

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5486620号  
(P5486620)

(45) 発行日 平成26年5月7日 (2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日 (2014.2.28)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 3 5 0 Z

請求項の数 11 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-40892 (P2012-40892)  
 (22) 出願日 平成24年2月28日 (2012.2.28)  
 (65) 公開番号 特開2013-150762 (P2013-150762A)  
 (43) 公開日 平成25年8月8日 (2013.8.8)  
 審査請求日 平成25年7月8日 (2013.7.8)  
 (31) 優先権主張番号 特願2011-287749 (P2011-287749)  
 (32) 優先日 平成23年12月28日 (2011.12.28)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100073184  
 弁理士 柳田 征史  
 (74) 代理人 100090468  
 弁理士 佐久間 剛  
 (72) 発明者 吉川 賢治  
 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内

審査官 小田倉 直人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 骨塩定量分析方法および骨塩定量分析システム、並びに記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法において、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの撮影条件毎に求めておき、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正することを特徴とする骨塩定量分析方法。

【請求項 2】

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

10

20

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法において、

骨塩定量を求めるのに先行して前記放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度前記標準物質の放射線画像を得、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの管電圧毎に求めておき、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正することを特徴とする骨塩定量分析方法。

10

【請求項3】

前記標準物質として、厚さが連続的あるいは段階的に変化するアルミニウム製の部材を用いることを特徴とする請求項1または2記載の骨塩定量分析方法。

【請求項4】

骨塩定量を、前記アルミニウム製の部材の厚さで表すことを特徴とする請求項1からは3いずれか1項記載の骨塩定量分析方法。

【請求項5】

前記基準管電圧を50kVとすることを特徴とする請求項1から4いずれか1項記載の骨塩定量分析方法。

20

【請求項6】

前記放射線検出体として互いに放射線吸収特性が異なる複数種類の放射線検出体を適用可能とし、

それらの中の1つの特定放射線検出体以外の放射線検出体が用いられる場合は、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、前記特定放射線検出体を適用した場合のものに相当するように補正することを特徴とする請求項1から5いずれか1項記載の骨塩定量分析方法。

【請求項7】

前記特定放射線検出体として蓄積性蛍光体シートを用いることを特徴とする請求項6記載の骨塩定量分析方法。

30

【請求項8】

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得る放射線画像撮影装置と、

前記放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める信号処理手段とを備えてなる骨塩定量分析システムにおいて、

40

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得た際に、これらの放射線画像から前記複数通りの撮影条件毎に求められた、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を記憶した記憶手段と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正する補正手段とが設けられたことを特徴とする骨塩定量分析システム。

50

## 【請求項 9】

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得る放射線画像撮影装置と、

前記放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める信号処理手段とを備えてなる骨塩定量分析システムにおいて、

骨塩定量を求めるのに先行して前記放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度前記標準物質の放射線画像を得た際に、これらの放射線画像から前記複数通りの管電圧毎に求められた、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を記憶した記憶手段と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正する補正手段とが設けられたことを特徴とする骨塩定量分析システム。

## 【請求項 10】

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得る手順と、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの撮影条件毎に求める手順と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正する手順とを記録していることを特徴とするコンピュータ読取り可能な記録媒体。

## 【請求項 11】

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

骨塩定量を求めるのに先行して前記放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度前記標準物質の放射線画像を得る手順と、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの管電圧毎に求める手順と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と

10

20

30

40

50

、基準管電圧で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正する手順とを記録していることを特徴とするコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は骨塩定量分析方法、特に分析対象の骨部を撮影した放射線画像を利用して骨塩量定量分析を行う方法に関するものである。

【0002】

10

また本発明は、上述のような骨塩量定量分析方法を実施するためのシステム、並びにそのような方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

【背景技術】

【0003】

従来、骨粗鬆症の診断等のために、分析対象の骨部の放射線画像を利用して、その骨部の骨塩定量を求める分析方法が知られている。そのような骨塩定量分析方法の中で、比較的簡便に実施可能な方法の一つとして、MD (Microdensitometry) 法と呼ばれる方法が知られている。このMD法は基本的に、放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、骨部および標準物質を透過した放射線をX線フィルム等の放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求めるものである。

20

【0004】

なお上記の標準物質としては一般に、厚さが連続的に変化するアルミスロープが用いられ、その場合は上記放射線透過特性に対応するアルミスロープの厚さを、骨塩定量を示す指標として定義することが多い。

【0005】

また上述のMD法の中でも、放射線検出体として特に、放射線画像を示すデジタル画像信号を得ることができるものを用い、そのデジタル画像信号を処理して骨塩定量を求めるようにしたDIP (Digital Image Processing) 法が広く知られている (例えば特許文献1、2および3参照)。このDIP法による骨塩定量分析は、操作が簡単で短時間に実行できることから近時広く普及しつつある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2006-334046号公報

【特許文献2】再表2008-044439号

【特許文献3】特開2010-200824号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したDIP法による骨塩定量分析においては、分析対象の骨部およびアルミスロープ等の標準物質に放射線を照射して放射線画像を撮影する際に、放射線管球の管電圧が異なると、分析結果も違う値を示すことになる。そこでこのDIP法による骨塩定量分析においては、分析結果を一般性の有るものとするために、放射線画像撮影時の放射線管球の管電圧を特定の基準管電圧 (例えば50kV) に設定するようにしている。

【0008】

骨塩定量分析の結果を信頼性の高いものとするためには、放射線画像撮影時の管電圧が

50

正確に基準管電圧に設定されることが必要であるが、管電圧を基準管電圧に設定しても、放射線管球の特性の経時変化等のために、実際の管電圧つまり実効管電圧が基準管電圧から外れていることもある。

【 0 0 0 9 】

このような事態を防止するために従来は、放射線管球の管電圧を管電圧計により適宜測定し、管電圧の設定値と実効値とがずれないように較正を行う等の方策が取られていた。しかし、管電圧計はかなり高価なものであるので、病院等の医療機関に管電圧計を常備しておくのは、骨塩定量分析のコストの面で望ましくない。

【 0 0 1 0 】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、放射線管球の実効管電圧が基準管電圧から外れていても、一般性の有る骨塩定量分析結果を得ることができる骨塩定量分析方法を提供することを目的とする。

10

【 0 0 1 1 】

また本発明は、そのような骨塩定量分析方法を実施するための骨塩定量分析システム並びに記録媒体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】

【 0 0 1 2 】

本発明による第1の骨塩定量分析方法は、前述したDIP法による骨塩定量分析方法、つまり、

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

20

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法において、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの撮影条件毎に求めておき、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正することを特徴とするものである。

30

【 0 0 1 3 】

また、本発明による第2の骨塩定量分析方法は、前述したDIP法による骨塩定量分析方法、つまり、

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

40

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法において、

骨塩定量を求めるのに先行して放射線管球を、基準管電圧（例えば前述の50kV）を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度標準物質の放射線画像を得、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの管電圧毎に求めておき、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される

50

放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正することを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

なお上記の標準物質としては、前述したアルミスロープ等、厚さが連続的あるいは段階的に変化するアルミニウム製部材を好適に用いることができる。

【 0 0 1 5 】

その場合は、従来なされているように、骨塩定量をアルミニウム製部材の厚さを指標として表すことが望ましい。

【 0 0 1 6 】

また本発明の骨塩定量分析方法においては、放射線検出体として互いに放射線吸収特性が異なる複数種類の放射線検出体を適用可能とした上で、それらの中の1つの特定放射線検出体以外の放射線検出体が用いられる場合は、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、特定放射線検出体を適用した場合のものに相当するように補正することが望ましい。

10

【 0 0 1 7 】

なお、上記の特定放射線検出体としては、DIP法による骨塩定量分析に従来広く適用されていて、その際の骨塩定量分析結果を評価するためのデータも多く蓄えられている、蓄積性蛍光体シートを適用することが望ましい。

【 0 0 1 8 】

他方、本発明による第1の骨塩定量分析システムは、

20

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得る放射線画像撮影装置と、

前記放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める信号処理手段とを備えてなる骨塩定量分析システムにおいて、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得た際に、これらの放射線画像から前記複数通りの撮影条件毎に求められた、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を記憶した記憶手段と、

30

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正する補正手段とが設けられたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 9 】

また、本発明による第2の骨塩定量分析システムは、

40

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得る放射線画像撮影装置と、

前記放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める信号処理手段とを備えてなる骨塩定量分析システムにおいて、

骨塩定量を求めるのに先行して前記放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度前記標準物質の放射線画像を得た際に、これらの放射線画像から前記複数通りの管電圧毎に求められた、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を記憶した記憶手段と、

50

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正する補正手段とが設けられたことを特徴とするものである。

#### 【 0 0 2 0 】

また、本発明による第 1 の記録媒体は、

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

10

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得る手順と、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも 2 つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの撮影条件毎に求める手順と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正する手順とを記録していることを特徴とするものである。

20

#### 【 0 0 2 1 】

さらに、本発明による第 2 の記録媒体は、

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

30

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

骨塩定量を求めるのに先行して前記放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度前記標準物質の放射線画像を得る手順と、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも 2 つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの管電圧毎に求める手順と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正する手順とを記録していることを特徴とするものである。

40

#### 【 発明の効果 】

#### 【 0 0 2 2 】

本発明による第 1 の骨塩定量分析方法は、上述した通り、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも 2 つの

50

部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの撮影条件毎に求めておき、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正するものであるので、撮影条件が基準撮影条件から外れていても、一般性の有る骨塩定量分析結果、つまり基準撮影条件で撮影された場合と同じ骨塩定量分析結果を得ることが可能になる。

【 0 0 2 3 】

また本発明による第 2 の骨塩定量分析方法は、上述した通り、

骨塩定量を求めるのに先行して放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度標準物質の放射線画像を得、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも 2 つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの管電圧毎に求めておき、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正するものであるので、放射線管球の実効管電圧が基準管電圧から外れていても、一般性の有る骨塩定量分析結果、つまり実効管電圧が基準管電圧である場合と同じ骨塩定量分析結果を得ることが可能になる。

【 0 0 2 4 】

他方、本発明による第 1 の骨塩定量分析システムは、前述した通りの放射線画像撮影装置と信号処理手段とを備えてなる骨塩定量分析システムにおいて、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得た際に、これらの放射線画像から前記複数通りの撮影条件毎に求められた、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも 2 つの部分に関する濃度勾配を記憶した記憶手段と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正する補正手段とが設けられたものであるから、先に述べた本発明による第 1 の骨塩定量分析方法を実施できるものとなる。

【 0 0 2 5 】

また、本発明による第 2 の骨塩定量分析システムは、前述した通りの放射線画像撮影装置と信号処理手段とを備えてなる骨塩定量分析システムにおいて、

骨塩定量を求めるのに先行して前記放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度前記標準物質の放射線画像を得た際に、これらの放射線画像から前記複数通りの管電圧毎に求められた、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも 2 つの部分に関する濃度勾配を記憶した記憶手段と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および／または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正する補正手段とが設けられたものであるから、先に述べた本発明による第 2 の骨塩定量分析方法を実施できるものとなる。

【 0 0 2 6 】

また、本発明による第 1 の記録媒体は、

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異な

10

20

30

40

50



る複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

骨塩定量を求めるのに先行して撮影条件を、基準撮影条件を含む複数条件に順次変え、その都度前記標準物質の放射線画像を得る手順と、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの撮影条件毎に求める手順と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準撮影条件ではない撮影条件で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準撮影条件で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準撮影条件で撮影された場合のものに相当するように補正する手順とを記録しているものであるから、先に述べた本発明による第1の骨塩定量分析方法を実施するために使用することができる。

#### 【0027】

さらに、本発明による第2の記録媒体は、

放射線管球から発生させた放射線を、分析対象の骨部と、放射線透過特性が互いに異なる複数の部分を有する標準物質とに同時に照射し、

前記骨部および標準物質を透過した放射線を放射線検出体で検出して該骨部および標準物質を示す放射線画像を得、

この放射線画像において、分析対象の骨部と同じ濃度を示す標準物質の部分の放射線透過特性に基づいて該骨部の骨塩定量を求める骨塩定量分析方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

骨塩定量を求めるのに先行して前記放射線管球を、基準管電圧を含む複数通りの管電圧で駆動して、各駆動の都度前記標準物質の放射線画像を得る手順と、

これらの放射線画像から、標準物質の放射線透過特性が互いに異なる少なくとも2つの部分に関する濃度勾配を、前記複数通りの管電圧毎に求める手順と、

骨塩定量を求めるために撮影された放射線画像において、前記濃度勾配から、その放射線画像が基準管電圧ではない管電圧で撮影されたものと判別されるとき、その濃度勾配と、基準管電圧で撮影された場合の前記濃度勾配との関係に基づいて、骨塩定量分析に供される放射線画像を示す画像信号および/または骨塩定量分析結果を、基準管電圧で撮影された場合のものに相当するように補正する手順とを記録しているものであるから、先に述べた本発明による第2の骨塩定量分析方法を実施するために使用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0028】

【図1】本発明の一実施形態による骨塩定量分析方法を実施するシステムの概略構成図

【図2】骨塩定量分析用に撮影された放射線画像の例を示す概略図

【図3】骨塩定量分析のために画像信号が抽出される領域を説明する図

【図4】上記領域における放射線画像の濃度プロファイル例を示す図

【図5】ある撮影装置で撮影された放射線画像におけるアルミスロープの厚さ（座標）と、そこを透過した放射線による像濃度との関係を、放射線管球の管電圧の値毎に示すグラフ

【図6】放射線管球の管電圧の違いによる画像濃度の違いを補正する処理を説明する図

【図7】管電圧と  $GS/D$  値との関係を撮影装置の種類毎に示すグラフ

【図8】別の撮影装置で撮影された放射線画像におけるアルミスロープの厚さ（座標）と、そこを透過した放射線による像濃度との関係を、放射線管球の管電圧の値毎に示すグラフ

10

20

30

40

50

【図 9】さらに別の撮影装置で撮影された放射線画像におけるアルミスロープの厚さ（座標）と、そこを透過した放射線による像濃度との関係を、放射線管球の管電圧の値毎に示すグラフ

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 は、本発明の一実施形態による骨塩定量分析方法を実施するシステムの概略構成を示すものである。本システムは前述した D I P 法により骨塩定量分析を行うものであり、図示のように、骨塩定量分析対象の骨部を含む被写体の放射線画像を撮影する第 1 撮影装置 10 と、この第 1 撮影装置 10 で放射線画像が撮影された記録媒体から放射線画像を読み取って、その放射線画像を示すデジタル画像信号 P c r を出力する読取装置 20 と、骨塩定量分析対象の骨部を含む被写体の放射線画像を撮影し、直接、その放射線画像を示すデジタル画像信号 P d r を出力する第 2 撮影装置 30 と、上記デジタル画像信号 P c r あるいは P d r に基づいて分析対象の骨部の骨塩量を求める信号処理装置 40 と、上記信号処理手段 40 に各種指示を与えるための入力部 50 と、骨塩定量分析結果を表示する表示部 60 とから構成されている。

10

【0030】

第 1 撮影装置 10 は一例として、特開平 8 - 2 6 6 5 2 9 号公報、特開平 9 - 2 4 0 3 9 号公報等に示される放射線検出体としての蓄積性蛍光体シートに被写体の放射線画像情報を蓄積記録するものであり、ここでは特に、蓄積性蛍光体シートを収容したカセット 11 が用いられる。すなわち本装置 10 は、カセット 11 が略水平状態に載置される撮影台 14 と、このカセット 11 に向けて上方から放射線 R（一例として X 線）を照射する放射線管球 12 と、この放射線管球 12 の駆動を制御する撮影制御部 13 とを有している。

20

【0031】

この第 1 撮影装置 10 において、カセット 11 の上に被写体 H が載置された状態下で放射線管球 12 が駆動され、そこから放射線 R がカセット 11 に向けて照射されると、被写体 H を透過した放射線 R のエネルギーがカセット内の蓄積性蛍光体シートに蓄積される。つまり該蓄積性蛍光体シートには、被写体 H の透過放射線画像情報が記録される。

【0032】

読取装置 20 は、蓄積性蛍光体シートから上記被写体 H の放射線画像情報を読み取るものである。この種の読取装置については、例えば特開平 5 - 2 9 7 4 8 9 号公報等に詳しい記載がなされているが、以下、基本的なことを簡単に説明する。この読取装置 20 においては、カセット 11 から取り出された蓄積性蛍光体シートがレーザ光等の読取光で 2 次元走査され、その読取光の照射を受けた蓄積性蛍光体シートの部分から発せられた輝尽発光光が光電変換手段により読み取られて、該シートに記録されていた放射線画像情報を示す画像信号が得られる。この画像信号は、後の信号処理のために A / D 変換処理されて、上記のデジタル画像信号 P c r とされる。

30

【0033】

第 2 撮影装置 30 は、上記第 1 撮影装置 10 における放射線管球 12、撮影制御部 13 および撮影台 14 とそれぞれ同様の放射線管球 32、撮影制御部 33 および撮影台 34 を有するものであるが、前述のカセット 11 に代えて放射線検出器 31 に放射線 R が照射されるように構成されている点において第 1 撮影装置 10 と基本的に異なっている。上記放射線検出器 31 は、マトリクス状に配置された画素毎に照射放射線のエネルギーレベルに対応した放射線検出信号を出力するものであり、この検出信号は A / D 変換処理され、被写体の透過放射線画像を示すデジタル画像信号 P d r として出力される。

40

【0034】

なお、以上のような放射線検出器 31 としては、例えば特開平 7 - 7 2 2 5 3 号公報に記載がなされているように、放射線の照射を受けて可視光を発するシンチレータと、その可視光を検出する固体光検出素子とが積層されてなるものや、あるいは例えば特開 2 0 1 0 - 2 0 6 0 6 7 号公報に記載がなされているように、放射線の照射を受けてそのエネル

50

ギーに対応した電気信号を出力する放射線光導電層を有してなるものを適用することができる。

【0035】

信号処理装置40は、上述のデジタル画像信号PcrやPdrが入力される前処理部41と、その後段に順次接続された部位抽出部42、濃度分析部43、管電圧補正部44、撮影装置特性補正部45、骨塩定量分析部46および表示制御部47とを有している。さらにこの信号処理装置40は、上記管電圧補正部44および撮影装置特性補正部45に接続された記憶部48を有している。

【0036】

入力部50は、例えばキーボード51やマウス52等の入力手段を備えてなるものであり、それらの入力手段により、信号処理装置40が行う処理の指示を与える。

10

【0037】

表示部60は、例えば液晶表示装置やCRT表示装置等の表示手段61からなるものであり、後述のようにして入力される情報に基づいて、骨塩定量分析の結果や、撮影された被写体の放射線画像を必要に応じて表示する。

【0038】

以上述べた信号処理装置40、入力部50および表示部60は、例えば一般的なパーソナルコンピュータ等のコンピュータシステムから構成することができる。

【0039】

次に図2を参照して、骨塩定量分析のための放射線画像の撮影について説明する。ここではまず、第1撮影装置10における撮影について説明する。この撮影に際しては、蓄積性蛍光体シートを収容したカセット11が第1撮影装置10の撮影台14の上に載置され、その上に被検者の左手および右手が置かれ、またそれら両手の間に基準物質としてのアルミスロープが置かれる。このアルミスロープは厚さが連続的に変化するアルミニウム製の板状部材である。なおこの種のアルミスロープに代えて、厚さが段階的に変化するアルミニウム製の板状部材が用いられてもよい。

20

【0040】

この状態で撮影制御部13が操作されることにより放射線管球12が駆動され、そこから発せられた放射線Rが上記左手および右手、並びにアルミスロープを透過してカセット11内の蓄積性蛍光体シートに照射される。なおDIP法においては通常、放射線管球12は管電圧を50kVとして撮影を行うようにしており、本実施形態においても撮影制御部13により、管電圧は50kVに設定される。ただし、実効管電圧は経時により低下する傾向があるので、上述のように設定しても実効管電圧が50kVにならないこともある。本実施形態では、そのために分析誤差が生じることを防止するようにしているが、その点に関しては後述する。

30

【0041】

撮影が終了すると、カセット11が第1撮影装置10から取り出されて、読取装置20にセットされる。読取装置20では前述の通りにして、カセット11内の蓄積性蛍光体シートからそこに蓄積記録された放射線画像情報が読み取られ、その放射線画像情報を示すデジタル画像信号Pcrが得られる。このデジタル画像信号Pcrが担持する放射線画像は、該信号Pcrを前記表示部60に入力する等により再生表示可能であり、もし表示した場合その放射線画像は図2に示すようなものとなる。すなわちこの放射線画像PRには、被検者の左手LH、右手RHおよびアルミスロープASが記録されている。なおアルミスロープASは、前述のカセット11上において、左手LHおよび右手RHの指先方向(図2中で上方)に行くに従って次第に薄くなる状態にしてセットされる。

40

【0042】

上記デジタル画像信号Pcrは、それを得たカセット11を示す識別情報と共に信号処理装置40の前処理部41に入力される。また第1撮影装置10において前述の撮影がなされたとき、撮影制御部13からは第1撮影装置10を示す識別情報、カセット11を示す識別情報、撮影順番を示す情報等の撮影情報Scrが、信号処理装置40の撮影装置特

50

性補正部 4 5 に入力される。

【 0 0 4 3 】

次に、信号処理装置 4 0 における処理について説明する。この信号処理装置 4 0 に入力されたデジタル画像信号  $Pcr$  は、まず前処理部 4 1 において、放射線の照射ムラや、読取装置 2 0 の読取特性のムラ等に起因する信号値の変動を補正する処理や、必要に応じて適宜なされるその他の処理を受け、次に部位抽出部 4 2 に入力される。

【 0 0 4 4 】

部位抽出部 4 2 は、デジタル画像信号  $Pcr$  が示す画像の中から、画像処理により自動的に、あるいは前記入力部 5 0 による指示に基づいて、骨塩定量分析を行う部位を抽出する。DIP 法においては通常、図 2 に示す左手第 2 中手骨 B 2 L について骨塩定量分析を行うようにしているので、本実施形態においても左手第 2 中手骨 B 2 L が抽出される。そしてより詳細には、この左手第 2 中手骨 B 2 L の全長の中央部分に有る  $h/10$  の領域（図 3 参照）が抽出される。

【 0 0 4 5 】

次に濃度分析部 4 3 は、上記抽出された領域の平均的な濃度を求める。より具体的にこの濃度分析部 4 3 は、上記領域において左手第 2 中手骨 B 2 L を横切る方向の濃度プロファイルを求める。この濃度プロファイルは、濃度に代えて輝度を用いて示すと、図 4 に曲線 Q で示すようなものとなる。なお、同図に示す D が骨幅になる。このような濃度プロファイルは、まず上記領域において骨の長さ方向に亘って分布する例えば 10 数箇所程度について求められ、次にそれらの平均的なプロファイルを演算することによって求められる。

【 0 0 4 6 】

従来は、この平均的な濃度プロファイルにおける濃度がそのままアルミスロープの厚さ（アルミ厚）に換算され、つまり放射線画像においてプロファイルの各点濃度と同じ濃度となるアルミスロープ部分の厚さが求められ、そのアルミ厚換算値の積分値（図 4 における斜線部）GS を骨幅 D で除した値  $GS/D$  [単位：mmAL（アルミニウム）] を、骨塩量を示す DIP 値としていた。この DIP 値については、例えば日本骨代謝学会から性別および年齢層毎の基準値が公表されており、その基準値の 100 ~ 80 % の範囲に有れば骨塩量は正常範囲にある、といった診断が下されるようになっている。

【 0 0 4 7 】

ただし上記の DIP 値 =  $GS/D$  は、第 1 撮影装置 1 0 のように蓄積性蛍光体シートを撮影記録媒体とする撮影装置に代えて、蓄積性蛍光体シートとは放射線吸収特性が異なる放射線検出器 3 1 を用いる第 2 撮影装置 3 0 が撮影に使用されたり、あるいは実効管電圧が 50 kV 以外になっていた場合は、同じ骨部を撮影しても、以上述べたようにして求められた場合とは異なる値を示すことがある。上に述べた基準値は、蓄積性蛍光体シートを用い、管電圧を 50 kV に設定して放射線画像を撮影したときの DIP 値に対して定められたものであるので、この基準値を適用して骨塩量に関する診断を下すのであれば、上述のように異なる値を示す DIP 値を、蓄積性蛍光体シートを用いて管電圧を 50 kV に設定したときの DIP 値に相当するように補正する必要がある。

【 0 0 4 8 】

以下、その補正について説明する。本発明者は、第 1 撮影装置 1 0 のように蓄積性蛍光体シートに放射線画像を撮影記録する撮影装置においてアルミスロープを撮影したとき、その厚さと、撮影された放射線画像における濃度との関係が、放射線管球の管電圧に応じてどのように変化するか調べた。図 5 はその結果を示すものであり、これは骨塩定量分析するための放射線画像撮影に先行して、予め求められている。

【 0 0 4 9 】

なおこの図 5 において、横軸がアルミスロープの厚さと一義的に対応するアルミスロープの長手方向位置の座標であり、縦軸が放射線画像における濃度（相対値）である。そしてここに示す 10 本の特性曲線は、上から順に管電圧が 47 kV、48 kV、49 kV、50 kV、51 kV、52 kV、53 kV、54 kV、55 kV、56 kV のときのもの

10

20

30

40

50

である。ここに挙げた管電圧の値は、単に撮影制御装置において設定しただけでなく、管電圧計で測定して設定通りの値になっていることを確認したものである。

#### 【 0 0 5 0 】

同図に示される通り上記特性曲線の傾き（濃度勾配）は、管電圧の値毎に明確に相違している。このことを利用して本実施形態では、図 1 の管電圧補正部 4 4 がまず、アルミスロープを示すデジタル画像信号  $Pcr$  から所定座標間の特性曲線の傾きに基づいて、第 1 撮影装置 1 0 における撮影時の実効管電圧が何  $kV$  であったかを求める。そのために記憶部 4 8 には、上記傾きと管電圧との対応関係が記憶されており、管電圧補正部 4 4 はデジタル画像信号  $Pcr$  から求めた傾きに対応する管電圧を読み出す。そして次に管電圧補正部 4 4 は、その読み出した管電圧と管電圧 5 0  $kV$  とに基づいて、デジタル画像信号  $Pcr$  を補正する。なお上記傾きを知るためには、アルミスロープの少なくとも 2 点に関して前記座標と濃度との関係を求めればよい。

10

#### 【 0 0 5 1 】

上記補正は、例えば実効管電圧が 4 8  $kV$  であった場合を例にとると、図 6 に示すようになされる。すなわち、アルミ厚（もしくは骨部の放射線吸収特性）が図示のように  $E1$  であった場合、管電圧が所定値の 5 0  $kV$  であったなら本来画像濃度は  $De1'$  であるところ、実効管電圧が 4 8  $kV$  になっているため画像濃度が  $De1$  になっているので、画像濃度  $De1$  を示しているデジタル画像信号  $Pcr$  を、画像濃度  $De1'$  を示す値に補正する。同様にして、例えば画像濃度  $De2$  を示しているデジタル画像信号  $Pcr$  を、画像濃度  $De2'$  を示す値に補正する。この補正前と補正後のデジタル画像信号  $Pcr$  の対応関係は、実効管電圧の値毎に  $LUT$ （ルックアップテーブル）の形で記憶部 4 8 に記憶されており、管電圧補正部 4 4 は求めた実効管電圧に関する  $LUT$  を参照して、補正後の、つまり補正值とすべきデジタル画像信号  $Pcr$  の値を求める。この補正は、前述した平均的な濃度プロファイルを示すデジタル画像信号  $Pcr$ 、およびアルミスロープの部分を示すデジタル画像信号  $Pcr$  に関して全て行われ、その補正後のデジタル画像信号  $Pcr'$  が撮影装置特性補正部 4 5 に入力される。

20

#### 【 0 0 5 2 】

前述した通り撮影装置特性補正部 4 5 には、第 1 撮影装置 1 0 の撮影制御部 1 3 から、第 1 撮影装置 1 0 を示す識別情報、カセット 1 1 を示す識別情報、撮影順番を示す情報等の撮影情報  $Scr$  が入力されている。撮影装置特性補正部 4 5 はこの撮影情報  $Scr$  に基づいて、あるいはデジタル画像信号  $Pcr$  に付帯された撮影情報に基づいて、入力されたデジタル画像信号  $Pcr'$  の元のデジタル画像信号  $Pcr$  が第 1 撮影装置 1 0 で生成されたものであると判別した場合は、入力されたデジタル画像信号  $Pcr'$  を素通りさせて骨塩定量分析部 4 6 に入力させる。

30

#### 【 0 0 5 3 】

骨塩定量分析部 4 6 は入力されたデジタル画像信号  $Pcr'$  から前述の  $DIP$  値 =  $GS/D$  を求める。すなわち骨塩定量分析部 4 6 は、デジタル画像信号  $Pcr'$  が示す平均的な濃度プロファイル（図 4 の  $Q$ ）における濃度をアルミスロープの厚さ（アルミ厚）に換算し、そのアルミ厚換算値の積分値  $GS$  を骨幅  $D$  で除した値  $GS/D$  を  $DIP$  値とする。骨塩定量分析部 4 6 は、こうして求めた  $DIP$  値 =  $GS/D$  を示す情報を表示制御部 4 7 に入力する。表示制御部 4 7 はこの  $DIP$  値を表示部 6 0 の表示手段 6 1 において表示させる。

40

#### 【 0 0 5 4 】

以上のようにして表示手段 6 1 に表示される  $DIP$  値は、管電圧補正部 4 4 による補正がなされた後のデジタル画像信号  $Pcr'$  に基づくものであるから、管電圧を 5 0  $kV$  に設定して得られたときの  $DIP$  値と等しくなる。よって、前述の基準値を利用してなされる骨塩量に関する診断も、信頼性が高いものとなり得る。なお表示部 6 0 の表示手段 6 1 においては、 $DIP$  値の表示だけでなく、上記基準値との比較に基づく診断結果の表示、例えば基準値に対する比率の表示や、「骨粗鬆症の心配はありません」等の表示を併せて行うようにしてもよい。

50

## 【 0 0 5 5 】

ここで、上記デジタル画像信号  $P_{c r}$  をデジタル画像信号  $P_{c r}'$  に補正する代わりに、まずデジタル画像信号  $P_{c r}$  に基づいて  $DIP$  値 =  $GS / D$  を求め、その求められた  $DIP$  値を、デジタル画像信号  $P_{c r}'$  から求められる  $DIP$  値に相当するように補正してもよい。

## 【 0 0 5 6 】

なお、先に述べた基準値は、蓄積性蛍光体シートを用い、管電圧を  $50\text{ kV}$  に設定して撮影したときの  $DIP$  値に対して定められたものである。蓄積性蛍光体シートを用いる第 1 撮影装置 10 で放射線画像を撮影した場合は、装置間の特性の違いによる  $DIP$  値の相違については考慮する必要がない。そこでこの場合は前述した通り、デジタル画像信号  $P_{c r}'$  を撮影装置特性補正部 45 は素通りさせているものである。また、実効管電圧が  $50\text{ kV}$  であると認められた場合も、管電圧の違いによる  $DIP$  値の相違を補正する処理は不要であるので、管電圧補正部 44 における上述の補正はなされない。

## 【 0 0 5 7 】

次に、図 1 の第 2 撮影装置 30 を用いて放射線画像を撮影した場合に、信号処理装置 40 でなされる処理等について説明する。まず、この撮影がなされた場合、第 2 撮影装置 30 が出力するデジタル画像信号  $P_{d r}$  は前処理部 41 に入力され、そこで前述と同様の処理を受ける。またこの撮影がなされたとき、撮影制御部 33 からは、前述の撮影情報  $S_{c r}$  と同様の撮影情報  $S_{d r}$  が撮影装置特性補正部 45 に入力される。

## 【 0 0 5 8 】

そしてこの場合も、管電圧補正部 44 において、実効管電圧が  $50\text{ kV}$  になっていなかったことが検出されると、第 1 撮影装置 10 により放射線画像を撮影した場合と同様の補正処理がなされる。この管電圧補正部 44 による補正処理は前述と同じものである。ここでは詳しい説明を省略する。なお図 1 においては、第 2 撮影装置 30 から出力されたデジタル画像信号  $P_{d r}$  が上記補正処理を受けた場合、その処理済みのデジタル画像信号を  $P_{d r}'$  と表している。

## 【 0 0 5 9 】

ただし、図 5 に示したような座標と濃度との関係は、撮影装置毎に固有のものとなるので、第 2 撮影装置 30 によって撮影を行った場合のこの関係を図 8 に示す。ここで第 2 撮影装置 30 の放射線検出器 31 は、 $GOS$  (ガドリニウムオキサライドサルファ) からなるシンチレータおよび固体光検出素子が積層されてなるものである。なお、図 1 には示していないが、上述のような放射線検出器として、 $CsI$  (ヨウ化セシウム) からなるシンチレータおよび固体光検出素子が積層されてなるものも適用可能であり、その種の放射線検出器が適用された撮影装置を以下、第 3 撮影装置と称することとする。図 9 には、そのような第 3 撮影装置で撮影を行った場合の、上記座標と濃度との関係を示してある。

## 【 0 0 6 0 】

一方、本発明者は、ある共通の骨部 (これは一定の厚さを持つアルミニウム板材に代えられてもよい) の放射線画像を第 1 撮影装置 10 および第 2 撮影装置 30 により管電圧を種々に変えて撮影し、その撮影された骨部について前述の  $DIP$  値 =  $GS / D$  を求めた。図 7 はその結果を示すものである。この場合、 $DIP$  値は前述した通り撮影時の管電圧の値に応じて変化するが、図示されるようにその変化特性は、撮影装置毎に異なっていることが分かった。なお同図において、第 1 撮影装置 10 により撮影を行った場合の特性が A、第 2 撮影装置 30 で撮影を行った場合の特性が B、そして前記第 3 撮影装置で撮影を行ったときの特性が C である。

## 【 0 0 6 1 】

本実施形態においては、撮影時の管電圧を  $50\text{ kV}$  に設定した場合の  $GS / D$  値を求めるようにしているので、図 7 において、この管電圧が  $50\text{ kV}$  のときの各  $GS / D$  値に着目すると、共通の骨部を撮影しているのにも拘わらず、撮影装置毎に  $GS / D$  値が異なっている。これは、上記蓄積性蛍光体シートや、放射線検出器 31 等の 2 種の放射線検出器における放射線吸収特性が互いに異なることに起因している。

## 【0062】

ここで、図7の特性が得られた骨部とは異なる骨部を撮影した場合も、管電圧が50kVのときの3つのGS/D値の間の比率は、図7の特性における比率と略同じになると考えられる。また、GS/D値は画像濃度と対応している。以上のことに鑑みて図1の撮影装置特性補正部45は、入力されたデジタル画像信号Pdr'の元になるデジタル画像信号Pdrが、第2撮影装置30での撮影により得られたものであると判別した場合は、デジタル画像信号Pdr'のうちアルミスロープASの部分に関する信号を、それが示す濃度Dd'が濃度Dd'' = k Dd'となるように変換する。なおkは、図7において管電圧が50kVのときの特性BにおけるGS/D値に対する、特性AにおけるGS/D値の比率である。なお上記の判別は、撮影制御部33から撮影装置特性補正部45に入力される撮影情報Sdrや、あるいはデジタル画像信号Pdrに付帯される撮影情報等に基づいて行うことができる。

10

## 【0063】

上述した変換処理がなされた後のデジタル画像信号Pdr''は、骨塩定量分析部46に入力される。骨塩定量分析部46ではこのデジタル画像信号Pdr''に基づいて、前述と同様にしてDIP値 = GS/Dが求められ、表示制御部47はこのDIP値を表示部60の表示手段61において表示させる。なお上記の変換処理は、処理の都度演算を行って実行してもよいし、あるいは変換処理の前後の信号値の組合せをLUTの形で記憶手段に記憶しておき、そのLUTを参照して実行してもよい。

20

## 【0064】

また、デジタル画像信号Pdr'のうちアルミスロープASの部分に関する信号を上記のように変換する代わりに、同じ効果が得られるように、反対に、デジタル画像信号Pdr'のうち左手第2中手骨B2Lに関する信号だけを変換処理するようにしてもよい。またこのような変換処理は、アルミスロープASまたは左手第2中手骨B2Lの濃度プロファイルを抽出してから、その濃度プロファイルを示すデジタル画像信号Pdr'に対して施してもよいし、あるいは、抽出前の画像内該当エリアのデジタル画像信号Pdr'に対して施してもよい。

## 【0065】

こうして表示部60に表示されるDIP値は、上記の変換処理がなされていることにより、撮影対象が同じ骨部であれば、第1撮影装置10により放射線画像の撮影がなされた場合の値と同じ値となる。そこで、前述の基準値を利用してなされる骨塩量に関する診断も、信頼性が高いものとなり得る。

30

## 【0066】

ここで本実施形態では、デジタル画像信号Pdr'をデジタル画像信号Pdr''に変換し、その変換後のデジタル画像信号Pdr''からDIP値 = GS/Dを求めるようにしているが、デジタル画像信号Pdr'からDIP値 = GS/Dを求め、その求められたDIP値 = GS/Dを図7の関係に基づいて、第1撮影装置10により撮影した場合のDIP値に相当するように変換処理しても構わない。

## 【0067】

また、管電圧補正部44による補正と撮影装置特性補正部45による補正を双方とも行う場合のために、それら双方の補正を同時に行うための変換値を規定したLUTを作成して記憶手段に記憶させておき、そのLUTを用いて上記双方の補正を一度に行うようにしてもよい。

40

## 【0068】

なお、前述した第3撮影装置により放射線画像の撮影がなされた場合も、そこから出力されて前処理部41に入力され、必要に応じて管電圧補正処理を受けた後のデジタル画像信号に対して、上記デジタル画像信号Pdr'をデジタル画像信号Pdr''に変換した処理と同様の変換処理を施せばよい。ただしその場合は、前記kの値として、図7において管電圧が50kVのときの特性CにおけるGS/D値に対する、特性AにおけるGS/D値の比率を適用する。

50

## 【 0 0 6 9 】

また、以上説明した本発明の骨塩定量分析方法を実施する各手順を有するプログラムをコンピュータ読取り可能な記録媒体に記録しておき、その記録媒体を用いて各手順をコンピュータに実行させることも可能である。

## 【 符号の説明 】

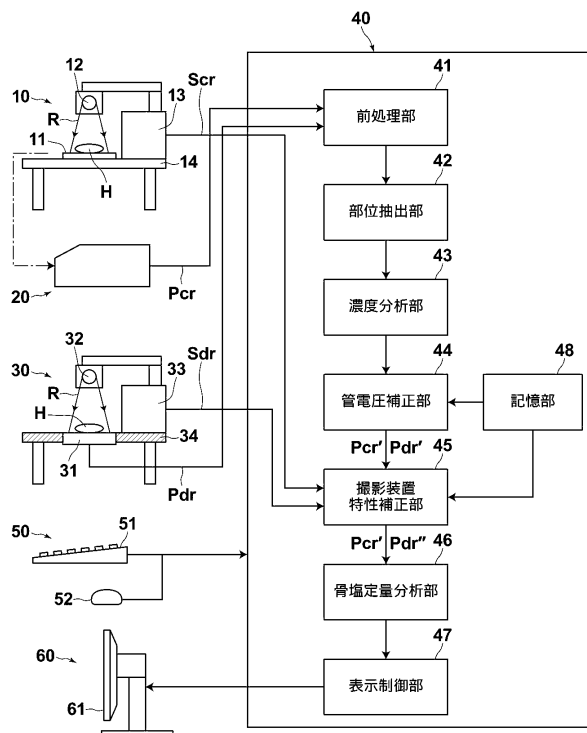
## 【 0 0 7 0 】

- 1 0     第 1 撮影装置
- 1 1     カセット
- 1 2、3 2     放射線管球
- 1 3、3 3     撮影制御部
- 1 4、3 4     撮影台
- 2 0     読取装置
- 3 0     第 2 撮影装置
- 4 0     信号処理装置
- 4 1     前処理部
- 4 2     部位抽出部
- 4 3     濃度分析部
- 4 4     管電圧補正部
- 4 5     撮影装置特性補正部
- 4 6     骨塩定量分析部
- 4 7     表示制御部
- 4 8     記憶部
- 5 0     入力部
- 6 0     表示部

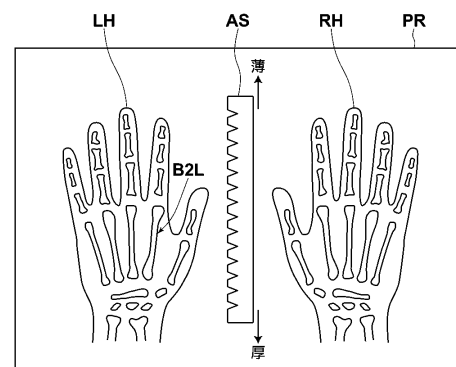
10

20

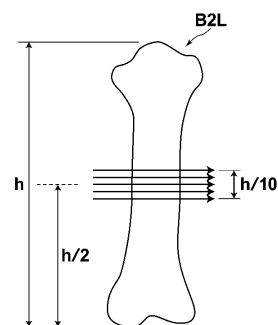
【 図 1 】



【 図 2 】

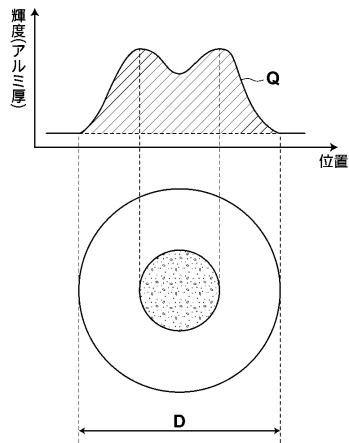


【 図 3 】

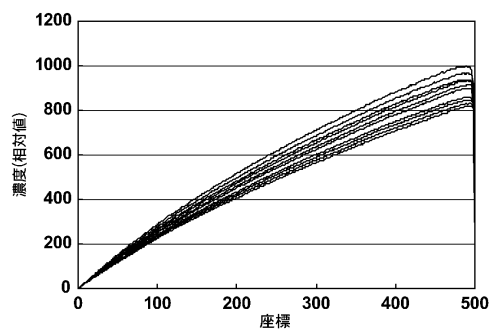




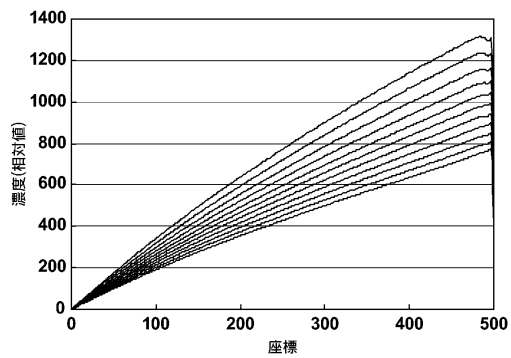
【図 4】



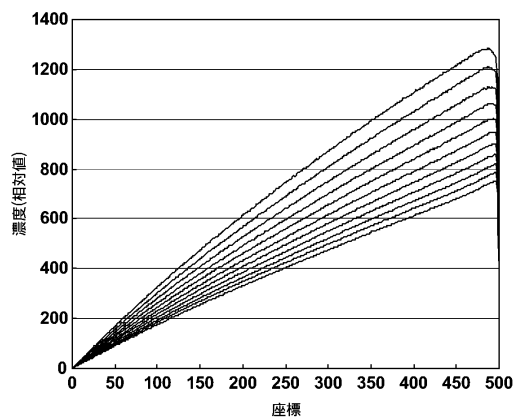
【図 5】



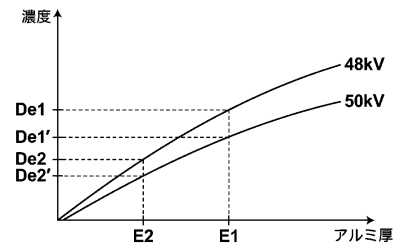
【図 8】



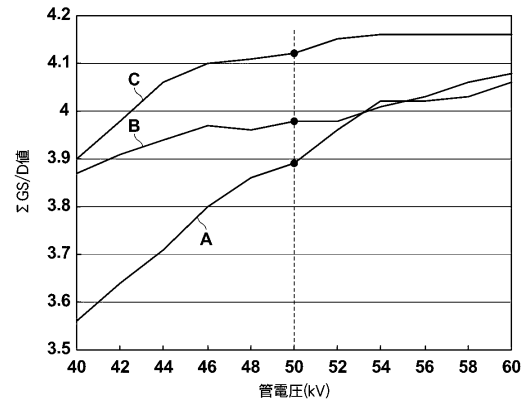
【図 9】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 1 9 2 2 6 5 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 4 8 1 4 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 1 1 3 5 8 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 3 3 4 0 4 6 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 B          6 / 0 0