(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5676252号
(P5676252)
(45)発行日　平成27年2月25日(2015.2.25)　(24)登録日　平成27年1月9日(2015.1.9)

(51)Int.Cl.　F I
A61B 8/14 (2006.01)　A61B 8/14

請求項の数 19　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2010-509926(P2010-509926)
(86)(22)出願日　平成20年5月21日(2008.5.21)
(65)公表番号　特表2010-528696(P2010-528696A)
(43)公表日　平成22年8月26日(2010.8.26)
(86)国際出願番号　PCT/IB2008/052000
(87)国際公開番号　WO2008/146201
(87)国際公開日　平成20年12月4日(2008.12.4)
審査請求日　平成23年4月27日(2011.4.27)
(31)優先権主張番号　60/941,400
(32)優先日　平成19年6月1日(2007.6.1)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　590000248
コーニンクレッカ　フィリップス　エヌヴェ
オランダ国　５６５６　アーエー　アインドーフェン　ハイテック　キャンパス　５
(74)代理人　100087789
弁理士　津軽　進
(74)代理人　100122769
弁理士　笛田　秀仙
(74)代理人　100163809
弁理士　五十嵐　貴裕
(72)発明者　ポランド　マッキー
アメリカ合衆国　ワシントン州　９８０４１－３００３　ボゼル　ピーオー　ボックス　３００３

最終頁に続く

(54)【発明の名称】軽量無線超音波プローブ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

表示のためホストシステムに無線で画像データを送信する超音波撮像プローブであって、

アレイトランスデューサと、

前記アレイトランスデューサに結合されるビーム形成器回路と、

前記ビーム形成器に結合される取得コントローラと、

少なくとも部分的にビーム形成されたエコー信号に反応的であり、前記ホストシステムに画像情報信号を無線で送信するよう機能するトランシーバと、

前記アレイトランスデューサ、前記ビーム形成器回路、前記取得コントローラ及び前記無線トランシーバに印加電位を与えるよう作動する電源回路と、

前記電源回路に結合されるバッテリとを有し、

前記アレイトランスデューサ、前記ビーム形成器回路、前記取得コントローラ、前記トランシーバ、前記電源回路及び前記バッテリが、プローブ筐体内部に囲まれ、

前記超音波撮像プローブの電子機器が、互いにフレックス回路接続により接続される複数の回路基板に配置され、

前記複数の回路基板が、互いに向かって平行に折り畳まれる２つの回路基板を少なくとも１組含み、

前記プローブ筐体及び囲まれる要素の総重量は、３００グラムを超えず、

前記プローブ筐体が、立体骨組を含む、超音波撮像プローブ。

【請求項２】
前記プローブ筐体及び前記囲まれる要素の前記総重量が、１８０グラムを超えない、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項３】
前記トランシーバが、前記無線プローブの動作を制御するため、前記ホストシステムから無線で受信される信号に反応的である、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項４】
前記トランシーバが、ウルトラワイドバンド・トランシーバを更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項５】
前記トランシーバが、前記無線プローブの動作を制御するため、無線プローブユーザインタフェースから受信される信号に反応的である、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項６】
前記無線プローブユーザインタフェースが、前記無線プローブと前記無線プローブユーザインタフェースとの間に結合される導体により、前記無線プローブと通信する、請求項５に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項７】
前記アレイトランスデューサが、１次元アレイトランスデューサを更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項８】
前記アレイトランスデューサが、２次元アレイトランスデューサを更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項９】
前記アレイトランスデューサが、圧電セラミックトランスデューサアレイを更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１０】
前記アレイトランスデューサが、ＭＵＴトランスデューサアレイを更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１１】
前記ビーム形成器回路が、一体化された回路形式で少なくとも部分的に作られる、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１２】
前記バッテリが、充電式リチウムポリマー電池を更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１３】
前記プローブ内部で回路を相互接続し、前記プローブ筐体内部に配置されるフレックス回路を更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１４】
前記プローブ内部の前記回路の少なくとも一部が、一体化された回路形式で作られ、
前記プローブの１つ又は複数の一体化された回路を取り付ける回路基板を更に有する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１５】
前記筐体内部に少なくとも部分的に配置され、前記トランシーバに結合されるアンテナを更に有し、
前記アンテナ、前記プローブ筐体及び前記囲まれた要素の前記総重量が、３００グラムを超えない、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１６】
前記アンテナ、前記プローブ筐体及び前記囲まれた要素の前記総重量が、１３０グラムを超えない、請求項１５に記載の超音波撮像プローブ。

【請求項１７】
前記プローブ筐体が、前記筐体の１つの端部に配置される音響ウィンドウを更に有し、
前記アレイトランスデューサは、前記音響ウィンドウを介して超音波信号を送信及び受信する、請求項１に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１８】
前記トランシーバに結合され、前記音響ウィンドウの反対側の前記プローブの端において前記筐体内に少なくとも部分的に配置されるアンテナを更に有する、請求項１７に記載の超音波撮像プローブ。
【請求項１９】
前記電源回路に結合され、前記音響ウィンドウの反対側の前記プローブの端に配置される複数の充電接触部を更に有する、請求項１８に記載の超音波撮像プローブ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、医療診断超音波システムに関し、特に、軽量の無線超音波プローブに関する。
【背景技術】
【０００２】
特に検査技師にとって医療診断用超音波の長年の不都合の１つは、超音波システムにスキャンプローブを接続するケーブルである。これらのケーブルは、プローブにおいて数十、数百又は数千ものトランスデューサ要素からの多くの同軸線を含む必要があるため、長く、そしてしばしば厚い。結果として、これらのプローブケーブルは、取扱いが困難で、重くなる可能性がある。ある検査技師は、スキャンの間支持するため腕又は肩にケーブルを垂らし掛けることにより、ケーブル問題に対処しようとする。これは、多くの場合反復ストレス障害をもたらす可能性がある。別の問題は、プローブケーブルが画像誘導外科手術の滅菌野を汚染する可能性がある点にある。更に、これらのプローブケーブルはかなり高価であり、しばしばプローブにおける最も高価な要素である。従って、診断用超音波からプローブケーブルを除きたいという要求が昔から存在する。
【０００３】
米国特許第６，１４２，９４６号（Hwang他）は、ちょうどその要求を実現する超音波プローブ及びシステムを説明する。この特許は、一体型ビーム形成器を持つバッテリ駆動型のアレイトランスデューサプローブを説明する。トランシーバは、基地局として機能する超音波システムに、取得された超音波データを送信する。画像処理及び表示が、超音波システム上で行われる。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
完全に一体化された無線超音波プローブは、プローブ重量に関する課題を課す。無線プローブが、重くて大きなケーブルを取り除いてくれるものの、反復的な使用に伴う人間工学的な問題を回避するため、このプローブはそれでも軽くて操作が容易である必要がある。このプローブは、体の２次元又は３次元領域にわたりビームを走査及び焦束させ、受信エコーをビーム形成し、並びにエコー及び制御情報を送信及び受信することを必要とする。これらの機能に関する全ての要素は、プローブに対する重さに寄与する。プローブ筐体及びバッテリは、追加的な重さに寄与する。従って、完全に機能的であるが、それでもユーザにとって重さが問題とならないよう、斯かるプローブを構成することが望ましい。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明の原理によれば、軽量で使いやすい無線超音波プローブが提供される。プローブは、アレイトランスデューサと、集積回路マイクロビーム形成器と、集積回路取得サブシステムと、集積回路トランシーバと、アンテナと、これらの要素の間の電気的相互接続と

を含む。バッテリ及び電源サブシステムは、トランスデューサアレイを駆動するのに必要なエネルギーを提供し、超音波データを基地局に送信する。これらの要素は、ハンドヘルドケースに収納され、完全なプローブ重量は３００グラム以下である。

【図面の簡単な説明】

【０００６】

【図１ａ】本発明のハンドヘルド無線超音波プローブを示す図である。

【図１ｂ】本発明の無線超音波プローブ及び取り付けられたユーザインタフェースを示す図である。

【図１ｃ】本発明の無線プローブに関する無線ユーザインタフェースを示す図である。

【図２ａ】本発明の無線プローブに関する基地局として機能することができる異なる超音波表示システムを示す図である。

【図２ｂ】本発明の無線プローブに関する基地局として機能することができる異なる超音波表示システムを示す図である。

【図２ｃ】本発明の無線プローブに関する基地局として機能することができる異なる超音波表示システムを示す図である。

【図３】本発明の無線１Ｄアレイプローブの機能的要素を示す図である。

【図４】本発明の無線２Ｄアレイプローブの機能的要素を示す図である。

【図５】本発明の無線プローブのビーム形成器及びアンテナの間の主要な電子機器サブシステムをブロック図形式で示す図である。

【図６】本発明の無線プローブに関する基地局ホストの主要な要素をブロック図形式で示す図である。

【図７】本発明の無線プローブでの使用に適した取得サブシステムをブロック形式で示す図である。

【図８ａ】本発明の軽量無線プローブを示す断面図である。

【図８ｂ】本発明の軽量無線プローブを示す断面図である。

【図９ａ】無線プローブユーザインタフェースの例を示す図である。

【図９ｂ】無線プローブユーザインタフェースの例を示す図である。

【図１０ａ】本発明の無線プローブのためのＵＳＢケーブルを示す図である。

【図１０ｂ】本発明の無線プローブのためのＵＳＢケーブルを示す図である。

【図１１】本発明の無線プローブの検出及び位置に関する使用範囲を示す図である。

【図１２】本発明の無線プローブでの使用に適した表示ヘッドセットアクセサリを示す図である。

【図１３】本発明の無線プローブでの使用に適したブルートゥース無線音声トランシーバアクセサリを示す図である。

【図１４】多数の他の無線デバイスを備える、使用状態にある本発明の無線プローブを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【０００７】

最初に図１を参照すると、本発明の無線超音波プローブ１０が示される。プローブ１０は、遠位端部１２及び近位端部１４を持つ硬い高分子筐体又はケース８に囲まれる。アレイトランスデューサに対するトランスデューサレンズ又は音響ウィンドウ１２は、遠位端部１２にある。この音響ウィンドウを介して、超音波がトランスデューサアレイにより送信され、戻りエコー信号が受信される。基地局ホストへ／から電波１６を送信及び受信するアンテナが、ケース内部で、プローブの近位端部１４に配置される。図１０ａ及び１０ｂに示されるバッテリ充電接点も、プローブの近位端部に配置される。プローブ１０の側部には、画像の左又は右側に対応するプローブのサイドを表す従来の左右のマーカ１８がある。米国特許第５，２５５，６８２号（Pawluskiewicz他）を参照されたい。プローブ筐体の近位部分は、プローブのより幅広の遠位端部より狭いことがわかる。患者の皮膚との特に安定した接触が必要なとき、ユーザがより狭い近位端部を握ることができ、広い遠位端部に対して力を振るうことができるよう、従来はこのような構成になっている。ゲル

を除去するため洗浄され及び拭かれることができ、使用した後に殺菌されることができるよう、プローブケース８は密封される。

【０００８】

図１ｂは、トランシーバユーザインタフェース２２に取り付けられた状態の本発明の無線プローブ１０'の別の例を示す。本例のプローブケース８'は、アレイトランスデューサを含み、例えばビーム形成器及び取得サブシステムといった他の要素を含むこともできる。しかしながら、これらの他の要素は代替的に、トランシーバユーザインタフェース２２に配置されることができる。このインタフェースは、このインタフェースの上部表面に与えられ、図１ｃと共に説明されるユーザ制御部を収容するサイズを持つ。この制御部は、好ましくは、ゲルが存在する超音波環境における簡単な洗浄を可能にする態様で実現される。例えば密封されたメンブレン又はタッチスクリーンディスプレイで実現される。上述した他の要素の位置の選択は、プローブ１０'をユーザインタフェース２２に接続するケーブル２０に影響を及ぼすだろう。アレイトランスデューサがプローブケース８'に配置される場合にだけ、ケーブル２０は、ユーザインタフェース２２におけるトランスデューサアレイとビーム形成器との間のアレイ要素の全てに対する導体を含むことになる。好ましい場合として、ビーム形成器がプローブケース８'に配置される場合、ケーブル２０をより薄くすることができる。なぜなら、そのケーブルは、ビーム形成又は検出（及び要素毎でない）信号、並びにトランスデューサ電力及び制御信号だけを導通させる必要があるからである。米国特許第６，１０２，８６３号（Pflugrath他）を参照されたい。ケーブル２０はユーザインタフェース２２に永久に接続されるとすることもできるが、プローブ１０'が分離され、掃除され、洗浄され、殺菌され、別のプローブと交換されることができるよう、好ましくは着脱可能なコネクタを用いて付けられる。

【０００９】

この実施形態において、トランシーバユーザインタフェース２２は、基地局ホストシステムと通信する無線トランシーバ及びアンテナを含む。ユーザインタフェース２２の下端にあるのは、リストバンド又はストラップ２４である。このバンド又はストラップは弾性的又はベルクロ固定とすることができ、ユーザの前腕の周りで巻かれる(goes around)。従って、右利きのユーザは、右手にプローブ１０'を保持しつつ、右の前腕上にユーザインタフェース２２を着用し、右の前腕上のユーザ制御部を左手の指で操作する。

【００１０】

図１ｃは、本発明の無線プローブのための無線ユーザインタフェース３２を示す。後述するように無線プローブ１０は必要に応じてその上に２、３の単純な制御部を持つことができるが、多くのユーザはユーザ制御部が無線プローブから完全に分離する態様を好むだろう。斯かる場合、無線プローブ１０はオン／オフスイッチだけをもつことができるか、又は制御部を全く持たないようにすることができ、プローブを作動させるためのユーザ制御部は、超音波システムの制御部（図２ａにおける符号４２を参照）又は無線ユーザインタフェース３２のユーザ制御部とすることができる。図１ｃにおける無線ユーザインタフェース３２の例は、無線プローブ１０に対して又は無線プローブへの後続の中継のため基地局ホストに対してのいずれかに直接無線周波数又は赤外線又は他の無線制御信号１６'を送信する送信機を含む。図示された例において、ユーザインタフェース３２は、バッテリ駆動であり、ユーザインタフェース及び／又は無線プローブに関するオン／オフスイッチ３３を含む。凍結ボタン３５及びカーソルを移動するためのロッカスイッチ３４といったプローブに関する基本制御部も存在する。存在することができる他の制御部は、モード制御及び選択ボタンである。この例は、無線ユーザインタフェース３２に対する、無線プローブ１０に対する、又はこの両方に対するこれらのパラメタを示すバッテリ充電インジケータ３６及び信号強度インジケータ３７も含む。患者検査の間ユーザの手に保持されたまま、又はベッドサイドにセットされたまま、無線ユーザインタフェースが作動されることができる。

【００１１】

図２ａ～２ｃは、本発明の無線超音波プローブに対する適切な基地局ホストシステムの

例を示す。図２ａは、システム電子機器及び電源に関する低位筐体を持つカート輸送の超音波システム４０を示す。このシステム４０は、システム動作を制御するのに使用される制御パネル４２を持ち、無線プローブを制御するのに使用されることができる。プローブを制御するために使用されることができるコントロールパネル上の制御部は、トラックボール、選択キー、利得操作ノブ、画像凍結ボタン、モード制御等を含む。無線プローブから受信される信号から生成される超音波画像が、ディスプレイ４６に表示される。本発明の原理によれば、カート輸送システム４０は、無線プローブとホストシステムとの間の信号１６の送信及び受信のための１つ又は複数のアンテナ４４を持つ。プローブとシステムとの間の赤外線データリンクといった無線周波数信号以外の他の通信技術が代替的に採用されることができる。

【００１２】

図２ｂは、ラップトップコンピュータ形式の要素において構成されるホストシステムを示す。ケース５０は、無線プローブとの通信用のトランシーバを含むホストシステムの電子機器を収容する。トランシーバは、ケース５０の内部、例えばメディアドライブ又はバッテリ用のベイといったケースのアクセサリベイに配置されることができる。トランシーバは、国際特許公開第２００６／１１１８７２号（Poland）に記載されるように、ＰＣＭＣＩＡカード又はこのシステムに対するＵＳＢ接続アクセサリとして構成されることもできる。１つ又は複数のアンテナ５４がトランシーバに接続される。無線プローブが、システムのコントロールパネル５２から制御されることができ、プローブ信号から生成される超音波画像が、ディスプレイ５６に表示される。

【００１３】

図２ｃは、本発明の無線プローブに関するホストシステムとしての使用に適したバッテリ駆動型のハンドヘルドディスプレイ・ユニット６０を示す。ユニット６０は、例えば救急車、救急室又はＥＭＴサービスといった物理的な取扱いが考慮されるべき環境での使用のためにデザインされた強化ケースを持つ。ユニット６０は、プローブ及びユニット６０を作動させるための制御部６２を持ち、アンテナ６４を用いて通信するトランシーバを含む。

【００１４】

図３は、２次元イメージングのために構築される本発明の無線プローブ１０を示す。２次元画像平面をスキャンするため、プローブ１０は、プローブの音響ウィンドウにあるプローブの遠位端部１２に配置される１次元（１Ｄ）トランスデューサアレイ７０を使用する。トランスデューサアレイは、セラミック圧電トランスデューサ要素、圧電性高分子（ＰＶＤＦ）により形成されることができるか、又は例えば要素のＰＭＵＴ（圧電ＭＵＴ）又はＣＭＵＴ（容量ＭＵＴ）アレイといった半導体ベースのマイクロマシン超音波トランスデューサ（ＭＵＴ）とすることができる。１Ｄアレイトランスデューサ７０が、１つ又は複数のマイクロビーム形成器低減ＡＳＩＣ７２により駆動され、エコーが、１つ又は複数のマイクロビーム形成器低減ＡＳＩＣ７２により処理される。マイクロビーム形成器７２は、１Ｄトランスデューサアレイの要素からエコー信号を受信し、遅延させ、要素ごとのエコー信号をわずかな数の部分的にビーム形成された信号へと結合する。例えば、マイクロビーム形成器７２は、１２８のトランスデューサ要素からエコー信号を受信し、８つの部分的にビーム形成された信号を形成するようこれらの信号を結合することができる。これにより、信号経路の数が１２８から８まで減らされる。マイクロビーム形成器７２は、上述した米国特許第６，１４２，９４６号にて説明されるように、アクティブ開口の全ての要素からの完全にビーム形成された信号を生成するために実現されることもできる。好ましい実施形態では、許容可能なリアルタイム撮像を提供するレートまでデータレートを低下させるよう、完全にビーム形成された検出信号が、基地局ホストに対する無線通信のためプローブにより生成される。ビーム形成器７２での使用に適したマイクロビーム形成技術は、米国特許第５，２２９，９３３号（Larson III）、第６，３７５，６１７号（Fraser）、及び第５，９９７，４７９号（Savord他）に記載される。ビーム形成されたエコー信号が、このビーム形成された信号をホストシステムに送信するプローブコントロー

ラ及びトランシーバサブシステム７４に結合される。このビーム形成された信号は、更にビーム形成されることができ、その後画像処理され、表示されることができる。プローブコントローラ及びトランシーバサブシステム７４は、プローブがホストから制御されるときホストシステムからの制御信号も受信し、例えば所望の深さでビームを焦束させるため、又は所望のモード（ドップラー、Ｂモード）の信号を画像の所望の領域へ及びから送信及び受信するため、対応する制御信号をマイクロビーム形成器７２に結合する。以下に説明されるプローブに電力を供給する電源サブシステム及びバッテリは、この説明では図示されていない。

【００１５】

プローブコントローラ及びトランシーバサブシステム７４のトランシーバは、携帯電話のアンテナに似たスタブアンテナ７６を用いて無線周波数信号を送信及び受信する。スタブアンテナは、携帯電話で発揮されるのと同じ利益の１つをもたらす。それは、その小さなプロファイルにより、保持及び携帯が楽になり、損傷の可能性が減らされることである。しかしながら無線プローブの本実施形態において、スタブアンテナ７６は、追加的な目的のために機能する。従来のケーブルでつながれたプローブを検査技師が保持するとき、あたかも厚い鉛筆を保持するかのように、プローブは側面から握られる。図１ａのような無線プローブは、同様な態様で保持されることができる。しかしながら、このプローブはケーブルを持たないので、プローブの近位端部を握ることにより保持されることもできる。これは、ケーブルがあるが故に、従来のケーブルでつながれたプローブでは行われることができない。無線プローブユーザは、良好な音響接触のため体に対する大きな量の力を掛けるべく、近位端部により無線プローブを保持したいと思う場合がある。しかしながら、アンテナがプローブの近位端部の内側にあるとき、プローブの近位端部周りを手で包むことは、信号送信及び受信からアンテナを遮蔽することになり、信頼性の低い通信を引き起こす場合がある。プローブの近位端部から突設するアンテナを使用することは、プローブケースの外側にうまくアンテナフィールドを拡張するだけでなく、スタブアンテナを押すことになる不快さが原因で近位端部によりプローブを保持することも阻止することが分かった。代わりに、ユーザは従来の態様で側面からプローブを握ることになる。こうして、良好な信号送信及び受信のため、アンテナフィールドが露出されるままにされる。良好な受信のため、基地局ホストのアンテナ構成は、異なる偏光を持つ２つの補完的なビームパターンを生成することにより、偏光及び配向効果に関していくらかのダイバーシティ(diversity:多様性)を導入することができる。代替的に、アンテナは、良好な単一の偏光ビームパターンを持つ単一高性能ダイポールアンテナとすることができる。プローブの近位端部にあるアンテナを用いると、プローブビームパターンは、プローブの縦軸に対して放射状に広がることができ、基地局ホストのビームパターンと容易に交差することができる。外科室において行われるような、天井に配置される基地局ホストのアンテナを用いると、斯かるプローブビームパターンは有効でありえる。このプローブビームパターンを用いると、しばしば超音波検査場所に近い、部屋の壁及び他の表面による反射からの受信も有効であることが分かった。通常は、１０メーターの範囲が、ほとんどの検査にとって充分である。なぜなら、プローブ及び基地局ホストは、互いに近接しているからである。使用される通信周波数は、４ＧＨｚの範囲にあるとすることができ、ＡＢＳといったプローブケースにとって適切なポリマーが、これらの周波数での無線周波数信号に対して比較的透過的である。無線周波数通信は基地局ホストで改善されることができる。ここで、複数のアンテナは、複数のアンテナが邪魔にならない実施形態における改善されたダイバーシティのために使用されることができる。なぜなら、この複数のアンテナは、無線プローブのためにあるからである。例えば「Delay Diversity In A Wireless Communications System.」というタイトルの国際公開第２００４／０５１８８２号を参照されたい。複数のアンテナは、典型的な超音波検査の間、プローブにより想定される線形及び角度配向の変化があっても信頼性が高い通信を提供するため、異なる偏光及び位置を利用することができる。典型的なプローブ操作は、３６０°の回転範囲にわたりプローブを回転させることができ、およそ垂直方向に中心化される角度の半球範囲を介して角度を傾斜させることができ

る。従って、プローブの中心縦軸上に中心化される双極放射パターンが、単一アンテナにとって最適となり、近位端部での位置が、最も望ましいことが分かった。アンテナパターンは、この中心軸に正確に整列配置されることができるか、又はオフセットするものの、それでもこの中心軸とおよそ平行な整列状態にあるとすることができる。

【００１６】

図４は、本発明の無線プローブ１０の別の例である。この例では、無線プローブは、プローブセンサとして２次元及び３次元撮像を両方可能にする２次元行列アレイトランスデューサ８０を含む。２Ｄアレイトランスデューサ８０は、アレイトランスデューサスタックに直接付けられる「フリップチップ」ＡＳＩＣとして好ましくは実現されるマイクロビーム形成器８２に結合される。図３の無線プローブの場合のように、完全にビーム形成された検出エコー信号及びプローブ制御信号が、マイクロビーム形成器及びプローブコントローラ及びトランシーバサブシステム７４の間で結合される。

【００１７】

本発明の無線プローブのための典型的なプローブコントローラ及びトランシーバサブシステムが、図５に示される。バッテリ９２は、無線プローブに電力を供給し、電力供給及び調整回路９０に結合される。電力供給及び調整回路は、トランスデューサアレイを含む無線プローブの要素により必要とされる多数の電圧へとバッテリ電圧を変換(translate)する。例えば、典型的な構成のプローブは、９つの異なる電圧を必要とする場合がある。電力供給及び調整回路は、バッテリ９２の充電の間、電荷制御部も提供する。構築された実施形態において、バッテリは、プリズムリチウムポリマー電池であり、プローブケース内部の利用可能なバッテリ空間のため適切な形状で形成されることができる。

【００１８】

取得モジュール９４は、マイクロビーム形成器及びトランシーバの間の通信を提供する。取得モジュールは、タイミング及び制御信号をマイクロビーム形成器に提供し、超音波の送信を方向付け、及び少なくとも部分的にビーム形成されたエコー信号をマイクロビーム形成器から受信する。この信号は、復調及び検出され（及びオプションでスキャンコンバートされ）、並びに基地局ホストへの送信のためトランシーバ９６に通信される。適切な取得モジュールの詳細なブロック図が図７に示される。この例では、後述するように必要に応じてＵＳＢケーブルが使用されることができるよう、取得モジュールは、パラレル又はＵＳＢバスを介してトランシーバと通信する。ＵＳＢ又は他のバスが使用される場合、このモジュールは、ケーブルを介して基地局ホストに対する代替的な有線接続を提供することができる。こうして、後述するようにトランシーバ部分９６が迂回される。

【００１９】

また、増幅器１０４により駆動され、音声トーン又は音を生成するラウドスピーカ１０２が、取得モジュール９４に結合され、電力供給及び調整回路９０により電力を供給される。好ましい実施形態において、ラウドスピーカ１０２は、ケース８内部に配置される圧電ラウドスピーカであり、このスピーカは、良好な音響効果及び密封のためメンブレン又はケースの壁の後に配置されることができる。ラウドスピーカは、様々な音又はトーン又は音声メッセージを生成するのに使用されることができる。ラウドスピーカは、様々な用途を持つ。無線プローブがホストからあまりに遠く離れて移動され、ホスト又はプローブによる信頼性の低い受信又は完全な信号損失さえ起こるような場合、ラウドスピーカはユーザに警告するため、ビープ音を出すことができる。バッテリ残量が少ないとき、ラウドスピーカはビープ音を出すことができる。ユーザがプローブ上のボタン又は制御部を押すとき、ラウドスピーカはトーンを放出することができる。これは、制御部が起動していることの音声フィードバックを与える。ラウドスピーカは、超音波検査に基づき触覚フィードバックを提供することができる。ページング制御部がプローブを位置決めするために起動されるとき、ラウドスピーカは音を放出することができる。ラウドスピーカは、ドップラー検査の間音響ドップラー音を、プローブが音声聴診器として使用されるときは心臓音を生成することができる。

【００２０】

トランシーバは、この例ではウルトラワイドバンド・チップセット９６である。ウルトラワイドバンド・トランシーバは、許容可能なレベルのバッテリ消費に関する許容可能な範囲だけでなく許容可能なリアルタイム撮像フレームレートを提供するデータ通信レートを持つことが分かった。ウルトラワイドバンド・チップセットは、例えば、カリフォルニア州サンディエゴのGeneral Atomics、テキサス州アレンのWiQuest、カリフォルニア州ミルピータスのSigma Designs、オレゴン州ヒルズボロのFocus Semiconductor、テキサス州オースチンのAlereon、及びカリフォルニア州キャンプベルのWisairといった様々なソースから入手可能である。

【００２１】

図６ａは、ラップトップ構成５０で示される基地局ホストでの無線プローブ信号経路を示す。アンテナ５４は、ホストでのトランスセプション(transception:送受信)を実行する、同一の又は互換性あるウルトラワイドバンド・チップセット９６に結合される。ラップトップ構成に関する好ましい実施形態において、アンテナ５４及びウルトラワイドバンド・チップセットは、図６ｂに示されるＵＳＢ接続可能な「ドングル」１１０として構成される。これは、ホストシステム５０のＵＳＢポートに差し込まれ、このポートを介して電力供給される。

【００２２】

本発明の無線プローブでの使用に適した取得モジュールの例が図７に示される。この図面の左側には、マイクロビーム形成器及びトランスデューサアレイスタックへ及びから結合される信号がある。これは、ＴＧＣ信号の段、マイクロビーム形成器からのビーム形成されたエコー信号のチャネル信号、マイクロビーム形成器に関する他のデータ及びクロック信号、プローブの遠位端部での過熱を監視するためのサーミスタ及びスイッチ信号、マイクロビーム形成器に関する低電圧供給、及びアレイのトランスデューサ要素を駆動するための、この例では＋／－３０ボルトの高電圧を含む。図面の右側には、トランシーバに対する接続、及び以下に説明されるがＵＳＢ導体への接続、及びＵＳＢ導体又はバッテリからの電圧がある。これらの電圧は、電力供給源、ＤＣ－ＤＣ変換に関するバック／ブーストコンバータ、及びＬＤＯレギュレータ２０２に対する電力を供給する。ＬＤＯレギュレータは、取得サブシステム及びトランスデューサアレイ駆動電圧を含む、無線ユニットにより必要とされる異なる電圧レベルを調整する。このサブシステムは、シリアルＡＤＣ２１４によりサンプリングされるバッテリ電圧と、バッテリパワー残量を表示するのに使用され、後述される電力保持手段を起動するために使用される測定値との監視も行う。バッテリ電圧がバッテリに損傷を生じさせるレベルに近づく場合、サブシステム２０２はプローブをシャットダウンする。このサブシステムは、プローブ及び取得電子機器により消費される電圧も監視し、いずれかが安全でないレベルに近づく場合同様にそれらをシャットダウンする。

【００２３】

取得モジュールの中心には、取得コントローラＦＰＧＡ２００がある。このＦＰＧＡは、超音波送信及び受信のタイミング、モード及び特性を制御するステートマシンとして作動する。ＦＰＧＡ２００は、送信及び受信ビーム形成も制御する。ＦＰＧＡ２００は、様々な所望の態様において受信エコー信号を処理するようプログラムされることができるデジタル信号プロセッサ（ＤＳＰ）を含む。超音波送信及び受信の実質的に全ての側面は、ＦＰＧＡ２００により制御される。受信エコー信号は、８進のフロントエンドＡＳＩＣ２０６により、ＦＰＧＡ２００に結合される。ＡＳＩＣ２０６は、マイクロビーム形成器からの受信エコー信号をデジタル信号に変換するＡ／Ｄ変換器を含む。ＡＳＩＣの可変利得増幅器は、ＴＧＣの段を受信エコー信号に適用するために使用される。受信エコー信号は、再構成フィルタ２１０によりフィルタリングされ、フロントエンドＡＳＩＣ２０６へと送信／受信スイッチ２０８を介して渡される。超音波送信に関しては、ＦＰＧＡ２００により供給される送信信号が、ＤＡＣ２１１によりアナログ信号に変換され、Ｔ／Ｒスイッチ２０８を介して渡され、フィルタ２１０によりフィルタリングされ、及びアレイトランスデューサに関するマイクロビーム形成器へと供給される。

【００２４】
この実現において、低消費電力ＵＳＢマイクロコントローラ２０４は、ＵＳＢバスを介して制御情報を受信するために使用される。この情報は、ＦＰＧＡ２００に通信される。ＦＰＧＡ２００により受信され、好ましくは復調及び検出を含む処理を施されるエコー信号が、ＵＳＢバス及びウルトラワイドバンド・トランシーバ９６に関してＵＳＢフォーマットで処理を行うマイクロコントローラ２０４に結合される。再構成フィルタ２１０、Ｔ／Ｒスイッチ２０８、ＤＡＣ２１１（送信用）、フロントエンドＡＳＩＣ２０６（受信用）、取得コントローラＦＰＧＡ２００及びＵＳＢマイクロコントローラ２０４を含むこれらの要素は、トランシーバ９６とマイクロビーム形成器７２、８２との間の超音波信号経路を有する。図７に示される様々な他の要素及びレジスタは、当業者により容易に理解されるだろう。

【００２５】
図８ａ及び８ｂは、本発明の構築された無線プローブ１０のレイアウトを長軸方向及び横断方向の断面図で示す。本実施形態のプローブの要素は、ケース８ａ内部に配置される。ケース内部の立体骨組は、要素を取り付け及び配置するのに役立ち、急速で一様な態様でプローブ内に生成される熱を発散させるヒートスプレッダとしても機能する。プローブの電子部品は、フレックス回路接続１１４により一緒に結合される回路基板１２１に取り付けられる。この例では、回路基板及びフレックス回路は、効率的でコンパクトなボード配線及び信号フローのため、連続的で一体的なアセンブリを形成する。図８ｂから分かるように、電子機器アセンブリの上部及び下部はそれぞれ、互いに向かって平行に折り畳まれ、フレックス回路１１４により接続される２つの回路基板１１２を有する。フロントエンドＡＳＩＣ２０６及びコントローラＦＰＧＡ２００は、図面における下位回路基板の低位側に取り付けられることが分かる。プローブにおける上位回路基板は、電力供給要素及びトランシーバチップセット９６をそのアンテナ７６に取り付ける。特定の実現では、トランシーバの高周波成分及び信号に関して特別に設計されるウルトラワイドバンド・チップセット９６のため、分離した回路基板を使用することが望ましい場合がある。図示される実施形態において、圧電ラウドスピーカ１０２が上位回路基板に配置される。長軸方向に延在する回路基板の遠位端部でのフレックス回路１１４が、マイクロビーム形成器チップ７２、８２が配置されるより小さな回路基板１１２に接続される。トランスデューサアレイ７０、８０が、プローブの遠位端部１２でマイクロビーム形成器に付けられる。

【００２６】
図示されるアセンブリにおいて、バッテリ９２は、回路基板の間のプローブの中心スペースを占める。図示される縦方向に延在するバッテリの使用は、取扱いの際プローブのほとんどの長さに沿ってバッテリの重さを分散させ、よりよいバランスをプローブに提供する。バッテリ９２が交換のためアクセスされることができるよう、ケースが開口部を備えて製造されることができるか、又はバッテリが工場でだけ交換されることができるよう、ケースは密封されることができる。ＵＳＢコネクタ１２０が取り付けられる小さな回路基板１１２は、プローブケース８の近位端部でフレックス回路１１４により接続される。このコネクタは、標準的なタイプＡ又はタイプＢのＵＳＢコネクタとすることができる。好ましい実施形態において、ＵＳＢコネクタは、図１０ａ及び１０ｂに示されるように構成される。

【００２７】
図８ａ及び８ｂの軽量でコンパクトなデザインは、以下のようにプローブ要素の重さを分散させる。ケース８及びその立体骨組、フレックス回路１１４、トランスデューサアレイ７０、８０、並びにマイクロビーム形成器７２、８２は、構築された実施形態においておよそ５０グラムの重さである。取得モジュール要素９４、ウルトラワイドバンド・チップセット９６、電力供給源及び調整要素９０、並びにこれらの要素及びチップセットに関する回路基板は、およそ４０グラムの重さである。１８００ｍＡＨのリチウムポリマー電池及びコネクタは、およそ４０グラムの重さである。ラウドスピーカは約５グラムの重さであり、アンテナは約１０グラムの重さである。ＵＳＢコネクタは、約３グラムの重さで

ある。従って、この無線プローブの総重量は、約１５０グラムである。立体骨組及び回路基板アセンブリに関して可能な軽量化により、１３０グラム以下の重量が実現されることができる。他方、再充電までの利用時間の長い大容量バッテリ、より大きな開口のトランスデューサアレイ及び／又はより大きな熱放散のためのより大きなケースを使えば、約３００グラムと重量が２倍になる可能性がある。より小さなバッテリは、再充電の前に１時間（１回分の検査のため）スキャンを提供することができるが、より大きなバッテリは、無線プローブが一日中（８時間）使用され、夜間に充電のためクレイドルに置けば済む状況を可能にする。ある検査技師は、できるだけ軽いプローブを欲することができるし、別の検査技師は、重いが再充電までのスキャン持続時間が長いプローブを好む。デザイナー及びユーザに関するこれらの考慮点の相対的な重要性に基づき、異なる重さの異なるプローブが実現されることができる。

【００２８】

いくつかの実現では、今日における多くの普通の超音波プローブの場合のように、物理的な制御部を持たない無線プローブを作ることが望ましい場合がある。多くの検査技師はプローブ上の制御部を望まないだろう。なぜなら、片方の手でプローブを撮像位置に保持しつつ、もう片方の手でプローブ上の制御部を操作する、いわゆるクロスハンド操作は困難な可能性があるからである。他の実現においては、未使用のプローブが電源オフにされ及びバッテリを減少させることがないことがユーザにとって確実にされることができるよう、オン／オフスイッチだけがプローブ上にある。更に他の実現では、例えば信号強度及びバッテリ残量といった基本的な表示情報がプローブ上に表示される。プローブ上でのこの種の基本情報は、適切に作動していないプローブをユーザが診断するのに役に立つだろう。更に他の実現では、いくつかの最小の制御部が望ましい場合がある。ユーザはもはやホストシステムにケーブルでつながれているのではないため、プローブを作動するために従来使用されるシステム制御部は、もはや手の届く範囲にない。無線プローブ上の最小の制御部が、その独立した動作を容易にすることができる。図９ａ及び９ｂは、情報ディスプレイの２つの例及び無線プローブの本体に配置されることができる制御部を示す。図９ａは、垂直方向に配置され、グラフィックマークで構成されるディスプレイ及び制御部のセットを示す。図９ｂは、水平方向に配置され、テキストで構成されるディスプレイ及び制御部の同じセットを示す。ディスプレイ及び制御部の各セットにおいて、信号強度インジケータ１３２が左上に、バッテリ残量インジケータ１３４が右上に表示される。中央には、制御部のセットがある。このセットは、この例では、利得をセットし、メニュー項目を選択し、又はカーソルを動かすための上下矢印と、画面上の生の画像フレームを凍結させる(freeze:スナップショットを撮る)凍結制御部と、凍結画像又は生の画像ループを取得及び保存する取得制御部と、プローブに関するメニュー項目のリストにアクセスするためのメニュー制御部とを含む。すると、上下矢印の制御部は、メニュー項目のリストを介してナビゲートするため使用され、選択制御部１３８は、所望のメニュー項目を選択するために使用される。これらの制御部は、Ｂモードからカラーフローへとプローブ作動モードを変化させるため、又は、例えば、画像におけるベクトルライン又はＭラインを置くために使用されることができる。制御部は、複数の機能を制御するため異なる作動パターンに対して反応的とすることができる。例えば、メニュー及び取得制御部を同時に３秒押すと、プローブがオン又はオフにされるよう構成することができる。こうすると、別のオン／オフスイッチを設ける必要がなくなる。選択制御部を連続して高速で３回を軽くたたけば、制御部が作動される、及び／又はディスプレイバックライトが点灯されるよう構成されることができる。制御部を作動させるには特別なシーケンスが望ましい。なぜなら、通常のスキャンにおいて、ユーザは、無線プローブを保持して操作しつつ、制御部を押してしまうことがよくあるからである。制御部の作動が意図されたものでないとき、プローブの通常の操作が制御部を作動させないようにすることが望ましい。

【００２９】

好ましくはラウドスピーカ又はビーパー１０２の音声機能が、無線プローブ及び／又は制御部の作動に関する視覚的情報の表示を補足するために使用される。例えば、バッテリ

残量が少なくなる場合、バッテリを再充電する又は別のプローブを使用するようユーザに警告するためにビーパーは音を出すことができる。ビーパーの別の音が、低い信号強度状態をユーザに警告するために使用されることができる。前述されたように、ユーザは、基地局ホストを検査場所の近くに移動させることができるか、又は手でアンテナを遮蔽しないよう注意することができる。ラウドスピーカ又はビーパーは、制御部が作動されるとき音又は振動を生成することができる。これにより、作動が行われており、プローブ及び／又はシステムにより登録されているというフィードバックがユーザに提供される。

【００３０】

図９ａ及び９ｂの無線プローブディスプレイ及び制御部レイアウトに関して、様々な制御及びディスプレイ技術が使用されることができる。制御部は、密封状態の液密メンブレンで覆われるシンプルな機械接触スイッチとすることができる。このスイッチの上に制御部グラフィックスがプリントされる。より好ましくは、ディスプレイ及び制御部は、ケース８の外部の表面と同じ高さの回路基板１１２に取り付けられ、及び周囲のケースに対する液密のため密封されるか、又はケースにおける窓を通して可視であるタッチパネルＬＥＤ、ＬＣＤ又はＯＬＥＤディスプレイである。指又は特別なワンドで制御部ディスプレイに触れると、選択されたタッチパネル制御機能が作動される。国際公開第２００６／０３８１８２号（Chenal他）及び米国特許第６，５７９，２３７号（Knoblich）を参照されたい。

【００３１】

本発明の無線プローブの主要な利点は、超音波システムに接続される扱いにくいケーブルの除去にあるが、プローブケーブルが望ましい場合がある状況も存在する。例えば、米国特許６，１１７，０８５号（Picatti他）に示されるように、無線プローブのバッテリを再充電する便利な態様は、プローブを使用していないとき、充電クレイドルに無線プローブを置くことである。しかしながら、いくつかの状況では、バッテリを再充電するのにケーブルを使用する方が便利な場合がある。例えば、ケーブルが、充電クレイドルより携帯性に優れている場合である。更に、標準化されたコネクタを持つケーブルにより、プローブバッテリの充電が種々の共通デバイスから可能にされる場合である。他の状況では、検査技師が超音波検査を実行中に低電圧状態を示すビーパー音が鳴っている場合、検査技師はこのプローブを使って検査を続行したい場合があり、バッテリパワーをケーブルパワーに切り替えたい場合がある。その状況では、電源ケーブルが望ましいことになり、電源サブシステム２０２は、バッテリを充電しつつ、ケーブルパワーを用いた処理に自動的に切り替える。更に別の例では、基地局ホストに対する無線周波数又は他の無線リンクの信頼性が低くなる場合がある。例えば、電気外科装置が近くで作動されるとき、又は、検査技師がプローブを保持する必要があり、プローブ上のアンテナ又は他の送信機がホストから遮蔽されるときである。他の状況では、落としてもプローブがシステムから分離されることのないよう、又はプローブが床の上でケーブルにより懸架されることになるよう、検査技師がケーブル接続されるプローブを望む場合がある。例えば診断の送信に関するより大きな帯域幅又はプローブのファームウェア又はソフトウェアのアップグレードといった改善された性能を、ケーブルが提供する状況が存在する場合がある。他の状況では、プローブがホストシステムとうまくペアになることができず、有線接続だけが機能することになる。斯かる状況において、電源、データ通信又はその両方に関するケーブルが必要とされる場合がある。

【００３２】

図１０ａは、本発明の無線プローブでの使用に適したケーブルを示す。無線プローブに関して様々なタイプの多導体ケーブル及びコネクタが使用されることができるが、この例は、１つの端部でタイプＡのＵＳＢコネクタ３１０を備える多導体ＵＳＢケーブル３００である。タイプＡのＵＳＢアダプタ３１２が、コネクタ３１０から延在する。代替的にデジタルカメラで使用されるようなタイプＢ及びミニＢといった他のＵＳＢフォーマットが使用されることができるか、又は他の望ましい特性を備える完全にカスタムなコネクタが使用されることができる。ＵＳＢケーブルは事実上任意のデスクトップ又はラップトップ

コンピュータに差し込まれることができる。これは、無線プローブが事実上、任意のコンピュータから充電されることを可能にする。ホストシステムが図２ｂ及び図６ａに示されるようにラップトップスタイルの超音波システム５０であるとき、ＵＳＢタイプのケーブルが、ホストへ及びホストからの電源通信だけでなく信号通信に関しても使用されることができる。

【００３３】

無線プローブへの接続のため、同じスタイルのＵＳＢコネクタが、ケーブル３００の他端に提供されることができる。その場合、無線プローブは、嵌合するＵＳＢコネクタを持つ。プローブコネクタは、ケース内部にへこむ形で提供されることができ、使用しないとき、水密キャップ又は他の液密のリムーバブルシールにより覆われることができる。図示された例において、プローブに対するコネクタ３０２は、４つのＵＳＢ導体３０８を含む。導体が無線プローブ上の嵌合する導体に対して良好な接触をしつつ押すことになるよう、導体３０８はばね荷重式である。導体３０８は、１つの方向においてのみプローブと嵌合することを必要とするため、１つの端部３０６に配置される(keyed)へこんだ又は突設するコネクタ終片部３０４に配置される。

【００３４】

図１０ａのケーブルに関する嵌合無線プローブ１０が、図１０ｂに示される。プローブのコネクタ３１０は、この例では近位端部１４にあり、完全に密閉される。コネクタ３１０のプローブ接触部３１４は、ケーブルの突設又は凹型(recessed)終片部３０４と嵌合する、凹型又は突設領域３１６に配置され、適切な接続のため参照符号３１２に同じように配置される。ケーブルコネクタ３０２がプローブの嵌合領域３１６に差し込まれるとき、ケーブルのばね荷重式の導体３０８が、プローブのプローブ接触部３１４にもたれかかり、プローブとのＵＳＢ接続が完了される。

【００３５】

図１０ａ及び図１０ｂのプローブ及びケーブルの追加的な側面の原理によれば、プローブの嵌合領域３１６は、突設又は凹型ではないが、周囲のプローブ表面と同じ高さである。嵌合領域３１６は、接触部３１４を囲む磁気又は鉄物質で作られ、磁気的に引力がある。ケーブルコネクタ３０２の嵌合終片部３０４は、同様に突設又は凹型である必要がないが、コネクタ３０２の端部と同じ高さとすることができ、プローブの嵌合領域３１６へと引きつける磁化物質で作られる。終片部３０４の磁化物質は、永久に磁化されることができるか、又はオン及びオフにされることができるよう電気的に磁化されることができる。従って、ケーブルは、物理的な係合プラグではなく、（有極性による）キーイング(keying)及び自己配置(self-seating)の両方を提供することができる磁気引力によって、プローブに接続される。これは、無線プローブに関する複数の利点を提供する。１つは、掃除及び除去するのが困難であるゲル及び他の汚染物質を閉じ込める可能性がある突起及びへこみを、プローブのコネクタ３１０が持つ必要がないということである。コネクタ３１０は、プローブケース８、嵌合領域３１６、及び掃除するのが容易で、汚染物質を閉じ込めない接触部３１４のスムーズで連続する表面とすることができる。同じ利点は、ケーブルコネクタ３０２にも当てはまる。物理的接続ではなく磁気的接続であるということは、プローブに損傷を与えることなく接続が物理的に切断されることができることを意味する。無線プローブを使用するのに慣れている検査技師は、ケーブルがないことが当たり前と想い、スキャンするときケーブル３００が存在することを忘れる可能性がある。例えば、ケーブル上を走る又はその上で転ぶことにより、検査技師がケーブルにストレスをかける場合、その力が、ケーブルをプローブに接続する磁気引力を上回ることになる。その場合、ケーブル３００は、損傷を与えることなくプローブ１０から無害な態様で切り離されるだろう。好ましくは、ケーブルからぶら下げられるとき、プローブの重量及びモーメントをサポートするくらい、磁気引力が十分に強い。これは、無線プローブが３００グラム以下であることにより支援される。従って、ケーブル接続されるプローブが検査テーブルで落ちる場合、プローブは磁気ケーブルにより懸架されることになり、落下し床でクラッシュすることもないだろう。こうして、無線プローブは損傷から保護される。

【００３６】
ケーブルが、プローブに着脱自在に結合されるアダプタと、ケーブルに関して標準化されたコネクタとを持つ、２パートデバイスとすることができる点を理解されたい。アダプタは、例えば両端にＵＳＢコネクタといった標準化されたコネクタを持ち、ケーブルに接続される。斯かる構成において、アダプタは、所望の長さの任意の標準化されたケーブルと共に使用されることができる。

【００３７】
他のバッテリ駆動型のデバイスと同様に、消費電力は、本発明の無線プローブにおける懸案事項である。無線プローブにおいてこれを考えるのは、２つの理由がある。第１に、無線プローブは望ましくは、再充電が必要とされる前に長期間撮像可能であるべきである。第２には、加熱は患者の安全性及び部品寿命にとって懸念であり、トランスデューサアレイ及びプローブケース８内の両方における温度上昇が低いことが望まれる。無線プローブの消費電力及び熱特性を改善するために複数の手段が取られることができる。１つは、上記図１０ａ及び図１０ｂと連動して説明されたように、充電ケーブルがプローブに接続されるときはいつでも、プローブが、プローブを作動させるためにケーブルの供給電圧を使用するよう切り替えるべきであるということである。この時点でバッテリが充電を続けることができるが、充電ケーブルが接続されるとき、バッテリパワーは、プローブに電源供給するのに使用されないことが望ましい。取られることができる別の手段は、プローブが撮像に使用されていないとき、無線プローブが、ハイバネートモードに切り替えることである。米国特許第６，５２７，７１９号（Olsson他）及び国際公開第２００５／０５４２５９号（Poland）を参照されたい。プローブが撮像に使用されていないときを自動的に決定するため、複数の技術が使用されることができる。１つは、プローブの音響ウィンドウが患者と接触してないとき、トランスデューサアレイの前でレンズ－エアーインタフェースからの反射を検出することである。米国特許第５，５１７，９９４号（Burke他）及び米国特許第５，６５４，５０９号（Miele他）を参照されたい。この強く反射された信号が所定数秒又は所定数分の間持続する場合、プローブは、それが撮像に使用されていないと推定することができ、ハイバネートモードに切り替えることができる。別の技術は、プローブが使用中であるかのインジケータである血流運動が検出されるかどうかを確認するため、たとえドップラーモードにない場合であっても、ドップラースキャンを周期的に行うことである。血流運動を検出するため、スペックル追跡及び他の画像処理技術が使用されることもできる。更に別の手法は、プローブケース８内部に１つ又は複数の加速度計を取り付けることである。米国特許第５，５２９，０７０号（Augustine他）を参照されたい。加速度計信号は、周期的にサンプリングされ、加速度信号における変化なしに所定の時間期間が経過する場合、プローブはユーザがプローブを操作していないと判断し、ハイバネートモードに切り替えることができる。タイムアウトにより自動的にハイバネートモードに切り替えることに加えて、ユーザがプローブを手動でハイバネートモードに切り替えることを可能にする制御部が提供される。この２つの組合せで、ユーザはハイバネートモードまでのタイムアウトを短い持続時間にセットすることができる。これは、システムにより間接的に行われることもできる。例えば、ユーザは、ユーザが無線プローブを用いて撮像を実行したい残りの時間期間をセットすることができる。プローブは、例えばタイムアウトといったパラメタを自動的に変化させることにより、必要とされる長いスキャン期間に応答し、より長い撮像目的を実現するため方向付けられたビームを送信する。

【００３８】
図７に示されるように、取得モジュール９４は、プローブのトランスデューサスタックの近くでサーミスタからの信号を検出し、他のプローブ要素により生み出される熱を測定するためケース内部の温度計２１２も使用する。これらの温度感知デバイスのいずれかが過度の熱状態を示すとき、プローブは低電力モードに切り替えることになる。低電力動作モードを実現するため、複数のパラメタが変更されることができる。トランスデューサアレイに対する＋／－３０ボルト駆動供給電圧を減少させることにより、トランスデューサアレイの送信電力は下げられることができる。この手段は熱発生を減らすことになるが、

生成される画像の侵入深さ及び明確さにも影響を及ぼす可能性がある。ホストシステムにおいて受信信号に適用される利得を自動的に増加させることにより、この変化に対する補償が提供されることができる。熱発生を減らす別の方法は、プローブにおけるデジタル部品のクロックレートを低下させることである。米国特許第５，１４２，６８４号（Perry他）を参照されたい。熱発生を減らし、電力を節約する更に別の方法は、撮像パラメタを変化させることである。取得フレームレートは減らされることができる。これは、単位時間当たりに使用される送信電力の量を減らす。隣接する送信ビーム間の間隔は増加されることができる。これにより、より分解能の落ちた画像が生成されるが、必要に応じて、例えば中間画像ラインを補間するといった他の手段により改善される。別の手法は、フレームデューティーサイクルを変化させることである。追加的な手段は、アクティブ送信開口、受信開口又はその両方を減らすことである。これにより、アクティブ回路と共に作動されなければならないトランスデューサ要素の数が減らされる。例えば、生検又は他の侵襲的手術の間、針が撮像されることになる場合、開口は減らされることができる。なぜなら、ほとんどの針は超音波で視覚化するのに、高分解能は必要でないからである。別の手法は、好ましくはユーザが無線プローブとホストシステムとの間の間隔を可能であれば減らすことをユーザに示唆するメッセージと共に、無線周波数送信電力を減らすことである。その結果、低減された無線周波数電力を用いて、高品質画像が生成され続けることができる。無線周波数送信電力（音響又は通信のいずれか）の低減は好ましくは、ホストシステムにより受信無線周波数信号に適用される利得の増加を伴う。

【００３９】

無線プローブにより課される問題点は、プローブがそのホスト超音波システムから分離されることができ、従来のケーブルでつながれたプローブより容易に紛失又は盗難に遭うようになる可能性があることである。図１１は、この問題に対するソリューションを示す。このソリューションは、無線プローブを位置決め又は追跡するため、無線プローブ１０及び／又はそのホストシステム４０の放射された無線周波数場を使用するものである。図１１は、検査室３００を示す。検査室には、無線プローブ１０を用いて患者を検査するための検査テーブル３１２が配置される。診断画像は、ホスト超音波システム４０の表示スクリーンに表示され、オーバヘッド表示される。２つの無線周波数範囲パターン３２０及び３２２が図示され、その中心に無線プローブ１０がある。内側範囲３２０は、無線プローブ１０及びそのホストシステム４０を動作させる好ましい範囲である。無線プローブ及びそのホストシステムがこの範囲距離に含まれるとき、受信レベルは、信頼性の高いプローブ制御及び低ノイズ診断画像を提供するレベルにあることになる。無線プローブ及びそのホストシステムがこの範囲に含まれるとき、信号強度インジケータ１３２は、最大強度又はそれに近い強度を示すだろう。しかしながら、無線プローブ及びそのホストシステムがこの範囲を越えた距離によって分離される場合、例えば、好ましい範囲３２０の外側ではあるが最大範囲３２２の内側にある場合、無線プローブの動作は信頼性が低くなる場合があり、一貫した高品質の生画像がホストにより受信されないことがある。この状況において、信号強度インジケータは低い又は不十分な信号強度を示し始めることになり、音声警告が、プローブビーパー１０２により又はホストシステム上の音声及び／若しくは視覚インジケータにより発せられることができる。

【００４０】

無線プローブがホストシステムの範囲内にあるときを検出するこの機能は、様々な目的に使用されることができる。例えば、無線プローブ１０が検査室３００に留まり、任意の他の室に持ち出されないことが、医療施設の意図である場合がある。その場合、誰かが無線プローブ１０を持ってドア３０２を出ようとすると、信号強度又はタイミング（範囲）インジケータがこの移動を検出することになり、プローブ及び／又はホストシステムは、無線プローブがその許可された領域の外側に持ち出されようとしていることを示す警報を鳴らす又は通報することができる。斯かる移動は、不注意で行われる場合がある。例えば、無線プローブ１０が、検査テーブル３１２の寝台に残されている場合がある。寝台を除去する及び交換するよう命じられる従事者が、無線プローブを見ることができず、プロー

ブが、洗濯装置又は焼却装置への移送のため寝台においてくるまれた状態になる可能性がある。こうなると、このプローブは警報を発する可能性がある。なぜなら、このプローブはドア３０２の外へ、そのホストシステム４０の範囲を越えて運ばれるからである。これにより、寝台に無線プローブが存在することが施設従事者に知らされる。

【００４１】

この同じ機能は、無線プローブが施設から持ち出されることから保護することができる。例えば、誰かがドア３０２を開け、廊下３０４を通り、ビル出口３０６又は３０８からプローブを持ち出そうと試みる場合、警報機能付きの送信機又は受信機３１０は、無線プローブがこの検出器３１０の信号領域３２４に含まれるときを検出することができる。プローブ１０が信号領域３２４を通過するとき、プローブビーパー１０２は起動されることができ、無線プローブが持ち出されようと試みられていることを施設従事者に警告するため、検出器３１０の警報が鳴る。プローブが無許可の動きをしたことが記録として残るよう、検出器３１０のシステムは、警報の時間及び位置のログを取ることもできる。

【００４２】

プローブのオンボードビーパー又はラウドスピーカ１０２が、紛失したプローブの位置を決めるために使用することもできる。無線プローブにそのオンボード音声トーンを鳴らすよう命令する指令信号が無線で送信される。好ましくは、送信機は、無線プローブが位置決めされることができる全体の領域を覆う広い範囲を持つ。指令を受けると、無線プローブは、プローブの存在を周辺の人に知らせる音を生成する。誤って置かれた又は寝台で覆われた状態のプローブは、この技術により容易に発見されることができる。プローブを使いたい臨床医がそれを見つけることができないとき、病院が特定のプローブの位置を決めることを可能にするのに、この同じ技術が使用されることができる。

【００４３】

図１２及び１３は、本発明の無線プローブと共に有利に使用されることができる複数のアクセサリを示す。図１２は、本発明の無線プローブを持つヘッドアップ表示装置に関して使用されることができる映像表示眼鏡のペアを示す。無線プローブが手術で使用されるとき、ヘッドアップ表示装置は特に望ましい。ケーブルがないので無線プローブは手術の際の撮像にとっては望ましい。ケーブルがあると、手術野と干渉することになり、徹底した殺菌を必要とし、外科手術を妨げる可能性もある。無線プローブは、患者及び外科医をケーブルの危険から解放することに関して理想的である。更に手術においては、患者のバイタルサイン及び超音波画像を共に表示するため、オーバヘッドディスプレイがしばしば使用される。従って、ホストシステムは、手術の動線(way)から外れて配置されることができ、その超音波画像は、オーバヘッドディスプレイに表示されることになる。切開を行う前に、外科医は、切開部位の下の生体構造を識別するため超音波を使用することができる。これは、外科医が、まず外科部位を見下ろし、次に超音波表示を見上げるという、快適ではなく分裂的な操作シーケンスを必要とする。図１２のヘッドアップ表示装置４１０は、この不快さ及び注意散漫の原因を除去する。ディスプレイ４１０は、例えばＬＣＤディスプレイ画面といった表面上に超音波画像を投影する小さなプロジェクタ４１２、又はこの例では、映像ディスプレイ眼鏡４１４のレンズを含む。これにより、外科医は、わずかに目をシフトさせるだけで患者の生体構造の超音波画像を見ることができると共に、手術部位を見ることができる。プロジェクタ４１２は、映像ディスプレイ眼鏡と共に提供されることができるか、又は外科医自身の眼鏡にクリップすることができる。プロジェクタ４１２は、ホストシステムに有線接続されることができるが、好ましくはホストシステムと無線で通信する。その結果、プロジェクタからのワイヤは必要がなくなり、手術野との干渉もない。斯かる画像は高いリアルタイムフレームレートを持つ必要はない。なぜなら、外科医は、手術部位に対する比較的静止した超音波画像を見ることを期待するからである。結果的に、プロジェクタ４１２への通信に関する帯域幅要件は、比較的低くすることができる。代替的に、取得モジュールのＦＰＧＡ２００はスキャン変換を実行するようにプログラムされることができ、スキャン変換された画像は、無線プローブから無線ヘッドアップ表示装置に直接送信される。同様な超音波ディスプレイがラップアラウンドゴーグ

ルと共に提供されることができる。しかし、超音波画像を見る間外科医が手術部位を容易に観察することをこのディスプイが妨げるので、同時に又はすぐ後に連続して両方が表示されることを可能にする撮像技術が好ましい。

【００４４】

例えば外科医が手術部位で手術器具を操作し、撮像に関して超音波制御部を操作することもできないような前述の外科手術といった手術に対しては、無線プローブの音声制御が好ましい。図１３は、ユーザの耳にフィットするブルートゥース音声トランシーバ４２０を示し、ユーザが無線プローブに音声命令を出すのに使うことができるマイク４２２を含む。斯かる音声トランシーバは、オンボード音声認識処理機能を備えるマサチューセッツ州アンドーバーのPhilips Medical Systemsにより製造されるｉＵ２２超音波システムといった基地局ホストと共に使用されることができる。ｉＵ２２超音波システムの動作を制御するための音声指令を発するのに、ユーザは、無線音声トランシーバ４２０を使用することができる。本発明の原理によれば、音声認識機能を持つ超音波システムは、無線プローブと通信するためのトランシーバも含む。斯かるホスト超音波システムは、有線マイクにより又は図１３に示されるような無線ヘッドセットを用いて無線により、ユーザから音声指令を受信することができ、音声認識を介して音声指令を無線プローブに対する指令信号に変換することができる。指令信号はその後、指令された動作を実行するため無線プローブに無線で送信される。例えば、ユーザは、「より深く」又は「より浅く」という指令を出すことにより表示された画像の深さを変更することができ、ホストシステム及び無線プローブは、超音波画像の深さを変化させることにより応答する。特定の実施形態において、指令された動作が実現されたことを示すため、ユーザに対して音声情報を送信することが望ましい場合もある。前述の例を続けると、ホストシステムは、音声合成装置及びラウドスピーカから「深さは、１０センチメートルに変更された。」という音声情報を発生させて応答することができる。米国特許第５，９７０，４５７号（Brant他）を参照されたい。図１３の無線トランシーバは、音声指令に対する音声応答がユーザの耳に直接届くよう、ユーザが耳に装着することができる耳当て４２４を含む。これにより、ノイズの多い環境における理解度が改善される。

【００４５】

ユーザがホストシステムを経ることなく無線プローブに直接指令を通信することができるよう、音声認識処理が無線プローブに配置されることもできる。しかしながら、音声認識処理は、適切なソフトウェア及びハードウェアを必要とし、バッテリ駆動型のプローブに追加的な電源要件をかなり課す。これらの理由により、電源電圧により容易に電力供給されるホストシステムに音声認識処理を配置することが好ましい。その後解釈された指令は、それを実行する無線プローブに容易に送信される。上述した用途において、ユーザが無線プローブに一切ユーザインタフェースデバイスがないプローブを望む場合、音声制御は無線プローブを制御するための適切な手段を提供する。

【００４６】

図１４は、本発明の原理に基づき構築される完全に一体化された無線超音波システムを示す。システムの中心には、多数の無線超音波撮像デバイス及びアクセサリとペアになるようプログラムされるホストシステム４０、５０、６０がある（参照符号２のシンボルは、無線通信リンクを示す。）。指令信号に応答し、ホストシステム４０、５０、６０に画像データを通信する無線プローブ１０が、最初にある。ホストシステムは、そのシステムディスプレイ４６、５６、６６に超音波画像を表示する。代替的に又は追加的に、画像は、ユーザによる使用がより便利であるよう超音波画像が表示されるヘッドアップディスプレイ４１０に送信される。無線プローブ１０は、図９ａ及び９ｂに示されるようにプローブ自身に配置されるユーザインタフェースにより制御される。代替的に又は追加的に、無線プローブに関する制御部が、ホストシステム４０、５０、６０に配置されることができる。更に別のオプションは、無線プローブ１０に対して、又は無線プローブへの中継のためホストシステムに対して、直接制御指令を通信する無線ユーザインタフェース３２を使用することである。別のオプションは、フットスイッチ制御部である。更に、追加的なオ

プションは、マイク４２０に向かって話される言葉により、音声でプローブを制御することである。これらの指令ワードは、それらが認識されるホストシステム４０、５０、６０に送信され、プローブに対する指令信号に変換される。その後、指令信号は、無線プローブの動作を制御するため、プローブ１０に無線で送信される。

【図１ａ】

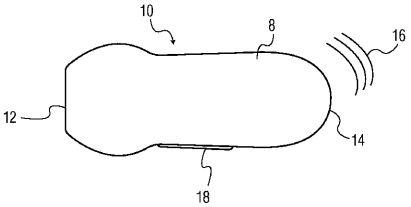


FIG. 1a

【図１ｂ】

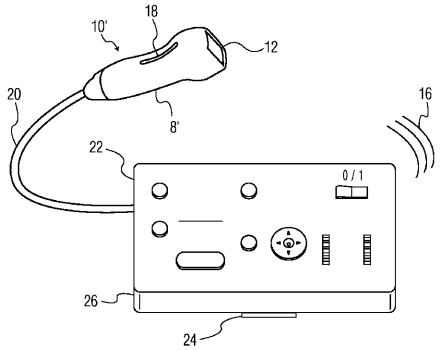


FIG. 1b

【図１ｃ】

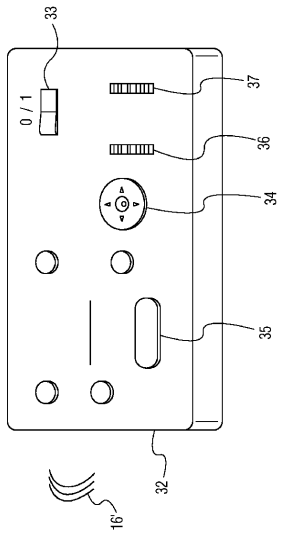


FIG. 1c

【図２ａ】

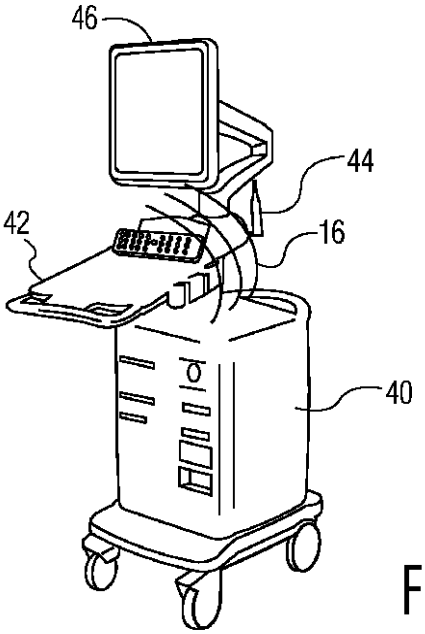


FIG. 2a

【図２ｂ】

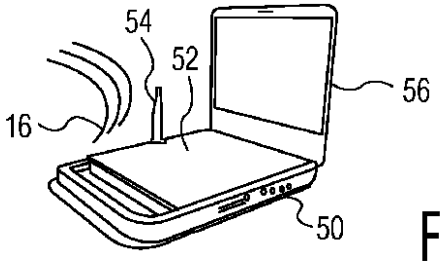


FIG. 2b

【図２ｃ】

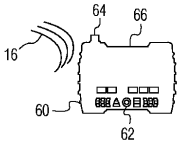


FIG. 2c

【図３】

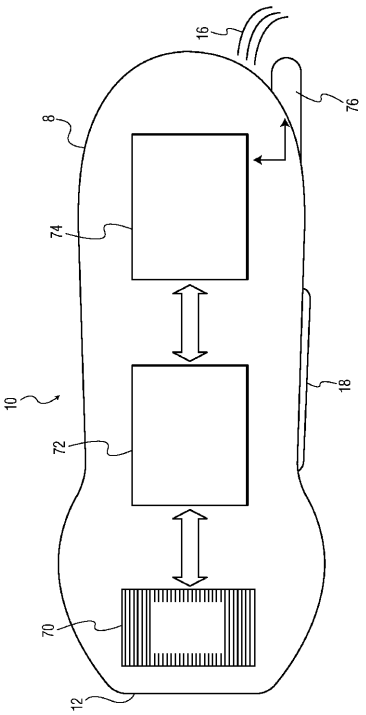


FIG. 3

【図４】

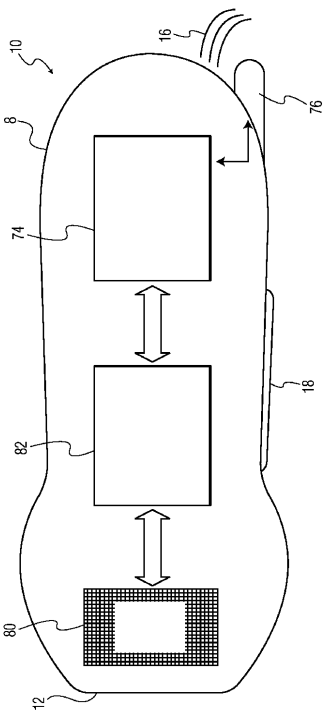


FIG. 4

【図５】

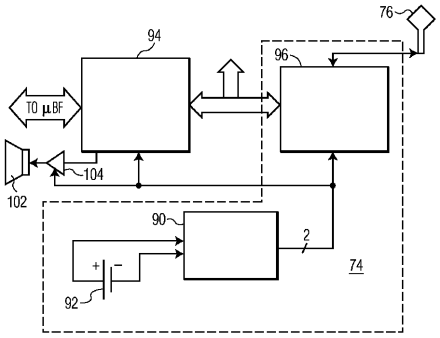


FIG. 5

【図６ａ】

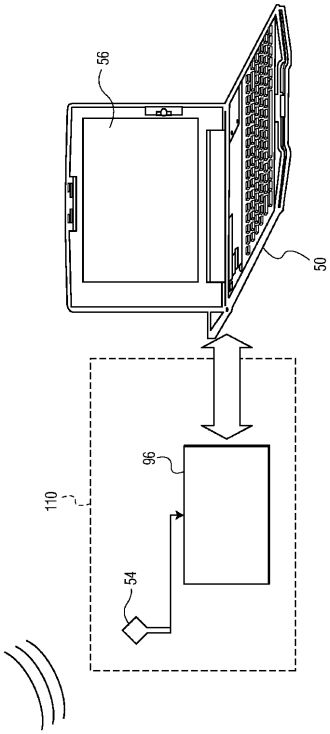


FIG. 6a

【図６ｂ】

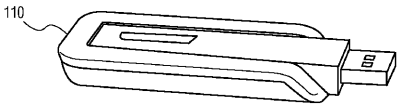


FIG. 6b

【図７】

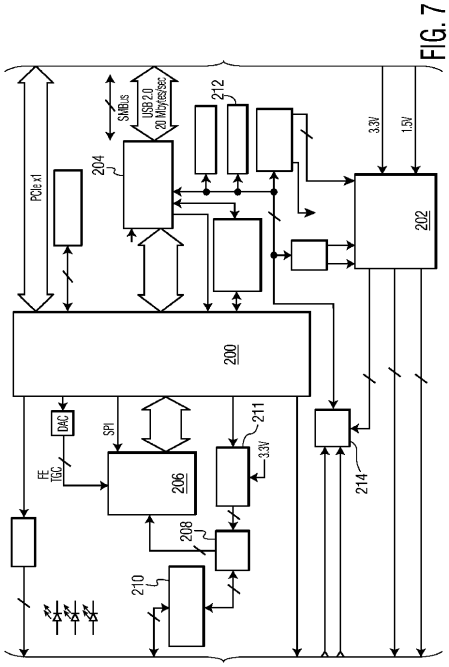


FIG. 7

【図８ａ】

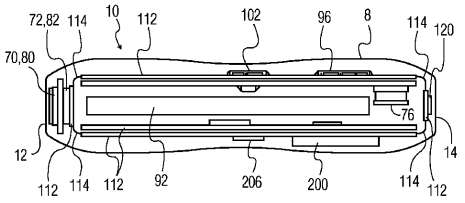


FIG. 8a

【図８ｂ】

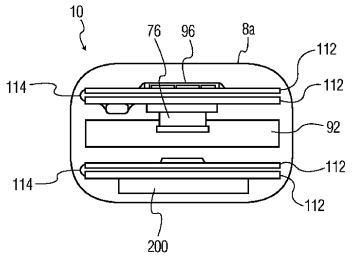


FIG. 8b

【図９ａ】

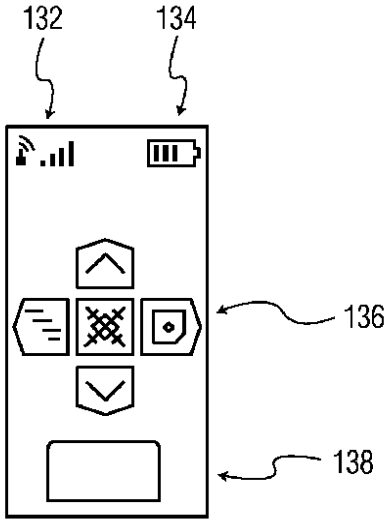


FIG. 9a

【図９ｂ】

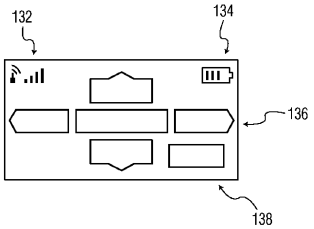


FIG. 9b

【図１０ａ】

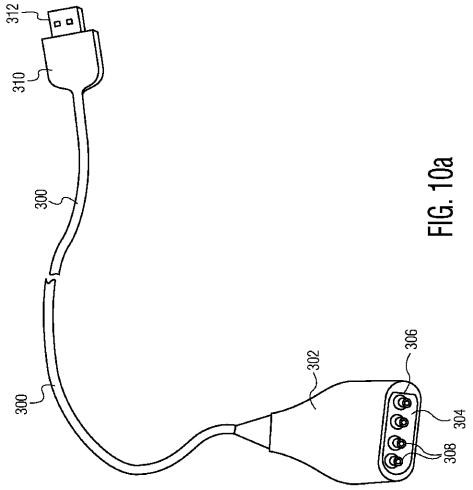


FIG. 10a

【図１０ｂ】

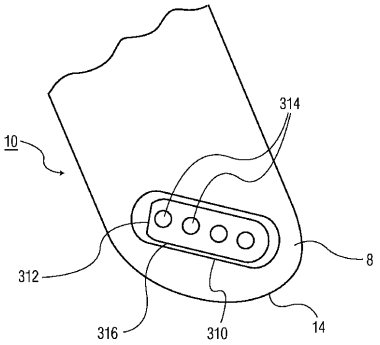


FIG. 10b

【図１１】

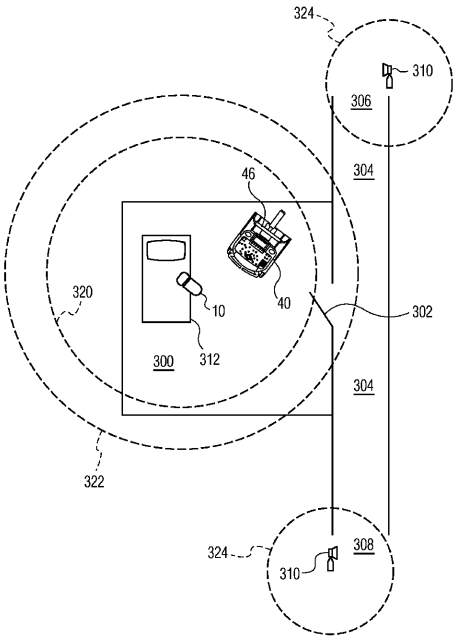


FIG. 11

【図１２】

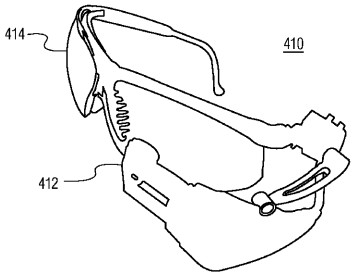


FIG. 12

【図１３】

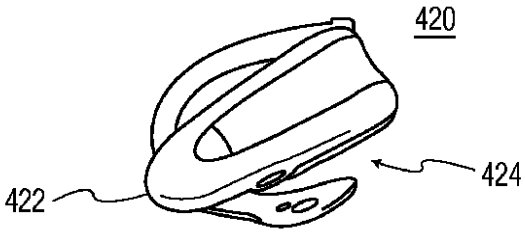


FIG. 13

【図１４】

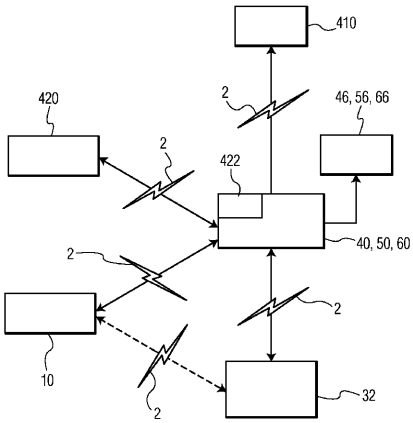


FIG. 14

フロントページの続き

(72)発明者　ウィルソン　マーサ
アメリカ合衆国　ワシントン州　９８０４１－３００３　ボゼル　ピーオー　ボックス　３００３

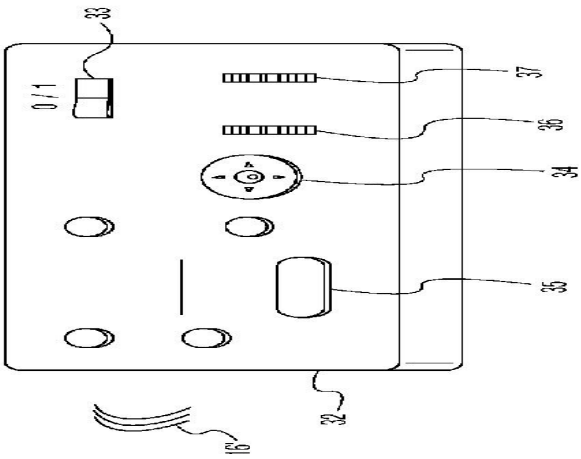
審査官　後藤　順也

(56)参考文献　米国特許出願公開第２００５／０２６５２６７（ＵＳ，Ａ１）
特表２００２－５３０１４２（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０５５２５３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２５５１０２（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－００８９５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０２７１７２（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０１０１７７（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２７７０３５（ＪＰ，Ａ）
特表２００２－５３０１４５（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０８９６９４（ＪＰ，Ａ）
特表２００２－５３０１７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　　８／００－８／１５

专利名称(译)	轻量级无线超声探头		
公开(公告)号	JP5676252B2	公开(公告)日	2015-02-25
申请号	JP2010509926	申请日	2008-05-21
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	ポランドマッキー ウィルソンマーサ		
发明人	ポランド マッキー ウィルソン マーサ		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/00 A61B8/4427 A61B8/4433 A61B8/4472 A61B8/565 G01S7/003 G01S7/5208 G01S15/899		
FI分类号	A61B8/14		
优先权	60/941400 2007-06-01 US		
其他公开文献	JP2010528696A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

无线超声探头具有换能器阵列堆栈，耦合到换能器阵列的微波束成形器，采集模块，超宽带收发器，电源电路和围绕可充电电池的探头外壳，其总重量为300克它是以下。优选地，这些元素的总重量不超过150克，最优选地，这些元素的总重量不超过130克。收发器将回声信息信号无线地发送到超声系统主机。在该主机中，该信号可以经受额外的超声信号处理，例如附加的波束成形，图像处理和显示。电池优选地是可充电电池，并且用于收发器的天线位于换能器叠层的相对探针的末端。

【図1c】