(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6847125号
(P6847125)

(45)発行日　令和3年3月24日(2021.3.24)　(24)登録日　令和3年3月4日(2021.3.4)

(51)Int.Cl.　F I
A61N 5/10 (2006.01)　A61N 5/10 M
A61B 90/18 (2016.01)　A61N 5/10 F
A61B 90/18

請求項の数 14　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2018-552709(P2018-552709)
(86)(22)出願日　平成29年4月10日(2017.4.10)
(65)公表番号　特表2019-511316(P2019-511316A)
(43)公表日　平成31年4月25日(2019.4.25)
(86)国際出願番号　PCT/GB2017/051003
(87)国際公開番号　WO2017/178804
(87)国際公開日　平成29年10月19日(2017.10.19)
審査請求日　令和2年4月3日(2020.4.3)

(73)特許権者　511180259
ビジョン　アールティ　リミテッド
イギリス国，ロンドン　エヌ３　２ジェイユー，アーケイディア　アベニュー，ダヴ　ハウス（番地なし）
(74)代理人　100107766
弁理士　伊東　忠重
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(74)代理人　100091214
弁理士　大貫　進介
(72)発明者　トールヘイマー，マイケル　ジェイムス
アメリカ合衆国，コロラド州　８００１３，オーロラ，イースト　ジラード　プレイス　２０５０５

最終頁に続く

(54)【発明の名称】患者監視システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

患者監視システムであって、当該患者監視システムは、

治療を受けている患者に光のパターンを投影するように動作可能なプロジェクタと、

前記患者及び患者拘束具の画像を得るように動作可能なカメラシステムと、

該カメラシステムによって得た画像を処理して、該画像に現れる患者の一部の表面のモデルを生成するように動作可能なモデル生成モジュールと、を含んでおり、

前記患者拘束具は、治療装置に対して患者を拘束するように動作可能であり、

前記患者拘束具の少なくとも一部は、前記プロジェクタによって前記患者拘束具の表面に投影された投影光のパターンが、前記患者拘束具に対応する取得した前記画像の部分において外見上容易に分からないように実質的に吸収されるように着色される、

患者監視システム。

【請求項２】

カメラシステムが立体カメラシステムを含み、前記プロジェクタは、監視される患者の表面に擬似ランダムパターンの光を投影するように動作可能なスペックル・プロジェクタを含む、請求項１に記載の患者監視システム。

【請求項３】

前記患者拘束具の構造は、前記カメラシステムによって得られた前記患者拘束具の画像に現れる前記患者拘束具の孔及び穿孔が、立体画像の対応する部分を識別するために、前記モデル生成モジュールによって利用される前記患者拘束具に投影される光のパターンの

部分とは異なるサイズとなるような構造である、請求項２に記載の患者監視システム。
【請求項４】
前記プロジェクタは、治療を受ける患者に立体照明を投影するように動作可能なプロジェクタを含む、請求項１に記載の患者監視システム。
【請求項５】
患者監視システムであって、当該患者監視システムは、
治療を受けている患者に光のパターンを投影するように動作可能なプロジェクタと、
前記患者及び患者拘束具の画像を得るように動作可能なカメラシステムと、
該カメラシステムによって得た画像を処理して、該画像に現れる患者の一部の表面のモデルを生成するように動作可能なモデル生成モジュールと、を含んでおり、
前記患者拘束具は、治療装置に対して患者を拘束するように動作可能であり、
前記患者拘束具の少なくとも一部は着色されており、
前記モデル生成モジュールは、前記カメラシステムによって得た画像を処理して、着色された前記患者拘束具の色に対応する前記画像の部分を識別し、着色された前記患者拘束具の色に対応する前記画像の前記識別された部分の利用を回避して、前記画像に現れる前記患者の一部の前記表面のモデルを生成するように動作可能である、
患者監視システム。
【請求項６】
前記モデル生成モジュールは、
前記カメラシステムによって得た画像を処理して、該画像に現れる患者の一部の表面のモデルを生成し、
更なる画像を処理して、前記患者の一部の生成されたモデルをテクスチャ・レンダリングし、
前記生成されたモデルの、前記患者拘束具の色に対応する色でテクスチャ・レンダリングされていない部分に基づいて、前記患者の位置を監視するように動作可能である、請求項５に記載の患者監視システム。
【請求項７】
当該患者監視システムは、
前記生成されたモデルの、前記患者拘束具の色に対応する色でテクスチャ・レンダリングされていない部分を、患者の表面の格納されたモデルと比較し、
前記生成されたモデルの前記部分と前記格納されたモデルとを一致させるための位置付け命令を生成するように動作可能である、請求項６に記載の患者監視システム。
【請求項８】
前記患者拘束具の前記着色された部分はパターン化され、当該患者監視システムは、生成されたモデルの、前記患者拘束具の前記着色された部分に現れるパターンに対応するパターンでテクスチャ・レンダリングされた部分を識別するように構成される、請求項６に記載の患者監視システム。
【請求項９】
前記患者拘束具の前記着色された部分は、前記患者拘束具の開口部の周りの境界線となり、当該患者監視システムは、前記生成されたモデルの、前記着色された境界線に対応する色でテクスチャ・レンダリングされたモデルのセクション内に含まれる部分に基づいて、患者の位置を監視するように構成される、請求項６に記載の患者監視システム。
【請求項１０】
前記患者拘束具の前記着色された部分は黒く着色される、請求項１乃至９のいずれか一項に記載の患者監視システム。
【請求項１１】
前記患者拘束具の着色された部分は熱可塑性材料を含む、請求項１乃至１０のいずれか一項に記載の患者監視システム。
【請求項１２】
前記患者拘束具の表面が低い反射率を有する、請求項１乃至１１のいずれか一項に記載

の患者監視システム。
【請求項１３】
前記患者拘束具は、頭部マスクを含む、請求項１乃至１２のいずれか一項に記載の患者監視システム。
【請求項１４】
請求項１乃至１３のいずれか一項に記載の前記患者監視システムで使用するための頭部マスク。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、患者監視システム、特に、治療中に患者を固定するための患者拘束具を含む患者監視システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
放射線療法は、放射線ビームを患者の身体の所定の領域上に投影して、その中に存在する悪性腫瘍又は良性腫瘍を除去又は低減すること、だけでなく非癌性疾患を治療することから構成される。このような治療は、通常、定期的に繰り返し行われる。各医学的介入において、可能な限り高い精度で選択された領域を照射することによって、放射線ビームが有害となる隣接組織へ照射されるのを回避するために、患者を放射線源に対して位置付けしなければならない。治療中に患者の動きが検出された場合に、治療箇所以外の患者の領域を照射しないように治療を停止する必要がある。
【０００３】
この理由のために、（Vision RTの以前の特許及び特許出願、特許文献１、特許文献２、特許文献３、特許文献４、及び特許文献５に記載されるように）放射線治療中の患者の位置付けを支援し、患者の動きを検出するための多数の監視システムが提案されている。
【０００４】
Vision RTの特許出願に記載されるシステムでは、立体カメラを使用して、監視される患者の一部に投影される斑点状（speckled）パターンの患者の画像が取得される。モデル生成モジュールが、立体カメラの左右のレンズによって受け取られたこれらの画像の対応する部分を識別して一致させるための変換を決定する。これらのマッチ（matchs）は、患者の３Ｄモデルを生成するために利用され、この患者の３Ｄモデルは、正確に位置付けされたときに、患者の表面の記憶された基準モデルと比較され、患者が正確な位置にあるかを確認する。典型的には、このような比較は、ライブ画像に基づいて生成されたデータによって特定される患者の表面上の点と、患者の表面の記憶された基準モデル上の点との間の位置の差異を最小化する変換を決定するProcrustes分析を行うことを含む。
【０００５】
定位手術の場合に、特に脳腫瘍を治療する場合に、放射線が周囲の健康な組織ではなく腫瘍に送達されるように、患者を放射線送達システムに対して非常に高い精度で位置付けすることが不可欠である。このため、定位手術を受けている患者の頭部は、治療中に患者が自分の頭部を動かすことができないように、頭部マスク等の患者拘束具を介してカウチ（couch）に固定して取り付けられる。代替的な患者拘束具が使用される腫瘍の他のタイプ及び箇所の場合にも、同じ考慮事項が適用される。
【０００６】
マスク等の患者拘束具は、通常、最初の治療セッションの前に加熱される熱可塑性材料から作製される。次に、マスクは、患者の顔の上に置かれ、患者の頭部の形に成形され、次に患者の頭部にセット可能になる。得られた頭部マスクは、患者の頭部を完全に包囲し、こうして動きを制限し、各治療セッションについて患者を固定位置に配置することを可能にする。そのような頭部を完全に囲むフル頭部マスクの例は、特許文献６及び特許文献７に開示される。フル頭部マスクは顎ストラップだけで患者を固定することに関して改善となるが、このマスクは患者の顔を完全に覆い隠すので、治療中に顔の動きを監視するこ

とは不可能である。この問題は、特許文献８に記載される代替頭部マスクを使用することによって対処されており、この文献の頭部マスクは、患者の顔面を実質的に自由にして、立体カメラによる監視を可能にするように配置された開口部を含む。

【０００７】

患者監視システムにおける改善が依然として所望されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】米国特許第７，８８９，９０６号
【特許文献２】米国特許第７，３４８，９７４号
【特許文献３】米国特許第８，１３５，２０１号
【特許文献４】米国特許出願公開第２０１５／００６２３０３号明細書
【特許文献５】米国特許出願公開第２０１５／０２６５８５２号明細書
【特許文献６】国際公開第０３／０６１４７７号
【特許文献７】国際公開第０４／０３２７８１号
【特許文献８】米国特許第８，６６２，０８３号

【発明の概要】

【０００９】

本発明の一態様によれば、患者監視システムが提供される。患者監視システムは、治療装置に対して患者を拘束するように動作可能な患者拘束具であって、少なくとも一部が着色される患者拘束具と；患者及び患者拘束具の画像を得るように動作可能なカメラシステムと；カメラシステムによって得た画像を処理して、画像に現れる患者の一部の表面のモデルを生成するように動作可能なモデル生成モジュールと、を含む。

【００１０】

いくつかの実施形態では、患者監視システムは、治療を受けている患者に光のパターンを投影するように動作可能なプロジェクタをさらに含むことができる。このような実施形態では、好ましくは、患者拘束具の着色部分は、投影されたパターンが拘束具に対応する画像の部分において外見上容易に分からないように、プロジェクタによって投影された投影光の実質的な部分を吸収するように構成される。

【００１１】

これは、実質的に黒である拘束具の色によって、投影される光の実質的な部分を吸収することによって達成され得る。他の実施形態では、患者拘束具の色は、拘束具の表面上への光の投影が外見上容易に分からないように、投影光の波長に関連する色に対応するように選択することができる。いくつかの実施形態では、拘束具を黒色に着色してもよい。

【００１２】

いくつかの実施形態では、拘束具の着色は、拘束具が形成される熱可塑性材料内に適切な染料を含めることによって達成することができる。あるいはまた、拘束具を成形した後に、拘束具の外部に適切な着色剤を塗布してもよい。

【００１３】

いくつかの実施形態では、カメラシステムは立体カメラシステムを含むことができる。そのような実施形態では、プロジェクタは、監視される患者の表面上に擬似ランダムパターンの光を投影するように動作可能なスペックル（speckle）・プロジェクタを含むことができる。そのような実施形態では、モデル生成モジュールは、投影された光のパターンの対応する部分の表現を一致させることによって、カメラシステムによって得られた立体画像の対応する部分を識別するように構成することができ、光のパターンが実質的に吸収される患者拘束具の着色された部分のモデルを生成することが抑制される。これは、患者拘束具に対応する画像の部分と一致させるモデリングシステムの能力を減少させる。一致が生じる場合に、それら一致は、患者の表面に対応する可能性がより高くなり、こうしてシステムの精度が改善される。

【００１４】

そのような実施形態では、好ましくは、拘束具は、拘束具の画像に現れる鏡面ハイライトの事象を減少させるように拘束具を低い反射率を有するように選択することができ、拘束具の構造は、患者モニタによって得られる拘束具の画像に現れる孔及び穿孔が、立体画像の対応する部分を識別するために、モデリングシステムによって利用される拘束具に投影される光のパターンの部分とは異なるサイズとなるように選択される。

【００１５】

いくつかの実施形態では、プロジェクタは、治療を受けている患者に立体照明（structured light）を投影することができる。

【００１６】

いくつかの実施形態では、モデル生成モジュールは、カメラシステムによって得た画像を処理して、着色された拘束具の色に対応する画像の部分を識別することができる。

【００１７】

いくつかの実施形態では、モデル生成モジュールは、画像を処理して、患者拘束具の着色部分に対応する画像の部分を識別し、画像の識別された領域外の立体画像の対応する部分のみを識別しようと試みる。

【００１８】

いくつかの実施形態では、モデル生成モジュールは、カメラシステムによって得た画像を処理して、画像に現れる患者の一部の表面のモデルを生成し、且つ更なる画像を処理して、患者の一部の生成されたモデルをテクスチャ・レンダリングする。次に、モデル生成モジュールは、生成されたモデルの、患者拘束具の色に対応する色がテクスチャ・レンダリングされていない部分に基づいて、患者の位置を監視することができる。このような実施形態では、患者監視システムは、生成されたモデルの、患者拘束具の色に対応する色でテクスチャ・レンダリングされていない部分を、患者の表面の格納されたモデルと比較し、生成されたモデルの部分と格納されたモデルとを一致させるための位置付け命令を生成する。

【００１９】

いくつかの実施形態では、患者拘束具の着色部分はパターン化され、患者監視システムは、生成されたモデルの、患者拘束具の着色部分に現れるパターンに対応するパターンでテクスチャ・レンダリングされた部分を識別するように構成される。

【００２０】

いくつかの実施形態では、患者拘束具の着色部分は、拘束具内の開口部の周りの境界線となってもよく、患者監視システムは、生成されたモデルの、着色された境界線に対応する色でテクスチャ・レンダリングされたモデルのセクション内に含まれる部分に基づいて、患者の位置を監視することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本発明の実施形態による患者監視システムの概略斜視図である。

【図２】図１の患者監視システムの頭部マスクのブランクの正面図である。

【図３】図２のブランクから形成された頭部マスクを装着した患者の頭頸部の斜視図である。

【図４】図１の患者監視システムの立体カメラシステムの正面斜視図である。

【図５】図１の患者監視システムのコンピュータシステムの概略ブロック図である。

【図６】図１の患者監視システムによって取り込まれた画像の実例である。

【図７】図１の患者監視システムによって生成されたモデル表面の実例である。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

本発明について、添付図面を参照して単なる例として説明する。

患者監視システムは、カメラシステム１０を含み、この実施形態では、配線（図示せず）によってコンピュータ１４に接続された立体カメラシステムを含む。コンピュータ１４

は、放射線治療を適用するための線形加速器等の治療装置１６にも接続される。治療装置の一部として、機械的なカウチ１８が設けられ、治療中にそのカウチの上で患者２０が横たわっている。治療装置１６及び機械的カウチ１８は、コンピュータ１４の制御下で、機械的カウチ１８と治療装置１６との相対的な位置が、図においてカウチに隣接する矢印によって示されるように、横方向、垂直方向、長手方向、及び回転方向に変化し得るように配置される。

【００２３】

治療装置１６は、本体２２を含み、この本体２２からガントリ２４を延ばす。コリメータ２６が、ガントリ２４の端部に、治療装置１６の本体２２から離して設けられる。放射線が患者に照射される角度を変化させるために、ガントリ２４は、コンピュータ１４の制御下で、治療装置１６の本体２２の中心を通る軸線の周りを回転するように構成される。さらに、治療装置による照射位置が、ガントリ２４の端部でコリメータ２６を回転させることによっても変化し得る。

【００２４】

この実施形態では、頭部マスク２１の形態の患者拘束具を使用して、治療を受けている患者２０の頭部１９を拘束する。

【００２５】

使用中に、カメラシステム１０は、機械的なカウチ１８上に横たわっている患者２０のビデオ画像を取得する。これらのビデオ画像は、配線を介してコンピュータ１４に渡される。次に、コンピュータ１４は、患者２０の画像を処理して、治療される患者の表面のモデルを生成する。定位脳手術に関するこの実施形態では、患者の表面のモデルは、患者の頭及び顔の一部の表面のモデルを含むだろう。

【００２６】

このモデルは、以前の治療セッション中に生成された患者のモデルと比較することができる。患者を位置付けするときに、現在のモデル表面と以前のセッションから得られた目標のモデル表面との間の差が識別され、表面を整列させるために必要な位置付け命令が、決定され、且つ機械的なカウチ１８に送られる。その後、治療中に、初期設定からのあらゆる偏差が識別され、偏差が閾値より大きい場合に、コンピュータ１４は、患者２０が再位置付けされるまで治療を停止させるように治療装置１６に命令を送信する。

【００２７】

より詳細に説明すると、この実施形態では、コンピュータ１４が患者２０の表面のモデルを生成するのを可能にするために、ランダムなパターンの光が患者２０の表面に投影される。これは、患者２０の立体画像の対応する部分を識別するときに、コンピュータ１４を支援する。

【００２８】

この実施形態では、頭部マスク２１は、頭部マスク２１に投影された光のパターンが立体カメラ１０によって得られた画像において外見上容易に分からないように、着色される。これは、投影された光が頭部マスク２１によって実質的に吸収されるように、頭部マスク２１を艶消し黒で着色することによって達成される。あるいはまた、マスク２１の色は、投影される光の色と実質的に同様にするように選択することができる。

【００２９】

このように頭部マスク２１を着色することにより、マッチングアルゴリズムが、立体画像の、頭部マスク２１に対応する部分における一致を識別するのを抑制する。その結果、コンピュータ１４によって生成されたモデルは、頭部マスク２１の表面の部分をモデルに組み入れないようにされる。これは、生成されたモデルと以前に記憶されたモデルとの間の一致が患者２０の表面にのみ対応するので、患者を位置付けることができる精度を向上させる。

【００３０】

図２は、本発明の本実施形態による頭部拘束用ブランク（blank）２１の正面図である。ブランク２１は、図３にも示されており、図３は、患者の頭部１９による変形後の頭部

拘束用ブランク２１の概略的な斜視図を含む。

【００３１】

頭部マスク２１は、一体形成された有孔シート３０を有する剛性のU字形状フレーム２８を含む。有孔シート３０は、患者の頭部の上に置かれ、加熱されるとことによって変形することができる熱可塑性材料から作製される。

【００３２】

この実施形態では、頭部マスク２１は、不快感を与えることなく患者の頭部の上で変形するのに適した任意の熱可塑性材料で作製される。すなわち、熱可塑性材料は、患者の皮膚がやけどしないように十分に低い温度で軟化する必要がある。５０℃～１００℃の温度範囲で溶融又は軟化する適切な熱可塑性材料には、ポリ（エチレンアジペート）、ポリ（ε－カプロラクトン）、ポリビニルステアレート、酢酸セルロース、コモノマーを含有するブチレート及びエチル・セルロースポリ（プロピレンオキシド）、トランスポリイソプレン及びシスポリイソプレンベースの熱可塑性材料、及びポリカプロラクトンベースの材料が挙げられる。

【００３３】

この実施形態では、頭部マスク２１は、その表面上に投影されたパターン光のかなりの部分を吸収するように黒色に着色され、それによってパターン光が、頭部マスク２１の得られた画像において容易に認識できないようにする。熱可塑性材料の成形中に適切な顔料を用いて、又は成形後にコーティングを用いて、頭部マスク２１を着色することができる。適切なコーティングは、光路内の迷光を最小化するために光学望遠鏡の内部を黒くするために使用されるような深黒色の黒板塗料（chalkboard paint）を含むだろう。コーティングが使用される場合に、コーティングは、好ましくは、患者の皮膚との反応のリスクを最小限に抑えるために低アレルギー性にすべきである。

【００３４】

この実施形態では、有孔シート３０は、３つの大きな開口部を有しており、主中央開口部３２と、主中央開口部３２の両側に設けられた２つの補助三角形開口部３４，３６とを含む。一連のねじ孔３５がフレーム２８に設けられ、フレーム２８を拘束台に取り付けるのを可能にする。

【００３５】

図３において、有孔シート３０における開口部３２，３４，３６の配置は、頭部マスク２１が患者の顔の上に配置されることによって変形するときに、目、鼻、及び口を含む患者の顔を覆わないようにしながら、有孔シート３０が、患者の頭部１９の外形に沿うように成型及び引き延されるような配置である。同時に、有孔シート３０の開口部３２，３４，３６の間の部分は、顎ストラップ３８と、一対の付随するサイドストラット（strut）４０とを患者の顔の両側に形成するように引き延ばされ、ストラップ３８及びストラット４０が一緒になって、変形されるシート３０に実質的な構造的剛性を与えながら、患者１９の頭部１９を所定位置に保持するように機能し、こうして患者の顔を露出させたままにするにもかかわらず、マスクは、患者が拘束台の一部として設けられたクッション４２に横たわったときに、患者の頭部１９固定位置に拘束するように機能するのを保証する。患者にとってより快適であることに加えて、患者の顔面を露出させたままにすることにより、特許文献１に開示されるようにVision RTのAlignRT（商標）システム等の非接触式動作検出システムを使用して患者の動きを検出することができる。

【００３６】

図２において、変形する前に、有孔シート３０は、U字形状フレーム２８の開放端において、最初のうちはフレーム２８のアームに対して略直交して延び、U字形状フレーム２８の頂点から離れる方向に移動してまもなく蛇行曲線（小さな追加的な突起部４６をシート３０の中央部に提供する）に従う有孔シート３０のエッジ部４４でU字形状フレーム２８の全体を実質的に充たす。図２に示されるように、この突起部４６は、頭部マスク２１が変形されたときに、有孔シート３０の部分が患者の顎を取り囲む顎ストラップ３８を形成することを可能にするような突起部である。

【００３７】
この実施形態では、主中央開口部３２は、中央矩形部分４８と、隣接する２つの翼部分５０，５２とを含み、中央矩形部分４８が有孔シート３０の中央３分点を横切って延び、中央矩形部分４８の長辺がＵ字形状フレーム２８のアームと平行に延びる。２つの翼部分５０，５２はそれぞれ、直角三角形の開口部を有し、各開口部は、中央矩形部分４８の長辺の下方向に途中まで延びる底辺を含み、各翼部５０，５２は、中央矩形部分４８の長辺とＵ字形状フレーム２８のエッジ５５との間の途中で、有孔シート３０のエッジ４４から離れる方向に、中央矩形部分４８のエッジ５３と頂点の高さが同じになる。
【００３８】
この実施形態では、有孔シート３０の一部の領域の変形に対する抵抗を増大させるために、シート３０の一部の領域は、穿孔を含まない。より具体的には、シート３０のセクションの中央領域５４と、Ｕ字形状フレーム２８の開放端に直ぐ隣接するバンド５６以外に、Ｕ字形状フレーム２８の開放端に隣接するシート３０の部分は、穿孔を含まない。使用時には、この構成は、中央領域５４と、Ｕ字形状フレーム２８の開放端に直ぐ隣接するシート３０のセクションとをより容易に変形させ、それによって患者の顎の形状に適合させる。また、フレーム２８のアームを横切って延びるＵ字形状フレーム３０の開放端から離れる方向に、主開口部３２のエッジを横切って延びるシート３０のバンド５７も、穿孔を含まない。
【００３９】
２つの補助三角形開口部３４，３６はそれぞれ、直角の三角形の開口部を含む。２つの補助三角形開口部３４，３６は、主中央開口部３２の両側にＵ字形状フレーム２８のアームに隣接する底辺を置き、主中央開口部３２の中央矩形部分４８のエッジの端部と頂点の高さが同じであり、主開口部３２の翼状部５０，５２の斜辺と三角形開口部３４，３６の斜辺とが互いに平行である。
【００４０】
このようにして、主開口部３２のエッジ及び２つの補助三角形開口部３４，３６のエッジは、Ｕ字形状フレーム２８をＵ字形状フレーム２８の開放端に隣接するシート３０の部分に接続する、主開口部３２の両側に位置する有孔シート３０の一対のストリップ５８，６０のエッジを規定する。使用中に、図３に示されるように、これらのストリップ５８，６０は、Ｕ字形状フレーム２８の開放端に隣接するシート３０の部分から形成された顎ストラップ３８を、フレーム２８の開放端からさらに遠いＵ字形状フレーム２８の部分と接続させるストラット４０を形成するように、変形される。
【００４１】
一旦設定されると、変形された後に、有孔シート３０は、テンション（張力）がかけられた状態に置かれたときに、更なる変形に抵抗するだろう。使用中に、変形したシート３０の下部は、シート３０のこの下部がＵ字形状フレーム２８の面から離れる方向の患者の顎の動きを防止する顎ストラップ３８を形成するので、患者の頭部１９を所定位置に保持するように機能する。同様に、Ｕ字形状フレーム２８の開放端から離れた位置にある有孔シート３０の部分は、患者２０の額がＵ字形状フレーム２８の面から離れる方向に動くことを防止する。最後に、Ｕ字形状フレーム２８の開放端から離れた位置にある有孔シートの部分と、主中央開口部３２と２つの補助開口部３４，３６との間のストリップ５８，６０から形成されたストラット４０とは一緒になって、Ｕ形状フレーム２８と平行な方向への移動を防止する。
【００４２】
特に、上述したように２つの補助開口部３４，３６及び主中央開口部３２を設けることにより、頭部拘束具は、運動に抵抗するように形成されるが、患者の顔面を露出させる開口部を有するように形成されることに留意されたい。これは、主中央開口部３２と２つの補助開口部３４，３６との間のストリップ５８，６０から形成されたストラット４０の向きが、Ｕ字形状フレーム２８の開放端に向かう任意の動きによってテンションがかけられた状態になるためであり、こうして、患者の顔面を覆う有孔シート３０がなくても、テン

ションがかけられた状態で頭部拘束具に構造的剛性を与えることができる。
【００４３】
図４は、図１の患者監視システムの立体カメラシステム１０の正面斜視図である。
【００４４】
この実施形態では、立体カメラシステム１０は、ヒンジ６８を介してブラケット６６に接続されるハウジング６４を含む。ブラケット６６は、立体カメラシステム１０を処置室の天井の固定位置に取り付けることを可能にする一方、ヒンジ６８は、立体カメラシステム１０の向きをブラケット６６に対して向き合わせすることを許容するので、立体カメラシステム１０は、機械的なカウチ１８上の患者２０を視野に入れるように構成される。
【００４５】
１対のレンズ７０Ｌ，７０Ｒがハウジング６４の前面７１の両端に取り付けられる。これらのレンズ７０Ｌ，７０Ｒは、ハウジング６４内に収容されたＣＭＯＳアクティブ画素センサ又は電荷結合素子（図示せず）等の画像検出器の前に位置付けされる。画像検出器は、レンズ７０Ｌ，７０Ｒを介して患者２０の画像を取り込むように、レンズ７０Ｌ，７０Ｒの背後に配置される。いくつかの実施形態では、ハウジング６４は、放射線に対して非常に良好な遮蔽を提供する鉛等の材料で作製され、それによりエネルギー粒子が画像検出器によって得られた画像にランダム誤差を生成する度合いを低減することができる。
【００４６】
この実施形態では、スペックル（speckle）・プロジェクタ７２が、２つのレンズ７０Ｌ，７０Ｒの間でハウジング６４の前面７１の中央に設けられる。スペックル・プロジェクタ７２は、患者２０に擬似ランダム斑点状パターンの赤外光を照射するように構成され、それにより患者２０の画像を２つの画像検出器によって取り込んだときに、取り込んだ画像の対応する部分を区別することができる。この目的のために、スペックル・プロジェクタは、ＬＥＤ等の光源と、フィルムとを含み、このフィルム上にランダム斑点状パターンが印刷される。使用中に、光源からの光がフィルムを介して投影され、その結果、明暗領域から構成されるパターンが患者２０の表面に投影される。投影された斑点状パターンの画像が立体カメラシステム１０によって取り込まれると、画像を処理して患者の表面上の一組の点の位置を決定することができ、こうして患者の位置を監視することができる。
【００４７】
図５は、図１の患者モニタのコンピュータ１４の概略ブロック図である。
【００４８】
コンピュータ１４が立体カメラシステム１０から受信した画像を処理するために、コンピュータ１４は、ディスク７４上に設けられたソフトウェアによって、又は通信ネットワークを介して電気信号７６を多数の機能モジュール７８～８６に受信することによって、構成される。図５に示される機能モジュール７８～８６は、特許請求の範囲に記載された発明の動作の理解を助けるために純粋に名目上のものであり、特定の実施形態では、ソフトウェアのソースコード内のコードのブロックと直接的に対応しない場合がある。他の実施形態では、図示された機能モジュール７８～８６によって実行される機能は、異なるモジュール間で分割してもよく、又は異なる機能について同じモジュールの再使用によって実行してもよい。
【００４９】
この実施形態では、機能モジュール７８～８６は、立体カメラシステム１０から受信した画像を処理する３Ｄ位置決定モジュール７８と、３Ｄ位置決定モジュール７８によって生成されたデータを処理し、そのデータを画像化された表面の３Ｄワイヤメッシュモデルに変換するモデル生成モジュール８０と、画像化された表面の３Ｄワイヤメッシュモデルを格納する生成モデルストア８２と、以前に生成された３Ｄワイヤメッシュモデルを格納する目標モデルストア８４と、生成されたモデルを目標モデルと一致させるのに必要な回転及び並進を決定するためのマッチングモジュール８６とを含む。
【００５０】
使用中に、立体カメラシステム１０によって画像が取得されると、これらの画像は、３

Ｄ位置決定モジュール７８によって処理される。この処理により、３Ｄ位置決定モジュール７８が、患者２０の表面上の点の３Ｄ位置を特定することができる。これは、３Ｄ位置決定モジュール７８によって、立体カメラシステム１０のレンズ７０Ｌ，７０Ｒによって得られた画像対の対応する点を識別し、次に得られた画像対における対応する点の相対位置及び画像を得るカメラの相対的な位置を特定する格納されたデータに基づいてこれらの点の３Ｄ位置を決定することで達成される。

【００５１】

典型的には、対応する点の識別は、約１６×１６画素の画像パッチの解析に基づく。上述したように対応するパッチを識別しマッチングするのを支援するために、立体カメラシステム１０は、患者２０の表面の異なる部分をより容易に区別することができるように、撮像される患者２０に擬似ランダム斑点状パターンを投影するように構成されたスペックル・プロジェクタ７２を含む。斑点状パターンのサイズは、異なるパターンが異なる画像パッチにおいて明らかになるように選択される。

【００５２】

図６は、頭部マスク２１によって囲まれたマネキンの頭部の、立体カメラシステム１０によって取り込まれた画像の実例であり、頭部に斑点状パターンが投影されている。図６に確認されるように、斑点状パターンは、マネキンの顔に対応する画像の部分に確認される。しかしながら、この実例では艶消し黒色塗料で塗装された頭部マスク２１に対応する画像の領域では、斑点状パターンは見えない。

【００５３】

３Ｄ位置決定モジュール７８によって生成された位置データは、モデル生成モジュール８０に渡され、モデル生成モジュール８０は、位置データを処理して、立体カメラ１０によって撮像された患者２０の表面の３Ｄワイヤメッシュモデルを生成する。斑点状パターンが頭部マスク２１の表面に対応する領域では容易に検出することができないので、３Ｄ位置決定モジュール７８は、画像のこれらの領域について立体カメラ１０によって取得された立体画像の対応する部分を識別することが殆どできなくなり、こうして、これらの領域は、モデル生成モジュール８０によって生成された３Ｄワイヤメッシュモデルに含まれる可能性は低くなる。

【００５４】

この実施形態では、３Ｄモデルは、モデルの頂点が３Ｄ位置決定モジュール７８によって決定された３Ｄ位置に対応する三角形メッシュワイヤメッシュモデルを含む。そのようなモデルが決定されると、そのモデルは、生成モデルストア８２に格納される。

【００５５】

図７は、図６に示されるマネキンの正面図に対応する３Ｄ位置データ及び生成された３Ｄワイヤメッシュモデルの実例である。この実例では、個々の３Ｄ位置ポイントが個々のドットとして示されるが、３Ｄ位置データの密度が閾値を超える画像の中央部分では、モデルは連続面として示される。

【００５６】

図７から明らかなように、図示された画像では、マネキンの頭部の全体に対応する一致したデータ点が示されるが、一致の密度が最も高く、且つ３Ｄワイヤメッシュ表面が生成された画像の中央部分が、頭部マスク２１の表面上の点に対応する点ではなく、マネキンの表面上の点に対応する。

【００５７】

患者２０の表面のワイヤメッシュモデルが格納されると、マッチングモジュール８６が、呼び出されて、立体カメラ１０によって取得された現在の画像に基づいて生成されたモデルと、目標モデルストア８４に格納された患者の以前に生成されたモデル表面との間を一致させる並進及び回転を決定する。決定された並進及び回転は命令として機械的カウチ１８に送られ、患者が以前に治療を受けていたときのように、カウチに命令して患者２０を治療装置１６に対して同じ位置に位置付けさせる。このような着色された頭部マスク等の拘束具を利用して生成されたモデルの場合に、これは、患者の対応する部分を一致させ

ることを含み、こうして、患者を位置付けする精度は、そのようなマッチングが、頭部マスク２１に対する患者のあらゆる動き及び患者２０以外の頭部マスク２０の表面に対応する点のあらゆるマッチングによって悪影響を受けることはないので、向上されるだろう。

【００５８】

その後、立体カメラ１０は患者２０を監視し続けることができ、位置の変化は、更なるモデル表面を生成し、それら生成された表面を目標モデルストア８４に格納された目標モデルと比較することによって識別することができる。患者の位置が動いたと判定された場合に、治療装置１６を停止させ、患者２０を再位置付けして、それにより患者２０の誤った部分への照射を回避することができる。

【００５９】

上記の実施形態では、黒に着色した頭部マスク２１について参照したが、頭部マスク２１は、黒に着色する以外に、投影された斑点状パターンの色に対応する光又は他の投影された光を吸収する色、又は他に立体カメラ１０によって取り込まれた画像内の投影された斑点状パターン又は他の投影された光の視認性を低下させる色であればよい。こうして、例えば黒に着色するのではなく、頭部マスク２１は、患者の表面上に投影される斑点状パターン又は他の光の色と一致させるように、赤色に着色してもよい。

【００６０】

また、本発明は、定位脳手術中に患者２０を拘束するための熱可塑性材料の頭部マスク２１のみに関するものではなく、高い精度の患者の位置付けが要求される放射線療法等のあらゆる形態の治療に関して使用される他の形態の拘束具にも及び、同様に適用可能であることも理解されよう。このような拘束具の例には、患者の体型に成形して位置付けカウチに対して患者を固定する全身拘束具と、患者の表面に成形され、患者の動きを制限する又は患者を特定の姿勢又は向きにさせるように設定された他のタイプの拘束具が含まれる。そのような全ての場合に、このような拘束具は、患者監視システムによるマッチングの生成を減少させるように着色され得る。

【００６１】

さらに、上記の例では、黒に着色した頭部マスク２１について説明したが、他の実施形態では、拘束具の一部のみを着色してもよいことも理解されよう。

【００６２】

こうして、例えば、頭部マスク２１の全体を着色するのではなく、患者の顔が開口部を介して見えるこの開口部に直ぐ隣接する頭部マスク２１の部分のみを着色してもよい。そのようなシステムでは、着色された領域での一致が低減され、患者に対応するモデルの部分と他の一致点に対応するマッチとの間の境界を識別するのに役立つだろう。そのような境界が特定された場合に、処理モジュールは、３Ｄワイヤメッシュモデルの生成を境界内の点に限定するように構成することができる。

【００６３】

拘束具を着色することに加えて、監視される患者の表面以外の拘束具に対応する一致の識別を減少させるために他のアプローチを行うことができる。

【００６４】

こうして、例えば、拘束具の表面は、拘束具の一致する画像に現れる可能性のある鏡面ハイライトを最小限に抑えるように、実質的に鈍く（dull）非反射性であることが好ましい。さらに好ましくは、拘束具は、立体画像における対応する特徴を識別するために使用される画像パッチのサイズに対応するサイズの特徴を有さないように設計される。こうして、例えば、孔又は穿孔を有する拘束具の場合に、好ましくは、孔又は穿孔のサイズは、画像において一致する特徴のサイズとは異なるサイズになるように選択される。

【００６５】

上記の実施形態では、立体画像の対応する部分を識別する３Ｄ位置決定モジュール７８の能力を妨げるように頭部マスク２１の色が選択される頭部マスクについて説明したが、いくつかの実施形態では、斑点状パターンを吸収するように拘束具の全部又は一部の色を選択するのではなく、拘束具の色を画像内で容易に検出できるように選択してもよく、３

Ｄ位置決定モジュール７８は、画像のそのようなセクションを識別し、一致を特定しようとするときに、そのように着色されたセクションを無視するように構成ことができる。

【００６６】

そのような実施形態では、拘束具、又は撮像される患者の領域に隣接する拘束具の一部は、容易に識別可能な色、例えば緑色に着色され得る。３Ｄ位置決定モジュールが立体画像の対応する部分を識別しようとするときに、斑点状パターンが拘束具によって吸収され、従ってマネキンの顔に対応する画像の部分のみが見える図６の画像とは対照的に、取り込まれた画像は、拘束具の特定の識別可能な色に対応する画像を構成する画素の色又は色の範囲によって容易に識別可能となる拘束具の部分も含む。３Ｄ位置決定モジュール７８は、立体画像の対応する部分を識別しようとするときに、頭部マスク２１に対応する識別された色又は色の範囲の画素を処理しないように構成することができる。

【００６７】

代替の実施形態では、画像処理の組合せは、画像が外見上容易に分からない程度に投影された光が吸収される、又は拘束具による吸収が、画像が依然として明らかであり、拘束具の色によってその画像を患者の画像と区別することができ、したがって３Ｄ位置決定モジュール７８によって一致されないような吸収であるため、着色された拘束具の画像が一致しない場合に行われる。

【００６８】

他の実施形態では、患者拘束具は、患者の画像と患者拘束具との間の区別とマッチングの防止とをさらに助ける又は可能にするために識別可能なパターンを有することができる。

【００６９】

代替的な実施形態では、拘束具の色を利用して拘束具の表面のモデルを生成するのを防止するのではなく、監視システムが、従来の方法でモデルを生成し、代わりに拘束具の色を利用して、患者の表面に対応するモデルの部分を識別し、患者の位置を監視するためにモデルのそれらの部分のみを利用する。

【００７０】

こうして、例えば、このようなシステムでは、患者を監視するために使用する立体カメラシステム１０に追加のカラーカメラを含めてもよい。このようなシステムでは、モデル生成モジュール８０が、３Ｄ位置決定モジュール７８によって識別されたマッチに基づいてモデルを生成した場合に、追加のカラーカメラによって取り込まれた画像データを利用して、生成されたモデルをテクスチャ・レンダリングすることができる。次に、テクスチャ・レンダリングされたモデルは、拘束具の色に対応するモデルの部分を除去することによってさらに処理することができ、それによってモデルの残りの部分が監視される患者の表面の一部に対応し、このモデルは、治療する患者の位置付けのために利用することができる。

【００７１】

上述した実施形態では、患者の表面上に光の斑点状パターンを投影する立体カメラシステムプロジェクタを使用するシステムについて説明したが、他の実施形態では他のアプローチを使用できることは理解されよう。例えば、監視される患者の表面の一部がより不均一である場合に、光の投影を省略して、立体画像の一致部分は、患者の表面上に光のパターンを投影することによって達成されるような追加の区別データを用いずに、患者の表面の対応する部分を直接的に識別することによって達成することができる。上述したような実施形態では、モデル生成モジュールは、着色された拘束具の色を利用して拘束具に対応する画像の部分を識別し、画像のそのような部分を利用するのを回避して患者の表面のモデルを生成することができる、あるいはまた、画像の識別された部分の色を使用して、拘束具に対応するモデルの部分を識別し、患者の動きを監視する際にモデルのそのような部分を使用することを回避することができる。

【００７２】

あるいはまた、別の実施形態では、ランダムなパターンの光を患者に投影するのではな

く、立体照明を使用することができる。例えば、格子パターンを患者の表面上に投影することができ、コンピュータ１４を、光のパターンの歪みに基づいて患者２０の表面のモデルを生成するように構成することができる。そのような実施形態では、カメラシステム１０は、立体カメラシステムではない場合がある。

【００７３】

上述した実施形態は、患者拘束具の画像を一致させることなく、患者のモデルを生成することにより、患者をより高い精度で位置付けすることを可能にすることが理解されるであろう。これは、代替的な方法で、例えば患者拘束具の色を投影される光を実質的に吸収する色にすることより患者拘束具を画像化することを物理的に妨げるか、又は識別可能に着色された患者拘束具を使用して、患者拘束具の画像が一致しないように監視する患者の一部を処理することによって、又は追加のカメラからの画像データを使用して、監視される患者の一部をテクスチャ・レンダリングし、且つモデルを使用して患者を位置付けする前に拘束具の色に対応するモデルの部分を除去することによって達成される。

【図１】

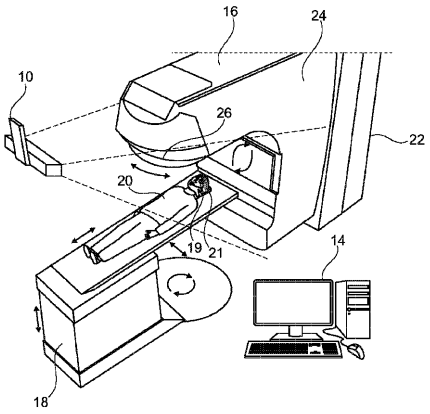


Fig. 1

【図２】

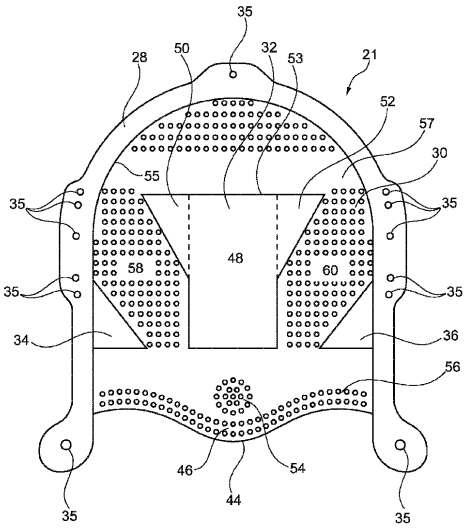


Fig. 2

【図３】

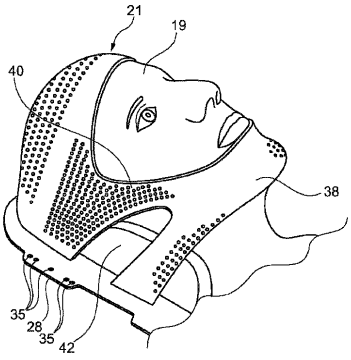


Fig. 3

【図４】

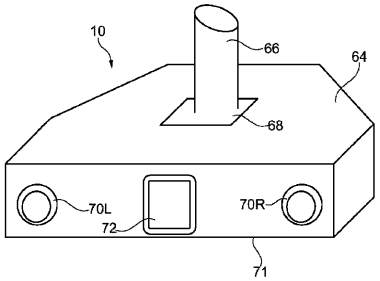
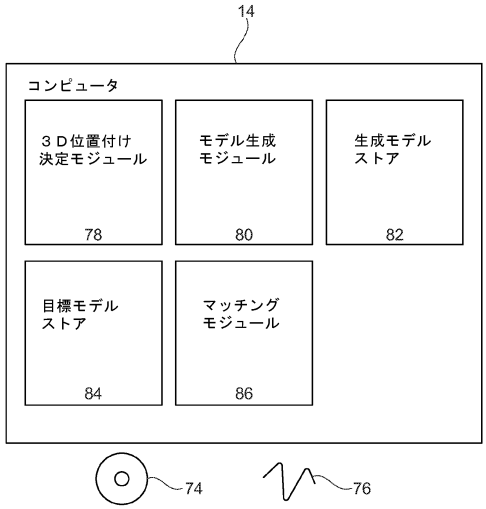


Fig. 4

【図５】



【図６】

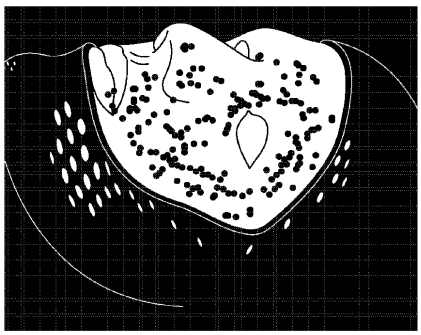


Fig. 6

【図７】

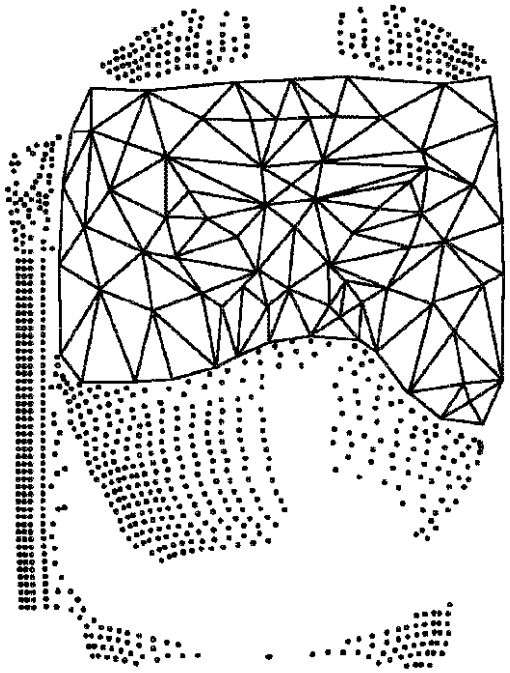


Fig. 7

フロントページの続き

(72)発明者 バレット, エイドリアン ロジャー ウィリアム
イギリス国, エヌ３ ２ジェイユー ロンドン, アーケイディア アベニュー, ダヴ ハウス（番地なし）, ビジョン アールティ リミテッド内
(72)発明者 ヒューズ ザ セカンド, ジェイムス マシュー
アメリカ合衆国, メリーランド州 ２１０４５, コロンビア, スタンフォード ブルバード ８８４０, スイート ３２００, ビジョン アールティー インコーポレイテッド内
(72)発明者 ミード, エドワード ウィリアム
イギリス国, エヌ３ ２ジェイユー ロンドン, アーケイディア アベニュー, ダヴ ハウス（番地なし）, ビジョン アールティ リミテッド内
(72)発明者 メイア, アイヴァン ダニエル
イギリス国, エヌ３ ２ジェイユー ロンドン, アーケイディア アベニュー, ダヴ ハウス（番地なし）, ビジョン アールティ リミテッド内

審査官 高松 大

(56)参考文献 特表２０１５－５３１２８９（ＪＰ, Ａ）
国際公開第２０１６／０８３４７３（WO, Ａ１）
特表２０１６－５２８９６０（ＪＰ, Ａ）
特開２００８－０４３５６７（ＪＰ, Ａ）
米国特許出願公開第２０１６／０２７１４２１（ＵＳ, Ａ１）
米国特許出願公開第２０１５／０２６５８５２（ＵＳ, Ａ１）
特表２０１８－５０４１５６（ＪＰ, Ａ）
米国特許出願公開第２０１１／０２２８９０７（ＵＳ, Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ａ６１Ｎ ５／１０
Ａ６１Ｂ ９０／１８