

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-9010

(P2012-9010A)

(43) 公開日 平成24年1月12日(2012.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G06T 19/00 (2011.01)</b>	G06T 17/40 F	5B050
<b>H04N 13/00 (2006.01)</b>	H04N 13/00	5C061

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 46 頁)

(21) 出願番号 特願2011-53211 (P2011-53211) (22) 出願日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10) (31) 優先権主張番号 特願2010-119441 (P2010-119441) (32) 優先日 平成22年5月25日 (2010. 5. 25) (33) 優先権主張国 日本国 (JP) (31) 優先権主張番号 特願2010-122923 (P2010-122923) (32) 優先日 平成22年5月28日 (2010. 5. 28) (33) 優先権主張国 日本国 (JP) (31) 優先権主張番号 特願2010-122924 (P2010-122924) (32) 優先日 平成22年5月28日 (2010. 5. 28) (33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(71) 出願人 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 (74) 代理人 100113077 弁理士 高橋 省吾 (74) 代理人 100112210 弁理士 稲葉 忠彦 (74) 代理人 100108431 弁理士 村上 加奈子 (74) 代理人 100128060 弁理士 中鶴 一隆 (72) 発明者 奥田 悟崇 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
---	---

最終頁に続く

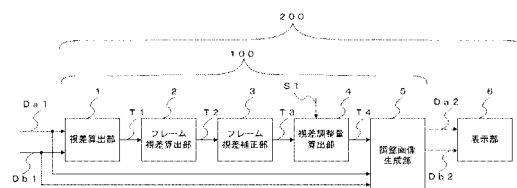
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法および画像表示装置

## (57) 【要約】

【課題】 立体画像表示装置において、視差をある程度以上に大きくすると、融合限界により右目と左目の画像が融合せず、2重像が見えてしまい立体視が得られなくなるという問題がある。

【解決手段】 画像処理装置100は、次の構成要素を備える。視差算出部1は、画像入力データDa1、Db1を入力し、複数の領域に分けた各領域の視差量を算出して複数の視差データT1を出力する。フレーム視差算出部2は、飛び出し方向の視差データT1を基にフレーム視差データT2を出力する。フレーム視差補正部3は、複数のフレームのフレーム視差データT2を用いて、補正後フレーム視差データT3を出力する。視差調整量算出部4は、視差調整情報S1および補正後フレーム視差データT3に基づいて視差調整データT4を出力する。調整画像生成部5は、視差調整データT4に基づいて画像出力データDa2、Db2を出力する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

立体映像をなす一对の画像入力データを入力し、前記一对の画像入力データを複数の領域に分け、前記各領域に対応した視差量を算出して前記各領域に対応した視差データとして出力する視差算出部と、

複数の前記視差データを基にフレーム視差データを生成して出力するフレーム視差算出部と、

1つのフレームのフレーム視差データを他のフレームのフレーム視差データに基づいて補正し補正後フレーム視差データとして出力するフレーム視差補正部と、

鑑賞の状況を示す情報を基に作成される視差調整情報および前記補正後フレーム視差データに基づいて視差調整データを生成して出力する視差調整量算出部と、

前記視差調整データに基づいて視差量を調整した一对の画像出力データを生成して出力する調整画像生成部とを備える画像処理装置。

**【請求項 2】**

前記フレーム視差データは、前記視差データの中の飛び出し方向の視差データを基に生成される請求項 1 記載の画像処理装置。

**【請求項 3】**

前記フレーム視差データは、前記視差データの内最大の値の前記視差データである請求項 2 に記載の画像処理装置。

**【請求項 4】**

前記視差調整データは、前記視差調整情報に基づいて定められる閾値および前記視差調整情報に基づいて定められる係数を基に補正後フレーム視差データを補正して生成される請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 5】**

前記視差調整データは、補正後フレーム視差データが前記閾値を基準として大きい場合は前記補正後フレーム視差データと前記閾値との差に前記係数を乗じた値とし、補正後フレーム視差データが前記閾値を基準として小さい場合は値をゼロの値とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

**【請求項 6】**

前記補正後フレーム視差データは、1つのフレームのフレーム視差データに前記 1 つのフレームの前後のフレーム視差データを含めた平均値である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 7】**

前記フレーム視差データは、第 1 のフレーム視差データおよび第 2 のフレーム視差データを有し、前記第 1 のフレーム視差データは前記視差データの中で飛び出し方向の視差データを基に生成され、前記第 2 のフレーム視差データは前記視差データの中で引っ込み方向の視差データを基に生成される請求項 1 に記載の画像処理装置。

**【請求項 8】**

前記フレーム視差補正部は、1つのフレームの前記第 1 のフレーム視差データを他のフレームの前記第 1 のフレーム視差データに基づいて補正して第 1 の補正後フレーム視差データとして出力し、1つのフレームの前記第 2 のフレーム視差データを他のフレームの前記第 2 のフレーム視差データに基づいて補正して第 2 の補正後フレーム視差データとして出力する請求項 7 に記載の画像処理装置。

**【請求項 9】**

前記フレーム視差補正部は、1つのフレームの第 1 のフレーム視差データに前記 1 つのフレームの前後の第 1 のフレーム視差データを含めた平均値を第 1 の補正後フレーム視差データとして出力し、1つのフレームの第 2 のフレーム視差データに前記 1 つのフレームの前後の第 2 のフレーム視差データを含めた平均値を第 2 の補正後フレーム視差データとして出力する請求項 8 に記載の画像処理装置。

**【請求項 10】**

前記視差調整データは、前記視差調整情報に基づいて定められる閾値および前記視差調整情報に基づいて定められる係数を基に補正後フレーム視差データを補正して生成される請求項 7 から 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 1】

前記閾値は第 1 の閾値を有し、前記視差調整量算出部は、前記第 1 の補正後フレーム視差データが前記第 1 の閾値より大きい場合に、前記視差調整データとして第 1 の補正後フレーム視差データに前記係数を乗じた値を出力する請求項 1 0 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 2】

前記閾値は第 2 の閾値をさらに有し、前記視差調整量算出部は、前記第 1 の補正後フレーム視差データが前記第 1 の閾値より大きく、かつ、前記第 1 の補正後フレーム視差データに前記係数を乗じた値を前記第 2 の補正後フレーム視差データから減じた値が前記第 2 の閾値より小さい場合に、前記視差調整データとして第 1 の補正後フレーム視差データに前記係数を乗じた値より小さい値を出力する請求項 1 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 3】

前記視差調整量算出部は、前記第 2 の補正後フレーム視差データが前記第 2 の閾値より小さい場合に、前記視差調整データとしてゼロの値を出力する請求項 1 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 4】

前記一对の画像入力データを入力し、前記一对の画像入力データを縮小して一对の縮小画像データを出力する画像縮小部と、

前記フレーム視差データを拡大して拡大フレーム視差データとして前記フレーム視差補正部に出力するフレーム視差拡大部とをさらに有し、

前記視差算出部は前記一对の縮小画像データを複数の領域に分け、前記各領域に対応した視差量を算出して前記各領域に対応した視差データとして出力する請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 5】

前記調整画像生成部は、前記一对の画像入力データの各画像入力データを視差調整データの 2 分の 1 の量ずつ視差量を減ずる方向に移動した一对の画像出力データを生成する請求項 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置にさらに表示部を備え、前記表示部は前記調整画像生成部で生成された一对の画像出力データを表示する画像表示装置。

【請求項 1 7】

立体映像をなす一对の画像入力データを入力し、前記一对の画像入力データを複数の領域に分け、前記各領域に対応した視差量を算出して前記各領域に対応した視差データとして出力する視差算出ステップと、

前記視差データを基にフレーム視差データを生成して出力するフレーム視差算出ステップと、

1 つのフレームのフレーム視差データを他のフレームのフレーム視差データに基づいて補正し補正後フレーム視差データを生成して出力するフレーム視差補正ステップと、

鑑賞の状況を示す情報を基に作成される視差調整情報および前記補正後フレーム視差データに基づいて視差調整データを生成して出力する視差調整量算出ステップと、

前記視差調整データに基づいて視差量を調整した一对の画像出力データを生成して出力する調整画像生成ステップとを備える画像処理方法。

【請求項 1 8】

前記フレーム視差データは、第 1 のフレーム視差データおよび第 2 のフレーム視差データを有し、前記第 1 のフレーム視差データは前記視差データの中で飛び出し方向の視差データを基に生成され、前記第 2 のフレーム視差データは前記視差データの中で引っ込み方向の視差データを基に生成される請求項 1 7 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 9】

前記一対の画像入力データを入力し、前記一対の画像入力データを縮小して一対の縮小画像データを出力するステップと、

前記フレーム視差データを拡大して拡大フレーム視差データとして前記フレーム視差補正部に出力するステップとをさらに有し、

前記視差算出ステップは前記一対の縮小画像データを複数の領域に分け、前記各領域に対応した視差量を算出して前記各領域に対応した視差データとして出力する請求項 17 または 18 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体映像をなす一対の入力画像を、補正した画像として生成する画像処理装置、画像処理方法および画像表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、鑑賞者が擬似的に奥行き感を得るための画像表示技術として、両眼視差を利用した立体画像表示技術がある。両眼視差を利用した立体画像表示技術では、3次元空間の左眼で見た映像と右眼で見た映像とを鑑賞者の左眼と右眼とに分けて見せることによって鑑賞者が映像を立体と感じる。

【0003】

鑑賞者の左右の眼に異なる映像を見せるための技術として、左眼用画像と右眼用画像を時間的に交互に切り替えてディスプレイに表示すると同時に、画像が切り替わるタイミングに同期して左右それぞれのレンズを透過する光量を制御する眼鏡を用いて左右の視界を時間的に分離する方法がある。また、ディスプレイの前面に画像の表示角を制限するバリアやレンズを用いることで左右の眼それぞれに左眼用画像と右眼用画像を見せる方式など、様々な方式がある。

【0004】

このような立体画像表示装置において視差が大きいと、飛び出し量が大きくなり、鑑賞者に驚きを与えることができる。しかし、視差をある程度以上に大きくすると、融合限界により右目と左目の画像が融合せず、2重像が見えてしまい立体視が得られなくなる。このことから、鑑賞者の眼に負担を与えるという問題がある。

【0005】

この問題に対して、特許文献1では、立体映像に埋め込まれた視差の情報に基づき立体画像の表示時間が所定時間を越えた場合に、立体画像の視差を変更することによって鑑賞者の眼の負担を軽減することで鑑賞者の眼の疲れを軽減する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-306739号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示された技術では、立体映像に視差情報が埋め込まれていない場合に対応できない。また、立体画像の表示時間が所定時間を越えた場合の立体画像の視差の変更に、ディスプレイ表示面から鑑賞者までの距離およびディスプレイ表示面の大きさなどの個別の条件が考慮されていない。

【0008】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、立体映像に視差情報が埋め込まれているか否かにかかわらず、入力された一対の画像の視差量を、ディスプレイ表示面から鑑賞者までの距離およびディスプレイ表示面の大きさなどの個別の条件を考慮でき、鑑賞者に好適な奥行き感の視差に変更して立体画像を表示することを目的とする

10

20

30

40

50

。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明に係る画像処理装置は、立体映像をなす一对の画像入力データを入力し、前記一对の画像入力データを複数の領域に分け、前記各領域に対応した視差量を算出して前記各領域に対応した視差データとして出力する視差算出部と、複数の前記視差データを基にフレーム視差データを生成して出力するフレーム視差算出部と、1つのフレームのフレーム視差データを他のフレームのフレーム視差データに基づいて補正し補正後フレーム視差データとして出力するフレーム視差補正部と、鑑賞の状況を示す情報を基に作成される視差調整情報および前記補正後フレーム視差データに基づいて視差調整データを生成して出力する視差調整量算出部と、前記視差調整データに基づいて視差量を調整した一对の画像出力データを生成して出力する調整画像生成部とを備える。

10

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、立体映像に視差情報が埋め込まれているか否かにかかわらず、鑑賞者による2重像の認識を低減することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】本発明の実施の形態1に係る画像表示装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の視差算出部が視差データを算出する方法を説明する図である。

20

【図3】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の視差算出部の詳細な構成を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の領域視差算出部が視差データを算出する方法を説明する図である。

【図5】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置のフレーム視差算出部へ入力される視差データを詳細に説明するための図である。

【図6】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の視差データからフレーム視差のデータを算出する方法を説明する図である。

【図7】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置のフレーム視差データから算出される補正後フレーム視差データについて詳細に説明する図である

30

【図8】本発明の実施の形態1に係る画像表示装置の画像入力データの視差量と画像出力データの視差量の変化による飛び出し量の変化を説明する図である。

【図9】本発明の実施の形態1に係る画像表示装置の視差のある画像の具体例について説明する図である。

【図10】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の左眼用画像入力データと右眼用画像入力データから視差を算出する説明の図である

【図11】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の視差算出部によって出力された視差を示した図である。

【図12】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の視差データからフレーム視差データを算出する説明の図である。

40

【図13】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置のフレーム視差算出部によって出力されたフレーム視差データの時間的变化を示した図である

【図14】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置のフレーム視差データから補正後フレーム視差データを算出する説明の図である。

【図15】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の補正後フレーム視差データから視差調整データを算出する説明の図である。

【図16】本発明の実施の形態1に係る画像表示装置の視差調整データと画像入力データから、画像出力データを算出する説明の図である。

【図17】本発明の実施の形態2に係る画像処理装置の本発明の実施の形態2に係る立体

50

画像処理方法のフローを示す図である。

【図 18】本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置の視差算出ステップのフローを示す図である。

【図 19】本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置のフレーム視差補正ステップのフローを示す図である。

【図 20】本発明の実施の形態 3 に係る立体画像表示装置の構成を示す図である。

【図 21】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置のフレーム視差算出部へ入力される視差データを詳細に説明するための図である。

【図 22】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の視差データから第 1 のフレーム視差データ、および第 2 のフレーム視差データを算出する方法を説明する図である。

【図 23】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の第 1 のフレーム視差データ、および第 2 のフレーム視差データから算出される第 1 の補正後フレーム視差データ、および第 2 の補正後フレーム視差データについて詳細に説明する図である。

【図 24】本発明の実施の形態 3 に係る画像表示装置の視差のある画像の具体例について説明する図である。

【図 25】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の左眼用画像入力データと右眼用画像入力データから視差を算出する説明の図である

【図 26】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の左眼用画像入力データと右眼用画像入力データから視差を算出する説明の図である

【図 27】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の視差算出部によって出力される視差を示した図である。

【図 28】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の視差データから第 1 のフレーム視差データ、および第 2 のフレーム視差データを算出する説明の図である。

【図 29】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置のフレーム視差算出部によって出力された第 1 のフレーム視差データ、および第 2 のフレーム視差データの時間的变化を示した図である

【図 30】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の第 1 のフレーム視差データから第 1 の補正後フレーム視差データを、第 2 のフレーム視差データから第 2 の補正後フレーム視差データを算出する説明の図である。

【図 31】本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の第 1 の補正後フレーム視差データ、第 2 の補正後フレーム視差データから中間視差調整データ、および視差調整データを算出する説明の図である。

【図 32】本発明の実施の形態 3 に係る画像表示装置の視差調整データと画像入力データから、画像出力データを算出する説明の図である。

【図 33】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の構成を示す模式図である。

【図 34】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の画像縮小部を説明する図である。

【図 35】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の視差算出部 1 が左眼用画像データ D a 3 と右眼用画像データ D b 3 に基づいて視差データ T 1 を算出する方法を説明するための図である。

【図 36】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の視差算出部 1 の詳細な構成を示す模式図である。

【図 37】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置のフレーム視差データ T 2 から算出される補正後フレーム視差データ T 3 について詳細に説明するための図である

【図 38】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の画像入力データ D a 0 と D b 0 の視差量と画像出力データ D a 2 と D b 2 の視差量の変化による飛び出し量の変化を説明するための図である。

【図 39】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 から縮小した左眼用画像データ D a 3 と右眼用画像データ D b 3 を生成することを説明するための図である。

【図 40】本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の左眼用画像データ D a 3 と右眼用

10

20

30

40

50

画像データD b 3から視差を算出することを説明するための図である。

【図4 1】本発明の実施の形態5に係る画像処理装置の左眼用画像データD a 3と右眼用画像データD b 3から視差を算出することを説明するための図である。

【図4 2】本発明の実施の形態5に係る画像処理装置のフレーム視差算出部2によって出力されたフレーム視差データT 2の時間的变化を示した模式図である

【図4 3】本発明の実施の形態5に係る画像処理装置のフレーム視差データT 2から補正後フレーム視差データT 3を算出することを説明するための図である。

【図4 4】本発明の実施の形態5に係る画像処理装置の補正後フレーム視差データT 3から視差調整データT 4を算出することを説明するための図である。

【図4 5】本発明の実施の形態6に係る画像処理方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る立体画像を表示する画像表示装置200の構成を示す図である。実施の形態1に係る画像表示装置200は、視差算出部1、フレーム視差算出部2、フレーム視差補正部3、視差調整量算出部4、調整画像生成部5および表示部6を備える。画像表示装置200の内の画像処理装置100は、視差算出部1、フレーム視差算出部2、フレーム視差補正部3、視差調整量算出部4および調整画像生成部5で構成されている。

【0013】

左眼用画像入力データD a 1と右眼用画像入力データD b 1とは視差算出部1と調整画像生成部5に入力される。視差算出部1は、左眼用画像入力データD a 1と右眼用画像入力データD b 1とに基づいて領域ごとに視差量を算出し視差データT 1を出力する。視差データT 1は、フレーム視差算出部2に入力される。

【0014】

フレーム視差算出部2は、視差データT 1に基づいて着目フレームに対する視差量を算出しフレーム視差データT 2として出力する。フレーム視差データT 2は、フレーム視差補正部3に入力される。

【0015】

フレーム視差補正部3は、着目フレームのフレーム視差データT 2を他の時刻のフレームのフレーム視差データT 2を参照して補正した補正後フレーム視差データT 3を出力する。補正後フレーム視差データT 3は、視差調整量算出部4に入力される。

【0016】

視差調整量算出部4は、鑑賞者9が入力する視差調整情報S 1と補正後フレーム視差データT 3に基づいて算出した視差調整データT 4を出力する。視差調整データT 4は、調整画像生成部5に入力される。

【0017】

調整画像生成部5は、視差調整データT 4に基づいて左眼用画像入力データD a 1と右眼用画像入力データD b 1との視差量を調整した左眼用画像出力データD a 2と右眼用画像出力データD b 2とを出力する。左眼用画像出力データD a 2と右眼用画像出力データD b 2とは表示部6に入力される。表示部6は、左眼用画像出力データD a 2と右眼用画像出力データD b 2とを表示面に表示する。

【0018】

以下で、本発明の実施の形態1に係る画像処理装置100の詳細な動作について説明する。

【0019】

図2は、視差算出部1が左眼用画像入力データD a 1と右眼用画像入力データD b 1とに基づいて視差データT 1を算出する方法を説明するための図である。

【0020】

視差算出部1は、入力データである左眼用画像入力データD a 1と右眼用画像入力デー

10

20

30

40

50

タ D b 1 とをディスプレイ表示面の上で幅 W 1、高さ H 1 に区切った大きさに対応するように分割し、その領域ごとの視差量を算出する。立体映像は左眼用画像と右眼用画像との一対の画像が連続して動画となっている。左眼用画像入力データ D a 1 は左眼用画像であり、右眼用画像入力データ D b 1 は右眼用画像である。このため、映像の画像自体が左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 になる。例えばテレビに実施の形態 1 に係る画像処理装置 100 を適用する場合であれば、デコーダで放送信号が復号されるが、その復号された映像信号が左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 として入力される。なお、画面の分割数については、実施の形態 1 に係る画像処理装置 100 を実際の L S I などを実装する際に L S I の処理量等を考慮して決定する。

#### 【0021】

ディスプレイ表示面の上を区切った領域の垂直方向の領域の数を正の整数 h、水平方向の領域の数を正の整数 w とする。図 2 では、最も左上の領域の番号を第 1 番目とし、順次、左の列の上から下へと進み、列は左から右へと進み第 2 番目、第 3 番目から第 h x w 番目まで番号を振っている。さらに、左眼用画像入力データ D a 1 の第 1 番目の領域に含まれる画像データを D a 1 ( 1 ) とし、以下各領域に対する画像データを D a 1 ( 2 )、D a 1 ( 3 ) から D a 1 ( h x w ) までとする。また、右眼用画像入力データ D b 1 の各領域に対する画像データも同様に D b 1 ( 1 )、D b 1 ( 2 )、D b 1 ( 3 ) から D b ( h x w ) までとする。

#### 【0022】

図 3 は、視差算出部 1 の詳細な構成を示す図である。視差算出部 1 は、領域ごとに視差量を算出するため、h x w 個の領域視差算出部 1 b で構成されている。領域視差算出部 1 b ( 1 ) は、第 1 番目の領域に含まれる左眼用画像入力データ D a 1 ( 1 ) と右眼用画像入力データ D b 1 ( 1 ) とに基づいて第 1 番目の領域の視差量を算出し、第 1 番目の領域の視差データ T 1 ( 1 ) として出力する。以下同様に、領域視差算出部 1 b ( 2 ) から領域視差算出部 1 b ( h x w ) は、それぞれ第 2 番目から第 h x w 番目までの領域の視差量を算出し、第 2 番目から第 h x w 番目までの領域の視差データ T 1 ( 2 ) から視差データ T 1 ( h x w ) として出力する。そして、視差算出部 1 は第 1 番目から第 h x w 番目までの領域の視差データ T 1 ( 1 ) から視差データ T 1 ( h x w ) までを視差データ T 1 として出力する。

#### 【0023】

領域視差算出部 1 b ( 1 ) は、位相限定相関法を用いて左眼用画像入力データ D a 1 ( 1 ) と右眼用画像入力データ D b 1 ( 1 ) との視差データ T 1 ( 1 ) を算出する。位相限定相関法については例えば非特許文献（萩原瑞木、川俣政征著「位相限定関数を用いた画像のサブピクセル精度の位置ずれ検出」電子情報通信学会技術研究報告、No. CAS 2001-11、VLD 2001-28、DSP 2001-30、2001 年 6 月、pp. 79-86）に説明されている。位相限定相関法は、立体映像の一対の画像を入力として受け取り、視差量を出力するアルゴリズムである。

#### 【0024】

次に示す式 ( 1 ) は位相限定相関法で算出される視差量 N o p t を表す式である。式 ( 1 ) において、G a b ( n ) は位相限定相関関数である。

#### 【0025】

##### 【数 1】

$$N_{opt} = \arg \max (G_{ab}(n)) \quad \dots \dots (1)$$

#### 【0026】

ここで、n は 0 n W 1 の範囲とする。a r g m a x ( G a b ( n ) ) は G a b ( n ) が最大となる n の値であり、このときの n が N o p t である。G a b ( n ) は次の式 ( 2 ) で表される。

#### 【0027】

10

20

30

40



【数 2】

$$G_{ab}(n) = IFFT\left(\frac{F_{ab}(n)}{|F_{ab}(n)|}\right) \dots\dots\dots (2)$$

【0028】

ここで、関数 IFFT は、逆高速フーリエ変換関数であり、 $|F_{ab}(n)|$  は  $F_{ab}(n)$  の大きさである。 $F_{ab}(n)$  は次の式(3)で表される。

【0029】

【数 3】

$$F_{ab}(n) = A \cdot B^*(n) \dots\dots\dots (3)$$

【0030】

ここで、 $B^*(n)$  は  $B(n)$  の複素共役の系列であり、 $A \cdot B^*(n)$  は  $A$  と  $B^*(n)$  の畳み込みである。 $A$  および  $B(n)$  は次の式(4)で表される。

【0031】

【数 4】

$$A = FFT(a(m)) \quad , \quad B(n) = FFT(b(m-n)) \dots\dots\dots (4)$$

【0032】

ここで、関数 FFT は高速フーリエ変換関数である。 $a(m)$ 、 $b(m)$  は連続する 1 次元の系列であり、 $m$  は系列のインデックスである。そして  $b(m)$  は  $a(m - \quad)$  と等しい ( $b(m) = a(m - \quad)$ )。すなわち  $b(m)$  は  $a(m)$  を右に  $\quad$  ずらした系列であり、 $b(m - n)$  は  $b(m)$  を右に  $n$  ずらした系列である。

【0033】

領域視差算出部 1b では、左眼用画像入力データ  $Da1(1)$  を式(4)の  $a$  とし、右眼用画像入力データ  $D b 1(1)$  を式(4)の  $b$  とする。そして、位相限定相関法によって算出された  $N_{pt}$  が視差データ  $T1(1)$  となる。

【0034】

図 4 は、第 1 番目の領域に含まれる左眼用画像入力データ  $Da1(1)$  と右眼用画像入力データ  $D b 1(1)$  から位相限定相関法を用いて視差データ  $T1(1)$  を算出する方法を説明するための図である。図 4(a) の実線で表されるグラフは、第 1 番目の領域に対応する左眼用画像入力データ  $Da1(1)$  である。横軸は水平位置、縦軸は階調を示している。図 4(b) のグラフは、第 1 番目の領域に対応する右眼用画像入力データ  $D b 1(1)$  である。横軸は水平位置、縦軸は階調を示している。図 4(a) の破線で表される特性曲線は、図 4(b) で示した右眼用画像入力データ  $D b 1(1)$  の特性曲線を第 1 番目の領域の視差量  $n1$  だけずらしたものである。図 4(c) のグラフは、位相限定相関関数  $G_{ab}(n)$  であり、横軸は  $G_{ab}(n)$  の変数  $n$ 、縦軸は相関の強さを示している。

【0035】

位相限定相関関数  $G_{ab}(n)$  は、連続する系列  $a$  と  $a$  を  $\quad$  だけシフトした系列  $b$  とで定義されており、式(2)、式(3)より  $n = -\quad$  にピークを持つデルタ関数になる。右眼用画像入力データ  $D b 1(1)$  は、左眼用画像入力データ  $Da1(1)$  に対して飛び出す場合に左方向にずれ、引っ込む場合に右方向にずれている。左眼用画像入力データ  $Da1(1)$  と右眼用画像入力データ  $D b 1(1)$  とを領域に区切ったデータでは飛び出し方向または引っ込み方向のいずれか一方にずれている可能性が高い。左眼用画像入力データ  $Da1(1)$  と右眼用画像入力データ  $D b 1(1)$  とを式(4)の入力  $a(m)$  と入力  $b(m)$  として算出した式(1)の  $N_{pt}$  が視差データ  $T1(1)$  となる。

【0036】

本実施の形態においては、視差データ  $T1$  は符号を持つ値とする。対応する右眼用画像と左眼用画像とが有する飛び出し方向の視差に対応する視差データ  $T1$  は正となる。対応

10

20

30

40

50

する右眼用画像と左眼用画像とが有する引っ込み方向の視差に対応する視差データ  $T_1$  は負となる。対応する右眼用画像と左眼用画像が視差を有しない場合には視差データ  $T_1$  がゼロになる。

【0037】

図4(a)と図4(b)の関係よりずれ量は  $n_1$  である。このため、図4(c)に示すように位相限定相関関数  $G_{ab}(n)$  に関するずれ量の変数  $n$  が  $n_1$  のときに相関関数の値が最大となる。

【0038】

領域視差算出部 1b(1) は、式(1)より左眼用画像入力データ  $D_{a1}(1)$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}(1)$  とに対する位相限定相関関数  $G_{ab}(n)$  の値が最大となるずれ量  $n_1$  を視差データ  $T_1(1)$  として出力する。

【0039】

同様に、 $N$  を 2 から  $h \times w$  までの整数とすると、領域視差算出部 1b( $N$ ) は、第  $N$  番目の領域に含まれる左眼用画像入力データ  $D_{a1}(N)$  および第  $N$  番目の領域に含まれる右眼用画像入力データ  $D_{b1}(N)$  の位相限定相関の値が最大となるずれ量を視差データ  $T_1(N)$  として出力する。

【0040】

上述の非特許文献 1 には、左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  とをそのまま入力として、左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  との視差量を得る方法が記載されている。しかし、入力される画像が大きければ計算量が多くなり、LSI に実装した際、回路規模が大きくなるという問題がある。さらに、左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  とに小さく写っている物体に対する位相限定相関関数  $G_{ab}(n)$  のピークは小さくなってしまい、小さく写っている物体の視差量の算出が難しい。

【0041】

実施の形態 1 に係る画像処理装置 100 の視差算出部 1 では、左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  とを小さい領域に分割し、領域ごとに位相限定相関法を適用している。このため、小さい回路規模で位相限定相関法を LSI に実装できる。この場合、すべての領域を同時に計算するのではなく、1つの回路を使って1つの領域ずつ順番に視差量を計算することでさらに回路規模を小さくできる。さらに、小さく分割された領域内では、左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  とに小さく写っている物体も、相対的に大きな面積を占めることになるので、位相限定相関関数  $G_{ab}(n)$  のピークも大きくなり検出しやすくなる。このため、視差量がより正確に求められる。領域ごとに求めた視差量をもとに、次に説明するフレーム視差算出部 2 で左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  との画像全体での視差量を出力する。

【0042】

次に、フレーム視差算出部 2 の詳細な動作について説明する。

【0043】

図 5 は、フレーム視差算出部 2 について入力される視差データ  $T_1$  を詳細に説明するための図である。フレーム視差算出部 2 は、入力される第 1 番目から第  $h \times w$  番目までの領域に対応する視差データ  $T_1(1)$  から視差データ  $T_1(h \times w)$  までを集約し、着目フレームの画像に対して1つのフレーム視差データ  $T_2$  を算出する。

【0044】

図 6 は、視差データ  $T_1(1)$  から視差データ  $T(h \times w)$  までを基にフレーム視差データ  $T_2$  を算出する方法を説明するための図である。横軸は領域の番号であり、縦軸は視差データ  $T_1$  (視差量) である。フレーム視差算出部 2 は、視差データ  $T_1(1)$  から視差データ  $T(h \times w)$  までのうち、最大の視差データ  $T_1$  をフレーム画像のフレーム視差データ  $T_2$  として出力する。

【0045】

これにより、視差の情報が埋め込まれていない立体映像に対しても、鑑賞者 9 にとって

10

20

30

40

50

最も影響が大きいと考えられる立体映像の各フレームでの最も飛び出している部分の視差量を算出することができる。

【 0 0 4 6 】

次に、フレーム視差補正部 3 の詳細な動作について説明する。

【 0 0 4 7 】

図 7 は、フレーム視差データ T 2 から算出される補正後フレーム視差データ T 3 について詳細に説明するための図である。図 7 ( a ) は、フレーム視差データ T 2 の時間的变化を示した図である。横軸は時間であり、縦軸はフレーム視差データ T 2 である。図 7 ( b ) は補正後フレーム視差データ T 3 の時間的变化を示した図である。横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データ T 3 である。

10

【 0 0 4 8 】

フレーム視差補正部 3 は、フレーム視差データ T 2 を一定時間分保持し、着目フレームの前後複数のフレーム視差データ T 2 の平均値を算出し、補正後フレーム視差データ T 3 として出力する。補正後フレーム視差データ T 3 は次の式 ( 5 ) で表される。

【 0 0 4 9 】

【 数 5 】

$$T3(tj) = \frac{\sum_{k=ti-L}^{ti} T2(k)}{L} \dots\dots\dots (5)$$

20

【 0 0 5 0 】

ここで、T 3 ( t j ) は着目する時刻 t j における補正後フレーム視差データである。T 2 ( k ) は時刻 k におけるフレーム視差データ T 3 である。正の整数 L は平均値を算出する幅である。また t j < t i であるので、例えば図 7 ( a ) に示す時刻 ( t i - L ) から t i までにおけるフレーム視差データ T 2 の平均値から図 7 ( b ) に示す時刻 t j の補正後フレーム視差データ T 3 が求められる。また ( t i - L ) < t j < t i であるので、例えば図 7 ( a ) に示す時刻 ( t i - L ) から時刻 t i までにおけるフレーム視差データ T 2 の平均値から図 7 ( b ) に示す時刻 t j の補正後フレーム視差データ T 3 が求められる。

30

【 0 0 5 1 】

立体映像の飛び出し量は時間的に連続的に変化するものが多い。フレーム視差データ T 2 が時間的に不連続に変化する場合、例えば、時間軸に対してインパルス状に変化する場合はフレーム視差データ T 2 の誤検出とみなしても良い。フレーム視差データ補正部 3 により、たとえインパルス状の変化があったとしても時間的に平均化されるため誤検出を緩和することができる。

【 0 0 5 2 】

次に、視差調整量算出部 4 の詳細な動作について説明する。

【 0 0 5 3 】

視差調整量算出部 4 は、鑑賞者 9 が自分の見やすい視差量に合わせて設定する視差調整情報 S 1 と補正後のフレーム視差データ T 3 とに基づいて視差調整量を算出し視差調整データ T 4 を出力する。

40

【 0 0 5 4 】

視差調整情報 S 1 は、視差調整係数 S 1 a と視差調整閾値 S 1 b を含む。視差調整データ T 4 は次の式 ( 6 ) で表される。

【 0 0 5 5 】

【数 6】

$$T4 = \begin{cases} 0 & (T3 \leq S1b) \\ S1a \times (T3 - S1b) & (T3 > S1b) \end{cases} \quad \dots (6)$$

【0056】

視差調整データ T 4 は、画像調整によって飛び出し量を減少させる視差量のことであり、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とを水平シフトする量を示す。後で詳述するように、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とを水平シフトする量の和が視差調整データ T 4 となる。このため、フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b 以下の場合は、画像調整により左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とは水平方向にシフトしない。一方、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b より大きい場合は、補正後フレーム視差データ T 3 と視差調整閾値 S 1 b との差の値に視差調整係数 S 1 a を乗じた値だけ左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とを水平方向にシフトする。

【0057】

例えば、視差調整係数 S 1 a = 1 で視差調整閾値 S 1 b = 0 の場合、T 3 = 0 では T 4 = 0 となる。つまり画像調整は行われない。一方、T 3 > 0 では T 4 = T 3 となり、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とは水平方向に T 3 だけシフトされる。補正後フレーム視差データ T 3 はフレーム画像の最大の視差量であるため、着目フレーム内で算出された最大の視差量がゼロとなる。また、視差調整係数 S 1 a を 1 より小さくしていくと視差調整データ T 4 は補正後視差データ T 3 より小さくなり、着目フレーム内で算出された最大の視差量もゼロより大きくなる。また、視差調整閾値 S 1 b をゼロより大きくしていくと、補正後フレーム視差データ T 3 がゼロより大きい値に対しても視差データ T 1 の調整を行わない。つまり画像が少し飛び出しているフレームに対しても視差調整を行わないことになる。

【0058】

視差調整情報 S 1 の設定は、例えばユーザーがリモコンなどの入力手段によって視差調整情報 S 1 を変化させて立体画像の飛び出し量の変化を見ながら決定する。リモコンの視差調整係数ボタンと視差調整閾値ボタンから入力することもできるが、ランク分けされた一つの視差調整ボタンから視差の調整度合いを入力すると、所定の視差調整係数 S 1 a と視差調整閾値 S 1 b が設定されるようにすることもできる。

【0059】

また、画像表示装置 200 が鑑賞者 9 を観察するカメラなどを備え、鑑賞者 9 の年齢、鑑賞者 9 の性別およびディスプレイ表示面から鑑賞者 9 までの距離などを判別して自動的に視差調整情報 S 1 を設定することもできる。この場合、画像表示装置 200 の表示面の大きさなどを視差調整情報 S 1 に含めることができる。また、画像表示装置 200 の表示面の大きさなどを所定の値のみを視差調整情報 S 1 とすることもできる。上記のように、鑑賞者 9 がリモコンなどの入力手段を用いて入力する個人的な情報、鑑賞者 9 の年齢、鑑賞者 9 の性別、鑑賞者 9 と画像表示装置との距離を含む位置関係および画像表示装置の表示面の大きさなどの鑑賞の状況に係る情報を含むものを鑑賞の状況を示す情報と呼ぶ。

【0060】

以上より本実施の形態における画像処理装置 100 は、入力された一对の画像の視差量を、ディスプレイ表示面 61 から鑑賞者 9 までの距離や鑑賞者 9 の個人差などに対応した、鑑賞者 9 に好適な奥行き感の視差に変更して立体画像を表示することができる。

【0061】

次に、調整画像生成部 5 の動作について説明する。

【0062】

図 8 は、左眼用画像入力データ D a 1 および右眼用画像入力データ D b 1 の視差量と画

10

20

30

40

50

像の飛び出し量との関係を説明するための図である。また、図 8 は、左眼用画像出力データ D a 2 および右眼用画像出力データ D b 2 の視差量と画像の飛び出し量との関係を説明するための図である。図 8 ( a ) は、左眼用画像入力データ D a 1 および右眼用画像入力データ D b 1 の視差量と画像の飛び出し量の関係を示した図である。図 8 ( b ) は、左眼用画像出力データ D a 2 および右眼用画像出力データ D b 2 の視差量と画像の飛び出し量の関係を示した図である。

【 0 0 6 3 】

調整画像生成部 5 は、視差調整データ T 4 に基づいて  $T 3 > S 1 b$  と判断した場合に、視差調整データ T 4 に基づいて左眼用画像入力データ D a 1 を左方向に水平移動した左眼用画像出力データ D a 2 と、右眼用画像入力データ D b 1 を右方向に水平移動した右眼用画像出力データ D b 2 とを出力する。このとき視差量 d 2 は、視差量 d 1 および視差調整データ T 4 を用いて  $d 2 = d 1 - T 4$  で求められる。

【 0 0 6 4 】

左眼用画像入力データ D a 1 の画素 P 1 l と右眼用画像入力データ D b 1 の画素 P 1 r は同じ物体の同じ部分であるとする、その視差量は d 1 となる。そして、鑑賞者 9 はその物体を位置 F 1 に飛び出した状態で見ることができる。

【 0 0 6 5 】

左眼用画像出力データ D a 2 の画素 P 2 l と右眼用画像出力データ D b 2 の画素 P 2 r は同じ物体の同じ部分であるとする、その視差量は d 2 となる。そして、鑑賞者 9 はその物体を位置 F 2 に飛び出した状態で見ることができる。

【 0 0 6 6 】

左眼用画像入力データ D a 1 を左方向に水平移動し、右眼用画像入力データ D b 1 右方向に水平移動することにより視差量 d 1 は小さくなり、視差量 d 2 となる。このため、飛び出し位置が位置 F 1 から位置 F 2 へと変化する。その変化量は F である。

【 0 0 6 7 】

補正後フレーム視差データ T 3 はフレーム画像の最大の視差データであるフレーム視差データ T 2 から算出される。このため、補正後フレーム視差データ T 3 はフレーム画像の最大の視差データとなる。視差調整データ T 4 は、式 ( 6 ) より補正後フレーム視差データ T 3 を基に算出される。このため、視差調整係数 S 1 a が 1 の場合は着目フレーム内の最大の視差量と等しくなり、視差調整係数 S 1 a が 1 より小さい場合は最大の視差量より小さくなる。図 8 の視差量 d 1 を着目フレーム内で算出された最大の視差量と仮定すると、図 8 ( b ) に示す調整後の最大の視差量 d 2 は視差調整係数 S 1 a を 1 より小さく設定した場合は視差量 d 1 より小さい値となり、視差調整係数 S 1 a = 1、視差調整閾値 S 1 b = 0 と設定した場合は映像が飛び出さない画像となり視差量 d 2 = 0 となる。こうすることで、調整後の画像データの最大飛び出し位置 F 2 が、ディスプレイ表示面 6 1 から飛び出し位置 F 1 までの間に調整される。

【 0 0 6 8 】

次に、表示部 6 の動作について述べる。表示部 6 は、左眼用画像出力データ D a 2 および右眼用画像出力データ D b 2 を鑑賞者 9 の左眼および右眼に別々に表示する。具体的には、表示角を制限するバリアやレンズなどの光学的な機構により左眼および右眼で異なった画像を表示できるディスプレイを使う立体画像表示方式でも良い。また、左眼用画像および右眼用画像を交互に表示したディスプレイに同期して左眼のレンズと右眼のレンズとのシャッターを閉じる専用メガネを用いる立体画像表示方式でも良い。

【 0 0 6 9 】

以上で、本発明の実施の形態 1 による立体画像を表示する画像表示装置 2 0 0 の詳細な動作について説明をした。

【 0 0 7 0 】

以下では、具体的な画像例を基に実施の形態 1 について説明する。

【 0 0 7 1 】

図 9 は、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 との具体例を示す

10

20

30

40

50

図である。図 9 ( a ) は、左眼用画像入力データ  $D a 1$  の全体を示している。図 9 ( b ) は右眼用画像入力データ  $D b 1$  の全体を示している。左眼用画像入力データ  $D a 1$  と右眼用画像入力データ  $D b 1$  とは、水平方向に視差量  $d 1$  の視差がある。左眼用画像入力データ  $D a 1$  および右眼用画像入力データ  $D b 1$  について、視差量を算出するための領域に区切る境界を破線で示している。最も左上の領域から順に第 1 番目の領域、第 2 番目の領域、第 3 番目の領域と続き、最も右下の第 39 番目の領域までの領域に分割される。第 16 番目の領域の左眼用画像入力データ  $D a 1 ( 16 )$  と右眼用画像入力データ  $D b 1 ( 16 )$  とを太い実線で示している。

#### 【 0 0 7 2 】

図 10 は、左眼用画像入力データ  $D a 1 ( 16 )$  と右眼用画像入力データ  $D b 1 ( 16 )$  から視差量を算出する方法を説明するための図である。図 10 ( a ) は、左眼用画像入力データ  $D a 1 ( 16 )$  の水平位置と階調の関係を示す。図 10 ( b ) は、右眼用画像入力データ  $D b 1 ( 16 )$  の水平位置と階調の関係を示す。横軸は水平位置、縦軸は階調である。

#### 【 0 0 7 3 】

左眼用画像入力データ  $D a 1 ( 16 )$  と右眼用画像入力データ  $D b 1 ( 16 )$  とはともに階調の低い方向 ( 図 10 中の下方向 ) に凸形の谷形状に変化する領域を含むグラフとなっている。そして、極小値の位置はちょうど視差量  $d 1$  だけずれている。視差算出部 1 の領域視差算出部 1 b ( 16 ) に左眼用画像入力データ  $D a 1 ( 16 )$  および右眼用画像入力データ  $D b 1$  が入力される。そして、視差量  $d 1$  が第 16 番目の領域の視差データ  $T 1 ( 16 )$  として出力される。

#### 【 0 0 7 4 】

図 11 は、視差算出部 1 から出力された視差データ  $T 1$  を示した図である。破線で区切られた領域の中に領域視差算出部 1 b ( 1 ) から領域視差算出部 1 b ( 39 ) まだが出力する視差データ  $T 1 ( 1 )$  から視差データ  $T 1 ( 39 )$  までの値を示している。

#### 【 0 0 7 5 】

図 12 は、視差データ  $T 1$  からフレーム視差データ  $T 2$  を算出する方法を説明するための図である。横軸が各領域の番号であり、縦軸が視差データ  $T 1$  ( 視差量 ) である。

#### 【 0 0 7 6 】

斜線を施した棒グラフが第 16 番目の領域の視差データ  $T 1 ( 16 )$  を示している。フレーム視差算出部 2 は、視差算出部 1 から入力された視差データ  $T 1$  を比較し最大値である視差量  $d 1$  をフレーム視差データ  $T 2$  として出力する。

#### 【 0 0 7 7 】

図 13 は、フレーム視差算出部 2 によって出力されたフレーム視差データ  $T 2$  の時間的变化を示した図である。横軸が時間であり、縦軸がフレーム視差データ  $T 2$  である。図 9 に示した画像は時刻  $t j$  でのフレームである。

#### 【 0 0 7 8 】

図 14 は、フレーム視差データ  $T 2$  から補正後フレーム視差データ  $T 3$  を算出する方法を説明するための図であり、補正後フレーム視差データ  $T 3$  の時間的变化を示している。横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データ  $T 3$  である。図 9 に示した画像は時刻  $t j$  でのフレームである。フレーム視差データ  $T 2$  の平均値を算出する幅  $L$  を幅  $L = 3$  とする。フレーム視差補正部 3 は、式 ( 5 ) を用いて着目フレームおよび着目フレームの前後のフレームのフレーム視差データ  $T 2$  を平均する。フレーム視差補正部 3 は、その平均値を補正後フレーム視差データ  $T 3$  として出力する。例えば、図 14 の時刻  $t j$  における補正後フレーム視差データ  $T 3 ( t j )$  は、図 13 に示す時刻  $t 1$  ,  $t j$  ,  $t 2$  のフレーム視差データ  $T 2 ( t 1 )$  ,  $T 2 ( t j )$  ,  $T 2 ( t 2 )$  の平均値として算出される。すなわち、 $T 3 ( t j ) = ( T 2 ( t 1 ) + T 2 ( t j ) + T 2 ( t 2 ) ) / 3$  となる。

#### 【 0 0 7 9 】

図 15 は、補正後フレーム視差データ  $T 3$  から視差調整データ  $T 4$  を算出する方法を説明するための図である。図 15 ( a ) は、補正後フレーム視差データ  $T 3$  の時間的变化を

示している。横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データT3である。S1bは視差調整閾値である。図15(b)は、視差調整データT4の時間的变化を示している。横軸は時間であり、縦軸は視差調整データT4である。

【0080】

図9に示した画像は時刻t<sub>j</sub>でのフレームである。視差調整量算出部4は、図15(a)に示した補正後フレーム視差データT3に対して図15(b)に示す視差調整データT4を出力する。補正後フレーム視差データT3は、画像があまり飛び出していない視差調整閾値S1b以下の時刻では視差調整データT4としてゼロを出力する。逆に、補正後フレーム視差データT3は、視差調整閾値S1bより大きい時刻では、補正後フレーム視差データT3が視差調整閾値S1bを超えた量に視差調整係数S1aを乗じた分を視差調整データT4として出力する。

10

【0081】

図16は、視差調整データT4、左眼用画像入力データDa1および右眼用画像入力データDb1から、左眼用画像出力データDa2および右眼用画像出力データDb2を算出する方法を説明するための図である。図16は図9に示した画像と同時刻t<sub>j</sub>のフレームである。図16(a)は左眼用画像出力データDa2を示しており、図16(b)は右眼用画像出力データDb2を示している。

【0082】

調整画像生成部5は、図15に示した時刻t<sub>j</sub>における視差調整データT4に基づき、左眼用画像入力データDa1を視差調整データT4の半分の値のT4/2だけ左方向に水平に移動させる。また、調整画像生成部5は、右眼用画像入力データDb1を視差調整データT4の半分の値のT4/2だけ右方向に水平に移動させる。そして、調整画像生成部5は、水平移動後の各々の画像データを左眼用画像出力データDa2および右眼用画像出力データDb2として出力する。図16に示す視差量d2はd1-T4となり、視差量d1に比べ視差量が減っている。

20

【0083】

以上のように、本実施の形態における画像表示装置200において表示された立体映像は、ある閾値を超えた飛び出し量の大きな部分の視差量を減じることにより飛び出し量を制御することができる。このことで、画像表示装置200は画像入力データDa1, Db1をディスプレイ表示面61から鑑賞者9までの距離や鑑賞者9の個人差などに対応した視差量の画像出力データDa2, Db2に変換する。つまり、画像表示装置200は、好適な奥行き感の視差量に変換された立体画像を表示することができる。

30

【0084】

なお、実施の形態1では、フレーム視差補正部3は、着目フレームの前後の複数のフレーム視差データT2を平均している。そして、フレーム視差補正部3は、その平均値を補正後フレーム視差データT3として出力している。しかし、着目フレームの前後の複数のフレーム視差データT2の中央値を算出し、補正後フレーム視差データT3として出力しても良い。その他の方法を用いて着目フレームの前後の複数のフレーム視差データT2から補正した値を算出し、補正後フレーム視差データT3を出力しても良い。

【0085】

40

実施の形態2.

図17は、本発明の実施の形態2に係る立体画像の画像処理方法のフローを表す図である。実施の形態2に係る立体画像処理方法は、視差算出ステップST1、フレーム視差算出ステップST2、フレーム視差補正ステップST3、視差調整量算出ステップST4および調整画像生成ステップST5からなる。

【0086】

視差算出ステップST1は、図18に示すように画像切り出しステップST1aと領域視差算出ステップST1bからなる。

【0087】

フレーム視差補正ステップST3は、図19に示すようにフレーム視差バッファステッ

50

ブ S T 3 a とフレーム視差加算平均ステップ S T 3 b からなる。

【 0 0 8 8 】

以下では、本発明に係る実施の形態 2 の動作について説明する。

【 0 0 8 9 】

まず、視差算出ステップ S T 1 では、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とに対して、以下のような処理が行われる。

【 0 0 9 0 】

画像切り出しステップ S T 1 a において、左眼用画像入力データ D a 1 をディスプレイ表示面 6 1 上で幅 W 1、高さ H 1 の格子状に区切り h x w 個の領域に分割する。そして、画像切り出しステップ S T 1 a は分割された左眼用画像入力データ D a 1 ( 1 )、D a 1 ( 2 )、D a 1 ( 3 ) から左眼用画像入力データ D a 1 ( h x w ) までを作成する。右眼用画像入力データ D b 1 についても同様に幅 W 1、高さ H 1 の格子状に区切り、分割された右眼用画像入力データ D b 1 ( 1 )、D b 1 ( 2 )、D b 1 ( 2 )、D b 1 ( 3 ) から右眼用画像入力データ D b 1 ( h x w ) までを作成する。

【 0 0 9 1 】

領域視差算出ステップ S T 1 b において、第 1 番目の領域に対する左眼用画像入力データ D a 1 ( 1 ) と右眼用画像入力データ D b 1 ( 1 ) とに対して位相限定相関法を用いて、第 1 番目の領域の視差データ T 1 ( 1 ) を算出する。すなわち、左眼用画像入力データ D a 1 ( 1 ) と右眼用画像入力データ D b 1 ( 1 ) とに対して位相限定相関  $G_{a,b}(n)$  が最大となる n を算出し、視差データ T 1 ( 1 ) とする。第 2 番目から第 h x w 番目までの領域に対する左眼用画像入力データ D a 1 ( 2 ) から左眼用画像入力データ D a 1 ( h x w ) までに対して位相限定相関法を用いて視差データ T 1 ( 2 ) から視差データ T 1 ( h x w ) までを算出する。また、右眼用画像入力データ D b 1 ( 2 ) から右眼用画像入力データ D b 1 ( h x w ) までに対しても、位相限定相関法を用いて視差データ T 1 ( 2 ) から視差データ T 1 ( h x w ) までを算出する。この動作は、実施の形態 1 における視差算出部 1 と同等である。

【 0 0 9 2 】

次に、フレーム視差算出ステップ S T 2 では、視差データ T 1 ( 1 ) から視差データ T 1 ( h x w ) までのうち最大の視差データを選択し、フレーム視差データ T 2 とする。この動作は、実施の形態 1 におけるフレーム視差算出部 2 と同等である。

【 0 0 9 3 】

次に、フレーム視差補正ステップ S T 3 では、フレーム視差データ T 2 に対して以下のような処理が行われる。

【 0 0 9 4 】

フレーム視差バッファステップ S T 3 a において、時間的に変化するフレーム視差データ T 2 を一定の容量のバッファ記憶装置に順次保存する。

【 0 0 9 5 】

フレーム視差加算平均ステップ S T 3 b において、バッファ領域に保存されている視差データ T 2 に基づき、着目フレームの前後の複数のフレーム視差データ T 2 の加算平均値を算出し、補正後フレーム視差データ T 3 を算出する。この動作は、実施の形態 1 におけるフレーム視差補正部 3 と同等である。

【 0 0 9 6 】

次に、視差調整量算出ステップ S T 4 では、設定された視差調整係数 S 1 a と視差調整閾値 S 1 b とに基づき、補正後フレーム視差データ T 3 から視差調整データ T 4 を算出する。補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b 以下の時刻においては、視差調整データ T 4 はゼロとする ( $T 4 = 0$ )。逆に、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b を超えている時刻では、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b を超えた量に視差調整係 S 1 a を乗じた値を視差調整データ T 4 とする ( $T 4 = S 1 a \times (T 3 - S 1 b)$ )。この動作は、実施の形態 1 における視差調整量算出部 4 と同等である。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 9 7 】

次に、調整画像生成ステップ S T 5 では、視差調整データ T 4 に基づいて左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 から、左眼用画像出力データ D a 2 と右眼用画像出力データ D b 2 を算出する。具体的には、左眼用画像入力データ D a 1 を視差調整データ T 4 の半分の値の  $T 4 / 2$  だけ左方向に水平に移動し、右眼用画像入力データ D b 1 を視差調整データ T 4 の半分の値の  $T 4 / 2$  だけ右方向に水平に移動する。このことで、視差量が視差調整データ T 4 だけ減った、左眼用画像出力データ D a 2 および右眼用画像出力データ D b 2 が生成される。この動作は、実施の形態 1 における調整画像生成部 5 と同等である。

## 【 0 0 9 8 】

以上が本発明の実施の形態 2 に係る立体画像の画像処理方法の動作である。

## 【 0 0 9 9 】

これまでの説明から、本発明の実施の形態 1 における立体画像の画像処理装置 1 0 0 と同等である。したがって本発明における画像処理方法は、本発明の実施の形態 1 における画像処理装置 1 0 0 と同様の効果を持つ。

## 【 0 1 0 0 】

実施の形態 3 .

実施の形態 1 および実施の形態 2 では、立体画像の飛び出し量の大きな画像の視差量を減じることにより飛び出し量を制御している。このことで、ディスプレイ表示面 6 1 から鑑賞者 9 までの距離や鑑賞者 9 の個人差に対応した、好適な奥行き感の視差量に変更して立体画像を表示した。実施の形態 3 では、立体画像の飛び出し量と引っ込み量との両方がディスプレイ表示面 6 1 から鑑賞者 9 までの距離や鑑賞者 9 の個人差に対応した、好適な位置となるように視差量に変更して立体画像を表示する。ただし、飛び出し位置から引っ込み位置までの奥行き量の幅は変更していない。

## 【 0 1 0 1 】

図 2 0 は、本発明の実施の形態 3 に係る立体画像を表示する画像表示装置 2 1 0 の構成を示す図である。実施の形態 3 に係る立体画像表示装置 2 1 0 は、視差算出部 1、フレーム視差算出部 2、フレーム視差補正部 3、視差調整量算出部 4、調整画像生成部 5 および表示部 6 を備える。画像表示装置 2 1 0 の内の画像処理装置 1 1 0 は、視差算出部 1、フレーム視差算出部 2、フレーム視差補正部 3、視差調整量算出部 4 および調整画像生成部 5 で構成されている。

## 【 0 1 0 2 】

左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とは視差算出部 1 と調整画像生成部 5 とに入力される。視差算出部 1 は、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とに基づいて領域ごとに視差量を算出し視差データ T 1 を出力する。視差データ T 1 は、フレーム視差算出部 2 に入力される。

## 【 0 1 0 3 】

フレーム視差算出部 2 は、視差データ T 1 に基づいて着目フレームに対する視差を算出し第 1 のフレーム視差データ T 2 a および第 2 のフレーム視差データ T 2 b として出力する。第 1 のフレーム視差データ T 2 a および第 2 のフレーム視差データ T 2 b は、フレーム視差補正部 3 に入力される。

## 【 0 1 0 4 】

フレーム視差補正部 3 は、着目フレームの第 1 のフレーム視差データ T 2 a を他の時刻のフレームの第 1 のフレーム視差データ T 2 a を参照して補正した第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a を出力する。また、着目フレームの第 2 のフレーム視差データ T 2 b を他の時刻のフレームの第 2 のフレーム視差データ T 2 b を参照して補正した第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b を出力する。第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a および第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b は、視差調整量算出部 4 に入力される。

## 【 0 1 0 5 】

視差調整量算出部 4 は、鑑賞者 9 が入力する視差調整情報 S 1 と第 1 の補正後フレーム

10

20

30

40

50

視差データT3aおよび第2の補正後フレーム視差データT3bに基づいて算出した視差調整データT4を出力する。視差調整データT4は、調整画像生成部5に入力される。

【0106】

調整画像生成部5は、視差調整データT4に基づいて左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1との視差量を調整した左眼用画像出力データDa2と右眼用画像出力データDb2とを出力する。左眼用画像出力データDa2と右眼用画像出力データDb2とは表示部6に入力される。表示部6は、左眼用画像出力データDa2と右眼用画像出力データDb2とを表示面に表示する。

【0107】

以下で、本発明の実施の形態3に係る画像処理装置110の詳細な動作について説明する。

10

【0108】

視差算出部1および領域視差算出部1bの説明は、実施の形態1の図2、図3および図4を用いた説明と同様であるため、その説明を省略する。また、位相限定相関法の説明は、実施の形態1の式(1)から式(4)までを用いた説明と同様であるため、その説明を省略する。

【0109】

このため、フレーム視差算出部2の詳細な動作について説明を始める。

【0110】

図21は、フレーム視差算出部2について入力される視差データT1を詳細に説明するための図である。フレーム視差算出部2は、入力される第1番目から第h×w番目までの領域に対応する視差データT1(1)から視差データT1(h×w)までを集約し、着目フレームの画像に対して1つの第1のフレーム視差データT2aおよび1つの第2のフレーム視差データT2bを算出する。

20

【0111】

図22は、視差データT1(1)から視差データT(h×w)までを基に第1のフレーム視差データT2aおよび第2のフレーム視差データT2bを算出する方法を説明するための図である。横軸は領域の番号であり、縦軸は視差データT1(視差量)である。フレーム視差算出部2は、視差データT1(1)から視差データT(h×w)までのうち、最大の視差データT1をフレーム画像の第1のフレーム視差データT2aとして出力し、最小の視差データT1をフレーム画像の第2のフレーム視差データT2bとして出力する。

30

【0112】

これにより、視差の情報が埋め込まれていない立体映像に対しても、鑑賞者9にとって最も影響が大きいと考えられる立体映像の各フレームでの最も飛び出している部分の視差量、および各フレームでの最も引っ込んでいる部分の視差量を算出することができる。

【0113】

次に、フレーム視差補正部3の詳細な動作について説明する。

【0114】

図23は、第1のフレーム視差データT2aおよび第2のフレーム視差データT2bから算出される第1の補正後フレーム視差データT3aおよび第2の補正後フレーム視差データT3bについて詳細に説明するための図である。図23(a)は、第1のフレーム視差データT2aおよび第2のフレーム視差データT2bの時間的変化を示した図である。横軸は時間であり、縦軸はフレーム視差データT2a, T2bの大きさである。図23(b)は第1の補正後フレーム視差データT3aおよび第2の補正後フレーム視差データT3bの時間的変化を示した図である。横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データT3a, T3bの大きさである。

40

【0115】

フレーム視差補正部3は、第1のフレーム視差データT2aを一定時間分保持し、着目フレームの前後の複数の第1のフレーム視差データT2aの平均値を算出し、第1の補正後フレーム視差データT3aとして出力する。また、第2のフレーム視差データT2bを

50

一定時間分保持し、着目フレームの前後の複数の第2のフレーム視差データT2bの平均値を算出し、第2の補正後フレーム視差データT3bとして出力する。T3aは次の式(7a)で、T3bは次の式(7b)で表される。

【0116】

【数7】

$$T3a(tj) = \frac{\sum_{k=ti-L}^{ti} T2a(k)}{L} \quad \dots \dots (7a)$$

$$T3b(tj) = \frac{\sum_{k=ti-L}^{ti} T2b(k)}{L} \quad \dots \dots (7b)$$

10

【0117】

ここで、T3a(tj)は着目する時刻tjにおける第1の補正後フレーム視差データであり、T3b(tj)は着目する時刻tjにおける第2の補正後フレーム視差データである。T2a(k)は時刻kにおける第1のフレーム視差データであり、T2b(k)は時刻kにおける第2のフレーム視差データである。正の整数Lは平均値を算出する幅である。またtj < tiであるので、例えば図23(a)に示す時刻(ti-L)から時刻tiまでにおける第1のフレーム視差データT2aの平均値から図23(b)に示す時刻tjの第1の補正後フレーム視差データT3aが求められる。また、時刻(ti-L)から時刻tiまでにおける第2のフレーム視差データT2bの平均値から図23(b)に示す時刻tjの第2の補正後フレーム視差データT3bが求められる。

20

【0118】

立体映像の飛び出し量は時間的に連続的に変化するものが多い。第1のフレーム視差データT2aおよび第2のフレーム視差データT2bが時間的に不連続に変化する場合、例えば、時間軸に対してインパルス状に変化する場合第1のフレーム視差データT2aおよび第2のフレーム視差データT2bの誤検出とみなしても良い。フレーム視差データ補正部3により、たとえインパルス状の変化があったとしても時間的に平均化されるため誤検出を緩和することができる。

30

【0119】

次に、視差調整量算出部4の詳細な動作について説明する。

【0120】

視差調整量算出部4は、鑑賞者9が自分の見やすい視差量に合わせて設定する視差調整情報S1と第1の補正後フレーム視差データT3aおよび第2の補正後フレーム視差データT3bとに基づいて視差調整量を算出し視差調整データT4を出力する。

【0121】

視差調整情報S1は、視差調整係数S1aと第1の視差調整閾値S1b、および第2の視差調整閾値S1cを含む。まず、視差調整量算出部4は、視差調整係数S1aと第1の視差調整閾値S1b、および第1の補正後フレーム視差データT3aに基づいて、次の式(8)で表される式により図示しない中間視差調整データVを求める。

40

【0122】

【数8】

$$V = \begin{cases} 0 & (T3a \leq S1b) \\ S1a \times (T3a - S1b) & (T3a > S1b) \end{cases} \quad \dots \dots (8)$$

【0123】

50

第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a が第 1 の視差調整閾値 S 1 b 以下の場合は、前記中間視差調整データ V = 0 とする。一方、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a が第 1 の視差調整閾値 S 1 b より大きい場合は、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a と第 1 の視差調整閾値 S 1 b との差の値に視差調整係数 S 1 a を乗じた値を中間視差調整データ V とする。

【 0 1 2 4 】

次に、視差調整量算出部 4 は、第 2 の視差調整閾値 S 1 c と第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b、および中間視差調整データ V に基づいて、次の式 ( 9 ) で表される式により視差調整データ T 4 を求める。

【 0 1 2 5 】

【 数 9 】

$$T4 = \begin{cases} 0 & \{(T3b \leq S1c)\} \\ V - (T3b - S1c) & (T3b > S1c) \cap \{V \geq (T3b - S1c)\} \\ V & (T3b > S1c) \cap \{V < (T3b - S1c)\} \end{cases} \quad (9)$$

【 0 1 2 6 】

視差調整データ T 4 は、画像調整によって減少させる視差量のことであり、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とを水平シフトする量を示す。後で詳述するように、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とを水平シフトする量の和が視差調整データ T 4 となる。

【 0 1 2 7 】

視差調整量算出部 4 は、第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b が第 2 の視差調整閾値 S 1 c 以下の場合は、画像調整により左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とは水平方向にシフトしない。一方、第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b が第 2 の視差調整閾値 S 1 c より大きく、かつ、中間視差調整データ V が第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b から第 2 の視差調整閾値 S 1 c を減じた値以上の場合は、第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b から第 2 の視差調整閾値 S 1 c を減じた値を中間視差調整データ V から減じた値だけ左眼用画像入力データ D a 1 および右眼用画像入力データ D b 1 を水平方向にシフトする。また、第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b が第 2 の視差調整閾値 S 1 c より大きく、かつ、中間視差調整データ V が第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b から第 2 の視差調整閾値 S 1 c を減じた値より小さい場合、中間視差調整データ V の値だけ左眼用画像入力データ D a 1 および右眼用画像入力データ D b 1 を水平方向にシフトする。

【 0 1 2 8 】

つまり、第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b と第 2 の視差調整閾値 S 1 c の関係に応じて、中間視差調整データ V を基にして視差調整データ T 4 を算出する。

【 0 1 2 9 】

例えば、視差調整係数 S 1 a = 1、第 1 の視差調整閾値 S 1 b = 0、第 2 の視差調整閾値 S 1 c = - 4 の場合、式 ( 8 ) より、T 3 a = 0 では T 4 = 0 となる。つまり画像調整は行われない。一方、T 3 a > 0 では V = T 3 a となり、式 ( 9 ) より、T 3 b - V が - 4 より大きい値を持つ場合、T 4 = V (= T 3 a) となり、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とは水平方向に T 3 a だけシフトされる。つまり、フレーム画像の最大の視差量に基づいて調整された結果、フレーム画像の最小の視差量が第 2 の視差調整閾値 S 1 c よりも小さくならない場合は、中間視差調整データ V だけ調整を行う。第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a はフレーム画像の最大の視差データとなるため、視差調整データ T 4 は、着目フレーム内の最大の視差量がゼロとなるように算出される。

【 0 1 3 0 】

10

20

30

40

50

逆に、 $T3a > 0$ 、かつ、 $T3b - V$ が $-4$ より小さい値を持つ場合、 $T4 = T3a - (T3b - (-4))$ となり、左眼用画像入力データ $Da1$ と右眼用画像入力データ $Db1$ とは水平方向に $T3a - (T3b - (-4))$ だけシフトされる。つまり、フレーム画像の最大の視差量に基づいて調整された結果、フレーム画像の最小の視差量が第2の視差調整閾値 $S1c$ よりも小さくなる場合は、第2の補正後フレーム視差データ $T3b$ から第2の視差調整閾値 $S1c$ を減じた値を中間視差調整データ $V$ から減じた値だけ調整を行う。このように調整量に制限をかけることで、フレーム画像の最小の視差量が第2の視差調整閾値 $S1c$ よりも小さくならないようにする。

#### 【0131】

上述のように、視差調整量算出部4は、フレーム画像の最小の視差量と第2の視差調整閾値 $S1c$ の関係に応じて中間視差調整データ $V$ の値を小さくするように制御した結果を視差調整データ $T4$ として出力する。このことで、フレーム画像の最小の視差量を過度に小さくすることを抑制できる。なお、フレーム画像の最小の視差量は、第2の補正後フレーム視差データ $T3b$ である。

#### 【0132】

視差調整情報 $S1$ の設定は、例えばユーザーがリモコンなどの入力手段によって視差調整情報 $S1$ を変化させて立体画像の飛び出し量の変化を見ながら決定する。リモコンの視差調整係数ボタンと視差調整閾値ボタンから入力することもできるが、ランク分けされた一つの視差調整ボタンから視差の調整度合いを入力すると、所定の視差調整係数 $S1a$ と視差調整閾値 $S1b$ が設定されるようにすることもできる。

#### 【0133】

また、画像表示装置210が鑑賞者9を観察するカメラなどを備え、鑑賞者9の年齢、鑑賞者9の性別およびディスプレイ表示面から鑑賞者9までの距離などを判別して自動的に視差調整情報 $S1$ を設定することもできる。この場合、画像表示装置210の表示面の大きさなどを視差調整情報 $S1$ に含めることができる。また、画像表示装置210の表示面の大きさなどを所定の値のみを視差調整情報 $S1$ とすることもできる。上記のように、鑑賞者9がリモコンなどの入力手段を用いて入力する個人的な情報、鑑賞者9の年齢、鑑賞者9の性別、鑑賞者9と画像表示装置との距離を含む位置関係および画像表示装置の表示面の大きさなどの鑑賞の状況に関する情報を含むものを鑑賞の状況を示す情報と呼ぶ。

#### 【0134】

次に、調整画像生成部5の動作について説明する。

#### 【0135】

調整画像生成部5の動作は、実施の形態1の図8を用いて説明する。実施の形態1で説明した左眼用画像入力データ $Da1$ と右眼用画像入力データ $Db1$ との視差量、左眼用画像出力データ $Da2$ と右眼用画像出力データ $Db2$ との視差量および飛び出し量の関係は、実施の形態1で説明した内容と同様であるため、説明を省略する。

#### 【0136】

第1の補正後フレーム視差データ $T3a$ はフレーム画像の最大の視差データである第1のフレーム視差データ $T2a$ から算出される。第2の補正後フレーム視差データ $T3b$ は、フレーム画像の最小の視差データである第2のフレーム視差データ $T2b$ から算出される。このため、第1の補正後フレーム視差データ $T3a$ はフレーム画像の最大の視差データとなり、第2の補正後フレーム視差データ $T3b$ はフレーム画像の最小の視差データとなる。中間視差調整データ $V$ は、式(8)より第1の補正後フレーム視差データ $T3a$ を基に求められる。このため、視差調整係数 $S1a$ が1の場合は着目フレーム内の最大の視差量と等しくなり、視差調整係数 $S1a$ が1より小さい場合は最大の視差量より小さくなる。図8(a)の視差量 $d1$ を着目フレーム内で算出された最大の視差量と仮定すると、視差調整係数 $S1a$ を1より小さく設定した場合、図8(b)に示す調整後の最大の視差量 $d2$ は、視差量 $d1$ より小さい値となる。また、視差調整係数 $S1a = 1$ 、視差調整閾値 $S1b = 0$ と設定し、かつ、第1の補正後フレーム視差データ $T3a$ から中間視差調整

10

20

30

40

50

データVを減じた値が視差調整閾値S1cよりも大きい場合は映像が飛び出さない画像となり視差量 $d_2 = 0$ となる。こうすることで、調整後の画像データの最大飛び出し位置F2が、ディスプレイ表示面61から飛び出し位置F1の間に調整される。

【0137】

表示部6の動作は、実施の形態1と同様であるため、その説明を省略する。

【0138】

以上より本実施の形態における画像処理装置110は、入力された一对の画像の視差を、ディスプレイ表示面61から鑑賞者9までの距離や鑑賞者9の個人差などに対応した、鑑賞者9に好適な奥行き感の視差量に変更して立体画像を表示することができる。

【0139】

以上で、本発明の実施の形態3による立体画像を表示する画像表示装置210の詳細な動作について説明した。

【0140】

以下では、具体的な画像例を基に実施の形態3について説明する。

【0141】

図24は、左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1との具体例を示す図である。図24(a)は、左眼用画像入力データDa1全体を示している。図24(b)は右眼用画像入力データDb1全体を示している。左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1とは、中央部分の領域で水平方向に視差量 $d_{1a}$ の視差があり、左側部分の領域で水平方向に視差量 $d_{1b}$ の視差がある。左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1とは、視差量を算出するための領域に区切る境界を破線で示している。最も左上の領域から順に第1番目の領域、第2番目の領域、第3番目の領域と続き、最も右下の第39番目の領域までの領域に分割されている。第8番目の領域の左眼用画像入力データDa1(8)および右眼用画像入力データDb1(8)を太い実線で示している。また、第16番目の領域の左眼用画像入力データDa1(16)および右眼用画像入力データDb1(16)を太い実線で示している。

【0142】

図25は、左眼用画像入力データDa1(8)と右眼用画像入力データDb1(8)とから視差量を算出する方法を説明するための図である。図25(a)は、左眼用画像入力データDa1(8)の水平位置と階調との関係を示し、図25(b)は、右眼用画像入力データDb1(8)の水平位置と階調との関係を示す。横軸は水平位置、縦軸は階調である。

【0143】

左眼用画像入力データDa1(8)と右眼用画像入力データDb1(8)とはともに階調の高い方向に凸形の山形状に変化する領域を含むグラフとなっている。そして、その極大値の位置はちょうど視差量 $d_{1b}$ だけずれている。視差算出部1の領域視差算出部1b(8)に左眼用画像入力データDa1(8)と右眼用画像入力データDb1(8)とが入力される。そして、視差量 $d_{1b}$ が第8番目の領域の視差データT1(8)として出力される。

【0144】

図26は、左眼用画像入力データDa1(16)と右眼用画像入力データDb1(16)とから視差量を算出する方法を説明するための図である。図25(a)は、左眼用画像入力データDa1(16)の水平位置と階調との関係を示し、図25(b)は、右眼用画像入力データDb1(16)の水平位置と階調との関係を示す。横軸は水平位置、縦軸は階調である。

【0145】

左眼用画像入力データDa1(16)と右眼用画像入力データDb1(16)とはともに階調の低い方向に凸形の谷形状に変化する領域を含む曲線となっている。そして、その極小値の位置はちょうど視差量 $d_{1a}$ だけずれている。視差算出部1の領域視差算出部1b(16)に左眼用画像入力データDa1(16)と右眼用画像入力データDb1(16)

10

20

30

40

50

）とが入力される。そして、視差量  $d1a$  が第 16 番目の領域の視差データ  $T1(16)$  として出力される。

【0146】

図 27 は、視差算出部 1 によって出力された視差データ  $T1$  を示した図である。破線で区切られた領域の中に領域視差算出部 1b(1) から領域視差算出部 1b(39) までは出力する視差データ  $T1(1)$  から視差データ  $T1(39)$  までの値を示している。

【0147】

図 28 は、視差データ  $T1$  から第 1 のフレーム視差データ  $T2a$  および第 2 のフレーム視差データ  $T2b$  を算出する説明のための図である。横軸が各領域の番号であり、縦軸が視差量(視差データ  $T1$ )である。

10

【0148】

図 28 において、例えば、第 8 番目の領域の視差データ  $T1(8)$  および第 16 番目の領域の視差データ  $T1(16)$  を斜線で示している。フレーム視差算出部 2 は、視差算出部 1 から入力された視差データ  $T1$  を比較し、最大値である視差量  $d1a$  を第 1 のフレーム視差データ  $T2a$  として出力し、最小値である視差量  $d1b$  を第 2 のフレーム視差データ  $T2b$  として出力する。

【0149】

図 29 は、フレーム視差算出部 2 によって出力された第 1 のフレーム視差データ  $T2a$  および第 2 のフレーム視差データ  $T2b$  の時間的変化を示した図である。横軸が時間であり、縦軸がフレーム視差データ  $T2a$  ,  $T2b$  の大きさである。この図 29 において、時刻  $t_j$  の位置のデータは、図 24 に示した画像の時刻  $t_j$  でのフレームに対応するものである。

20

【0150】

図 30 は、第 1 のフレーム視差データ  $T2a$  から第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  を算出する方法および第 2 のフレーム視差データ  $T2b$  から第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  を算出する方法を説明するための図である。図 30 は、第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  および第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  の時間的変化を示している。横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データ  $T3a$  ,  $T3b$  の大きさである。フレーム視差補正部 3 は、平均値を算出する幅  $L=3$  として式(7)を用いて着目フレームと着目フレームの前後のフレームの第 1 のフレーム視差データ  $T2a$  の平均値を第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  として出力する。また、フレーム視差補正部 3 は、平均値を算出する幅  $L=3$  として式(7)を用いて着目フレームと着目フレームの前後の第 2 のフレーム視差データ  $T2b$  の平均値を第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  として出力する。例えば、図 30 の時刻  $t_j$  における第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a(t_j)$  は、図 29 に示す時刻  $t_1$  ,  $t_j$  ,  $t_2$  の第 1 のフレーム視差データ  $T2a(t_1)$  ,  $T2a(t_j)$  ,  $T2a(t_2)$  の平均値として算出される。すなわち、 $T3a(t_j) = (T2a(t_1) + T2a(t_j) + T2a(t_2)) / 3$  となる。

30

【0151】

図 31 は、第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  および第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  から、視差調整量算出部 4 において、上述の式(9)に基づいて、中間視差調整データ  $V$  および視差調整データ  $T4$  を算出する方法を説明するための図である。図 31(a) は、第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  および第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  の時間的変化を示している。 $S1b$  は第 1 の視差調整閾値、 $S1c$  は第 2 の視差調整閾値である。横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データ  $T3$  の大きさを示している。図 31(b) は、中間視差調整データ  $V$  および視差調整データ  $T4$  の時間的変化を示している。横軸は時間であり、縦軸は視差調整視差データ  $V$  ,  $T4$  の大きさを示している。

40

【0152】

視差調整量算出部 4 は、図 31(a) に示した第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  を基にして図 31(b) に示す中間視差調整データ  $V$  を出力する。第 1 の補正後フレーム

50

視差データ  $T3a$  が第 1 の視差調整閾値  $S1b$  以下の時刻では、中間視差調整データ  $V$  はゼロとして出力される。第 1 の視差調整閾値  $S1b$  以下の時刻とは、画像があまり飛び出していない時刻である。逆に、第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  が第 1 の視差調整閾値  $S1b$  より大きい時刻では、第 1 の補正後フレーム視差データ  $T3a$  が第 1 の視差調整閾値  $S1b$  を超えた量に視差調整係数  $S1a$  を乗じた値が中間視差調整データ  $V$  として出力される。

【0153】

また、視差調整量算出部 4 は、図 31 (a) に示した第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  と中間視差調整データ  $V$  を基にして図 31 (b) に示す視差調整データ  $T4$  を算出する。第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  から中間視差調整データ  $V$  を減じた結果の値が、第 2 の視差調整閾値  $S1c$  以下になる ( $T3b - V \leq S1c$ ) 時刻では、視差調整データ  $T4$  は、第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  から第 2 の視差調整閾値  $S1c$  を減じた値を中間視差調整データ  $V$  から減じた値 ( $T4 = V - (T3b - S1c)$ ) となる。第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  から中間視差調整データ  $V$  を減じた結果の値が、第 2 の視差調整閾値  $S1c$  以下 ( $T3b - V \leq S1c$ ) になる時刻とは、中間視差調整データ  $V$  を用いて調整を行った結果、フレーム画像の最小の視差量が第 2 の視差調整閾値  $S1c$  以下になる時刻である。

【0154】

逆に、第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  から中間視差調整データ  $V$  を減じた結果の値が、第 2 の視差調整閾値  $S1c$  より大きくなる ( $T3b - V > S1c$ ) 時刻では、視差調整データ  $T4$  は中間視差調整データ  $V$  と等しくなる ( $T4 = V$ )。第 2 の補正後フレーム視差データ  $T3b$  から中間視差調整データ  $V$  を減じた結果の値が、第 2 の視差調整閾値  $S1c$  より大きくなる ( $T3b - V > S1c$ ) 時刻とは、中間視差調整データ  $V$  を用いて調整を行った結果、フレーム画像の最小の視差量が第 2 の視差調整閾値  $S1c$  以下にならない時刻である。

【0155】

図 32 は、視差調整データ  $T4$ 、左眼用画像入力データ  $Da1$  および右眼用画像入力データ  $Db1$  から、左眼用画像出力データ  $Da2$  および右眼用画像出力データ  $Db2$  を算出する方法を説明するための図である。図 32 の画像は、図 24 に示した画像と同じ時刻  $t_j$  のフレームである。図 32 (a) は左眼用画像出力データ  $Da2$  を示しており、図 32 (b) は右眼用画像出力データ  $Db2$  を示している。

【0156】

調整画像生成部 5 は、図 31 に示した時刻  $t_j$  における視差調整データ  $T4$  に基づき、左眼用画像入力データ  $Da1$  を視差調整データ  $T4$  の半分の値の  $T4/2$  だけ左に水平移動し、左眼用画像出力データ  $Da2$  として出力する。また、調整画像生成部 5 は、図 31 に示した時刻  $t_j$  における視差調整データ  $T4$  に基づき、右眼用画像入力データ  $Db1$  を視差調整データ  $T4$  の半分の値の  $T4/2$  だけ右に水平移動し、右眼用画像出力データ  $Db2$  として出力する。図 32 に示す視差量  $d2a$  は  $d1a - T4$  となり、視差量  $d1a$  に比べ視差量が減っている。また、図 32 に示す視差量  $d2b$  は  $d1b - T4$  となり、視差量  $d1b$  に比べ視差量が減っている。また、この場合の視差量  $d2b$  は、視差調整閾値  $S1c$  に等しい。

【0157】

以上のように、本実施の形態における画像表示装置 210 において表示された立体映像は、ある閾値を超えて飛び出し量の大きな画像の視差量を減じることにより飛び出し量を制御することができる。これにより、画像表示装置 210 はディスプレイ表示面 61 から鑑賞者 9 までの距離や鑑賞者 9 の個人差に対応した、好適な奥行き感の視差量に変更して立体画像を表示することができる。

【0158】

なお、実施の形態 3 では、フレーム視差補正部 3 は、着目フレームの前後の複数の第 1 のフレーム視差データ  $T2a$  および第 2 のフレーム視差データ  $T2b$  の平均値を算出し、

10

20

30

40

50



それぞれ第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a および第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b として出力した例を示した。しかし、着目フレームの前後の複数の第 1 のフレーム視差データ T 2 a および第 2 のフレーム視差データ T 2 b の中央値を算出し、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a および第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b として出力しても良い。その他の方法を用いて着目フレームの前後複数の第 1 のフレーム視差データ T 2 a および第 2 のフレーム視差データ T 2 b から補正した値を算出し、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a および第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b を出力しても良い。

【 0 1 5 9 】

実施の形態 4 .

実施の形態 3 で示した画像処理装置 1 1 0 の画像処理方法に関して説明する。説明に用いる図は、実施の形態 2 の図 1 7 および図 1 9 を用いる。また、視差算出ステップ S T 1 の説明は、図 1 8 を用いた説明も含めて実施の形態 2 と同様であるため、説明を省略する。

【 0 1 6 0 】

フレーム視差算出ステップ S T 2 から説明を始める。フレーム視差補正ステップ S T 3 は、図 1 9 に示すようにフレーム視差バッファステップ S T 3 a とフレーム視差加算平均ステップ S T 3 b とからなる。

【 0 1 6 1 】

フレーム視差算出ステップ S T 2 では、視差データ T 1 ( 1 ) から視差データ T 1 ( h x w ) までのうち最大の視差データ T 1 を選択し、第 1 のフレーム視差データ T 2 a とする。また、視差データ T 1 ( 1 ) から視差データ T 1 ( h x w ) までのうち最小の視差データ T 1 を選択し、第 2 のフレーム視差データ T 2 b とする。この動作は、実施の形態 3 におけるフレーム視差算出部 2 と同様である。

【 0 1 6 2 】

次に、フレーム視差補正ステップ S T 3 では、第 1 のフレーム視差データ T 2 a 、および第 2 のフレーム視差データ T 2 b に対して以下のような処理が行われる。

【 0 1 6 3 】

フレーム視差バッファステップ S T 3 a において、時間的に変化する第 1 のフレーム視差データ T 2 a および第 2 のフレーム視差データ T 2 b を一定の容量のバッファ記憶装置に順次保存する。

【 0 1 6 4 】

フレーム視差加算平均ステップ S T 3 b において、バッファ領域に保存されている着目フレームの前後の複数の第 1 のフレーム視差データ T 2 a の加算平均値を算出し、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a を算出する。また、バッファ領域に保存されている着目フレームの前後の複数の第 2 のフレーム視差データ T 2 b の加算平均値を算出し、第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b を算出する。この動作は、実施の形態 3 におけるフレーム視差補正部 3 と同様である。

【 0 1 6 5 】

次に、視差調整量算出ステップ S T 4 では、設定された視差調整係数 S 1 a 、第 1 の視差調整閾値 S 1 b および第 2 の視差調整閾値 S 1 c に基づき、まず、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a および第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b から中間視差調整量 V を算出する。第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a が第 1 の視差調整閾値 S 1 b 以下の時刻においては、中間視差調整データ V = 0 とする。一方、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a が第 1 の視差調整閾値 S 1 b より大きい時刻においては、第 1 の補正後フレーム視差データ T 3 a と第 1 の視差調整閾値 S 1 b との差の値に視差調整係数 S 1 a を乗じた値を中間視差調整データ V とする (  $V = S 1 a \times (T 3 a - S 1 b)$  ) 。

【 0 1 6 6 】

次に、第 2 の視差調整閾値 S 1 c 、第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b および中間視差調整データ V に基づいて、視差調整データ T 4 を求める。第 2 の補正後フレーム視差データ T 3 b が第 2 の視差調整閾値 S 1 c 以下の時刻においては、視差調整データ T 4 =

10

20

30

40

50

0とする。一方、第2の補正後フレーム視差データT3bが第2の視差調整閾値S1cの値より大きく( $T3b > S1c$ )、かつ中間視差調整データVが第2の補正後フレーム視差データT3bから第2の視差調整閾値S1cを減じた値以上の時刻( $V \geq T3b - S1c$ )においては、視差調整データT4は、第2の補正後フレーム視差データT3bから第2の視差調整閾値S1cを減じた値を中間視差調整データVから減じた値( $T4 = V - (T3b - S1c)$ )とする。また、第2の補正後フレーム視差データT3bが第2の視差調整閾値S1cの値より大きく( $T3b > S1c$ )、かつ中間視差調整データVが第2の補正後フレーム視差データT3bから第2の視差調整閾値S1cを減じた値より小さい( $V < T3b - S1c$ )時刻においては、視差調整データT4は、中間視差調整データVの値と等しくなる( $T4 = V$ )。この動作は、実施の形態3における視差調整量算出部4と同様である。

10

#### 【0167】

次に、調整画像生成ステップST5では、視差調整データT4に基づいて左眼用画像入力データDa1および右眼用画像入力データDb1から、左眼用画像出力データDa2および右眼用画像出力データDb2を算出する。具体的には、左眼用画像入力データDa1を視差調整データT4の半分の値の $T4/2$ だけ左に水平移動し、右眼用画像入力データDb1を視差調整データT4の半分の値の $T4/2$ だけ右に水平移動する。これにより、視差量がT4だけ減った左眼用画像出力データDa2および右眼用画像出力データDb2が生成される。この動作は、実施の形態3における調整画像生成部5と同様である。

20

#### 【0168】

以上のように構成された画像処理方法においては、入力された一对の画像の視差量を、ディスプレイ表示面61から鑑賞者9までの距離や鑑賞者9の個人差に対応した、好適な奥行き感の視差に変更して立体画像を表示することができる。

#### 【0169】

実施の形態5.

実施の形態1では、入力画像データDa1, Db1を用いて、視差算出部1およびフレーム視差算出部2の処理を行っている。実施の形態5では、入力画像データDa1, Db1を画像縮小部7で縮小して視差算出部1およびフレーム視差算出部2の処理を行う。その後、フレーム視差補正部3にデータを出力する前にフレーム視差拡大部8でフレーム視差データを拡大している。

30

#### 【0170】

図33は、本発明を実施するための実施の形態5に係る立体画像を表示する画像表示装置220の構成を示す模式図である。実施の形態5に係る立体画像表示装置220は、画像縮小部7、視差算出部1、フレーム視差算出部2、フレーム視差拡大部8、フレーム視差補正部3、視差調整量算出部4、調整画像生成部5および表示部6を備える。画像表示装置220の内の画像処理装置120は、画像縮小部7、視差算出部1、フレーム視差算出部2、フレーム視差拡大部8、フレーム視差補正部3、視差調整量算出部4および調整画像生成部5で構成されている。

#### 【0171】

左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1とは画像縮小部7と調整画像生成部5に入力される。画像縮小部7は、左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1を縮小し左眼用画像データDa3と右眼用画像データDb3を出力する。左眼用画像データDa3および右眼用画像データDb3は視差算出部1に入力される。視差算出部1は、左眼用画像データDa3および右眼用画像データDb3に基づいて領域ごとに視差を算出し視差データT1として出力する。視差データT1は、フレーム視差算出部2に入力される。

40

#### 【0172】

フレーム視差算出部2は、視差データT1に基づいて着目フレームに対する視差を算出しフレーム視差データT2として出力する。フレーム視差データT2は、フレーム視差拡大部8に入力される。

50

## 【0173】

フレーム視差拡大部8は、フレーム視差データT2を拡大して拡大フレーム視差データT8を出力する。拡大フレーム視差データT8は、フレーム視差補正部3に入力される。

## 【0174】

フレーム視差補正部3は、着目フレームの拡大フレーム視差データT8を他の時刻のフレームの拡大フレーム視差データT8を参照して補正した補正後フレーム視差データT3を出力する。補正後フレーム視差データT3は、視差調整量算出部4に入力される。

## 【0175】

視差調整量算出部4は、鑑賞者9が入力する視差調整情報S1と補正後フレーム視差データT3に基づいて算出した視差調整データT4を出力する。視差調整データT4は、調整画像生成部5に入力される。

10

## 【0176】

調整画像生成部5は、視差調整データT4に基づいて左眼用画像データDa3および右眼用画像データDb3の視差を調整した左眼用画像出力データDa2および右眼用画像出力データDb2を出力する。左眼用画像出力データDa2および右眼用画像出力データDb2は表示部6に入力される。表示部6は、左眼用画像出力データDa2および右眼用画像出力データDb2を表示面に表示する。

## 【0177】

以下で、実施の形態5に係る画像処理装置120の詳細な動作について説明する。

## 【0178】

20

画像縮小部7には、左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1とが入力される。立体映像は左眼用画像と右眼用画像との一対の画像が連続した動画で構成されている。左眼用画像入力データDa1は左眼用画像であり、右眼用画像入力データDb1は右眼用画像である。このため、映像の画像自体が左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1とになる。例えばテレビ画像であれば、デコーダが放送信号を復号してできた映像信号が左眼用画像入力データDa1および右眼用画像入力データDb1として入力される。

## 【0179】

図34は、画像縮小部7を説明するための模式図である。画像縮小部7は、入力データである左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1とを縮小して左眼用画像データDa3と右眼用画像データDb3とを生成する。入力データの画像サイズを幅IWおよび高さIH、水平縮小率と垂直縮小率とを共に $1/\quad (>1)$ とした場合、画像縮小部7からの出力データの画像サイズは幅 $IW/\quad$ および高さ $IH/\quad$ となる。

30

## 【0180】

図35は、視差算出部1が左眼用画像データDa3と右眼用画像データDb3に基づいて視差データT1を算出する方法を説明するための模式図である。

## 【0181】

視差算出部1は、左眼用画像データDa3と右眼用画像データDb3とを幅W1と高さH1の大きさに区切り、その領域ごとの視差量を算出する。なお、画面の分割数については、実施の形態5に係る発明を実際のLSIなどに実装する際にLSIの処理量等を考慮して決定する。

40

## 【0182】

区切った領域の垂直方向の領域の数を正の整数h、水平方向の領域の数を正の整数wとする。図35では、最も左上の領域の番号を第1番目とし、順次各領域を、第2番目、第3番目・・・第h×w番目としている。さらに、左眼用画像データDa3の第1番目の領域に含まれる画像データをDa1(1)とし、以下各領域に対する画像データをDa1(2)、Da1(3)からDa1(h×w)までとし、右眼用画像データDb3の各領域に対する画像データも同様にDb1(1)、Db1(2)、Db1(2)、Db1(3)からDb(h×w)までとする。

## 【0183】

50

図36は、視差算出部1の詳細な構成を示す模式図である。視差算出部1は、領域ごとに視差量を算出するため、 $h \times w$ 個の領域視差算出部1bで構成されている。領域視差算出部1b(1)は、第1番目の領域に含まれる左眼用画像データDa3(1)と右眼用画像データDb3(1)とに基づいて第1番目の領域の視差量を算出し、第1番目の領域の視差データT1(1)として出力する。以下同様に、領域視差算出部1b(2)から領域視差算出部1b( $h \times w$ )までは、それぞれ第2番目から第 $h \times w$ 番目までの領域の視差量を算出し、第2番目から第 $h \times w$ 番目までの領域の視差データT1(2)から視差データT1( $h \times w$ )までとして出力する。そして、視差算出部1は第1番目から第 $h \times w$ 番目までの領域の視差データT1(1)から視差データT1( $h \times w$ )までを視差データT1として出力する。

10

#### 【0184】

領域視差算出部1b(1)は、位相限定相関法を用いて左眼用画像データDa3(1)と右眼用画像データDb3(1)の視差データT1(1)を算出する。位相限定相関法については、例えば非特許文献(萩原 瑞木、川俣 政征著「位相限定関数を用いた画像のサブピクセル精度の位置ずれ検出」電子情報通信学会技術研究報告、No. CAS2001-11、VLD2001-28、DSP2001-30、2001年6月、pp. 79-86)に説明されている。位相限定相関法は、立体映像の一对の画像を入力として受け取り、視差量を出力するアルゴリズムである。

#### 【0185】

実施の形態1で式(1)から式(4)までを用いて説明した位相限定相関法に関する説明は、実施の形態1の説明と同様であるため、その説明を省略する。

20

#### 【0186】

領域視差算出部1bでは、左眼用画像データDa3(1)を式(4)のaとし、右眼用画像データDb3(1)を式(4)のbとして、位相限定相関法によって算出された $N_{pt}$ が視差データT1(1)となる。

#### 【0187】

実施の形態1の図4を用いて、第1番目の領域に含まれる左眼用画像データDa3(1)および右眼用画像データDb3(1)から位相限定相関法を用いて視差データT1(1)を算出する方法を説明する。図4(a)の実線で表される特性曲線は、第1番目の領域に対応する左眼用画像データDa3(1)である。横軸は水平位置、縦軸は階調を示している。図4(b)のグラフは、第1番目の領域に対応する右眼用画像データDb3(1)である。横軸は水平位置、縦軸は階調を示している。図4(a)の破線で表される特性曲線は、図4(b)で示した右眼用画像入力データDb1(1)の特性曲線を第1番目の領域の視差量 $n_1$ だけずらしたものである。図5(c)のグラフは、位相限定相関関数 $G_{ab}(n)$ であり、横軸は $G_{ab}(n)$ の変数 $n$ 、縦軸は相関の強さを示している。

30

#### 【0188】

位相限定相関関数 $G_{ab}(n)$ は、連続する系列aとaをシフトした系列bで定義されており、式(2)および式(3)より $n = -$ にピークを持つデルタ関数になる。右眼用画像データDb3(1)は、左眼用画像データDa3(1)に対して飛び出す場合に左方向にずれ、引っ込む場合に右方向にずれている。左眼用画像データDa3(1)と右眼用画像入力データDb(1)を領域に区切ったデータでは飛び出し方向、引っ込み方向いずれか一方にずれている可能性が高く、左眼用画像データDa3(1)および右眼用画像データDb3(1)を式(4)の入力a(m), b(m)として算出した式(1)の $N_{pt}$ が視差データT1(1)となる。

40

#### 【0189】

本実施の形態5においては、視差データT1は符号を持つ値とする。対応する右眼用画像と左眼用画像とが有する飛び出し方向の視差に対応する視差データT1は正となる。対応する右眼用画像と左眼用画像とが有する引っ込み方向の視差に対応する視差データT1は負となる。対応する右眼用画像と左眼用画像が視差を有しない場合には視差データT1がゼロになる。

50

## 【0190】

図4(a)と図4(b)との関係より、ずれ量は $n_1$ であるため、図4(c)に示すように位相限定相関関数 $G_{ab}(n)$ に関するずれ量の変数 $n$ が $n_1$ のときに相関関数の値が極大となる。

## 【0191】

領域視差算出部1b(1)は、式(1)より左眼用画像データ $D_{a3}(1)$ と右眼用画像データ $D_{b3}(1)$ とに対する位相限定相関関数 $G_{ab}(n)$ の値が最大となるずれ量 $n_1$ を視差データ $T_1(1)$ として出力する。

## 【0192】

同様に、領域視差算出部1b(2)から領域視差算出部1b( $h \times w$ )までは、第2番目から第 $h \times w$ 番目の領域に含まれる左眼用画像データ $D_{a3}(2)$ から左眼用画像データ $D_{a3}(h \times w)$ までと右眼用画像データ $D_{b3}(2)$ から右眼用画像データ $D_{b3}(h \times w)$ までとのそれぞれの位相限定相関の値がピークとなるずれ量を視差データ $T_1(2)$ から視差データ $T_1(h \times w)$ までとして出力する。

## 【0193】

上述の非特許文献には、左眼用画像入力データ $D_{a1}$ と右眼用画像入力データ $D_{b1}$ とをそのまま入力として、左眼用画像入力データ $D_{a1}$ と右眼用画像入力データ $D_{b1}$ との視差を得る方法が記載されている。しかし、入力される画像が大きければ計算量が多くなり、LSIに実装した際、回路規模が大きくなるという問題がある。

## 【0194】

実施の形態5に係る立体画像表示装置220の視差算出部1では、左眼用画像データ $D_{a3}$ と右眼用画像データ $D_{b3}$ とを小さい領域に分割し、領域ごとに位相限定相関法を適用している。このため、小さい回路規模で位相限定相関法をLSIに実装できる。この場合、すべての領域を同時に計算するのではなく、1つの回路を使って1領域ずつ順番に視差量を計算することでさらに回路規模を小さくできる。領域ごとに求めた視差量をもとに、次に説明するフレーム視差算出部2で左眼用画像データ $D_{a3}$ と右眼用画像データ $D_{b3}$ との画像全体での視差量を出力する。

## 【0195】

フレーム視差算出部2の詳細な動作については、実施の形態1の図5および図6を用いた説明と同様であるため、その説明を省略する。

## 【0196】

次に、フレーム視差拡大部8の詳細な動作について説明する。

## 【0197】

フレーム視差拡大部8は、フレーム視差データ $T_2$ を拡大して拡大フレーム視差データ $T_8$ を出力する。ここで、画像縮小部7での水平縮小率を $1/\alpha$ とした時、フレーム視差拡大部8での拡大率は $\alpha$ とする。つまり拡大フレーム視差データ $T_8$ は $\alpha \times T_2$ となる。

## 【0198】

フレーム視差データ $T_2$ は、左眼用画像入力データ $D_{a1}$ と右眼用画像入力データ $D_{b1}$ を $1/\alpha$ に縮小した左眼用画像データ $D_{a3}$ と右眼用画像データ $D_{b3}$ とに対応する視差である。フレーム視差データ $T_2$ を $\alpha$ 倍した拡大フレーム視差データ $T_8$ は、左眼用画像入力データ $D_{a1}$ と右眼用画像入力データ $D_{b1}$ とに対応する視差に相当する。

## 【0199】

次に、フレーム視差補正部3の詳細な動作について説明する。

## 【0200】

図37は、拡大フレーム視差データ $T_8$ から算出される補正後フレーム視差データ $T_3$ について詳細に説明するための図である。図37(a)は、拡大フレーム視差データ $T_8$ の時間的变化を示した図である。横軸は時間であり、縦軸は拡大フレーム視差データ $T_8$ である。図37(b)は補正後フレーム視差データ $T_3$ の時間的变化を示した図である。横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データ $T_3$ である。

## 【0201】

10

20

30

40

50

フレーム視差補正部 3 は、拡大フレーム視差データ T 8 を一定時間分保持し、着目フレームの前後複数の拡大フレーム視差データ T 8 の平均値を算出し、補正後フレーム視差データ T 3 として出力する。補正後フレーム視差データ T 3 は次の式 ( 1 0 ) で表される。

【 0 2 0 2 】

【数 1 0】

$$T3(tj) = \frac{\sum_{k=ti-L}^{ti} T8(k)}{L} \dots\dots (10)$$

10

【 0 2 0 3 】

ここで、補正後フレーム視差データ T 3 ( t j ) は着目する時刻 t j における補正後フレーム視差データである。拡大フレーム視差データ T 8 ( k ) は時刻 k における拡大フレーム視差データである。正の整数 L は平均値を算出する幅である。また t j < t i であるので、例えば図 3 7 ( a ) に示す時刻 ( t i - L ) から t i までにおける拡大フレーム視差データ T 8 の平均値から図 3 7 ( b ) に示す時刻 t j の補正後フレーム視差データ T 3 が求められる。また ( t i - L ) < t j < t i であるので、例えば図 3 7 ( a ) に示す時刻 ( t i - L ) から時刻 t i までにおける拡大フレーム視差データ T 8 の平均値から図 3 7 ( b ) に示す時刻 t j の補正後フレーム視差データ T 3 が求められる。

【 0 2 0 4 】

20

立体映像の飛び出し量は時間的に連続的に変化するものが多い。拡大フレーム視差データ T 8 が時間的に不連続に変化する場合、例えば、時間軸に対してインパルス状に変化する場合、例えば、拡大フレーム視差データ T 8 の誤検出とみなしても良い。フレーム視差データ補正部 5 により、たとえインパルス状の変化があったとしても時間的に平均化されるため誤検出を緩和することができる。

【 0 2 0 5 】

次に、視差調整量算出部 4 の詳細な動作について説明する。

【 0 2 0 6 】

視差調整量算出部 4 は、鑑賞者 9 が自分の見やすい視差量に合わせて設定する視差調整情報 S 1 と補正後フレーム視差データ T 3 とに基づいて視差調整量を算出し視差調整データ T 4 を出力する。

30

【 0 2 0 7 】

視差調整情報 S 1 は、視差調整係数 S 1 a と視差調整閾値 S 1 b を含む。視差調整データ T 4 は次の式 ( 1 1 ) で表される。

【 0 2 0 8 】

【数 1 1】

$$T4 = \begin{cases} 0 & (T3 \leq S1b) \\ S1a \times (T3 - S1b) & (T3 > S1b) \end{cases} \dots (11)$$

40

【 0 2 0 9 】

視差調整データ T 4 は、画像調整によって飛び出し量を減少させるための視差量であり、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とを水平方向に移動させる量を示す。後で詳述するように、左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とを水平方向に移動する量の和が視差調整データ T 4 となる。このため、フレーム視差データ T 4 が視差調整閾値 S 1 b 以下の場合は、画像調整により左眼用画像入力データ D a 1 と右眼用画像入力データ D b 1 とは水平方向にシフトさせない。一方、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b より大きい場合は、補正後フレーム視差データ T 3 と視差調整閾値 S 1 b との差の値に視差調整係数 S 1 a を乗じた値 ( ( T 3 - S 1 b ) × S 1 a ) だけ左眼用画像データ D a 3 と右眼用画像データ D b 3 とを水平方向に移動

50

させることになる。

【0210】

例えば、視差調整係数  $S1a = 1$ 、視差調整閾値  $S1b = 0$  の場合、 $T3 = 0$  では  $T4 = 0$  となる。つまり画像調整は行われない。一方、 $T3 > 0$  では  $T4 = T3$  となり、左眼用画像データ  $Da3$  と右眼用画像データ  $Db3$  とは水平方向に  $T4$  だけシフトされる。補正後フレーム視差データ  $T3$  はフレーム画像の最大の視差量であるため、着目フレーム内で算出された最大の視差量が 0 となる。また、視差調整係数  $S1a$  を 1 より小さくしていくと視差調整データ  $T4$  は補正後視差データ  $T3$  より小さくなり、着目フレーム内で算出された最大の視差量も 0 より大きくなる。また、視差調整閾値  $S1b$  を 0 より大きくしていくと、補正後フレーム視差データ  $T3$  が 0 より大きい値に対しても視差データ  $T1$  の調整は行われない。つまり画像が少し飛び出しているフレームに対しても視差調整は行われない。

10

【0211】

視差調整情報  $S1$  の設定は、例えばユーザーがリモコンなどの入力手段によって視差調整情報  $S1$  を変化させて立体画像の飛び出し量の変化を見ながら決定する。リモコンの視差調整係数ボタンと視差調整閾値ボタンから入力することもできるが、ランク分けされた一つの視差調整ボタンから視差の調整度合いを入力すると、所定の視差調整係数  $S1a$  と視差調整閾値  $S1b$  が設定されるようにすることもできる。

【0212】

また、画像表示装置 220 が鑑賞者 9 を観察するカメラなどを備え、鑑賞者 9 の年齢、鑑賞者 9 の性別およびディスプレイ表示面から鑑賞者 9 までの距離などを判別して自動的に視差調整情報  $S1$  を設定することもできる。この場合、画像表示装置 220 の表示面の大きさなどを視差調整情報  $S1$  に含めることができる。また、画像表示装置 220 の表示面の大きさなどを所定の値のみを視差調整情報  $S1$  とすることもできる。上記のように、鑑賞者 9 がリモコンなどの入力手段を用いて入力する個人的な情報、鑑賞者 9 の年齢、鑑賞者 9 の性別、鑑賞者 9 と画像表示装置との距離を含む位置関係および画像表示装置の表示面の大きさなどの鑑賞の状況に関係する情報を含むものを鑑賞の状況を示す情報と呼ぶ。

20

【0213】

次に、調整画像生成部 5 の動作について説明する。

30

【0214】

図 38 は、左眼用画像入力データ  $Da1$  および右眼用画像入力データ  $Db1$  の視差量と飛び出し量との関係を説明するための図である。また、図 38 は、左眼用画像出力データ  $Da2$  および右眼用画像出力データ  $Db2$  の視差量と飛び出し量との関係を説明するための図である。図 38 (a) は、左眼用画像入力データ  $Da1$  および右眼用画像入力データ  $Db1$  の視差量と飛び出し量の関係を示した図である。図 38 (b) は、左眼用画像出力データ  $Da2$  および右眼用画像出力データ  $Db2$  の視差量と飛び出し量の関係を示した図である。

【0215】

調整画像生成部 5 は、視差調整データ  $T4$  に基づいて  $T3 > S1b$  と判断した場合に、視差調整データ  $T4$  に基づいて左眼用画像データ  $Da3$  を左方向に水平に移動した左眼用画像出力データ  $Da2$  を出力し、右眼用画像データ  $Db3$  を右方向に水平に移動した右眼用画像出力データ  $Db2$  を出力する。このとき視差量  $d2$  は、視差量  $d0$  および視差調整データ  $T4$  を用いて視差量  $d2 = d0 - T4$  で求められる。

40

【0216】

左眼用画像入力データ  $Da1$  の画素  $P1l$  と右眼用画像入力データ  $Db1$  の画素  $P1r$  とは同じ物体の同じ部分である。そして、その視差量は  $d0$  となり鑑賞者 9 からはその物体は位置  $F1$  の位置に飛び出して見える。

【0217】

左眼用画像出力データ  $Da2$  の画素  $P2l$  と右眼用画像入力データ  $Db2$  の画素  $P2r$

50

とは同じ物体の同じ部分である。そして、その視差量は  $d_2$  となり鑑賞者 9 からはその物体は位置  $F_2$  の位置に飛び出して見える。

【0218】

左眼用画像データ  $D_{a3}$  を左方向に水平に移動し、右眼用画像データ  $D_{b3}$  を右方向に水平に移動する。これにより視差量  $d_0$  は小さくなり、視差量  $d_2$  となる。このため、これに応じて物体の飛び出し位置が位置  $F_1$  から位置  $F_2$  へと変化する。

【0219】

補正後フレーム視差データ  $T_3$  は入力フレーム画像の最大の視差データである拡大フレーム視差データ  $T_8$  から算出されるため、この補正後フレーム視差データ  $T_3$  はフレーム画像の最大の視差データとなる。視差調整データ  $T_4$  は、式(8)より補正後フレーム視差データ  $T_3$  を基に算出されるため、視差調整係数  $S_{1a}$  が 1 の場合は着目フレーム内の最大の視差量と等しくなる。また、視差調整係数  $S_{1a}$  が 1 より小さい場合は最大の視差量より小さくなる。図 38 の視差量  $d_1$  を着目フレーム内で算出された最大の視差量と仮定すると、図 38 (b) に示す調整後の最大の視差量  $d_2$  は視差調整係数  $S_{1a}$  を 1 より小さく設定した場合は視差量  $d_0$  より小さい値となる。また、視差調整係数  $S_{1a} = 1$ 、視差調整閾値  $S_{1b} = 0$  と設定した場合は映像が飛び出さない画像となり  $d_2 = 0$  となる。こうすることで、調整後の画像データの最大飛び出し位置  $F_2$  が、ディスプレイ表示面 61 から飛び出し位置  $F_1$  の間に調整される。

【0220】

次に、表示部 6 の動作について述べる。表示部 6 は、左眼用画像出力データ  $D_{a2}$  と右眼用画像出力データ  $D_{b2}$  とを鑑賞者 9 の左眼と右眼とに別々に表示する。具体的には、表示角を制限するバリアやレンズなどの光学的な機構により左眼と右眼とに異なった画像を表示できるディスプレイを使う立体画像表示方式でも良い。また、左眼用画像と右眼用画像を交互に表示したディスプレイに同期して左眼用のレンズと右眼用のレンズとのシャッターを交互に閉じる専用メガネを用いる立体画像表示方式でも良い。

【0221】

以上より本実施の形態 5 における画像処理装置 120 は、入力された一対の画像入力データ  $D_{a1}$ 、 $D_{b1}$  の視差量を、ディスプレイ表示面 61 から鑑賞者 9 までの距離や鑑賞者 9 の個人差に対応した、鑑賞者 9 に好適な奥行き感の視差量に変更して立体画像を表示することができる。

【0222】

以上で、本発明の実施の形態 5 による立体画像を表示する画像表示装置 220 の詳細な動作について説明を述べた。

【0223】

以下では、具体的な画像例を基に実施の形態 5 について説明する。

【0224】

図 39 は、画像縮小部 7 の動作の具体例を示す模式図である。図 39 (a) は、左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  全体を示している。図 39 (b) は右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  全体を示している。図 39 (c) は、縮小した左眼用画像データ  $D_{a3}$  全体を示している。図 39 (d) は右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  全体を示している。水平縮小率と垂直縮小率とを共に  $1/\alpha$  ( $\alpha > 1$ ) とした。左眼用画像入力データ  $D_{a1}$  と右眼用画像入力データ  $D_{b1}$  とは、水平方向に視差量  $d_0$  の視差がある。この時、縮小した左眼用画像データ  $D_{a3}$  と右眼用画像データ  $D_{b3}$  との視差量は視差量  $d_0$  を  $\alpha$  で割った  $d_0/\alpha$  となる。この縮小した左眼用画像データ  $D_{a3}$  と右眼用画像データ  $D_{b3}$  の視差量とを  $d_1$  とする。

【0225】

図 40 は、左眼用画像データ  $D_{a3}$  および右眼用画像データ  $D_{b3}$  の具体例を示す模式図である。図 40 (a) は、左眼用画像データ  $D_{a3}$  全体を示している。図 40 (b) は右眼用画像データ  $D_{b3}$  全体を示している。左眼用画像データ  $D_{a3}$  と右眼用画像データ  $D_{b3}$  とは、水平方向に視差量  $d_1$  の視差がある。左眼用画像データ  $D_{a3}$  と右眼用画像データ  $D_{b3}$  とについて、視差量を算出するための領域に区切る境界を破線で示している



。最も左上の領域から順に第 1 番目の領域、第 2 番目の領域、第 3 番目の領域と続き、最も右下の第 39 番目の領域までの領域に分割される。着目する第 16 番目の領域の左眼用画像データ  $D a 3 (16)$  および右眼用画像データ  $D b 3 (16)$  を太い実線で示している。

#### 【0226】

図 41 は、左眼用画像データ  $D a 3 (16)$  と右眼用画像データ  $D b 3 (16)$  とから視差量を算出する方法を説明するための図である。図 41 (a) は、左眼用画像データ  $D a 3 (16)$  の水平位置と階調との関係を示し、図 41 (b) は、右眼用画像データ  $D b 3 (16)$  の水平位置と階調との関係を示す。横軸は水平位置、縦軸は階調である。

#### 【0227】

左眼用画像データ  $D a 3 (16)$  と右眼用画像データ  $D b 3 (16)$  とはともに階調の低い方向に凸形の谷形状に変化する領域を含むグラフとなっている。そして、その極小値の位置はちょうど視差量  $d 1$  だけずれている。視差算出部 1 の領域視差算出部 1b (16) に左眼用画像データ  $D a 3 (16)$  と右眼用画像データ  $D b 3$  とが入力される。そして、視差量  $d 1$  が第 16 番目の領域の視差データ  $T 1 (16)$  として出力される。

#### 【0228】

視差算出部 1 によって出力された視差データ  $T 1$  が領域視差算出部 1b に区切られている説明は、実施の形態 1 の図 11 を用いた説明と同様のため、その説明を省略する。また、視差データ  $T 1$  からフレーム視差データ  $T 2$  を算出する説明も実施の形態 1 の図 12 を用いた説明と同様のため、その説明を省略する。

#### 【0229】

なお、フレーム視差拡大部 8 では、フレーム視差算出部 2 によって出力されたフレーム視差データ  $T 2$  を倍して拡大フレーム視差データ  $T 8$  を出力する。フレーム視差データ  $T 2$  の視差量は  $d 1$  なので補正後フレーム視差データ  $T 3$  の視差量は  $d 0$  となる。

#### 【0230】

図 42 は、フレーム視差拡大部 8 によって出力された拡大フレーム視差データ  $T 8$  の時間的変化を示した模式図である。図 42 において、横軸が時間であり、縦軸が拡大フレーム視差データ  $T 8$  である。図 39 (a)、図 39 (b) に示した画像は時刻  $t j$  でのフレームである。

#### 【0231】

図 43 は、拡大フレーム視差データ  $T 8$  から補正後フレーム視差データ  $T 3$  を算出する方法を説明するための説明図であり、補正後フレーム視差データ  $T 3$  の時間的変化を示している。図 43 において、横軸は時間であり、縦軸は補正後フレーム視差データ  $T 3$  である。図 39 に示した画像は時刻  $t j$  でのフレームである。フレーム視差補正部 3 は、式 (5) を用いて着目フレームおよび着目フレームの前後のフレームの拡大フレーム視差データ  $T 8$  を平均する。フレーム視差補正部 3 は、その平均値を補正後フレーム視差データ  $T 3$  として出力する。例えば、図 43 の時刻  $t j$  における補正後フレーム視差データ  $T 3 (t j)$  は、図 42 に示す時刻  $t 1, t j, t 2$  の拡大フレーム視差データ  $T 8 (t 1), T 8 (t j), T 8 (t 2)$  の平均値として算出される。すなわち、 $T 3 (t j) = (T 8 (t 1) + T 8 (t j) + T 8 (t 2)) / 3$  となる。

#### 【0232】

図 44 は、補正後フレーム視差データ  $T 3$  から視差調整データ  $T 4$  を算出する方法を説明するための図である。図 44 (a) は、補正後フレーム視差データ  $T 3$  の時間的変化を示しており、 $S 1 b$  は視差調整閾値である。図 44 (b) は、視差調整データ  $T 4$  の時間的変化を示している。図 44 において、横軸は時間であり、縦軸は視差調整データ  $T 4$  である。

#### 【0233】

視差調整量算出部 4 は、図 44 (a) に示した補正後フレーム視差データ  $T 3$  を基に図 44 (b) に示す視差調整データ  $T 4$  を出力する。視差調整量算出部 4 は、補正後フレーム視差データ  $T 3$  が視差調整閾値  $S 1 b$  以下の時刻では視差調整データ  $T 4$  として 0 を出

10

20

30

40

50

力する。補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b 以下の時刻とは、画像があまり飛び出していない時刻である。逆に、視差調整量算出部 4 は、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b より大きい時刻では、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b を超えた量に視差調整係数 S 1 a を乗じた値 ( $(T 3 - S 1 b) \times S 1 a$ ) を視差調整データ T 4 として出力する。

【0234】

実施の形態 1 の図 16 を用いて、視差調整データ T 4、左眼用画像入力データ D a 1 および右眼用画像入力データ D b 1 から、左眼用画像出力データ D a 2 および右眼用画像出力データ D b 2 を算出する説明する。図 16 は図 40 に示した画像と同時刻 t j のフレームである。図 16 (a) は左眼用画像出力データ D a 2 を示しており、図 16 (b) は右眼用画像出力データ D b 2 を示している。

10

【0235】

調整画像生成部 5 は、図 44 に示した時刻 t j における視差調整データ T 4 に基づき、左眼用画像入力データ D a 1 を視差調整データ T 4 の半分の値の  $T 4 / 2$  だけ左に水平移動し、右眼用画像データ D b 3 を視差調整データ T 4 の半分の値の  $T 4 / 2$  だけ右に水平移動する。そして、調整画像生成部 5 は、それらの画像データを左眼用画像出力データ D a 2 および右眼用画像出力データ D b 2 として出力する。本実施の形態 5 では、図 16 に示す視差量 d 2 は  $d 0 - T 5$  となり、視差量 d 0 に比べ視差量が減少している。

【0236】

以上のように、本実施の形態 5 における画像表示装置 220 は、ある閾値を超えて飛び出し量の大きな画像の視差量を減じることにより飛び出し量を制御する。これにより、画像表示装置 220 は、ディスプレイ表示面 61 から鑑賞者 9 までの距離や鑑賞者 9 の個人差に対応した、好適な奥行き感の視差量に変更して立体画像を表示することができる。

20

【0237】

なお、実施の形態 5 では、フレーム視差補正部 3 は、着目フレームの前後の複数のフレーム視差データ T 3 の平均値を算出し、補正後フレーム視差データ T 3 として出力した例を示した。しかし、着目フレームの前後複数のフレーム視差データ T 3 の中央値を算出し、補正後フレーム視差データ T 3 として出力しても良い。その他の方法を用いて着目フレームの前後の複数のフレーム視差データ T 3 から補正した値を算出し、補正後フレーム視差データ T 3 を出力しても良い。

30

【0238】

ここで、画像縮小部 7 で画像縮小処理をしない場合と画像縮小処理をする場合とを比較する。画像縮小部 7 で画像縮小処理をしない場合、視差算出部 1 には入力画像データがそのまま入力される。画像縮小部 7 で画像縮小処理をする場合、視差算出部 1 には縮小画像データが入力される。ここで、視差算出部 1 で分割される領域のサイズは同じとする。この時、視差算出部 1 で分割された領域に含まれる画像を比較すると、縮小画像を使用した方が画像の広い範囲を参照することができる。このため、大きい視差を検出することができる。また、縮小画像を使用した方が分割された領域数が少ないので演算量が減少して応答性が向上する。このため、縮小画像を使用した方が画像処理を行う回路規模を小さくすることができる。

40

【0239】

実施の形態 6 .

実施の形態 5 で示した画像処理装置 120 の画像処理方法に関して説明する。なお、視差算出ステップ S T 1 の説明は、実施の形態 1 の図 18 を用いて説明する。また、フレーム視差補正ステップ S T 3 の説明は、実施の形態 1 の図 19 を用いて説明する。

【0240】

図 45 は、本発明の実施の形態 6 に係る立体画像の画像処理方法のフローを表す図である。実施の形態 6 に係る立体画像処理方法は、画像縮小ステップ S T 7、視差算出ステップ S T 1、フレーム視差算出ステップ S T 2、フレーム視差拡大ステップ S T 8、フレーム視差補正ステップ S T 3、視差調整量算出ステップ S T 4、調整画像生成ステップ S T

50

5 からなる。

【0241】

視差算出ステップST1は、図18に示すように画像切り出しステップST1aと領域視差算出ステップST1bからなる。

【0242】

フレーム視差補正ステップST3は、図19に示すようにフレーム視差バッファステップST3aとフレーム視差加算平均ステップST3bからなる。

【0243】

以下では、本発明に係る実施の形態6の動作について説明する。

【0244】

まず、画像縮小ステップST7において、左眼用画像入力データDa1と右眼用画像入力データDb1とを縮小して左眼用画像データDa3と右眼用画像データDb3とを出力する。この動作は、実施の形態5における画像縮小部7と同様である。

【0245】

視差算出ステップST1では、左眼用画像データDa3と右眼用画像データDb3とに対して、以下のような処理が行われる。

【0246】

画像切り出しステップST1aにおいて、左眼用画像データDa3をディスプレイ表示面61上で幅W1、高さH1の格子状に区切りh×w個の領域に分割する。分割された左眼用画像データDa3(1)、Da1(2)、Da1(3)からDa1(h×w)までを  
20 作成する。右眼用画像データDb3についても同様に幅W1、高さH1の格子状に区切り、分割された右眼用画像データDb3(1)、Db1(2)、Db1(2)、Db1(3)からDb1(h×w)までを作成する。

【0247】

領域視差算出ステップST1bにおいて、第1番目の領域に対する左眼用画像データDa3(1)と右眼用画像データDb3(1)とに対して位相限定相関法を用いて、第1番目の領域の視差データT1(1)を算出する。すなわち、左眼用画像データDa3(1)と右眼用画像データDb3(1)とに対して位相限定相関Ga<sub>b</sub>(n)が最大となるずれ量の変数nを算出し、視差データT1(1)とする。第2番目から第h×w番目までの領域に対する左眼用画像データDa3(2)からDa1(h×w)までに対して位相限定相  
30 関法を用いて視差データT1(2)から視差データT1(h×w)までを算出する。また、と右眼用画像データDb3(2)から右眼用画像データDb3(h×w)までに対しても、位相限定相関法を用いて視差データT1(2)から視差データT1(h×w)までを算出する。この動作は、実施の形態5における視差算出部1と同様である。

【0248】

次に、フレーム視差算出ステップST2では、視差データT1(1)から視差データT1(h×w)までのうち最大の視差データを選択し、フレーム視差データT2とする。この動作は、実施の形態5におけるフレーム視差算出部2と同様である。

【0249】

次に、フレーム視差拡大ステップST8では、フレーム視差データT2を拡大して拡大フレーム視差データT8を出力する。この動作は、実施の形態5におけるフレーム視差算  
40 出部4と同様である。

【0250】

次に、フレーム視差補正ステップST3では、拡大フレーム視差データT8に対して以下のような処理が行われる。

【0251】

フレーム視差バッファステップST3aにおいて、時間的に変化する拡大フレーム視差データT8を一定の容量のバッファ記憶装置に順次保存する。

【0252】

フレーム視差加算平均ステップST3bにおいて、バッファ領域に保存されている拡大  
50

10

20

30

40

50

フレーム視差データ T 8 に基づき、着目フレームの前後の複数の拡大フレーム視差データ T 8 の加算平均値を算出し、補正後フレーム視差データ T 3 を算出する。この動作は、実施の形態 5 におけるフレーム視差補正部 3 と同等である。

#### 【0253】

次に、視差調整量算出ステップ S T 4 では、あらかじめ設定された視差調整係数 S 1 a と視差調整閾値 S 1 b とに基づき、視差補正後フレーム視差データ T 3 から視差調整データ T 4 を算出する。補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b 以下の時刻においては、視差調整データ T 4 はゼロとする ( $T 4 = 0$ )。逆に、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b を超えている時刻では、補正後フレーム視差データ T 3 が視差調整閾値 S 1 b を超えた量に視差調整係 S 1 a を乗じた値を視差調整データ T 4 とする ( $T 4 = S 1 a \times (T 3 - S 1 b)$ )。この動作は、実施の形態 5 における視差調整量算出部 4 と同様である。

#### 【0254】

次に、調整画像生成ステップ S T 5 では、視差調整データ T 4 に基づいて左眼用画像データ D a 3 と右眼用画像データ D b 3 とから、左眼用画像出力データ D a 2 と右眼用画像出力データ D b 2 とを算出する。具体的には、左眼用画像データ D a 3 を視差調整データ T 4 の半分の値の  $T 4 / 2$  だけ左方向に水平に移動させる。また、右眼用画像データ D b 3 を視差調整データ T 4 の半分の値の  $T 4 / 2$  だけ右方向に水平に移動させる。このことで、視差量が視差調整データ T 4 だけ減った左眼用画像出力データ D a 2 および右眼用画像出力データ D b 2 が生成される。この動作は、実施の形態 5 における調整画像生成部 5 と同様である。

#### 【0255】

以上が本発明の実施の形態 6 に係る立体画像処理方法の動作である。

#### 【0256】

これまでの説明から、本実施の形態 6 における画像処理方法は、実施の形態 5 における立体画像処理装置 120 と同様である。したがって本発明における画像処理方法は、本発明の実施の形態 5 における画像処理装置と同様の効果を持つ。

#### 【0257】

ここまで、実施の形態 5 のフレーム視差補正部 3 および実施の形態 6 のフレーム視差補正ステップ S T 3 において、フレーム視差データ T 2 に対して拡大処理を行っていた。しかし、これらの実施の形態 5、6 の例に限定されない。領域ごとの視差データ T 1、補正後フレーム視差データ T 3 および視差調整データ T 4 のいずれかに対して拡大処理を行ってもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0258】

1 視差算出部、 1 b 領域視差算出部、 2 フレーム視差算出部、 3 フレーム視差補正部、 4 視差調整量算出部、 5 調整画像生成部、 6 表示部、 6 1 ディスプレイ表示面、 7 画像縮小部、 8 フレーム視差拡大部、 9 鑑賞者、 100, 110, 120 画像処理装置、 200, 210, 220 画像表示装置、 S 1 視差調整情報、 S 1 a 視差調整係数、 S 1 b, S 1 c 視差調整閾値、 D a 1 左眼用画像入力データ、 D b 1 右眼用画像入力データ、 D a 2 左眼用画像出力データ、 D b 2 右眼用画像出力データ、 D a 3 左眼用画像データ、 D b 3 右眼用画像データ、 T 1 視差データ、 T 2 フレーム視差データ、 T 2 a 第 1 のフレーム視差データ、 T 2 b 第 2 のフレーム視差データ、 T 3 補正後フレーム視差データ、 T 3 a 第 1 の補正後フレーム視差データ、 T 3 b 第 2 の補正後フレーム視差データ、 T 4 視差調整データ、 V 中間視差調整データ、 T 8 拡大フレーム視差データ、 S T 1 視差算出ステップ、 S T 1 a 画像切り出しステップ、 S T 1 b 領域視差算出ステップ、 S T 2 フレーム視差算出ステップ、 S T 3 フレーム視差補正ステップ、 S T 3 a フレーム視差バッファステップ、 S T 3 b フレーム視差加算平均ステップ、 S T 4 視差調整量算出ステップ、 S T 5 調

10

20

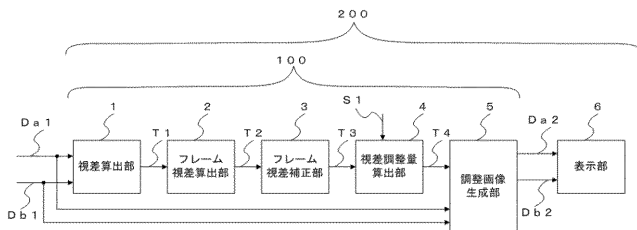
30

40

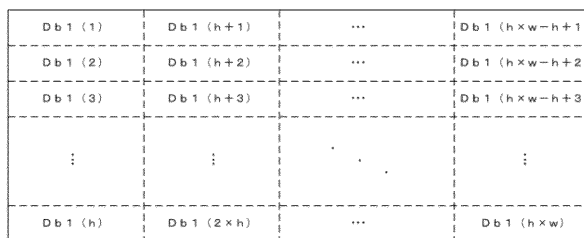
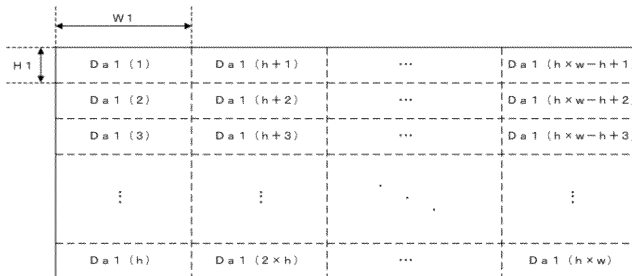
50

整画像生成ステップ、 S T 7 画像縮小ステップ、 S T 8 フレーム視差拡大ステップ、 W 1 幅、 H 1 高さ、 V 1 幅、 h , w 領域の整数、 G a b ( n ) 位相限定相関関数、 n 1 ずれ量、 L 平均算出幅、 d 0 , d 1 , d 1 a , d 1 b , d 2 視差量、 P 1 r , P 1 l , P 2 r , P 2 l 画素、 F 1 , F 2 画像の飛び出し位置、 t 時刻。

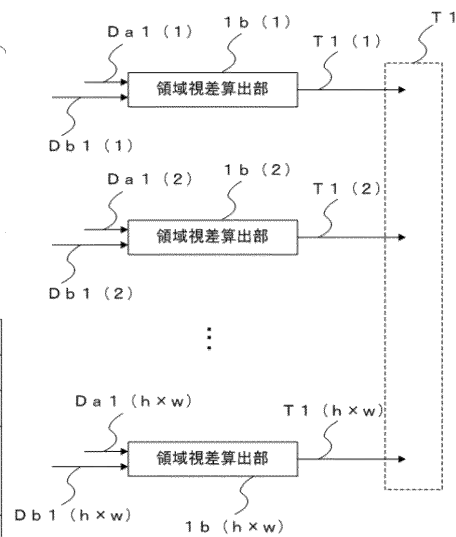
【図 1】



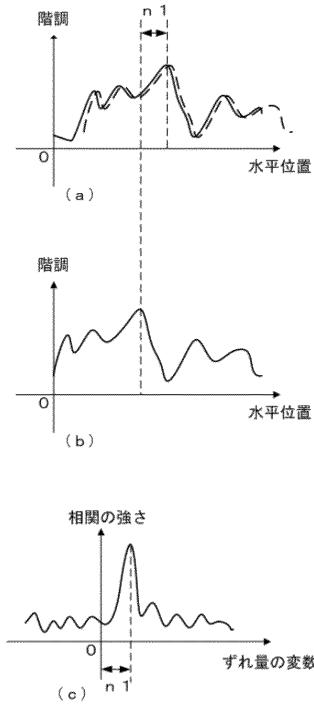
【図 2】



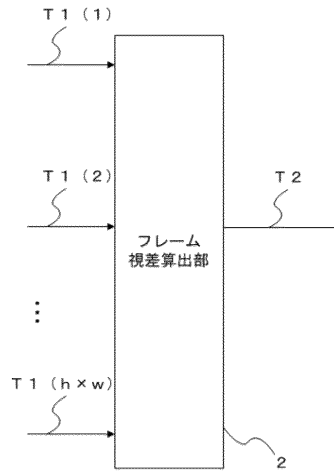
【図 3】



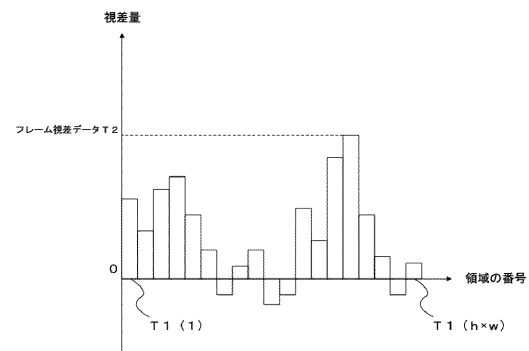
【図 4】



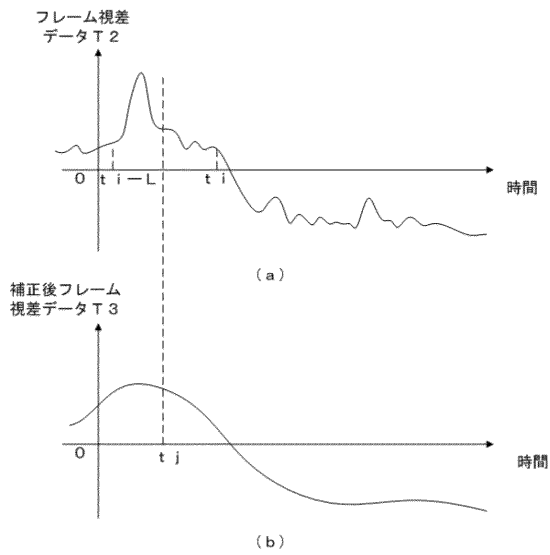
【図 5】



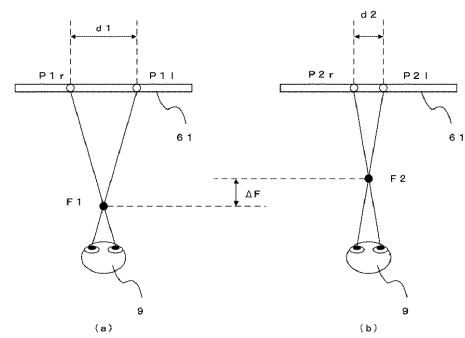
【図 6】



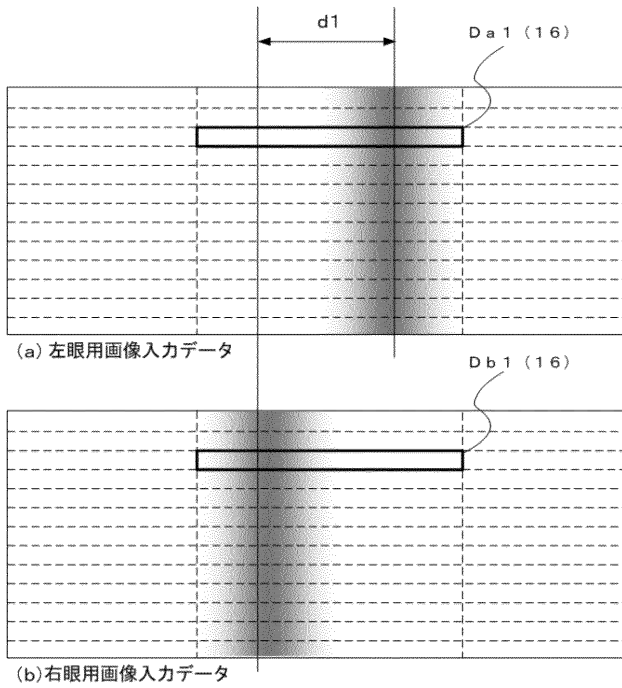
【図 7】



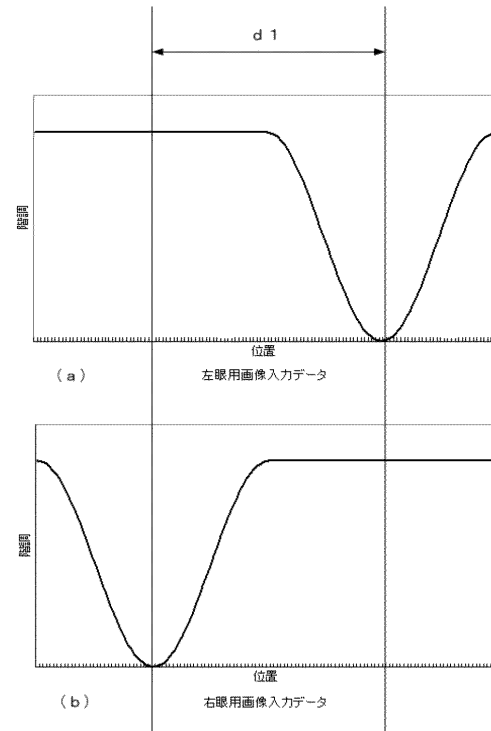
【図 8】



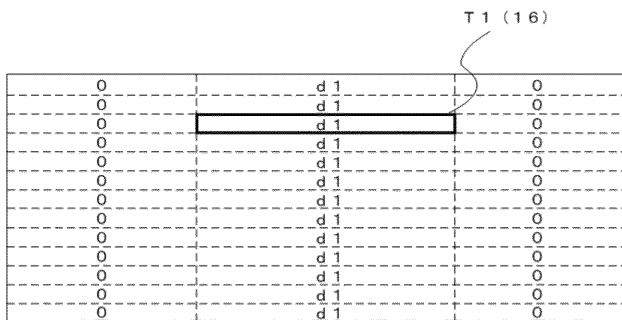
【図 9】



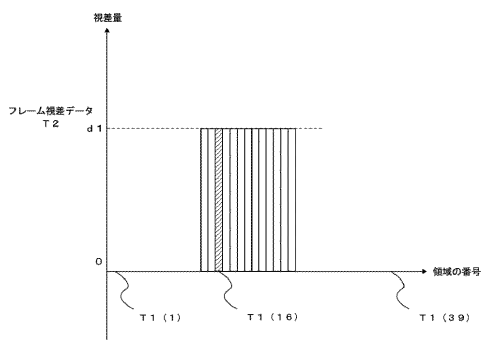
【図 10】



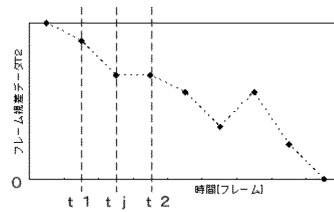
【図 11】



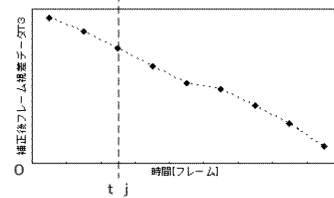
【図 12】



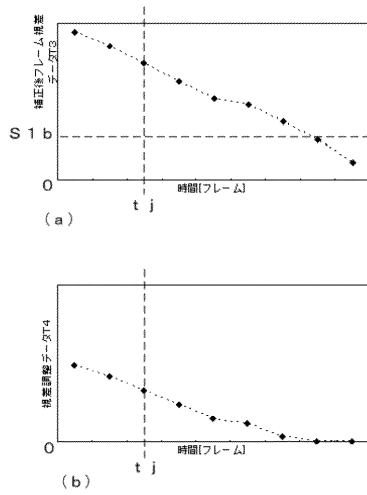
【図 13】



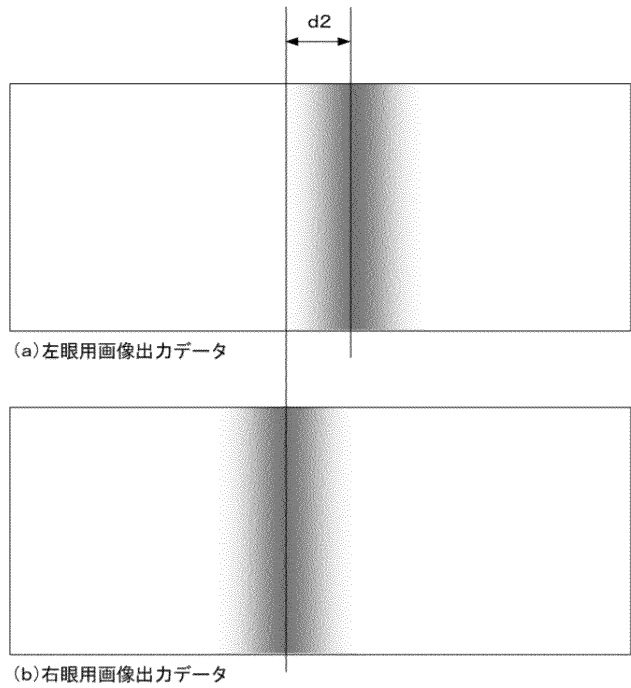
【図 14】



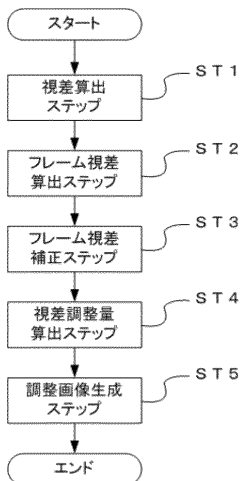
【図 15】



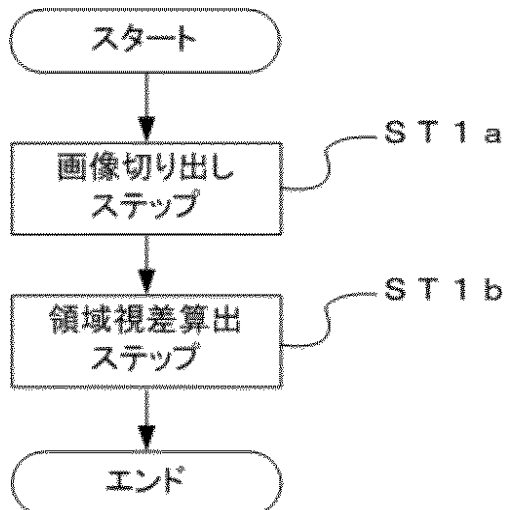
【図 16】



【図 17】

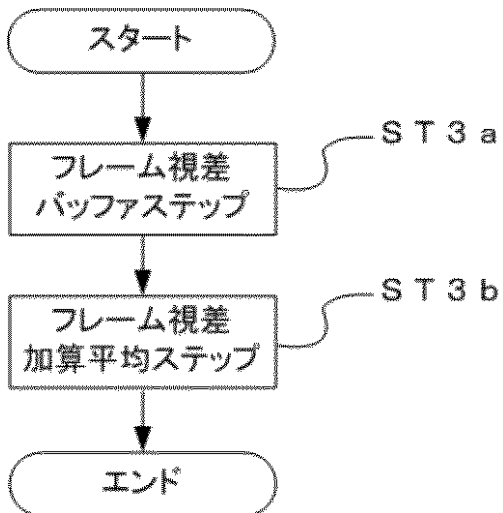


【図 18】

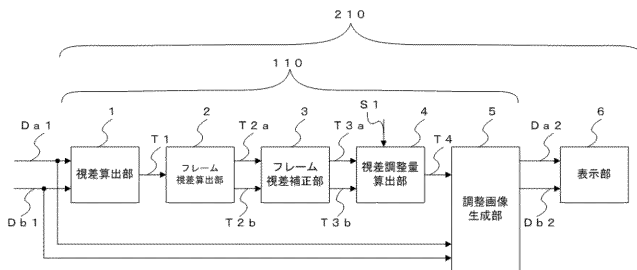




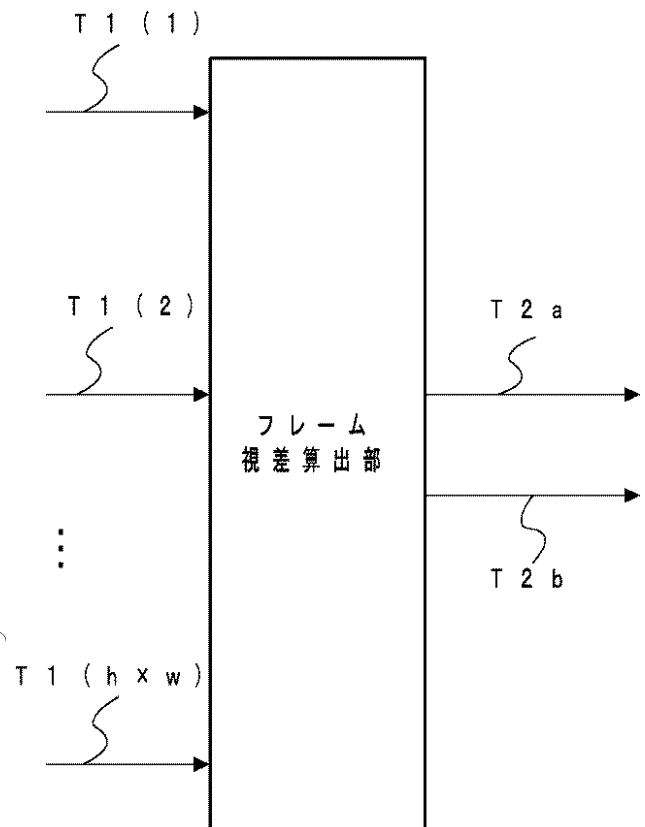
【図 19】



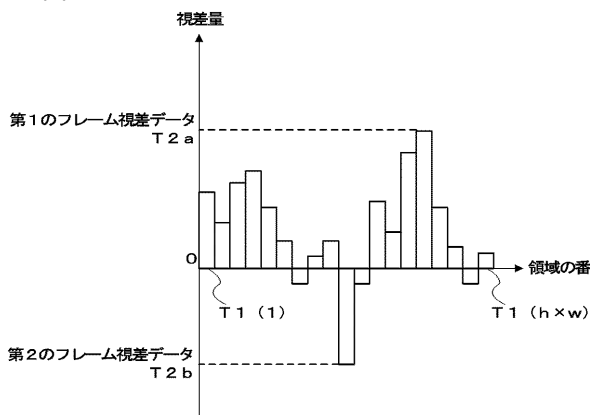
【図 20】



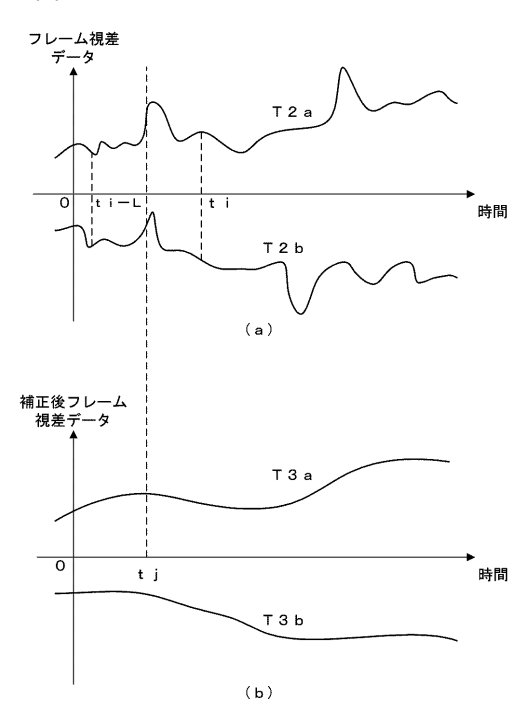
【図 21】



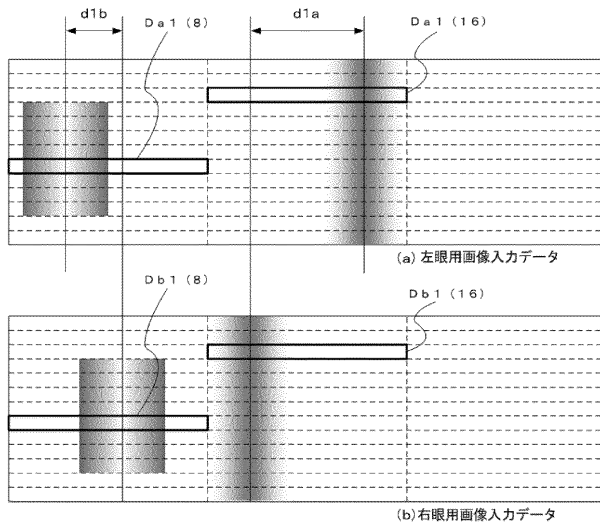
【図 22】



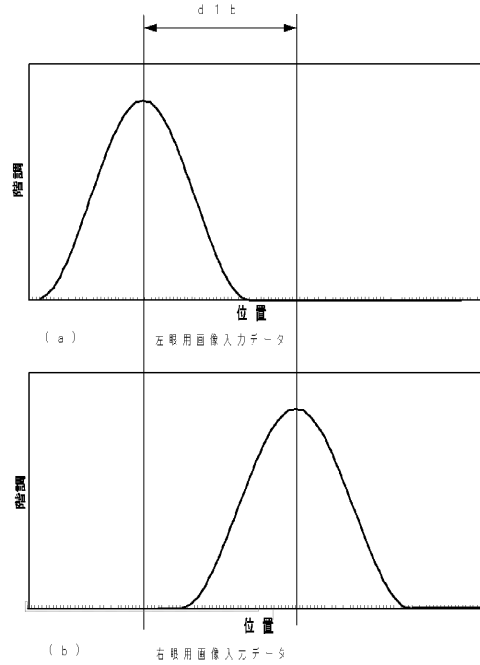
【図 23】



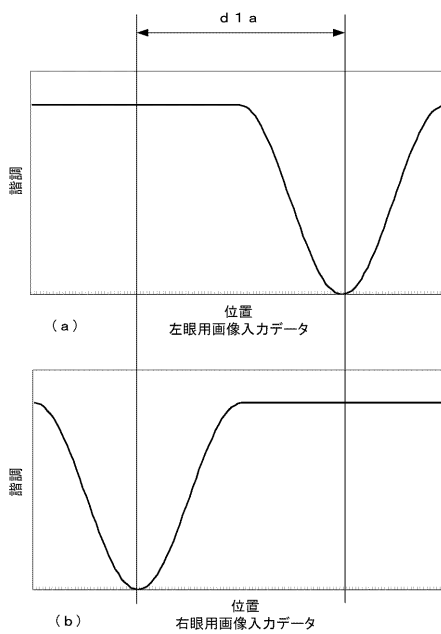
【図 24】



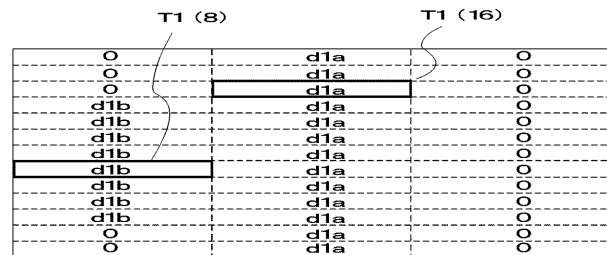
【図 25】



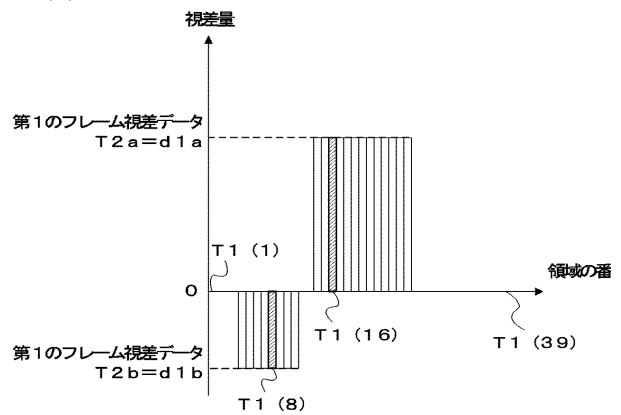
【図 26】



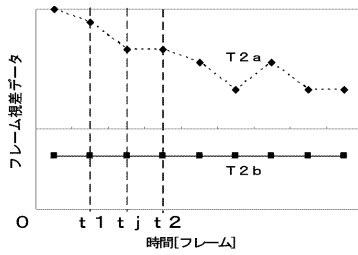
【図 27】



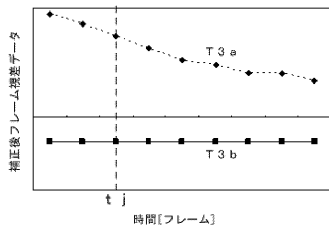
【図 28】



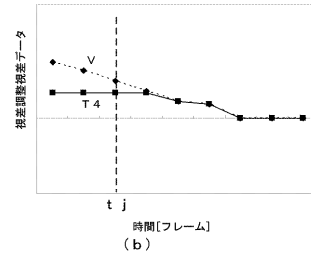
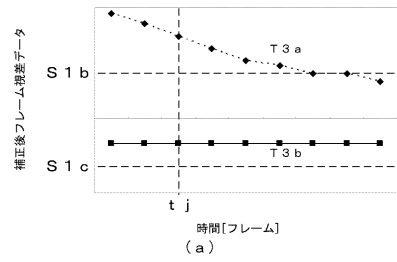
【図 29】



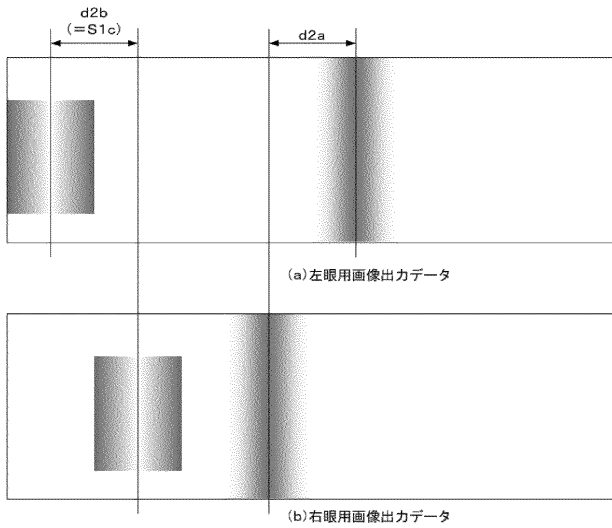
【図 30】



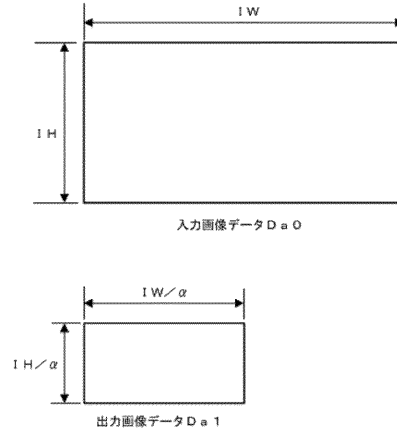
【図 31】



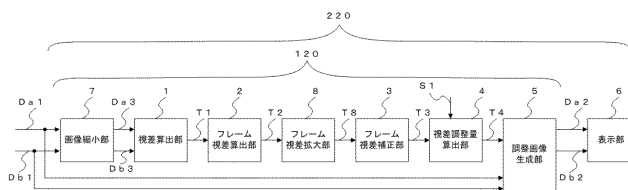
【図 32】



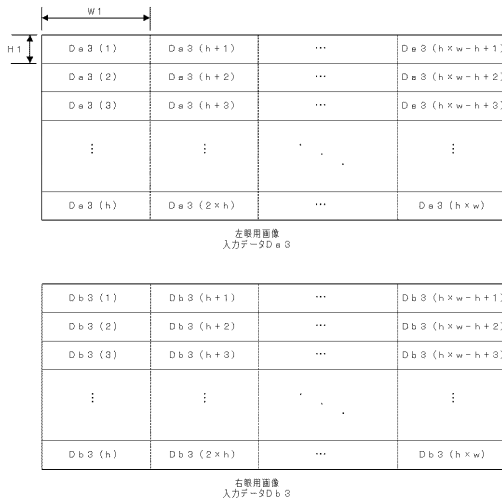
【図 34】



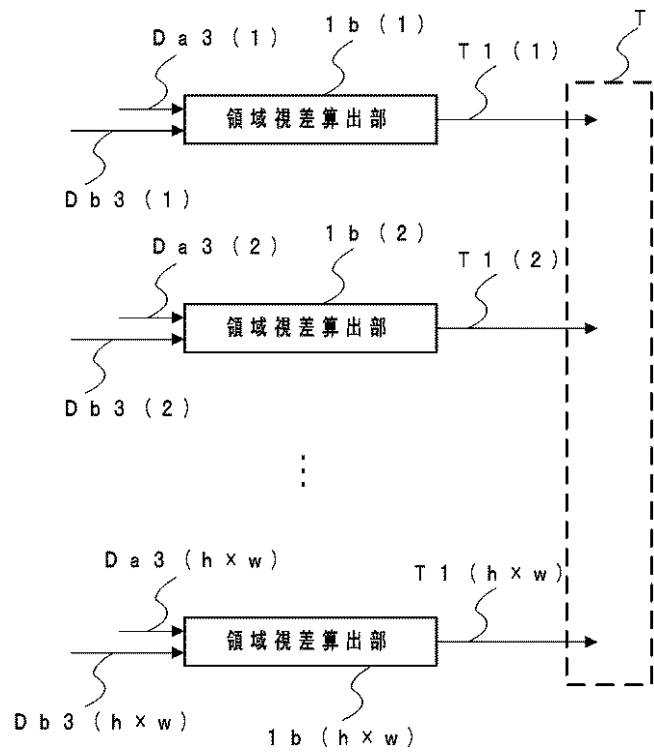
【図 33】



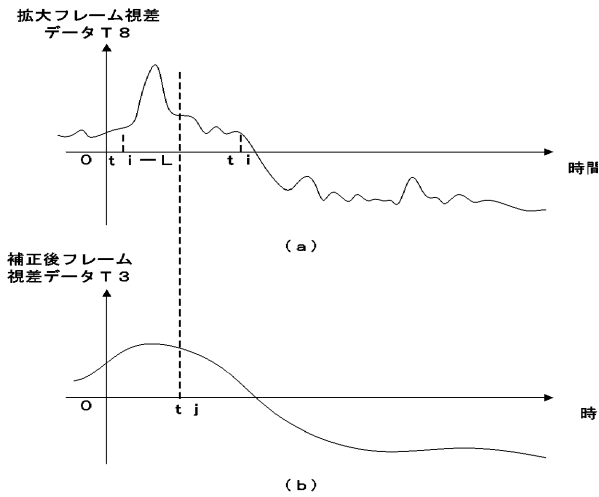
【図 35】



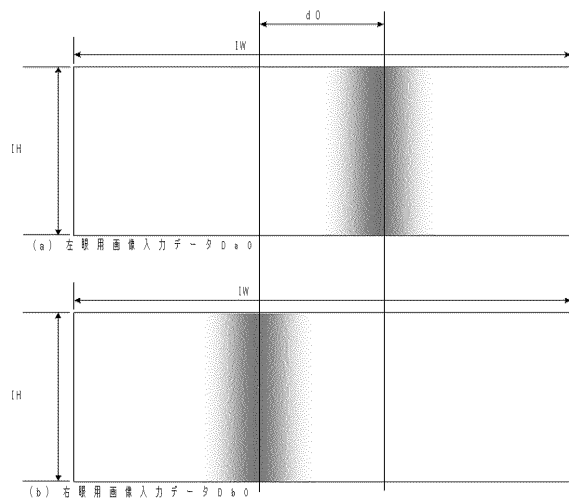
【図 36】



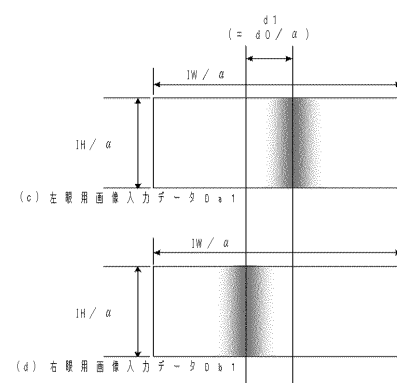
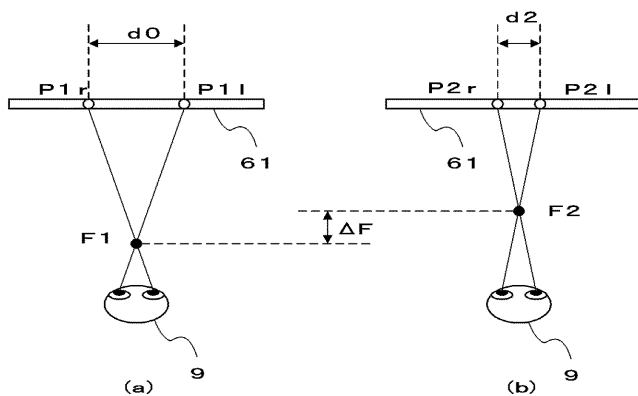
【図 37】



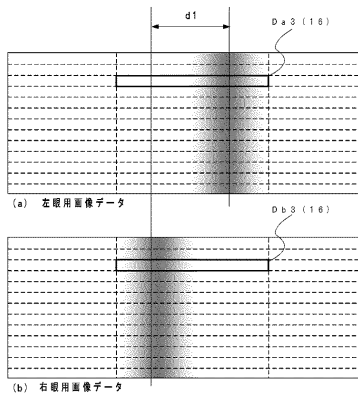
【図 39】



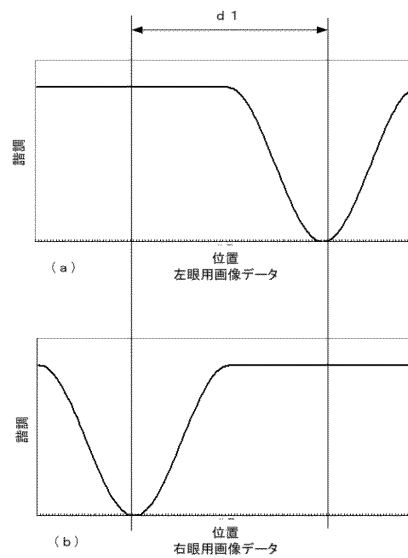
【図 38】



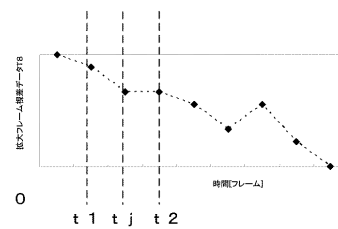
【図 40】



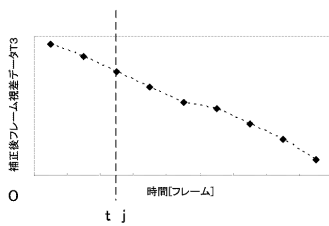
【図 41】



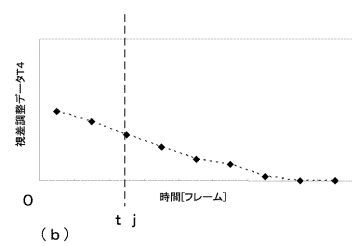
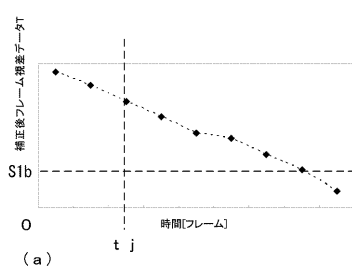
【図 42】



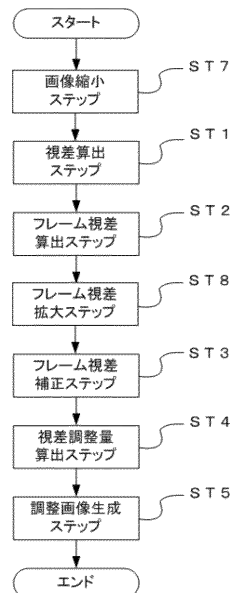
【図 43】



【図 44】



【図 45】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 坂本 浩隆  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 久保 俊明  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 小野 良樹  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 山中 聡  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- Fターム(参考) 5B050 AA10 BA10 CA07 EA07 FA02 FA06  
5C061 AA27 AB12