

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3713266号

(P3713266)

(45) 発行日 平成17年11月9日(2005.11.9)

(24) 登録日 平成17年8月26日(2005.8.26)

(51) Int. Cl.⁷

F I

A 6 1 B 5/11

A 6 1 B 5/10 3 1 0 J

A 6 1 C 19/045

G 0 1 B 11/00 H

G 0 1 B 11/00

A 6 1 C 19/04 H

請求項の数 20 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-300851 (P2003-300851)	(73) 特許権者	595001181
(22) 出願日	平成15年8月26日(2003.8.26)		コリア インスティテュート オブ サイ
(65) 公開番号	特開2004-81865 (P2004-81865A)		エンス アンド テクノロジー
(43) 公開日	平成16年3月18日(2004.3.18)		大韓民国 ソウル スンボーク ハウォ
審査請求日	平成15年8月26日(2003.8.26)		ルゴクードン 39-1
(31) 優先権主張番号	2002-50544	(74) 代理人	100065868
(32) 優先日	平成14年8月26日(2002.8.26)		弁理士 角田 嘉宏
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	100106242
			弁理士 古川 安航
		(74) 代理人	100110951
			弁理士 西谷 俊男
		(74) 代理人	100114834
			弁理士 幅 慶司
		(74) 代理人	100122264
			弁理士 内山 泉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顎運動測定装置及び測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

患者の顎運動の回転中心と前記回転中心の移動軌跡を測定できる顎運動測定装置として、

患者の顔左右側面にそれぞれ付着される一対の固定マーカーと、

前記固定マーカーとそれぞれ所定の間隔を置いて対向された状態で患者の下顎の動きに連動して移動可能に配置された一対の移動マーカーと、

前記移動マーカーと前記下顎を連結する連結手段と、

前記下顎の動きによる前記固定マーカーに対する前記移動マーカーの相対的な移動を撮影する複数のカメラと、

前記カメラと連結されて前記カメラからイメージ信号を受信し処理する制御手段とを含むことを特徴とする顎運動測定装置。

【請求項 2】

前記固定マーカーに対する前記移動マーカーの相対的な移動を3次元で測定するために前記カメラは患者の顔両側にそれぞれ2台ずつ配置されていることを特徴とする請求項1に記載の顎運動測定装置。

【請求項 3】

前記固定マーカーはプレート形状を有し、その縁には外部環境との区別のために特定色相の境界線が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の顎運動測定装置。

【請求項 4】

10

20

前記境界線上には前記固定マーカの座標系の設定に必要なコーナーポイントを抽出するためのコーナーポイント抽出マーカが形成され、前記コーナーポイント抽出マーカは前記境界線とは異なる色相を有することを特徴とする請求項 3 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 5】

前記境界線内側の前記固定マーカの表面には多数の四角形が縦横に配列されてチェック縞を形成しており、

前記コーナーポイントは前記四角形の角が合う点であることを特徴とする請求項 4 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 6】

前記移動マーカは、前記固定マーカより小さい面積のプレート形状を有し、その縁には外部環境との区別のために特定色相の境界線が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 7】

前記移動マーカは四角プレート形状を有し、

前記境界線内側の前記移動マーカ表面には多数の四角形が縦横に配列されてチェック縞を形成していることを特徴とする請求項 6 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 8】

前記移動マーカの四つの角の付近には前記移動マーカの座標系を設定するために必要なコーナーポイントを抽出するためにそれぞれ異なる色相を有するコーナーポイント抽出マーカが形成されており、

前記コーナーポイント抽出マーカは、前記チェック縞を成す四角形のうち、前記移動マーカの四つの角の付近に位置した各一対ずつの四角形であることを特徴とする請求項 7 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 9】

前記連結手段は、

水平バーと、

一端が患者の下顎に固定され、他端は前記水平バーの中央部に回転可能に設けられた固定具と、

前記水平バーの両端に回転及び並進運動が可能に設けられた一对の移動フレームと、

一端が前記移動フレームに前記水平バーの長さ方向と垂直した方向に直線移動が可能になるように設けられており、他端には前記移動マーカが結合された測定フレームとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 10】

前記移動マーカは前記測定フレームの他端に着脱可能に結合されたことを特徴とする請求項 9 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 11】

前記測定フレームの他端には前記移動マーカの代わりに、前記固定マーカまたは患者の顔の上に顎運動の回転中心を表示するための表示針が選択的に結合されることを特徴とする請求項 10 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 12】

前記固定マーカまたは患者の顔の上に顎運動回転中心を表示するための表示針をさらに含み、

前記表示針は前記移動マーカの代わりに、前記連結手段に選択的に結合されることを特徴とする請求項 1 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 13】

前記制御手段はパーソナルコンピューターであることを特徴とする請求項 1 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 14】

患者の目の周囲の所定地点に付着され、顎運動の基準平面であるオービタルプレーン

10

20

30

40

50

を定義する眼窩下点を測定するためのオービタルプレーンマーカーをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 15】

前記オービタルプレーンマーカーは薄いプレート形状を有し、その縁には外部環境との区別のために特定色相の境界線が形成されていることを特徴とする請求項 14 に記載の顎運動測定装置。

【請求項 16】

前記オービタルプレーンマーカーは四角プレート形状を有し、前記境界線内側の表面には四つの四角形が縦横に配列されてチェック縞を形成しており、

前記オービタルプレーンマーカーのコーナポイントは前記四つの四角形の角が合う点であることを特徴とする請求項 14 に記載の顎運動測定装置。

10

【請求項 17】

患者の顔に付着された固定マーカーと、下顎の運動に連動し移動する移動マーカーをカメラで撮影してイメージデータを獲得する段階と、

獲得されたイメージデータをステレオビジョンプロセッシングして下顎の動きによる前記固定マーカーと前記移動マーカーの各コーナポイントの座標を計算する段階と、

前記コーナポイントの座標値を用いて固定マーカー座標系と移動マーカー座標系との座標変換行列を計算する段階と、

前記移動マーカーの移動前後の各コーナポイントの座標を用いてヒンジ軸を計算する段階と、

20

前記ヒンジ軸と固定マーカーとの交点を顎運動の左右回転中心に定義する段階とを含むことを特徴とする顎運動測定方法。

【請求項 18】

患者の目の周囲に付着されたオービタルプレーンマーカーを前記カメラで撮影してイメージデータを獲得し、獲得されたイメージデータを用いて眼窩下点の座標を計算する段階と、

前記回転中心を絶対座標系に対して再定義する段階とをさらに含み、

前期再定義された左右回転中心と前記眼窩下点とを全て含む平面をオービタルプレーンで定義することを特徴とする請求項 17 に記載の顎運動測定方法。

【請求項 19】

30

前記下顎が回転運動とともに並進運動をする場合に、

前記回転中心を前記移動マーカー上に常に固定された点で設定する段階と、

下顎が動く毎瞬間毎の前記固定マーカー座標系と前記移動マーカー座標系の座標変換行列を計算する段階と、

前記移動マーカー座標系に対して定義された回転中心の座標を前記固定マーカー座標系に対する値に変換する段階とをさらに含み、

前記オービタルプレーンを基準に前記回転中心の運動軌跡を測定することを特徴とする請求項 18 に記載の顎運動測定方法。

【請求項 20】

前記ヒンジ軸を計算する段階は、

40

前記移動マーカーの移動前後のコーナポイントの 3 次元座標を前記固定マーカー座標系に対する値に変換し、

前記変換された座標値から前記ヒンジ軸の位置ベクトルと方向ベクトルを計算し、前記固定マーカー座標系に対するヒンジ軸の直線の方程式を求めることからなることを特徴とする請求項 17 に記載の顎運動測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は咬合の診断と治療のために顎運動を測定する装置および方法に関わり、さらに詳細には測定が短くて測定の反復精密度が良好な自動化された顎運動測定装置および

50

方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

顎運動の解釈は、咬合の再構成と、顎及び口腔系統の歯科治療と、義歯製作等において基本となる重要な要素である。従来には顎運動を測定し、これを再現し解釈するための装置として受動式測定装置が広く使用された。しかし、既存の受動式測定装置の場合、測定時間が多くかかるので測定対象である患者と作業者である医師の苦痛が極めて大きかったばかりでなく、測定の反復精密度も信頼できなかった。また、このような受動式測定装置の場合には現在活発に進行中であるCAD技術を用いた咬合診断及び治療に必要なデータを算出し難いところがある。

10

【0003】

このような理由のために自動化された測定装置の必要性が大きく増大しつつあるので、近来には自動化測定装置を開発するための試みが進んでおり、その結果色々な自動化測定装置が商品化されている。このような測定装置には回転感知センサー、磁気感知センサー、カメラ、または赤外線センサーを用いるもの等がある。これらのうち、高性能の磁気感知センサーを用いたモデルが比較的成功的であるが、既存の受動式測定装置に比べて相当高価であり、義歯の製作等において重要なオービタルプレーン (orbital plane) を定義することに問題がある。

【0004】

一方、カメラを用いた測定は今まで商業化されたものはないものの、多くの研究が進みつつある。このような測定装置は大部分マーカを用いたステレオビジョンプロセッシング (Stereo Vision Processing) 技術を用いている (例えば、特許文献1及び2参照)。

20

【特許文献1】米国特許第4、836、778号公報

【特許文献2】米国特許第5、340、390号公報 　　しかし、前記した米国特許公報に開示された測定においては実際的な咬合の診断及び治療のための考慮が乏しいので、その実用性に限界があった。

【0005】

特に、近来にはCAD技術を用いて患者の義歯をデザインし、その咬合性能を検証する咬合シミュレーションシステムが活発に研究されており、このような咬合シミュレーションシステムにおいては顎運動の測定が必須的であるので、安価であり、かつ自動化された顎運動測定装置の開発が求められている。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は前記のような問題点を解決するために開発されたものとして、本発明の目的は測定時間が短くて、測定の反復精密度が良好し、かつCAD技術を用いた咬合シミュレーションシステムに適用可能な顎運動測定装置を提供することである。

【0007】

ともに、本発明のもう一つの目的は顎運動回転中心の直接的な表示が可能であるので、従来の咬合器と石膏本による咬合診断及び治療にも適用可能な顎運動測定装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記のような本発明の目的は、患者の顎運動の回転中心と前記回転中心の移動軌跡を測定できる顎運動測定装置として、患者の顔左右側面にそれぞれ付着される一対の固定マーカと、前記固定マーカとそれぞれ所定の間隔を置いて対向された状態で患者の下顎の動きに連動して移動可能に配置された一対の移動マーカと、前記移動マーカと前記下顎を連結する連結手段と、前記下顎の動きによる前記固定マーカに対する前記移動マーカの相対的な移動を撮影する複数のカメラと、前記カメラと連結されて前記カメラ

50

からイメージ信号を受信し処理するパーソナルコンピュータとを含む顎運動測定装置を提供することにより達成することが出来る。

【0009】

前記カメラは、前記固定マーカーに対する前記移動マーカーの相対的な移動を3次元で測定できるように患者の顔の両側にそれぞれ2台ずつ配置されているのが好ましい。

【0010】

前記固定マーカーはプレート形状を有し、その縁には外部環境との区別のために特定色相の境界線が形成されている。前記境界線上には前記固定マーカーの座標系の設定に必要なコーナーポイントを抽出するためのコーナーポイント抽出マーカーが形成され、前記コーナーポイント抽出マーカーは前記境界線とは異なる色相を有する。前記境界線内側の前記固定マーカーの表面には多数の四角形が縦横に配列されてチェック縞を形成しており、前記コーナーポイントは前記四角形の角が合う点である。

10

【0011】

前記移動マーカーは、前記固定マーカーより小さい面積の四角プレート形状を有し、その縁には外部環境との区別のために特定色相の境界線が形成されている。前記境界線内側の前記移動マーカー表面にはその移動に関するデータで用いるコーナーポイントが得られるように多数の四角形が縦横に配列されてチェック縞を形成する。そして、前記移動マーカーのコーナーポイントを抽出するためにそれぞれ異なる色相を有するコーナーポイント抽出マーカーが形成されている。前記移動マーカーにおける前記コーナーポイント抽出マーカーは、前記チェック縞を成す四角形のうち、前記移動マーカーの四つの角の付近に位置した各一対ずつの四角形である。

20

【0012】

また、前記連結手段は、水平バーと、一端は患者の下顎に固定され、他端は水平バーの中央部に回転可能に設けられた固定具と、前記水平バーの両端に回転及び並進運動可能に設けられた一対の移動フレームと、一端が前記移動フレームに前記水平バーの長さ方向と垂直した方向に直線移動が可能になるように設けられており、他端には前記移動マーカーが結合された測定フレームとからなる。前記移動マーカーは前記測定フレームの他端に着脱可能に結合される。

【0013】

一方、前記測定フレームの他端には前記移動マーカーの代わりに、前記固定マーカーまたは患者の顔の上に顎運動の回転中心を表示するための表示針が選択的に結合されることが出来る。

30

【0014】

また、本発明による顎運動測定装置は、顎運動の基準平面であるオービタルプレーンの定義のための眼窩下点(目の下の点)を測定するために、患者の目の周囲の所定地点に付着されるオービタルプレーンマーカーをさらに含む。

【0015】

前記オービタルプレーンマーカーは薄い四角プレート形状を有し、その縁には外部環境との区別のために特定色相の境界線が形成されている。そして、前記オービタルプレーンの前記境界線内側表面には四つの四角形が縦横に配列されてチェック縞を形成しており、前記オービタルプレーンマーカーでのコーナーポイントは前記四つの四角形の角が合う点である。

40

【0016】

一方、本発明は、患者の顔に付着された固定マーカーと、下顎の運動に連動し移動する移動マーカーをカメラで撮影してイメージデータを獲得し、獲得されたイメージデータをステレオビジョンプロセッシングして下顎の動きによる前記固定マーカーと前記移動マーカーの各コーナーポイントの座標を計算し、前記コーナーポイントの座標値を用いて固定マーカー座標系と移動マーカー座標系の変換行列を計算し、前記移動マーカーの移動前後の各コーナーポイントの座標を用いてヒンジ軸を計算し、前記ヒンジ軸と固定マーカーとの交点を顎運動の左右回転中心に定義する顎運動測定方法を提供する。

50

【0017】

具体的に、前記ヒンジ軸の計算は、前記移動マーカの移動前後のコーナーポイントの3次元座標を前記固定マーカ座標系に対する値に変換し、前記変換された座標値から前記ヒンジ軸の位置ベクトルと方向ベクトルを計算し、前記固定マーカ座標系に対するヒンジ軸の直線の方程式を求めることからなる。

【0018】

また、本発明による顎運動測定方法においては、患者の目の周囲に付着されたオービタルプレーンマーカを前記カメラで撮影してイメージデータを獲得し、獲得されたイメージデータを用いて眼窩下点の座標を計算し、以上で定義された回転中心を絶対座標系に対して再定義し、再定義された左右回転中心と前記眼窩下点を全て含む平面をオービタルプレーンで定義することが出来る。

10

【0019】

なお、本発明による顎運動測定装置においては、前記下顎が回転運動とともに並進運動をする場合には、前記回転中心を前記移動マーカ上に常に固定された点で設定し、下顎が動く毎瞬間毎の前記固定マーカ座標系と前記移動マーカ座標系の座標変換行列を計算し、前記移動マーカ座標系に対して定義された回転中心の座標を前記固定マーカ座標系に対する値に変換し、前記オービタルプレーンを基準に前記回転中心の運動軌跡を測定することも出来る。

【発明の効果】

【0020】

本発明によると、従来の受動式測定装置に比べて顎運動の測定時間が短縮されて患者が感じる苦痛を減らすことが出来、なお、測定の反復精密度が高まる。

20

【0021】

また、安価のパーソナルコンピューター用カメラを用いて顎運動を測定することが出来るので、赤外線センサー等を用いる従来の自動化測定装置に比べて費用節減の効果が大きい。

【0022】

かつ、本発明によると、オービタルプレーンを容易に定義することが出来るので、CAD技術を用いた咬合シミュレーションに適用が可能である。さらに、本発明は表示針を用いて患者の顔に直接的に顎運動回転中心を表示することが可能であるので、従来の受動式測定装置で提供された顎運動回転中心の直接的な表示が可能であるので、既存の咬合器や石膏本による咬合の診断及び治療にも適用が可能である。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、添付された図面を参照しながら本発明の好ましい実施例を詳細に説明する。

【0024】

図1は、本発明による顎運動測定装置の概略的な構成図である。

【0025】

図1に示されたように、顎運動測定装置は患者の顔左右側面にそれぞれ付着される一対の固定マーカ10、10'と、この固定マーカ10、10'とそれぞれ所定間隔を置いて対向された状態で患者の下顎の動きに連動して移動可能に配置された二つの移動マーカ20、20'と、患者の顔左右両側に一対ずつ配置されて固定マーカ10、10'に対する移動マーカ20、20'の相対的な移動を撮影する4台のカメラ30と、カメラ30と連結されてカメラ30からイメージ信号を受信し処理するパーソナルコンピューター40を備える。

40

【0026】

移動マーカ20、20'は患者の下顎に固定される固定具51に水平バー53と、移動フレーム55と、測定フレーム57とを介して連結されることにより、下顎の動きに連動して動くことになる。

【0027】

50

固定具 5 1 の一端は患者の下顎に固定され、その他端は水平バー 5 3 の中央部に水平バー 5 3 の長さ方向に対して並進運動及び回転運動が可能に設けられている。また、移動フレーム 5 5 は水平バー 5 3 の両端に並進運動及び回転運動が可能に設けられている。一方、移動マーカー 2 0、2 0' は測定フレーム 5 7 の一端に着脱可能に設けられている。測定フレーム 5 7 の他端は水平バー 5 3 の長さ方向と垂直した方向に並進運動が出来るように移動フレーム 5 5 に設けられている。

【 0 0 2 8 】

患者の頭蓋骨の大きさに合わせて固定具 5 1 と移動フレーム 5 5 を水平バー 5 3 上で回転または直線移動させ、測定フレーム 5 7 を移動フレーム 5 5 上で直線移動させることにより 移動マーカー 2 0、2 0' の位置をカメラ 3 0 の視界内で固定マーカー 1 0、1 0' の内部に入って来るように調節することが出来る。

10

【 0 0 2 9 】

一方、図 1 における参照符号 1 0 0 は 3 次元絶対座標系を示し、参照符号 1 1 0、1 2 0、1 3 0、及び 1 4 0 は 4 台のカメラ 3 0 それぞれの 3 次元位置座標系を示す。また、参照符号 1 5 0 及び 1 7 0 は一対の固定マーカー 1 0、1 0' の地域座標系を示し、参照符号 1 6 0 及び 1 8 0 は一対の移動マーカー 2 0、2 0' の地域座標系を示す。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、本発明による測定装置の側面図として、患者の顔に測定装置を付着した例を示したものである。

【 0 0 3 1 】

20

図 2 に示されたように、固定マーカー 1 0、1 0' は使用者の顔両側面でカメラ 3 0 の視界内でありながら、顎の回転中心が表れる確率が高い所に付着される。図 2 において、参照符号 6 0 はオービタルプレーンマーカー (Orbital Plane Marker) を示す。オービタルプレーンマーカー 6 0 は固定マーカー 1 0 とともにカメラ 3 0 の視界内に入って来る患者の目の周囲の特定地点、例えば、眼窩下点のような地点に付着される。オービタルプレーンマーカー 6 0 は後術するように顎の回転中心とともにオービタルプレーン (Orbital Plane) を定義するためのものとして、患者の顔の左右側面のうち、いずれか一つの面にのみ付着すれば十分である。

【 0 0 3 2 】

一方、ステレオビジョンプロセッシング (Stereo Vision Processing) のために、患者の顔左右にはそれぞれ 2 台ずつ総 4 台のカメラ 3 0 が固定マーカー 1 0、1 0' と、移動マーカー 2 0、2 0' と、オービタルプレーンマーカー 6 0 をフォーカシングするように設けられている。カメラ 3 0 ではパーソナルコンピューター用で多く用いられる CCD (Charge Control Device) カメラまたは CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) カメラを用いるのが好ましいが、赤外線カメラ等を使用することもできるであろう。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 は、固定マーカー 1 0、1 0' の正面、即ち、カメラ 3 0 と対向する面を示した図面である。固定マーカー 1 0、1 0' は、移動マーカー 2 0、2 0' の空間上の相対座標系である 1 6 0 と 1 8 0 (図 1 参照) を計算するための基準になる座標系 1 5 0 と 1 7 0 を設定するためである。

40

【 0 0 3 4 】

図 3 に示されたように、固定マーカー 1 0 は四角プレートの形状を有する。固定マーカー 1 0 の縁には特定色相 (例えば、青色) と一定の幅を有する境界線 1 1 が形成されている。この境界線 1 1 は固定マーカー 1 0 の外部と内部を区分するためのものとして、具体的にカメラ 3 0 で獲得したイメージ信号で固定マーカー 1 0 の内部から獲得されたイメージ信号以外の不必要な信号を除去するための境界役割をするものである。

固定マーカー 1 0 の境界線 1 1 内側表面には、固定マーカー座標系 1 5 0、1 7 0 (図 1) を精密に設定できるように、白色と黒色の四角形が交代に配列されたチェック縞が形成されている。即ち、このような四角形の角が合う点 (以下、これを “コーナーポイ

50

ント” (corner point)と呼ぶ)の座標値を用いて固定マーカー座標系 150、170を設定することが出来る。

【0035】

一方、境界線 11の上には固定マーカー 10の任意の三つの角に隣接して各二つずつ三対のコーナーポイント抽出用マーカー 12、13、14が形成されている。これらのコーナーポイント抽出用マーカー 12、13、14は基準コーナーポイント 16を抽出するためのものとして、それぞれ境界線 11とは異なる三つの特定色相(例えば、赤色、緑色、黄色)を有することにより、互いに区分できるようになっている。基準コーナーポイント 16は固定マーカー 10の全てのコーナーポイントを算出するために必要な基準点として、図3に示されたようにコーナーポイント抽出マーカー 12、13、14に近接した三つの点である。即ち、基準コーナーポイント 16が知られると、それに基づいて全てのコーナーポイントが抽出されることが出来るし、それにより固定マーカー座標系 150、170を設定することが出来る。

10

【0036】

図4は、移動マーカー 20、20'の正面、即ち、カメラ 30と対向する面を示した図面である。

【0037】

図4に示されたように、移動マーカー 20は固定マーカー 10より小さい表面積を有する四角プレートの形状を有する。移動マーカー 20の縁には互いに異なる色相(例えば、赤色と黒色)を有する外部境界線 21と内部境界線 22が相互隣接し形成されている。外部境界線 21及び内部境界線 22内側の移動マーカー 20の表面には移動マーカー座標系 160、180(図1)を設定するための基準点でありながら、固定マーカー 10の移動に関するデータとも用いられるコーナーポイントが得られるように、多数の四角形が縦横に配列されてチェック縞を成している。外部境界線 21及び内部境界線 22は移動マーカー 20内部のチェック縞部分とその以外の部分を分離してチェック縞部分から獲得されたイメージ信号からチェック縞以外の部分を除去するための境界役割をする。

20

【0038】

移動マーカー 20内部のチェック縞を成す四角形のうち、移動マーカーの四つの角の付近に位置したそれぞれ二つずつの四角形は、移動マーカー 20のコーナーポイント抽出マーカー 23、24、25、26となる。コーナーポイント抽出マーカー 23、24、25、26はこの移動マーカー 20のコーナーポイントを抽出するための四つの基準コーナーポイント 28を探すのに利用する標識の役割をするものとして、外部境界線 21および内部境界線 22とはそれぞれ異なる四つの特定色相(例えば、赤色、緑色、青色、黄色)からなり、互いに区分できるようになっている。基準コーナーポイント 28はコーナーポイント抽出マーカー 23、24、25、26を成す一対の四角形の角が合う点、即ち、移動マーカー 20の角付近でチェック縞を成す四つの四角形が合う点である。

30

【0039】

一方、チェック縞を成す四角形のうち、コーナーポイント抽出マーカー 23、24、25、26を形成する四角形を除外した残りの四角形は互いに異なる二つの色相(例えば、白色、黒色)が縦横に交代に配列された形態からなる。移動マーカー 20のコーナーポイントはこれらの四角形の角が合う点である。

40

【0040】

図5は、オービタルプレーンマーカーの正面、即ち、カメラ 30と対向する面を示した図面である。

【0041】

図5に示されたように、オービタルプレーンマーカー 60は移動マーカー 20より小さい表面積を有する四角プレートの形状を有する。オービタルプレーンマーカー 60の縁には特定色相(例えば、青色)を有する境界線 61が形成されている。境界線 61内側のオービタルプレーンマーカー 60の内部には二つの色相(例えば、白色と赤色)を有する四つの四角形がチェック縞を成すように配列されている。境界線 61はオービタルプレーン

50

マーカー 60 内部のチェック縞部分とその以外の部分を分離してチェック縞部分で獲得されたイメージ信号でチェック縞以外の部分を除去するための境界役割をする。

【 0 0 4 2 】

チェック縞を成す四つの四角形のうち、斜線方向に配列された二つの四角形はオービタルプレーンマーカー 60 のコーナーポイント抽出マーカー 62 となる。コーナーポイント抽出マーカー 62 は直接的に眼窩下点のように顔の特定点になるコーナーポイントを抽出するための標識役割をして境界線 61 及び残り二つの四角形とは異なる色相からなっている。オービタルプレーンマーカー 60 でのコーナーポイント (P) はチェック縞を成す四つの四角形の角が一つの点で合う点である。

【 0 0 4 3 】

一方、本実施例においてはオービタルプレーンマーカー 60 を用いて眼窩下点を測定してオービタルプレーンを定義する方式について説明したが、オービタルプレーンマーカー 60 を用いる代わりに目尻等、目の周囲の特定部分を直接カメラ 30 を介して認識し、その点を眼窩下点に設定してオービタルプレーンを定義することも可能であるであろう。

【 0 0 4 4 】

以下、以上のように構成された顎運動測定装置により患者の顎運動を測定することにより、顎運動時の回転中心を探し、オービタルプレーン (Orbital Plane) を定義する方法について説明する。

【 0 0 4 5 】

本発明による顎運動測定装置において、固定具 51、水平バー 53、移動フレーム 55、移動マーカー 20、20' が設置された測定フレーム 57 は、互いに連結された一つの剛体 (rigid body) と見ることが出来、これらの構成要素は患者の下顎の動きに連動して一緒に動くようになる。従って、患者の下顎が動くとき移動マーカー 20、20' が連動して動くことにより、移動マーカー 20、20' と患者の顔に付着された固定マーカー 10 の間に相対運動が起こることになる。このような相対運動は固定マーカー 10、10' のコーナーポイントに対する移動マーカー 20、20' のコーナーポイントの動きを4台のカメラ 30 で撮影し、パーソナルコンピュータ 40 でステレオビジョンプロセッシング (Stereo Vision Processing) をすることにより測定することが出来る。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、下顎の動きが大きくないので純粋な回転運動だけが起こる場合の顎運動測定装置を示した順序図である。図 6 に図示された測定方法においては、絶対座標系 100 に対して定義された左右の固定マーカー 10、10' の上で顎運動回転中心の位置を定義し、絶対座標系 100 に対してオービタルプレーンを設定することを目標とする。下顎の動きが大きくない場合、純粋な回転運動だけが観察され、このような場合、顎運動の測定は次のような過程を通じて成される。

【 0 0 4 7 】

まず、4台のカメラ 30 を通して、下顎が動いている間の固定マーカー 10、10' と、移動マーカー 20、20' と、オービタルプレーンマーカー 60 とのイメージデータを獲得し (S 1 1)、獲得されたイメージデータを用いてパーソナルコンピュータ 40 でステレオビジョンプロセッシングをしてマーカー 10、10'、20、20'、60 それぞれのコーナーポイントの 3次元座標を計算する (S 1 2)。コーナーポイントの 3次元座標は左右各一対のカメラ 30 のうち、基準になるカメラ、例えば、図 1 において、左右下側に配置された 2 台のカメラの位置座標系 110、140 に対してそれぞれ定義される。

【 0 0 4 8 】

次に、固定マーカー 10、10' と、移動マーカー 20、20' それぞれのコーナーポイントの 3次元座標を用いて、パーソナルコンピュータ 40 で固定マーカー座標系 150、170 と、移動マーカー座標系 160、180 の座標変換行列を計算する (S 1 3)。即ち、図 1 において、左側に配置された固定マーカー 10 と移動マーカー 20 の場合には、図 7 に図示されたように、左側下段のカメラの位置座標系 110 に対して固定マ

10

20

30

40

50

カー座標系 150 と移動マーカース座標系 160 がどれ程回転及び移動されたかが分るように座標変換行列を計算できる。

【0049】

以後、移動マーカース 20、20' の移動前後のコーナーポイントの 3次元座標を用いて移動マーカース 20、20' の移動に対するヒンジ軸を算出する (S14)。そして、このように算出されたヒンジ軸から下顎の左右回転中心を算出する (S15)。

【0050】

S14及びS15段階において回転中心を算出する方法をさらに具体的に説明すると次の通りである。上述したように、固定マーカース 10、10' のコーナーポイントの 3次元座標を用いて固定マーカース座標系 150、170を設定することが出来る。この際に、
 図8に示されたように、各固定マーカース座標系 150、170は絶対座標系 100に対して定義される。このような各固定マーカース座標系 150、170を基準に下顎の回転中心を求めることが出来る。まず、移動マーカース 20、20' の移動前後のコーナーポイントの 3次元座標を用いて固定マーカース座標系 150、170に対する値に変換する。そして、螺旋原理(Screw Theory)を用いて変換された座標値からヒンジ軸(H)の位置ベクトルと方向ベクトルを計算する。このようにヒンジ軸(H)の位置ベクトルと方向ベクトルが求められると、固定マーカース座標系 150、170に対するヒンジ軸(H)の直線方程式を求めることが出来る。次に固定マーカース座標系 150、170の x-y平面、即ち、固定マーカース 10、10' の表面とヒンジ軸(H)の直線方程式の交点を求めると、その点
 がすぐ下顎の回転中心(C1, C2)となる。

【0051】

前記S15段階から得られた下顎の回転中心(C1, C2)はそれぞれ固定マーカース座標系 150、170に対して定義されたものである。S15段階以後、下顎の回転中心を絶対座標系(100)に対して再定義する(S16)。次に、このように絶対座標系 100に対する下顎の左右回転中心(C1, C2)と、オービタルプレーンマーカース 60から測定された眼窩下点のような顔の特定部位を示す点を用いてコーナーポイントを定義する(S17)。即ち、図9に図示されたように、オービタルプレーンは下顎の左右回転中心(C1, C2)と眼窩下点(P)と一緒に位置した平面で定義される。図9で図面符号190はオービタルプレーンの地域座標系を示す。

【0052】

一方、下顎の動きが大きい場合、回転運動だけでなく、並進運動をも起こり、このような動きを表現するためには回転中心だけでなく、回転中心の移動軌跡を測定しなければならない。

【0053】

本発明では、回転運動の軌跡を測定するために、図6に図示された測定方法を通じて得られた固定マーカース座標系 150、170に対して定義された回転中心(C1, C2)を用いてこれを移動マーカース座標系 160、180に対して再定義する。即ち、図6においての測定方法を通じて得られた下顎の回転中心(C1, C2)を移動マーカース座標系 160、180に常に固定された点で設定すると、回転中心(C1, C2)の座標は下顎の動きに連動し移動する移動マーカース座標系 160、180に対しては常に一定で、固定マーカース座標系 150、170に対しては下顎の動きにより変わり続けることになる。下顎が動く毎瞬間毎の固定マーカース座標系 150、170と移動マーカース座標系 160、180に対する座標変換行列は計算が可能である。従って、移動マーカース座標系 160、180に対して定義された回転中心の座標値を固定マーカース座標系 150、170に対する座標値に変換すると、固定マーカース座標系 150、170に対する回転中心(C1, C2)の運動軌跡を測定出来る。

【0054】

また、固定マーカース座標系 150、170はオービタルプレーン座標系 190の座標変換関係を分るので、固定マーカース座標系 150、170に対する運動軌跡をオービタルプレーン座標系 190に対する運動軌跡に変換することも出来る。即ち、図6で定義さ

10

20

30

40

50

れたオービタルプレーンを基準に回転中心(C1, C2)の運動軌跡が測定出来ることである。

【0055】

図10は、患者の下顎の動きが大きくて回転運動だけでなく並進運動をも一緒に示される場合の顎運動測定装置を示した順序図である。

【0056】

まず、4台のカメラ30を通して固定マーカー10、10'と、移動マーカー20、20'との下顎が動く毎瞬間毎のイメージデータを獲得し(S21)、獲得されたイメージデータを用いてパーソナルコンピュータ40でステレオビジョンプロセッシングをして固定マーカー10、10'及び、移動マーカー20、20'それぞれのコーナーポイントの3次元座標を計算する(S22)。次に、各コーナーポイントの3次元座標から固定マーカー10、10'と移動マーカー20、20'の座標変換行列を計算する(S23)。

10

【0057】

S23段階で計算された座標変換行列を用いて図6においての方法から得られた回転中心(C1, C2)の移動マーカー座標系160、180に対する移動マーカー座標系150、170に対する座標値に変換する(S24)。このように変換された回転中心は顎の動きにより固定マーカー10、10'の上でその座標が変化し続くことであるので、以下ではこれを“仮想回転中心”と称する。

【0058】

最後に、顎の動く毎瞬間毎の仮想回転中心をパーソナルコンピュータ40に貯蔵し(S25)、貯蔵された内容をパーソナルコンピュータ40のモニタを通してグラフで出力することにより、仮想回転中心の移動軌跡を示すことが出来る。

20

【0059】

一方、図6及び図10に図示された測定方法を通して測定された顎運動回転中心及び回転中心の移動軌跡は固定マーカー10、10'と患者の顔の両側面に表示されなければならないが、このような表示方法が図11A及び図11Bに図示されている。

【0060】

図11Aに図示されたように、移動マーカー20、20'は測定フレーム57の先端に着脱可能に装着されている。従って、移動マーカー20、20'を用いて顎運動の回転中心を求めた後に、移動マーカー20、20'を測定フレーム57の先端から分離する。次に、図11Bに図示されたように、移動マーカー20、20'が分離された測定フレーム57の先端には表示針80を装着する。表示針80の先端にはインクのような有色液体が付いており、固定マーカー10、10'上に回転中心(C1, C2)の位置を表示することが出来る。

30

【0061】

表示針80の位置はカメラ30を通してカメラ30のモニタから確かめられる。従って、使用者はカメラ30のモニタを見ながら、移動フレーム55と、測定フレーム57を回転運動または並進運動させることにより、表示針80の位置を調節しながら、固定マーカー10、10'上に顎運動回転中心(C1, C2)の位置を表示する。

40

【0062】

一方、固定マーカー10、10'の代わりに患者の顔に直接的に顎運動回転中心(C1, C2)を表示しようとする場合には、患者の顔から固定マーカー10、10'を取り除いた後、表示針80を患者の顔の方に移動させて表示針80の先端が直接患者の顔に接触するようにして回転中心を表示すればよい。

【0063】

以上では本発明の特定の好ましい実施例について図示し、また説明した。しかし、本発明は上述した実施例に限定されず、特許請求の範囲内で請求する本発明の要旨を外れることなく、当該発明の属する技術分野において通常の知識を有するものであれば、だれでも多様な変形実施が可能であろう。

50

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明による顎運動測定装置の概略的な構成図である。

【図2】図1の測定装置の側面図である。

【図3】図1の測定装置の固定マーカの正面図である。

【図4】図1の測定装置の移動マーカの正面図である。

【図5】図1の測定装置のオービタルプレーンマーカの正面図である。

【図6】患者の下顎動きが大きくないので純粋な回転運動だけが示される場合の顎運動測定装置を示した順序図である。

【図7】カメラ座標系に対する固定マーカ座標系と移動マーカ座標系の回転と移動を示した図面である。 10

【図8】絶対座標系と固定マーカ座標系の関係を示した図面である。

【図9】絶対座標系に対して定義されたオービタルプレーンを示した図面である。

【図10】患者の下顎動きが大きくて回転運動だけでなく並進運動も一緒に表れる場合の顎運動測定装置を示した順序図である。

【図11A】図1の測定装置で固定マーカを分離する状態を示した斜視図である。

【図11B】固定マーカが分離された図1の測定装置に表示針を設けた状態を示した斜視図である。

【符号の説明】

【0065】

10、10' 固定マーカ

20、20' 移動マーカ

30 カメラ

40 パーソナルコンピューター

51 固定具

53 水平バー

55 移動フレーム

57 測定フレーム

60 オービタルプレーン マーカ

80 表示針

100 絶対座標系

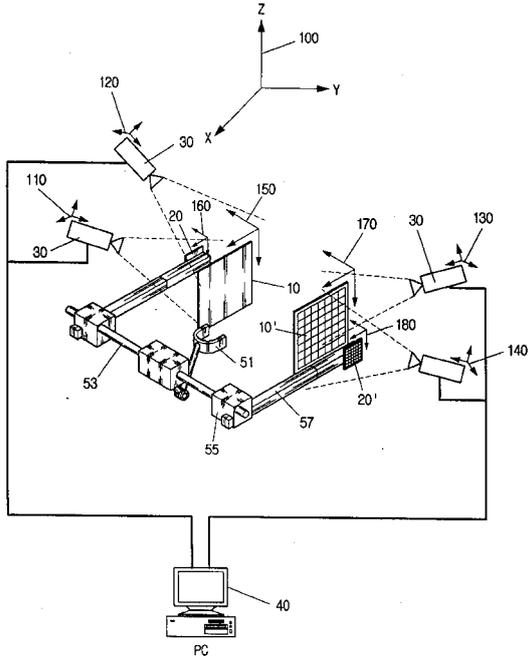
150、170 固定マーカ座標系

160、180 移動マーカ座標系

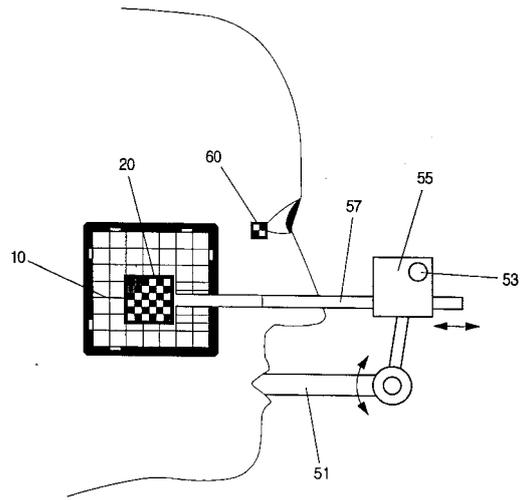
20

30

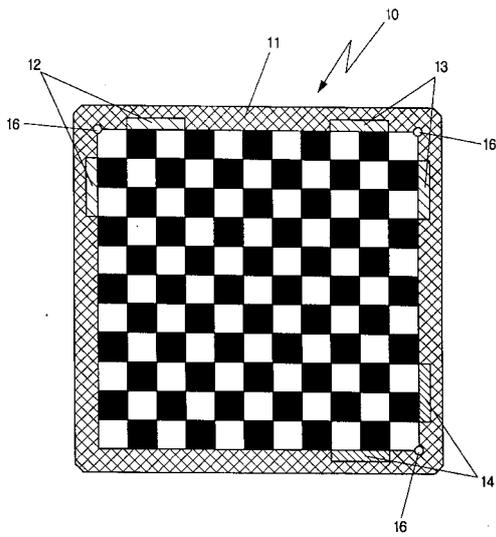
【 図 1 】



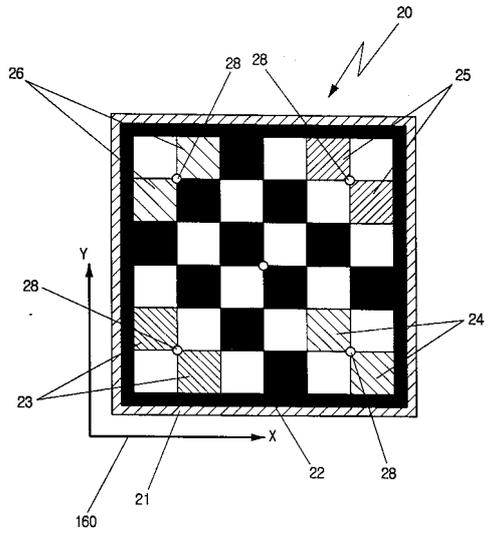
【 図 2 】



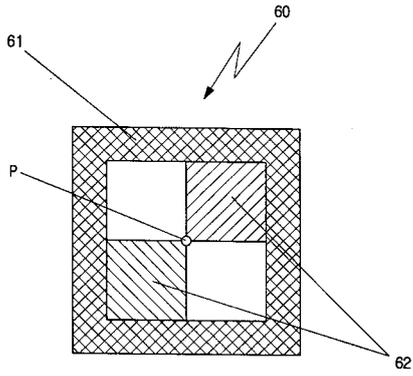
【 図 3 】



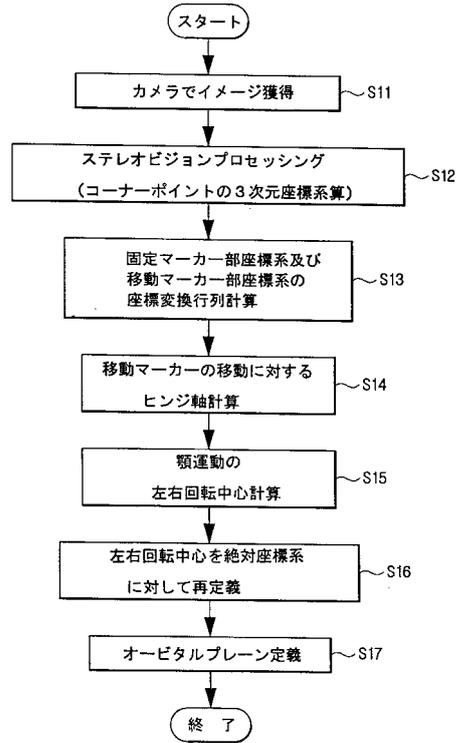
【 図 4 】



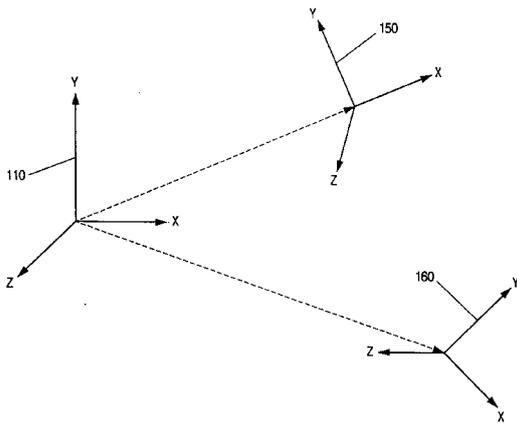
【 図 5 】



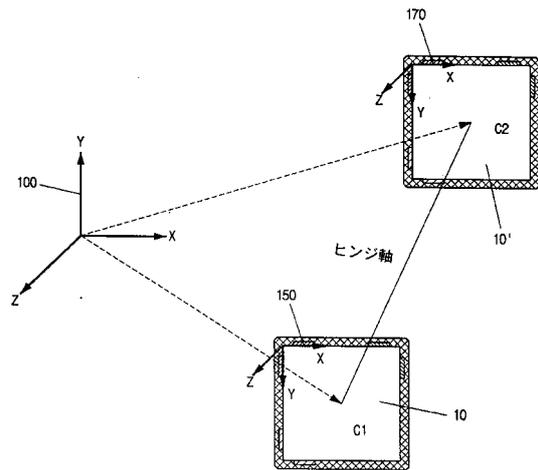
【 図 6 】



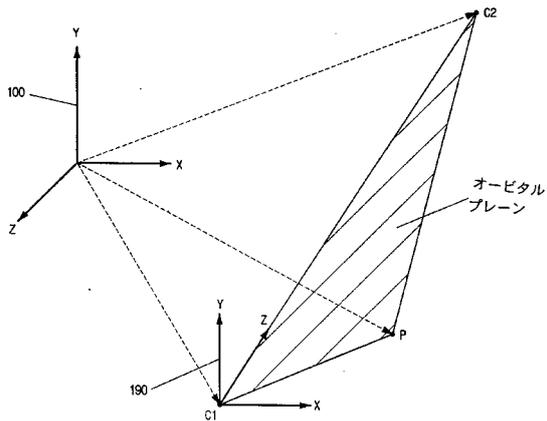
【 図 7 】



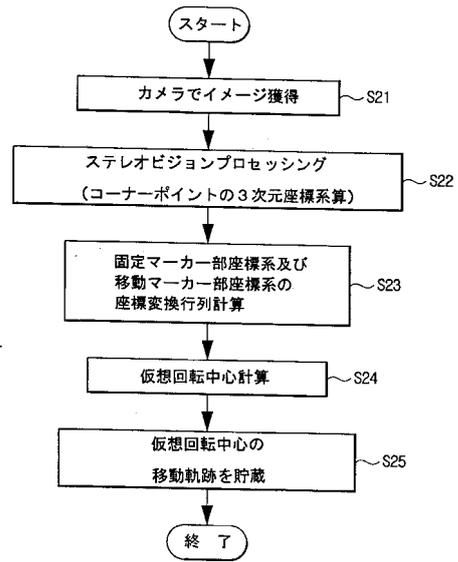
【 図 8 】



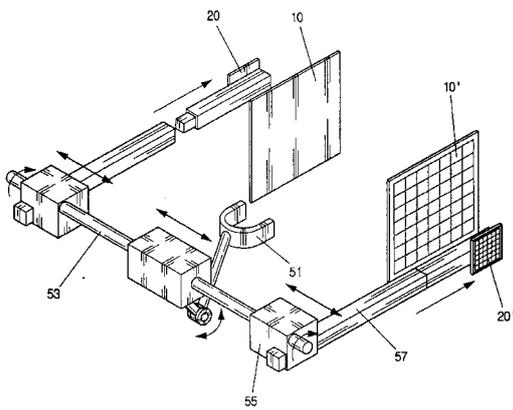
【 図 9 】



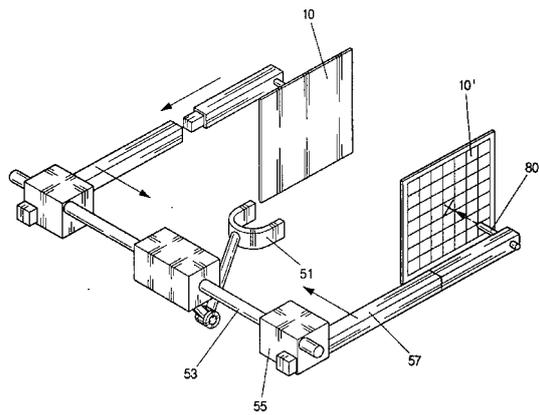
【 図 10 】



【 図 11 A 】



【 図 11 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 キム, ムン-サン

大韓民国 ソウル ガンナム-ク チュンダム-ドン 65 ジンヘン アパートメント 8-1
05

(72)発明者 キム, ジョン-ハン

大韓民国 ソウル セオチョ-ク セオチョ-ドン 1684 セオチョ 4番 ヒュンダイ ア
パートメント 201-1601

審査官 上田 正樹

(56)参考文献 特開2001-112743(JP,A)

特開平11-123201(JP,A)

特開2000-107207(JP,A)

特開昭59-118133(JP,A)

特開平07-308329(JP,A)

特開2002-336282(JP,A)

特開2003-305065(JP,A)

特開2004-033494(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

A61B 5/11

A61C 19/045

G01B 11/00