

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-29292
(P2021-29292A)

(43) 公開日 令和3年3月1日(2021.3.1)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01) A 6 1 B 5/00 M 4 C 1 1 7
G 0 1 N 22/00 (2006.01) G 0 1 N 22/00 S

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2019-149381 (P2019-149381)	(71) 出願人	304021831 国立大学法人千葉大学 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号
(22) 出願日	令和1年8月16日(2019.8.16)	(74) 代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100181722 弁理士 春田 洋孝
		(74) 代理人	100153763 弁理士 加藤 広之
		(72) 発明者	高橋 応明 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学内
		(72) 発明者	向坂 美希 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人千葉大学内
		Fターム(参考)	4C117 XB01 XC02 XE41 XE57 XJ13

(54) 【発明の名称】 褥瘡検出装置、及び褥瘡検出方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】褥瘡を検出できる褥瘡検出装置、及び褥瘡検出方法を提供する。

【解決手段】褥瘡検出装置110は、生体へマイクロ波を送信し、送信したマイクロ波の反射波を受信するアンテナ102と、アンテナ102に給電する給電部109と、アンテナが受信した反射波に基づいて、褥瘡を検出する検出部133と、検出部133が検出した褥瘡の検出結果を出力する出力部134とを備える。

【選択図】 図2

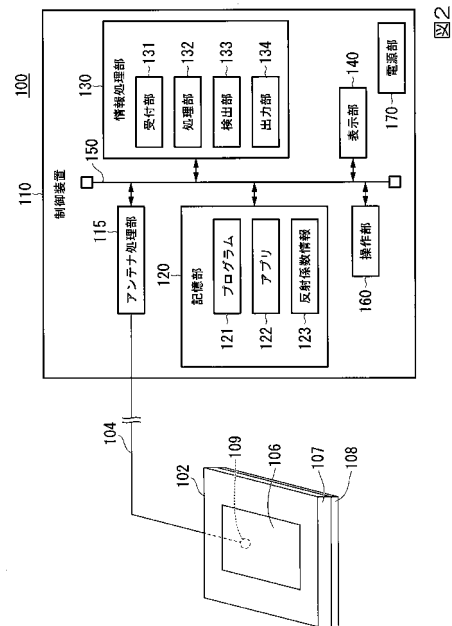


図2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体へマイクロ波を送信し、送信した前記マイクロ波の反射波を受信するアンテナと、
前記アンテナに給電する給電部と、
前記アンテナが受信した前記反射波に基づいて、褥瘡を検出する検出部と、
前記検出部が検出した前記褥瘡の検出結果を出力する出力部と
を備える、褥瘡検出装置。

【請求項 2】

前記検出部が検出した前記反射波の減衰の程度に基づいて、褥瘡の程度を検出する導出部を備え、

前記出力部は、前記導出部が検出した褥瘡の程度を示す情報を出力する、請求項 1 に記載の褥瘡検出装置。

【請求項 3】

前記導出部は、前記反射波に基づいて反射係数を導出し、導出した反射係数と、健康な生体へマイクロ波を送信した場合に得られる反射波に基づいて導出された反射係数とに基づいて、褥瘡の程度を検出する、請求項 2 に記載の褥瘡検出装置。

【請求項 4】

前記アンテナは、導電性の繊維を含むパッチアンテナである、請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の褥瘡検出装置。

【請求項 5】

前記アンテナが送信するマイクロ波の周波数を切り替えるアンテナ処理部を備え、

前記アンテナは、前記アンテナ処理部が切り替えた前記周波数に基づいて、前記生体へマイクロ波を送信する、請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の褥瘡検出装置。

【請求項 6】

前記アンテナは、複数のアンテナを備え、

前記給電部は、複数の前記アンテナの各々に給電し、

前記アンテナの各々は、生体へマイクロ波を送信し、

前記検出部は、複数の前記アンテナの各々が送信した前記マイクロ波の反射波に基づいて、褥瘡を検出し、

前記出力部は、前記検出部が検出した前記褥瘡の検出結果を出力する、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の褥瘡検出装置。

【請求項 7】

アンテナに給電するステップと、

生体へマイクロ波を送信するステップと、

送信した前記マイクロ波の反射波を受信するステップと、

前記アンテナが受信した前記反射波に基づいて、褥瘡を検出するステップと、

前記検出するステップで検出した前記褥瘡の検出結果を出力するステップと

を有する、褥瘡検出装置が実行する褥瘡検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、褥瘡検出装置、及び褥瘡検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

褥瘡とは、長時間皮膚に圧力がかかり、血流が低下することで生じる局所的な皮膚及び皮下組織の損傷である。米国褥瘡諮問委員会（NPUAP：National Pressure Ulcer Advisory Panel）、ヨーロッパ褥瘡諮問委員会（EPUAP：European Pressure Ulcer Advisory Panel）により、褥瘡はその損傷の深度によりステージⅠからステージⅣの４つ

10

20

30

40

50

ステージに分類されている。褥瘡は、早期に対処を行うことでその治療期間を短くすることが可能である。

【0003】

褥瘡を検出するシステムに関して、皮膚に接触する多重電極アレイとインピーダンス分光法を実行する制御ハードウェアとから構成され、生体内で空間的に関連した複素インピーダンスを測定することによって褥瘡を検出する技術が知られている（例えば、非特許文献1参照）。

また、褥瘡を検出するシステムに関して、フレキシブルラミネートと銅線とにより構成されるウェアラブルセンサによって構成され、マイクロ波を照射して深部組織の損傷の検出を行うことによって褥瘡を検出する技術が知られている（例えば、非特許文献2参照）。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】Sarah L. Swisher, Monica C. Lin, Amy Liao, Elisabeth J. Leeflang, Yasser Khan, Felipe J. Pavinatto, Kaylee Mann, Agne Naujokas, David Young, Shuvo Roy, Michael R. Harrison, Ana Claudia Arias, Vivek Subramanian & Michel M. Maharbiz, "Impedance sensing device enables early detection of pressure ulcers in vivo", nature COMMUNICATIONS, 6:6575, 2015

【非特許文献2】Hamid Moghadas, Vivian K. Mushahwar, "Passive microwave resonant sensor for detection of deep tissue injuries", Sensors & Actuators: B. Chemical vol.277 (2018) 69-77

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、前述した技術では、センサを、直接皮膚に貼り付けることが行われる。例えば、センサは、金メッキされた電極と、銅線とを含む。センサを直接皮膚に貼り付けるため、衛生面から、定期的にアンテナを取り替えることが必要となる。また、長時間、センサが直接皮膚に貼り付けられた場合に、ふやけなどの皮膚疾患を誘発する可能性がある。また、金属アレルギーの患者に対しては、この技術は使用できない。

30

【0006】

本発明は、前述した問題を解決すべくなされたもので、褥瘡を検出できる褥瘡検出装置、及び褥瘡検出方法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】

【0007】

本発明の一実施形態は、生体へマイクロ波を送信し、送信した前記マイクロ波の反射波を受信するアンテナと、前記アンテナに給電する給電部と、前記アンテナが受信した前記反射波に基づいて、褥瘡を検出する検出部と、前記検出部が検出した前記褥瘡の検出結果を出力する出力部とを備える褥瘡検出装置である。

本発明の一実施形態は、前述の褥瘡検出装置において、前記検出部が検出した前記反射波の減衰の程度に基づいて、褥瘡の程度を検出する導出部を備え、前記出力部は、前記導出部が検出した褥瘡の程度を示す情報を出力する。

40

本発明の一実施形態は、前述の褥瘡検出装置において、前記導出部は、前記反射波に基づいて反射係数を導出し、導出した反射係数と、健康な生体へマイクロ波を送信した場合に得られる反射波に基づいて導出された反射係数とに基づいて、褥瘡の程度を検出する。

本発明の一実施形態は、前述の褥瘡検出装置において、前記アンテナは、導電性の繊維を含むパッチアンテナである。

本発明の一実施形態は、前述の褥瘡検出装置において、前記アンテナが送信するマイクロ波の周波数を切り替えるアンテナ処理部を備え、前記アンテナは、前記アンテナ処理部が切り替えた前記周波数に基づいて、前記生体へマイクロ波を送信する。

50

本発明の一実施形態は、前述の褥瘡検出装置において、前記アンテナは、複数のアンテナを備え、前記給電部は、複数の前記アンテナの各々に給電し、前記アンテナの各々は、生体へマイクロ波を送信し、前記検出部は、複数の前記アンテナの各々が送信した前記マイクロ波の反射波に基づいて、褥瘡を検出し、前記出力部は、前記検出部が検出した前記褥瘡の検出結果を出力する。

【0008】

本発明の一実施形態は、アンテナに給電するステップと、生体へマイクロ波を送信するステップと、送信した前記マイクロ波の反射波を受信するステップと、前記アンテナが受信した前記反射波に基づいて、褥瘡を検出するステップと、前記検出するステップで検出した前記褥瘡の検出結果を出力するステップとを有する、褥瘡検出装置が実行する褥瘡検出方法である。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明の実施形態によれば、褥瘡を検出できる褥瘡検出装置、及び褥瘡検出方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施形態に係る褥瘡検出装置の一例を示す図である。

【図2】実施形態に係る褥瘡検出装置の一例を示すブロック図である。

【図3】反射係数情報の一例を示す図である。

20

【図4】生体組織の一例を示す図である。

【図5】生体組織のモデル化の一例を示す図である。

【図6】反射係数を求めるシミュレーションの結果の一例を示す図である。

【図7】本実施形態に係る褥瘡検出装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図8】実施形態の変形例1に係る褥瘡検出装置の一例を示すブロック図である。

【図9】褥瘡のステージと反射係数との関係の一例を示す図である。

【図10】実施形態の変形例1に係る褥瘡検出装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図11】実施形態の変形例2に係る褥瘡検出装置の一例を示すブロック図である。

【図12】反射係数情報の一例を示す図である。

30

【図13】実施形態の変形例2に係る褥瘡検出装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

次に、本発明の実施形態に係る褥瘡検出装置、及び褥瘡検出方法を、図面を参照しつつ説明する。以下で説明する実施形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施形態は、以下の実施形態に限られない。

なお、実施形態を説明するための全図において、同一の機能を有するものは同一符号を用い、繰り返しの説明は省略する。

また、本願でいう「XXに基づく」とは、「少なくともXXに基づく」ことを意味し、XXに加えて別の要素に基づく場合も含む。また、「XXに基づく」とは、XXを直接に用いる場合に限定されず、XXに対して演算や加工が行われたものに基づく場合も含む。「XX」は、任意の要素（例えば、任意の情報）である。

40

【0012】

（実施形態）

（褥瘡検出装置）

以下、本発明の実施形態に係る褥瘡検出装置を、図面を参照して説明する。

図1は、実施形態に係る褥瘡検出装置の一例を示す図である。

実施形態に係る褥瘡検出装置100は、患者などの生体の部位に褥瘡が発生している場合に、その褥瘡を検出する。以下、生体の一例として、患者PAを適用した場合について

50

説明を続ける。

【0013】

褥瘡検出装置100は、アンテナ102と、制御装置110とを備える。アンテナ102と制御装置110との間は、給電線104によって接続される。また、図1には、患者PAが、ベッド30に載置されたマットレス20上に、頭部を枕10に載せて、横たわっている様子が示されている。アンテナ102は、ベッド30と、そのベッド30の上に載置されているマットレス20との間に設置される。

【0014】

褥瘡検出装置100を使用して褥瘡を検出しようとする者(以下「ユーザー」という)が、アンテナ102を、患者PAの褥瘡を検出する部位の下に設置し、制御装置110に対して、褥瘡を検出する操作を行う。この操作によって、制御装置110からアンテナ102へ、給電線104を経由して、高周波電力が供給される。図1には、仙骨部を、褥瘡を検出する部位の一例とした場合が示される。

アンテナ102は、制御装置110によって供給された高周波電力により、マイクロ波を送信する。アンテナ102から送信されたマイクロ波は、患者PAの褥瘡を検出する部位へ照射される。マイクロ波が、褥瘡を検出する部位へ照射され、照射されたマイクロ波が褥瘡で反射されることによって、反射波が生じる。その反射波は、アンテナ102により捕らえられることによって受信される。アンテナ102が反射波を捕らえることによって発生した高周波電力は、アンテナ102から制御装置110へ供給される。

制御装置110は、アンテナ102によって供給された高周波電力に基づいて、褥瘡を検出する。制御装置110は、褥瘡の検出結果を出力する。

以下、褥瘡検出装置100に含まれるアンテナ102と、制御装置110とについて順次説明する。

【0015】

図2は、実施形態の褥瘡検出装置の一例を示すブロック図である。

アンテナ102について説明する。アンテナ102の一例は、パッチアンテナなどの平面アンテナである。アンテナ102の動作周波数は、1GHzから10GHz帯である。また、アンテナ102の動作周波数は、24GHz帯であってもよい。アンテナ102の一例は、誘電体基板107と、その誘電体基板107の両面に形成された放射素子106と、地導体板108とを構成要素とする。放射素子106と、地導体板108とは、誘電体基板107に形成する場合に、印刷することによって形成してもよいし、金属箔、導電性布を貼り付けることによって形成してもよい。放射素子106は、長さがLa、幅がWで両端が開放されたマイクロストリップ線路と同等の構造を有しており、Laが1/4波長の整数倍に一致する周波数で共振する。また、アンテナ102は、アンテナ102に給電する給電部109を有する。アンテナ102は、その放射素子106がマットレス20を挟んで、患者PAの褥瘡を検出する部位と対向するように設置される。アンテナ102は、制御装置110が高周波電力を出力した場合に、出力した高周波電力によって、マイクロ波を送信する。

【0016】

制御装置110について説明する。制御装置110は、パーソナルコンピュータ、サーバ、スマートフォン、タブレットコンピュータ又は産業用コンピュータ等の装置によって実現される。

制御装置110は、例えば、アンテナ処理部115と、記憶部120と、情報処理部130と、表示部140と、操作部160と、電源部170と、各構成要素を図2に示されているように電氣的に接続するためのアドレスバスやデータバスなどのバスライン150とを備える。

アンテナ処理部115は、給電モジュールと、ネットワークアナライザとを含んで実現される。アンテナ処理部115は、情報処理部130が出力した給電部109へ給電することを示す情報を取得する。アンテナ処理部115は、取得した給電部109へ給電することを示す情報に基づいて、電源部170を使用して、給電線104を介して、給電部1

10

20

30

40

50

09へ、高周波電力を供給する。アンテナ処理部115は、アンテナ102が出力した高周波電力を取得し、取得した高周波電力をダウンコンバートし、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズする。アンテナ処理部115は、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を、情報処理部130へ出力する。

【0017】

記憶部120は、例えば、RAM、ROM、HDD、フラッシュメモリ、またはこれらのうち複数が組み合わされたハイブリッド型記憶装置などにより実現される。記憶部120の一部または全部は、制御装置110の一部として設けられる場合に代えて、NASや外部のストレージサーバなど、制御装置110のプロセッサがネットワーク（図示なし）を介してアクセス可能な外部装置により実現されてもよい。記憶部120には、情報処理部130により実行されるプログラム121と、アプリ122とが記憶される。また、記憶部120には、反射係数情報123が記憶される。

10

【0018】

プログラム121は、例えば、オペレーティングシステムであり、ユーザーやアプリケーションプログラムとハードウェアの間に位置し、ユーザーやアプリケーションプログラムに対して標準的なインターフェースを提供すると同時に、ハードウェアなどの各リソースに対して効率的な管理を行う。

アプリ122は、制御装置110に、アンテナ102の給電部109に高周波電力を供給させることによって、アンテナ102にマイクロ波を送信させるモジュールを含む。アプリ122は、制御装置110に、アンテナ102に送信させたマイクロ波の反射波を受信させるモジュールを含む。アプリ122は、制御装置110に、受信させた反射波に基づいて、褥瘡を検出させるモジュールを含む。アプリ122は、制御装置110に、褥瘡の検出結果を出力させるモジュールを含む。

20

反射係数情報123について説明する。

図3は、反射係数情報の一例を示す図である。反射係数情報123は、患者の識別情報毎に、褥瘡検出装置100で褥瘡を検出する処理を行った日時と、その日時に褥瘡を検出する部位に送信したマイクロ波の反射波に基づいて反射係数を導出した結果とを関連付けたテーブル形式の情報である。図3に示される例では、患者の識別情報「AAA001」について、日時「****年**月**日」と反射係数「***」とが関連付けられ、日時「++++年++月++日」と反射係数「+++」とが関連付けられ、日時「####年##月##日」と反射係数「***」とが関連付けられている。反射係数情報123には、褥瘡が検出される前から、日時と反射係数との関連付けが記憶されているのが好ましい。図2に戻り説明を続ける。

30

【0019】

操作部160は、入力デバイスを備え、ユーザーの操作を受け付ける。この入力デバイスには、キーボード等の文字情報を入力するデバイス、マウス、タッチパネル等のポインティングデバイス、釦、ダイヤル、ジョイスティック、タッチセンサ、タッチパッド等が含まれる。

表示部140は、CPUなどのプロセッサによって制御され、画像、GUI（Graphical User Interface）などを表示する。この一例では、操作部160は、タッチパネルである。

40

電源部170は、制御装置110の各部に、電源を供給する。

【0020】

情報処理部130は、例えば、CPUなどのプロセッサが記憶部120に格納されたプログラム121と、アプリ122とを実行することにより実現されるソフトウェア機能部である。なお、情報処理部130の全部または一部は、LSI、ASIC、またはFPGAなどのハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェア機能部とハードウェアとの組み合わせによって実現されてもよい。

情報処理部130は、例えば、受付部131と、処理部132と、検出部133と、出力部134として機能する。

50

受付部 131 は、ユーザーが操作部 160 に対して、褥瘡を検出する操作を行うことによって、操作部 160 が出力する褥瘡を検出することを示す情報を受け付ける。受付部 131 は、受け付けた褥瘡を検出することを示す情報を、処理部 132 へ出力する。具体的には、ユーザーは、患者 P A の識別情報を入力し、褥瘡を検出する操作を行う。この操作によって、操作部 160 から、受付部 131 へ、患者 P A の識別情報を含む褥瘡を検出することを示す情報が出力される。

【0021】

処理部 132 は、受付部 131 が出力した褥瘡を検出することを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出することを示す情報に基づいて、アンテナ処理部 115 に、給電部 109 へ給電することを示す情報を出力する。処理部 132 は、褥瘡を検出することを示す情報から、患者 P A の識別情報を取得し、取得した患者 P A の識別情報を、検出部 133 へ出力する。

検出部 133 は、処理部 132 が出力した患者 P A の識別情報を取得する。検出部 133 は、アンテナ処理部 115 が出力したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を取得し、取得したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果に基づいて、褥瘡を検出する。具体的には、検出部 133 は、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果に基づいて、反射係数を導出する。検出部 133 は、反射係数情報 123 から、患者 P A の識別情報に該当するテーブルを取得し、取得したテーブルに、反射係数を導出した日時と、導出した反射係数とを関連付けて記憶する。検出部 133 は、導出した反射係数が反射係数閾値以上である場合には褥瘡を検出したとし、反射係数閾値未満である場合に褥瘡を検出していないとする。検出部 133 は、褥瘡を検出したか否かを示す情報を出力部 134 へ出力する。

出力部 134 は、検出部 133 が出力した褥瘡を検出したか否かを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出したか否かを示す情報を処理することによって、表示部 140 に、褥瘡を検出したか否かを表示する。

【0022】

ここで、褥瘡を検出する処理について説明する。最初に、生体組織について説明する。

図 4 は、生体組織の一例を示す図である。図 4 には、生体組織の縦断面の画像と、その生体組織を構成する各層とを示す。図 4 において、上図は健康な生体組織の一例を示し、下図は褥瘡が発生している生体組織の一例を示す。

図 4 の上図を参照して説明する。正常な生体組織の縦断面の一例は、骨 202 と、骨 202 上に積層されている筋肉層 204 と、筋肉層 204 の上に積層されている脂肪層 206 と、脂肪層 206 の上に積層されている皮膚層 208 とを含む。図 4 の例によれば、骨 202 の厚さは 17.5 mm であり、筋肉層 204 の厚さは 2.2 mm であり、脂肪層 206 の厚さは 4.4 mm であり、皮膚層 208 の厚さは 3.5 mm である。

図 4 の下図を参照して説明する。褥瘡が発生している生体組織の縦断面の一例は、骨 202 と、筋肉層 204 と、脂肪層 206 と、皮膚層 208 とに加え、脂肪層 206 と皮膚層 208 との間に、血液層 210 が形成されている。血液層 210 の幅と位置は、褥瘡の損傷の深度を示すステージによって変化する。ここで、ステージ I は、皮膚表面には損傷が無い状態である。ステージ II は、真皮までに損傷がとどまる状態である。ステージ III は、脂肪組織まで損傷が及んでいる状態である。ステージ IV は、損傷が、骨、腱、筋肉の露出を伴っている状態である。

【0023】

次に、生体組織のモデル化について説明する。図 4 に示される生体組織の一例に基づいて、生体組織のモデル化を行った。生体組織のモデル化は、生体組織を構成する各層の厚みに基づいて行った。

図 5 は、生体組織のモデル化の一例を示す図である。図 5 において、左図は健康な生体組織のモデル化の一例を示し、右図は褥瘡が発生している生体組織のモデル化の一例を示す。また、図 5 において、皮膚層 208 を X 軸と Y 軸とによって示し、X 軸及び Y 軸に直交する方向を Z 軸とする。また、皮膚層 208 から骨 202 へ向かう方向を Z 軸の正の方

向とする。

図5の左図を参照して、健康な生体組織のモデル化の一例を説明する。健康な生体組織モデルの一例は、骨202mと、骨202mのZ軸のマイナス方向に形成された筋肉層204mと、筋肉層204mのZ軸のマイナス方向に形成された脂肪層206mと、脂肪層206mのZ軸のマイナス方向に形成された皮膚層208mとを含む。ここで、骨202mの厚さを17.6mmとし、筋肉層204mの厚さを2.2mmとし、脂肪層206mの厚さを4.40mmとし、皮膚層208mの厚さを3.4mmとした。ここで、長さは、Z軸方向の長さである。

さらに、皮膚層208mのZ軸のマイナス側には、空気層220mが形成される。空気層220mの厚さを、30.0mmとした。空気層220mを挟んで、健康な生体組織モデルの皮膚層208mと対向する位置にアンテナ102が形成される。健康な生体組織モデルのXY平面の面積を、100mm×100mmとした。

【0024】

図5の右図を参照して、褥瘡が発生している生体組織のモデル化の一例を説明する。褥瘡が発生している生体組織モデルの一例は、骨202mと、骨202mのZ軸のマイナス方向に形成された筋肉層204mと、筋肉層204mのZ軸のマイナス方向に形成された脂肪層206mと、脂肪層206mのZ軸のマイナス方向に形成された皮膚層208mとに加え、筋肉層204mの一部分と脂肪層206mの一部分との間に形成された血液層210mを含む。血液層210mから、皮膚層208mまでのZ軸方向の部分は、皮膚層208mとは、性質が異なることが多いため、欠陥範囲212mとされる。ここで、骨202mの厚さを17.6mmとし、筋肉層204mの厚さを2.2mmとし、脂肪層206mの厚さを4.40mmとし、皮膚層208mの厚さを3.4mmとし、血液層210mの厚さを1.00mmとした。

さらに、皮膚層208mのZ軸のマイナス側には、空気層220mが形成される。空気層220mの厚さを、30.0mmとした。空気層220mを挟んで、褥瘡が発生している生体組織モデルの皮膚層208mの欠陥範囲212mと対向する位置にアンテナ102が形成される。褥瘡が発生している生体組織モデルのXY平面の面積を、100mm×100mmとした。血液層210mのXY平面の面積を、Lmm×Lmmとした。

【0025】

健康な生体組織モデルと、褥瘡が発生している生体組織モデルとを用いて、アンテナ102からマイクロ波を生体組織へ照射した場合の反射係数を求めるシミュレーションを行った。健康な生体組織モデルと、褥瘡が発生している生体組織モデルとにおいて、皮膚層208mのパラメータを、 $r = 3.294$ 、 $\sigma = 0.62 \text{ S/m}$ とし、脂肪層206mのパラメータを、 $r = 4.56$ 、 $\sigma = 0.62 \text{ S/m}$ とし、筋肉層204mのパラメータを、 $r = 42.08$ 、 $\sigma = 11.35 \text{ S/m}$ とし、骨202mのパラメータを、 $r = 7.96$ 、 $\sigma = 2.24 \text{ S/m}$ とし、血液層210mのパラメータを、 $r = 44.25$ 、 $\sigma = 13.95 \text{ S/m}$ とした。なお、 r は歪であり、 σ は応力である。マイクロ波の周波数は、10.5GHzとした。解析には、FDTD法(Finite-difference time-domain method)を使用した。

【0026】

図6は、反射係数を求めるシミュレーションの結果の一例を示す図である。図6において、横軸は周波数[GHz]で、縦軸は反射係数[dB]である。なお、 $L = 10$ とした。健康な生体組織モデルと、褥瘡が発生している生体組織モデルとについて反射係数を求めるシミュレーションを行った。褥瘡が発生している生体組織モデルは、ステージIからステージIVの各々に対応するものについて、シミュレーションを行った。

図6によれば、健康な生体組織モデルから求められる反射係数と、ステージIに対応する褥瘡が発生している生体組織モデルから求められる反射係数との差は小さいことが分かる。しかし、健康な生体組織モデルから求められる反射係数(ステージIに対応する褥瘡が発生している生体組織モデルから求められる反射係数)と、ステージIIからステージIVの各々から求められる褥瘡が発生している生体組織モデルから求められる反射係数と

10

20

30

40

50

の間に、3 dB から 4 dB の差が見られることが分かる。これは、患者 P A の褥瘡を検出する部分にマイクロ波を照射し、その反射波に基づいて導出した反射係数の値によって、ステージ I I 以降の褥瘡が発生している場合には、その褥瘡を検出できることを示している。

【 0 0 2 7 】

(褥瘡検出装置の動作)

図 7 は、本実施形態に係る褥瘡検出装置の動作の一例を示すフローチャートである。図 7 には、ベッド 3 0 に載置されたマットレス 2 0 上に、頭部を枕 1 0 に載せて、患者 P A が横たわっており、患者 P A の褥瘡を検出する部位の下で、且つベッド 3 0 とマットレス 2 0 との間に、ユーザーが、アンテナ 1 0 2 を設置した後の動作が示される。

10

(ステップ S 1)

受付部 1 3 1 は、ユーザーが操作部 1 6 0 に対して、患者 P A の識別情報を入力し、褥瘡を検出する操作を行うことによって、操作部 1 6 0 が出力する褥瘡を検出することを示す情報を受け付ける。受付部 1 3 1 は、受け付けた褥瘡を検出することを示す情報を、処理部 1 3 2 へ出力する。

処理部 1 3 2 は、受付部 1 3 1 が出力した褥瘡を検出することを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出することを示す情報に基づいて、アンテナ処理部 1 1 5 に、給電部 1 0 9 へ給電することを示す情報を出力する。また、処理部 1 3 2 は、褥瘡を検出することを示す情報から、患者 P A の識別情報を取得し、取得した患者 P A を示す情報を、検出部 1 3 3 へ出力する。

20

アンテナ処理部 1 1 5 は、情報処理部 1 3 0 が出力した給電部 1 0 9 へ給電することを示す情報を取得し、取得した給電部 1 0 9 へ給電することを示す情報に基づいて、アンテナ 1 0 2 へ高周波電力を出力する。アンテナ 1 0 2 は、制御装置 1 1 0 が高周波電力を出力した場合に、出力した高周波電力によって、マイクロ波を送信する。

(ステップ S 2)

アンテナ 1 0 2 から送信されたマイクロ波は、患者 P A の褥瘡を検出する部位へ照射される。マイクロ波が、褥瘡を検出する部位へ照射され、照射されたマイクロ波が褥瘡で反射されることによって、反射波が生じる。アンテナ 1 0 2 は、その反射波を捕らえ、捕らえた反射波によって、高周波電力を発生する。アンテナ 1 0 2 は、発生した高周波電力を、制御装置 1 1 0 へ出力する。

30

(ステップ S 3)

検出部 1 3 3 は、処理部 1 3 2 が出力した患者 P A の識別情報を取得する。アンテナ処理部 1 1 5 は、アンテナ 1 0 2 が出力した高周波電力をダウンコンバートし、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズする。アンテナ処理部 1 1 5 は、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を、検出部 1 3 3 へ出力する。検出部 1 3 3 は、アンテナ処理部 1 1 5 が出力したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を取得し、取得したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果に基づいて、反射係数を導出する。検出部 1 3 3 は、導出した反射係数に基づいて、褥瘡を検出する。

(ステップ S 4)

検出部 1 3 3 は、褥瘡を検出したか否かを示す情報を出力部 1 3 4 へ出力する。

40

出力部 1 3 4 は、検出部 1 3 3 が出力した褥瘡を検出したか否かを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出したか否かを示す情報を処理することによって、表示部 1 4 0 に、褥瘡を検出したか否かを表示する。

【 0 0 2 8 】

前述した実施形態では、アンテナ 1 0 2 と制御装置 1 1 0 とが、給電線 1 0 4 で接続されている場合について説明したが、この例に限られない。例えば、アンテナ 1 0 2 と制御装置 1 1 0 とが一体化されていてもよい。

前述した実施形態では、アンテナ 1 0 2 が放射するマイクロ波の周波数の一例として、1 0 G H z 帯である場合について説明したが、この例に限られない。例えば、1 0 G H z 帯に限らず、共振周波数周辺の周波数であってもよい。また、アンテナ処理部 1 1 5 は、

50

高周波電力の周波数を切り替えることによって、アンテナ 102 が送信するマイクロ波の周波数を切り替えるようにしてもよい。

前述した実施形態では、仙骨部を、褥瘡を検出する部位の一例とした場合について説明したが、この例に限られない。例えば、踵骨部、大転子部、腸骨部などの仙骨部以外の部位を、褥瘡を検出する部位としてもよい。

前述した実施形態において、アンテナ 102 を、導電性の繊維を含むパッチアンテナで構成してもよい。この場合、アンテナ 102 は、放射導体と、接地導体に導電性の布を使用したものであってもよい。導電性繊維は、銅被覆の表面にニッケル層を施したポリエステル繊維、アラミド繊維などを含む合成樹脂製布を使用してもよい。このように構成することによって、アンテナ 102 に柔軟性を持たせることができるため、アンテナ 102 を、設置しやすくできる。

本実施形態によれば、褥瘡検出装置 100 は、患者 P A の褥瘡を検出する部位の下で、且つベッド 30 とマットレス 20 との間に設置されたアンテナ 102 から褥瘡を検出する部位へ、マイクロ波の送信を行う。褥瘡検出装置 100 は、送信したマイクロ波が褥瘡で反射することによって生じた反射波に基づいて、褥瘡を検出する。ベッド 30 とマットレス 20 との間にアンテナ 102 を設置できるため、患者 P A の寝心地を悪化させることなく、褥瘡の発生をモニタリングできる。

マットレス 20 上に、横たわっている患者 P A の褥瘡を検出する部位の下に、アンテナ 102 が設置されることによって、患者 P A とアンテナ 102 とが直接接触することがないため、アンテナ 102 などのセンサが患者 P A に触れることによる皮膚疾患、金属アレルギーへの懸念をなくすることができるため、看護者、介護者などのユーザーの負担を軽減できる。また、非接触で、褥瘡を検出できるため、衛生的であり、患者 P A の長時間のモニタリングが可能となる。マイクロ波を送信し、そのマイクロ波の反射波を利用するため、非侵襲で、褥瘡を検出できる。

【0029】

(実施形態の変形例 1)

(褥瘡検出装置)

実施形態の変形例 1 の褥瘡検出装置 100 a は、図 1 を適用できる。褥瘡検出装置 100 a は、アンテナ 102 と、制御装置 110 a とを備える。アンテナ 102 と制御装置 110 と a の間は、給電線 104 によって接続される。褥瘡検出装置 100 a は、褥瘡検出装置 100 と、褥瘡の検出に加えて、褥瘡のステージを検出する点で異なる。

【0030】

ユーザーが、アンテナ 102 を、患者 P A の褥瘡を検出する部位の下に設置し、制御装置 110 a に対して、褥瘡を検出する操作を行う。この操作によって、制御装置 110 a からアンテナ 102 へ、給電線 104 を経由して、高周波電力が供給される。

アンテナ 102 は、制御装置 110 a によって供給された高周波電力により、マイクロ波を送信する。アンテナ 102 から送信されたマイクロ波は、患者 P A の褥瘡を検出する部位へ照射される。マイクロ波が、褥瘡を検出する部位へ照射され、照射されたマイクロ波が褥瘡で反射されることによって、反射波が生じ、その反射波は、アンテナ 102 により捕らえられる。アンテナ 102 が反射波を捕らえることによって発生した高周波電力は、アンテナ 102 から制御装置 110 a へ供給される。

制御装置 110 a は、アンテナ 102 によって供給された高周波電力に基づいて、褥瘡を検出する。制御装置 110 a は、高周波電力に基づいて、褥瘡のステージを導出する。制御装置 110 a は、褥瘡の検出結果と、褥瘡を検出した場合には、そのステージを示す情報を出力する。

以下、褥瘡検出装置 100 a に含まれるアンテナ 102 と、制御装置 110 a とのうち、実施形態と異なる制御装置 110 a について説明する。

【0031】

図 8 は、実施形態の変形例 1 の褥瘡検出装置の一例を示すブロック図である。

(制御装置 110 a)

10

20

30

40

50

制御装置 110 a は、パーソナルコンピュータ、サーバ、スマートフォン、タブレットコンピュータ又は産業用コンピュータ等の装置によって実現される。

制御装置 110 a は、例えば、アンテナ処理部 115 と、記憶部 120 a と、情報処理部 130 a と、表示部 140 と、操作部 160 と、電源部 170 と、各構成要素を図 8 に示されているように電氣的に接続するためのアドレスバスやデータバスなどのバスライン 150 とを備える。

【0032】

記憶部 120 a には、情報処理部 130 a により実行されるプログラム 121 と、アプリ 122 a とが記憶される。また、記憶部 120 a には、反射係数情報 123 が記憶される。

アプリ 122 a は、実施形態で説明したアプリ 122 が有するモジュールに加え、以下のモジュールを含む。アプリ 122 a は、制御装置 110 a に、褥瘡を検出させた場合に、その褥瘡のステージを導出させるモジュールを含む。アプリ 122 a は、制御装置 110 a に、褥瘡の検出結果と、褥瘡を検出させた場合に、その褥瘡のステージを示す情報を出力させるモジュールを含む。

【0033】

情報処理部 130 a は、例えば、CPU などのプロセッサが記憶部 120 a に格納されたプログラム 121 と、アプリ 122 a とを実行することにより実現されるソフトウェア機能部である。なお、情報処理部 130 a の全部または一部は、LSI、ASIC、または FPGA などのハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェア機能部とハードウェアとの組み合わせによって実現されてもよい。

情報処理部 130 a は、例えば、受付部 131 と、処理部 132 と、検出部 133 a と、出力部 134 と、導出部 135 として機能する。

検出部 133 a は、実施形態で説明した検出部 133 の機能に加え、以下の機能を備える。検出部 133 a は、褥瘡を検出したとした場合に、褥瘡を検出したことを示す情報と、反射係数を示す情報と、患者 PA の識別情報とを、導出部 135 へ出力する。

導出部 135 は、検出部 133 a が出力した褥瘡を検出したことを示す情報と反射係数を示す情報と、患者 PA の識別情報とを取得する。導出部 135 は、取得した反射係数を示す情報に基づいて、褥瘡のステージを導出する。導出部 135 は、褥瘡のステージの導出結果を、出力部 134 へ出力する。

出力部 134 は、検出部 133 が出力した褥瘡を検出したか否かを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出したか否かを示す情報を処理することによって、表示部 140 に、褥瘡を検出したか否かを示す情報を表示する。さらに、出力部 134 は、導出部 135 が出力した褥瘡のステージの導出結果を取得した場合に、表示部 140 に、褥瘡を検出したことを示す情報とともに、褥瘡のステージを示す情報を表示する。

【0034】

褥瘡のステージを導出する処理について説明する。

図 9 は、褥瘡のステージと反射係数の差との関係の一例を示す図である。図 9 において、横軸は褥瘡のステージであり、縦軸は反射係数の差である。ここで、反射係数の差 S_{11} は、式 (1) に基づいて、導出される。

【0035】

$S_{11} = S_{11b}$ (褥瘡が発生している生体組織モデルの一例に基づいて導出) - S_{11a} (健康な生体組織モデルの一例に基づいて導出) (1)

【0036】

つまり、反射係数の差 S_{11} は、褥瘡が発生している生体組織モデルの一例に基づいて導出した反射係数 S_{11b} から健康な生体組織モデルの一例に基づいて導出した反射係数 S_{11a} を減算することにより導出したものである。

さらに、図 9 には、 $L = 10$ 、 30 、 50 の各々について、褥瘡のステージと反射係数の差との関係が示されている。

図 9 によれば、 $L = 10$ の場合には、ステージ I の S_{11} と比較して、ステージ II

10

20

30

40

50

の S 1 1 は増加しているのが分かる。また、ステージ I I I の S 1 1 とステージ I V の S 1 1 とは、ステージ I I の S 1 1 と同様の値であることが分かる。

L = 3 0、5 0 の場合には、ステージ I の S 1 1 と比較して、ステージ I I の S 1 1 は増加しているのが分かる。また、ステージ I I の S 1 1 と比較して、ステージ I I I の S 1 1 は増加しているのが分かる。ステージ I V の S 1 1 は、ステージ I I I の S 1 1 と同様の値であることが分かる。

以上から、L = 1 0 などの欠陥範囲 2 1 2 m の X Y 平面の面積（以下「損傷面積」という）が狭い場合には、ステージ I と、ステージ I I からステージ I V と間の識別が可能であることが分かる。また、L = 3 0、5 0 などの L = 1 0 よりも損傷面積が広い場合には、ステージ I とステージ I I との識別と、ステージ I I とステージ I I I からステージ I V との間の識別が可能であることが分かる。

10

【 0 0 3 7 】

本実施形態の変形例 1 では、導出部 1 3 5 は、検出部 1 3 3 a が出力する患者 P A の識別情報と、反射係数を示す情報とを取得した場合に、取得した患者 P A の識別情報に基づいて、記憶部 1 2 0 a の反射係数情報 1 2 3 から、患者 P A の識別情報に該当するテーブルを取得する。導出部 1 3 5 は、取得したテーブルに含まれる反射係数を示す情報を取得する。ここで、導出部 1 3 5 は、テーブルから、健康なときに導出した反射係数を示す情報を取得する。ただし、導出部 1 3 5 は、健康なときに導出した反射係数を示す情報が無い場合には、最も古い反射係数を示す情報を取得してもよい。導出部 1 3 5 は、検出部 1 3 3 a から取得した反射係数と、テーブルから取得した反射係数との差を導出する。

20

導出部 1 3 5 は、損傷面積が損傷面積閾値未満である場合に、ステージ I と、ステージ I I からステージ I V とを識別する反射係数の差の閾値である反射係数差閾値に基づいて、反射係数の差が反射係数差閾値未満である場合にはステージ I を検出したとし、反射係数の差が反射係数差閾値以上である場合にはステージ I I からステージ I V のいずれかを検出したとする。ここで、損傷面積閾値は、L の値に基づいて、導出部 1 3 5 に予め設定される。反射係数差閾値は、ステージ I の反射係数の差とステージ I I からステージ I V の反射係数の差とに基づいて、導出部 1 3 5 に予め設定される。反射係数差閾値は、褥瘡を検出する部位、L の値によって異なってもよい。

導出部 1 3 5 は、損傷面積が損傷面積閾値以上である場合に、ステージ I と、ステージ I I とを識別する反射係数の差の閾値である第 1 反射係数差閾値と、ステージ I I と、ステージ I I I からステージ I V とを識別する反射係数の差の閾値である第 2 反射係数差閾値とに基づいて、反射係数の差が第 1 反射係数差閾値未満である場合にはステージ I を検出したとし、反射係数の差が第 1 反射係数差閾値以上で、且つ第 2 反射係数差閾値未満である場合にはステージ I I を検出したとし、反射係数の差が第 2 反射係数差閾値以上である場合にはステージ I I I からステージ I V のいずれかを検出したとする。ここで、損傷面積閾値は、L の値に基づいて、導出部 1 3 5 に予め設定される。第 1 反射係数差閾値は、ステージ I の反射係数の差とステージ I I の反射係数の差とに基づいて、導出部 1 3 5 に予め設定される。第 2 反射係数差閾値は、ステージ I I の反射係数の差とステージ I I I の反射係数の差とに基づいて、導出部 1 3 5 に予め設定される。第 1 反射係数差閾値と第 2 反射係数差閾値との各々は、褥瘡を検出する部位によって異なってもよい。

30

40

【 0 0 3 8 】

（褥瘡検出装置の動作）

図 1 0 は、実施形態の変形例 1 に係る褥瘡検出装置の動作の一例を示すフローチャートである。図 1 0 には、ベッド 3 0 に載置されたマットレス 2 0 上に、頭部を枕 1 0 に載せて、患者 P A が横たわっており、患者 P A の褥瘡を検出する部位の下で、且つベッド 3 0 とマットレス 2 0 との間に、ユーザーが、アンテナ 1 0 2 を設置した後の動作が示される。

ステップ S 1 1 からステップ S 1 3 は、前述した図 7 のステップ S 1 からステップ S 3 を適用できる。

（ステップ S 1 4）

50

検出部 133a は、褥瘡を検出したか否かを示す情報出力部 134 へ出力する。検出部 133a は、褥瘡を検出した場合に、褥瘡を検出したことを示す情報と、反射係数を示す情報と、患者 PA の識別情報とを、導出部 135 へ出力する。

導出部 135 は、検出部 133a が出力した褥瘡を検出したことを示す情報と反射係数を示す情報と、患者 PA の識別情報とを取得する。導出部 135 は、取得した反射係数を示す情報に基づいて、褥瘡のステージを導出する。導出部 135 は、褥瘡のステージの導出結果を、出力部 134 へ出力する。

(ステップ S15)

出力部 134 は、検出部 133 が出力した褥瘡を検出したか否かを示す情報取得し、取得した褥瘡を検出したか否かを示す情報を処理することによって、表示部 140 に、褥瘡を検出したか否かを示す情報を表示する。さらに、出力部 134 は、導出部 135 が出力した褥瘡のステージの導出結果を取得した場合に、表示部 140 に、褥瘡を検出したことを示す情報とともに、褥瘡のステージを示す情報を表示する。

10

【0039】

前述した実施形態の変形例 1 では、ステージ I とステージ II からステージ IV とを識別する場合と、ステージ I とステージ II、ステージ II とステージ III からステージ IV とを識別する場合について説明したが、この例に限られない。例えば、ステージ II からステージ IV のいずれかを識別するために、個人差や損傷範囲等によって特定の周波数による判断が難しい場合は適切な周波数を選択することで、ステージ I からステージ IV のいずれかを識別できる。

20

本実施形態の変形例 1 によれば、褥瘡検出装置 100a は、患者 PA の褥瘡を検出する部位の下で、且つベッド 30 とマットレス 20 との間に設置されたアンテナ 102 から褥瘡を検出する部位へ、マイクロ波の送信を行う。褥瘡検出装置 100a は、送信したマイクロ波が褥瘡で反射することによって生じた反射波に基づいて、褥瘡を検出するとともに、褥瘡を検出した場合に、そのステージを検出する。このように構成することによって、実施形態の効果に加え、褥瘡のステージなどの褥瘡の程度を示す情報を取得できるため、より詳細な情報を取得できる。

【0040】

(実施形態の変形例 2)

(褥瘡検出装置)

実施形態の変形例の褥瘡検出装置 100b は、褥瘡検出装置 100 と、複数のアンテナを備える点で異なる。

30

図 11 は、実施形態の変形例 2 の褥瘡検出装置の一例を示すブロック図である。

褥瘡検出装置 100b は、アンテナ 102a と、アンテナ 102b と、制御装置 110b とを備える。アンテナ 102a と制御装置 110b とは給電線 104a を介して接続され、アンテナ 102b と制御装置 110b とは給電線 104b を介して接続される。

【0041】

ユーザーが、アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々を、患者 PA の褥瘡を検出する部位の下に設置し、制御装置 110b に対して、褥瘡を検出する操作を行う。この操作によって、制御装置 110b からアンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々へ、給電線 104a と給電線 104b との各々を経由して、高周波電力が供給される。

40

アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々は、制御装置 110b によって供給された高周波電力により、マイクロ波を送信する。アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々から送信されたマイクロ波は、患者 PA の褥瘡を検出する部位へ照射される。マイクロ波が、褥瘡を検出する部位へ照射され、照射されたマイクロ波が褥瘡で反射されることによって、反射波が生じ、その反射波は、アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々により捕らえられる。アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々が反射波を捕らえることによって発生した高周波電力は、アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々から制御装置 110b へ供給される。

制御装置 110b は、アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々によって供給さ

50

れた高周波電力に基づいて、褥瘡を検出する。制御装置 110 は、褥瘡の検出結果を出力する。

以下、褥瘡検出装置 100 b に含まれるアンテナ 102 a と、アンテナ 102 b と、制御装置 110 b について順次説明する。

【0042】

アンテナ 102 a と、アンテナ 102 b とは、実施形態で説明したアンテナ 102 と同様の構成であるため、ここでの説明は省略する。ただし、アンテナ 102 a とアンテナ 102 b とは、アンテナ 102 と、そのサイズが異なってもよい。また、アンテナ 102 a のサイズと、アンテナ 102 b のサイズとが異なってもよい。

【0043】

(制御装置 110 b)

制御装置 110 b は、パーソナルコンピュータ、サーバ、スマートフォン、タブレットコンピュータ又は産業用コンピュータ等の装置によって実現される。

制御装置 110 b は、例えば、アンテナ処理部 115 b と、記憶部 120 b と、情報処理部 130 b と、表示部 140 と、操作部 160 と、電源部 170 と、各構成要素を図 11 に示されているように電氣的に接続するためのアドレスバスやデータバスなどのバスライン 150 とを備える。

アンテナ処理部 115 b は、給電モジュールと、ネットワークアナライザとを含んで実現される。アンテナ処理部 115 b は、情報処理部 130 b の制御に基づいて、給電線 104 a を介して、アンテナ 102 a の給電部 109 a へ、高周波電力を供給する。アンテナ処理部 115 b は、情報処理部 130 b の制御に基づいて、給電線 104 b を介して、アンテナ 102 b の給電部 109 b へ、高周波電力を供給する。アンテナ処理部 115 b は、アンテナ 102 a が出力した高周波電力を取得し、取得した高周波電力をダウンコンバートし、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズする。アンテナ処理部 115 b は、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を情報処理部 130 b へ出力する。アンテナ処理部 115 b は、アンテナ 102 b が出力した高周波電力を取得し、取得した高周波電力をダウンコンバートし、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズする。アンテナ処理部 115 b は、ダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を情報処理部 130 b へ出力する。

【0044】

具体的には、アンテナ処理部 115 b は、情報処理部 130 b が出力した給電部 109 a へ給電することを示す情報を取得し、取得した給電部 109 a へ給電することを示す情報に基づいて、アンテナ 102 a へ給電する。アンテナ処理部 115 b は、情報処理部 130 b が出力した給電部 109 b へ給電することを示す情報を取得し、取得した給電部 109 b へ給電することを示す情報に基づいて、アンテナ 102 b へ給電する。

【0045】

記憶部 120 b には、情報処理部 130 b により実行されるプログラム 121 と、アプリ 122 b とが記憶される。また、記憶部 120 b には、反射係数情報 123 b が記憶される。

アプリ 122 b は、制御装置 110 b に、アンテナ 102 a の給電部 109 a に高周波電力を供給させることによって、アンテナ 102 a にマイクロ波を送信させるモジュールを含む。アプリ 122 b は、制御装置 110 b に、アンテナ 102 b の給電部 109 b に高周波電力を供給させることによって、アンテナ 102 b にマイクロ波を送信させるモジュールを含む。アプリ 122 b は、制御装置 110 b に、アンテナ 102 a に送信させたマイクロ波の反射波を受信させるモジュールを含む。アプリ 122 b は、制御装置 110 b に、アンテナ 102 b に送信させたマイクロ波の反射波を受信させるモジュールを含む。アプリ 122 b は、制御装置 110 b に、受信させたアンテナ 102 a に送信させたマイクロ波の反射波と、アンテナ 102 b に送信させたマイクロ波の反射波との各々に基づいて、褥瘡を検出させるモジュールを含む。アプリ 122 b は、制御装置 110 b に、褥瘡の検出結果を出力させるモジュールを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

反射係数情報 1 2 3 b について説明する。

図 1 2 は、反射係数情報の一例を示す図である。反射係数情報 1 2 3 b は、患者の識別情報毎に、褥瘡検出装置 1 0 0 で褥瘡を検出する処理を行った日時と、その日時に褥瘡を検出する部位に送信したマイクロ波の反射波に基づいて反射係数を導出した結果とを関連付けたテーブル形式の情報である。ここで、反射係数を導出した結果には、アンテナ 1 0 2 a が送信したマイクロ波の反射波に基づいて導出した結果である反射係数 A と、アンテナ 1 0 2 b が送信したマイクロ波の反射波に基づいて導出した結果である反射係数 B とが含まれる。図 1 2 に示される例では、患者の識別情報「A A A 0 0 1」について、日時「* * * * 年 * * 月 * * 日」と反射係数 A「* * *」と反射係数 B「+ + +」とが関連付けられ、日時「+ + + + 年 + + 月 + + 日」と反射係数 A「+ + +」と反射係数 B「* * *」とが関連付けられ、日時「# # # # 年 # # 月 # # 日」と反射係数 A「* * *」と反射係数 B「+ + +」とが関連付けられている。反射係数情報 1 2 3 b には、褥瘡が検出される前から、日時と反射係数 A と反射係数 B との関連付けが記憶されているのが好ましい。図 1 1 に戻り説明を続ける。

10

【 0 0 4 7 】

情報処理部 1 3 0 b は、例えば、CPU などのプロセッサが記憶部 1 2 0 b に格納されたプログラム 1 2 1 と、アプリ 1 2 2 b とを実行することにより実現されるソフトウェア機能部である。なお、情報処理部 1 3 0 b の全部または一部は、LSI、ASIC、または FPGA などのハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェア機能部とハードウェアとの組み合わせによって実現されてもよい。

20

情報処理部 1 3 0 b は、例えば、受付部 1 3 1 と、処理部 1 3 2 b と、検出部 1 3 3 b と、出力部 1 3 4 として機能する。

【 0 0 4 8 】

処理部 1 3 2 b は、受付部 1 3 1 が出力した褥瘡を検出することを示す情報を取得する。処理部 1 3 2 b は、取得した褥瘡を検出することを示す情報に基づいて、アンテナ処理部 1 1 5 b に、給電部 1 0 9 a へ給電することを示す情報 A と、給電部 1 0 9 b へ給電することを示す情報 B とを出力する。例えば、処理部 1 3 2 b は、アンテナ処理部 1 1 5 b に、情報 A と、情報 B とを順次出力するようにしてもよい。また、処理部 1 3 2 b は、褥瘡を検出することを示す情報から、患者 P A の識別情報を取得し、取得した患者 P A を示す情報を、検出部 1 3 3 b へ出力する。

30

検出部 1 3 3 b は、処理部 1 3 2 b が出力した患者 P A の識別情報を取得する。検出部 1 3 3 b は、処理部 1 3 2 b が情報 A を出力することによって、アンテナ処理部 1 1 5 b が出力したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を取得し、取得したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果に基づいて、反射係数 A を導出する。検出部 1 3 3 b は、導出した反射係数 A に基づいて、褥瘡を検出する。検出部 1 3 3 b は、処理部 1 3 2 b が情報 B を出力することによって、アンテナ処理部 1 1 5 b が出力したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を取得し、取得したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果に基づいて、反射係数 B を導出する。検出部 1 3 3 b は、導出した反射係数 B に基づいて、褥瘡を検出する。検出部 1 3 3 b は、反射係数情報 1 2 3 b から、取得した患者 P A の識別情報に該当するテーブルを取得し、取得したテーブルに、反射係数 A と、反射係数 B とを導出した日時と、導出した反射係数 A と、反射係数 B とを関連付けて記憶する。検出部 1 3 3 b は、導出した反射係数 A が反射係数閾値以上である場合には褥瘡を検出したとし、反射係数閾値未満である場合に褥瘡を検出していないとする。検出部 1 3 3 b は、導出した反射係数 B が反射係数閾値以上である場合には褥瘡を検出したとし、反射係数閾値未満である場合に褥瘡を検出していないとする。検出部 1 3 3 b は、アンテナ 1 0 2 a の上の褥瘡を検出する部位と、アンテナ 1 0 2 b の上の褥瘡を検出する部位との各々で、褥瘡を検出したか否かを示す情報を出力部 1 3 4 へ出力する。

40

【 0 0 4 9 】

50

(褥瘡検出装置の動作)

図 1 3 は、実施形態の変形例 2 に係る褥瘡検出装置の動作の一例を示すフローチャートである。図 1 3 には、ベッド 3 0 に載置されたマットレス 2 0 上に、頭部を枕 1 0 に載せて、患者 P A が横たわっており、患者 P A の褥瘡を検出する部位の下で、且つベッド 3 0 とマットレス 2 0 との間に、ユーザーが、アンテナ 1 0 2 a と、アンテナ 1 0 2 b とを設置した後の動作が示される。なお、アンテナ 1 0 2 a が設置された位置と、アンテナ 1 0 2 b が設置された位置とは異なる。

(ステップ S 2 1)

受付部 1 3 1 は、ユーザーが操作部 1 6 0 に対して、患者 P A の識別情報を入力し、褥瘡を検出する操作を行うことによって、操作部 1 6 0 が出力する褥瘡を検出することを示す情報を受け付ける。受付部 1 3 1 は、受け付けた褥瘡を検出することを示す情報を、処理部 1 3 2 b へ出力する。

10

処理部 1 3 2 b は、受付部 1 3 1 が出力した褥瘡を検出することを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出することを示す情報に基づいて、アンテナ処理部 1 1 5 b に、給電部 1 0 9 a へ給電することを示す情報を出力する。また、処理部 1 3 2 b は、褥瘡を検出することを示す情報から、患者 P A の識別情報を取得し、取得した患者 P A を示す情報を、検出部 1 3 3 b へ出力する。

アンテナ処理部 1 1 5 b は、処理部 1 3 2 b が出力した給電部 1 0 9 a へ給電することを示す情報を取得し、取得した給電部 1 0 9 a へ給電することを示す情報に基づいて、アンテナ 1 0 2 a へ高周波電力を出力する。アンテナ 1 0 2 a は、制御装置 1 1 0 b が高周波電力を出力した場合に、出力した高周波電力によって、マイクロ波を送信する。

20

(ステップ S 2 2)

アンテナ 1 0 2 a から送信されたマイクロ波は、患者 P A の褥瘡を検出する部位へ照射される。マイクロ波が、褥瘡を検出する部位へ照射され、照射されたマイクロ波が褥瘡で反射されることによって、反射波が生じる。アンテナ 1 0 2 a は、その反射波を捕らえ、捕らえた反射波によって、高周波電力を発生する。アンテナ 1 0 2 a は、発生した高周波電力を、制御装置 1 1 0 b へ出力する。

(ステップ S 2 3)

検出部 1 3 3 b は、処理部 1 3 2 b が出力した患者 P A の識別情報を取得する。検出部 1 3 3 b は、アンテナ処理部 1 1 5 b が出力したダウンコンバートした高周波電力をデジタル化した結果を取得し、取得したダウンコンバートした高周波電力をデジタル化した結果に基づいて、アンテナ 1 0 2 a が設置された上の褥瘡を検出する部位の褥瘡を検出する。

30

(ステップ S 2 4)

検出部 1 3 3 b は、アンテナ 1 0 2 a が設置された上の褥瘡を検出する部位に、褥瘡を検出したか否かを示す情報を出力部 1 3 4 へ出力する。

出力部 1 3 4 は、検出部 1 3 3 b が出力した褥瘡を検出したか否かを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出したか否かを示す情報を処理することによって、表示部 1 4 0 に、アンテナ 1 0 2 a が設置された上の褥瘡を検出する部位に、褥瘡を検出したか否かを表示する。

40

【 0 0 5 0 】

(ステップ S 2 5)

処理部 1 3 2 b は、アンテナ処理部 1 1 5 b に、給電部 1 0 9 b へ給電することを示す情報を出力する。

アンテナ処理部 1 1 5 b は、処理部 1 3 2 b が出力した給電部 1 0 9 b へ給電することを示す情報を取得し、取得した給電部 1 0 9 b へ給電することを示す情報に基づいて、アンテナ 1 0 2 b へ高周波電力を出力する。アンテナ 1 0 2 b は、制御装置 1 1 0 b が高周波電力を出力した場合に、出力した高周波電力によって、マイクロ波を送信する。

(ステップ S 2 6)

アンテナ 1 0 2 b から送信されたマイクロ波は、患者 P A の褥瘡を検出する部位へ照射

50

される。マイクロ波が、褥瘡を検出する部位へ照射され、照射されたマイクロ波が褥瘡で反射されることによって、反射波が生じる。アンテナ 102b は、その反射波を捕らえ、捕らえた反射波によって、高周波電力を発生する。アンテナ 102b は、発生した高周波電力を、制御装置 110b へ出力する。

(ステップ S27)

検出部 133b は、アンテナ処理部 115b が出力したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果を取得し、取得したダウンコンバートした高周波電力をデジタイズした結果に基づいて、アンテナ 102b が設置された上の褥瘡を検出する部位の褥瘡を検出する。

(ステップ S28)

検出部 133b は、アンテナ 102b が設置された上の褥瘡を検出する部位に、褥瘡を検出したか否かを示す情報を出力部 134 へ出力する。

出力部 134 は、検出部 133b が出力した褥瘡を検出したか否かを示す情報を取得し、取得した褥瘡を検出したか否かを示す情報を処理することによって、表示部 140 に、アンテナ 102b が設置された上の褥瘡を検出する部位に、褥瘡を検出したか否かを表示する。

前述した実施形態の変形例 2 では、褥瘡検出装置 100b が、アンテナ 102a とアンテナ 102b との二個のアンテナを備える場合について説明したがこの例に限られない。例えば、褥瘡検出装置 100b が、三個以上のアンテナを備えていてもよい。この場合、複数のアンテナから順次マイクロ波を送信する制御を行ってもよい。このように構成することによって、三か所以上の褥瘡を検出する部位の褥瘡を検出できる。

前述した実施形態の変形例 2 では、実施形態の褥瘡検出装置 100 に複数のアンテナを備える場合について説明したがこの例に限られない。例えば、実施形態の変形例 1 の褥瘡検出装置 100a に複数のアンテナを備えるようにしてもよい。

前述した実施形態の変形例 2 では、アンテナ 102a と制御装置 110b とが給電線 104a を介して接続され、アンテナ 102b と制御装置 110b とが給電線 104b を介して接続されている場合について説明したが、この例に限られない。例えば、アンテナ 102a とアンテナ 102b とのいずれか一方又は両方が、制御装置 110b と一体化されていてもよい。

本実施形態の変形例 2 によれば、褥瘡検出装置 100b は、患者 PA の褥瘡を検出する部位の下で、且つベッド 30 とマットレス 20 との間に設置されたアンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々から褥瘡を検出する部位へ、マイクロ波の送信を行う。褥瘡検出装置 100b は、送信したマイクロ波が褥瘡で反射することによって生じた反射波に基づいて、褥瘡を検出する。ベッド 30 とマットレス 20 との間にアンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々を設置できるため、患者 PA の寝心地を悪化させることなく、褥瘡の発生をモニタリングできる。

マットレス 20 上に、横たわっている患者 PA の褥瘡を検出する部位の下に、アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々が設置されることによって、患者 PA とアンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々が直接接触することがないため、アンテナ 102a 、アンテナ 102b などのセンサが患者 PA に触れることによる皮膚疾患、金属アレルギーへの懸念をなくすることができるため、看護者、介護者などのユーザーの負担を軽減できる。また、非接触で、褥瘡を検出できるため、衛生的であり、患者 PA の長時間のモニタリングが可能となる。マイクロ波を送信し、そのマイクロ波の反射波を利用するため、非侵襲で、褥瘡を検出できる。また、アンテナ 102a と、アンテナ 102b との各々のサイズを小さくすることによって、褥瘡を検出する精度を向上できる。

【0051】

< 構成例 >

一構成例として、生体へマイクロ波を送信し、送信したマイクロ波の反射波を受信するアンテナ（実施形態では、アンテナ 102）と、アンテナに給電する給電部（実施形態では、給電部 109）と、アンテナが受信した反射波に基づいて、褥瘡を検出する検出部と

10

20

30

40

50

、検出部が検出した褥瘡の検出結果を出力する出力部とを備える、褥瘡検出装置である。

一構成例として、検出部が検出した反射波の減衰の程度に基づいて、褥瘡の程度を検出する導出部を備え、出力部は、導出部が検出した褥瘡の程度を示す情報を出力する。

一構成例として、導出部は、反射波に基づいて反射係数を導出し、導出した反射係数と、健康な生体へマイクロ波を送信した場合に得られる反射波に基づいて導出された反射係数とに基づいて、褥瘡の程度を検出する。

一構成例として、アンテナは、導電性の繊維を含むパッチアンテナである。

一構成例として、アンテナが送信するマイクロ波の周波数を切り替えるアンテナ処理部を備え、アンテナは、アンテナ処理部が切り替えた周波数に基づいて、生体へマイクロ波を送信する。

一構成例として、アンテナは、複数のアンテナ（実施形態では、アンテナ102aと、アンテナ102b）を備え、給電部は、複数のアンテナの各々に給電し、アンテナの各々は、生体へマイクロ波を送信し、検出部は、複数のアンテナの各々が送信したマイクロ波の反射波に基づいて、褥瘡を検出し、出力部は、検出部が検出した褥瘡の検出結果を出力する。

【0052】

以上、本発明の実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更、組合わせを行うことができる。これら実施形態及びその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれると同時に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

なお、前述の制御装置110、制御装置110a、制御装置110bは内部にコンピュータを有している。そして、前述した各装置の各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリなどをいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

【符号の説明】

【0053】

10...枕、 20...マットレス、 30...ベッド、 100、100a、100b...褥瘡検出装置、 102、102a、102b...アンテナ、 104、104a、104b...給電線、 106、106a、106b...放射素子、 107、107a、107b...誘電体基板、 108、108a、108b...地導体板、 109、109a、109b...給電部、 110、110a、110b...制御装置、 115...アンテナ処理部、 120、120a、120b...記憶部、 121...プログラム、 122、122a、122b...アプリ、 123、123b...反射係数情報、 130、130a、130b...情報処理部、 131...受付部、 132、132b...処理部、 133、133a、133b...検出部、 134...出力部、 135...導出部 140...表示部、 150...バスライン、 160...操作部、 170...電源部、 202、202m...骨、 204、204m...筋肉層、 206、206m...脂肪層、 208、208m...皮膚層、 210、210m...血液層、 212m...欠陥範囲、 220m...空気層

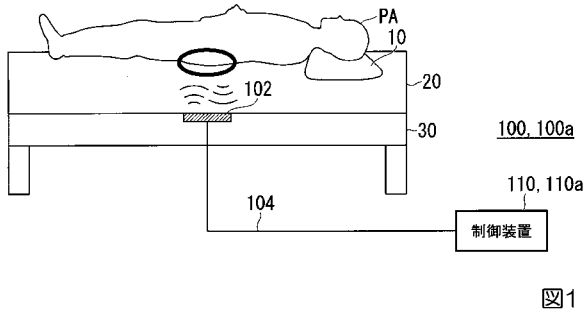
10

20

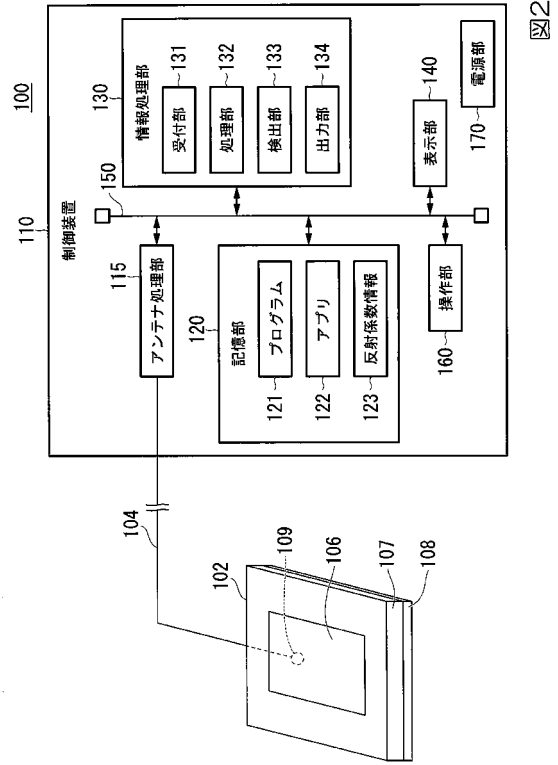
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

反射係数情報

患者の識別情報: AAA001	
日時	反射係数
****年**月**日	***
****年++月++日	+++
#####年##月##日	***
...	...

図 3

【 図 4 】

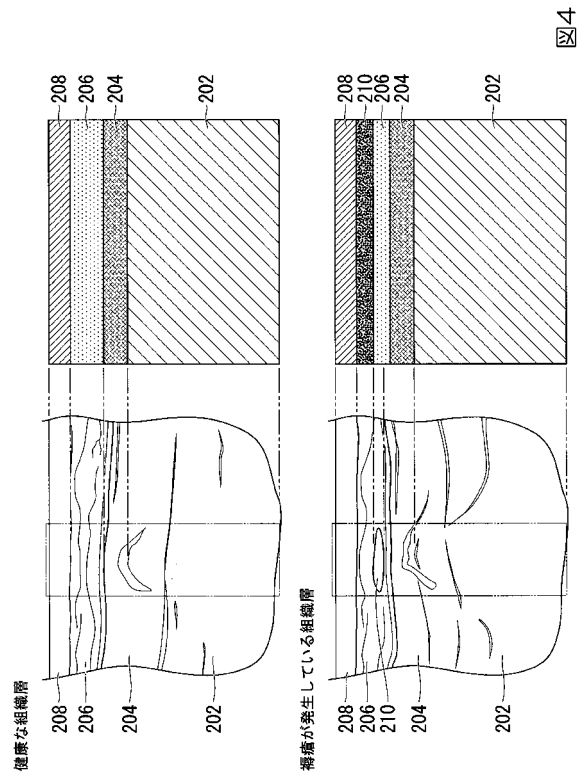
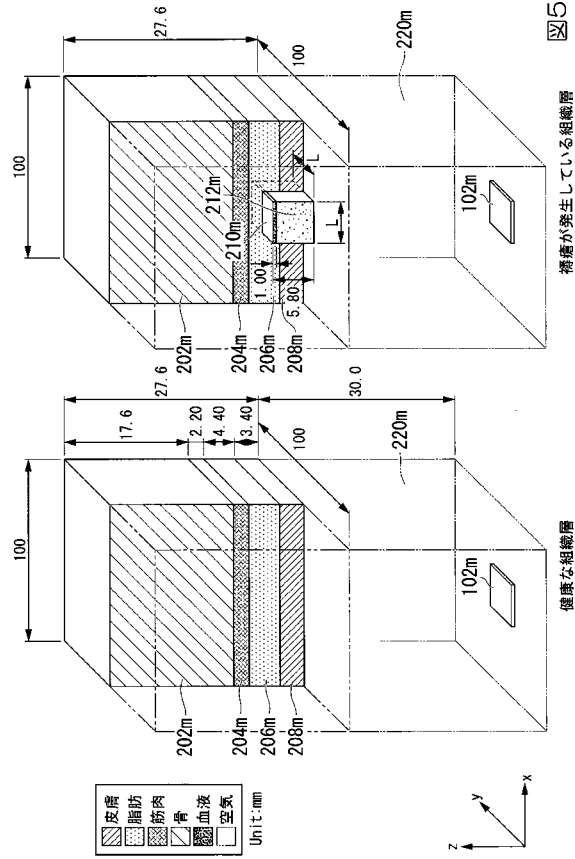
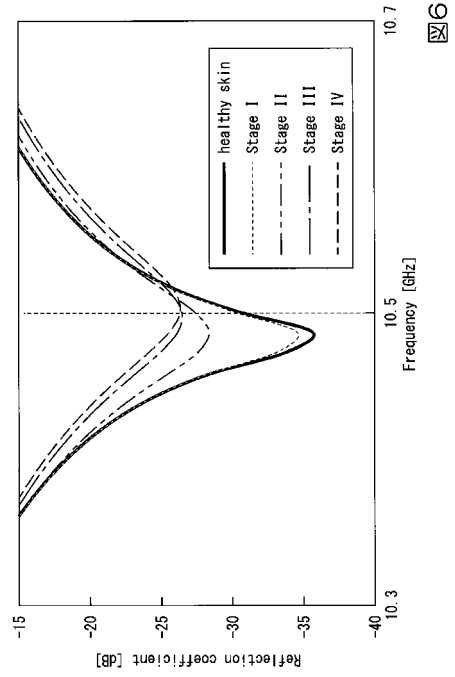


図 4

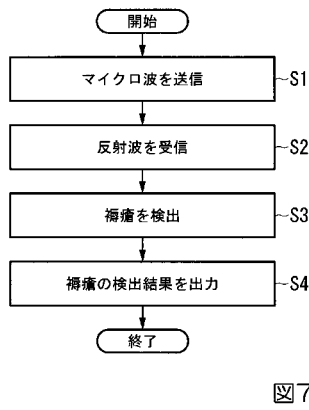
【図5】



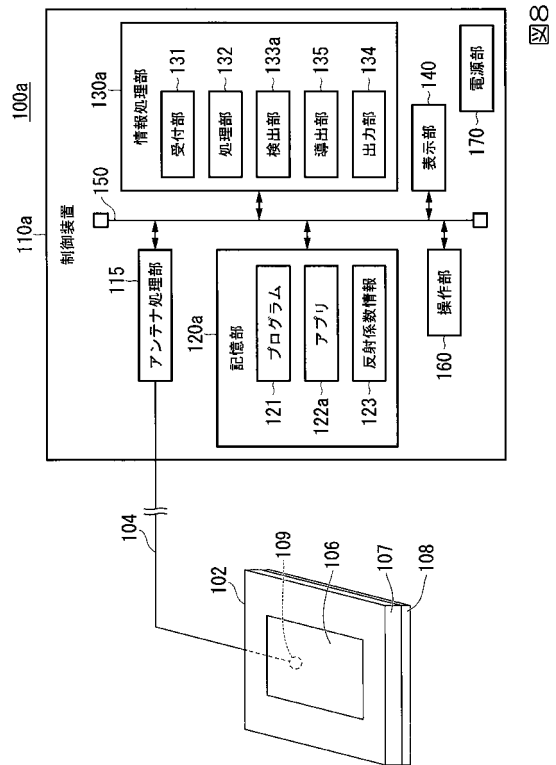
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

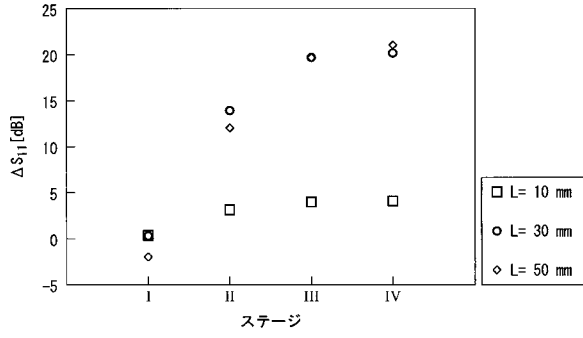


図9

【図10】

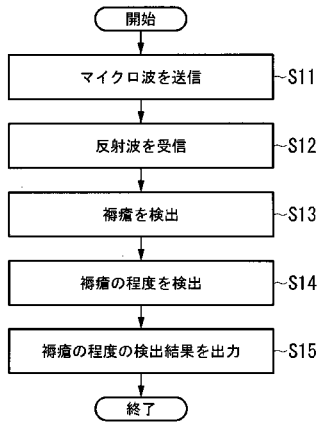


図10

【図12】

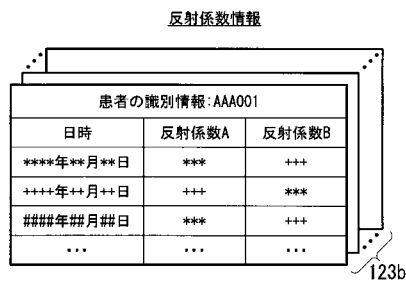


図12

【図11】

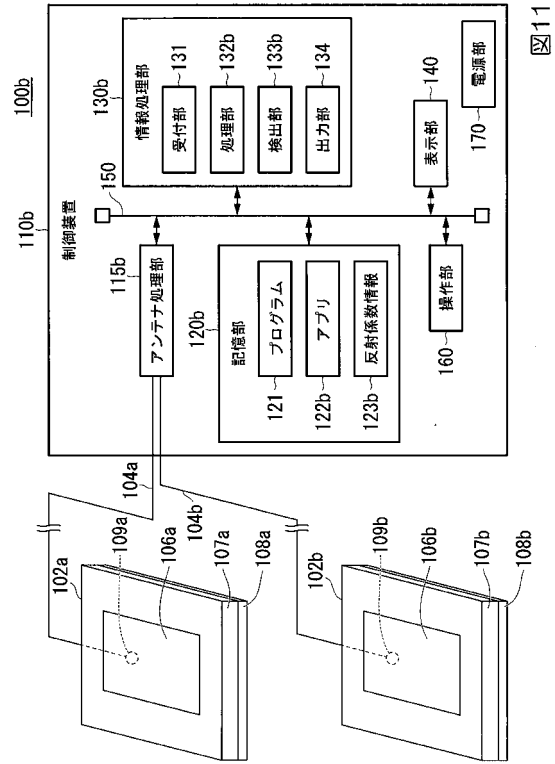


図11

【図13】

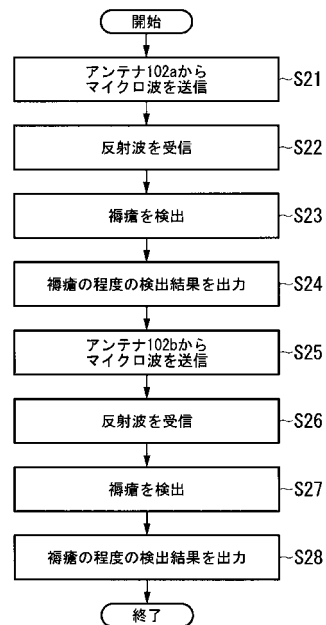


図13