

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7570065号
(P7570065)

(45)発行日 令和6年10月21日(2024.10.21)

(24)登録日 令和6年10月10日(2024.10.10)

| | |
|-------------------------|---------------------|
| (51)国際特許分類 | F I |
| H 0 4 N 23/60 (2023.01) | H 0 4 N 23/60 5 0 0 |
| H 0 4 N 23/56 (2023.01) | H 0 4 N 23/56 |
| H 0 4 N 23/51 (2023.01) | H 0 4 N 23/51 |
| A 6 1 B 1/24 (2006.01) | A 6 1 B 1/24 |
| A 6 1 B 1/045(2006.01) | A 6 1 B 1/045 6 1 8 |
| 請求項の数 8 (全21頁) 最終頁に続く | |

| | |
|---|--|
| (21)出願番号 特願2022-565368(P2022-565368) | (73)特許権者 314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号 |
| (86)(22)出願日 令和3年11月24日(2021.11.24) | (74)代理人 100132241 弁理士 岡部 博史 |
| (86)国際出願番号 PCT/JP2021/042961 | (74)代理人 100183265 弁理士 中谷 剣一 |
| (87)国際公開番号 WO2022/113995 | (72)発明者 大塚 泰雄 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニック株式会社内 |
| (87)国際公開日 令和4年6月2日(2022.6.2) | (72)発明者 伊澤 正人 大阪府守口市八雲東町一丁目10番12 号 パナソニックエンターテインメント &コミュニケーション株式会社内 |
| 審査請求日 令和5年3月29日(2023.3.29) | (72)発明者 小川 智輝 |
| (31)優先権主張番号 特願2020-197574(P2020-197574) | 最終頁に続く |
| (32)優先日 令和2年11月27日(2020.11.27) | |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP) | |

(54)【発明の名称】 歯列画像撮影システムおよび歯列画像撮影方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影対象の歯牙に対してそれぞれ異なる方向から光を照射する複数の照明デバイスと、前記複数の照明デバイスの照明条件が異なり且つ所定の露光時間で前記歯牙が写る第1および第2の歯列画像を撮影する撮影デバイスと、
前記第1および第2の歯列画像それぞれについて輝度が所定の輝度しきい値を超えている高輝度領域を抽出する高輝度領域抽出部と、
前記第1および第2の歯列画像の高輝度領域間の類似の程度を示す類似度を算出する高輝度領域比較部と、
前記類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい場合、前記高輝度領域抽出部によって抽出された前記第1の歯列画像の高輝度領域をハレーション領域として特定するハレーション領域特定部と、
前記第1の歯列画像のハレーション領域に対応する前記第2の歯列画像におけるトリミング領域を抽出し、前記ハレーション領域を前記トリミング領域に差し換える画像合成処理を実行する画像合成処理部と、
画像合成処理された前記第1の歯列画像を出力する歯列画像出力部と、を含む歯列画像撮影システム。

【請求項2】

前記第1および第2の歯列画像に高輝度領域が含まれない場合、前記歯列画像出力部が前記第1の歯列画像を出力する、請求項1に記載の歯列画像撮影システム。

【請求項 3】

前記撮影デバイスが、異なる照明条件の下で且つ互いに異なる露光時間で第 3 および第 4 の歯列画像を撮影し、

前記高輝度領域抽出部が、前記第 3 および第 4 の歯列画像の高輝度領域を抽出し、

前記高輝度領域比較部が、前記第 3 および第 4 の歯列画像の高輝度領域の類似度を算出し、

前記第 3 および第 4 の歯列画像の高輝度領域間の類似度が前記所定の類似度しきい値に比べて大きい場合、前記撮影デバイスが、前記所定の露光時間を短縮して前記第 1 および第 2 の歯列画像を撮影する、請求項 1 または 2 に記載の歯列画像撮影システム。

【請求項 4】

前記第 3 および第 4 の歯列画像の高輝度領域の輝度値が同一である場合、前記撮影デバイスに異常が生じていると判定する撮影デバイス異常判定部を、さらに含む、請求項 3 に記載の歯列画像撮影システム。

【請求項 5】

類似度が前記所定の類似度しきい値に比べて大きい高輝度領域をインレーが存在する領域と特定し、前記高輝度領域の色情報と予め用意された複数の種類のインレーの色情報とに基づいて、インレーの種類を特定するインレー種類特定部を、さらに含む、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の歯列画像撮影システム。

【請求項 6】

前記照明デバイスと前記撮影デバイスが、歯ブラシ状の筐体に組み込まれている、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の歯列画像撮影システム。

【請求項 7】

前記歯列画像出力部が、歯列画像を表示可能なスクリーンを備える携帯端末である、請求項 6 に記載の歯列画像撮影システム。

【請求項 8】

撮影対象の歯牙を含む歯列画像を撮影する歯列画像撮影方法であって、

複数の照明デバイスによって撮影対象の歯牙に対してそれぞれ異なる方向から光を照射し、

撮影デバイスによって前記複数の照明デバイスの照明条件が異なり且つ所定の露光時間で前記歯牙が写る第 1 および第 2 の歯列画像を撮影し、

前記第 1 および第 2 の歯列画像それぞれについて輝度が所定の輝度しきい値を超えている高輝度領域を抽出し、

前記第 1 および第 2 の歯列画像の高輝度領域間の類似の程度を示す類似度を算出し、

前記類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい場合、抽出した前記第 1 の歯列画像の高輝度領域をハレーション領域として特定し、

前記ハレーション領域に対応する前記第 2 の歯列画像におけるトリミング領域を抽出し、

前記ハレーション領域を前記トリミング領域に差し換える画像合成処理を実行し、

画像合成処理された前記第 1 の歯列画像を出力する、歯列画像撮影方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、歯列画像撮影システムおよび歯列画像撮影方法に関する。

【背景技術】

【0002】

口腔内を観察する手段として、口腔内に光を照射する機能を備えた口腔内カメラ（特許文献 1、特許文献 2）が、特許文献 1 および 2 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2004 - 237081 号公報

10

20

30

40

50

【文献】特開 2007 - 236707 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、口腔内に光を照射し、歯牙の撮影を行うとき、歯牙が白く光沢があることに加えて、歯牙が唾液や血液で濡れていたり、治療痕に使用された金属製のインレーにより、歯牙の表面で正反射が発生してハレーション（いわゆる「ホワイトアウト」）が発生する可能性がある。ハレーションが発生すると歯牙の画像が不鮮明となり、歯牙の状態を正しく確認できない可能性がある。

【0005】

そこで、本開示は、歯牙を鮮明に撮影することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の課題を解決するために、本開示の一態様によれば、
撮影対象の歯牙に対してそれぞれ異なる方向から光を照射する複数の照明デバイスと、
前記複数の照明デバイスの照明条件が異なり且つ所定の露光時間で前記歯牙が写る第1および第2の歯列画像を撮影する撮影デバイスと、
前記第1および第2の歯列画像それぞれについて輝度が所定の輝度しきい値を超えている高輝度領域を抽出する高輝度領域抽出部と、
前記第1および第2の歯列画像の高輝度領域間の類似の程度を示す類似度を算出する高輝度領域比較部と、

前記類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい場合、前記第1の歯列画像の高輝度領域をハレーション領域として特定するハレーション領域特定部と、

前記第1の歯列画像のハレーション領域に対応する前記第2の歯列画像におけるトリミング領域を抽出し、前記ハレーション領域を前記トリミング領域に差し換える画像合成処理を実行する画像合成処理部と、

画像合成処理された前記第1の歯列画像を出力する歯列画像出力部と、を含む歯列画像撮影システムが提供される。

【0007】

また、本開示の別の態様によれば、

撮影対象の歯牙を含む歯列画像を撮影する歯列画像撮影方法であって、
複数の照明デバイスによって撮影対象の歯牙に対してそれぞれ異なる方向から光を照射し、

撮影デバイスによって前記複数の照明デバイスの照明条件が異なり且つ所定の露光時間で前記歯牙が写る第1および第2の歯列画像を撮影し、

前記第1および第2の歯列画像それぞれについて輝度が所定の輝度しきい値を超えている高輝度領域を抽出し、

前記第1および第2の歯列画像の高輝度領域間の類似の程度を示す類似度を算出し、
前記類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい場合、前記第1の歯列画像の高輝度領域をハレーション領域として特定し、

前記ハレーション領域に対応する前記第2の歯列画像におけるトリミング領域を抽出し、
前記ハレーション領域を前記トリミング領域に差し換える画像合成処理を実行し、
画像合成処理された前記第1の歯列画像を出力する、歯列画像撮影方法が提供される。

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、歯牙を鮮明に撮影することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本開示の実施の形態1に係る歯列画像撮影システムにおける口腔内カメラの斜視図

【図2】口腔内カメラに組み込まれた撮影光学系を概略的に示す断面図

10

20

30

40

50

- 【図 3】本開示の実施の形態 1 に係る歯列画像撮影システムの概略的構成図
 【図 4】歯牙の表面にハレーションが生じた状態の歯列画像の一例を示す図
 【図 5】ハレーションを取り除いた歯列画像の作成に必要な複数枚の歯列画像の撮影動作のタイミングチャート
 【図 6】図 5 に示す撮影動作によって得られた複数の歯列画像を示す図
 【図 7】ハレーション除去処理の流れを示す一例のフローチャート
 【図 8】抽出された高輝度領域を示す複数の輝度分布画像を示す図
 【図 9】類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい高輝度領域を示す輝度分布画像を示す図
 【図 10】トリミング処理および合成処理を示す図
 【図 11】ハレーションが除去された歯列画像を示す図
 【図 12】インレーを備える歯牙を含む歯列画像とその輝度分布とを示す図
 【図 13】キャリブレーション処理の流れを示すフローチャート
 【図 14】別の実施の形態の歯列画像撮影システムにおける口腔内カメラの一部の斜視図
 【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0011】

なお、発明者らは、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面及び以下の説明を提供するものであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【0012】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0013】

(実施の形態 1)

図 1 は、本開示の実施の形態 1 に係る歯列画像撮影システムにおける口腔内カメラの斜視図である。図 2 は、口腔内カメラに組み込まれた撮影光学系を概略的に示す断面図である。

【0014】

図 1 に示すように、本実施の形態 1 の場合、口腔内カメラ 10 は、片手で取り扱うことが可能な歯ブラシ状の筐体を備え、その筐体は、歯列撮影時にユーザの口腔内に配置されるヘッド部 10 a と、ユーザが把持するハンドル部 10 b と、ヘッド部 10 a とハンドル部 10 b とを接続するネック部 10 c とを含んでいる。

【0015】

図 2 に示すように、本実施の形態 1 の場合、口腔内カメラ 10 の撮影光学系 12 は、ヘッド部 10 a とネック部 10 c とに組み込まれている。撮影光学系 12 は、その光軸 LA 上に配置された撮像素子 14 とレンズ 16 とを含んでいる。

【0016】

撮像素子 14 は、例えば C-MOS センサまたは CCD 素子などの撮影デバイスであって、レンズ 16 によって歯牙 D の像が結像される。その結像した像に対応する信号(画像データ)を、撮像素子 14 は外部に出力する。

【0017】

レンズ 16 は、例えば集光レンズであって、入射した歯牙 D の像を撮像素子 14 に結像する。なお、レンズ 16 は、1つのレンズであってもよいし、複数のレンズから構成されるレンズ群であってもよい。

【0018】

本実施の形態 1 の場合、撮影光学系 12 はさらに、歯牙 D の像をレンズ 16 に向かって

10

20

30

40

50

反射するミラー 18、ミラー 18 とレンズ 16 との間に配置された赤外線カットフィルタ 20 と補色フィルタ 22、レンズ 16 と撮像素子 14 との間に配置された絞り 24 とを含んでいる。

【0019】

ミラー 18 は、撮影光学系 12 の入射口 12a を通過した歯牙 D の像をレンズ 16 に向かって反射するように、撮影光学系 12 の光軸 LA 上に配置されている。

【0020】

赤外線カットフィルタ 20 は、撮像素子 14 に入射する光に含まれる赤外線をカットするフィルタである。CCD 素子や C-MOS センサなどの撮像素子 14 の各色画素 (RGB) のフィルタが全透過性を備える場合、赤外線が白色光と認識される。この対処として、赤外線カットフィルタ 20 が撮像素子 14 に入射する前の光から赤外線をカットする。

【0021】

補色フィルタ 22 は、所定の波長の光が選択的に透過するフィルタである。補色フィルタ 22 は、例えば 430 nm ~ 460 nm の波長の光を選択的に透過し、それ以外の波長の光をカットする。

【0022】

絞り 24 は、撮影光学系 12 の光軸 LA 上に貫通穴を備える板状部材であって、深い焦点深度を実現する。これにより、口腔内の奥行方向についてピントを合わせることができ、輪郭が明瞭な歯列画像を得ることができる。なお、本実施の形態 1 の場合、撮影光学系 12 に補色フィルタ 22 が含まれているので、絞り 24 によって蛍光線が効果的に処理される。

【0023】

また、口腔内カメラ 10 は、撮影時に撮影対象の歯牙 D に対して光を照射する照明デバイスとして、複数の第 1 ~ 第 2 の LED 26A ~ 26D を搭載している。第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D は、例えば白色 LED である。また、図 1 に示すように、本実施の形態 1 の場合、第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D が、入射口 12a を囲むように配置されている。なお、歯茎 G などが第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D に当接して照明光が不足しないように、第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D と入射口 12a とを覆う透光性のカバー 28 がヘッド部 10a に設けられている。

【0024】

さらに、本実施の形態の場合、口腔内カメラ 10 は、図 2 に示すように、構図調節機構 30 と焦点調節機構 32 とを有する。

【0025】

構図調節機構 30 は、撮像素子 14 とレンズ 16 とを保持する筐体 34 と、筐体 34 を光軸 LA の延在方向に移動させるアクチュエータ 36 とから構成される。アクチュエータ 36 が筐体 34 の位置を調節することにより、画角が調節される、すなわち撮像素子 14 に結像する歯列の大きさが調節される。なお、構図調節機構 30 は、例えば 1 つの歯牙全体が撮影画像に写るように筐体 34 の位置を自動的に調節する。また、構図調節機構 30 は、ユーザの操作に基づいて、ユーザが所望する画角になるように筐体 34 の位置を調節する。

【0026】

焦点調節機構 32 は、構図調節機構 30 の筐体 34 内に保持され、レンズ 16 を保持するレンズホルダ 38 と、レンズホルダ 38 を光軸 LA の延在方向に移動させるアクチュエータ 40 とから構成される。アクチュエータ 40 が撮像素子 14 に対するレンズホルダ 38 の相対位置を調節することにより、焦点が調節される、すなわちピントが調節される。なお、焦点調節機構 32 は、例えば撮影画像の中央に位置する歯牙にピントが合うようにレンズホルダ 38 の位置を自動的に調節する。また、焦点調節機構 32 は、ユーザの操作に基づいて、レンズホルダ 38 の位置を調節する。

【0027】

なお、ミラー 18 を除く撮影光学系 12 の構成要素は、口腔内カメラ 10 のハンドル部

10

20

30

40

50

10bcに設けられてもよい。

【0028】

ここまでは、歯列画像撮影システムにおける口腔内カメラ10の撮影光学系について説明してきた。ここからは、歯列画像撮影システムの構成について説明する。

【0029】

図3は、本開示の一施の形態1に係る歯列画像撮影システムの概略的構成図である。

【0030】

図3に示すように、本実施の形態1に係る歯列画像撮影システム100は、概略的には、口腔内カメラ10を用いて歯列を撮影し、その撮影画像に対して画像処理を実行するように構成されている。

10

【0031】

図3に示すように、本実施の形態1の場合、歯列画像撮影システム100は、口腔内カメラ10と、携帯端末70と、クラウドサーバー80とを含んでいる。携帯端末70は、例えば、入力デバイスおよび出力デバイスとして、例えば歯列画像を表示可能なタッチスクリーン72を備えている無線通信可能な携帯電話である。携帯端末70は、歯列画像撮影システム100のユーザインターフェースとして機能する。クラウドサーバー80は、携帯端末70に対してインターネットなどを介して通信可能なサーバーであって、携帯端末70に口腔内カメラ10を使用するためのアプリケーションを提供する。例えば、ユーザがアプリケーションをクラウドサーバー80からダウンロードして携帯端末70にインストールする。また、クラウドサーバー80は、口腔内カメラ10によって撮影された歯列画像を携帯端末70を介して取得する。

20

【0032】

歯列画像撮影システム100は、システムの制御を行う主要部分として中央制御部50と、撮像素子14からの歯列画像を画像処理する画像処理部52と、複数のLED26A~26Dを制御するLED制御部54と、構図調節機構30のアクチュエータ36と焦点調節機構32のアクチュエータ40を制御するレンズドライバー56と、を含んでいる。

【0033】

また、歯列画像撮影システム100は、携帯端末70と無線通信を行う無線通信モジュール58と、中央制御部50などに電力供給を行う電源制御部60とを有する。

【0034】

歯列画像撮影システム100の中央制御部50は、本実施の形態1の場合、口腔内カメラ10のハンドル部10bに搭載されている。例えば、また、中央制御部50は、後述する様々な処理を実行するCPUやMPUなどのコントローラ62と、コントローラ62に様々な処理を実行させるためのプログラムを記憶するRAMやROMなどのメモリ64とを含んでいる。なお、メモリ64には、プログラム以外に、撮像素子14によって撮影された歯列画像(データ)や種々の設定データなどが記憶される。

30

【0035】

画像処理部52は、本実施の形態1の場合、口腔内カメラ10のハンドル部10bに搭載され、中央制御部50のコントローラ62からの制御信号に基づいて、撮像素子14が撮影した歯列画像(データ)を取得し、その取得した歯列画像に対して画像処理を実行し、その画像処理後の歯列画像を中央制御部50に出力する。画像処理部52は、例えば回路で構成され、例えば歯列画像に対してノイズ除去、AWB(Automatic White Balance)処理などの画像処理を実行する。画像処理部52から出力された歯列画像を、コントローラ62は、無線通信モジュール58を介して携帯端末70に送信する。携帯端末70は、その送信された歯列画像をタッチスクリーン72に表示し、それによりユーザに歯列画像を提示する。

40

【0036】

LED制御部54は、本実施の形態1の場合、口腔内カメラ10のハンドル部10bに搭載され、のコントローラ62からの制御信号に基づいて、第1~第4のLED26A~26Dの点灯および消灯を実行する。LED制御部54は、例えば回路で構成される。例

50

例えば、ユーザが携帯端末 70 のタッチスクリーン 72 に対して口腔内カメラ 10 を起動させる操作を実行すると、携帯端末 70 から対応する信号が無線通信モジュール 58 を介してコントローラ 62 に送信される。コントローラ 62 は、受信した信号に基づいて、第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D を点灯させるように LED 制御部 54 に制御信号を送信する。

【0037】

レンズドライバー 56 は、本実施の形態の場合、口腔内カメラ 10 のハンドル部 10b に搭載され、中央制御部 50 からのコントローラ 62 からの制御信号に基づいて、構図調節機構 30 のアクチュエータ 36 と焦点調節機構 32 のアクチュエータ 40 を制御する。レンズドライバー 56 は、例えば回路で構成される。例えば、ユーザが携帯端末 70 のタッチスクリーン 72 に対して構図調節やピント調節に関する操作を実行すると、携帯端末 70 から対応する信号が無線通信モジュール 58 を介して中央制御部 50 に送信される。中央制御部 50 のコントローラ 62 は、受信した信号に基づいて、構図調節やピント調節を実行するようにレンズドライバー 56 に制御信号を送信する。また例えば、コントローラ 62 が画像処理部 52 からの歯列画像に基づいて構図調節やピント調節に必要なアクチュエータ 36、40 の制御量を演算し、その演算された制御量に対応する制御信号がレンズドライバー 56 に送信される。

10

【0038】

無線通信モジュール 58 は、本実施の形態の場合、口腔内カメラ 10 のハンドル部 10b に搭載され、コントローラ 62 からの制御信号に基づいて、携帯端末 70 と無線通信を行う。無線通信モジュール 58 は、例えば WiFi や Bluetooth などの既存の通信規格に準拠した無線通信を携帯端末 70 との間で実行する。無線通信モジュール 58 を介して、口腔内カメラ 10 から歯牙 D が写る歯列画像が携帯端末 70 に送信されたり、携帯端末 70 から口腔内カメラ 10 に操作信号が送信される。

20

【0039】

電源制御部 60 は、本実施の形態の場合、口腔内カメラ 10 のハンドル部 10b に搭載され、中央制御部 50、画像処理部 52、LED 制御部 54、レンズドライバー 56、および無線通信モジュール 58 に、電池 66 の電力を分配する。電源制御部 60 は、例えば回路で構成される。なお、本実施の形態の場合、電池 66 は、充電可能な二次電池であって、口腔内カメラ 10 に搭載されたコイル 68 を介して、商用電源に接続された外部の充電器 69 によってワイヤレス充電される。

30

【0040】

ここまでは、歯列画像撮影システム 100 の構成について説明してきた。ここからは、歯列画像撮影システム 100 が実行する歯列画像撮影について説明する。

【0041】

図 4 は、歯牙の表面にハレーションが生じた状態の歯列画像の一例である。

【0042】

図 4 の一例の歯列画像に示すように、歯牙 D の表面が唾液や濡れているなどして、第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D からの照明光によって歯牙 D の表面でハレーション H が生じうる。そのハレーション H が生じた歯牙 D の表面部分は不鮮明でその状態を確認することができない。そこで、本実施の形態 1 に係る歯列画像撮影システム 100 は、そのハレーション H を取り除いた歯列画像を作成することができるように構成されている。

40

【0043】

ハレーション H を取り除いた歯列画像を作成するために、歯列画像撮影システム 100 は、必要な複数枚の歯列画像を撮影するように構成されている。

【0044】

図 5 は、ハレーションを取り除いた歯列画像の作成に必要な複数枚の歯列画像の撮影動作のタイミングチャートである。また、図 6 は、図 5 に示す撮影動作によって得られた複数の歯列画像を示している。

【0045】

50

図5および図6に示すように、複数枚の歯列画像 $P_1 \sim P_4$ それぞれは、異なる照明条件の下で撮影される。また、所定の露光時間 T_{EX} で、複数枚の歯列画像 $P_1 \sim P_4$ は撮影される。

【0046】

例えば、ユーザが、まず一方の手で口腔内カメラ10を持ち、他方の手で携帯端末70を持つ。次に、ユーザが、第1～第4のLED26A～26Dを点灯した状態で、撮影対象の歯牙Dが携帯端末70のタッチスクリーン72に映るように口腔内カメラ10のヘッド部10aの位置を調節する。例えば、図2に示すように、口腔内カメラ10のヘッド部10aを撮影対象の歯牙D近傍の歯茎Gに当接させることにより、口腔内カメラ10を口腔内で固定する。その位置調節後、ユーザが、撮影開始に関する操作をタッチスクリーン72に対して実行する。その操作に基づいて、撮影開始信号が、携帯端末70から口腔内カメラ10の中央制御部50に送信される。

10

【0047】

本実施の形態1の場合、中央制御部50のコントローラ62は、LED制御部54を制御して第1～第4のLED26A～26Dを1つずつ順番に点灯させる。図5に示すように、一枚目の歯列画像 P_1 を撮影するときは、第1のLED26Aが点灯(ON)し、残りのLEDが消灯(OFF)する。一枚目の歯列画像 P_1 を中央制御部50が取得すると(メモリ64に保存されると)、二枚目の歯列画像 P_2 を撮影するために、第2のLED26Bが点灯し、残りのLEDを消灯する。二枚目の歯列画像 P_2 の取得後、第3のLED26Cが点灯し、残りのLEDが消灯し、三枚目の歯列画像 P_3 が撮影される。そして、三枚目の歯列画像 P_3 の取得後、第4のLED26Dが点灯し、残りのLEDが消灯し、四枚目の歯列画像 P_4 が撮影される。これにより、照明条件が異なる、具体的には照明方向が異なり、所定の露光時間 T_{EX} で、構図が実質的に同一の複数の歯列画像 $P_1 \sim P_4$ が撮影される(保存される)。その後、コントローラ62は、LED制御部54を介して第1～第4のLED26A～26Dを撮影開始前の状態に戻し、携帯端末70を介してユーザに対して撮影終了の通知を実行する。

20

【0048】

図6に示すように、構図は実質的に同一であって、照明方向が異なり、所定の露光時間 T_{EX} で撮影された複数枚(本実施の形態の場合は4枚)の歯列画像 $P_1 \sim P_4$ を取得すると、中央制御部50のコントローラ62は、歯列画像 P_1 のハレーションHを除去する処理を実行する。その処理について、図7を参照しながら説明する。

30

【0049】

図7は、ハレーション除去処理の流れを示す一例のフローチャートである。

【0050】

まず、ステップS100において、コントローラ62は、複数の歯列画像 $P_1 \sim P_n$ (本実施の形態1の場合、 $n=4$)それぞれにおいて、輝度が所定の輝度しきい値を超えている高輝度領域 A_B を抽出する。すなわち、コントローラ62が、メモリ64に記憶されているプログラムにしたがって動作することによって歯列画像撮影システム100の高輝度領域抽出部として機能する。なお、所定の輝度しきい値は、例えば予め実験的にまたは理論的に求められ、正反射が生じた歯牙の表面部分の輝度近傍の値である。

40

【0051】

図8は、抽出された高輝度領域を示す複数の輝度分布画像を示す図である。

【0052】

図8に示すように、複数の輝度分布画像 $BP_1 \sim BP_4$ それぞれは、抽出された高輝度領域 A_B (クロスハッチング)を示している。なお、輝度分布画像 BP_1 は歯列画像 P_1 に対応し、 BP_2 は P_2 、 BP_3 は P_3 、そして BP_4 は P_4 に対応する。

【0053】

なお、ステップS100に続くステップS110において、複数の歯列画像全てにおいて高輝度領域 A_B が存在するか否かが判定される。歯列画像の少なくとも1つに高輝度領域 A_B が存在する場合、ステップS120に進む。そうでない場合、すなわち歯列画像全

50

てにおいて高輝度領域 A_B が存在しない場合、ステップ S_{200} に進む。

【0054】

ステップ S_{120} において、コントローラ 62 により、パラメータ k が 1 に設定される。

【0055】

ステップ S_{130} において、コントローラ 62 は、歯列画像 P_1 の高輝度領域 A_B と歯列画像 P_{k+1} の高輝度領域 A_B との間の類似の程度を示す数字である類似度を算出する。すなわち、コントローラ 62 が、メモリ 64 に記憶されているプログラムにしたがって動作することによって歯列画像撮影システム 100 の高輝度領域比較部として機能する。

【0056】

高輝度領域 A_B の類似度は、例えばテンプレートマッチングを用いて算出される。テンプレートマッチングとして、例えば、SSD (Sum of Squared Difference)、SAD (Sum of Absolute Difference)、NCC (Normalized Cross-Correlation) などがある。

10

【0057】

SSD を用いる場合は、下記の数式 1 を用いて歯列画像 P_1 と、 P_{k+1} それぞれに対応する輝度分布画像 B_{P_1} 、 $B_{P_{k+1}}$ の画素の輝度値の差分の二乗和を算出する。その算出した値 R_{SSD} の逆数を高輝度領域間の類似度とする。

【0058】

【数 1】

$$R_{SSD} = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} (I(i,j) - T(i,j))^2 \quad \dots \quad (\text{数式 1})$$

20

【0059】

数 1 において、 $T(i, j)$ は歯列画像 P_1 に対応する輝度分布画像 B_{P_1} の画素の輝度値であって、 $I(i, j)$ は歯列画像 P_{k+1} に対応する輝度分布画像 $B_{P_{k+1}}$ の画素の輝度値である。

【0060】

SAD を用いる場合は、下記の数式 2 を用いて歯列画像 P_1 と、 P_{k+1} それぞれに対応する輝度分布画像 B_{P_1} 、 $B_{P_{k+1}}$ の画素の輝度値の差分の絶対値の和を算出する。その算出した値 R_{SAD} の逆数を高輝度領域間の類似度とする。

30

【0061】

【数 2】

$$R_{SAD} = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} |I(i,j) - T(i,j)| \quad \dots \quad (\text{数式 2})$$

【0062】

数 2 において、 $T(i, j)$ は歯列画像 P_1 に対応する輝度分布画像 B_{P_1} の画素の輝度値であって、 $I(i, j)$ は歯列画像 P_{k+1} に対応する輝度分布画像 $B_{P_{k+1}}$ の画素の輝度値である。

40

【0063】

NCC を用いる場合は、下記の数式 3 を用いて歯列画像 P_1 と、 P_{k+1} それぞれに対応する輝度分布画像 B_{P_1} 、 $B_{P_{k+1}}$ の画素の輝度値の正規化相互相関を評価する。数式 3 を用いて算出される評価値 R_{NCC} は、 $-1.0 \sim +1.0$ の範囲の数値であって、 $+1.0$ に近いほど、類似度が高いことを示す。

【0064】

【数 3】

50

$$R_{NCC} = \frac{\sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} I(i,j)T(i,j)}{\sqrt{\sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} I(i,j)^2 \times \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} T(i,j)^2}} \quad \dots \quad (\text{数式 3})$$

【 0 0 6 5 】

数 3 において、 $T(i, j)$ は歯列画像 P_1 に対応する輝度分布画像 $B P_1$ の画素の輝度値であって、 $I(i, j)$ は歯列画像 P_{k+1} に対応する輝度分布画像 $B P_{k+1}$ の画素の輝度値である。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 3 0 で歯列画像 P_1 の高輝度領域 A_B と歯列画像 P_{k+1} の高輝度領域 A_B の間の類似度が算出されると、ステップ S 1 4 0 において、コントローラ 6 2 は、歯列画像 P_1 に類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい高輝度領域 A_B が存在するか否かを判定する。存在する場合には、ステップ S 1 5 0 に進む。そうでない場合にはステップ S 1 7 0 に進む。

【 0 0 6 7 】

図 9 は、類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい高輝度領域を示す輝度分布画像を示している。

【 0 0 6 8 】

図 9 に示すように、歯列画像 P_1 に対応する輝度分布画像 $B P_1$ において、類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい高輝度領域（斜線ハッチング）が存在する場合、ステップ S 1 5 0 において、コントローラ 6 2 は、当該領域を歯列画像 P_1 においてハレーションが生じている領域 A_H （ハレーション領域）として特定する。すなわち、コントローラ 6 2 が、メモリ 6 4 に記憶されているプログラムにしたがって動作することによって歯列画像撮影システム 1 0 0 のハレーション領域特定部として機能する。

【 0 0 6 9 】

図 1 0 は、トリミング処理および合成処理を示す図である。また、図 1 1 は、トリミング処理および合成処理によってハレーションが部分的に除去された歯列画像を示している。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 6 0 において、コントローラ 6 2 は、図 1 0 に示すように、歯列画像 P_1 のハレーション領域 A_H に対応する歯列画像 P_{k+1} の領域 A_{tri} （トリミング領域）を抽出する。そして、続くステップ S 1 7 0 において、歯列画像 P_1 のハレーション領域 A_H を歯列画像 P_{k+1} のトリミング領域 A_{tri} に差し換える画像合成処理を実行する。すなわち、コントローラ 6 2 が、メモリ 6 4 に記憶されているプログラムにしたがって動作することによって歯列画像撮影システム 1 0 0 の合成処理部として機能する。これらのステップ S 1 6 0 および S 1 7 0 の処理により、図 1 1 に示すように、ハレーション H の一部が除去された歯列画像 P_1 が得られる（図 6 参照）。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 8 0 において、コントローラ 6 2 により、パラメータ k が + 1 だけインクリメントされる。続くステップ S 1 9 0 において、コントローラ 6 2 により、パラメータ k が $n - 1$ であるか否かが判定される。パラメータ n は歯列画像の枚数である。パラメータ k が $n - 1$ である場合（本実施の形態 1 の場合には $k = 3$ ）には、ステップ S 2 0 0 に進む。そうでないステップ S 1 3 0 に戻る。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 3 0 ~ S 1 9 0 の処理が繰り返されることにより、歯列画像 P_1 と他の歯列画像 $P_2 \sim P_4$ それぞれとの間で、高輝度領域 A_H の類似度算出や画像合成処理（類似度算出結果によっては画像合成処理が実行されない歯列画像もありうる）が実行される。

【 0 0 7 3 】

歯列画像 P_1 と他の歯列画像 $P_2 \sim P_4$ それぞれとの間で高輝度領域 A_H の類似度算出や画像合成処理が実行されると、ステップ S 2 0 0 において、コントローラ 6 2 は、歯列画

10

20

30

40

50

像 P_1 を、携帯端末 70 のタッチスクリーン 72 を介して出力する（表示する）。すなわち、携帯端末 70 のタッチスクリーン 72 が、歯列画像撮影システム 100 の歯列画像出力部として機能する。ステップ S200 の処理が終了すると、ハレーション除去処理が完了する。

【0074】

図 11 は、ハレーションが除去された歯列画像を示している。

【0075】

図 11 に示すように、歯列画像 P_1 において、一部を除いてハレーション H が除去されている（図 6 参照）。残るハレーション H_R は、照明方向を変えても生じるハレーションである。このハレーション H_R は、歯牙 D に詰められたインレーが多重反射することによって生じていると推定できる。したがって、ハレーション H_R にはハレーション除去処理が実行されず、歯列画像 P_1 にはインレーが写る。

10

【0076】

言い換えると、他の歯列画像 $P_2 \sim P_4$ の高輝度領域 A_B それぞれとの間の類似度が所定の類似度しきい値に比べて大きい歯列画像 P_1 の高輝度領域 A_B は、インレーが存在する領域として推定され、その領域は画像合成処理されることなくそのまま残される。その結果、インレーを備える歯牙 D が写る歯列画像において、インレーが写らないという不自然な状況が起こることが抑制されている。

【0077】

したがって、図 11 に示すようにインレーを除く歯牙の部分のハレーションが除去された歯列画像を得ることができる。

20

【0078】

以上のような本実施の形態 1 によれば、歯牙を鮮明に撮影することができる。

【0079】

（実施の形態 2）

本実施の形態 2 に係る歯列画像撮影システムは、上述の実施の形態 1 に係る歯列画像撮影システムの改良形態であって、特にインレーを備える歯牙を含む歯列画像の撮影に適した形態である。したがって、異なる点を中心にして、本実施の形態 2 について説明する。

【0080】

インレーを備える歯牙を含む歯列、特に金属製のインレーを備える歯牙を含む歯列を撮影すると、インレーの一部分が鏡面反射する場合がある。鏡面反射したインレーの部分は、対応する撮像素子の画素が飽和してホワイトアウトが発生しうるので、その状態を確認することができない。

30

【0081】

図 12 は、インレーを備える歯牙を含む歯列画像とその輝度分布とを示している。

【0082】

図 12 示す輝度分布は、歯牙画像 P_5 において、歯肉、歯牙、インレー、歯牙、歯肉と順番に通過する直線 $X-X$ 上の輝度分布を示している。歯肉の輝度が最も低く、インレーの輝度が最も高い。インレー内においても他の部分に比べて輝度が高い部分が存在し、このインレーの部分は、鏡面反射が発生していると推定される。したがって、歯肉や歯牙に比べて輝度が高いインレーの輝度を低下させれば、インレーを含む歯牙においてホワイトアウトの発生を抑制でき、歯牙全体が鮮明に映る歯列画像を得ることができる。

40

【0083】

インレーの輝度を低下させるために、本実施の形態 2 の場合、図 6 に示すような、ハレーション除去処理に必要な複数枚の歯列画像の露光時間を所定の露光時間 T_{EX} から短縮させる。具体的には、ハレーション除去処理に必要な複数枚の歯列画像を撮影する前に、以下のキャリブレーション処理を、本実施の形態 2 に係る歯列画像撮影システムは実行する。

【0084】

図 13 は、キャリブレーション処理の流れを示すフローチャートである。

50

【 0 0 8 5 】

図 1 3 に示すように、ステップ S 3 0 0 において、コントローラ 6 2 は、キャリブレーション処理用の 2 枚の歯列画像を撮像素子 1 4 から取得する。このとき、2 枚の歯列画像は、異なる照明条件の下で、互いに異なる露光時間で撮影される。なお、これらの露光時間は、両方が所定の露光時間 E_X と異なってもよいし、一方が同じであってもよい。一方の歯列画像は、例えば第 1 の LED 2 6 A のみが点灯した状態で撮影される。他方の歯列画像は、例えば第 3 の LED 2 6 C のみが点灯した状態で撮影される。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 3 1 0 において、コントローラ 6 2 は、2 枚の歯列画像それぞれにおいて、所定の輝度しきい値を超える高輝度領域 A_B を抽出する。

10

【 0 0 8 7 】

ステップ S 3 2 0 において、コントローラ 6 2 は、2 枚の歯列画像に高輝度領域 A_B が存在するか否かを判定する。存在する場合にはステップ S 3 3 0 に進む。そうでない場合には、ハレーション除去処理に必要な複数枚の歯列画像を撮影したときに歯牙においてホワイトアウトが発生する確率が低いので、キャリブレーション処理を終了する。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 3 3 0 において、コントローラ 6 2 は、2 枚の歯列画像の高輝度領域 A_B 間の類似度を算出する。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 3 4 0 において、コントローラ 6 2 は、類似度が所定の類似度しきい値に比べて大きい高輝度領域 A_B が存在するか否かを判定する。存在する場合、ステップ S 3 5 0 に進む。そうでない場合、インレーが存在しない可能性が高いので、キャリブレーション処理を終了する。

20

【 0 0 9 0 】

ステップ S 3 5 0 において、コントローラ 6 2 は、2 枚の歯列画像の高輝度領域 A_B の輝度値が異なるか否かを判定する。異なる場合、ステップ S 3 6 0 に進む。そうでない場合、ステップ S 4 0 0 に進み、コントローラ 6 2 は、撮像素子 1 4 に異常が発生していると判定する。すなわち、コントローラ 6 2 が、歯列画像撮影システムの撮影デバイス異常判定部として機能する。このような異常判定が実行できる理由は、2 枚の歯列画像が異なる露光時間で撮影されているにもかかわらず、それらの高輝度領域 A_B の輝度値が異なっておらずに同一だからである。なお、この撮像素子の異常判定を高精度に行うためには、2 枚の歯列画像の露光時間の差は大きい方が好ましい。

30

【 0 0 9 1 】

ステップ S 3 6 0 において、コントローラ 6 2 は、ハレーション除去処理に必要な複数枚の歯列画像を撮影するときの所定の露光時間 T_{EX} を短縮する。すなわち、類似度が大きく且つ輝度値が異なる高輝度領域 A_B は、鏡面反射が起こりやすいインレーが存在する可能性が高い領域である。そこで、ハレーション除去処理に必要な複数枚の歯列画像に含まれるインレーでのホワイトアウトを抑制するために、所定の露光時間 T_{EX} を短縮する。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 3 7 0 において、コントローラ 6 2 は、類似度が大きく且つ輝度値が異なる高輝度領域 A_B をインレーが存在する領域と特定する。続くステップ S 3 8 0 において、コントローラ 6 2 は、インレーが存在する領域として特定された高輝度領域 A_B の色情報（色や光沢などの歯列画像から取得できる情報）に基づいてインレーの種類を特定する。そのために、メモリ 6 4 には、予め用意された様々な種類のインレーの色や光沢などの色情報が記憶されている。メモリ 6 4 内の情報を参照することにより、コントローラ 6 2 は、高輝度領域 A_B 内のインレーの種類を特定する。

40

【 0 0 9 3 】

ステップ S 3 9 0 において、コントローラ 6 2 は、特定したインレーの種類情報をメモリ 6 4 に保存する。このインレーの種類情報は、図 1 1 に示すようにハレーションが除去された歯列画像にインレーが写るときに、その歯列画像とともに出力される。

50

【 0 0 9 4 】

このような本実施の形態 2 によれば、上述の実施の形態 1 と同様に、歯牙を鮮明に撮影することができる。特に、インレーを備える歯牙を鮮明に撮影することができる。

【 0 0 9 5 】

以上、上述の実施の形態 1 および 2 を挙げて本開示を説明したが、本開示の実施の形態は上述の実施の形態に限らない。

【 0 0 9 6 】

例えば、上述の実施の形態の場合、1本の歯牙に対してハレーション除去処理が行われているが、本開示の実施の形態はこれに限らない。複数本の歯牙に対して同時にハレーション除去処理することも可能である。そのために、口腔内カメラを、例えば 360 度カメラで構成してもよい。また例えば、図 1 に示す口腔内カメラ 10 のヘッド部 10a をネック部 10c に対して 360 度回転可能に構成し、パノラマ画像状の歯列画像を取得してもよい。

10

【 0 0 9 7 】

また、上述の実施の形態 1 の場合、撮影対象の歯牙に対してそれぞれ異なる方向から光を照射する照明デバイスである第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D は、図 5 に示すように、1枚の歯列画像を撮影するときは1つのLEDのみ点灯するが、本開示の実施の形態はこれに限らない。例えば、1枚の歯列画像を撮影するときの照明条件として、2つ以上の照明デバイスが点灯する照明条件があってもよい。また、全ての照明デバイスが光を照射する照明条件や全ての照明デバイスが消灯する照明条件があってもよい。これにより、歯牙を撮影するときの照明条件を増加させることができ、ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像を増加させることができる。多数の歯列画像を使用することにより、ハレーション除去処理の精度が向上する。

20

【 0 0 9 8 】

照明デバイスに関して、図 5 に示すように第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D は ON / OFF 制御されるが、本開示の実施の形態はこれに限らない。照明デバイスは、例えば光量が調節可能な照明デバイスであってもよい。光量が調節可能な照明デバイスを用いれば、歯牙を撮影するときの照明条件をさらに増加させることができ、ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像を増加させることができる。多数の歯列画像を使用することにより、ハレーション除去精度が向上する。

30

【 0 0 9 9 】

照明デバイスの光量調節に関して、ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像を撮影する前に、照明デバイスの光量が自動的または手動で調節されてもよい。例えば、照度センサを用いて口腔内カメラの入射口周辺の明るさを測定し、その測定結果に基づいて照明デバイスの光量を調節してもよい。また例えば、測距センサを用いて口腔内カメラから撮影対象の歯牙までの距離を測定し、その測定結果に基づいて照明デバイスの光量を調節してもよい。さらに例えば、ユーザが、携帯端末 70 のタッチスクリーン 72 を介して歯列画像を確認しながら、そのタッチスクリーン 72 を介して照明デバイスの光量を調節できるようにしてもよい。ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像を撮影する前に、照明デバイスの光量を適当に調節することにより、ある程度ハレーションの発生が抑制された複数枚の歯列画像を取得することができる。そのある程度ハレーションの発生が抑制された複数枚の歯列画像を使用することにより、ハレーション除去精度が向上する。

40

【 0 1 0 0 】

複数の照明デバイスそれぞれの照射光に関して、上述の実施の形態 1 の場合、第 1 ~ 第 4 の LED 26A ~ 26D の全てが白色光を出力する。これに代わって、一部の照明デバイスが紫外線光を照射してもよい。紫外線光を照射すると、歯列画像において歯垢が鮮明に写る。これにより、歯列画像を用いて歯垢チェックが可能になる。

【 0 1 0 1 】

照明デバイスが紫外線光を照射する場合、その紫外線光によって口腔内カメラ 10 のヘ

50

ヘッド部 10 a を紫外線殺菌してもよい。この場合、ヘッド部 10 a 全体を覆うヘッドカバーを用意する。そのヘッドカバーの内面は鏡面加工されている。ヘッドカバーに覆われた状態のヘッド部 10 a に設けられた照明デバイスが紫外線光を照射すると、その紫外線が鏡面加工されたヘッドカバーの内面で反射し、ヘッド部 10 a に照射される。その結果、ヘッド部 10 a が紫外線光によって殺菌される。

【0102】

照明デバイスの照射光に関して、口腔内カメラ 10、特に口腔内に入るヘッド部 10 a およびネック部 10 c の一部は、光の反射を抑制するように、光の吸収性が高い膜（例えば黒色の塗料）で覆われているのが好ましい。これにより、口腔内カメラ 10 で反射した光が歯牙に投射されることが抑制される、すなわちハレーションの発生が抑制される。

10

【0103】

ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像をより良好な状態で取得するために、ユーザが歯列画像のホワイトバランスを調節できるようにしてもよい。例えば、ユーザが、携帯端末 70 のタッチスクリーン 72 を介して歯列画像を確認しながら、そのタッチスクリーン 72 を介してホワイトバランスを調節できるようにしてもよい。

【0104】

ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像をより良好な状態で取得するために、口腔内カメラに曇り止め処置を施してもよい。口腔内は湿度が高いため、撮像素子 14 やレンズ 16 などの撮影光学系 12 の構成要素が湿気によって濡れる可能性がある。その対処として、例えば、レンズ 16 の透過面やミラー 18 の反射面を撥水加工してもよい。また例えば、撮像素子 14、レンズ 16 などが濡れないように（結露が生じないように）、その周囲の空気を温めてもよい。その空気を温める熱源として、ヒータを使用してもよい。あるいは、電池 66 から供給されて駆動する電子部品からの排熱によって空気を温めてもよい。代わりとして、歯列画像に部分的に不鮮明な部分が発生している場合にはレンズ 16 やカバー 28 が濡れていると判定し、そのことをユーザに通知してもよい。

20

【0105】

ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像をより良好な状態で取得するために、上述の実施の形態 1 の場合、図 2 に示すように、口腔内カメラ 10 のヘッド部 10 a が歯茎 G に当接される。口腔内カメラ 10 のヘッド部 10 a の口腔内での位置固定は、これに限らない。例えば、ネック部 10 c に上唇または下唇が着座する平面や凹面などの着座面を設けてもよい。

30

【0106】

ハレーション除去処理に必要な照明条件が異なる複数の歯列画像をより良好な状態で取得するために、特に奥歯または奥歯に近い外側面を撮影しやすくするために、口腔内カメラ 10 にスペーサを設けてもよい。

【0107】

図 14 は、別の実施の形態の歯列画像撮影システムにおける口腔内カメラの一部の斜視図である。

【0108】

図 14 に示すように、口腔内カメラ 210 のヘッド部 210 a には、撮影光学系の光軸 LA の延在方向に延在して両端が丸いスペーサ 210 d が設けられている。このスペーサ 210 d が奥歯近傍の歯茎と対向する頬の内側部分との間に配置されることにより、頬と奥歯の外側面との間にスペースが形成される。その結果、撮影光学系の入射口 212 a と奥歯の外側面との間に、撮影に適切な距離が確保される。なお、スペーサ 210 d は、奥歯以外の歯を撮影するときを考慮すると、ヘッド部 210 a に対して着脱可能であることが好ましい。

40

【0109】

また、複数の歯牙を撮影する場合、歯列画像撮影システムは、その撮影手順などのユーザに教示してもよい。例えば、携帯端末 70 のタッチスクリーン 72 に全ての歯牙を含む

50

口腔内画像（例えばイラスト）を表示し、その口腔内画像を用いて次にユーザが撮影すべき対象の歯牙の位置を教示する。ユーザが教示された歯牙に口腔内カメラ10のヘッド部10aを位置合わせすると、その歯列画像に基づいて歯牙の種類、撮影方向、画角などを判定し、適切な撮影方向や画角などをユーザに教示する。ユーザによって撮影方向や画角などが適切に調節されると、口腔内カメラ10がその歯牙を撮影する。なお、ヘッド部10aをネック部10cに対して回転可能に構成し、そのヘッド部10aを回転させるモータを口腔内カメラ10に搭載することにより、ユーザを介することなく、撮影方向を調節することができる。歯牙の種類は、歯列画像に写る歯牙の像に対して画像認識を実行することにより、特定することができる。これにより、ユーザが次に撮影すべき歯牙と異なる歯牙に対してヘッド部10aを位置合わせした場合、その間違いをユーザに指摘することができる。

10

【0110】

最後に、上述の実施の形態1の場合、歯列画像撮影システム100は、図1および図3に示すように、歯ブラシ状の口腔内カメラ10と携帯端末70とで構成されている。また、口腔内カメラ10に、照明デバイスであるLED26A~26D、撮像デバイスである撮像素子14、ハレーション除去処理を実行するコントローラ62などが搭載されている。そして、携帯端末70が、歯列画像を出力する。しかしながら、本開示の実施の形態はこれに限らない。

【0111】

例えば、ハレーション除去処理を実行するコントローラは、携帯端末にあってもよい。すなわち、携帯端末に搭載されたCPUやMPUなどが歯列画像のハレーション除去処理を実行する。また例えば、携帯端末の代わりにパーソナルコンピュータを使用し、口腔内カメラをUSBなどでそのパーソナルコンピュータに接続してもよい。

20

【0112】

また、照明デバイスと撮影デバイスが搭載され、少なくとも一部が口腔内に進入するカメラは、歯ブラシ状の口腔内カメラに限らない。照明デバイスや撮影光学系の入射口が設けられた部分が口腔内で自由に移動可能であれば、カメラの形態は問わない。例えば、撮影デバイスを含む撮影光学系と照明デバイスとを、電動歯ブラシのヘッド部に搭載してもよい。

【0113】

すなわち、本開示の実施の形態に係る歯列画像撮影システムは、広義には、撮影対象の歯牙に対してそれぞれ異なる方向から光を照射する複数の照明デバイスと、前記複数の照明デバイスの照明条件が異なり且つ所定の露光時間で前記歯牙が写る第1および第2の歯列画像を撮影する撮影デバイスと、前記第1および第2の歯列画像それぞれについて輝度が所定の輝度しきい値を超えている高輝度領域を抽出する高輝度領域抽出部と、前記第1および第2の歯列画像の高輝度領域間の類似の程度を示す類似度を算出する高輝度領域比較部と、前記類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい場合、前記第1の歯列画像の高輝度領域をハレーション領域として特定するハレーション領域特定部と、前記第1の歯列画像のハレーション領域に対応する前記第2の歯列画像におけるトリミング領域を抽出し、前記ハレーション領域を前記トリミング領域に差し換える画像合成処理を実行する画像合成処理部と、画像合成処理された前記第1の歯列画像を出力する歯列画像出力部と、を含んでいる。

30

40

【0114】

また、本開示の実施の形態に係る歯列画像撮影方法は、広義には、撮影対象の歯牙を含む歯列画像を撮影する歯列画像撮影方法であって、複数の照明デバイスによって撮影対象の歯牙に対してそれぞれ異なる方向から光を照射し、撮影デバイスによって前記複数の照明デバイスの照明条件が異なり且つ所定の露光時間で前記歯牙が写る第1および第2の歯列画像を撮影し、前記第1および第2の歯列画像それぞれについて輝度が所定の輝度しきい値を超えている高輝度領域を抽出し、前記第1および第2の歯列画像の高輝度領域間の類似の程度を示す類似度を算出し、前記類似度が所定の類似度しきい値に比べて小さい場

50

合、前記第1の歯列画像の高輝度領域をハレーション領域として特定し、前記ハレーション領域に対応する前記第2の歯列画像におけるトリミング領域を抽出し、前記ハレーション領域を前記トリミング領域に差し換える画像合成処理を実行し、画像合成処理された前記第1の歯列画像を出力する。

【0115】

以上のように、本開示における技術の例示として、上述の実施の形態を説明してきた。そのために、図面および詳細な説明を提供している。したがって、図面及び詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上述の技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

10

【0116】

また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲又はその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略等を行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【0117】

本開示は、歯列を撮影して歯列画像を出力する装置、システム、および方法に対して適用可能である。

20

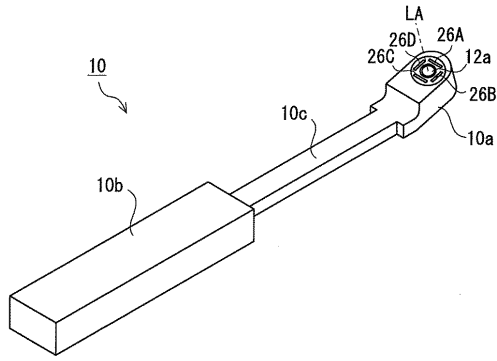
30

40

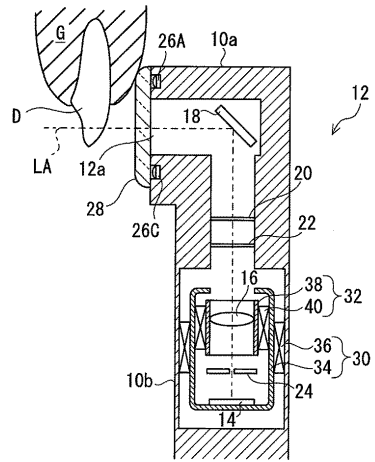
50

【図面】

【図 1】

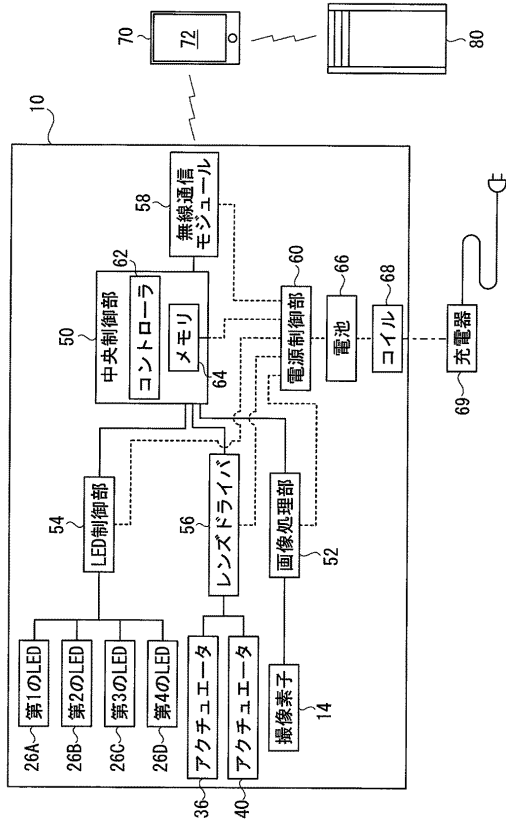


【図 2】

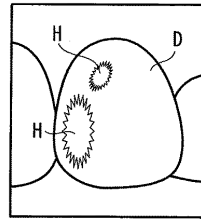


10

【図 3】



【図 4】



歯列画像

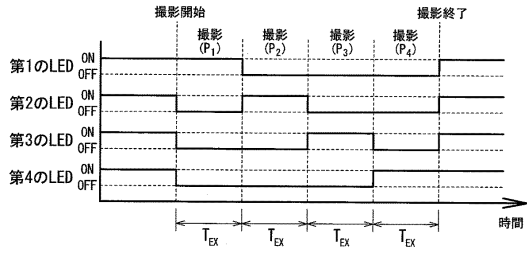
20

30

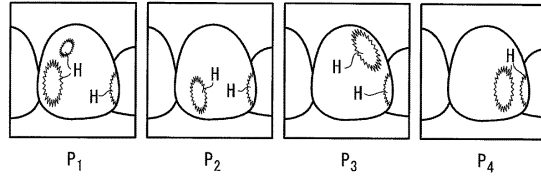
40

50

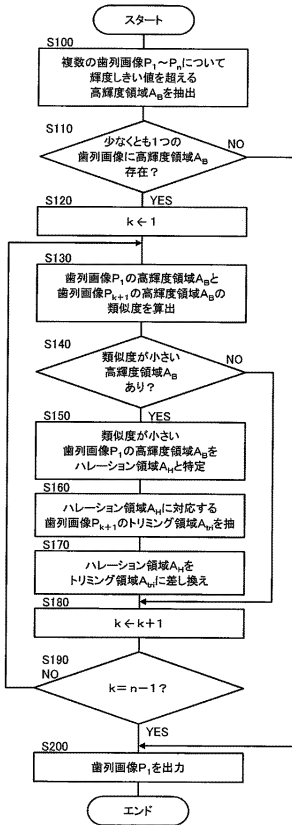
【図5】



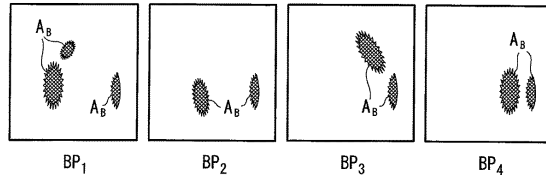
【図6】



【図7】



【図8】



10

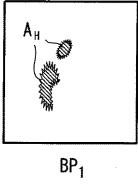
20

30

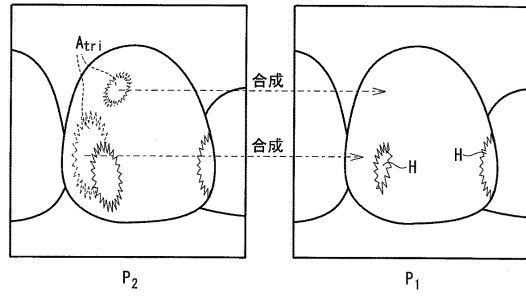
40

50

【図 9】

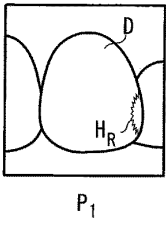


【図 10】

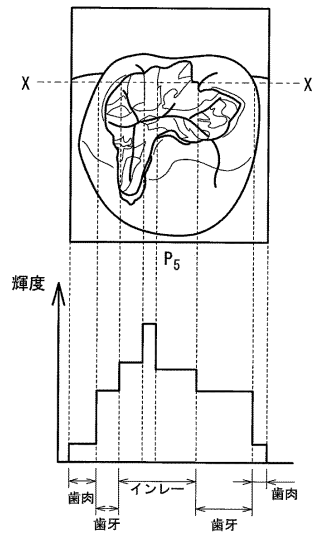


10

【図 11】



【図 12】



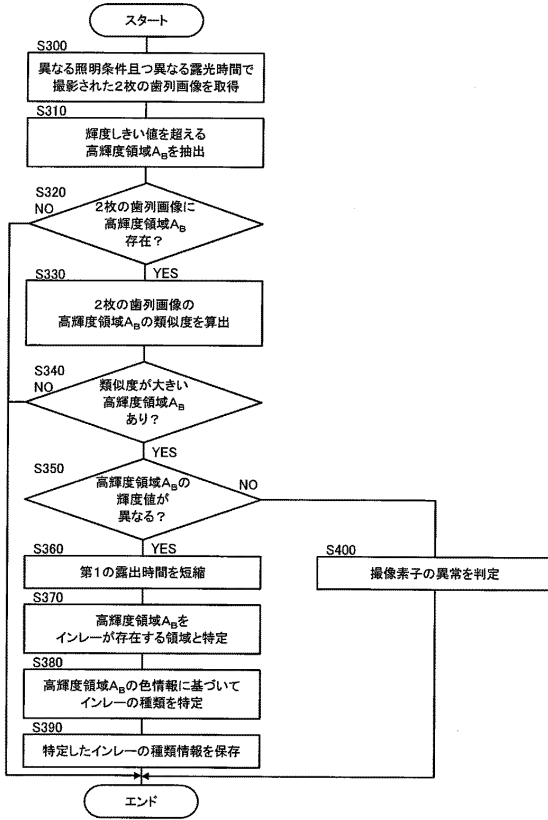
20

30

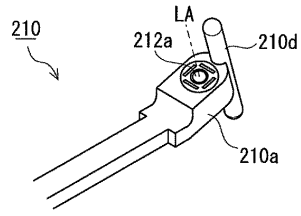
40

50

【図13】



【図14】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

| | F I | | |
|-------------------------|---------|-------|-------|
| G 0 3 B 15/00 (2021.01) | A 6 1 B | 1/045 | 6 3 2 |
| G 0 3 B 15/02 (2021.01) | G 0 3 B | 15/00 | T |
| G 0 3 B 15/03 (2021.01) | G 0 3 B | 15/02 | G |
| G 0 3 B 15/05 (2021.01) | G 0 3 B | 15/03 | K |
| G 0 3 B 7/093(2021.01) | G 0 3 B | 15/03 | W |
| A 6 1 C 19/04 (2006.01) | G 0 3 B | 15/03 | X |
| | G 0 3 B | 15/05 | |
| | G 0 3 B | 7/093 | |
| | A 6 1 C | 19/04 | Z |

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 中嶋 俊幸

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 粟飯原 雅之

大阪府守口市八雲東町一丁目 1 0 番 1 2 号 パナソニックエンターテインメント&コミュニケーション株式会社内

(72)発明者 船本 和宏

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 三木 匡

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

審査官 高野 美帆子

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

特開 2 0 1 0 - 1 2 4 0 4 3 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 1 6 0 5 1 9 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 7 5 7 8 7 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 2 3 / 6 0

H 0 4 N 2 3 / 5 6

H 0 4 N 2 3 / 5 1

A 6 1 B 1 / 2 4

A 6 1 B 1 / 0 4 5

G 0 3 B 1 5 / 0 0

G 0 3 B 1 5 / 0 2

G 0 3 B 1 5 / 0 3

G 0 3 B 1 5 / 0 5

G 0 3 B 7 / 0 9 3

A 6 1 C 1 9 / 0 4