

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6417558号  
(P6417558)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>A 6 1 B</b>	<b>6/03</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	6/03	3 6 0 D
<b>A 6 1 B</b>	<b>6/14</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	6/03	3 6 0 G
			A 6 1 B	6/03	3 7 0 Z
			A 6 1 B	6/14	3 0 0

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-257089 (P2015-257089)	(73) 特許権者	000117054
(22) 出願日	平成27年12月28日(2015.12.28)		朝日レントゲン工業株式会社
(65) 公開番号	特開2017-118985 (P2017-118985A)		京都府京都市南区久世築山町376番地の3
(43) 公開日	平成29年7月6日(2017.7.6)	(74) 代理人	110001933
審査請求日	平成29年2月22日(2017.2.22)		特許業務法人 佐野特許事務所
		(72) 発明者	内藤 宗孝
			愛知県名古屋市千種区末盛通2-11 学校法人愛知学院大学歯学部内
		審査官	原 俊文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 骨粗鬆症診断支援装置及び骨粗鬆症診断支援プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

CT撮影のデータの下顎骨下縁皮質骨に対応する部分に収まる少なくとも一つのROI (Region of Interest) の設定データが入力される入力手段と、

前記ROI内の濃度値のばらつき度合いを示す指標を前記ROI毎に生成する指標生成手段と、

前記指標に基づいて被写体の骨粗鬆症の病態を判定する判定手段と、

前記判定手段の判定結果を出力する出力手段と、を備え、

前記判定手段は、前記ROIが一つのみ設定された場合に第1の判定処理を実行し、前記ROIが複数設定された場合に第2の判定処理を実行し、

前記第1の判定処理は、前記指標と所定の閾値とを比較し、前記指標が前記所定の閾値より大きければ骨粗鬆症の疑い有りとして判定し、前記指標が前記所定の閾値より大きくなれば正常と判定する処理、又は、前記指標が大きいほど骨粗鬆症の可能性が高いと判定する処理であり、

前記第2の判定処理は、複数の前記指標を代表する一つの代表値を求め、前記代表値と所定の閾値とを比較し、前記代表値が前記所定の閾値より大きければ骨粗鬆症の疑い有りとして判定し、前記代表値が前記所定の閾値より大きくなれば正常と判定する処理、又は、前記代表値が大きいほど骨粗鬆症の可能性が高いと判定する処理であることを特徴とする骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項2】

前記CT撮影のデータは、前記下顎骨下縁皮質骨がFOV(Field of view)に含まれるCT撮影の撮影データを再構成して得られる再構成ボリュームデータであることを特徴とする請求項1に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項3】

前記設定データは、前記CT撮影のデータから生成される下顎骨下縁に沿った方向と交差するMPR(Multi Planar Reconstruction)像内に前記ROIが設定されるデータであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項4】

前記MPR像は、下顎骨下縁に沿った方向と略直交することを特徴とする請求項3に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項5】

前記MPR像は、下顎骨下縁に沿った方向においてオトガイ孔よりも後方に位置する断層の画像であることを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項6】

前記設定データは、それぞれ断層位置が異なる複数の前記MPR像に対して前記ROIが個別に設定されるデータである請求項3～5のいずれか一項に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項7】

前記判定手段は、前記第2の判定処理を実行し、複数の前記指標のうち前記ROI内の濃度値のばらつき度合いが最も大きいものを前記代表値とする請求項6に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項8】

前記判定手段は、前記第2の判定処理を実行し、複数の前記指標の平均を前記代表値とする請求項6に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項9】

前記設定データを生成し前記入力手段に出力する生成手段を備える請求項1～8のいずれか一項に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項10】

前記出力手段から出力される前記判定手段の判定結果に応じた表示を行う表示手段を備える請求項1～9のいずれか一項に記載の骨粗鬆症診断支援装置。

【請求項11】

コンピュータを、

CT撮影のデータの下顎骨下縁皮質骨に対応する部分に収まる少なくとも一つのROI(Region of Interest)の設定データが入力される入力手段、

前記ROI内の濃度値のばらつき度合いを示す指標を前記ROI毎に生成する指標生成手段、

前記指標に基づいて被写体の骨粗鬆症の病態を判定する判定手段、及び

前記判定手段の判定結果を出力する出力手段、

として機能させるための骨粗鬆症診断支援プログラムであって、

前記判定手段は、前記ROIが一つのみ設定された場合に第1の判定処理を実行し、前記ROIが複数設定された場合に第2の判定処理を実行し、

前記第1の判定処理は、前記指標と所定の閾値とを比較し、前記指標が前記所定の閾値より大きければ骨粗鬆症の疑い有りと判定し、前記指標が前記所定の閾値より大きくなければ正常と判定する処理、又は、前記指標が大きいほど骨粗鬆症の可能性が高いと判定する処理であり、

前記第2の判定処理は、複数の前記指標を代表する一つの代表値を求め、前記代表値と所定の閾値とを比較し、前記代表値が前記所定の閾値より大きければ骨粗鬆症の疑い有りと判定し、前記代表値が前記所定の閾値より大きくなければ正常と判定する処理、又は、前記代表値が大きいほど骨粗鬆症の可能性が高いと判定する処理である、骨粗鬆症診断支援プログラム。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、下顎骨下縁皮質骨が撮影されたX線画像を用いて骨粗鬆症診断支援を行う骨粗鬆症診断支援装置及び骨粗鬆症診断支援プログラムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

主要な骨粗鬆症診断支援方法として、二重X線吸収(DXA:dual-energyX-ray absorptiometry)法や定量的超音波(QUS:quantitativeultrasound)法などがある。しかし、これらの診断支援方法は特定の施設でしか行えないのが現状であり、腰痛などの症状がある人や骨粗鬆症に対する関心が高い人にしか利用されておらず、骨粗鬆症が原因と考えられる骨折の多くを予防するには至っていない。

10

## 【0003】

そこで、歯科診療時に撮影することの多いパノラマX線画像を用いて骨粗鬆症診断支援を行う骨粗鬆症診断支援装置が開発されている(例えば特許文献1参照)。この骨粗鬆症診断支援装置によってパノラマX線画像さえ撮影すれば、骨粗鬆症の自覚症状のない人や関心の低い人についても、骨粗鬆症の可能性を判定することができ、骨粗鬆症の可能性のある人にはより精密な検査を受けるように指導することができる。従って、骨粗鬆症が原因と考えられる骨折をより多く予防できるようになると期待できる。

20

## 【0004】

骨粗鬆症は、骨折のリスクを高める以外にも、口腔内にインプラントを埋入しても抜け落ちやすくなるというリスクも高めることが知られている。インプラント埋入前にはCT撮影を用いて再構成ボリュームデータを得て、再構成ボリュームデータ上でインプラントの埋入位置や埋入方向などを計画するのが一般的である。ここで、CT撮影から得られた再構成ボリュームデータにおいてもパノラマX線画像と同様に、骨粗鬆症診断支援に用いることが可能になれば以下の恩恵が得られると期待できる。

(1)インプラント埋入前に骨粗鬆症の可能性を診断することで、インプラント手術の成功率を予測する際の根拠が得られる。

(2)パノラマ画像だけでなく再構成ボリュームデータからも骨粗鬆症診断支援が得られることで、骨粗鬆症が原因と考えられる骨折を予防できる機会がより多くなる。

30

(3)パノラマX線画像は周囲の構造が重なり合った2次元画像として得られるのに対し、再構成ボリュームデータは3次元的な構造をそのまま分析できるため、より精度の良い骨粗鬆症診断支援が得られる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2004-209089号公報

## 【非特許文献】

## 【0006】

【非特許文献1】Sheng-yong Wu, Ji Qi, YingLu, Jing Lan, Jin-chao Yu, Lian-qing Wen, Zhuo-li Zhang. "Densitometric and geometric measurement of the proximal femur in elderly women with and without osteoporotic vertebral fractures by volumetric quantitative multi-sliceCT". Journal of Bone and Mineral Metabolism. November 2010, Volume 28, Issue 6, pp 682-689. DOI: 10.1007/s00774-010-0174-3.

40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

CT撮影から得られる再構成ボリュームデータを用いて骨粗鬆症の病態を判定することを試みる研究が非特許文献1に開示されている。非特許文献1は濃度値の一例であるCT

50

値から骨密度を求めているため、被写体を構成する各物質のうちいずれか同一の物質に注目したときどのボクセルでも略同一の濃度値が得られ、場所による濃度値の変動が小さいことを前提としている。そして、非特許文献1は医科用CT撮影装置を用いた実験を行っており、医科用CT撮影装置を用いたCT撮影からは被写体を構成する各物質のうちいずれか同一の物質に注目したときどのボクセルでも略同一の濃度値を得ることができる。

【0008】

一方、歯科医院で一般に用いられているCT撮影装置は歯科用CT撮影装置である。歯科用CT撮影装置を用いたCT撮影では、図9のように散乱線を多く含んだ撮影データしか得られない。その結果、歯科用CT撮影装置を用いたCT撮影は、医科用CT撮影装置を用いたCT撮影に比べて散乱線の影響を受けやすく、被写体中のある同一の物質に注目しても場所によって濃度値が大きく変動する。このような歯科用CT撮影装置を用いたCT撮影の特徴は、X線を絞り込んでディテクタのX線検出素子に到達する散乱線を物理的に低減するコリメータと呼ばれる機構が、医科用CT撮影装置のディテクタには備わっているのに対して、歯科用CT撮影装置のディテクタには備わっていないことに起因する。

【0009】

従って、歯科用CT撮影装置を用いたCT撮影では、被写体を構成する各物質のうちいずれか同一の物質に注目したときどのボクセルでも略同一の濃度値が得られ、場所による濃度値の変動が小さいことを前提とする非特許文献1と同様な方法で、骨粗鬆症の病態を判定することができない。

【0010】

本発明は、上記の状況に鑑み、被写体中のある同一の物質に注目しても場所によって濃度値が大きく変動するCT撮影のデータを利用する場合であっても骨粗鬆症の病態を判定することができる骨粗鬆症診断支援装置及び骨粗鬆症診断支援プログラムを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために本発明に係る骨粗鬆症診断支援装置は、CT撮影のデータの顎骨下縁皮質骨に対応する部分に収まる少なくとも一つのROI (Region of Interest) の設定データが入力される入力手段と、前記ROI内の濃度値のばらつき度合いを示す指標を前記ROI毎に生成する指標生成手段と、前記指標に基づいて骨粗鬆症の病態を判定する判定手段と、前記判定手段の判定結果を出力する出力手段と、を備える構成(第1の構成)とする。なお、前記ROIは2次元のROIに限定されることは無く、3次元のROIであっても良い。

【0012】

また、上記第1の構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記CT撮影のデータは、前記顎骨下縁皮質骨がFOV (Field of view) に含まれるCT撮影の撮影データを再構成して得られる再構成ボリュームデータである構成(第2の構成)であってもよい。

【0013】

また、上記第1又は第2の構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記設定データは、前記CT撮影のデータから生成される顎骨下縁に沿った方向と交差するMPR (Multi Planar Reconstruction) 像内に前記ROIが設定されるデータである構成(第3の構成)であることが好ましい。

【0014】

また、上記第3の構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記MPR像は、顎骨下縁に沿った方向と略直交する構成(第4の構成)であることが好ましい。

【0015】

また、上記第3又は第4の構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記MPR像は、顎骨下縁に沿った方向においてオトガイ孔よりも後方に位置する断層の画像である構成(第5の構成)であることが好ましい。

## 【 0 0 1 6 】

また、上記第 3 ～ 第 5 いずれかの構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記設定データは、それぞれ断層位置が異なる複数の前記 M P R 像に対して前記 R O I が個別に設定されるデータである構成（第 6 の構成）であることが好ましい。

## 【 0 0 1 7 】

また、上記第 6 の構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記判定手段は、複数の前記指標のうち前記 R O I 内の濃度値のばらつき度合いが最も大きいもののみに基づいて骨粗鬆症の病態を判定する構成（第 7 の構成）であってもよく、複数の前記指標の平均に基づいて骨粗鬆症の病態を判定する構成（第 8 の構成）であってもよい。

## 【 0 0 1 8 】

また、上記第 1 ～ 第 8 いずれかの構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記設定データを生成し前記入力手段に出力する生成手段を備える構成（第 9 の構成）であってもよい。

## 【 0 0 1 9 】

また、上記第 1 ～ 第 9 いずれかの構成の骨粗鬆症診断支援装置において、前記出力手段から出力される前記判定手段の判定結果に応じた表示を行う表示手段を備える構成（第 10 の構成）であってもよい。

## 【 0 0 2 0 】

上記目的を達成するために本発明に係る骨粗鬆症診断支援プログラムは、C T 撮影のデータの下顎骨下縁皮質骨に対応する部分に収まる少なくとも一つの R O I (Region of Interest) の設定データが入力される入力手段、前記 R O I 内の濃度値のばらつき度合いを示す指標を前記 R O I 毎に生成する指標生成手段、前記指標に基づいて骨粗鬆症の病態を判定する判定手段、及び前記判定手段の判定結果を出力する出力手段、として機能させる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 2 】

本発明では、濃度値そのものに基づいて骨粗鬆症の病態を判定するのではなく、R O I 内の濃度値のばらつき度合いを示す指標に基づいて骨粗鬆症の病態を判定する。したがって、本発明によると、被写体中のある同一の物質に注目しても場所によって濃度値が大きく変動する C T 撮影のデータを利用する場合であっても骨粗鬆症の病態を判定することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 3 】

【 図 1 A 】 骨粗鬆症診断支援装置の構成を示す図

【 図 1 B 】 骨粗鬆症診断支援プログラムの機能ブロック図

【 図 2 】 骨粗鬆症診断支援装置の動作を示すフローチャート

【 図 3 】 再構成ボリュームデータのボクセルを示すイメージ図

【 図 4 】 M P R 像及びサーフェスレンダリング像の表示例を示す図

【 図 5 】 皮質骨の構造を示す図

【 図 6 】 R O I 設定用の M P R 像の表示例を示す図

【 図 7 】 R O I 設定用の M P R 像の表示例を示す図

【 図 8 】 ピクセル値のヒストグラム

【 図 9 】 コリメータを備えていないディテクタに直接線以外に散乱線も入り込むことを示すイメージ図

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 4 】

本発明の実施形態について図面を参照して以下に説明する。

## 【 0 0 2 5 】

図 1 A は、本発明の一実施形態に係る骨粗鬆症診断支援装置 1 の構成を示す図である。

## 【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

骨粗鬆症診断支援装置 1 は、ROM 1 2 や HDD 1 7 に格納されているプログラムに従って骨粗鬆症診断支援装置 1 全体を制御する CPU 1 1 と、固定的なプログラムやデータを記録する ROM 1 2 と、作業メモリを提供する RAM 1 3 と、外部との通信を行うための通信インターフェース部 1 4 と、画像データを一時的に記憶する VRAM 1 5 と、VRAM 1 5 に記憶された画像データに基づいて画像を表示する表示部 1 6 と、詳細は後述する HDD 1 7 と、キーボード、ポインティングデバイス等の操作部 1 8 とを備えている。

【0027】

骨粗鬆症診断支援装置 1 の通信インターフェース部 1 4 と外部との通信方法は、有線通信でもよく、無線通信でもよく、有線と無線を組み合わせた通信であってもよい。骨粗鬆症診断支援装置 1 としては、例えば、パーソナルコンピュータを挙げることができる。

10

【0028】

HDD 1 7 は、画像再構成処理プログラム、画像表示処理プログラム、ROI 設定プログラム、骨粗鬆症診断支援プログラム、判定結果表示プログラム等の各種プログラム、及び、歯科用 X 線撮影装置による CT 撮影の撮影データ、上記画像再構成処理プログラムによって生成された再構成ボリュームデータ、上記 ROI 設定プログラムによって生成された ROI 設定データ、上記骨粗鬆症診断支援プログラムによって生成された判定結果データ、各種プログラムを実行する際に用いられる各種パラメータの設定値等の各種データを記憶する。

【0029】

画像再構成処理プログラムは、歯科用 X 線撮影装置による CT 撮影の撮影データを再構成して再構成ボリュームデータを生成するためのプログラムである。画像表示処理プログラムは、表示部 1 6 の表示画面に表示させる画像に対応する画像データを生成し、その作成した画像データに対応する画像を表示部 1 6 の表示画面に表示させるためのプログラムである。ROI 設定プログラムは、ROI を設定するためのプログラムである。骨粗鬆症診断支援プログラムは、骨粗鬆症の病態を判定するためのプログラムである。判定結果表示プログラムは、骨粗鬆症の病態の判定結果を表示部 1 6 の表示画面に表示させる画像に対応する画像データを生成し、その作成した画像データに対応する画像を表示部 1 6 の表示画面に表示させるためのプログラムである。

20

【0030】

HDD 1 7 に記憶されている各プログラムは、骨粗鬆症診断支援装置 1 にプリインストールされていてもよく、光ディスク等の記憶媒体に格納された形態で流通されて骨粗鬆症診断支援装置 1 にインストールされてもよく、ネットワークを介して流通されて骨粗鬆症診断支援装置 1 にインストールされてもよい。HDD 1 7 に記憶されている各プログラム及び各データの一部を、HDD 1 7 ではなく ROM 1 2 に記憶するようにしてもよい。

30

【0031】

図 1 B は、HDD 1 7 に記憶されている骨粗鬆症診断支援プログラムの機能ブロック図である。

【0032】

HDD 1 7 に記憶されている骨粗鬆症診断支援プログラムは、CPU 1 1 で実行されることで骨粗鬆症診断支援装置 1 のハードウェアを、ROI 設定データ入力部 1 7 1、指標生成部 1 7 2、判定部 1 7 3、及び判定結果データ出力部 1 7 4 として機能させる。

40

【0033】

下顎骨下縁皮質骨が FOV に含まれる CT 撮影の撮影データを再構成して得られる再構成ボリュームデータの下顎骨下縁皮質骨に対応する部分に収まる少なくとも一つの ROI (Region of Interest) の設定データ (以下、「ROI 設定データ」と称する) が、ROI 設定データ入力部 1 7 1 に入力される。

【0034】

指標生成部 1 7 2 は、ROI 内の濃度値のばらつき度合いを示す指標を ROI 毎に生成する。

【0035】

50

判定部 173 は、指標生成部 172 によって生成される指標に基づいて骨粗鬆症の病態を判定する。

【0036】

判定結果データ出力部 174 は、判定部 17 の判定結果を出力する。

【0037】

図 2 は、骨粗鬆症診断支援装置 1 の動作を示すフローチャートである。図 2 に示すフローチャートの動作主体は骨粗鬆症診断支援装置 1 であるが、図 1 B に示した機能ブロックが実質的に動作主体になっている場合には図 1 B に示した機能ブロックを用いて説明を行う。

【0038】

骨粗鬆症診断支援装置 1 はまず画像再構成処理プログラム、画像表示処理プログラム、ROI 設定プログラム、骨粗鬆症診断支援プログラム、及び判定結果表示プログラムを起動させる。後述するステップ S 1 は画像再構成処理プログラムが実行する処理であり、後述するステップ S 2 は画像表示処理プログラムが実行する処理であり、後述するステップ S 3 ~ S 6 は ROI 設定プログラムが実行する処理であり、後述するステップ S 7 ~ S 12 は骨粗鬆症診断支援プログラムが実行する処理であり、後述するステップ S 13 及び S 14 は判定結果表示プログラムが実行する処理である。なお、本実施形態では画像再構成処理プログラム、画像表示処理プログラム、ROI 設定プログラム、骨粗鬆症診断支援プログラム、及び判定結果表示プログラムを最初に起動させているが、画像表示処理プログラム、ROI 設定プログラム、骨粗鬆症診断支援プログラム、及び判定結果表示プログラムはステップ S 1 の段階ではまだ不要であるため、ステップ S 1 よりも後の段階でそれぞれ必要となる前までに起動させてもよい。

【0039】

骨粗鬆症診断支援装置 1 は、通信インターフェース部 14 を介して、下顎骨下縁皮質骨が FOV に含まれる CT 撮影の撮影データを取得する。それから、骨粗鬆症診断支援装置 1 は、その取得した CT 撮影の撮影データを従来の一般的な再構成アルゴリズムによって再構成して再構成ボリュームデータを生成する（ステップ S 1）。

【0040】

ステップ S 1 において生成される再構成ボリュームデータは、図 3 に示すようなボクセル VC の集合体である。ボクセル VC の 2 つの面は X 軸に垂直であり、ボクセル VC の他の 2 つの面は Y 軸に垂直であり、ボクセル VC の残り 2 つの面は Z 軸に垂直である。X 軸が被写体である人の左右方向に沿い、Y 軸が被写体である人の前後方向に沿い、Z 軸が被写体である人の上下方向（体軸）に沿うように CT 撮影がなされている。したがって、図 3 に示す再構成ボリュームデータから得られる MPR 像の一つである最前層のコロナル像の各ピクセル値は、図 3 に示す再構成ボリュームデータの最前層の各ボクセル値と同一の値になる。また、図 3 に示す再構成ボリュームデータから得られる MPR 像の一つである最右層のサジタル像の各ピクセル値は、図 3 に示す再構成ボリュームデータの最右層の各ボクセル値と同一の値になる。また、図 3 に示す再構成ボリュームデータから得られる MPR 像の一つである最上層のアキシャル像の各ピクセル値は、図 3 に示す再構成ボリュームデータの最上層の各ボクセル値と同一の値になる。ここで、MPR 像とは、CT 撮影の撮影データを再構成して得られる再構成ボリュームデータを任意の断面で切り出して得られる像のことをいう。MPR 像の種類としては、上述したコロナル像、サジタル像、及びアキシャル像以外に、図 3 に図示している X 軸、Y 軸、及び Z 軸のいずれにも垂直でないオブリーク像がある。

【0041】

ステップ S 1 に続くステップ S 2 において、骨粗鬆症診断支援装置 1 は、MPR 像 F 1 ~ F 3 及びサーフェスレンダリング像 F 4 を含む画像を表示部 16 の表示画面に表示させる。MPR 像 F 1 ~ F 3 及びサーフェスレンダリング像 F 4 はそれぞれ、ステップ S 1 において生成される再構成ボリュームデータを用いて生成される。図 4 に示す画像は、MPR 像 F 1 ~ F 3 及びサーフェスレンダリング像 F 4 を含む画像の一例である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

M P R 像 F 1 は、初期状態において、図 3 に図示している Y 軸に垂直なコロナル像である。操作部 1 8 の操作内容が M P R 像 F 1 の向き変更を指示する内容である場合、M P R 像 F 1 は、初期状態のコロナル像から、図 3 に図示している Y 軸に対して上記 M P R 像 F 1 の向き変更に応じた斜めの方向に垂直なオブリーク像に変更される。すなわち、ユーザーが操作部 1 8 を操作することによって、M P R 像 F 1 を初期状態のコロナル像から図 3 に図示している Y 軸に対して斜めの方向に垂直なオブリーク像に変更することが可能である。図 4 において、M P R 像 F 1 は、図 3 に図示している Y 軸に対して斜めの方向に垂直なオブリーク像である。

## 【 0 0 4 3 】

M P R 像 F 2 は、初期状態において、図 3 に図示している X 軸に垂直なサジタル像である。操作部 1 8 の操作内容が M P R 像 F 2 の向き変更を指示する内容である場合、M P R 像 F 2 は、初期状態のサジタル像から、図 3 に図示している X 軸に対して上記 M P R 像 F 2 の向き変更に応じた斜めの方向に垂直なオブリーク像に変更される。すなわち、ユーザーが操作部 1 8 を操作することによって、M P R 像 F 2 を初期状態のサジタル像から図 3 に図示している X 軸に対して斜めの方向に垂直なオブリーク像に変更することが可能である。図 4 において、M P R 像 F 2 は、図 3 に図示している X 軸に対して斜めの方向に垂直なオブリーク像である。

## 【 0 0 4 4 】

M P R 像 F 3 は、初期状態において、図 3 に図示している Z 軸に垂直なアキシャル像である。操作部 1 8 の操作内容が M P R 像 F 3 の向き変更を指示する内容である場合、M P R 像 F 3 は、初期状態のアキシャル像から、図 3 に図示している Z 軸に対して上記 M P R 像 F 3 の向き変更に応じた斜めの方向に垂直なオブリーク像に変更される。すなわち、ユーザーが操作部 1 8 を操作することによって、M P R 像 F 3 を初期状態のアキシャル像から図 3 に図示している Z 軸に対して斜めの方向に垂直なオブリーク像に変更することが可能である。図 4 において、M P R 像 F 3 は、図 3 に図示している Z 軸に対して斜めの方向に垂直なオブリーク像である。

## 【 0 0 4 5 】

サーフェスレンダリング像 F 4 は、初期状態において、図 3 に図示している X 軸から見たサーフェスレンダリング像である。操作部 1 8 の操作内容が操作部 1 8 によってサーフェスレンダリング像 F 4 の向き変更を指示する内容である場合、サーフェスレンダリング像 F 4 は、初期状態の図 3 に図示している X 軸から見たサーフェスレンダリング像から、図 3 に図示している X 軸に対して上記サーフェスレンダリング像 F 4 の向き変更に応じた斜めの方向から見たサーフェスレンダリング像に変更される。すなわち、ユーザーが操作部 1 8 を操作することによって、サーフェスレンダリング像 F 4 を初期状態の図 3 に図示している X 軸から見たサーフェスレンダリング像から図 3 に図示している X 軸に対して斜めの方向から見たサーフェスレンダリング像に変更することが可能である。図 4 において、サーフェスレンダリング像 F 4 は、初期状態の図 3 に図示している X 軸から見たサーフェスレンダリング像である。なお、サーフェスレンダリング像 F 4 の代わりに、ステップ S 1 において生成される再構成ボリュームデータを用いて生成されるボリュームレンダリング像を用いることもできる。

## 【 0 0 4 6 】

また、図 4 に示す画像は、M P R 像 F 1 ~ F 3 それぞれの右隣に位置するスライドバーを含んでいる。操作部 1 8 の操作内容がスライドバーの移動を指示する内容である場合、指示通りにスライドバーが移動し、その移動したスライドバーの左隣に位置する像の断層位置がスライドバーの移動に応じて変化するように、図 4 に示す画像が変更される。すなわち、ユーザーが操作部 1 8 を操作すること（例えば、操作部 1 8 の一部であるポインティングデバイスのドラッグ操作）によって、所望のスライドバーを移動させ、移動させたスライドバーの左隣に位置する像の断層位置を変更することが可能である。

## 【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

50

ステップS 2に続くステップS 3において、骨粗鬆症診断支援装置 1は、ROI設定用のMPR像を指定する操作が操作部 18に対してなされたか否かを確認する。

【0048】

本実施形態では、MPR像F 2、MPR像F 3、及びサーフェスレンダリング像F 4それぞれに表示されたROI設定用のMPR像の断層位置2は、下顎骨下縁に沿った方向においてオトガイ孔3よりも後方に位置し、尚且つ、ROI設定用のMPR画像が下顎骨下縁に沿った方向に略直交するように、ユーザーが操作部 18を操作することによって調整される。なお、MPR像F 2、MPR像F 3、及びサーフェスレンダリング像F 4それぞれに表示されたROI設定用のMPR画像の断層位置2内の一つをユーザーが操作部 18を操作することによって移動させると、残り二つの断層位置2が連動して移動する。

10

【0049】

ここで、ROI設定用のMPR画像の断層位置2を、下顎骨下縁に沿った方向においてオトガイ孔3よりも後方に位置するように調整している理由は、次の通りである。オトガイ孔3よりも後方の下顎体後部は、歯科治療の際などでCT撮影に基づく診断が行われる部位であり、通常の歯科用CT撮影であればFOVに確実に含まれている部位である。つまり、上記の調整によって、通常の歯科用CT撮影で得られる再構成ボリュームデータをそのまま利用して本実施形態を実施することが可能になる。

【0050】

ROI設定用のMPR画像の断層位置2を、ROI設定用のMPR像が下顎骨下縁に沿った方向に略直交するように調整している理由は、次の通りである。皮質骨は図5に示すような構造であって、ハバース管101と、フォルクマン管102と、ハバース系(骨単位)103と、介在層板104と、内基礎層板105と、外基礎層板106と、を有している。下顎骨下縁皮質骨では、各ハバース系(骨単位)103が下顎骨下縁に沿って近遠心方向に5mm~20mm程度の長さで延びている。骨粗鬆症が起こっている場合、ハバース系(骨単位)103が溶けて抜け落ちた形態になる。ハバース系(骨単位)103が抜け落ちた部分とハバース系(骨単位)103以外の皮質骨組織とのX線透過率の差は、ハバース系(骨単位)103とハバース系(骨単位)103以外の皮質骨組織とのX線透過率の差よりも大きい。したがって、骨粗鬆症が起こっている場合、下顎骨下縁に沿った方向に直交する下顎骨下縁皮質骨のMPR像が、ピクセル値のばらつきが最大となる下顎骨下縁皮質骨のMPR像となる。つまり、上記の調整によって、骨粗鬆症が起こっている場合の下顎骨下縁皮質骨のMPR像のピクセル値ばらつきを大きくすることができ、後述するステップS 8~S 10の判定精度が向上する。

20

30

【0051】

上記の調整が完了した後、ユーザーが操作部 18を操作することによって、ROI設定用のMPR像が指定される。

【0052】

ROI設定用のMPR像を指定する操作が操作部 18に対してなされていなければ(ステップS 3のNO)、骨粗鬆症診断支援装置 1は、ステップS 3に戻って指定操作がなされるのを待つ。一方、ROI設定用のMPR像を指定する操作が操作部 18に対してなされれば(ステップS 3のYES)、骨粗鬆症診断支援装置 1は、操作内容に従ってROI設定用のMPR像を生成して表示部 16に表示させる(ステップS 4)。このときの表示部 16の表示画面は図6のようになる。

40

【0053】

ステップS 4において生成するROI設定用のMPR像が例えば下顎骨下縁に沿った方向に直交していれば、ステップS 4において生成するROI設定用のMPR像は、被写体である人の左右方向、被写体である人の前後方向、被写体である人の上下方向(体軸)のいずれにも垂直になっていない。このようにステップS 4において生成するROI設定用のMPR像が、被写体である人の左右方向、被写体である人の前後方向、被写体である人の上下方向(体軸)のいずれにも垂直になっていない場合は、ステップS 4において生成するROI設定用のMPR像のピクセル値に、ステップS 1において生成される再構成ボ

50

リウムデータのボクセル値をそのまま当て嵌めることができない。この場合には、ステップS 1において生成される再構成ポリウムデータのボクセル値に対して公知の補間処理（例えば、最近傍補間処理、三重線形補間処理、スプライン補間処理など）を施して、ステップS 4において生成するROI設定用のMPR像のピクセル値を求めればよい。なお、上述したオブリーク像を生成する場合にも同様に、ステップS 1において生成される再構成ポリウムデータのボクセル値に対して公知の補間処理を施して、オブリーク像のピクセル値を求めればよい。

【0054】

ステップS 4に続くステップS 5において、骨粗鬆症診断支援装置1は、ROIを指定する操作が操作部18に対してなされたか否かを確認する。

10

【0055】

本実施形態では、ROI設定用のMPR像上のROI4が下顎骨下縁皮質骨に収まるように、ユーザーが操作部18を操作することによって調整される。例えば、ユーザーが操作部18を操作することによってROI設定用のMPR像上の複数のポイントが選択され、その選択された複数のポイントを滑らかに繋いで形成される閉ループの内部をROI4とすれば良い。このときの表示部16の表示画面は図7のようになる。

【0056】

上記の調整が完了した後、ROIを指定する操作が操作部18に対してなされる。

【0057】

ROIを指定する操作が操作部18に対してなされていないならば（ステップS 5のNO）、骨粗鬆症診断支援装置1は、ステップS 5に戻って指定操作がなされるのを待つ。一方、ROIを指定する操作が操作部18に対してなされれば（ステップS 5のYES）、その指定に従って骨粗鬆症診断支援装置1はROI設定用のMPR像毎にROI4を設定し、ROI設定データを生成する（ステップS 6）。

20

【0058】

ステップS 6に続くステップS 7において、ROI設定データがROI設定データ入力部171に入力され、指標生成部172が、ROI4内のピクセル値の変動係数（＝標準偏差の値／平均値の値）をROI設定用のMPR像毎に算出し、変動係数の最大値を求める（ステップS 7）。

【0059】

ROI4が一つのみである場合には、指標生成部172がROI4内のピクセル値の変動係数を一つのみ算出し、その算出した変動係数の値を自動的に変動係数の最大値とする。一方、ROI4が複数ある場合には、指標生成部172がROI4内のピクセル値の変動係数をROI設定用のMPR像の個数分だけ算出し、その算出した変動係数の各値を比較して変動係数の最大値を求める。

30

【0060】

ステップS 7に続くステップS 8において、判定部173は、ステップS 7で求めた変動係数の最大値が、事前に設定しておきHDD17に記憶されている閾値より大きいか否かを確認する。

【0061】

変動係数の最大値が閾値より大きければ（ステップS 8のYES）、判定部173は、「骨粗鬆症の疑い有り」と判定する（ステップS 9）。一方、変動係数の最大値が閾値より小さくなければ（ステップS 8のNO）、判定部173は、「正常」と判定する（ステップS 10）。

40

【0062】

判定部173によって「骨粗鬆症の疑い有り」と判定された場合（ステップS 9）、判定結果データ出力部174は「骨粗鬆症の疑い有り」との判定結果を出力し（ステップS 11）、骨粗鬆症診断支援装置1はその判定結果に従って「骨粗鬆症の疑い有り」という文字列を表示部16の表示画面に表示させ（ステップS 13）、その後処理を終了する。一方、判定部173によって「正常」と判定された場合（ステップS 10）、判定結果デ

50

ータ出力部 174 は「正常」との判定結果を出力し（ステップ S12）、骨粗鬆症診断支援装置 1 はその判定結果に従って「正常」という文字列を表示部 16 の表示画面に表示させ（ステップ S14）、その後処理を終了する。

【0063】

閾値を設定するために 3 名の被験者それぞれに関して ROI 設定用の MPR 像を一つ指定し変動係数を求めたところ、下記の表 1 の結果を得た。甲は骨粗鬆症を患っていない被験者であり、乙及び丙は骨粗鬆症を患っているあるいは患っている可能性がある被験者である。したがって、閾値は例えば 0.10 に設定すればよい。被験者の数を増やすことによってより信頼性の高い閾値の設定が可能となる。

【表 1】

	平均	標準偏差	変動係数
甲	1666	80.0	0.048
乙	1521	226	0.15
丙	1188	361	0.30

10

【0064】

骨粗鬆症診断支援装置 1 では、濃度値そのものに基づいて骨粗鬆症の病態を判定するのではなく、ROI 4 内のピクセル値（濃度値の一例）の変動係数に基づいて骨粗鬆症の病態を判定する。したがって、骨粗鬆症診断支援装置 1 によると、被写体中のある同一の物質に注目しても場所によって濃度値が大きく変動する CT 撮影のデータを利用する場合であっても骨粗鬆症の病態を判定することができる。

20

【0065】

さらに、骨粗鬆症診断支援装置 1 によると、以下の恩恵が得られると期待できる。

(1) インプラント埋入前に骨粗鬆症の可能性を診断することで、インプラント手術の成功率を予測する際の根拠が得られる。これにより、インプラント手術の成功率の向上に貢献できる。

(2) 再構成ボリュームデータから骨粗鬆症診断支援が得られることで、骨粗鬆症が原因と考えられる骨折を予防できる機会がより多くなる。

(3) パノラマ X 線画像は周囲の構造が重なり合った 2 次元画像として得られるのに対し、再構成ボリュームデータ及び再構成ボリュームデータから得られる MPR 像は 3 次元的な構造をそのまま分析できるため、より精度の良い骨粗鬆症診断支援が得られる。

30

【0066】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の趣旨の範囲内であれば、実施形態は種々変形が可能である。以下、幾つかの変形例について説明する。

【0067】

本発明において用いられる再構成ボリュームデータは、歯科用 CT 撮影装置による CT 撮影の撮影データを再構成して得られる再構成ボリュームデータに限定されない。本発明において用いられる再構成ボリュームデータは、CT 撮影の撮影データを再構成して得られ尚且つ FOV (Field of view) に下顎骨下縁皮質骨が含まれている再構成ボリュームデータであれば良い。従って、被写体を構成する各物質のうちいずれか同一の物質に注目したときどのピクセルでも略同一の濃度値が得られ、場所による濃度値の変動が小さい CT 撮影の撮影データを再構成して得られる再構成ボリュームデータであっても構わない。

40

【0068】

また上述した実施形態とは異なり、ROI 4 が複数ある場合には、指標生成部 172 が ROI 4 内のピクセル値の変動係数を ROI 設定用の MPR 像の個数分だけ算出し、判定部 173 が指標生成部 172 によって算出された変動係数の各値を比較して変動係数の最大値を求めてもよい。

【0069】

ステップ S7 において、指標生成部 172 が変動係数の最大値ではなく変動係数の平均

50

値を求め、ステップ S 8 において、判定部 1 7 3 が変動係数の平均値が閾値より大きい  
否かを確認するようにしてもよい。なお、ROI 4 が複数ある場合には、指標生成部 1 7  
2 が ROI 4 内のピクセル値の変動係数を ROI 設定用の MPR 像の個数分だけ算出し、  
判定部 1 7 3 が指標生成部 1 7 2 によって算出された変動係数の平均値を求めてもよい。

【0070】

変動係数を用いる代わりに、分散、標準偏差などを用いても良い。なお、ROI 4 内の  
ピクセル値のばらつき度合いを示す指標は、変動係数、分散、標準偏差などのように数値  
化できるものに限定されない。例えば、図 8 に示す ROI 4 内のピクセル値に関するヒス  
トグラムも、ROI 4 内のピクセル値のばらつき度合いを示す指標になり得る。したがっ  
て、ステップ S 7 において変動係数の最大値を求める代わりに ROI 4 内のピクセル値に  
関するヒストグラムを求めてもよい。この場合、求めたヒストグラムが、骨粗鬆症を患っ  
ている集団における ROI 4 内のピクセル値に関するヒストグラムのサンプル集と、骨粗  
鬆症を患っていない集団における ROI 4 内のピクセル値に関するヒストグラムのサンプ  
ル集とのいずれに近いかをヒストグラムのパターンマッチングなどによって評価すればよ  
い。

10

【0071】

上述した実施形態では「骨粗鬆症の疑い有り」と「正常」の二段階判定であったが、閾  
値を 2 つ以上設定することで三段階以上の判定が可能になる。例えば、閾値を 2 つ設定し  
た場合、「骨粗鬆症の疑い有り」と「骨粗鬆症の疑いがやや有り」と「正常」の三段階判  
定が可能となる。また、使用する閾値を性別や年齢に応じて変更するようにしてもよい。

20

【0072】

また、閾値を設定せずに、ROI 4 内のピクセル値のばらつき度合いを示す指標に応じ  
て骨粗鬆症の可能性を連続的に判定するようにしてもよい。例えば、ROI 4 内のピクセ  
ル値のばらつき度合いを示す指標に応じて骨粗鬆症の可能性を百分率や色で示しても良い  
。

【0073】

また上述した実施形態とは異なり、MPR 像を經由せずに、下顎骨下縁皮質骨に収まる  
再構成ボリュームデータの 3 次元 ROI を設定し、その設定した 3 次元 ROI 内のボクセル  
値のばらつき度合いを示す指標（例えば、変動係数、分散、標準偏差など）を生成し、  
その生成した指標に基づいて骨粗鬆症の病態を判定するようにしてもよい。

30

【0074】

また上述した実施形態とは異なり、2 次元 ROI 内のピクセル値を変換した CT 値のば  
らつき度合いを示す指標を生成し、その生成した指標に基づいて骨粗鬆症の病態を判定す  
るようにしてもよい。この場合、ピクセル値から CT 値への変換は、骨粗鬆証診断支援プ  
ログラムの実行前に実施しても良く、骨粗鬆証診断支援プログラムの実行中に実施しても  
良い。

【0075】

また上述した実施形態とは異なり、MPR 像を經由せずに、下顎骨下縁皮質骨に収まる  
再構成ボリュームデータの 3 次元 ROI を設定し、その設定した 3 次元 ROI 内のボクセル  
値を変換した CT 値のばらつき度合いを示す指標を生成し、その生成した指標に基づい  
て骨粗鬆症の病態を判定するようにしてもよい。この場合、ボクセル値から CT 値への変  
換は、骨粗鬆証診断支援プログラムの実行前に実施しても良く、骨粗鬆証診断支援プロ  
グラムの実行中に実施しても良い。

40

【0076】

画像表示処理プログラム、ROI 設定プログラム、骨粗鬆症診断支援プログラム、及び  
判定結果表示プログラムはそれぞれ独立したプログラムであっても良く、少なくとも二つ  
のプログラムが統合されていても良い。プログラムの統合例としては、ROI 設定プロ  
グラムを画像表示処理プログラムに含める形態（画像表示処理プログラムの機能を拡張する  
形態）、ROI 設定プログラムを骨粗鬆症診断支援プログラムに含める形態（骨粗鬆症診  
断支援プログラムの機能を拡張する形態）、判定結果表示プログラムを画像表示処理プロ

50

グラムに含める形態（画像表示処理プログラムの機能を拡張する形態）、判定結果表示を骨粗鬆症診断支援プログラムに含める形態（骨粗鬆症診断支援プログラムの機能を拡張する形態）等を挙げることができる。

【 0 0 7 7 】

一方、骨粗鬆症診断支援装置 1 が R O I 設定プログラムを備えない構成にしても良い。この場合、例えば骨粗鬆症診断支援装置 1 が通信インターフェース部 1 4 を介して R O I 設定データを取得するようにすれば良い。また、骨粗鬆症診断支援装置 1 が判定結果表示プログラムを備えない構成にしても良い。この場合、例えば骨粗鬆症診断支援装置 1 が通信インターフェース部 1 4 を介して判定結果データを外部に送るようにすれば良い。

【符号の説明】

10

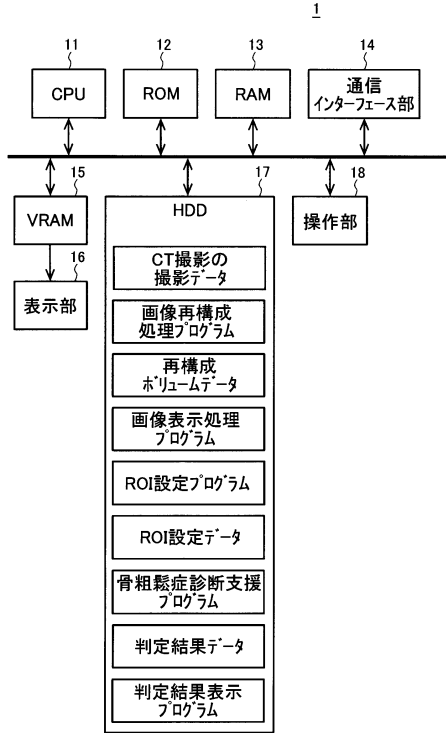
【 0 0 7 8 】

- 1 骨粗鬆症診断支援装置
- 1 1 C P U
- 1 2 R O M
- 1 3 R A M
- 1 4 通信インターフェース部
- 1 5 V R A M
- 1 6 表示部
- 1 7 H D D
- 1 7 1 R O I 設定データ入力部
- 1 7 2 指標生成部
- 1 7 3 判定部
- 1 7 4 判定結果データ出力部
- 1 8 操作部
- 2 R O I 設定用の M P R 像の断層位置
- 3 オトガイ孔
- 4 R O I
- F 1 コロナル像
- F 2 サジタル像
- F 3 アキシシャル像
- F 4 サーフェスレンダリング像
- V C ボクセル

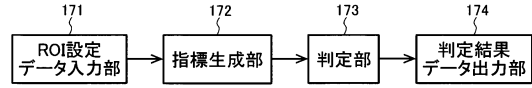
20

30

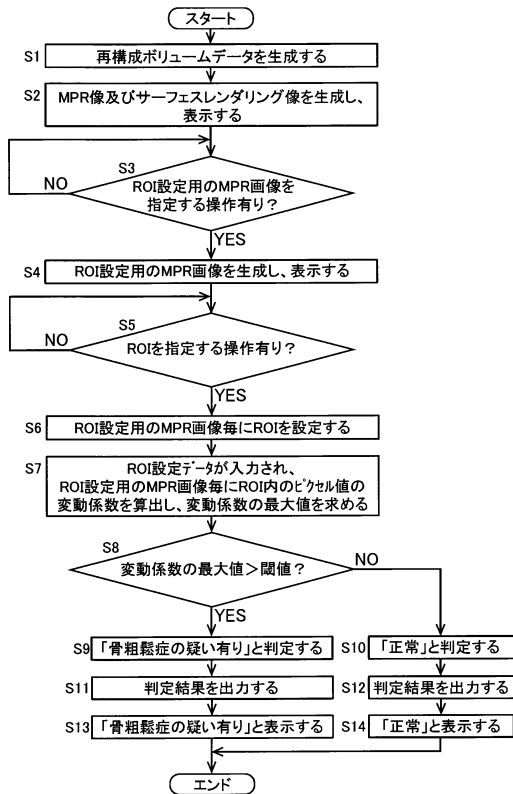
【図1A】



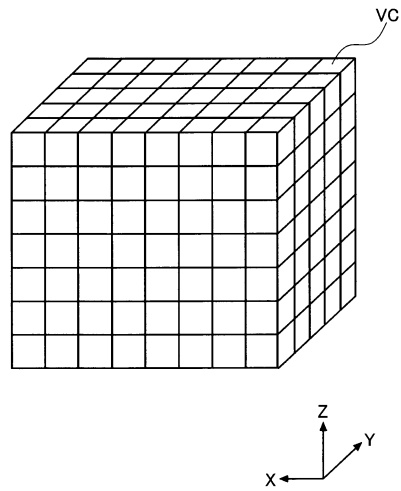
【図1B】



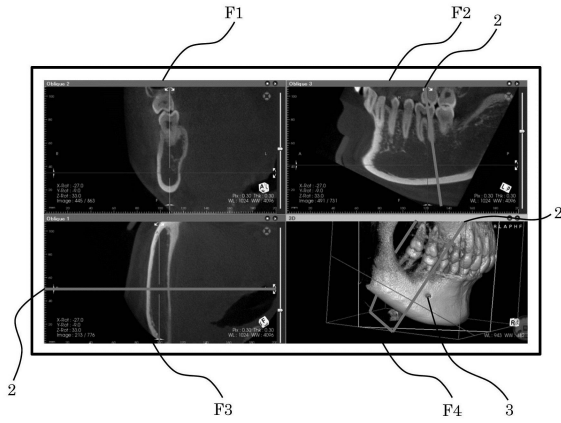
【図2】



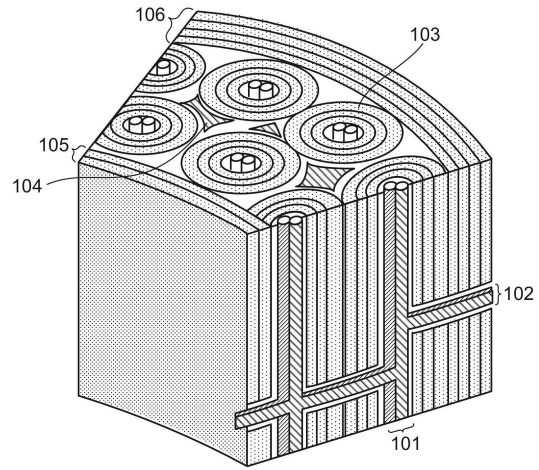
【図3】



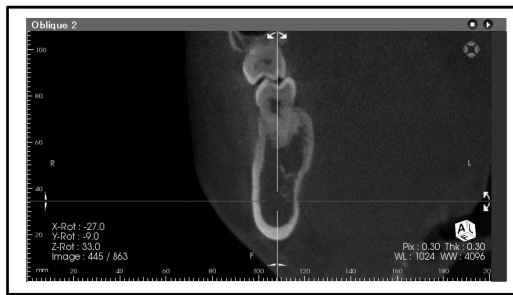
【図4】



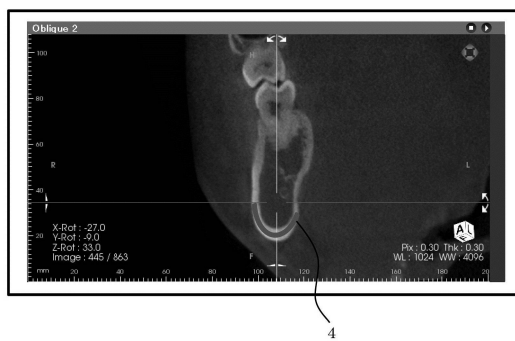
【図5】



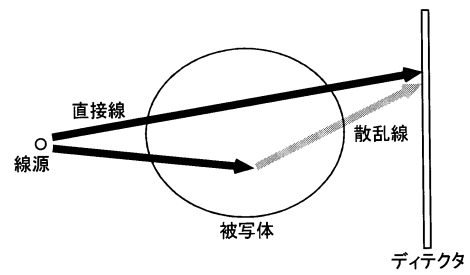
【図6】



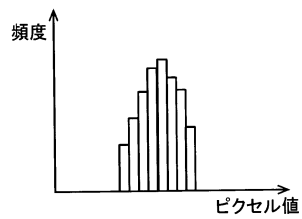
【図7】



【図9】



【図8】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-116293(JP,A)  
特開2000-126168(JP,A)  
国際公開第2006/085525(WO,A1)  
国際公開第2004/096048(WO,A1)  
金田隆, 森進太郎, インプラントのためのCT画像診断 鑑別診断からX線被曝まで, 日本顎咬合学会誌 咬み合わせの科学, 日本, 2010年, 第30巻, 第1-2号, p.71-80  
Andrew J. Burghardt et al., High-Resolution Peripheral Quantitative Computed Tomographic Imaging of Cortical and Trabecular Bone Microarchitecture in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus, The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 米国, 2010年, 第95巻, 第11号, p.5045-5055

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00-6/14