

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5274834号
(P5274834)

(45) 発行日 平成25年8月28日(2013.8.28)

(24) 登録日 平成25年5月24日(2013.5.24)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/08 (2006.01)

A 6 1 B 8/08

請求項の数 14 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2007-515628 (P2007-515628)
 (86) (22) 出願日 平成17年6月1日(2005.6.1)
 (65) 公表番号 特表2008-501436 (P2008-501436A)
 (43) 公表日 平成20年1月24日(2008.1.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2005/019604
 (87) 国際公開番号 W02005/117711
 (87) 国際公開日 平成17年12月15日(2005.12.15)
 審査請求日 平成20年5月30日(2008.5.30)
 (31) 優先権主張番号 60/577,326
 (32) 優先日 平成16年6月4日(2004.6.4)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 60/577,388
 (32) 優先日 平成16年6月4日(2004.6.4)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506360804
 ユーシステムズ, インコーポレイテッ
 ド
 U-S y s t e m s, I n c.
 アメリカ合衆国, カリフォルニア 95
 134-1358, サン ノゼ, ロー
 ズ オーチャード ウエイ 110
 (74) 代理人 100076185
 弁理士 小橋 正明
 (72) 発明者 チャン, ウェイ
 アメリカ合衆国, カリフォルニア 94
 587, ユニオン シティー, モント
 クレア ウエイ 2902

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 乳房超音波情報の処理及び表示

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

乳房超音波情報を提示する方法において、

患者の第一乳房の第一スラブ状サブボリューム内の超音波特性を表わす第一厚スライス画像を表示し、

前記第一厚スライス画像に隣接する第二厚スライス画像を表示し、該第二厚スライス画像は該第一乳房に対向する第二乳房の第二スラブ状サブボリューム内の前記超音波特性を表わしており、前記第一及び第二スラブ状サブボリュームは夫々該第一及び第二乳房内のほぼ同様の位置を占有しており、前記スラブ状サブボリュームの各々が冠状面に対して実質的に平行であり且つ2 - 20 mmの範囲内の厚さを有しており、

各厚スライス画像は胸の方向に圧迫された患者の乳房をスキャンングすることにより得られた乳房の超音波特性の三次元表示から派生されたものであり、

それにより前記超音波特性に関する該第一及び第二乳房の比較が容易化されている、ことを包含している方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記第一厚スライス画像が該第一乳房内の相次ぐスラブ状サブボリュームに対応する第一厚スライス画像アレイのうちの1つのメンバーであり、前記第二厚スライス画像は該第二乳房内の相次ぐスラブ状サブボリュームに対応する第二厚スライス画像アレイのうちの1つのメンバーであり、該第二乳房内の各スラブ状サブボリュームは、少なくとも、該第一乳房内の対応するスラブ状サブボリュームとの一般的な位置関連性

を有しており、更に、前記第二厚スライス画像アレイの対応するメンバーと位置的に対とさせて前記第一厚スライス画像アレイの複数個のメンバーを表示させることを包含している方法。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記第一及び第二乳房の各々に対する前記相次ぐスラブ状サブボリュームがその乳房に対する乳房ボリュームの実質的に全てを集合的に占有している方法。

【請求項 4】

請求項 2 において、前記超音波特性が、夫々、前記第一及び第二乳房に対応する第一及び第二乳房ボリュームと関連しており、更に、

各ブックマークが前記第一及び第二乳房ボリュームのうちの一方におけるブックマーク位置を識別する複数個のブックマークを受取り、

ブックマークナビゲーションコマンドを受取り、

(i) 第一ブックマーク位置と関連する前記厚スライス画像のうちの対応する 1 つ、及び (i i) 前記第一ブックマーク位置に対応する平面超音波画像を自動的に表示し、前記平面超音波画像がそれと関連する第一又は第二乳房ボリューム内の前記第一ブックマーク位置を介して通過する面に沿って前記超音波特性を表わす方法。

【請求項 5】

請求項 2 において、超音波特性が、夫々、前記第一及び第二乳房に対応する第一及び第二乳房ボリュームと関連しており、更に、

複数個のコンピュータ補助検知 (C A D) 結果を受取り、各 C A D 結果は前記第一及び第二乳房ボリュームのうちの 1 つにおける潜在的に疑わしい位置を識別し、

C A D ナビゲーションコマンドを受取り、

(i) 次の C A D 結果位置と関連する前記厚スライス画像のうちの対応する 1 つ及び (i i) 前記次の C A D 結果位置に対応する平面超音波画像を自動的に表示し、前記平面超音波画像はそれと関連する第一又は第二乳房ボリューム内の前記次の C A D 結果位置を介して通過する面に沿って前記超音波特性を表わす方法。

【請求項 6】

請求項 3 において、前記スラブ状サブボリュームの各々が標準マンモグラム観察面に対して実質的に平行である方法。

【請求項 7】

請求項 6 において、更に、その上に関連する乳首位置の投影を表わす前記第一及び第二厚スライス画像の各々の上に乳首マーカを表示することを包含している方法。

【請求項 8】

請求項 7 において、前記超音波特性は、少なくとも部分的に胸の方向に圧迫した状態で、夫々、前記第一及び第二乳房に対応する第一及び第二乳房ボリュームを得るボリュームトリック超音波スキャン期間中に採取され、各乳首マーカが、(i) 関連するボリュームトリック超音波スキャンと共に与えられる手作業によりエンターされた乳首位置、(i i) 関連するボリュームトリック超音波スキャンから自動的に発生されるコンピュータにより派生された乳首位置、(i i i) 関連するボリュームトリック超音波スキャンに対する物理的乳首トークンの手作業による配置に基づいて自動的に発生されるコンピュータにより派生された乳首位置、及び (i v) 乳首マーカに対する観察者が決定した位置のうちの少なくとも 1 つに従ってそれと関連する厚スライス画像上に位置決めされる方法。

【請求項 9】

請求項 7 において、前記第一厚スライス画像が関連するポインティングデバイスを具備するディスプレイモニタ上に観察者に対して表示され、更に、

前記ポインティングデバイスの観察者の操作に従って該第一厚スライス画像上にカーソルを表示し、

前記第一厚スライス画像の近くに乳房アイコンを表示し、前記乳房アイコンは前記第一厚スライス画像上の前記カーソルと前記乳首マーカとの間の相対的位置を反映する態様でその上に可変的に配置されるカーソル位置インジケータを包含している、

10

20

30

40

50

ことを包含している方法。

【請求項 1 0】

請求項 9 において、前記乳房アイコンが少なくともほぼ時計の文字盤に類似する形態とされており、前記カーソル位置インジケータは前記乳首マーカーと相対的な前記カーソルの前記位置を反映する態様で該時計の文字盤の中心と相対的に位置されている方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 において、前記第一厚スライス画像が関連するポインティングデバイスを具備するディスプレイモニタ上に観察者に対して表示され、更に、

前記ポインティングデバイスの観察者の操作に従って該第一厚スライス画像上にカーソル位置を表示し、前記カーソル位置は該第一乳房ボリューム内の対応する点と関連しており、

10

前記カーソル位置に対応する平面超音波画像を表示し、前記平面超音波画像は該第一乳房ボリューム内の前記対応する点を介して通過する面に沿って前記超音波特性を表わす、ことを包含している方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 において、更に、配向デバイスのその後の観察者による操作に従って前記対応する点周りの前記面の配向を修正することを包含している方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 において、該第一及び第二乳房内の前記スラブ状サブボリュームが、少なくとも 1 つの圧迫表面により圧迫された状態で夫々該第一及び第二乳房のボリュームの実質的に全てを占有し、且つ前記第一及び第二厚スライス画像は前記第一及び第二乳房ボリュームについて動作する少なくとも 1 つのコンピュータ補助検知 (C A D) アルゴリズムに従いマークが設けられる方法。

20

【請求項 1 4】

請求項 1 において、前記超音波特性が前記第一乳房に対応する第一乳房ボリュームを介して測定され、更に、

その中における潜在的に疑わしい領域を識別する該第一乳房ボリュームと関連するコンピュータ補助診断 (C A D) 情報を受取り、

その前記超音波特性に従っての前記第一乳房のボリュームレンダリングを表示し、

前記ボリュームレンダリング内の前記潜在的に疑わしい領域のうちの少なくとも 1 つの表面レンダリングを表示する、ことを包含している方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本特許明細書は医学的超音波イメージングに関するものである。更に詳細には、本特許明細書は、乳癌スクリーニング及び / 又は診断目的のための乳房超音波情報の処理及び / 又は表示に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

40

乳房のボリュームメトリック (v o l u m e t r i c) 超音波スキャンニングは、例えば、本願出願人に譲渡されており引用により各々を本明細書に取込む米国特許出願 2 0 0 3 / 0 0 0 7 5 9 8 A 1 及び 2 0 0 3 / 0 2 1 2 3 2 7 A 1 に記載されているような乳癌スクリーニングに対する相補的なモダリティとして役立つ場合がある。従来の二次元 X 線マンモグラムは乳房全体にわたる乳房組織の個々のスライスの X 線不透明度の和を検知するに過ぎないものであるが、超音波は乳房組織の個々のスライスの超音波特性を別個に検知することが可能であり、従って、X 線マンモグラフィのみでは見つからない乳房病変の検知を可能とする場合がある。X 線マンモグラフィの実施の別の良く知られた欠点は乳腺組織の含有率が高い患者を含む高密度乳房 (d e n s e - d r e a s t) の女性の場合に見出される。乳腺組織は周りの脂肪組織よりもより高い X 線吸収を有しているので、乳腺組織の

50

含有率が高い乳房の部分はX線が良く透過するものではなく、従って、その結果得られるマンモグラムは乳腺組織が存在する区域において減少された情報を包含している。X線マンモグラフィ実施上の更に別の欠点は胸壁近くのイメージングにおける困難性に関するものである。何故ならば、適切なイメージングを行うためにこれらの組織を圧迫プレート上に外側へ伸ばすことが困難だからである。かなりの数の癌は胸壁の3 cm内に発生することが知られており、それはX線マンモグラフィによってミスされる場合がある。

【0003】

X線マンモグラフィに対する相補的なモダリティとして有用であることに加えて、超音波マンモグラフィは少なくとも幾つかの患者グループに対しての唯一の乳癌スクリーニングモダリティとなる可能性がある。例えば、予防的ヘルスケアポリシーは益々より若い女性、例えば40才以下の女性、及び、多分、癌の家系がある場合には30才以下、に対し規則的な乳癌スクリーニング手順を採用する方向に向かっている。より若い女性は、通常、より密度の高い乳房を有しているので、従来の二次元X線マンモグラフィの欠点は特に明らかなものとなることが推測される。更に、X線照射に対する露光の危険性は寿命に関して累積的なものであるから、これらのより若い年齢グループにおける女性に対しては超音波マンモグラフィが唯一の乳癌スクリーニングモダリティとなる可能性がある。あるグループ、領域又は国の間でより高い乳房密度を表わすその他の人口統計も、これらのグループ、領域又は国に対する唯一の又は補助的なスクリーニングモダリティとして乳房超音波の増加された採用に通ずることとなる場合がある。完全な組の乳房超音波スキャンが得られると、臨床医に対し乳房超音波情報を処理し且つ表示することに関連してのチャレンジが発生する。一般的に、(i)スクリーニング及び/又は診断プロセスにおける高い感度、特定性及び/又は診断プロセスを促進することと(ii)コストを管理可能なものに維持するための効率的な患者処理能力を促進することとの間には本来的な緊張が存在している。従って、例えば、良く訓練された放射線医による生の超音波スキャンの注意深いスライス毎の吟味は高い感度及び特定性を促進するものであるが、この方法の全体的な作業の流れの効率性は低く、従って、各患者に対し数百の個別的な生の超音波スライスを検討することに鑑みコストは高いものとなる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、(i)超音波情報がX線マンモグラム情報を補足する補助的超音波マンモグラフィ環境及び/又は(ii)超音波が唯一のスクリーニングモダリティである超音波のみのマンモグラフィ環境に対して効果的なものである場合がある乳房超音波情報を観察するための対話的ユーザインターフェースを提供することが望ましい。

【0005】

更に、乳癌スクリーニング及び/又は診断プロセスにおける高い特定性及び感度を促進する態様で乳房超音波情報を処理し且つ表示を与えることが望ましい。

【0006】

更に、乳癌スクリーニング及び/又は診断プロセスにおいての高い患者処理能力及び患者あたりの低いコストを促進しながら乳房超音波情報をこのように処理し且つ表示することを提供することが望ましい。

【0007】

更に、より小さな寸法の乳房を含む広範な乳房寸法に対して効果的な乳房超音波情報のこのような処理及び表示を提供することが望ましい。

【0008】

更に、乳房超音波情報の異なる表現の間で放射線医が迅速且つ直感的に操縦することを可能とする超音波マンモグラフィシステム用の対話的ユーザインターフェースを提供することが望ましい。

【0009】

更に、比較的高い百分率の乳房の異常が発生する患者の胸壁近傍における乳房の異常を

10

20

30

40

50

露顕させる上で効果的な乳房超音波情報のこのような処理及び表示を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0010】

乳房超音波情報を処理し且つ表示するためのシステム、方法及びコンピュータプログラムプロダクトが提供され、その場合に、乳房の超音波特性の三次元データボリューム（volume）から複数個の二次元冠状厚スライス（thick-slice）画像を発生し、各冠状厚スライス画像は冠状面に対して実質的に平行な乳房のスラブ状サブボリューム（subvolume）内の超音波特性を表わしている。該冠状厚スライス画像はユーザディスプレイ上において臨床医等の観察者に対して表示される。1つの好適実施例においては、該複数個の冠状厚スライス画像は集団的に乳房ボリューム即ち体積全体を表わし且つ同時的に表示される。

10

【0011】

有益的には、該冠状厚スライス画像のアレイは胸壁と当接するサブボリュームに対応する1つ又はそれ以上のメンバーを含んでおり、そのことは胸壁近くの組織構造の詳細な視覚的な観察を可能とする。好適には、該三次元データボリュームは、該乳房を胸の方向に圧迫させ且つ冠状厚スライス画像において高い分解能を可能とする高周波数超音波プローブを使用してスキャンして得られたものである。然しながら、好適実施例の範囲はそうのように制限されるものではなく、その他の好適実施例においては、圧迫されていないか又はその他の方向に沿って圧迫された状態で乳房をスキャンさせることが可能である。

20

【0012】

別の好適実施例においては、該三次元データボリュームから複数個の二次元標準面厚スライス画像が発生され、該標準面厚スライス画像は例えば頭尾（CC）又は内外斜位（MLO）観察面等の標準X線マンモグラム観察面に対して実質的に平行なスラブ状サブボリュームに対応している。該標準面厚スライス画像は、次いで、好適には、全てが同時的に見えるように並置した提示形態でユーザディスプレイ上において冠状厚スライス画像と共に表示する。別の好適実施例においては、従来のX線マンモグラム画像も該厚スライス超音波画像と共に表示される。

【0013】

1つの好適実施例においては、冠状厚スライス画像に対応するスラブ状サブボリュームの全てが同一の厚さを有している。別の好適実施例においては、胸壁により近くに位置しているスラブ状サブボリュームの第一サブセットの平均厚さは胸壁からより離れて位置している前記スラブ状サブボリュームの第二サブセットの平均厚さよりもより小さく、それにより、観察している臨床医に対し「多過ぎる情報」を提示することを回避しながら、胸壁により近いより小さな構造の検知を容易化させている。一方又はそれと関連して、該三次元データボリュームは乳房内の解剖的異常（例えば、スピキュラ状腫瘍性病変、微細石灰化等）を検知するために少なくとも1つのコンピュータ補助検知（CAD）アルゴリズムに従って処理し、且つ該冠状厚スライス画像はユーザディスプレイ上において対応的に注釈を付ける。

30

【0014】

別の好適実施例においては、乳房超音波情報を表示するための方法、装置及び関連するコンピュータプログラムプロダクトが提供され、それは、補助的超音波マンモグラフィ環境及び/又は超音波のみのマンモグラフィ環境において使用することが可能な対話的ユーザインターフェースを包含している。好適実施例によれば、患者の第一乳房の第一スラブ状サブボリューム内の超音波特性を表わす第一厚スライス画像を表示し且つ該第一厚スライス画像に隣接する第二厚スライス画像を表示することにより二者間比較が容易化される。該第二厚スライス画像は第一乳房に対向する第二乳房の第二スラブ状サブボリューム内の超音波特性を表わし、該第一及び第二スラブ状サブボリュームは、夫々、第一及び第二乳房内のほぼ同様の位置を占有している。

40

【0015】

50

別の好適実施例によれば、そのスラブ状サブボリューム内の乳房の超音波特性を表わす厚スライス画像が表示され、その場合に、該スラブ状サブボリュームは2 mmと20 mmとの厚さを有しており、且つ該スラブ状サブボリュームは冠状面に対して実質的に平行である。該厚スライス画像は冠状面に対して実質的に平行な乳房内の相次ぐスラブ状サブボリュームに対応する厚スライス画像アレイのうちの1つのメンバーとすることが可能であり、その複数の個を内部乳房組織の迅速な概観のために同時的に表示させることが可能である。

【0016】

別の好適実施例においては、全体的な乳房ボリュームに対応する単一の複合厚スライス画像が表示される。好適には、該複合厚スライス画像は採取された三次元乳房ボリューム

10

【0017】

別の好適実施例においては、厚スライス画像がディスプレイモニタ上に表示され、該厚スライス画像はそのスラブ状サブボリューム内の乳房の超音波特性を表わし、該スラブ状サブボリュームは冠状面に対して実質的に平行である。その厚スライス画像上への乳首位置の投影を表わす乳首マーカが該厚スライス画像上に表示される。該ディスプレイモニタと関連するポインティングデバイスの観察者による操作に従って該厚スライス画像上にカーソルも表示される。容易且つ直感的なナビゲーション及び観察を簡単化させるために、該厚スライス画像近くに乳房アイコンが表示され、該乳房アイコンは該厚スライス画像上のカーソルと乳首マーカとの間の相対的な現在の位置を反映する態様で可動的にその上に配置されるカーソル位置インジケータを含んでいる。好適には、該乳房アイコンは、少なくとも概略的に時計の文字盤に似た形態とされており、且つその時計の文字盤の中心は乳首マーカ位置を表わしており、即ち、該カーソル位置インジケータは乳首マーカと相対的に該厚スライス画像上のカーソルの現在の位置を反映する態様で該時計の文字盤の中心と相対的に配置される。

20

【0018】

更に迅速且つ直感的な観察を簡単化させるために、表示中のいずれかの平面超音波画像上のみならず該厚スライス画像上にブックマークを観察者が配置させることを可能とするブックマーク能力が提供される。有益的には、ブックマークセントリックナビゲーション能力が提供され、それは該平面超音波画像がその次のブックマーク位置へ迅速に対応させるのみならず観察者が該厚スライス画像上の次のブックマークへ精密に且つ迅速に進行することを可能とさせる。一方、又はそれと関連して、コンピュータ補助診断(CAD)セントリックナビゲーション能力が提供され、それは、該厚スライス画像及び平面超音波画像の両方の上で、CAD検知、即ちコンピュータ補助診断システムにより決定されるような疑いのある位置の間で観察者が迅速に進行することを可能とする。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

図1は好適実施例に基づく乳癌スクリーニング及び/又は診断システムの概念図を例示している。患者101の乳房が自動化されたスキャン装置により超音波的にスキャンされ、その間に、該患者はうつ伏せ位置(装置102)、直立位置(装置102')、仰向け位置(装置102'')又はその他の位置(不図示)にある。所要の超音波透過深さを胸壁へ減少させることにより、胸の方向に圧迫された乳房のスキャンはより高い周波数、例えば10 - 20 MHzで行うことが可能であり、そのことは胸壁近くの1 mmの程度で微細石灰化又はその他の構造の検知を容易化するのに充分な非常に高い分解能の画像を発生することが可能である。然しながら、この好適実施例の範囲は胸の方向に圧迫された場合に制限されるものではなく、この好適実施例に基づく乳房超音波情報処理及び表示は、一般的に、乳房の超音波特性の三次元ボリュメトリック即ち体積的表現を派生することが可能な任意のスキャンシステムに有用なものであることを理解すべきである。

40

【0020】

50

乳房スキャンは、例えば、モニタ 106、キーボード 108、マウス 110、スキャンエンジン（不図示）を含むワークステーション 104 及びスキャンエンジンの制御下で得られる。スキャンングプロセス期間中又はその後、超音波スキャンデータがコンピュータネットワーク 112 を介して超音波サーバー 114 へ供給され、それは本明細書に記載する機能に従って表示情報を処理し且つ発生する。超音波サーバー 114 は例えばアーカイビング、スケジューリング等のその他の H I S / R I S（病院情報システム / ラジオロジー情報システム）動作を実施することが可能である。理解すべきことであるが、超音波スキャンデータの処理は、この好適実施例の範囲から逸脱することなしに種々の組み合わせにおけるコンピュータネットワーク 112 へ結合されている多様な異なる計算装置のいずれかにより実施することが可能である。

10

【0021】

好適実施例によれば、観察用ワークステーション 122 が提供され、それは冠状厚スライス画像のアレイ 124 を臨床医 121 に対して表示し、各冠状厚スライス画像は冠状面に対して実質的に平行なそのスラブ状サブボリューム内の乳房の超音波特性を表わしている。本明細書において使用されるように、「臨床医」という用語は、概括的に、放射線医、又はその人が特定の医学的環境の国又は地域に依存して、その人が異なる肩書きを有しているか又は異なる資格を有している場合があるという理解の下に、医学的画像を解析し且つそれから臨床的な決定を行うその他の人等の医学的専門家のことを意味している。別の好適実施例においては、図 1 に示したように、頭尾（C C）厚スライス画像アレイ 126 及び内外斜位（M L O）厚スライス画像アレイ 128 等の 1 つ又はそれ以上の標準面厚スライス画像アレイが臨床医 121 に対して表示される。

20

【0022】

別の好適実施例（不図示）においては、臨床医は、又、所望により個別的な平面超音波スライス（サジタル、アキシャル、コロナル、又は三次元乳房ボリュームを介してのその他の切断面に沿っての）を観察する能力が与えられる。1 つの望ましい平面超音波ディスプレイ及びナビゲーションスキームの 1 例が上述した本願出願人に譲渡されている米国特許出願 2003 / 0212327 A1 において、及び本明細書に記載するその他の好適実施例において提供される。

【0023】

図 2 は、コロナル面即ち冠状面に対して実質的に平行な乳房ボリューム 201 及びその冠状スラブ状サブボリューム 204 - 210 の斜視図、及び好適実施例に基づきそれから発生された二次元冠状厚スライス画像のアレイ 124 を例示している。面 202 によって分離されている冠状スラブ状サブボリューム 204 - 210 は、夫々、冠状厚スライス画像 212 - 218 に対応している。一般的に言えば、胸壁により近い冠状スラブ状サブボリューム（例えば、204 - 206）は、乳首 203 により近いスラブ状サブボリューム（例えば、208 - 210）よりも冠状面内においてより大きな断面を有している。本明細書において使用されるように、冠状スラブ状サブボリュームとは、通常、患者の胸壁に対してほぼ平行な乳房内のスラブ状のサブボリュームのことを意味している。冠状スラブ状サブボリューム 204 - 210 は、典型的に、2 - 20 mm の範囲内の厚さを有している。オプションとして、冠状スラブ状サブボリュームは胸壁の輪郭により密接に追従するように穩かに輪郭形成させることが可能である。このような場合には、冠状スラブ状サブボリュームは、ほぼ双曲面の断面を思い起こさせるか、又はほぼポテトチップを思い起こさせる表面を有している。

30

40

【0024】

一般的に言えば、冠状厚スライス画像は冠状スラブ状サブボリューム内に存在する複数の個別的な超音波スライスの統合を有している。従って、例えば、冠状スラブ状サブボリューム 204 がスカラー値の三次元ボクセルアレイ $V(x, y, z)$ によって表わされる場合には、対応する冠状厚スライス画像 212 はスカラー値からなる二次元ピクセルアレイ $P_{COR}(x, y)$ である。1 つの好適実施例においては、各ピクセル値 $P_{COR}(x, y)$ は、単純に、ボクセル値 $V(x, y, z_0)$, $V(x, y, z_1)$, $V(x, y, z_2)$

50

、．．．、 $V(x, y, z_N)$ を有する (x, y) における対応するボクセル列に沿っての算術平均として計算され、尚 N は該冠状スラブ状サブボリューム内に存在している個別的な超音波スライスの数である。説明の便宜上、ボクセル値 $V(x, y, z_0)$ 、 $V(x, y, z_1)$ 、 $V(x, y, z_2)$ 、．．．、 $V(x, y, z_N)$ を有する (x, y) におけるボクセル列は、ここにおいては、 $V_{xy}(z)$ として表わす。

【0025】

本好適実施例に基づいて成分超音波スライスを冠状厚スライス画像 $P_{COR}(x, y)$ へ統合する技術は、算術平均、幾何学平均、交互平均、指数平均、及びその他の平均方法を含んでおり、各場合において、加重及び非加重の両方の平均化技術を含んでいる。その他の適宜な統合方法は、最大値、最小値、平均、偏差又はその他の統計的アルゴリズム等の共通位置における成分超音波スライスの母集団の統計的特性に基づくものとすることが可能である。

【0026】

好適には、冠状スラブ状サブボリュームは検知すべき病変の寸法に関連する厚さを有している。上端において、乳房の詳細の殆どを見過ごし且つ寸法において10mm程度より大きな特徴にユーザの注意を差し向けることが望ましい場合には、例えば、20mmのより大きな厚さを使用することが可能である。下端において、1mmの程度の寸法における微小石灰化等の小さな構造を観察することが望ましい場合には、例えば、2mmのより小さな厚さを使用することが可能である。4mm - 10mmの範囲内の厚さは殆どの乳癌スクリーニング目的のために適切である蓋然性がある。

【0027】

その他の好適実施例においては、ボクセル列 $V_{xy}(z)$ 周りのボクセル列近傍を処理するアルゴリズムに従ってピクセル値 $P_{COR}(x, y)$ を計算することが可能であり、そのアルゴリズムは所定の寸法範囲の病変を強調する冠状厚スライス画像を発生すべく設計されている。1つのこのような好適実施例においては、該統合方法は、加重ベクトルにより対応するボクセル列のボクセルを加重し、次いで、その結果を加算することを包含しており、該加重ベクトルはそのボクセル列周りの近傍特性に従って計算される。このことは以下の式(1)により要約することが可能である。

【0028】

【数1】

$$P_{COR}(x, y) = FUNC\{V_{xy}(z)\} = \sum_{n=1}^N W_{xy}(n) V_{xy}(z_n) \quad \{1\}$$

【0029】

既知の三次元セグメント化及びコンピュータ補助検知(CAD)技術を使用して、冠状厚スライスボリューム内の病変の位置及び寸法が、直接的に又は全体的な三次元乳房ボリュームからのマッピングによるかのいずれかにより識別される。引用により本明細書に取込むGillhigs, Giger及びBickに対しての米国特許第6,317,617号において説明されているような多様な既知の三次元セグメント化及び/又はCADアルゴリズムのうちのいずれかを使用することが可能である。1つの好適実施例においては、与えられたボクセル列に対して、加重ベクトル $W_{xy}(n)$ は病変内に存在する位置におけるピーク及びその他における谷を有しており、従って結果的に得られる冠状厚スライス画像をして出力における腫瘍性病変を強調させる。別の好適実施例においては、加重ベクトル $W_{xy}(n)$ は、本願出願人に譲渡されているWO02/101303A1に記載されているように計算することが可能であり、尚それを引用により本明細書に取込む。該CAD検知異常は、微小石灰化、疑いのある腫瘍、及び/又はその他の既知の乳房異常を含むことが可能である。

【0030】

図3は好適実施例に基づいて乳房超音波情報を処理し且つ表示する方法を例示している。ステップ302において、胸の方向の圧迫された乳房のポリュメトリック超音波スキャ

10

20

30

40

50

ンが、その乳房がスキャンされるのと実時間で又は前に採取した画像のデータベース又はアーカイブからオフライン態様で採取される。ステップ304において、冠状面に対して実質的に平行な胸の方向の圧迫された胸部のスラブ状サブボリュームに対応する冠状厚スライス画像が計算される。ステップ306において、冠状厚スライス画像のアレイが、好適には、並置態様で、ユーザディスプレイ上に表示される。然しながら、冠状厚スライス画像の多様な異なる空間的配置が好適実施例の範囲内のものである。例えば、該アレイは円形又は行列態様で提示することが可能である。1つの好適実施例においては、集団的に全体的な乳房ボリュームに対応する冠状厚スライス画像の全てが観察者に対して同時に表示され、従って全体的な乳房が同時に効果的に示され、それにより臨床的な作業の流れの効率を容易化させている。別の好適実施例においては、冠状厚スライス画像を自動的に又はユーザの制御に応答してのいずれかにより相次ぐ時間間隔で漸進的に表示させることが可能である。

10

【0031】

1つの好適実施例によれば、ステップ308において、標準面厚スライス画像のうちの1つのタイプである頭尾(CC)厚スライス画像がCCビューに対応するアキシャル面に対して実質的に平行な胸の方向に圧迫された乳房のスラブ状サブボリュームに対応して計算される。ステップ310において、別のタイプの標準面厚スライス画像である内外斜位(MLO)厚スライス画像がMLO面に実質的に平行な胸の方向に圧迫された乳房のスラブ状サブボリュームに対応して計算される。ステップ312において、CC及びMLO厚スライス画像のアレイがユーザディスプレイ上に提示される。

20

【0032】

図4は乳房201の概念的正面図を例示しており、その上に(i)CCスラブ状サブボリュームに対応するスラブ状サブボリュームA-Hの正面図輪郭及び(ii)MLOスラブ状サブボリュームに対応するスラブ状サブボリュームI-VIの正面図輪郭が描かれている。図4においては、又、CC厚スライス画像アレイ126及びMLO厚スライス画像アレイ128を例示した観察用ワークステーション122の一部が示されており、インジケータがそれらを夫々スラブ状サブボリュームA-H及びI-VIにマッピングしている。これらのCC及びMLO厚スライス画像アレイは、上述したWO02/101303A1に記載されているのと類似した態様で三次元乳房ボリュームから発生させることが可能である。当該技術において知られているように、MLO面は、通常、CC面から約55度

30

【0033】

再度図3を参照すると、1つの好適実施例によれば、乳房の標準CC及びMLOX線マンモグラムビューは、夫々、ステップ314及び316において表示される。図5は上述した観察用ワークステーション122と同様の観察用ワークステーション502を例示しており、夫々CC及びMLOX線マンモグラム画像504及び506が付加されており、そのことは興味のある区域の行きつ戻りつの観察を介してのスクリーニング及び診断を更に簡単化させることが可能である。CC及びMLOX線マンモグラム画像504及び506は、好適には、実際的な理由からデジタル化形態であるが、これらが光箱を背景としたフィルムに基づくX線マンモグラムとすることも該好適実施例の範囲内である。

40

【0034】

図6A及び6Bは好適実施例に基づく冠状スラブ状サブボリューム厚さスキームを説明する目的のための胸壁602の隣りの乳房201の側面図を例示している。図6Aの好適実施例においては、冠状スラブ状サブボリューム1-5の厚さは実質的に等しい。然しながら、図6Bの好適実施例においては、冠状スラブ状サブボリューム1-5の厚さに対して段階的なアプローチがとられている。より詳細には、内側のサブボリューム1-2は外側のサブボリューム4-5より一層薄い。従って、胸壁により近くに位置しているスラブ状サブボリュームの第一サブセットの平均厚さは胸壁からより離れて位置しているスラブ

50

状サブボリュームの第二サブセットの平均厚さよりもより小さい。

【 0 0 3 5 】

図 6 B の段階的なアプローチは有益なものであることが判明している。何故ならば、乳房病変の大きな百分率は胸壁の近くであり、従ってこれらの組織のより精密な観察（即ち、従来の薄いスライスの超音波画像の精度に近づく）が正当化される。然しながら、同時に、ユーザディスプレイ上において「多過ぎる情報」を回避することが尚且つ望ましく、従って必要とされる画像の全体的な数を管理可能なレベルに維持するために胸壁からより離れた領域に対してより厚いサブボリュームが使用される。

【 0 0 3 6 】

図 7 は好適実施例に基づく乳房超音波情報を処理し且つ表示する方法を例示している。ステップ 7 0 2 において、その中における解剖的異常を検知するために少なくとも 1 つのコンピュータ補助検知（C A D）アルゴリズムに従って三次元データボリュームを処理する。これらの C A D アルゴリズムは厚スライス画像における病変の比較的様相を向上させるために上述した如くに使用されるものと同一のものとすることが可能であり、又は、代替的に、異なる及び／又は付加的な C A D アルゴリズムとすることが可能である。ステップ 7 0 4 において、該三次元データボリュームにおいて検知された病変をそれらの対応する冠状厚スライス画像内にマッピングさせる。検知された病変も、存在する場合には、それらの対応する C C 及び／又は M L O 厚スライス画像内にマッピングさせる。ステップ 7 0 6 において、検知された解剖的異常のタイプ及び位置に従って対応するコロナル、C C 及び／又は M L O 厚スライス画像上にアノテーションを重畳させる。

【 0 0 3 7 】

図 8 は好適実施例に基づく観察用ワークステーション 8 0 2 を例示しており、それは観察用ワークステーション 1 2 2 と類似しているがコロナル、C C 及び M L O 厚スライス画像上の C A D アノテーションを包含している。該 C A D アノテーションは検知された解剖的異常のタイプ及び位置に従って配置される。図 8 の例においては、C A D 検知された疑いのある微小石灰化クラスターがコロナル、C C 及び M L O 厚スライス画像アレイの適宜のメンバーの上に夫々三角形 8 0 4 a , 8 0 4 b , 8 0 4 c によって示されている。C A D 検知された疑いのある腫瘍はコロナル、C C 及び M L O 厚スライス画像アレイの適宜のメンバー上に夫々アステリスク形状のマーカー 8 0 6 a , 8 0 6 b , 8 0 6 c により示されている。

【 0 0 3 8 】

図 9 は好適実施例に基づく観察用ワークステーションの一部 9 0 2 を例示しており、それはコロナル即ち冠状厚スライス画像のアレイ 9 0 4 を含んでいる。乳首マーカー 9 0 4 により示されるように、ユーザディスプレイ上のコロナル厚スライス画像と相対的に乳首の x - y 位置を識別することが有用であることが判明している。例えば、解剖上の理由及び乳房上の胸の方向の圧迫力の迎え角において変動が存在する場合がある事実のために、乳首は各コロナル厚スライス画像の中心にあるとは限らない。これらの迎え角における変動は、不完全な患者の位置決めの場合におけるように意図的でない場合があり、又乳房の特定の区域（例えば、上部内側象限）がフォロアップのスキャンにおいて興味がある場合のように意図的なものである場合がある。乳首の位置は、乳首陰影効果に基づく三次元データボリュームに関し C A D アルゴリズムを使用して決定することが可能である。代替的に、乳首位置は、スキャン時に技術者により、例えば乳首が圧迫プレート上の所定の点に該当することを確保することにより、又はプローブによる乳房にわたっての迅速な探查掃引に基づくスキャンシステムとの相互作用により、又は乳首位置にプローブを手作業により位置決めし且つ乳首識別ボタンを押し下げることにより、又は多様なその他の手作業により乳首識別スキームのうちのいずれかにより手作業により識別することが可能である。

【 0 0 3 9 】

図 1 0 は好適実施例に基づく乳房超音波表示 1 0 0 2 を例示しており、概略的に、画像区域 1 0 0 4 とメニューバー 1 0 0 6 とを有している。図 1 0 の特定の表示において、6

10

20

30

40

50

個の厚スライス画像 1008a - 1008e のアレイが 2 つの平面超音波画像 1010a - 1010b と共に表示されている。表示 1002 は、上述した図 1 の観察用ワークステーション 122 において使用することが可能である。表示 1002 は、マルチモダリティ P A C S ワークステーションの一部として、スタンドアローン装置として、及び / 又は X 線マンモグラフィソフトコピー又はハードコピー（即ち、光箱）観察用ステーションと関連して使用することが可能である。

【0040】

図 11 は、画像区域 1004 に関連する多様な制御及び情報表示から成るメニューバー 1006 の拡大図を例示している。メニューバー 1006 は体マーカアイコン 1102、シネ制御（ソフト）ボタン 1103、マーカー表示ボタン 1104、マーカーナビゲーションボタン 1106、二者間比較制御ボタン 1108、ソモグラム（s o m o g r a m）ボタン 1110、反転ボタン 1112 及び多様なファイル制御ボタン 1114 を有している。ファイル制御ボタン 1114 のうちのビューに関連したものに關する「/ N」（N = 2, 3, . . .）の指定は、そのビューに対する表示用に N 組のデータが使用可能であることを表わし、例えば、そのビューに対応して N 個のスキャンがとられている。「/ N」の前の数字は、これらの組のうちのいずれが表示されているかを示している。

【0041】

シネ制御ボタン 1103 は現在の乳房ビューのスライス毎の超音波ビューシネループシーケンスを観察者が開始させることを可能とする。それは現在のカーソル位置において開始し、乳房ボリュームの最初の端部に向かって移動する。それはそこにおいて短い時間期間の間遅延し、次いで該乳房ボリュームの他方の端部において再開始する。シネがアクティブである間にいずれかのボタンを押すか又はマウスを移動するとそのシネループを停止し、カーソルをその最も最近のシネ位置に残す。反転ボタン 1112 は、2 つの異なる中間調マッピングモード、通常ホワイト・オン・ブラック（w h i t e - o n - b l a c k）画像モードに対する 1 つと通常ブラック・オン・ホワイト（b l a c k - o n - w h i t e）画像モードに対する別の 1 つとの間での厚スライス画像のトグル動作を可能とする。

【0042】

二者間比較制御ボタン 1108 は、図 15 - 16 及び図 19 - 20 に関して以下に更に説明するように二者間比較ビューフォーマット、又は単一乳房の厚スライスビューの表示の間で観察者が動的にトグル動作することを可能とする。ソモグラムボタン 1110 は、平面ビューのみが示される第一形態、厚スライス画像のみが示される第二形態、及び厚スライス画像と平面画像の組合わせが示される第三形態との間で観察者がトグル動作することを可能とする。

【0043】

マーカー表示ボタン 1104 は、（i）表示された画像の注釈無しバージョンと（i i）以下に更に説明するようにブックマークを示すバージョンとの間で観察者がトグル動作することを許容する。マーカーナビゲーションボタン 1106 は、観察者がブックマークセントリックナビゲーションを実施することを可能とし、その場合に、選択すると、次のブックマーク（前方）又は前のブックマーク（後方）の位置と関連する厚スライス画像のうちの対応する 1 つ及びその位置に対応する 1 つ又はそれ以上の平面超音波画像が自動的に表示される。該ブックマーク自身は単純な右クリック及びプルダウンメニュープロセスを使用して観察者によりエンターさせることが可能であるが、該好適実施例の範囲はどのように制限されるものではない。例として、ブックマークは、他のユーザにより与えられるか、アーカイブされたデータに基づいて自動的に発生されるか、又は多様なその他のプロセスのいずれかにより与えることが可能である。

【0044】

図 11 には示していないが、別の好適実施例においては、C A D 表示ボタン及び C A D ナビゲーションボタンが設けられており、マーカー表示ボタン 1104 とマーカーナビゲーションボタン 1106 と同様のナビゲーション機能を提供する。更に別の好適実施例に

おいては、以下に更に説明する乳首マーカの表示及び乳首マーカの非表示との間でのトグル動作のための乳首マーカ表示ボタンが設けられている。

【 0 0 4 5 】

体マーカアイコン 1 1 0 2 は自動的に発生され且つ表示中の画像の幾つかの異なる側面の高速の通信を提供する。テキストセクション 1 1 1 6 は圧迫角度（非正面、即ち非コロナルな C C、M L O、L A T 等の圧迫面）、圧迫プレート（非正面圧迫面に対し）の間の分離距離、及びスキャン期間中に使用される圧迫力を通信する。体マーカアイコン 1 1 0 2 は、更に、それに対して乳房が圧迫される圧迫面 1 1 1 7、表示された厚スライス画像（1つの厚スライス画像が表示される場合）の深さに対応する厚スライス深さマーカ 1 1 1 8、及び、適用可能である場合に、表示されている表面超音波画像に対応する面マーカ 1 1 2 0 を表示する。

10

【 0 0 4 6 】

図 1 2 は種々の非正面圧迫状態に対する体マーカアイコンを例示している。体マーカアイコン 1 2 0 2 は右乳房の L A T ビューに対応しており、体マーカアイコン 1 2 0 4 は右乳房の C C ビューに対応しており、且つ体マーカアイコン 1 2 0 6 は左乳房の M L O ビューに対応している。

【 0 0 4 7 】

図 1 3 は種々の正面圧迫状態に対する体マーカアイコン 1 3 0 2、1 3 0 4、1 3 0 6 を例示しており、各々は乳房をスキャンするリニアスキャニングプローブの軌跡及び配向を示すプローブ掃引インジケータ（例えば、1 3 0 3）を有している。体マーカアイコン 1 3 0 2 は下から上への方向においての左乳房の内側の正面スキャンに対応しており、体マーカアイコン 1 3 0 6 は下から上への方向に近い方向における右側乳房の内側の正面スキャンに対応しており、且つ体マーカアイコン 1 3 0 4 は外側から内側への方向に近い方向においての左側乳房の中心区域の正面スキャンに対応している。

20

【 0 0 4 8 】

図 1 4 は単一の厚スライス画像 1 4 0 1 を例示しており、それは図 1 0 に示した位置においてカーソルをクリックした場合の厚スライス画像を 1 0 0 8 f に対応している。理解すべきことであるが、メニューバー 1 0 0 6 は、好適には、全ての画像の下側に表示されるが説明の便宜上この図及び以後の図においては省略してある。図 1 4 は、更に、現在のカーソル位置において交差する面インジケータ 1 4 0 2 及び 1 4 0 4 に夫々対応する平面超音波画像 1 4 0 6 及び 1 4 0 8 を例示している。

30

【 0 0 4 9 】

図 1 5 は二者間比較制御ボタン 1 1 0 8 の選択によりアクセスされる厚スライス画像の二者間比較アレイ 1 5 0 2 を例示しており、R M L O 厚スライス画像アレイの対応するメンバーと位置的に対とされている L M L O 厚スライス画像アレイのメンバーを有しており、その場合に、L M L O 厚スライス画像アレイに対応する左乳房のスラブ状サブボリュームは R M L O 厚スライス画像アレイに対応する右乳房のスラブ状サブボリュームとの少なくとも一般的な位置に関する関連性を有している。体マーカアイコン 1 5 0 4 はボリュメトリックスキャンの各々と関連するスキャニング配向及びその他のスキャニングパラメータを例示している。

40

【 0 0 5 0 】

図 1 6 は、二者間比較アレイ 1 5 0 2 の第四厚スライス画像対の拡大した二者間比較ビュー 1 6 0 2 を例示しており、それは図 1 5 の表示上で観察者によりこれらの第四厚スライス画像のうちのいずれかがクリックされた場合に表示される。体マーカアイコン 1 6 0 4 は左及び右乳房の各々における第四厚スライスサブボリュームの位置を示す厚スライス深さマーカ 1 6 0 6 を包含している。乳首位置も体マーカアイコン 1 6 0 2 上に示されている。

【 0 0 5 1 】

注意すべきことであるが、左及び右乳房のスラブ状サブボリュームの間の関連性が図 1 5 - 1 6 の好適実施例に対して精密なものであることは必要とされない。これらの対向す

50

る乳房は異なる寸法のものである場合があり且つそれらがスキャンされた態様の間で多数の偶発的な変動が存在する場合がある。それにも拘わらず、図15-16のもののように、厚スライス画像データを二者間比較フォーマットで提示することが高度に有用であることが判明した。例えば、乳房対称性は容易に解析される。

【0052】

図17は、厚スライス画像のアレイ1702、選択した厚スライス画像上の現在のカーソル位置1708に対応する2つの平面画像1704a-b、体マーカアイコン1710、乳首マーカ1706、正面乳房アイコン1712を好適な実施例に基づいて例示している。乳首マーカ1706は、(i)関連するボリユメトリック超音波スキャンと共に与えられる手作業によりエンターされた乳首位置、(ii)関連するボリユメトリック超音波スキャンから自動的に発生されるコンピュータにより派生される乳首位置、(iii)関連するボリユメトリック超音波スキャンに対する物理的乳首トークンの手作業による配置に基づいて自動的に発生されるコンピュータにより派生された乳首位置、及び(iv)乳首マーカに対する観察者が決定した位置のうちのいずれかに従って厚スライス画像上に配置させることが可能である。物理的乳首トークンは、少なくとも部分的に超音波に対してトランスペアレントであるがその存在の自動的な識別に対して充分な程度の不明瞭化を与える乳首位置においての乳房の皮膚の上に配置されるマーカのことを意味する場合がある。例としては、オプションとしてその中に金属の小片を有する小さなシリコントロイド、又は同様の効果を有することが可能な多様なその他のオブジェクトのうちのいずれかを包含することが可能である。物理的乳首トークンは、代替的に、乳首位置において超音波スキャン装置自身の上、例えば圧迫プレートのうちの1つの上に配置されるマーカのことを意味する場合がある。

【0053】

正面乳房アイコン1712は選択した厚スライス画像上の乳首マーカ1706とカーソル1708との間の相対的位置を反映する態様でその上に可変的に配置されたカーソル位置インジケータ1716を有している。好適には、正面乳房アイコン1712は、少なくとも概略的に時計の文字盤に似たレイアウトを有しており、且つカーソル位置インジケータ1716は(i)カーソル1708と乳首マーカ1706との間の距離「D」及び(ii)ディスプレイ上の乳首マーカ1706からのカーソル1708の方向(例えば、図17の例においては約1:00)の両方を反映するためにその時計の文字盤の中心と相対的に位置決めされる。カーソル位置インジケータ1716の位置は、カーソル1708が厚スライス画像周りに移動されるに従い該時計の文字盤上で動的に移動する。正面乳房アイコン1712と体マーカアイコン1710の結合表示は表示されている画像の物理的及び位置的な関連性を迅速且つ直感的に理解することを容易とさせる。正面乳房アイコン1712は、更に、(i)距離「D」及び(ii)超音波プローブが掃引された圧迫された表面から現在選択した厚スライス画像の深さを数値的に表示するテキスト部分1714を有している。

【0054】

図18は厚スライス画像1802、該厚スライス画像上の現在のカーソル位置に対応する2つの平面画像1804a-b、体マーカアイコン1810、乳首マーカ1806、複数のブックマーク1822, 1824, 1826、及び正面乳房アイコン1812を例示している。好適実施例によれば、該ブックマークは、ブックマークスポットが体積的には厚スライス画像に対応するスラブ状サブボリユームの中間面内にあるという仮定の下で、適用可能である場合には、現在表示されている平面画像1804a-bの対応する位置上に投影される。従って、図18は上下平面画像1804b上の対応するブックマーク1822'及び1824'を例示している。何故ならば、ブックマーク1822及び1824は現在のカーソル位置を介して通過する垂直面インジケータ1825に沿って存在しているからである。内外平面画像1804aは対応するブックマーク1822''を示すに過ぎない。何故ならば、ブックマーク1822のみが水平面インジケータ1827に沿って存在しているからである。面インジケータ1825又は1827のいずれもがブック

マーク 1 8 2 6 と交差することはないので、そのブックマークに対する平面画像 1 8 0 4 a - b 上の対応するブックマークは存在しない。

【 0 0 5 5 】

ブックマークの全ての存在はマーカー表示ボタン 1 1 0 4 を押すことによりオン及びオフにトグル動作させることが可能である。マーカーナビゲーションボタン 1 1 0 6 は、観察者がブックマークセントリックナビゲーションを実施することを可能とし、その場合に、選択されると、カーソルが次のブックマーク（前方）又は前のブックマーク（後方）へ移動され、且つ対応する平面画像が瞬時に表示される。デフォルト設定として、ブックマーク間でのナビゲーションは、ブックマークが観察者によりエンターされたのと同じの順番で順番付けされるが、好適実施例の範囲はそうように制限されるものではない。図 1 8 の例においては、観察者は丁度マーカーナビゲーションボタンのうちの 1 つを押し下げ且つブックマーク 1 8 2 2 に位置させている。注意すべきことであるが、カーソル位置インジケータ 1 8 1 6 により示されるように、正面乳房アイコン 1 8 1 2 は自動的に現在のカーソル位置を維持し続け、それは、図 1 8 においては、ほぼ 4 : 0 0 のクロック角度における乳首マーカー位置から約 3 c m である。乳首マーカー及びブックマークは該好適実施例の範囲から逸脱することなしに多様な形状、寸法、色等のいずれかを有することが可能である。

10

【 0 0 5 6 】

図 1 9 は観察者によりシフトされた（例えば、クリック・ドラッグ方法を使用して）乳首マーカー 1 9 0 6 を有する厚スライス画像 1 9 0 2 のアレイを例示している。この例においては必ずしも正当化されるものではないが（元の位置が乳首陰影位置に基づいて正確であると思われるので）、それらの観察又はその他の外因的情報に基づいて観察者が乳首マーカー位置を移動させることが望ましい場合がある。乳首マーカー 1 9 0 6 と相対的にカーソル 1 9 0 8 の位置がシフトされると、カーソル位置インジケータ 1 9 1 6 の位置は 1 9 1 6 - o l d から 1 9 1 6 - n e w へ正面乳房アイコンの時計の文字盤上で自動的にシフトする（例えば、1 2 : 0 0 における約 0 . 5 c m から 4 : 0 0 における約 3 c m へ）。

20

【 0 0 5 7 】

図 2 0 は好適実施例に基づくマルチスライスブックマークセントリックナビゲーションプロセスを例示するためのその上にブックマーク 2 0 1 0 , 2 0 1 1 , 2 0 1 2 , 2 0 1 3 が配置されている厚スライス画像 2 0 0 2 のアレイを例示している。観察者が前方マーカーナビゲーションボタン 1 1 0 6 上をクリックすることにより、カーソルは瞬時に次のブックマークへ移動され、対応する平面画像（不図示）が表示される。

30

【 0 0 5 8 】

一般的に言えば、図 2 0 の例におけるように、厚スライス画像の幾つかの上にブックマークがあることがしばしばである。図 2 0 に示したものと類似の便利なナビゲーションが、一度に厚スライス画像のうちの 1 つのみが表示される場合に提供される（例えば上述した図 1 4 参照）。特に、単一の厚スライス画像のみが示されており且つマーカーナビゲーションボタン 1 1 0 6 のうちの 1 つが押し下げられる場合に、現在の厚スライス画像は次のブックマークに対応する次の厚スライス画像と置換され（適用可能である場合）、且つカーソルは表示されている対応する平面ビューを有するその厚スライス画像における次のブックマークに配置される。ブックマーク間の迅速なナビゲーションがそれにより達成される。

40

【 0 0 5 9 】

別の好適実施例においては、C A D 検知間において同様のナビゲーション能力が提供され、即ち、観察者が C A D ナビゲーションボタンをクリックすることにより、カーソルは瞬時に次の C A D マーカー位置へ移動され、且つ対応する平面画像が表示される。その他の利点の中で、該好適実施例に基づくブックマークセントリック及び / 又は C A D セントリックナビゲーションはケースを検査するのに必要な時間を実質的に減少させ且つ放射線医の生産性を増加させることを可能とする。

50

【 0 0 6 0 】

図 2 1 は好適実施例に基づく乳房超音波ボリューム処理及び表示を例示している。ステップ 2 1 0 2 において、手作業によるか又は好適には真正面スキニングのために胸の方向に圧迫されている採取された乳房ボリュームと相対的に自動化した態様のいずれかで乳首位置が得られる。ステップ 2 1 0 4 において、1つ又はそれ以上の厚スライス超音波画像が表示される。ステップ 2 1 0 6 において、乳首マーカーが厚スライス画像上に示され、該乳首マーカー位置はその上における乳首位置の投影を表わしている。ステップ 2 1 0 8 において、表示された乳首マーカー位置と相対的な現在のカーソル位置が時計の文字盤スタイルのアイコン上に通信される。ステップ 2 1 1 0 において、厚スライス画像に関する直接的な相互作用を介して観察者が乳房ボリュームと相対的な乳首マーカー位置を変化させることが許容される。

10

【 0 0 6 1 】

図 2 2 は好適実施例に基づく乳房超音波ボリューム処理及び表示を例示している。ステップ 2 2 0 2 において、ブックマークがブックマーク用コマンド、例えば厚スライス画像又は平面画像に関する右クリック及びドロップダウンメニュースタイルコマンドを介して付加される。ステップ 2 2 0 4 において、そのブックマーク位置が 3 D 乳房ボリューム内のそれと対応する位置と関連付けられる。ステップ 2 2 0 6 において、そのブックマークは 3 D 乳房ボリューム内のその位置を適切に反映することが必要とされる場合に全ての関連する表示されている厚スライス及び平面超音波画像上に投影される。マーカーナビゲーションコマンドがステップ 2 2 0 8 において受取られると、表示は自動的に次のブックマーク位置へナビゲートし且つステップ 2 2 1 0 において適宜の厚スライス画像及び対応する平面画像を示す。

20

【 0 0 6 2 】

図 2 3 は二者間比較制御ボタン 1 1 0 8 の選択により容易にナビゲートされる厚スライス画像の二者間比較アレイ 2 3 0 2 を例示しており、それは R A P (右前後) 厚スライス画像アレイの対応するメンバーと位置的に対とされている L A P (左前後) 厚スライス画像アレイのメンバーを有しており、その場合に L A P 厚スライス画像アレイに対応する左乳房のスラブ状サブボリュームは R A P 厚スライス画像アレイに対応する右乳房のスラブ状サブボリュームとの少なくとも一般的な位置的な関連性を有している。体マーカーアイコン 2 3 0 4 は各乳房ボリュームに対するスキニングオリエンテーション即ち配向を例示している。

30

【 0 0 6 3 】

図 2 4 は好適実施例に基づく乳房ボリューム 2 4 0 2 内の点「 P 」周りの仮想グローブ再生 (V P R) 面「 S 」の例を例示している。観察者にはポインティングデバイスが与えられ、それは特定のモードにおいては通常のマウスとすることが可能であり、又は別個のジョイスティック又は同様の制御器とすることが可能である。少なくとも 1 つの厚スライス画像及び少なくとも 1 つの平面画像が表示されている場合に、観察者は現在のカーソル位置に対する V P R コマンドを喚起させることが可能である。このことはカーソルをして乳房ボリューム内の現在の位置「 P 」においてフリーズさせ、その場合に観察者は乳房ボリューム内の通常の「垂直」位置 (図 2 4 (i) 参照) からポインティングデバイスの制御下において多様な異なるオリエンテーション即ち配向のうちのいずれかへ表示されている平面画像に対応する面「 S 」の配向を変化させることが可能である。例えば、図 2 4 に示したように、ロール能力 (図 2 4 (i i) 参照) 、ヨー能力 (図 2 4 (i i i) 参照) 、及びロールとヨーの組み合わせ (図 2 4 (i v) 参照) が与えられる。

40

【 0 0 6 4 】

図 2 5 は、好適実施例に基づく、全乳房複合厚スライス画像 2 5 0 2 、対応する平面画像 2 5 0 4 a - b 、体マーカーアイコン 2 5 1 0 、正面乳房アイコン 2 5 1 2 を例示している。複合厚スライス画像 2 5 0 2 は、好適には、実質的に全体的な乳房ボリュームの超音波特性の C A D エンハンスト表現であり、即ち組織の全てがボリュメトリック超音波スキニングにより画像形成されている。上述した米国特許第 6 , 3 1 7 , 6 1 7 号に記載され

50

ているもの、及び本願出願人に譲渡されている上述したW O 0 3 / 1 0 1 3 0 3 A 1 に記載されているもののような多様なC A Dアルゴリズムのいずれかを使用することが可能である。複合厚スライス画像2 5 0 2上の悪性度（又はその他の興味のあるメトリック）の蓋然性に従って病変をエンハンスし即ち向上させることが可能である。複合厚スライス画像2 5 0 2は平面超音波画像及びその他の厚スライス画像を観察するための有用な「ガイド」又は「ロードマップ」として作用することが可能であり、且つ、オプションとして、向上させた病変位置近くに明示的なC A Dマーキングを与えることが可能である。

【 0 0 6 5 】

図2 6は、好適実施例に基づいて、その中に正面レンダリングさせたコンピュータ補助診断（C A D）検知2 6 0 6を有する体積レンダリングさせた乳房超音波ボリューム2 6 0 4を有する表示2 6 0 2を例示している。乳房ボリュームを視覚化する上で観察者を適切に導くために三次元乳首マーカー2 6 0 8が設けられている。1つの好適実施例においては、体積レンダリングさせた乳房超音波ボリューム2 6 0 4は図2 6におけるシーケンスA - Dにより示されるようにシネのような態様で回転される。前述した説明を読んだ後に本発明の多くの変更及び修正が当業者にとって自明なものとなることに疑いのないものであり、例示により示し且つ説明した特定の実施例は制限的なものと考えられることを意図したものではないことを理解すべきである。例として、上においては超音波イメージングに関連して主に説明したが、その他のフルフィールド乳房イメージングモダリティ（例えば、M R I , C T , P E T）からのデータを上述した好適な実施例のうちの1つ又はそれ以上に基づいて有益的に処理し且つ表示させることが可能であることを理解すべきである。本明細書において説明した表示の1つ又はそれ以上はカリフォルニア州サンノゼのユーシステムズインコーポレイテッド（U - S y s t e m s , I N C .）により提供されているS O M O G R A M（商標）表示と類似している。更なる例として、上においては体積的に分離されているものとして説明したが、コロナル厚スライス画像が計算されるコロナルスラブ状サブボリュームは部分的にオーバーラップすることが可能であり、そのことはサブボリュームの境界に跨っているような病変を取扱う場合に有用である場合がある。更なる例としては、殆どの乳首マーカーはコロナル厚スライス画像に関連して上述した好適実施例において説明したが、その他の好適実施例においては、乳首マーカーはM L O、C C及びその他の厚スライス画像ビュー上に示されるものである。

【 0 0 6 6 】

更なる例として、乳房の真正面からのスキャン等の実際的な現状をほぼ反映させるために本明細書においてはコロナル面に対して実質的に平行であることを使用しており、且つ胸壁の面から幾分逸れる場合があることを理解すべきである。例えば、高度に垂下性の乳房を有する特定の患者の場合には、胸壁の面から例えば1 5度等のある小さな角度で乳房を圧迫することが最も最適なものであることが判明する場合がある。この場合には、圧迫面に対し平行に取られるスラブ状サブボリュームは尚且つコロナル面に対して実質的に平行であると考えられる。

【 0 0 6 7 】

更なる例として、代替的な好適実施例においては、上述したコロナルスラブ状サブボリュームは、薄いスライスのコロナル画像、即ちコロナル面に対して実質的に平行な面に沿っての薄いスライス平面超音波画像により置換させることが可能である。このことは、観察のために細かな詳細が派生されるフォロアップの診断設定において特に有用である場合がある。更なる例として、別の代替的好適実施例においては、コロナルスラブ状サブボリューム及び薄いスライスのコロナル画像の表示の間で交換可能にスイッチさせ、即ちそれらの間で選別を行う能力が臨床医に与えられる。従って、好適実施例の詳細についての説明はその範囲を制限することを意図したものではなく、その範囲は特許請求の範囲によってのみ制限されるものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 8 】

【 図 1 】 好適実施例に基づく乳癌スクリーニング及び / 又は診断システムの概念図。

【図 2】冠状面に実質的に平行な乳房ボリューム及びそのスラブ状サブボリューム及びそれに対応する二次元冠状厚スライス画像のアレイの斜視図。

【図 3】好適実施例に基づく乳房超音波情報を処理し且つ表示する方法を示したフローチャート。

【図 4】好適実施例に基づく図 2 の冠状厚スライス画像に関連して表示するための乳房の正面図と、標準 X 線マンモグラム面に実質的に平行なそのスラブ状サブボリュームの正面図と、それに対応する標準面厚スライス画像のアレイを示した概略図。

【図 5】好適実施例に基づくユーザディスプレイを示した概略図。

【図 6】(A) 及び (B) は乳房の側面図及び好適実施例に基づく異なるスラブ状サブボリューム厚さスキームの例を示した各概略図。

10

【図 7】好適実施例に基づく乳房超音波情報を処理し且つ表示する方法を示したフローチャート。

【図 8】好適実施例に基づくユーザディスプレイを示した概略図。

【図 9】好適実施例に基づくユーザディスプレイを示した概略図。

【図 10】好適実施例に基づく乳房超音波表示を示した概略図。

【図 11】好適実施例に基づく乳房超音波表示のメニューバーを示した概略図。

【図 12】好適実施例に基づく体マーカアイコンを例示した概略図。

【図 13】好適実施例に基づく体マーカアイコンを例示した概略図。

【図 14】好適実施例に基づく厚スライス画像及び平面ビューを示した概略図。

【図 15】好適実施例に基づく厚スライス画像の二者間比較アレイ、対応する体マーカアイコン、表示制御ボタンを示した概略図。

20

【図 16】好適実施例に基づく厚スライス画像の二者間比較ビュー及び対応する体アイコンマーカを示した概略図。

【図 17】好適実施例に基づく乳首マーカを有する厚スライス画像のアレイ、体マーカアイコン、正面乳房アイコンを示した概略図。

【図 18】好適実施例に基づく表示されたブックマーク、体マーカアイコン、正面乳房アイコン、マーカ表示ボタン及びマーカナビゲーションボタンを有する厚スライス画像及び平面画像を示した概略図。

【図 19】好適実施例に基づく観察者がシフトさせる乳首マーカ、体マーカアイコン、正面乳房アイコンを有する厚スライス画像のアレイを示した概略図。

30

【図 20】好適実施例に基づく乳首マーカ及びブックマーク、マーカ表示ボタン、マーカナビゲーションボタンを有する厚スライス画像のアレイを示した概略図。

【図 21】1 つ又はそれ以上の好適実施例に基づく乳房超音波ボリューム採取、処理、表示を示したフローチャート。

【図 22】1 つ又はそれ以上の好適実施例に基づく乳房超音波ボリューム採取、処理、表示を示したフローチャート。

【図 23】好適実施例に基づく厚スライス画像の二者間比較アレイビュー及び対応する体マーカアイコンを示した概略図。

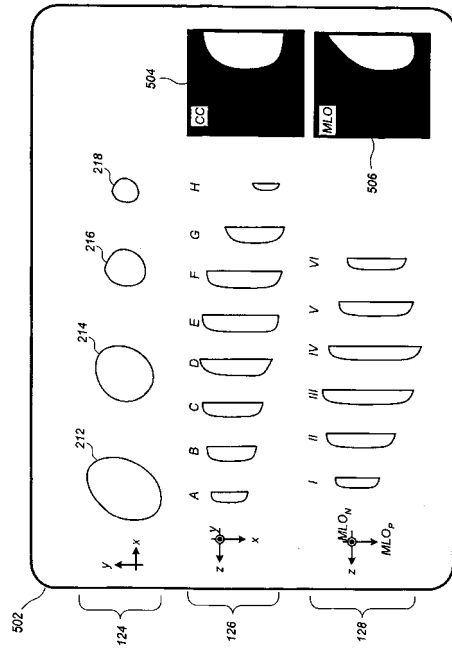
【図 24】好適実施例に基づく仮想プローブ再生面の例を示した概略図。

【図 25】好適実施例に基づく全乳房複合厚スライス画像、体マーカアイコン、正面乳房アイコンを示した概略図。

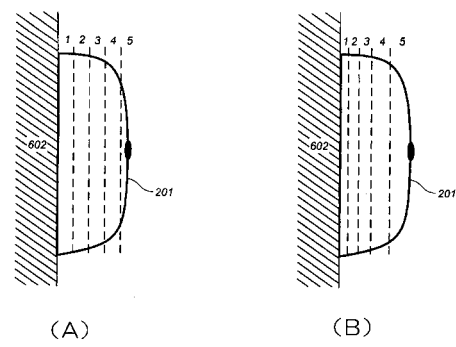
40

【図 26】好適実施例に基づく正面レンダリングさせたコンピュータ補助診断 (CAD) 検知を有する体積レンダリングさせた乳房超音波ボリュームを示した概略図。

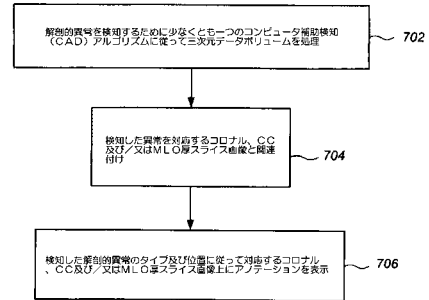
【図 5】



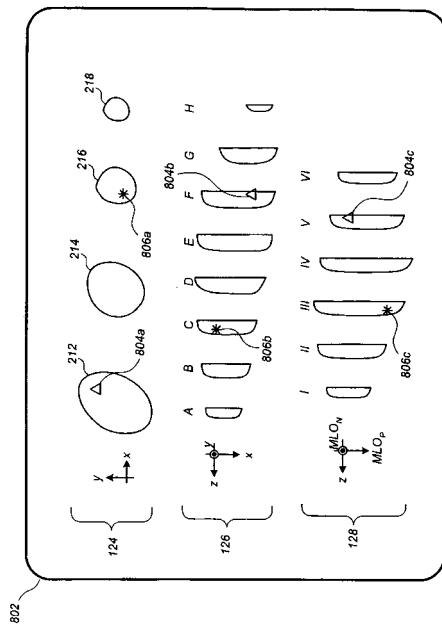
【図 6】



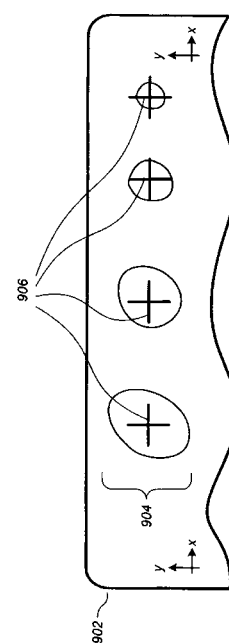
【図 7】



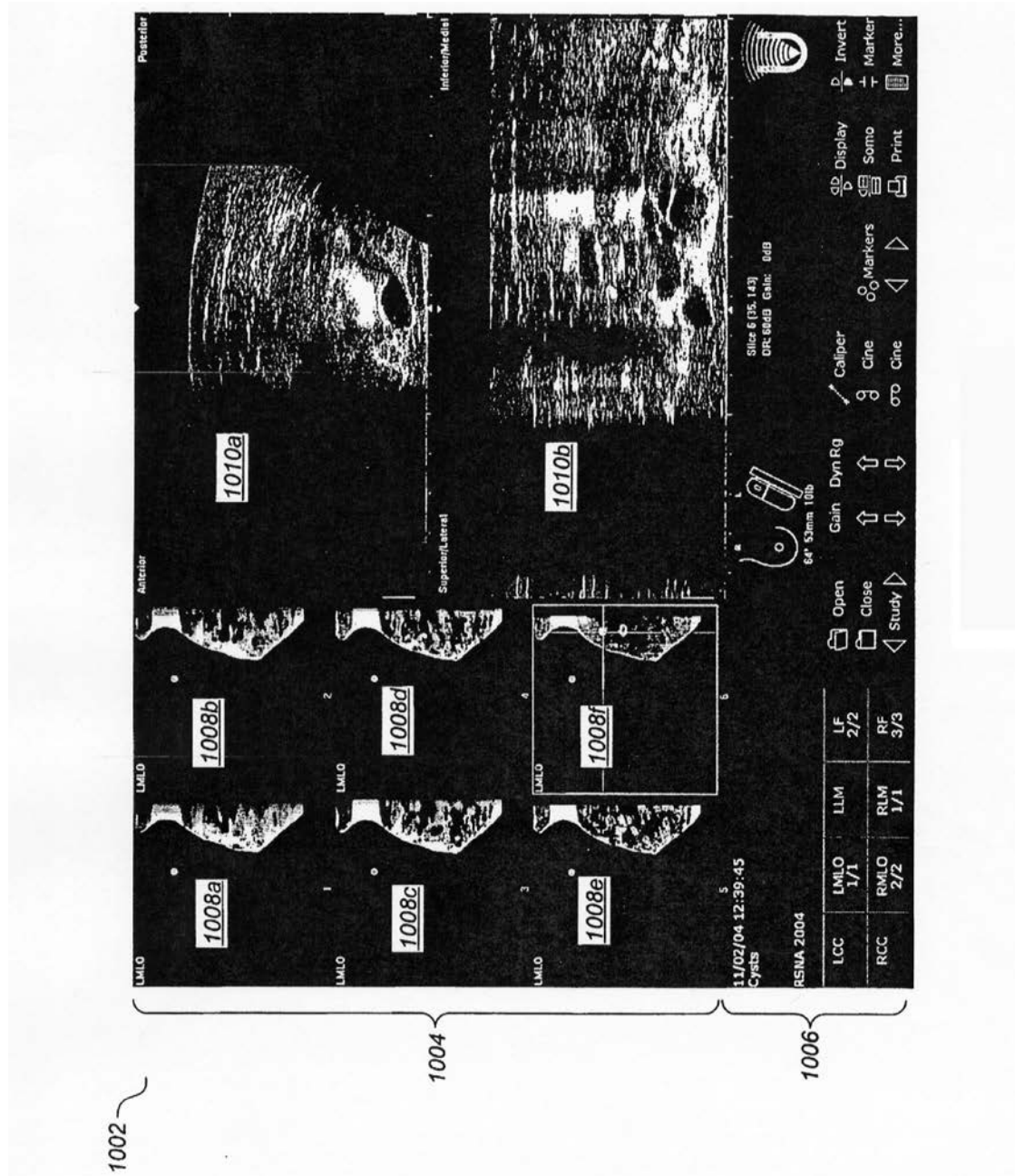
【図 8】



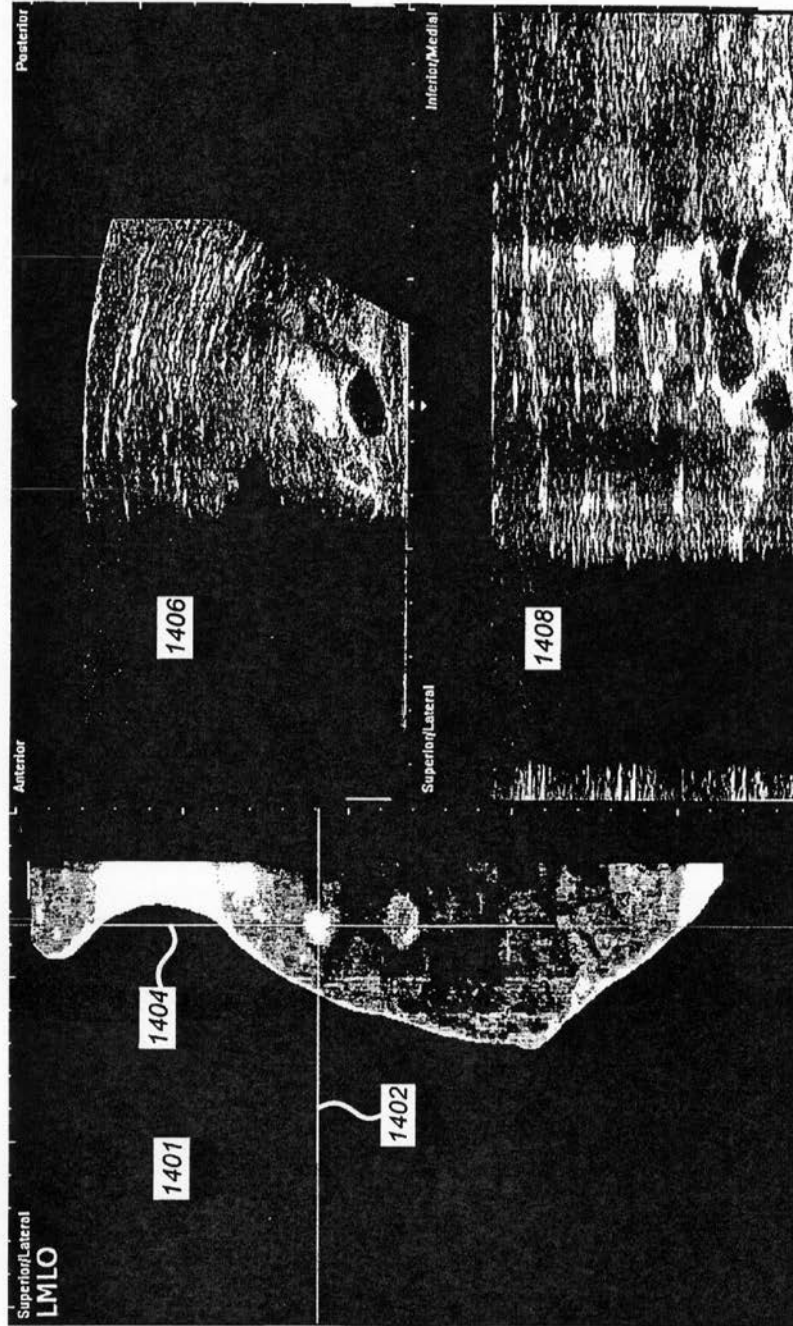
【図 9】



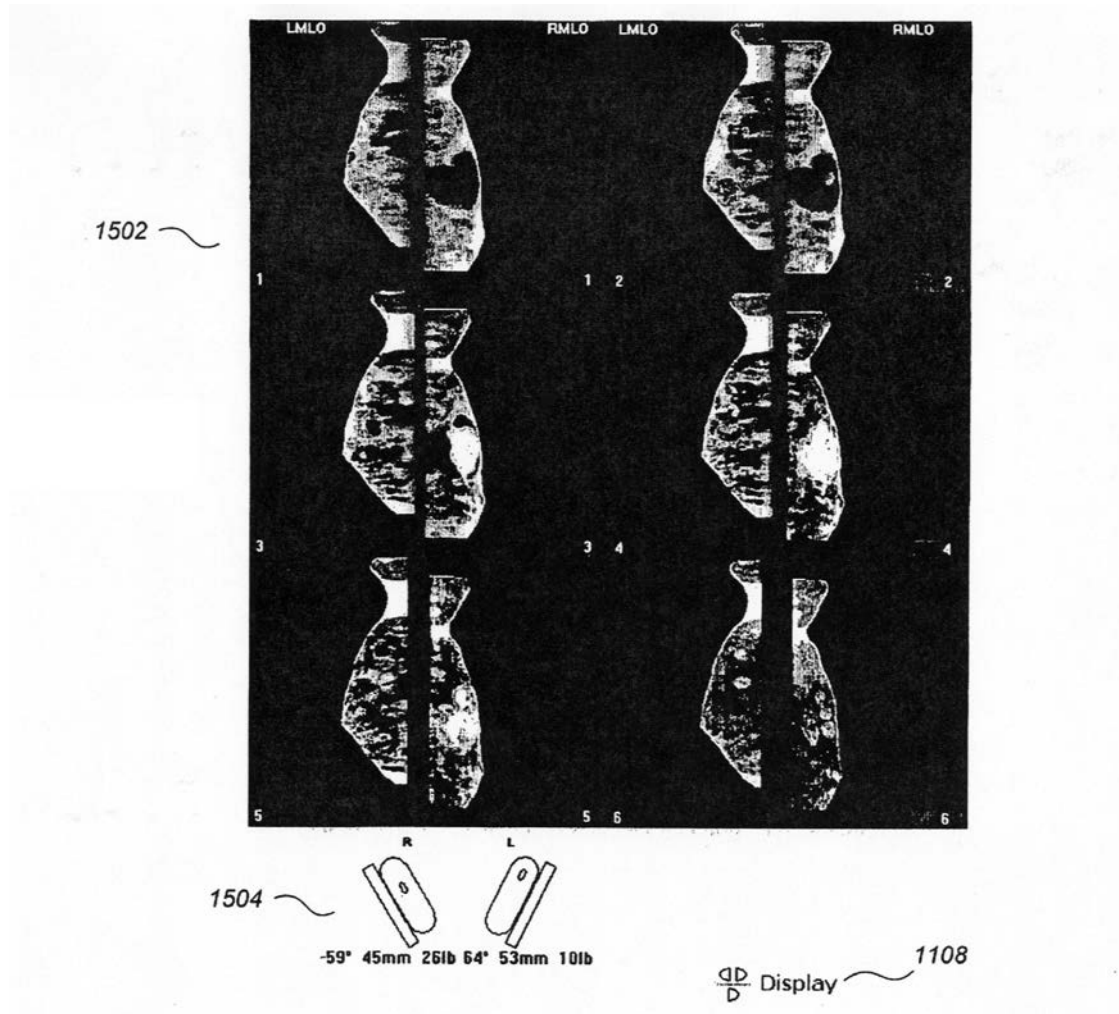
【 図 10 】



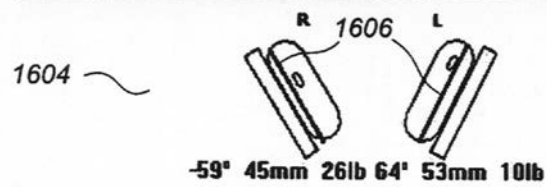
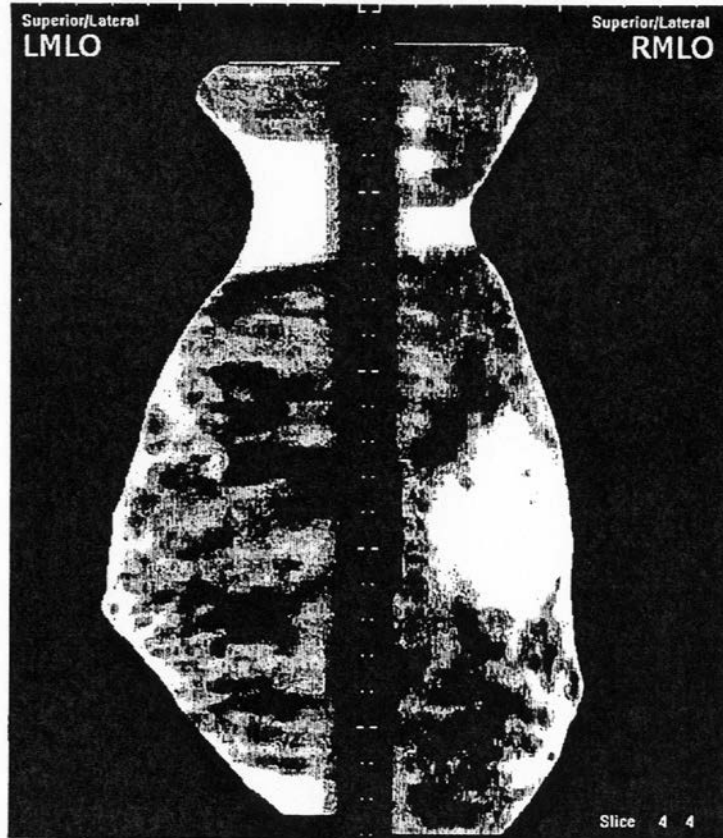
【図 14】



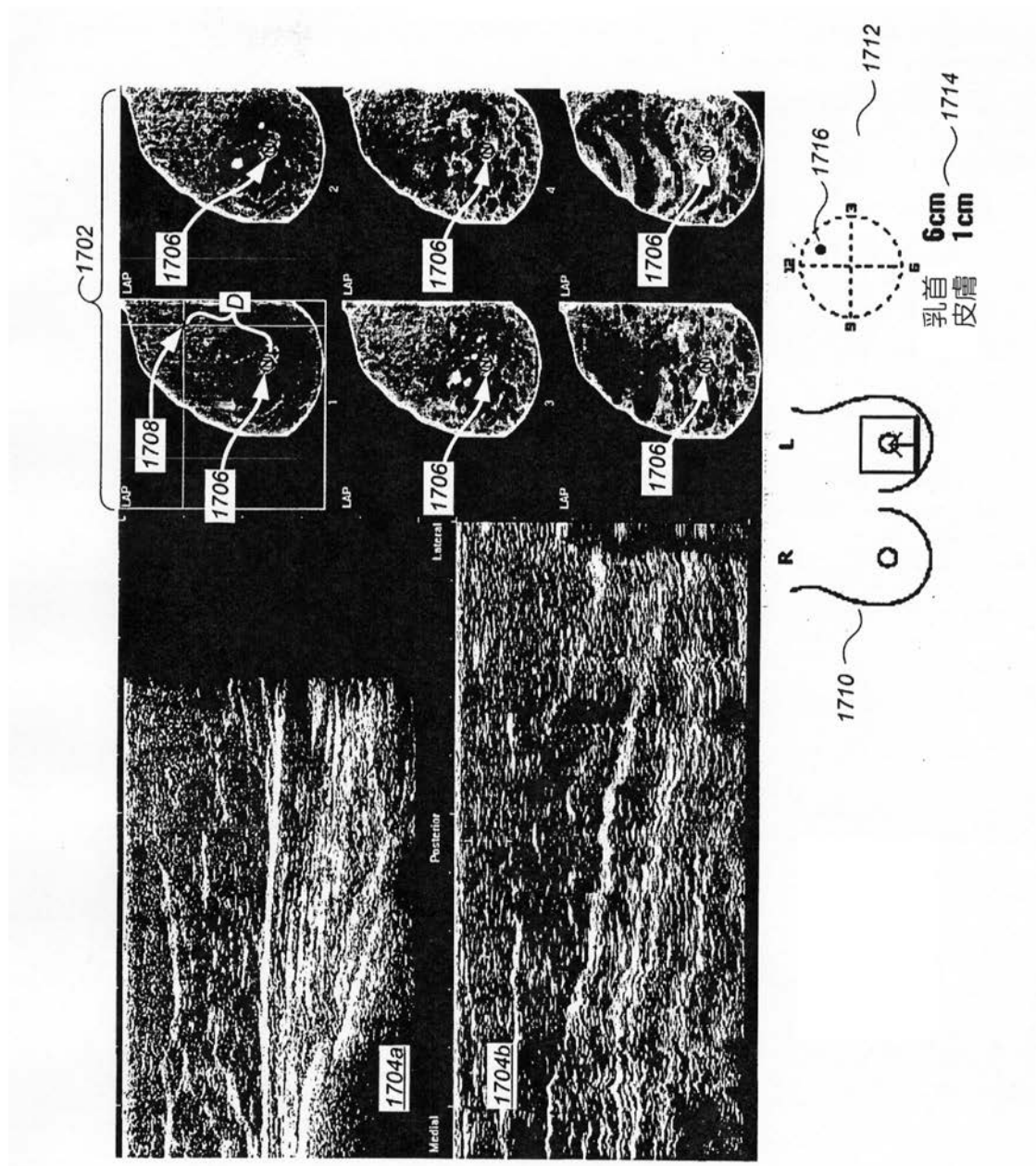
【図 15】



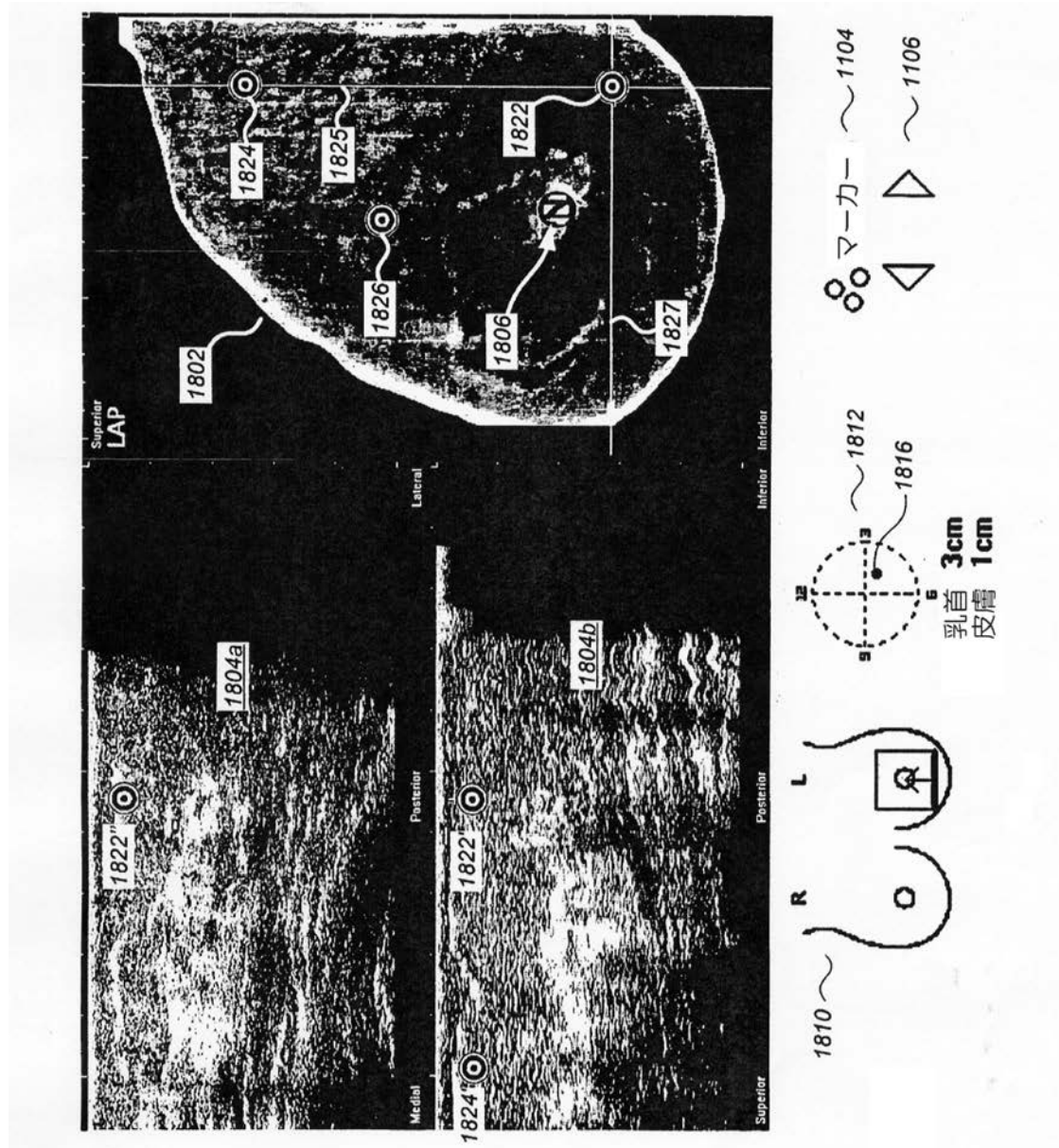
1602 ~



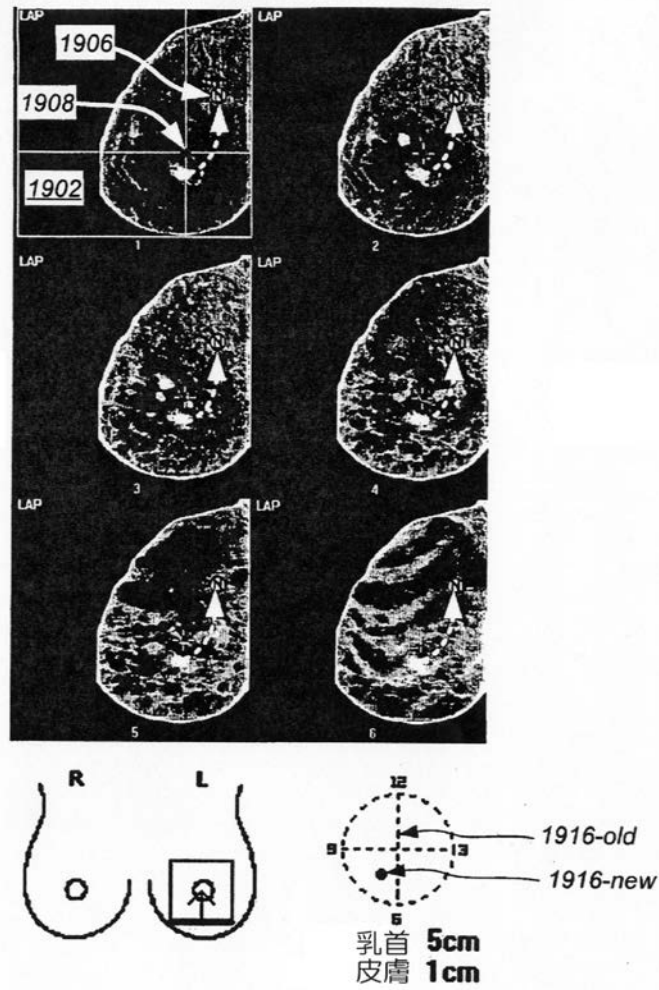
【図 17】



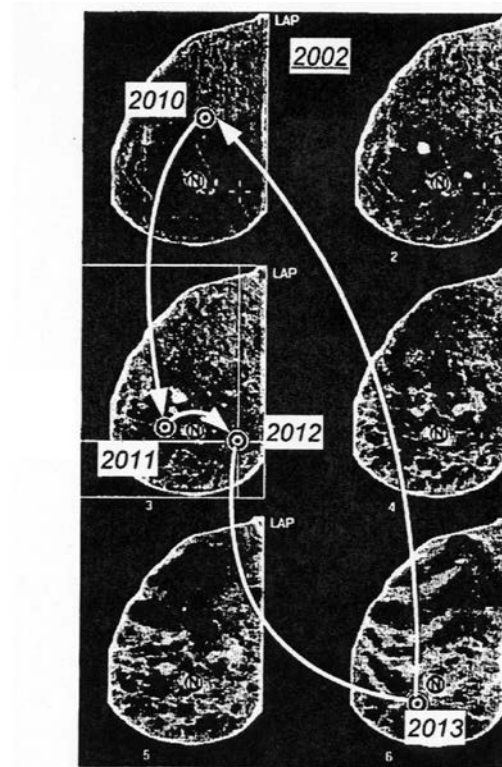
【図 18】



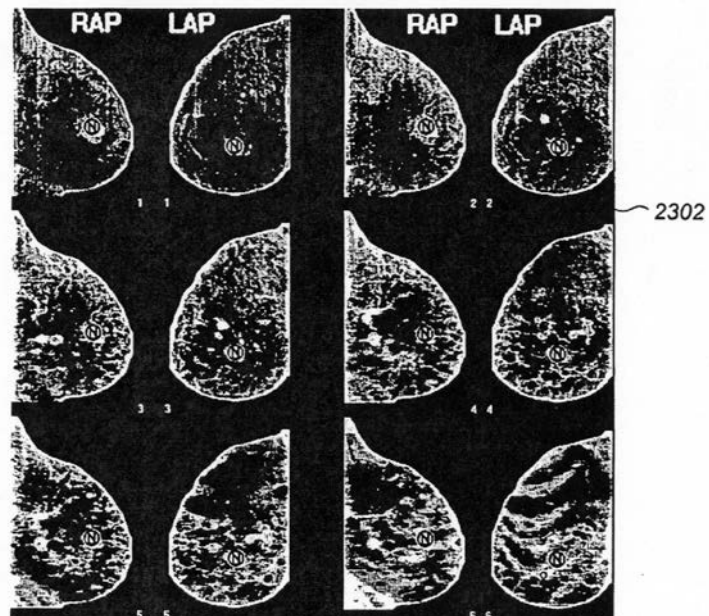
【図 19】



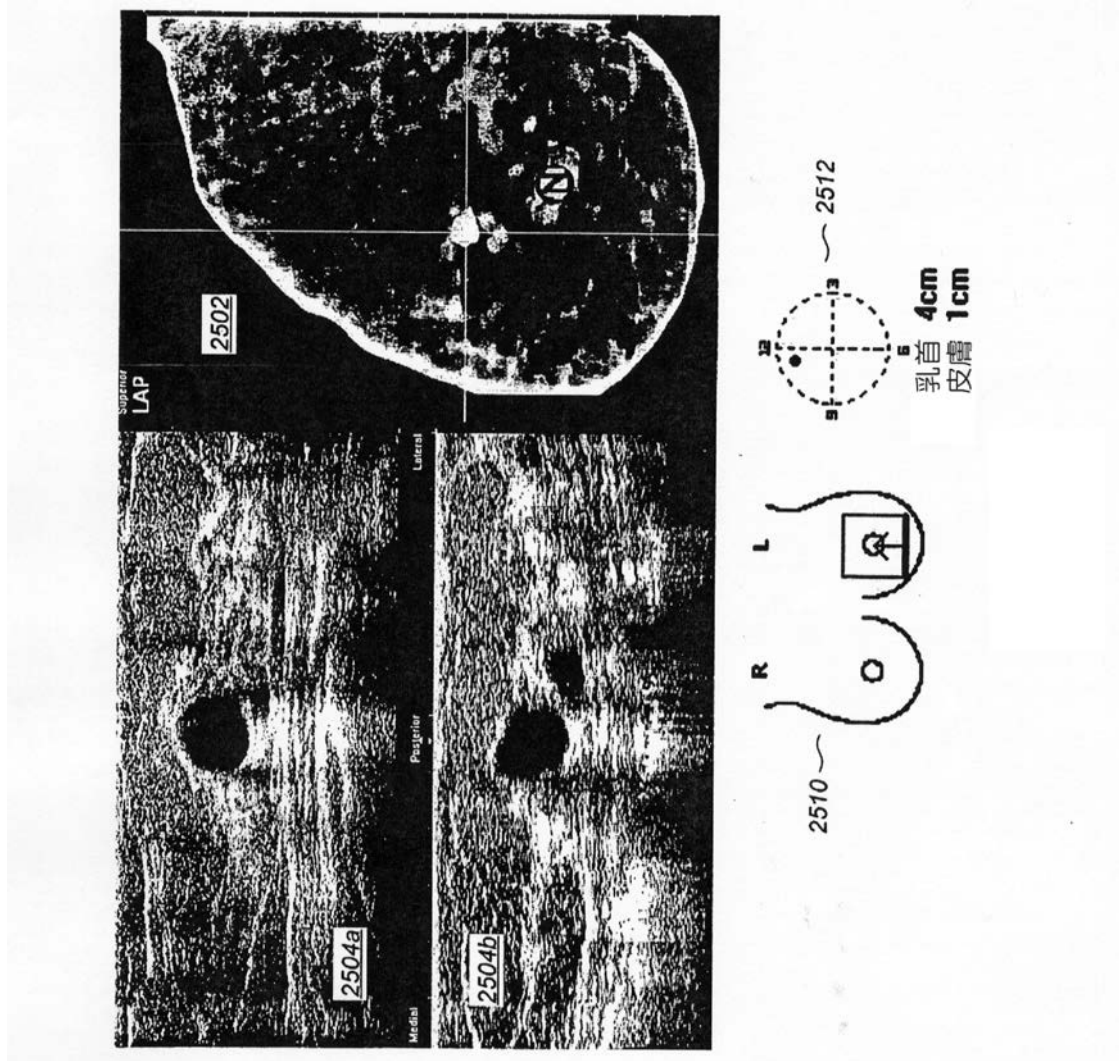
【図20】



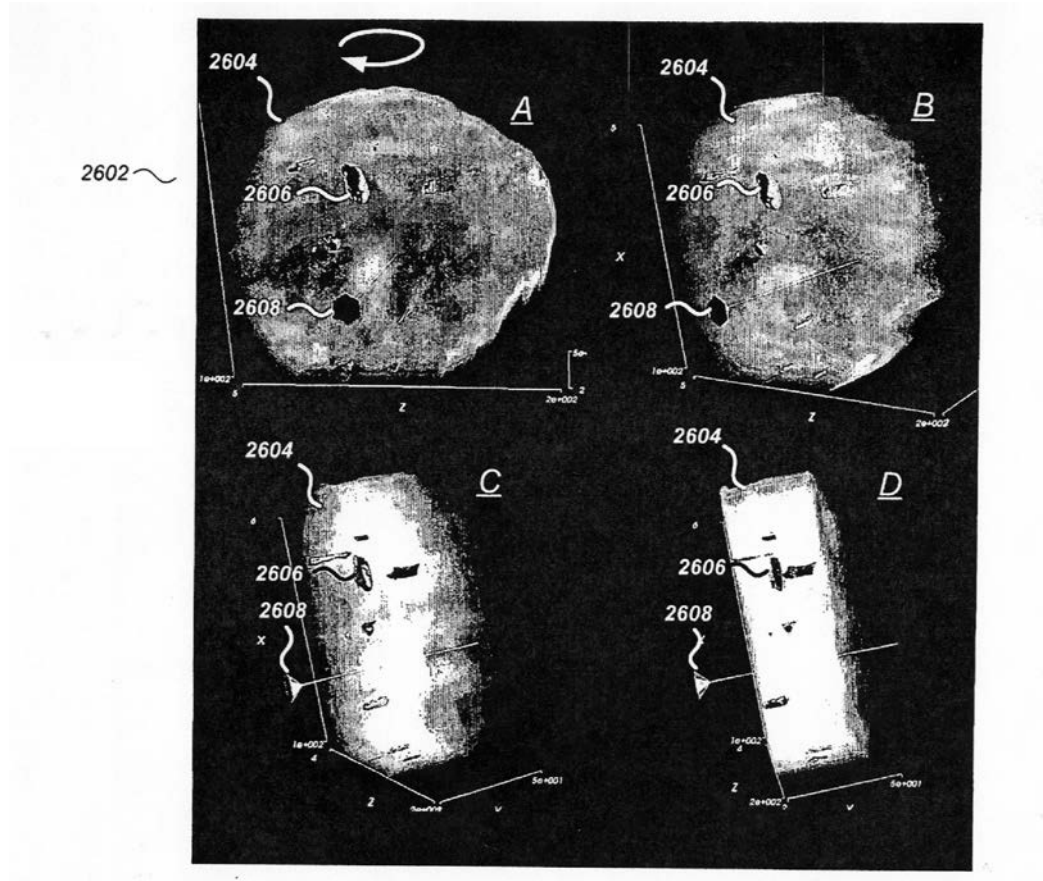
【図23】



【図 25】



【図 26】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 10/997,293

(32)優先日 平成16年11月23日(2004.11.23)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ワン, シーピン

アメリカ合衆国, カリフォルニア 94022, ロス アルトス, ベッカー レーン 409

(72)発明者 チェン, チェユ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 94303, パロ アルト, デ ソト ドライブ 761

(72)発明者 ユ, ツェンピン

アメリカ合衆国, カリフォルニア 94306, パロ アルト, ウェイバリー ストリート 3434

(72)発明者 カップルズ, トミー イール

アメリカ合衆国, サウス カロライナ 29223-8106, コロンビア, ハーウエル ドライブ 304

(72)発明者 リード, マイケル イー.

アメリカ合衆国, カリフォルニア 94087, サニーベル, ザ ダラス アベニュー 1130

審査官 五関 統一郎

(56)参考文献 特表2001-525581(JP,A)

特開平11-306264(JP,A)

特開2003-204963(JP,A)

特開2001-128975(JP,A)

特開昭60-066731(JP,A)

程 相勇、他、超音波3次元画像を用いた乳腺腫瘍診断システム、電子情報通信学会論文誌、日本、社団法人電子情報通信学会、1998年 6月、第J81-D-II巻第6号、第1402~1410頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/00

A61B 6/00

A61B 8/00

专利名称(译)	处理和显示乳房超声信息		
公开(公告)号	JP5274834B2	公开(公告)日	2013-08-28
申请号	JP2007515628	申请日	2005-06-01
[标]申请(专利权)人(译)	U系统公司		
申请(专利权)人(译)	你-系统，苹果公司		
当前申请(专利权)人(译)	你-系统，苹果公司		
[标]发明人	チャンウェイ ワンシーピン チェンチェユ ユツェンピン カップルズトミーイール リードマイケルイー		
发明人	チャン, ウェイ ワン, シーピン チェン, チェユ ユ, ツェンピン カップルズ, トミー イール リード, マイケル イー.		
IPC分类号	A61B8/08 A61B6/00 A61B8/00 A61B8/12 A61B8/13 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/5238 A61B6/463 A61B6/502 A61B6/5247 A61B6/563 A61B8/0825 A61B8/13 A61B8/406 A61B8/4281 A61B8/4405 A61B8/462 A61B8/463 A61B8/465 A61B8/466 A61B8/467 A61B8/565		
FI分类号	A61B8/08		
代理人(译)	正明小桥		
优先权	60/577326 2004-06-04 US 60/577388 2004-06-04 US 10/997293 2004-11-23 US		
其他公开文献	JP2008501436A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

描述了在交互式用户界面上显示乳房超声信息，该用户界面在辅助超声乳房摄影环境和/或仅超声乳房摄影环境中是有用的。通过成对显示对应于左乳房和右乳房中类似的板状子体积的厚切片图像来促进双侧比较。描述了冠状厚切片成像以及冠状厚切片图像之间的方便导航。在一个优选实施例中，乳头标记显示在冠状厚切片图像上，该冠状厚切片图像表示乳头位置的投影。还显示方便的乳房图标，包括以反映光标和乳头标记之间的相对位置的方式可变地设置在其上的光标位置指示器。优选地，乳房图标被配置为至少粗略地类似于钟面，钟面的中心表示乳头标记位置。还描述了厚切片图像内和之中的以书签为中心和以CAD标记为中心的导航。

$$P_{\text{cor}}(x,y)=\text{FUNC}\{V_{xy}(z)\}=\sum_{n=1}^N W_{xy}(n)V_{xy}(z_n)$$