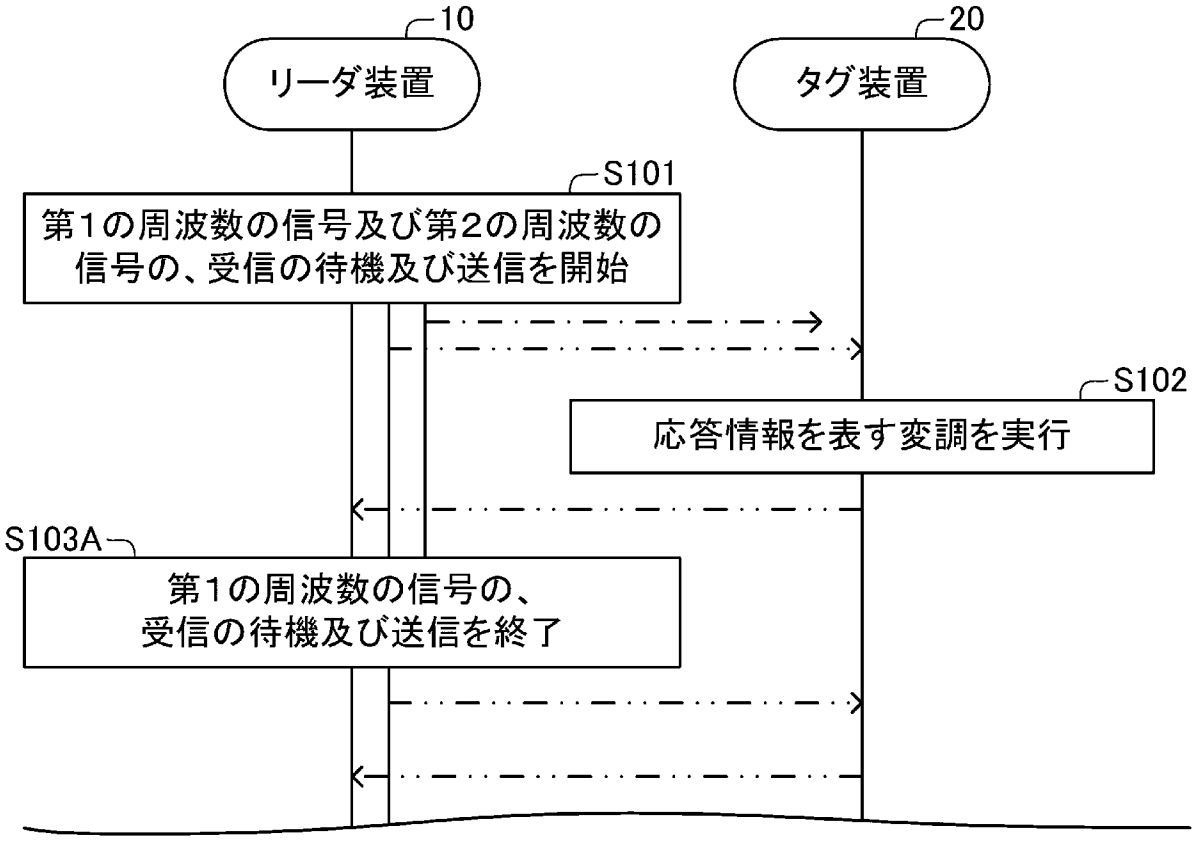
[図4]


10
リーダ装置
20
タグ装置
S101
第1の周波数の信号及び第2の周波数の
信号の、受信の待機及び送信を開始
S102
応答情報を表す変調を実行

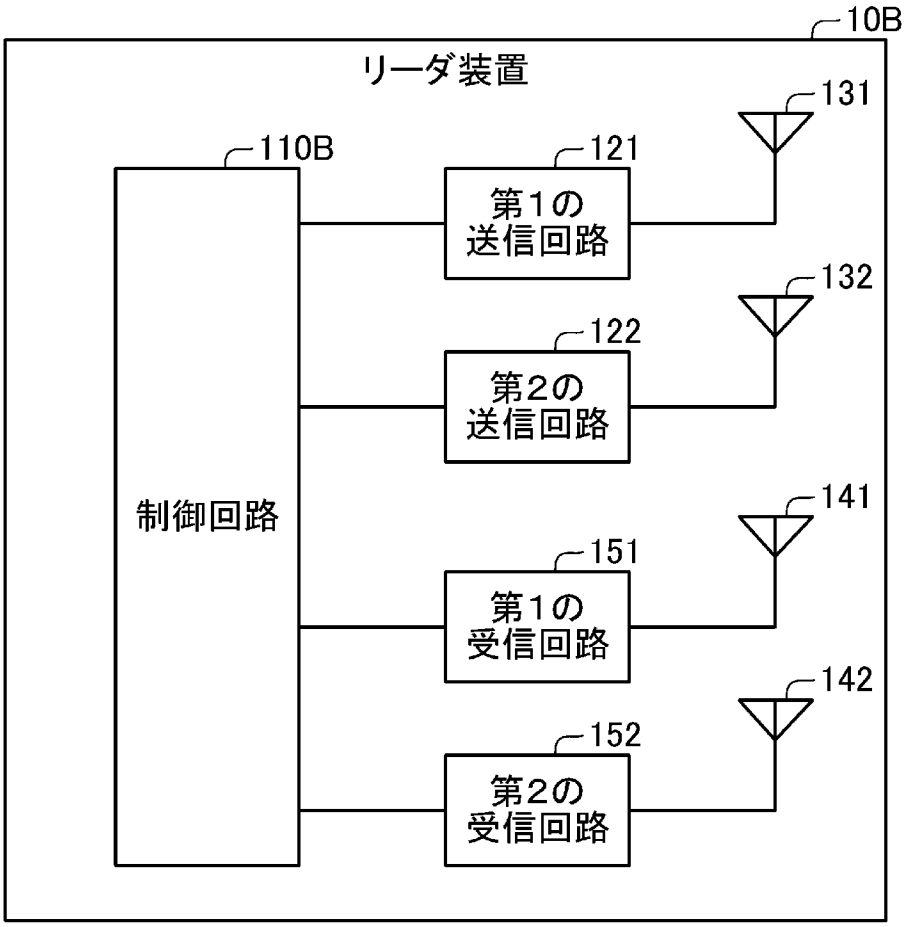
[図5]


10
リーダ装置
20
タグ装置
S101
第1の周波数の信号及び第2の周波数の
信号の、受信の待機及び送信を開始
S102
応答情報を表す変調を実行

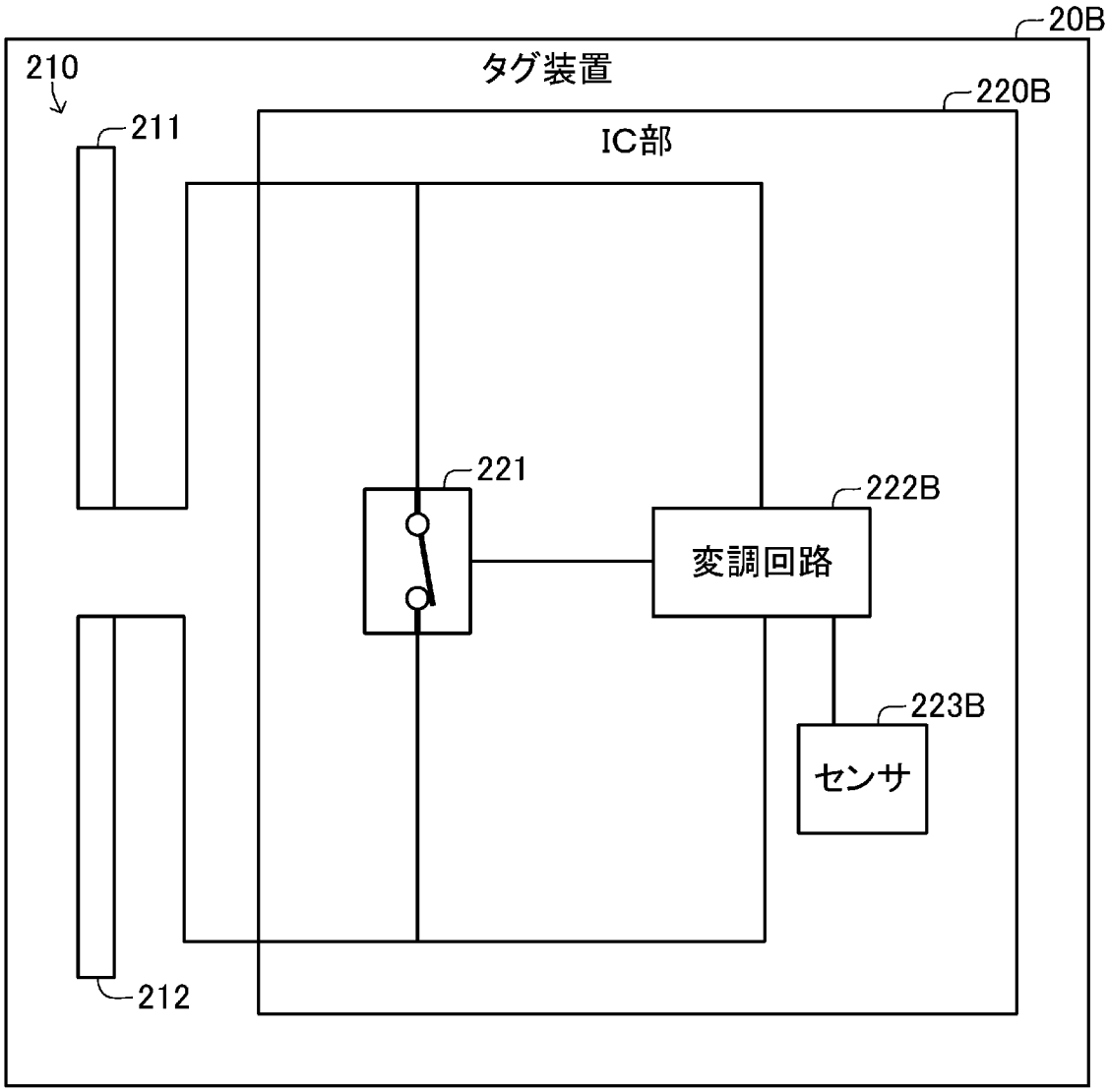
[図6]


10
リーダ装置
20
タグ装置
S101
第1の周波数の信号及び第2の周波数の
信号の、受信の待機及び送信を開始
S102
応答情報を表す変調を実行
S103A
第1の周波数の信号の、
受信の待機及び送信を終了

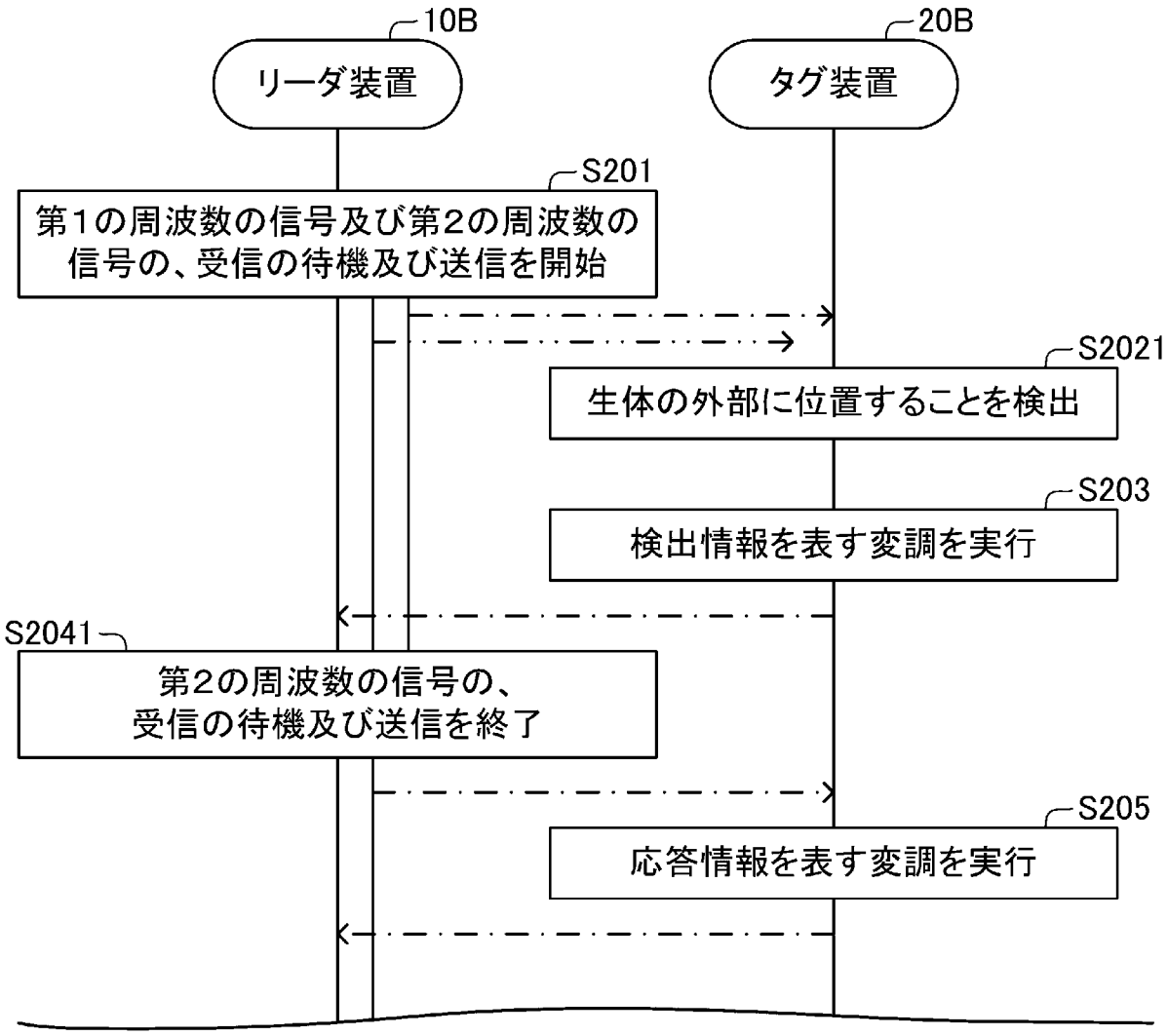
[図7]


10B
リーダ装置
131
110B
121
第1の
送信回路
132
122
第2の
送信回路
制御回路
141
151
第1の
受信回路
142
152
第2の
受信回路

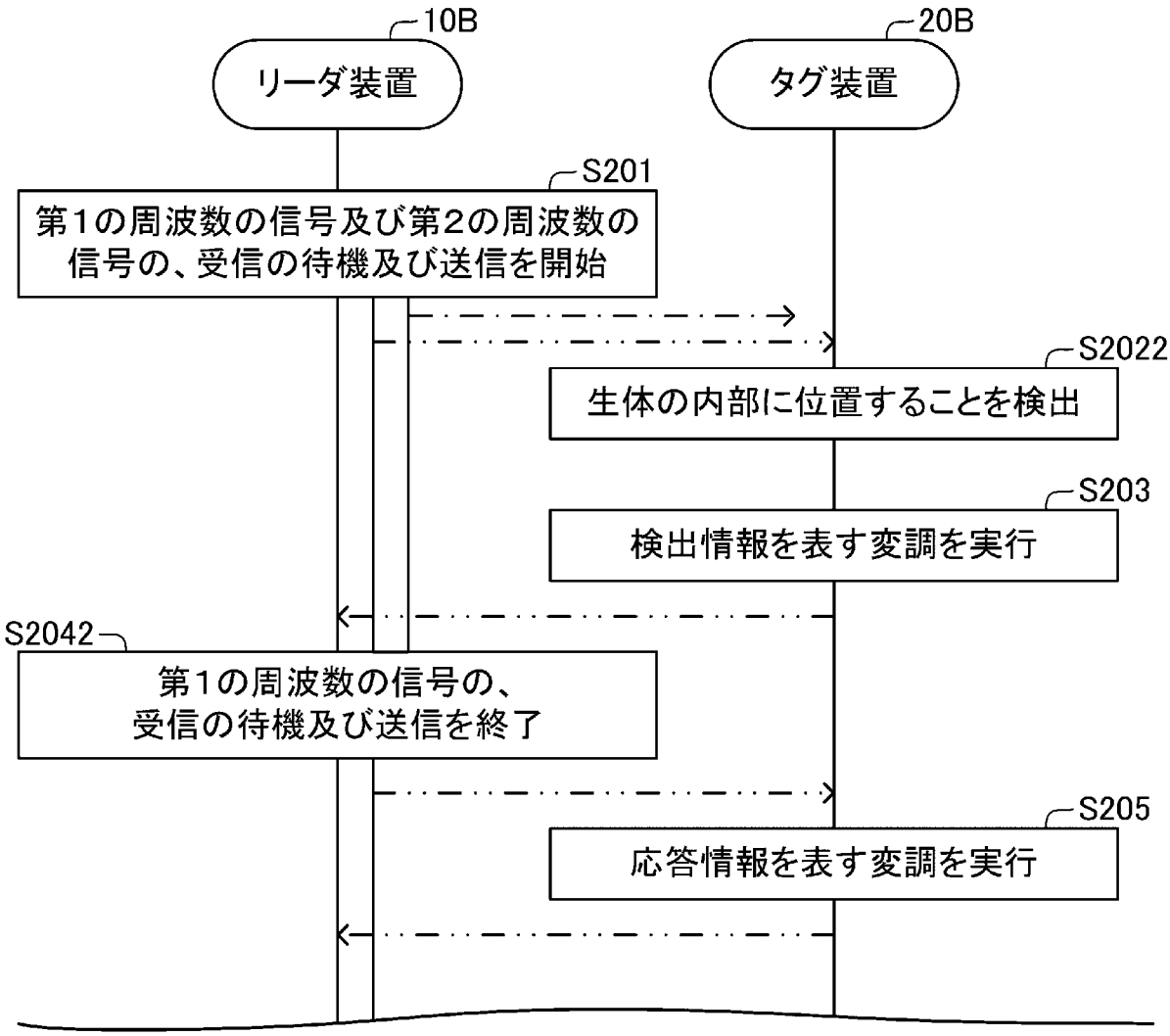
[図8]



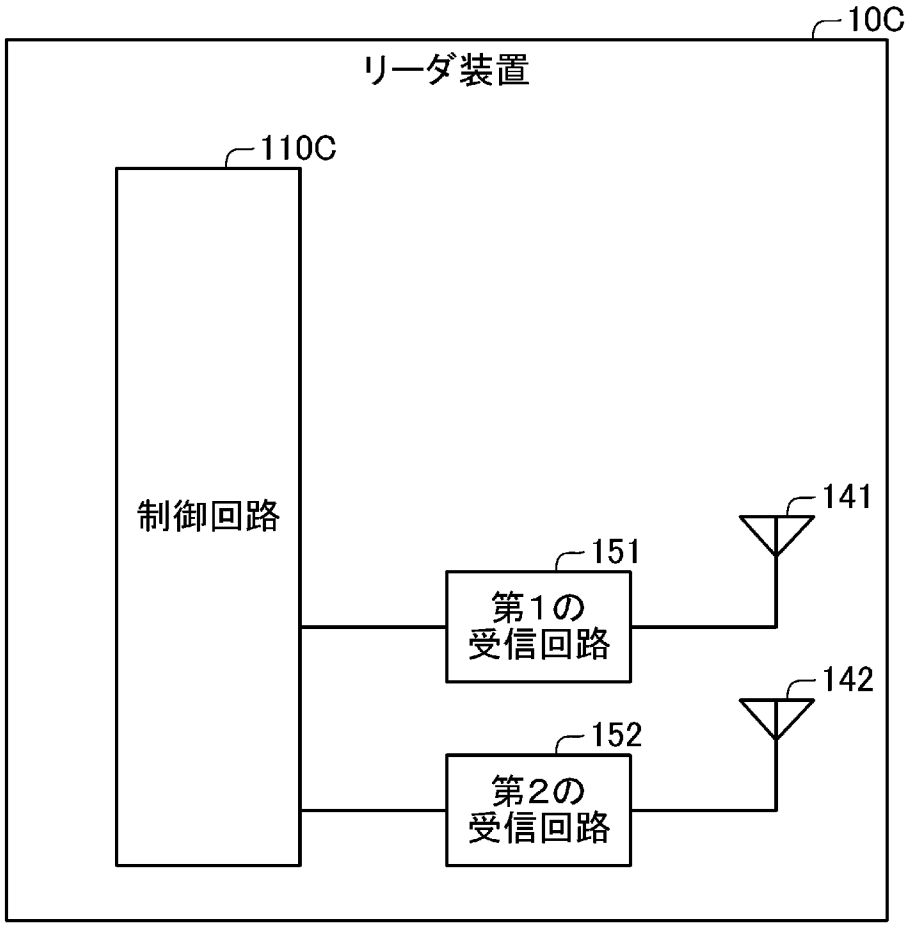
[図9]


10B
リーダ装置
20B
タグ装置
S201
第1の周波数の信号及び第2の周波数の信号の、受信の待機及び送信を開始
S2021
生体の外部に位置することを検出
S203
検出情報を表す変調を実行
S2041
第2の周波数の信号の、受信の待機及び送信を終了
S205
応答情報を表す変調を実行

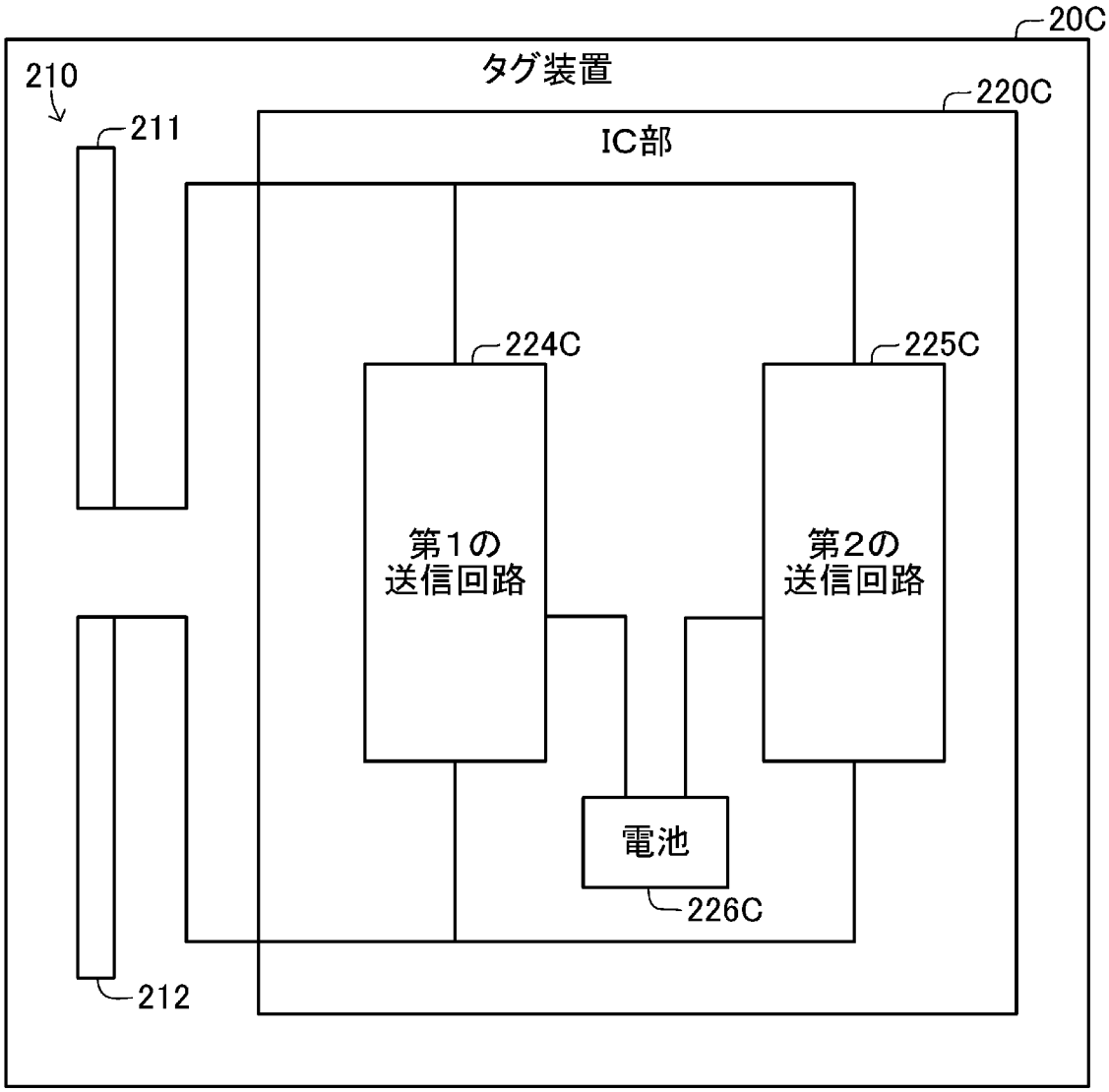
[図10]


10B
リーダ装置
20B
タグ装置
S201
第1の周波数の信号及び第2の周波数の信号の、受信の待機及び送信を開始
S2022
生体の内部に位置することを検出
S203
検出情報を表す変調を実行
S2042
第1の周波数の信号の、受信の待機及び送信を終了
S205
応答情報を表す変調を実行

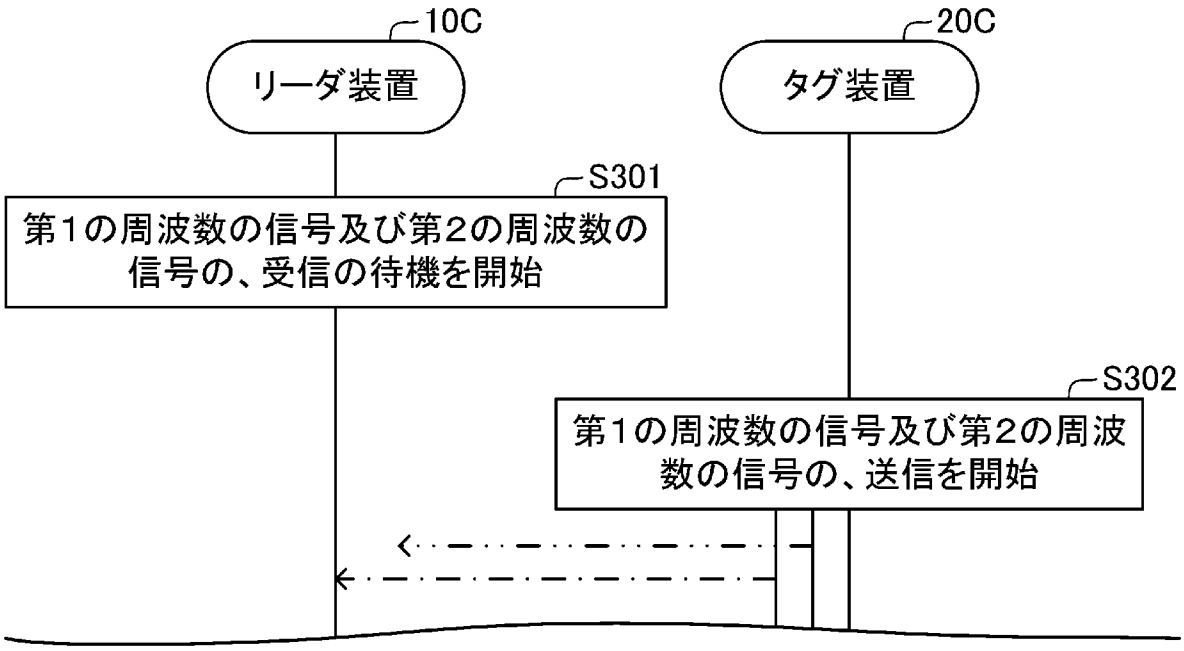
[図11]



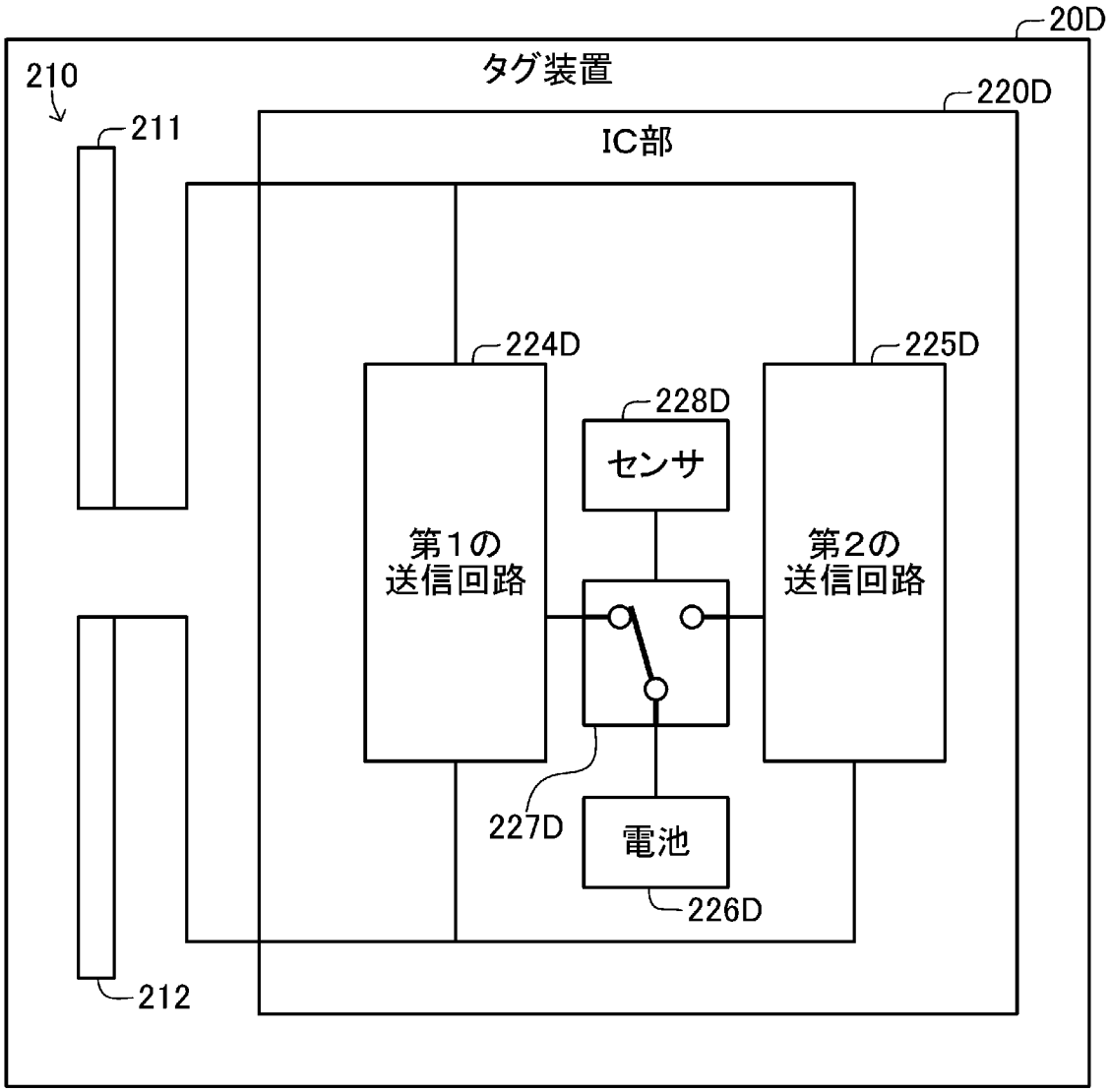
[図12]


20C
タグ装置
210
220C
211
IC部
224C
225C
第1の
送信回路
第2の
送信回路
電池
226C
212

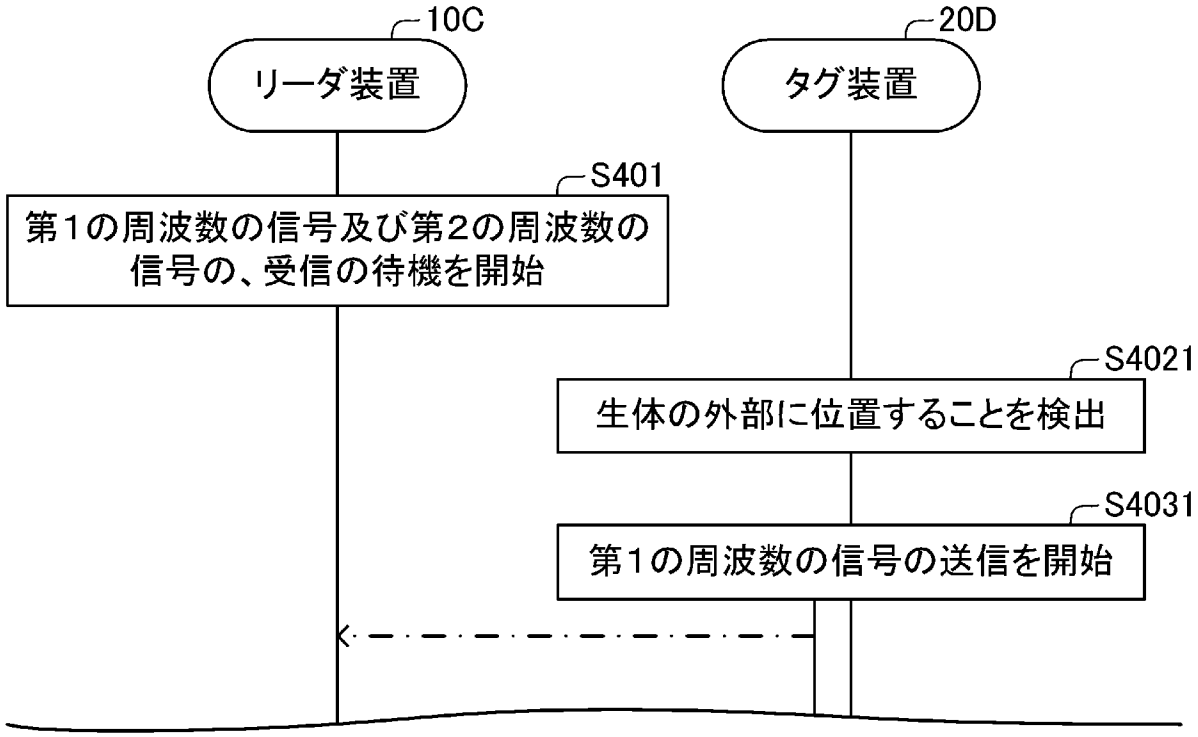
[図13]


10C
リーダ装置
20C
タグ装置
S301
第1の周波数の信号及び第2の周波数の
信号の、受信の待機を開始
S302
第1の周波数の信号及び第2の周波
数の信号の、送信を開始

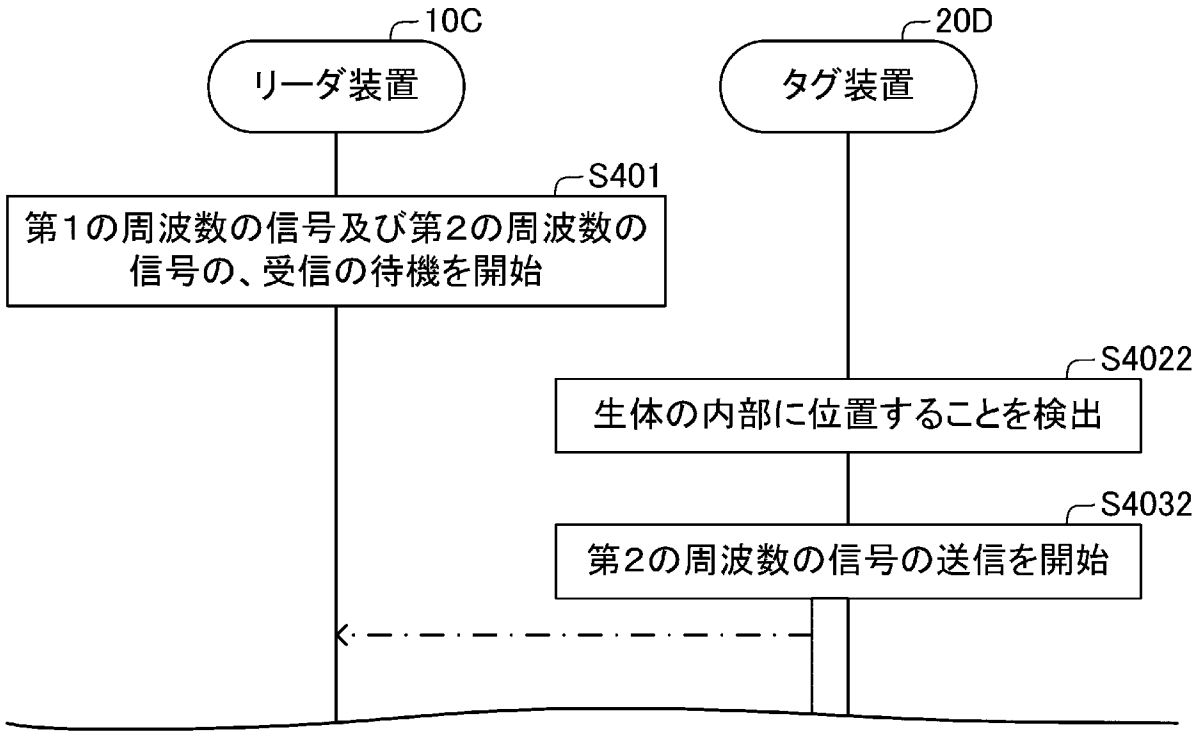
[図14]


20D
タグ装置
210
211
220D
IC部
224D
225D
228D
センサ
第1の
送信回路
第2の
送信回路
227D
電池
226D
212

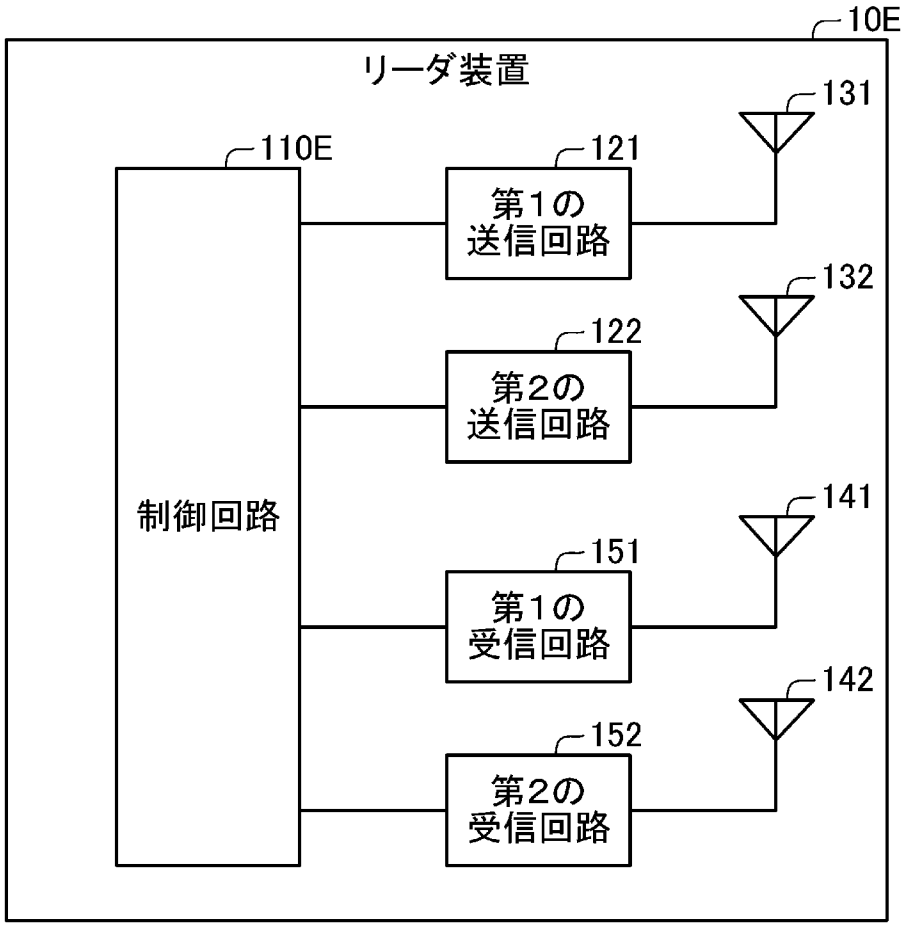
[図15]


10C
リーダ装置
20D
タグ装置
S401
第1の周波数の信号及び第2の周波数の信号の、受信の待機を開始
S4021
生体の外部に位置することを検出
S4031
第1の周波数の信号の送信を開始

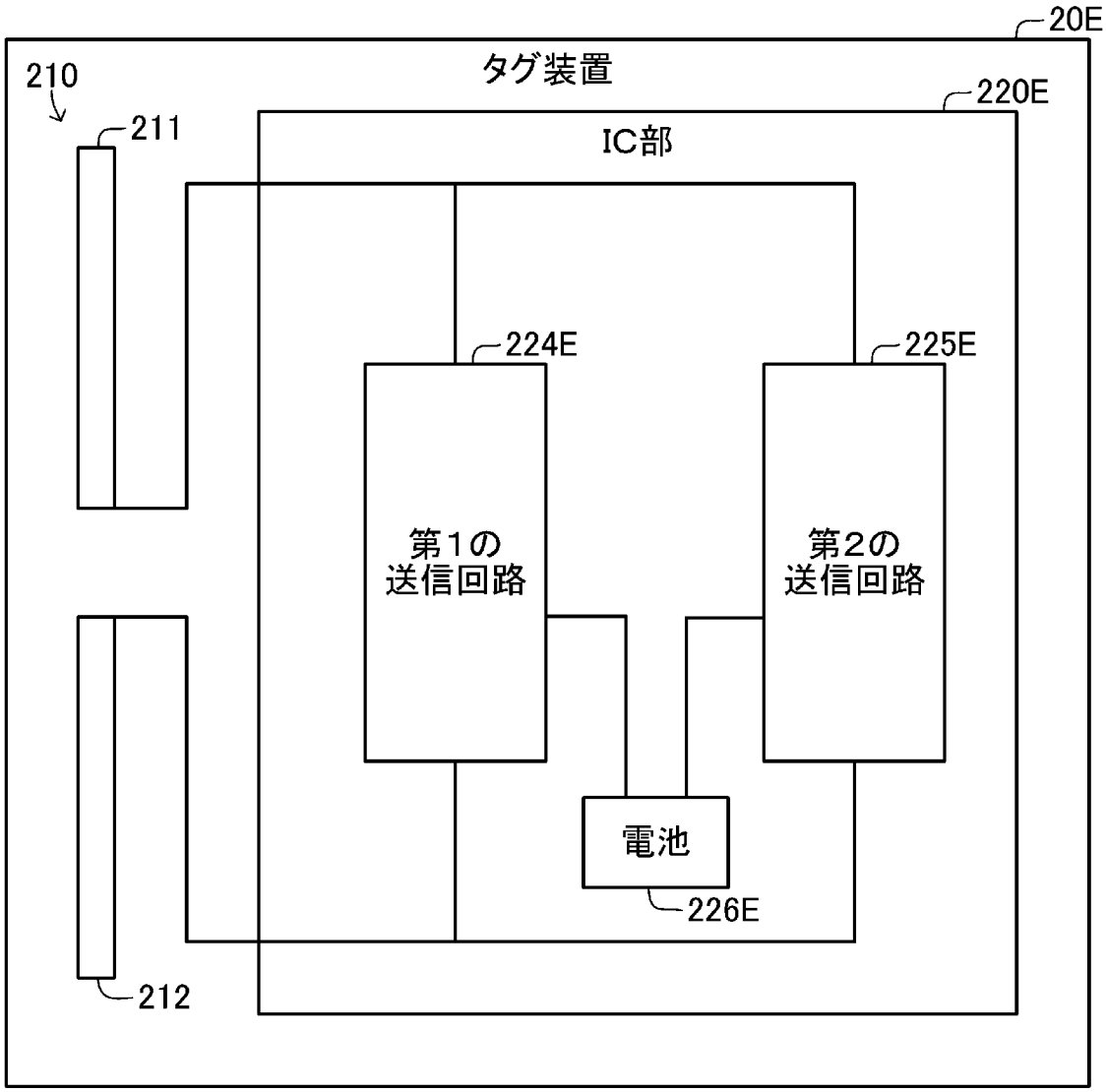
[図16]


10C
リーダ装置
20D
タグ装置
S401
第1の周波数の信号及び第2の周波数の信号の、受信の待機を開始
S4022
生体の内部に位置することを検出
S4032
第2の周波数の信号の送信を開始

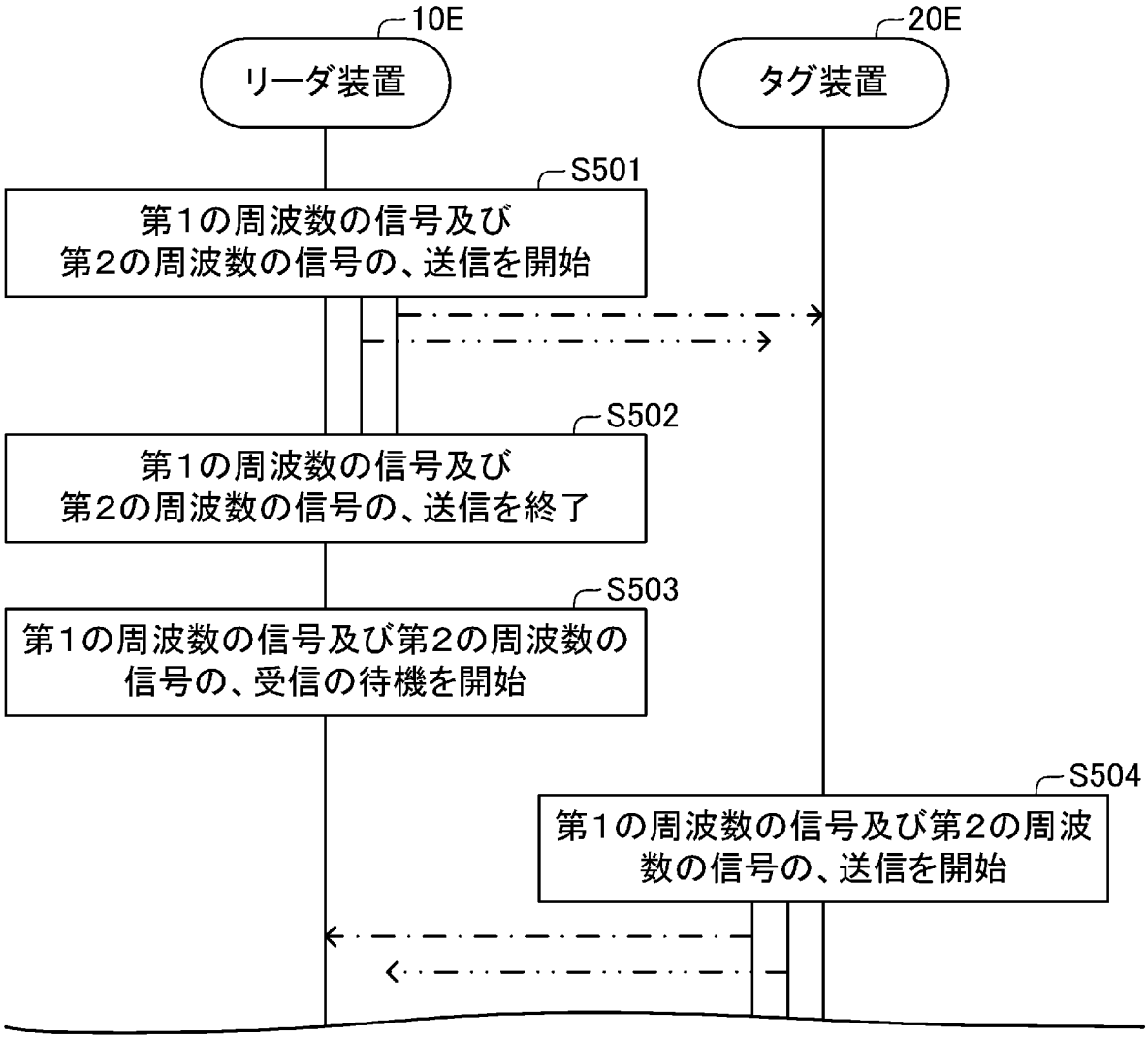
[図17]


10E
リーダ装置
131
110E
121
第1の
送信回路
132
122
第2の
送信回路
制御回路
141
151
第1の
受信回路
142
152
第2の
受信回路

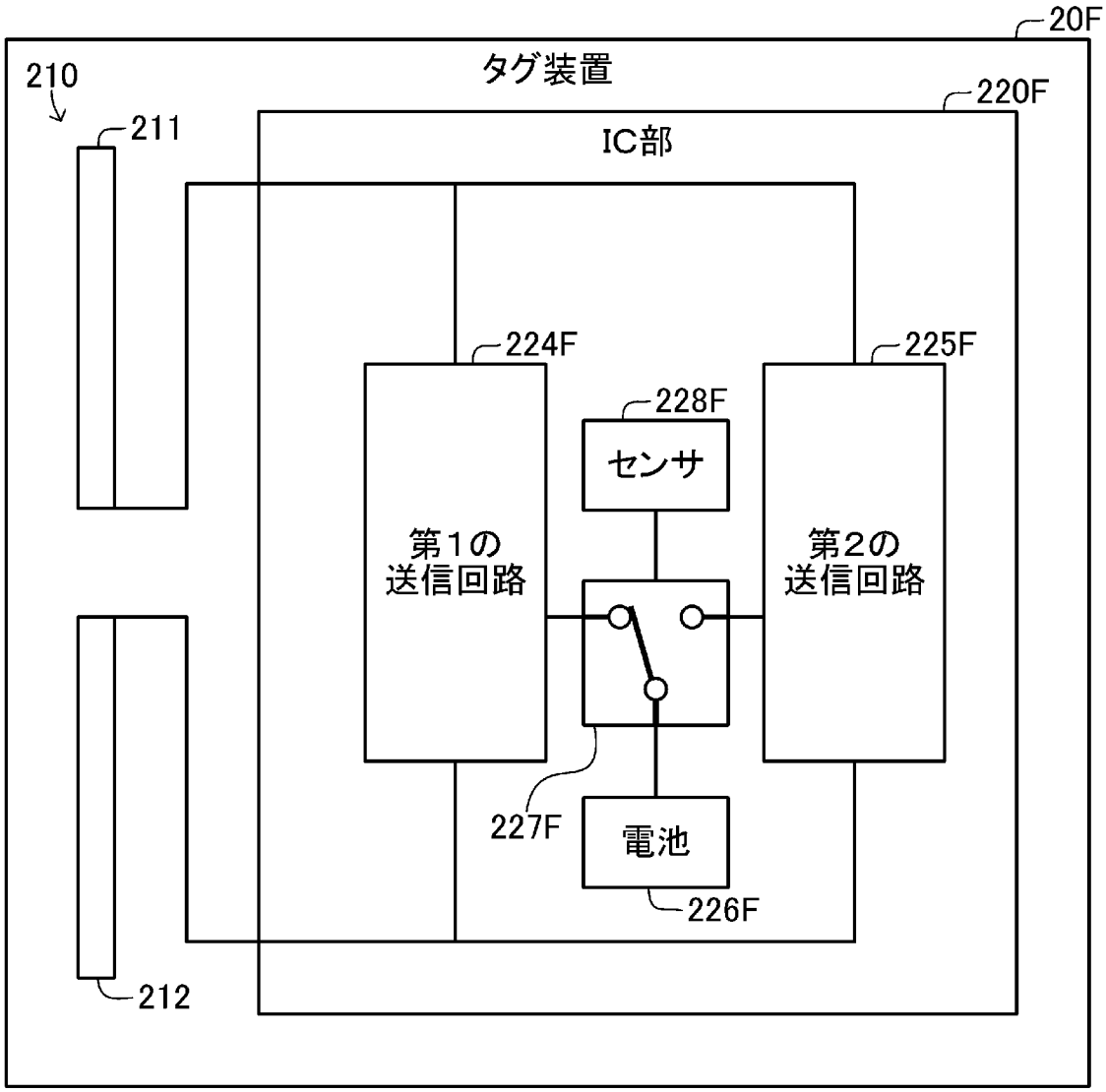
[図18]


20E
タグ装置
210
211
220E
IC部
224E
225E
第1の
送信回路
第2の
送信回路
電池
226E
212

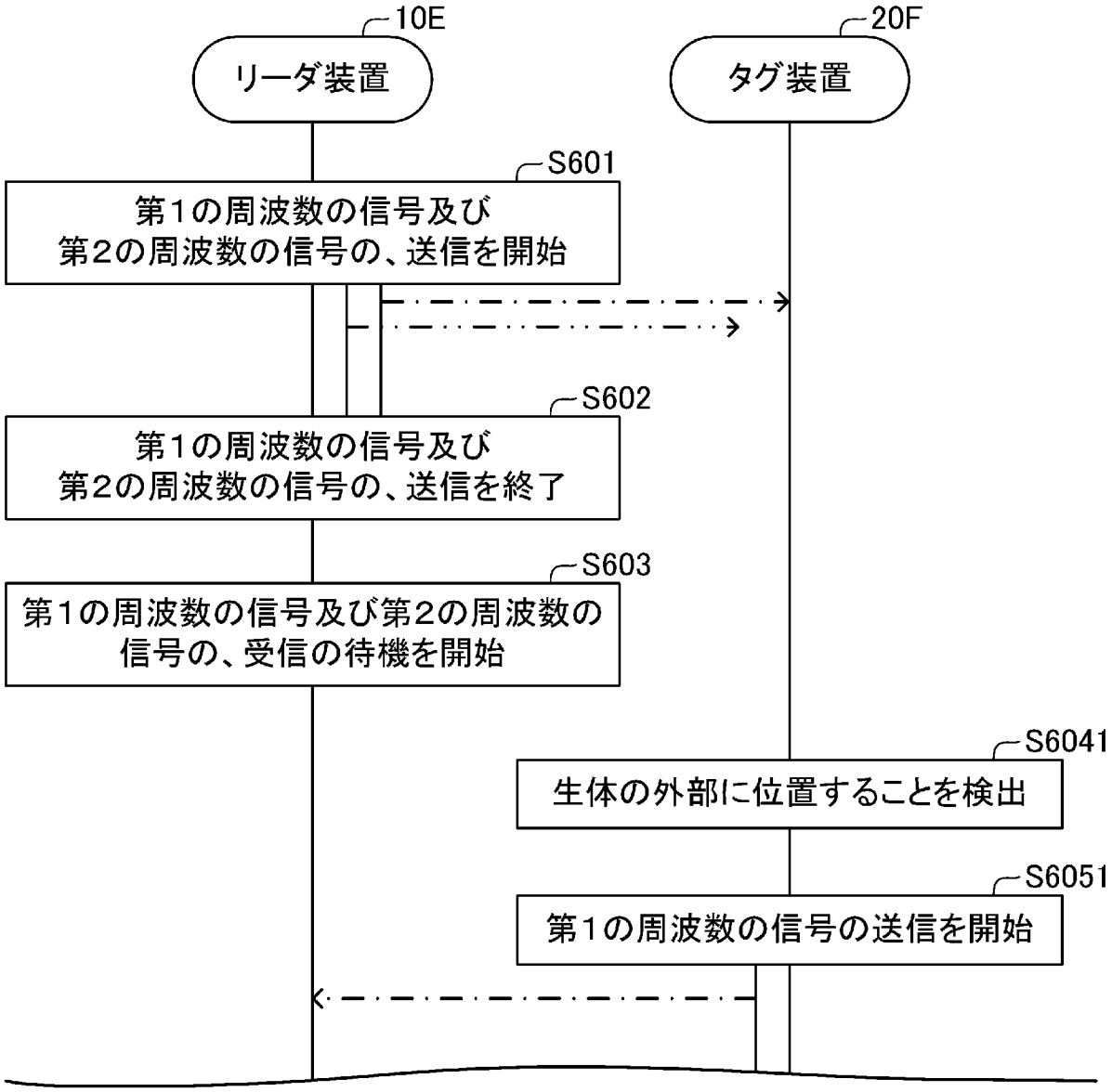
[図19]


10E
リーダ装置
20E
タグ装置
S501
第1の周波数の信号及び
第2の周波数の信号の、送信を開始
S502
第1の周波数の信号及び
第2の周波数の信号の、送信を終了
S503
第1の周波数の信号及び第2の周波数の
信号の、受信の待機を開始
S504
第1の周波数の信号及び第2の周波
数の信号の、送信を開始

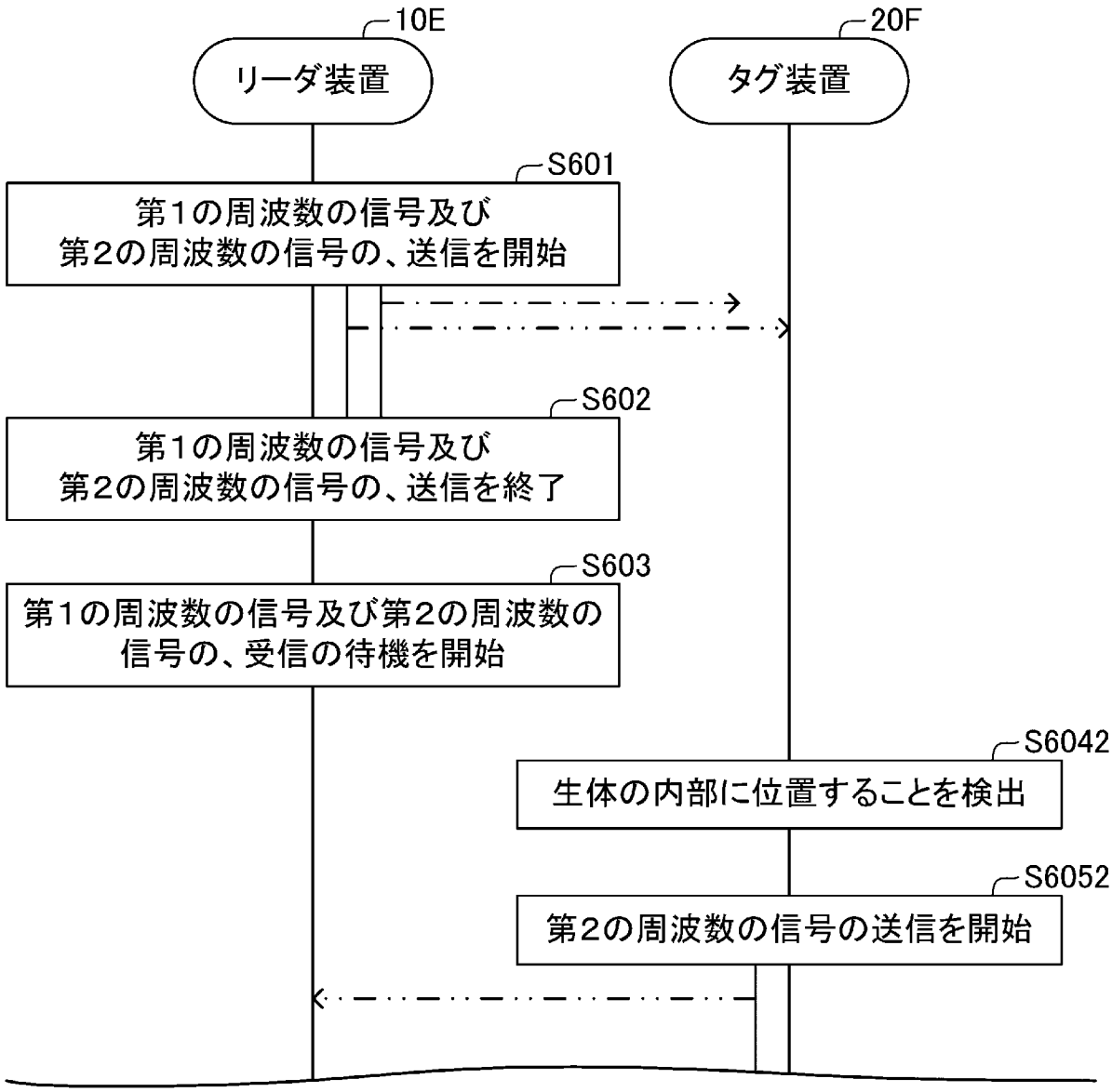
[図20]


20F
タグ装置
210
220F
211
IC部
224F
225F
228F
センサ
第1の
送信回路
第2の
送信回路
227F
電池
226F
212

[図21]


10E
リーダ装置
20F
タグ装置
S601
第1の周波数の信号及び
第2の周波数の信号の、送信を開始
S602
第1の周波数の信号及び
第2の周波数の信号の、送信を終了
S603
第1の周波数の信号及び第2の周波数の
信号の、受信の待機を開始
S6041
生体の外部に位置することを検出
S6051
第1の周波数の信号の送信を開始

[図22]


10E
リーダ装置
20F
タグ装置
S601
第1の周波数の信号及び
第2の周波数の信号の、送信を開始
S602
第1の周波数の信号及び
第2の周波数の信号の、送信を終了
S603
第1の周波数の信号及び第2の周波数の
信号の、受信の待機を開始
S6042
生体の内部に位置することを検出
S6052
第2の周波数の信号の送信を開始

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/057643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04B5/02(2006.01)i, *A61B5/07*(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)
H04B5/00-5/02, A61B5/07

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 2007-221756 A (RCS Ltd.), 30 August 2007 (30.08.2007), paragraphs [0005], [0007], [0009], [0010], [0012] (Family: none)	1-12
Y	WO 2007/123130 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 01 November 2007 (01.11.2007), paragraph [0023]; fig. 2 & US 2009/0043164 A1 paragraph [0053]; fig. 2 & JP 2007-283001 A & EP 2008572 A1 & CN 101426413 A	1-12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
30 March 2016 (30.03.16)	12 April 2016 (12.04.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/057643

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 2006-229433 A (Denso Wave Inc.), 31 August 2006 (31.08.2006), paragraphs [0002], [0021] (Family: none)	1-12
A	JP 2009-34230 A (Hiroshima University), 19 February 2009 (19.02.2009), abstract; paragraph [0005] (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５７６４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B5/02(2006.01)i, A61B5/07(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B5/00 - 5/02, A61B5/07

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 ２００７－２２１７５６ Ａ（有限会社アール・シー・エス）２００７．０８．３０，段落［０００５］，［０００７］，［０００９］，［００１０］，［００１２］ （ファミリー無し）	1-12

☒　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	国際調査報告の発送日
３０．０３．２０１６	１２．０４．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｊ　３０５５
川口　貴裕
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４

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	ＷＯ　２００７／１２３１３０　Ａ１（オリンパスメディカルシステムズ株式会社） ２００７．１１．０１，段落［００２３］，図２ ＆ ＵＳ　２００９／００４３１６４　Ａ１，段落［００５３］，図２ ＆ ＪＰ　２００７－２８３００１　Ａ ＆ ＥＰ　２００８５７２　Ａ１ ＆ ＣＮ　１０１４２６４１３　Ａ	1-12
Ａ	ＪＰ　２００６－２２９４３３　Ａ（株式会社デンソーウェーブ） ２００６．０８．３１，段落［０００２］，［００２１］ （ファミリー無し）	1-12
Ａ	ＪＰ　２００９－３４２３０　Ａ（国立大学法人広島大学） ２００９．０２．１９，要約，第０００５段落 （ファミリー無し）	1-12