

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4884789号
(P4884789)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int.Cl.

G03H 1/26 (2006.01)
G03H 1/04 (2006.01)

F 1

G03H 1/26
G03H 1/04

請求項の数 9 外国語出願 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2006-25092 (P2006-25092)
 (22) 出願日 平成18年2月1日 (2006.2.1)
 (65) 公開番号 特開2006-235622 (P2006-235622A)
 (43) 公開日 平成18年9月7日 (2006.9.7)
 審査請求日 平成21年1月28日 (2009.1.28)
 (31) 優先権主張番号 200500673-9
 (32) 優先日 平成17年2月1日 (2005.2.1)
 (33) 優先権主張国 シンガポール (SG)

(73) 特許権者 500563924
 ソニー エレクトロニクス (シンガポール) プライベート リミテッド
 シンガポール共和国 609930 ザ・ストラテジー タワーワン #01-10
 インターナショナルビジネスパーク 2
 (73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100067736
 弁理士 小池 晃
 (74) 代理人 100086335
 弁理士 田村 榮一
 (74) 代理人 100096677
 弁理士 伊賀 誠司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラフィックステレオグラムにおけるゴーストの低減

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成する画像処理方法において、

上記複数のソースデータフレームを複数のセクションに分割するステップと、
 上記複数のセクションをマッピングし、複数のプリディストーション画像を生成するステップと、

上記複数のプリディストーション画像の飽和のばらつきを補償するステップと、
 上記複数のプリディストーション画像を圧縮し、複数のホログラフィック要素を生成するステップと、

上記複数のホログラフィック要素をホログラフィック記録媒体に記録し、上記ホログラフィックステレオグラムを生成するステップとを有する画像処理方法。

【請求項 2】

上記複数のプリディストーション画像の1つ以上の画素に補償アルゴリズムを適用することによって、該複数のプリディストーション画像を補償するステップを更に有する請求項1記載の画像処理方法。

【請求項 3】

上記補償アルゴリズムは、上記複数のホログラフィック要素が上記ホログラフィック記録媒体に記録されるとき、上記複数のプリディストーション画像の1つ以上の画素を調整し、後の飽和度のばらつきを少なくとも部分的に補償することを特徴とする請求項2記載

の画像処理方法。

【請求項 4】

上記複数のプリディストーション画像の 1 つ以上の画素に 1 つ以上の減衰率を適用することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の画像処理方法。

【請求項 5】

上記画素に適用される減衰率は、上記ホログラフィック記録媒体に記録される複数のホログラフィック要素のゼロではない画素値の予測される最低のレベルに画素値を小さくすることを特徴とする請求項 4 記載の画像処理方法。

【請求項 6】

第 2 のホログラフィックステレオグラムの複数のプリディストーション画像の複数の画素の平均画素値と、該第 2 のホログラフィックステレオグラムから再生された画像の明度との間に基準関係を確立するステップを更に有する請求項 1 乃至 5 いずれか 1 項記載の画像処理方法。 10

【請求項 7】

上記基準関係は、色グラデーションを有する一連の基準ソースデータフレームから決定されることを特徴とする請求項 6 記載の画像処理方法。

【請求項 8】

上記基準関係は、
(a) 色グラデーションを有する一連の基準ソースデータフレームを生成するステップと、 20

(b) 上記一連の基準ソースデータフレームを分割及びマッピングし、一組のプリディストーション画像を生成するステップと、

(c) 上記一組のプリディストーション画像を圧縮し、一組のホログラフィック要素を生成するステップと、

(d) 上記一組のホログラフィック要素を第 2 のホログラフィック記録媒体に記録し、第 2 のホログラフィックステレオグラムを生成するステップと、

(e) 上記第 2 のホログラフィックステレオグラムから再生された画像の明度を測定するステップと、

(f) 上記第 2 のホログラフィックステレオグラムから再生された画像の明度に対して、上記一組のプリディストーション画像の画素の平均画素値のグラフをプロットするステップとによって確立されることを特徴とする請求項 6 記載の画像処理方法。 30

【請求項 9】

上記第 2 のホログラフィック記録媒体は、上記ホログラフィック記録媒体と同じ種類の媒体であることを特徴とする請求項 8 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、ホログラフィックステレオグラムに関する。詳しくは、本発明は、ホログラフィックステレオグラムにおけるゴースト (ghosting) の低減に関する。

【背景技術】

【0002】

ホログラフィックステレオグラムは、ホログラフィック要素（以下、ホログル（hologram））という。）としてホログラフィック記録媒体に連続的に記録される一組の被写体の平面像から構成又は合成されるホログラムの一種である。

【0003】

図 1 は水平視差のみのステレオグラム 10 を生成する処理を示している。オブジェクト 15 の平面像を含む複数のソースデータフレーム 14 の形式を有するソースデータ 12 は、プロセッサ 16 に入力され、プロセッサ 16 は、各ソースデータフレーム 14 を分割する。そして、ソースデータフレーム 14 の各セクション 18 は、再マッピングアルゴリズム（例えば、再センタリング、パンニング又は回転。これは、ビデオカメラによって被写 40

体がどのように捕捉されたかを示す。)を用いて配置され、複数のプリディストーション画像 20 を生成し、これらの複数のプリディストーション画像 (pre-distort image) 20 は、例えば、液晶ディスプレイ (liquid crystal display: 以下、LCD という。) 等の空間光変調器 (spatial light modulator: 以下、SLM という。) 22 に供給される。そして、プリディストーション画像 20 は、(多くの場合、非常に複雑なレンズのアセンブリである) 収束レンズ 24 を介して、フォトポリマ等のホログラフィック記録媒体 26 に投射される。

【0004】

収束レンズ 24 は、プリディストーション画像 20 を複数のホログラフィック要素 28 に圧縮し、複数のホログラフィック要素 28 のそれぞれは、ホログラフィック記録媒体 26 に連続して記録され、ホログラフィックステレオグラム 10 を生成する。

10

【0005】

図 2 は、一組のソースデータ 12 及び図 1 に示す手法によって生成されたホログラフィックステレオグラム 10 から再生された対応する一組の画像 30 を示している。これは、観察者が現実に見る画像を粗く示している。明度、コントラスト等は、これと異なる場合がある。ホログラフィックステレオグラム 10 は、ソースデータ 12 を正確に再生することが理想的である。しかしながら、図 2 に示すように、ホログラフィックステレオグラム 10 から再生された画像 30 内には、影が現れることが多い。ホログラフィックステレオグラム 10 から再生された画像 30 内に現れる「影」は、ゴーストと呼ばれる。このゴースト現象により、ホログラフィックステレオグラムの画像 30 の忠実性が損なわれる。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで、上述の課題に鑑み、本発明の目的は、最終的なステレオグラム画像が元の画像 30 を可能な限り正確に再現するように、ホログラフィックステレオグラムから再生された画像内のゴーストを低減又は除去するホログラフィックステレオグラムを生成することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、ホログラフィックステレオグラムを生成する画像処理方法及びこれにより生成されたステレオグラムを提供する。なお、本発明は、様々な形式で実現でき、例えば、処理、装置、システム、機器又は方法として実現できる。

30

【0008】

本発明の第 1 の側面として、本発明は、複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成する画像処理方法を提供する。複数のソースデータフレームを複数のセクションに分割し、この複数のセクションをマッピングし、複数のプリディストーション画像を生成する。複数のプリディストーション画像の飽和のばらつきを補償し、複数のプリディストーション画像を圧縮し、複数のホログラフィック要素を生成し、複数のホログラフィック要素をホログラフィック記録媒体に記録し、ホログラフィックステレオグラムを生成する。

40

【0009】

好ましくは、複数のプリディストーション画像内の 1 以上の画素に補償アルゴリズムを適用することによって、複数のプリディストーション画像を補償する。補償アルゴリズムは、例えば、複数のホログラフィック要素がホログラフィック記録媒体に記録されるとき、複数のプリディストーション画像内の 1 以上の画素を調整し、後の飽和度のばらつきを少なくとも部分的に補償する。複数のプリディストーション画像の 1 以上の画素に 1 つ以上の減衰率を適用してもよい。例えば、画素に適用される減衰率によって、同じフレーム又は他のフレームにおける同じ圧縮軸に沿う画素値に関して、画素値を小さくしてもよい。画素に適用される減衰率は、同じ圧縮軸に沿った最低の画素値のレベルに画素値を低減してもよい。

50

【 0 0 1 0 】

好ましくは、画像処理方法は、複数のプリディストーション画像の複数の画素の平均画素値と、ホログラフィックステレオグラムから再生された画像の明度の間でグラフィカルな関係を確立するステップを有する。平均画素値は、複数のプリディストーション画像の圧縮軸に亘って平均できる。このグラフィカルな関係は、色グラデーションを有する一連の基準ソースデータフレームを生成するステップと、一連の基準ソースデータフレームを分割及びマッピングし、一組のプリディストーション画像を生成するステップと、一組のプリディストーション画像を圧縮し、一組のホログラフィック要素を生成するステップと、一組のホログラフィック要素を第2のホログラフィック記録媒体に記録し、第2のホログラフィックステレオグラムを生成するステップと、第2のホログラフィックステレオグラムから再生された画像の明度を測定するステップと、第2のホログラフィックステレオグラムから再生された画像の明度に対して、一組のプリディストーション画像内の画素の平均画素値のグラフをプロットするステップとによって確立してもよい。

【 0 0 1 1 】

複数のプリディストーション検査画像の平均画素値と、ホログラフィックステレオグラムから再生された画像の明度との間のグラフィカルな関係を用いて、プリディストーション画像から測定された平均画素値の測定値に基づいて、最終的なホログラフィックステレオグラムから再生される実際の画像の明度を予測することができる。そして、予測された明度に基づいて、プリディストーション画像を補償することができる。

【 0 0 1 2 】

色に基づいて、予測される明度に重み付け係数を適用してもよい。このような重み付け係数は、画素の1つの色成分の重み付け係数の、画素の他の色成分の平均画素値に対するグラフから得ることができる。このグラフは、好ましくは、それぞれが色成分の異なる組合せを有する複数のセクションを有し、第2のソースデータフレームが一方の側に黒の領域を有する第1のソースデータフレーム及び第2のソースデータフレームを生成し、第1のソースデータフレーム及び第2のソースデータフレームからそれぞれ第1の画像及び第2の画像を導出し、第2の画像の基準セクションから基準比率を算出し、第2の画像の各残りのセクションの比率を算出し、各残りのセクションの比率を基準比率で除算し、重み付け係数軸に沿った座標を求め、一方の座標が重み付け係数軸に沿って表され、他方の座標が画素内の他の色成分の各平均画素値軸に沿って表された複数の点をプロットし、グラフを作成することによって作成される。

【 0 0 1 3 】

本発明の第2の側面として、本発明は、ホログラフィックステレオグラムにおけるゴーストを低減する画像処理方法を提供する。複数のソースデータフレームは、分割され、分割されたセクションがマッピングされて複数のプリディストーション画像を生成し、複数のプリディストーション画像の飽和のばらつきを補償する。

【 0 0 1 4 】

本発明の第3の側面として、本発明は、プリディストーション画像を変更し、複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成する画像処理方法を提供する。プリディストーション画像は、ソースデータフレームを複数のセクションに分割し、複数のセクションをマッピングすることによって生成され、この複数のプリディストーション画像の飽和のばらつきを補償する。

【 0 0 1 5 】

第2及び第3の側面では、複数のプリディストーション画像を補償する前に複数のソースデータフレームを複数のセクションに分割し、セクションをマッピングして複数のプリディストーション画像を生成する。第3及び第4の側面では、複数のプリディストーション画像を補償した後に、補償されたプリディストーション画像を圧縮し、複数のホログラフィック要素を生成し、ホログラフィック記録媒体に記録し、ホログラフィックステレオグラムを生成する。

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

本発明の第4の側面として、本発明は、第1乃至第3の側面のいずれかに基づいて生成されたホログラフィックステレオグラムを提供する。

【0017】

本発明の第5の側面として、本発明は、複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成する画像処理装置を提供する。画像処理装置は、複数のソースデータフレームを複数のセクションに分割する分割手段と、複数のセクションをマッピングし、複数のプリディストーション画像を生成するマッピング手段と、複数のプリディストーション画像内の1以上の画素に補償アルゴリズムを適用することによって、複数のプリディストーション画像を補償する補償手段とを備える。

【0018】

本発明の第6の側面として、本発明は、複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成するコンピュータシステムを提供する。コンピュータシステムは、複数のソースデータフレームを受け取る外部機器インターフェースを備える。外部機器インターフェースに接続されるプロセッサは、複数のソースデータフレームを分割及びマッピングして複数のプリディストーション画像を生成する。プロセッサに接続されるメモリは、1以上の画素に適用され、複数のプリディストーション画像における飽和のばらつきを補償する補償アルゴリズムを保存する。

【0019】

本発明の第7の側面として、本発明は、複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成するコンピュータプログラム製品を提供する。コンピュータプログラム製品は、外部機器インターフェースに接続される複数のソースデータフレームを分割及びマッピングして複数のプリディストーション画像を生成するコンピュータにより読み取可能なプログラムコードと、複数のプリディストーション画像における飽和のばらつきを補償する補償アルゴリズムを1以上の画素に適用するコンピュータにより読み取可能なプログラムコードとを備える。

【0020】

第5の側面の画像処理装置、第6の側面のコンピュータシステム及び第7の側面のコンピュータプログラム製品は、いずれも、第1の側面乃至第3の側面の画像処理方法に基いて動作してもよい。

【0021】

本発明の他の側面及び利点は、図面を用いて、本発明の原理を例示的に示す以下の詳細な説明により明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

ホログラフィックステレオグラムを生成する新たな手法を開示する。以下では、本発明を明瞭にするために、多くの具体的な詳細事項について詳しく説明する。但し、これらの具体的な詳細事項の一部又は全部によらずとも本発明を実施できることは当業者にとって明らかである。また、本発明の実施形態の詳細を必要に不明瞭にしないために、周知の処理動作については詳細には説明しない。

【0023】

本発明者らは、ホログラフィックステレオグラムのゴースト現象を研究し、ゴースト現象は、ホログラフィック要素がホログラフィック記録媒体に記録されるときに発生することを見出した。すなわち、ゴーストは、記録媒体の非直線的な特性、及びこの結果生じる飽和レベルのばらつきに起因することが見出された。このため、隣接するソースデータフレームからのデータによって、ホログラフィック要素が「汚染」された印象を与える。

【0024】

ゴーストを発生させるメカニズムは、記録材料（例えば、フォトポリマー）における制約に起因する。フォトポリマーの回折効率（明度）は、フォトポリマーに照射されるレーザパワーの増加に伴って、直線的又は無制限に高まるわけではない。ホログルに照射されるレーザパワーが小さい場合（プリディストーション画像によって判定される。）は、フォトボ

10

20

30

40

50

リマの性能は「歪まない (not strained)」。一方、ホロゲルに照射されるレーザパワーが大きい場合 (パレット値の高いプリディストーション画像によって判定される。) は、フォトポリマの性能は、「歪み (strained)」、速やかに性能限界に達し、すなわち、飽和する。

【0025】

図3 (a) ~ (c) は、従来の技術処理に基づいて、ホログラフィック記録媒体に一連のプリディストーション画像をホログラフィック要素として記録する際に生じる変化を示している。詳しくは、図3 (a) は、一連のプリディストーション画像を示し、図3 (b) は、ホログラフィック記録媒体に記録される、図3 (a) の一連のプリディストーション画像から生成された一連のホログラフィック要素を示し、図3 (c) は、プリディストーション画像を表すために図3 (b) の一連のホログラフィック要素を引き延ばして示している。

10

【0026】

飽和 (すなわち、記録媒体に照射するレーザパワーを増加しても、明度がしだいに小さく又は平らになること) は、ホログラフィック記録媒体に記録されたホログラフィック要素において観測される。但し、ゴーストの出現のために、ホログラフィック要素を構成する画素の飽和の度合いは様々である。換言すれば、ゴースト現象は、ホログラフィック要素を構成する幾つかの画素の飽和度を示す。この結果、ホログラフィック要素内では、プリディストーション画像内で、単色 40 の複数の色調 32、34、36、38 が観測される。

20

【0027】

ゴースト現象を低減するために、本発明者らは、プリディストーション画像に適用され、プリディストーション画像において、関連する画素値を関連する量により調整することによって、ゴースト現象から生じる画素の飽和度のばらつきを補償する補償アルゴリズムを考案した。このアルゴリズムは、飽和を予測して、後の処理において、特定の画素値を小さくする。補償アルゴリズムは、ソースデータに基づいてプリディストーション画像を生成するプロセッサによって処理されるソフトウェアに書き込むことができる。

【0028】

図4 (a) は、本発明の一実施形態に基づく補償アルゴリズムを適用する前のプリディストーション画像を示している。プリディストーション画像は、従来の技術と同様に、ソースデータから生成することができる。

30

【0029】

なお、この実施形態では、4 個のソースデータフレームを用いているが、用いるソースデータフレームの個数は、4 個よりも少なくてよい。通常、このようなフレームの数は、150 ~ 225 個の範囲内にある。同様に、この具体例では、(総数 50 個のうちの) 4 個のプリディストーションフレームのみを示しているが、これより多くのフレームを用いてもよい。圧縮軸内のプリディストーションフレームの数は、生成されるホログラフィックステレオグラムにおける同じ圧縮軸内のホロゲルの数である。例えば、最終的なホログラフィックステレオグラムの幅を 45 mm とし、各ホロゲルの幅を 0.2 mm とした場合、ホロゲルの数は 225 個であり、したがって、225 個のプリディストーション画像が必要である。また、最終的なホログラフィックステレオグラムの幅を 10 mm とし、各ホロゲルの幅を 1.0 mm とした場合、ホロゲルの数は 10 個であり、したがって、10 個のプリディストーション画像が必要となる。

40

【0030】

ソースデータは、例えば、ビットマップグラフィック (bit-mapped graphic: BMP)、ジョイントフォトグラフィックエキスパートグループ (Joint Photographic Experts Group: JPEG)、又はオーディオビデオインターブード (Audio Video Interleaved: AVI) 等を始めとして、如何なるフォーマットを有していてもよい。これに対応して、各ソースデータフレームは、連続した BMP ストリーム内の独立したビットマップ画像、单一の JPEG 画像ファイル又は AVI ファイル内の静止画像等であってもよい。

50

【0031】

図4(b)は、本発明の一実施形態に基づく補償されたプリディストーション画像を示している。図4(b)では、ゴースト現象のため、平均画素値が最も高い上部領域及び下部領域内の画素は、中央領域42、44、46内の画素より飽和度が高い。ここで、調整を行わなければ、中央領域42、44、46は、上部領域及び下部領域より明るく見える。このため、上部領域及び下部領域ほど飽和していない中央領域42、44、46の画素値を低減する。これにより、中央領域は、上部領域及び下部領域に一致し、最終的なホログラフィックステレオグラムにおいて、如何なる色(この場合、緑色の)の画素値も同じになる(例えば、緑の場合、R0、G255、B0)。

【0032】

10

図4(c)は、図4(b)に示す、本発明の一実施形態に基づく補償されたプリディストーション画像から生成される圧縮されていないホログラフィック要素を示している。ホログラフィック要素を構成する幾つかの画素の飽和度を補償したことにより、圧縮されていないホログラフィック要素内の画像オブジェクトに対応する部分の周囲に単色が観測される。

【0033】

本発明者らは、プリディストーション画像から生成されたホログラフィック要素をホログラフィック記録媒体に記録する際に、後に低下した飽和度を補償するように、プリディストーション画像の影響を受ける画素を調整する、以下の補償式(1)を導出した。

【0034】

20

【数1】

$$\text{palette}_{\text{New}} = \text{palette} \times \text{atten} \quad (1)$$

【0035】

ここで、 $\text{palette}_{\text{New}}$ は、プリディストーション画像内の画素の補償された画素値を表し、 palette は、プリディストーション画像内の画素の元の画素値を表し、 atten は、ゴースト現象を減少させるためにパレットを調整する度合いを決定する減衰率を表す。

【0036】

30

各画素は、3つの成分値、すなわち、赤成分、緑成分及び青成分で表すことができる。各成分値は、画素の特定の色成分の強度を示している。したがって、各色成分の値を含む画素値は、画素の色を示している。

【0037】

画素によって表すことができる固有の色の数は、ビット/画素(bits per pixel: bpp)の数に依存する。24bpp画素フォーマットでは、赤/緑/青(RGB)成分のそれぞれが8ビットのバイトからなり、0~255の範囲の数値を表す。したがって、24bppモードの画素は、1677万7216個の色を表すことができる。例えば(赤=0, 緑=0, 青=0)を意味する(0, 0, 0)の値を有する画素は黒であり、(255, 255, 255)の値を有する画素は白であり、(255, 0, 0)の値を有する画素は赤であり、(255, 255, 0)の値を有する画素は黄色であり、(255, 165, 0)の値を有する画素はオレンジである。

40

【0038】

本発明を説明するために、本発明の実施形態では、24bppモードを採用する。なお、例えば、画素が256の色を有することができる8bpp画素フォーマット又は画素が6万5536の色を有することができる16bpp画素フォーマットを始めとして、本発明を他の如何なるモードに適用してもよいことは明らかである。

【0039】

減衰率 atten の目的は、プリディストーション画像内の画素の実際の画素値 palette を、ホログラフィック記録媒体に記録されるホログラフィック要素内で(オブジ

50

エクトを表す画素を除いた) 最低の画素値に低減させることである。

【0040】

ここで、ソース画像が1つの色の1つの色調だけを有すると仮定する(オブジェクト自身は無視する)。元のソース画像の色調が1つだけであるなら、最終的なホログループリントの色調も1つだけであるべきである。したがって、(1つの色調だけが存在するよう)複数の色調を排除すべきである。この処理は、単純に2つのステップに簡素化できる。

【0041】

ステップ1: 最も暗い色調を特定する。

【0042】

ステップ2: 最も暗い色調に一致するように、全てのより明るい色調の明度を低減する。

【0043】

図3(c)に示す中央ホログル(引き延ばされている)は、4つの異なる色調を示し、すなわち、画像の上部及び下部の帯状の領域における最も暗い色調32と、中心が最も明るく、2番目に明るい領域が最も暗い色調32に隣り合う3つのより明るい帯状の領域の色調34、36、38とを示す。ここでの目的は、プリントされるホログルで内の3つのより明るい帯状の領域の明度を下げ、これらの全ての色調を最も暗い色調32であるターゲット色調に一致させることである。望ましい一定の色調を図4(c)に示す。

【0044】

ホログラフィック要素の最低の画素値は、ホログラフィック記録媒体の性能に依存している。ホログラフィック記録媒体に照射される光の強度が一定の場合、ホログラフィック記録媒体の性能が高いほど、形成されるホログラフィック要素は明るくなる。記録材料の性能は、露光されるレーザパワー等の因子に影響を受ける。

【0045】

記録材料の性能がどれ程高いかは、ホログラフィックステレオグラムプリントによって容易に確認することができる。すなわち、ホログラフィック画像が明るい程、記録材料の性能は高い。この性能は、一般的に、記録材料の回折効率(Diffraction Efficiency:以下、DEという。)と呼ばれる。単純に言えば、DEが高ければ高い程、光の反射量が多く、観察者にとって、画像は、より明るく見える。一旦ホログラフィックステレオグラムが記録されると、記録材料の各部分の回折効率は異なる。

【0046】

減衰率 a_{atten} は、まず、プリディストーション画像の圧縮軸に沿う平均画素値 $p_A \vee g$ と、補償されていないホログラフィックステレオグラムから再生された画像における対応する画素の明度 B_r との間の関係から求められる。この関係は、好ましくは、対象のホログラムを記録するために用いられるものと同じホログラフィック記録材料によって判定される。一旦、平均画素値 $p_A \vee g$ と明度 B_r との間の関係が確立されると、補償されていないホログラフィック要素を構成する個々の画素の明度は、対応するプリディストーション画像を構成する画素の平均画素値 $p_A \vee g$ から予測できるようになる。これにより、ホログラフィック要素がホログラフィック記録媒体に記録されるとき、不正確な明度を適切な明度に補償することによって、ゴースト現象の影響を受ける画素を調整できる。

【0047】

図5は、RGB成分の1つについて、平均画素値 $p_A \vee g$ と明度 B_r との間の関係を確立する手法の一部を示している。まず、図5に示すように、オブジェクトによってカバーされるフレームの数が徐々に増加するように、一連の基準データフレーム又はソースデータフレーム50を生成する。次に、従来の技術と同様に、マッピングアルゴリズムによって各ソースデータフレーム50を分割し及び配置し、一組のプリディストーション画像を生成する。更に、プリディストーション画像を圧縮し、一組のホログラフィック要素52を生成する。そして、ホログラフィック要素52をホログラフィック記録媒体に連続して記録し、従来の手法でホログラフィックステレオグラム54を形成する。説明を明瞭にす

10

20

30

40

50

るために、図 5 には、圧縮されていない形式のホログラフィック要素 5 2 を示している。

【0048】

ここでは、ホログラフィックステレオグラム 5 4 に対して、複数の視点 5 6 に電荷結合素子 (CCD) 又は分光器を配置し、ホログラフィックステレオグラム 5 4 から再生されたソースデータフレーム 5 0 に対応する一連の画像 5 8 の明度 B_r を測定する。

【0049】

ホログラフィックステレオグラム 5 4 を作成するために用いられた同じフレームについて、平均画素値 $pAvg$ の値を判定する。

【0050】

この具体例では、10 個の異なるフレームと、10 個のホロゲルがある。10 個のフレームは、最後のホロゲル内のオブジェクトを除いて単一の色（例えば、緑）の10 個の異なる色調を示し、これらは、プリディストーション画像（これらの画像は全て同じである）内の10 個の異なる平均画素値 $pAvg$ 値から生じる。これらの異なる色調は、10 個の異なる層に現れる。10 個の異なる層に対応する位置でホログラフィックステレオグラムの明度値を判定することによって、明度 B_r を平均画素値 $pAvg$ にリンクする曲線をプロットすることができる。10

【0051】

プリディストーション画像のそれぞれには、 n 行 i 列の画素がある。プリディストーション画像 6 4 内の画素の各行 n の画素 6 2 の平均画素値 $pAvg$ は、以下の式に基づいて算出される。20

【0052】

【数 2】

$$pAvg_n = \frac{\sum_{i=1}^{num_horiz_pix} palette_{n,i}}{num_horiz_pix} \quad (2)$$

【0053】

ここで、 num_horiz_pix は、圧縮軸に亘る画素の総数を表し、 $pAvg_n$ は、画素の行 n の圧縮軸に亘って平均された画素値を表す。30

【0054】

カラーステレオグラムの場合、各 RGB 成分の平均画素値 $pAvg$ は、別々に計算される。

【0055】

プリディストーション画像 6 4 の各画素 6 2 は、黒の場合、0 の最小画素値を有し、特定の原色（例えば、緑）の場合、255 の最大画素値を有する。平均画素値 $pAvg$ は、圧縮軸に亘る画素 6 2 の全て画素値の総和を求め、この総和を圧縮軸に亘る画素の総数で除算することによって算出される。ここでは、水平視差システムについて説明しているが、本発明は、垂直視差システム又は全方向視差システムにも適用できることは明らかであり、全方向視差システムについては、後に説明する。40

【0056】

図 6 に示すように、水平方向及び垂直方向のそれぞれには、何百もの画素があつてもよいが、10 個のフレームしかないという事実は、プリディストーション画像を圧縮軸に亘る 10 個の異なるストリップに分割できることを意味する。全ての行について、各ストリップ内の画素値は全て同じである。更に、これらの特定のソースデータフレームの性質のため、プリディストーション画像は、11 個の異なる層を有するとみなすことができる。各層内において、画素の如何なる列についても、画素値は全て同じであり、各層内において、画素の行は同じである。このような層は 11 個しかなく、それらは全て異なるため、以下の表 1 に示すように、11 個の異なる平均画素値 $pAvg$ 値が得られる。表 1 では、50

この具体例では、緑色であるモノクロの画像を仮定し、1つの色チャンネルだけを示す。2つ以上の色がある場合、各色について同様の演算を行う。

【0057】

【表1】

表1

層	演算	<i>pAvg</i>
第1 (トップ)	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255) / 10$	255
第2	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0) / 10$	229.5
第3	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0) / 10$	204
第4	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0) / 10$	178.5
第5	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	153
第6	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	127.5
第7	$(255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	102
第8	$(255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	76.5
第9	$(255 + 255 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	51
第10	$(255 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	25.5
第11 (ボトム)	$(0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	0

【0058】

ここでは、説明を簡潔にするために、各行について演算を行うのではなく、各層の各ストリップについて、1つの値だけを示している。

【0059】

図5を用いて説明したようにして導出された画像58の画素の明度Br及び図6を用いて説明したようにして導出されたプリディストーション画像64の対応する画素62の平均画素値pAvgは、一組の点を提供する。画像58のそれぞれの異なる視点の明度Br及びプリディストーション画像内の対応する画素層の平均画素値pAvgは、平均画素値pAvg対明度Brのグラフ上の点を構成する。これらの点の集合を用いて、平均画素値pAvg対明度Brのグラフをプロットする。平均画素値pAvgが0の行(及び層)は、無視される。この結果、ホログラフィックステレオグラム54の最も左側の視点56がプリディストーション画像64の10番目の層(0ではない第1の層)に対応する。プリディストーション画像52は、元の画像50の暗黙的な表現である。目が最も左側の視点56にある場合、その目には、各ホログラフィック要素52の「最左端」の列が見える。目に見えるこれらの全ての列の「集合(assembly)」は、まとめて、最も左側の視点56を再生する。ホログラフィックステレオグラム54の最も右側の視点56は、プリディストーション画像64の第1の層に対応している。目が最も右側の視点56にある場合、その目には、ホログラフィック要素52の「最右端」の列が見える。目に見えるこれらの全ての列の「集合(assembly)」は、まとめて、最も右側の視点56を再生する。

【0060】

例えば、図8(a)を用いて後述するように、様々な点(この具体例では、10個の点)について、平均画素値pAvgと明度Brとの間の関係を示す最適なn次多項式(例えば、可能な限り正確に曲線を表す5次又は6次多項関数)を導出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

図5及び図6では、単色の場合を検討した。但し、画像は、多くの場合様々な色を有する。このため、記録材料上の赤、緑及び青のそれぞれについて、基準画像のこのような測定値及びグラフを作成する。

【 0 0 6 2 】

図5では、全ての視点をカバーする視野角は、約90°である。フレームが10個の場合、視点56の各間隔60を9°とすることにより、異なる画像が生成される。連続した視点56の間隔60が狭過ぎて、実質的に区別可能な明度Brの測定値を得ることができないと判断される場合（この間隔が9°の場合もある。）、図7を用いて説明するように、僅かに異なる手法を用いて明度Brを求めてよい。

10

【 0 0 6 3 】

図7に示す具体例では、色のグラデーションを有する第1及び第2の基準データフレーム又はソースデータフレームのシリーズ70、72を生成する。実際には、図7に示す第1及び第2のソースデータフレームのシリーズ70、72は、図5と同じソースデータフレームから作成されている。但し、第1のソースデータフレームのシリーズ70は、図5に示すソースデータフレームのシリーズ50内の1つおきのフレームを、それぞれ一度ずつ繰り返す（すなわち、2回出現する）ように構成されている。同様に、図7に示すように、第2のソースデータフレームのシリーズ72は、図5のソースデータフレームのシリーズ50内の残りの1つおきのフレームを、一度ずつ繰り返すように構成されている。そして、マッピングアルゴリズムを介して、これらの第1及び第2のソースデータフレームのシリーズ70、72を分割及び配置することにより、プリディストーション画像の第1の組及び第2の組を生成する。このプリディストーション画像の第1及び第2の組は、ホログラフィック要素の第1及び第2の組にそれぞれ圧縮され、これらは、第1及び第2のホログラフィック記録媒体に連続して記録され、第1及び第2のホログラフィックステレオグラム74、76が形成される。ここでは、各ホログラフィックステレオグラム74、76に対して、複数の視点78に電荷結合素子（CCD）又は分光器を配置し、ホログラフィックステレオグラム74、76から再生された、ソースデータフレーム70、72に対応する一連の画像80の明度Brを測定する。

20

【 0 0 6 4 】

画像80の画素の明度Br及び2つの対応するプリディストーション画像内の対応する画素の平均画素値pAvgは、平均画素値pAvg対明度Brのグラフをプロットし、曲線を描くための一組の点を提供する。

30

【 0 0 6 5 】

これでも各連続した視点78の間の間隔82が狭過ぎて、実質的に区別可能な明度Brの測定値を得ることができなければ、図7に示す処理を繰り返してもよく、すなわち、実質的に区別可能な明度Brの測定値を得るために各連続した視点の間の間隔が十分大きくなるまで、図5のソースデータフレーム50を繰り返す数を増やし、対応する数のソースデータフレームのシリーズ50を生成してもよい。

【 0 0 6 6 】

図8(a)は、1つの記録材料の1つの色成分について、基準画像から生成された明度Brと平均画素値pAvgとの間の関係を示している。全ての値が同じように測定されている限り、明度Brの単位は、任意又は無関係である。曲線を描く場合、第1の層に対応する明度Br（最低の明度Br及び最高の平均画素値pAvgを有する。）には、1.0の値を与え、（これにより、プリディストーション画像を補償する際、同じ平均画素値pAvgを有する他の行/層の減衰率attenが1になり、すなわち、このような行/層は、それ以上暗くならない。）、これに対応して第1の層に対応する明度Brと同じ量だけシフトさせることによってプロットされた他の明度Brは、1.0の値が与えられるようにシフトされる。

40

【 0 0 6 7 】

変形例として、以下の式(3)によって求められる平均画素値pAvgは、比率pAvg

50

g r a t i o として表現してもよい。

【0068】

【数3】

$$pAvg_{ratio} = (pAvg / palette_{Max}) \times 100\% \quad (3)$$

【0069】

ここで、*palette_{Max}*は、用いられている色モードに基づく最大画素値を表し、この具体例では、255である。

【0070】

したがって、平均画素値 *pAvg_{ratio}* に対する明度 *B_r* の一組の点をプロットした図8(b)に示す曲線は、RGB成分の1つに関する平均画素値 *pAvg_{ratio}* と明度 *B_r*との間の関係を示す。ここでも、明度 *B_r* の最小値は、1.0に設定する。

10

【0071】

上述したように、ゴースト現象は、ホログラフィックステレオグラムを構成するホログラフィック要素内の画素の飽和度を下げる。この結果、減衰率 *atten* は、補償されていないホログラフィックステレオグラムから再生された画像内の画素の明度 *B_r* に反比例する。この具体例では、以下に示すように、導出される減衰率 *atten* は、明度 *B_r* の逆数である。

【0072】

【数4】

$$atten = 1/B_r \quad (4)$$

【0073】

図8(c)は、この関係を示している。

【0074】

一旦、基準画像から、明度 *B_r* と平均画素値 *pAvg* の間の関係又は平均画素値 *pAvg_{ratio}* と明度 *B_r* の間の関係が判定されると、ホログラフィックステレオグラムに変換される実際の画像からの平均画素値 *pAvg* の測定値を用いて、正しい補償を実現するための対応する明度 *B_r* を導出することができる。

30

【0075】

図9は、ホログラフィックステレオグラムに低減されるソースデータフレームから導出されたプリディストーション画像48の平均画素値 *pAvg* の算出法を示している。プリディストーション画像48の各画素46は、最小画素値が黒の場合の0であり、最大画素値が255である。平均画素値 *pAvg* は、式(2)に基づいて、圧縮軸に亘る全ての画素の画素値の総和を求め、この総和を圧縮軸に亘る画素の総数（すなわち、プリディストーション画像について画素単位の幅）で除算することによって算出される。

【0076】

平均画素値 *pAvg* は、全ての画素行について算出する必要がある。したがって、画像の高さが480画素である場合、理論的には、480の画素行の全てについて平均画素値 *pAvg* を算出する必要がある。なお、ここでは、説明を簡潔にするために、4つのフレームのみを示しているので、4つの各画素値を用いて算出される7つの測定値だけを示している。図9では、平均画素値 *pAvg* が一定である領域の横に大括弧を示している。

40

【0077】

ここでは、水平視差システムについて説明しているが、本発明は、垂直視差システム又は全方向視差システムにも適用できることは明らかであり、全方向視差システムについては、後に説明する。垂直視差システムでは、上に説明した水平方向及び垂直方向に適用する様々な処理を逆にし、垂直方向及び水平方向に適用する。

【0078】

50

図9に示すプリディストーション画像48には、4つのフレーム及び7つの区別可能な層46がある。これにより、潜在的に7つの異なる平均画素値 $pAvg$ が得られるが、実際には、以下の表2に示すように、4つの異なる平均画素値 $pAvg$ のみを用いる。

【0079】

【表2】

表2

画素層	演算(1つの色チャンネルについて)	$pAvg$
第1 (トップ)	$(255 + 255 + 255 + 255) / 4$	255
第2	$(255 + 255 + 0 + 255) / 4$	191.25
第3	$(255 + 0 + 0 + 0) / 4$	63.75
第4	$(0 + 0 + 0 + 0) / 4$	0
第5	$(255 + 0 + 0 + 0) / 4$	63.75
第6	$(255 + 255 + 0 + 255) / 4$	191.25
第7	$(255 + 255 + 255 + 255) / 4$	255

10

20

【0080】

プリディストーション画像の全ての画素層について、平均画素値 $pAvg$ を測定することができる。図8(a)に示す平均画素値 $pAvg$ 対明度 B_r のグラフから(又は、図8(b)に示す平均画素値 $pAvg_{ratio}$ 対明度 B_r のグラフから $pAvg_{ratio}$ を用いて)、各平均画素値 $pAvg$ について、明度 B_r の予測値を得ることができる。式(4)に明度 B_r の予測値を代入することにより、プリディストーション画像の各画素について減衰率 $atten$ を算出してもよい。これに代えて、式(4)は、図8(a)及び図8(b)のグラフにプロットされた明度 B_r の範囲について、図8(c)に示すグラフとして表現してもよい。予測された画像の明度 B_r の減衰率 $atten$ は、図8(c)に示す B_r 対 $atten$ のグラフから読み出してもよい。更なる変形例として、 $atten$ 対 $pAvg$ (又は、 $atten$ 対 $pAvg_{ratio}$)の単一のグラフをプロットしてもよい。

30

【0081】

図8(a)～図8(c)のグラフ及び式(1)「 $palette_{New} = palette \times (1/Br)$ 」及び式(4)基づき、画素の3つの色成分のうち2つが0値、 $palette_{New}$ を有するモノクロシステムにおけるプリディストーション画像の画素の補償された画素値は、以下の式(5)、式(6)及び式(7)のいずれかによって算出できる。

40

【0082】

【数5】

$$palette_{New} = palette \times (1/Br) \quad (5)$$

$$palette_{New} = palette \times \{1/[f(pAvg_{ratio}) + 1]\} \quad (6)$$

$$palette_{New} = palette \times \{1/[f(pAvg) + 1]\} \quad (7)$$

【0083】

カラーシステム

50

ホログラフィックステレオグラムがRGB成分の3つの色成分のうち2つ以上の色成分を含むカラーシステムでは、単一のRGB成分の予測される明度Brは、他のRGB成分の画素値に影響を受ける。画素の画素値は、それぞれの3つのRGB成分の画素値の合計に比例していないので、カラーシステムのための実施形態では、重み付け係数Weight_Xを用いて、単一のRGB成分の画素値に対する他のRGB成分の画素値の作用を補償する。すなわち、明度Brは、以下の式(8)によって表現できる。

【0084】

【数6】

$$Br_{X(\text{colour})} = (Br_{X(\text{mono})} / \text{Weight}_X) \quad (8)$$

10

【0085】

ここで、 $Br_{X(\text{colour})}$ は、カラーシステム内の画素の成分X(RGB成分の1つ)の明度を表し、 $Br_{X(\text{mono})}$ は、モノクロシステムにおける画素のX成分の明度を表し、Weight_Xは、 $Br_{X(\text{mono})}$ に対する他の2つのRGB成分Y及びZの作用を表す。

【0086】

Weight_Xは、プリディストーション画像の画素の他の2つのRGB成分それぞれの平均画素値 $pAvg_{ratio,Y}$ 及び $pAvg_{ratio,Z}$ の関数である。

【0087】

【数7】

$$\text{Weight}_X = f(pAvg_{ratio,Y}, pAvg_{ratio,Z}) \quad (9)$$

すなわち、

$$\text{Weight}_G = f(pAvg_{ratio,R}, pAvg_{ratio,B}) \quad (10)$$

$$\text{Weight}_R = f(pAvg_{ratio,G}, pAvg_{ratio,B}) \quad (11)$$

$$\text{Weight}_B = f(pAvg_{ratio,R}, pAvg_{ratio,G}) \quad (12)$$

20

【0088】

モノクロのシステムについて上述した手法と同様に、平均画素値 $pAvg_{ratio}$ 対明度Brのグラフをプロットし、色の異なる組合せについて描かれた曲線は、各組合せについて、RGB成分の1つの平均画素値 $pAvg_{ratio}$ と明度Brとの間の関係を示す。図10は、平均画素値 $pAvg_{ratio,G}$ 対 Br_G の3つの曲線を示している。一番上の曲線は、R=B=0の曲線であり、図8(b)の曲線と同じである。中央の曲線は、R及びBがゼロではないR及びBの中間値を表す。一番下の曲線は、R=255, B=255の曲線である。これらの曲線の組から異なる色の重み曲線は、実際には、図11(a)、図11(b)及び図11(c)に示すような面曲線であることがわかる。

【0089】

30

したがって、重み付け係数Weight_Xと、平均画素値 $pAvg_{ratio,Y}$ 及び $pAvg_{ratio,Z}$ との間の関係は、図11(a)、図11(b)及び図11(c)に示すようなグラフとして表現することができる。図11(a)は、重み付け係数Weight_Gと、平均画素値 $pAvg_{ratio,R}$ 及び $pAvg_{ratio,B}$ との間の関係を示すグラフである。図11(b)は、重み付け係数Weight_Rと、平均画素値 $pAvg_{ratio,G}$ 及び $pAvg_{ratio,B}$ との間の関係を示すグラフである。図11(c)は、重み付け係数Weight_Bと、平均画素値 $pAvg_{ratio,R}$ 及び $pAvg_{ratio,G}$ との間の関係を示すグラフである。

【0090】

以下、図12(a)、図12(b)及び図13を用いて、本発明の一実施形態に基づき

40

50

図 1 1 (a) のグラフを作成する方法を説明する。

【 0 0 9 1 】

この方法では、図 1 2 (a) に示すように、一組のソースデータフレーム 2 0 0 を生成し、図 1 2 (b) に示すように、この結果、一組の画像 2 1 2 を生成する。

【 0 0 9 2 】

一組のソースデータフレーム 2 0 0 は、第 1 のソースデータフレーム 2 0 2 及び第 2 のソースデータフレーム 2 0 4 を含む。第 1 のソースデータフレーム 2 0 2 は、第 1 のセクションの組 2 0 6 を含み、各セクション 2 0 6 は、R G B 成分の異なる組合せ、したがつて、異なる色を有する。以下の表 3 は、第 1 のソースデータフレーム 2 0 2 の各セクション 2 0 6 の各 R G B 成分の画素値を示している。

10

【 0 0 9 3 】

【表 3】

表 3

R	G	B
0	255	0
128	255	0
255	255	0
0	255	128
0	255	255
128	255	128
128	255	255
255	255	128
255	255	255

20

【 0 0 9 4 】

この具体例では、第 1 のソースデータフレーム 2 0 2 の緑成分の画素値は、最大画素値で一定に保ち、B r g に対する青成分及び / 又は赤成分の存在の作用を判定する。各セクション 2 0 6 のための異なる色は、各セクション 2 0 6 の青成分及び赤成分の画素値を変更することによって得られる。B r g に対する青成分及び / 又は赤成分の存在の作用は、緑成分の画素値を最大画素値で一定に保つことによってより明らかになる。

30

【 0 0 9 5 】

一方、第 2 のソースデータフレーム 2 0 4 は、第 1 のセクションの組 2 0 6 と同じ色を有する第 2 のセクションの組 2 0 8 を含む。但し、第 2 のソースデータフレーム 2 0 4 の部分 2 1 0 における各 R G B 成分のそれぞれの画素値はゼロであり、図 1 2 (a) の右側に示すように、第 2 のソースデータフレーム 2 0 4 に黒の領域を形成する。

40

【 0 0 9 6 】

そして、上述したように、ソースデータフレームの組 2 0 0 をホログラフィック記録媒体にプリントすることにより、第 1 のホログラフィックステレオグラムを生成する。

【 0 0 9 7 】

図 1 2 (b) は、第 1 のホログラフィックステレオグラムから再生された一組のソースデータフレーム 2 0 0 の一組の画像 2 1 2 を示している。一組の画像 2 1 2 は、第 1 の画像 2 1 4 及び第 2 の画像 2 1 6 を含む。第 1 の画像 2 1 4 は、第 1 のソースデータフレーム 2 0 2 の再生であり、第 2 の画像 2 1 6 は、第 2 のソースデータフレーム 2 0 4 の再生である。第 1 の画像 2 1 4 及び第 2 の画像 2 1 6 のそれぞれの右側部分 2 1 8 、 2 2 0 において、飽和が観測される。

【 0 0 9 8 】

50

図13は、図12(b)の画像214から図11(a)のグラフをプロットするための点の算出を示している。画像214からの値は、例えば、マニュアルオーバーライド機能を有する市販のCCD(例えば、ソニー・サーバーショットDSC-V1(商標)等)を用いて測定することができる。マニュアルオーバーライド機能により、ユーザは、1) フォーカス距離、2) ホワイトバランス、3) f番号、4) 開口等の撮影条件を設定することができる。

【0099】

実行される演算の全ては、緑成分だけに関するものであるため、例えば、市販されている画像編集ソフトウェア(例えば、フォトショップ(Photoshop:商標))等、第1の画像214の色を3つのRGB成分のそれぞれの画素値に分割できるソフトウェアを用いて、第1の画像214及び第3の画像264の様々なセクションにおける緑成分の画素値を判定してもよい。10

【0100】

図12(b)の第1の画像214について、基準比率refを生成する。基準比率refは、飽和したセクションの画素値の飽和していないセクションに対する比率であり、飽和していないセクションは、緑だけを含み、すなわち、R=0、G=255、B=0(第1の画像214の最上位層)である。

【0101】

また、第1の画像214の残りのセクションのそれぞれについて、飽和したセクションの飽和していないセクションに対する画素値の比率 $r_1, r_2 \dots r_8$ も算出する。20

【0102】

比率 $r_1, r_2 \dots r_8$ のそれぞれを基準比率refで除算することにより、重み付け係数Weight_G軸に沿って、図11(a)のグラフをプロットするための点pt₁、pt₂…pt₈のそれぞれの座標が得られる。

【0103】

点pt₁、pt₂、pt₃、pt₄、pt₅、pt₆、pt₇、pt₈のそれぞれは、Weight_G軸に沿った座標と、Avgratio_R軸に沿った座標と、Avgratio_B軸に沿った座標とによって、すなわち、(Weight_G、Avgratio_R、Avgratio_B)によって表され、図13に示すようにプロットされる。平均画素値Avgratio_R及びAvgratio_B軸の座標は、それぞれ、第1のソースデータフレーム202のセクション206の個々の曲線内の赤成分及び青成分の画素値から得られる。30

【0104】

そして、図11(b)及び図11(c)のグラフを作成するために、図11(a)のグラフを作成する処理と同様の処理を繰り返す。図11(b)のグラフについては、ソースデータフレーム内の赤成分の画素値を一定に保ち、図11(b)のグラフの点は、再生画像内の赤成分の画素値に基づいて算出される。図11(c)のグラフについては、ソースデータフレーム内の青成分の画素値を一定に保ち、図11(c)のグラフの点は、再生画像内の青成分の画素値に基づいて算出される。

【0105】

グラフから明らかなように、他の2つの成分の画素値が0である場合、重み付け係数Weight_xは、値1で一定であり、Brx(colour)は、Brx(mono)に等しい。

【0106】

図11(a)～図11(c)のグラフにより、カラーシステムのプリディストーション画像の画素のRGB成分の補償された画素値palatte_{New}は、以下の式(13)～(21)のいずれかを用いて算出できる。

【0107】

【数8】

$$palette_{New, G (colour)}$$

$$= palette_G \times (1 / Br_{G (colour)}) \quad (13)$$

$$= palette_G \times \{1 / ([Br_{G (mono)} / Weight_G] + 1)\} \quad (14)$$

$$= palette_G \times \{1 / ([Br_{G (mono)}] / f(palette_R, palette_B)] + 1)\} \quad (15)$$

$$palette_{New, R (colour)}$$

$$= palette_R \times (1 / Br_{R (colour)}) \quad (16)$$

$$= palette_R \times \{1 / ([Br_{R (mono)} / Weight_R] + 1)\} \quad (17)$$

$$= palette_R \times \{1 / ([Br_{R (mono)} / f(palette_G, palette_B)] + 1)\} \quad (18)$$

$$palette_{New, B (colour)}$$

$$= palette_B \times (1 / Br_{B (colour)}) \quad (19)$$

$$= palette_B \times \{1 / ([Br_{B (mono)} / Weight_B] + 1)\} \quad (20)$$

$$= palette_B \times \{1 / ([Br_{B (mono)} / f(palette_R, palette_G)] + 1)\} \quad (21)$$

【0108】

例えば、カラーシステムにおけるプリディストーション画像の画素の緑成分の補償された画素値 $palette_{New, G (colour)}$ は、緑成分の画素値 $palette_G$ を求め、画素の平均画素値 $P Avg$ を求め、これに基づき図8(a)から $Br_{G (mono)}$ を求め、画素の平均画素値 $P Avg Ratio, R$ 及び $P Avg Ratio, B$ を求め、これに基づき、図11(a)から重み付け係数 $Weight_G$ を求めることにより、式(14)を用いて算出できる。

【0109】

図14は、本発明の一実施形態に基づいてホログラフィックステレオグラムを生成する方法300を示すフローチャートである。方法300は、被写体の2次元画像を含む複数のソースデータフレームを含むソースデータをプロセッサに入力するステップ302を有する。プロセッサは、ステップ304において、ソースデータフレームを分割する。ステップ306において、ソースデータフレームの各セクションをマッピングし、複数のプリディストーション画像を生成する。ステップ308において、プリディストーション画像の複数の画素に補償アルゴリズムを適用することによってゴースト現象を低減し、プリディストーション画像の飽和度のばらつきを補償する。その後、補償されたプリディストーション画像をSLMに入力する。ステップ310において、補償されたプリディストーション画像を圧縮し、複数のホログラフィック要素を形成し、ステップ312において、複数のホログラフィック要素のそれぞれをホログラフィック記録媒体に連続して記録し、ホログラフィックステレオグラムを生成する。

【0110】

プリディストーション画像のそれぞれを補償するステップ308の詳細を図15に示す。詳しくは、図15は、本発明の一実施形態に基づき、プリディストーション画像の飽和度のばらつきを補償する方法400を示すフローチャートである。方法400では、まず、ステップ402において、プリディストーション画像がモノクロ画像であるかカラー画像であるかを判定する。

【0111】

10

20

30

40

50

ステップ402において、プリディストーション画像がモノクロ画像であると判定された場合、ステップ404において、プリディストーション画像の各画素の画素値 $p_{\text{ale}}t_{\text{te}}$ 及び平均画素値 p_{Avg} を判定する。

【0112】

次に、ステップ408において、例えば、図5～図9を参照して上述した手法に基づいて、予測される明度 B_r 対平均画素値 p_{Avg} のグラフを作成する。次に、ステップ410において、予測される明度 B_r 対平均画素値 p_{Avg} のグラフに基づいて、予測される明度 B_r を判定する。

【0113】

そして、ステップ412において、式(5)、式(6)及び式(7)のいずれかを用いて、プリディストーション画像内の各画素の補償された画素値 $p_{\text{ale}}t_{\text{te}_{\text{new}}}$ を算出する。
10

【0114】

一方、ステップ402において、プリディストーション画像がカラー画像であると判定された場合、ステップ414において、プリディストーション画像の各画素のRGB成分のそれぞれの画素値 $p_{\text{ale}}t_{\text{te}_x}$ 及び平均画素値 p_{Avg_x} を判定する。
20

【0115】

次に、ステップ418において、例えば、図5～図9を参照して上述した手法に基づいて、R、G、B成分のそれぞれをXとして、予測される明度 B_{rx} 対平均画素値 p_{Avg_x} のグラフを作成する。次に、ステップ420において、R、G及びB成分のそれぞれをXとして、予測される明度 B_{rx} 対平均画素値 p_{Avg_x} のグラフに基づいて、予測される明度 B_{rx} を判定する。
20

【0116】

次に、ステップ424において、例えば、図11～図13を参照して上述した手法に基づいて、R、G及びB成分のそれぞれをXとして、平均画素値 p_{Avg_Y} 及び p_{Avg_Z} 対重み付け係数 Weight_x のグラフを作成する。そして、ステップ426において、平均画素値 p_{Avg_Y} 及び p_{Avg_Z} 対重み付け係数 Weight_x のグラフから、R、G及びB成分のそれぞれをXとして、重み付け係数 Weight_x を判定する。
20

【0117】

次に、ステップ428において、式(13)～(15)、(16)～(18)及び(19)～(21)に基づいて、プリディストーション画像の各画素の各RGB成分の補償された画素値 $p_{\text{ale}}t_{\text{te}_{\text{new}}, R}$ 及び $p_{\text{ale}}t_{\text{te}_{\text{new}}, G}$ 及び $p_{\text{ale}}t_{\text{te}_{\text{new}}, B}$ を算出する。
30

【0118】

図15に示す方法400は、ソースデータフレームから生成されるプリディストーション画像のそれぞれについて繰り返される。

【0119】

全方向視差

上述した処理及び実施形態は、単一平面のみに画像を生成する水平視差ホログラフィックステレオグラムのためのものである。本発明は、複数の平面で画像を生成する全方向視差ホログラフィックステレオグラムにも適用できる。
40

【0120】

本発明に基づく全方向視差ホログラフィックステレオグラムの生成では、上述した水平視差ホログラフィックステレオグラムに用いた多くの側面を用いる。

【0121】

全方向視差ホログラフィックステレオグラムの一組のソースデータフレーム502を図16に示す。ソースデータフレーム502は、それぞれが4つのフレーム506a、506b、506c、506dを含む複数のフレームのシリーズ504a、504b、504c、504dを含む。先の実施形態と同様に、通常、各フレームのシリーズは、4つのフレームより多くのフレームを含み、フレームシリーズの数も4つより多い。更に、フレー
50

ムのシリーズ 1 つあたりのフレーム数と、フレームのシリーズの数とは異なっていてもよい。

【 0 1 2 2 】

水平視差ホログラフィックステレオグラムは、1つの軸だけに沿って圧縮されたホロゲルからなるが、全方向視差ホログラフィックステレオグラムは、例えば、図 1 7 に示すように、2つの軸に沿って圧縮された一連のホロゲルからなる。プリディストーション画像 5 0 8 の 2 次元アレーは、ホログラフィックステレオグラム 5 1 0 のホロゲルに変換される。この具体例では、アレーは、水平方向に 2 2 5 個のプリディストーション画像と、垂直方向に 2 8 0 個のプリディストーション画像とからなり、すなわち、ホログラフィックステレオグラムは、 225×280 のホロゲルのアレーから構成される。

10

【 0 1 2 3 】

一実施形態では、モノクロの全方向視差ホログラフィックステレオグラムを生成するために、プリディストーション画像からの平均画素値を用いてもよい。なお、ここでは、1 次元ではなく、2 次元で平均を行う。したがって、先に示した式(2)は、以下の式(2a)に置換される。

【 0 1 2 4 】

【 数 9 】

$$pAvg_{n,i} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{num_horiz_pix} palette_{n,i} + \sum_{n=1}^{num_vert_pix} palette_{n,i} \right)}{num_horiz_pix + num_vert_pix} \quad (2a)$$

20

【 0 1 2 5 】

ここで、`num_horiz_pix` は、水平方向における画素の総数を表し、`num_vert_pix` は、垂直方向における画素の総数を表し、`pAvgn, i` は、行 n の画素値の合計及び列 i の画素値の合計の 2 つの合計を更に合計し、水平方向の画素数(列数)及び垂直方向の画素数(行数)で除算して得られる画素(n, i)の平均画素値を表す。

【 0 1 2 6 】

30

図 1 8 は、480 画素 \times 640 画素の全方向視差のプリディストーション画像 5 1 2 の具体例を示している。

任意の画素 $n = 100$ 、 $i = 80$ に関しては、平均画素値 $pAvg$ は、以下の通りである。

【 0 1 2 7 】

【 数 1 0 】

$$pAvg_{100, 80} = [(0+0+0\dots+255+255) + (255+255\dots+0+0)] / (480 + 640)$$

40

【 0 1 2 8 】

(この具体例の緑色のチャンネルである 1 つの色のみについて算出している。)

基準データフレームの異なる組を用いて、水平視差法のために用いられる平均画素値 $pAvg$ 対 B_r の関係が生成される。図 1 9 は、全方向視差システムのための基準データフレーム 5 1 4 の適切な組の具体例を示している。この基準データフレーム 5 1 4 の組は、それぞれが 10 個のフレーム ($F_1 \sim F_{10}$) を含む 10 個のフレームのシリーズ ($S_1 \sim S_{10}$) を含む。これらの基準データフレーム 5 1 4 の半分余りがモノクロであり(すなわち、黒色ではなく、緑単色又は赤単色又は青単色である。)、残りは黒である。第 1 のフレームのシリーズ S_1 は、黒のフレームを全く含まない。第 2 のフレームのシリーズ S_2 では、最後のフレームだけが黒である。第 3 のフレームのシリーズ S_3 では、最後の 2

50

つのフレームが黒である。このようにして、最後のフレームのシリーズ S 1 0 まで順次黒のフレームが増加し、フレーム S 1 0 では、第 1 のフレーム以外の全てが黒である。

【 0 1 2 9 】

図 2 0 (a) は、図 1 9 の基準データフレームの組 5 1 4 から生成されたプリディストーション画像 5 1 6 を示している。プリディストーション画像 5 1 6 は、全て同じである。図 2 0 (b) は、プリディストーション画像 5 1 6 から生成された補償されていないホロゲル 5 1 6 を示している。ホロゲルも全て同じである。物理的に再生するとプリディストーション画像 5 1 6 は、「不正確な」画像 5 1 8 になる。

【 0 1 3 0 】

全方向視差プリント 5 2 0 では、ホログラフィックステレオグラムは、表示平面 5 2 4 に沿って、例えば、図 2 1 に示す軸 x , y に沿って、目の位置 5 2 2 の変化に対応する画像を生成する。観察者が対角線 5 2 6 に沿った異なる位置で表示平面 5 2 4 を見ると、図 2 2 に示す異なる画像 5 2 8 が見える。対角線 5 2 6 は、プリントの左上コーナから延びる、黒ではない領域を含む唯一の部分である。それぞれの異なる画像 5 2 8 の明度を測定し、その画像の B_r 値を求める。この場合、対角線に沿うそれぞれの特定の視点は、プリディストーション画像 5 1 6 の対角線に沿う特定の画素にも対応している（プリディストーション画像 5 1 6 は全て同じであるので、ここでは、どのプリディストーション画像 5 1 6 であるかは重要ではない）。このような各画素の平均画素値 p_Avg を判定し、一組の点を決定し、上述と同様にこれらの点をプロットし、これらの点の集合により曲線を作成する。全てのプリディストーション画像は、目に見える画像を構成し、この画像から、測定値が得られる。したがって、実際のステレオグラムプリントの対角線に沿った測定値だけで十分である。例えば、この場合、対角線に沿った 3 つの点が測定されると、異なる明度の 3 つの画像 5 2 8 が得られる。

【 0 1 3 1 】

図 2 3 は、このような曲線 5 3 0 を示している。なお、曲線 5 3 0 は、必要である完全な曲線の一部に過ぎず、より暗い画像（下側の B_r 値）及びより高い平均画素値 p_Avg をカバーしているだけである。

【 0 1 3 2 】

平均画素値 p_Avg 対 B_r の曲線の残りを得るために、更に、図 2 4 に示すように、基準データフレームの第 2 の組 5 3 4 を生成する。この基準データフレームの第 2 の組 5 3 4 は、それぞれが 10 個のフレーム（F 1 ~ F 1 0 ）を含む 10 個のフレームのシリーズ（S 1 ~ S 1 0 ）を有する。なお、第 1 のシリーズ S 1 の最初の 4 つのフレーム、第 2 のシリーズ S 2 の最初の 3 つのフレーム、第 3 のシリーズ S 3 の最初の 2 つのフレーム及び第 4 のシリーズ S 4 の最初のフレーム以外のフレームは全て黒である。これらの黒ではない第 1 のフレームのシリーズ S 1 の最初の 4 つのフレームは、曲線が生成される色に基づく、モノクロのフレームである。

【 0 1 3 3 】

図 2 5 (a) に示すような一組の同じプリディストーション画像 5 3 6 及び図 2 5 (b) に示すような一組の同じ補償されていないホロゲル 5 3 8 を生成する。

【 0 1 3 4 】

上述した、図 2 3 に示す曲線 5 3 0 の作成の場合と同様に、 B_r 値及び対応する平均画素値 p_Avg の組を生成する。この基準データフレームの第 2 の組 5 3 4 から得られる点は、より高い明度 B_r 値及びより低い平均画素値 p_Avg を有し、この結果、図 2 6 に示すようにプロットすることにより基準曲線 5 4 0 を完成させることができる。図 2 6 において、曲線の丸で囲んだ部分 5 4 2 は、基準データフレームの第 2 の組 5 3 4 を用いて得られた部分である。

【 0 1 3 5 】

モノクロの全方向視差ホログラフィックステレオグラムでは、基準曲線 5 4 0 を用いて、ホログラフィックステレオグラムに変換されるソースデータフレームのプリディストーション画像の画素の平均画素値 p_Avg を減衰させる減衰値を導出することできる。ここ

10

20

30

40

50

でも、上述した式(1)及び式(3)～(7)を同様に用いることができる。

【0136】

全方向視差 - カラーシステム

上述した水平視差のみのカラーシステムと同様に、ホログラフィックステレオグラムがRGB成分の3つの色成分のうち2つ以上の色成分を含む全方向視差カラーシステムでは、単一のRGB成分の予測される明度Brは、他のRGB成分の画素値に影響を受ける。ここでも、重み付け係数Weight_xを用いて、単一のRGB成分の画素値に対する他のRGB成分の画素値の作用を補償する。すなわち、Brは、上述の式(8)によって表現できる。但し、水平視差のみのカラーシステムにおいて重み付け係数を得るために用いた曲線は、全方向視差システムで使用するには理想的ではない。したがって、この実施形態では理想的な新たな曲線を生成する。10

【0137】

この全方向視差カラーシステムの実施形態において重み付け係数曲線を生成する手法は、図12及び図13を用いて上述した水平視差のみのカラーシステムのために用いた手法と同様であり、以下、この手法を図27～図29を参照して説明する。ここでは、例示的に、緑色の重み曲線の生成を説明する。

【0138】

図27(a)は、ソースデータフレームのアレーを示している。このアレーは、それが100個のフレームを含む50個のフレームのシリーズを含む。フレームのシリーズS1からS25は同じであり、フレームのシリーズS26からS50は同じである。シリーズS1～S25において、フレーム1～50は、全て同じであり、黄色(G=255、R=128、B=0)の層の上に緑色(G=255)の層を有し、フレーム51～100は、全て同じであり、各フレームの左半分が黒である点以外は、フレーム1～50と同様である。フレームのシリーズS26～S50においては、フレーム1～50は、フレームのシリーズS1～S25のフレーム51～100と同じであり、フレーム51～100は、フレームのシリーズS1～S25のフレーム1～50と同じである。20

【0139】

図27(b)は、図27(a)のソースデータフレームから得られるホロゲルのアレーを示している。この実施形態における全方向視差プリントは、150個の列及び200個の行を有する(例えば、60×45mmのプリントでは、各ホロゲルは、0.3mm²である)。行n1～n100は同じであり、行n101～n200は同じである。行n1～n100では、列i1～i75は同じであり、ホロゲルは、右上及び左下の黒と、左上及び右下の緑色とに分割され、列i76～i150は同じであり、緑色一色である。行n101～n200では、列i1～i75は同じであり、ホロゲルは、右上及び左下の黒と、左上及び右下の黄色とに分割され、列i76～i150は同じであり、黄色一色である。30

【0140】

図21及び図22の表示平面524と同様の表示平面で、再び左上コーナから全方向視差プリントを見ると、図28に示すような画像が見える。画像540は、四分割され、左上の領域は緑色であり、左下の領域は黄色である。また、右上の領域も緑色であるが、緑色のより暗い色調を示す。また、右下の領域も黄色であるが、ここも黄色のより暗い色調を示す。右上の値と左上の値の比率から、基準値Refが得られる。また、右下の値と左下の値との比率から、結果r4が得られる。40

【0141】

図29は、9つの点からプロットされた基準緑重み付け係数曲線を示している。第1の点pt0は、純粋な緑に対応し、Weight_G軸上の1.0に設定される。残りの8つの点は、図27及び図28に関して上述した手法と同様の手法で、全方向視差カラーホログラフィックステレオグラムから導出される。

【0142】

赤-Weight_G平面上の赤軸上の中点である赤=0.5に対応するPt4の値は、

50

r_4 / Ref である。

【0143】

Pt1は、黄色が($R = 128$ ではなく)赤の値 $R = 255$ を有する点を除いて、図27と同様のソースデータフレームから生成される。値 r_1 及び Ref は、これらのソースフレームから生成された全方向視差カラーホログラフィックステレオグラムの表示平面の画像から導出される。赤=1.0の赤-Weight_G平面において、 $Pt1 = r_1 / Ref$ である。

【0144】

同様に、Pt2は、下半分が $R = 0$ 、 $G = 255$ 、 $B = 255$ を含むソースデータフレームを用いて導出される。青=1.0の青-Weight_G平面において、 $Pt2 = r_2 / Ref$ である。

10

【0145】

同様に、Pt3は、下半分が $R = 255$ 、 $G = 255$ 、 $B = 255$ を含むソースデータフレームを用いて導出される。赤=1.0及び青=1.0において、 $Pt3 = r_3 / Ref$ である。

【0146】

同様にPt5は、下半分が $R = 0$ 、 $G = 255$ 、 $B = 128$ を含むソースデータフレームを用いて導出される。青=0.5の青-Weight_G平面において、 $Pt5 = r_5 / Ref$ である。

20

【0147】

同様に、Pt6は、下半分が $R = 128$ 、 $G = 255$ 、 $B = 128$ を含むソースデータフレームを用いて導出される。赤=0.5及び青=0.5において、 $Pt6 = r_6 / Ref$ である。

【0148】

同様に、Pt7は、下半分が $R = 128$ 、 $G = 255$ 、 $B = 255$ を含むソースデータフレームを用いて導出される。赤=0.5及び青=1.0において、 $Pt7 = r_7 / Ref$ である。

【0149】

同様に、Pt8は、下半分が $R = 255$ 、 $G = 128$ 、 $B = 255$ を含むソースデータフレームを用いて導出される。赤=0.5及び青=0.5において、 $Pt8 = r_8 / Ref$ である。

30

【0150】

これらの全ての計算に関して、値 Ref として同じ値を用いる必要がある。

【0151】

また、赤及び青の重み付け係数グラフも同様に作成することができる。

【0152】

また、上述した式(9)～(12)は、全方向視差カラーシステムにも適用することができる。更に、3つの重み付け係数曲線を作成すると、上述した式(13)～(21)を用いて、全方向視差カラーシステムにおけるプリディストーション画像の画素のRGB成分の補償された各画素値 $palette_{new}$ を算出することができる。

40

【0153】

図30は、カラーホログラフィックステレオグラムを生成する際に画素補償を実行するために必要なステップを示すフローチャートである。ステップS552、S554、S556においては、G、B、Rのそれぞれについて、Br対 $pAvgRatio$ の曲線を導出する。ステップS558、S560、S562においては、G、B、Rのそれぞれについて、重み因子曲線を導出する。一旦、これらの基準曲線が得られると、ホログラフィックステレオグラムに変換されるソースデータフレームのプリディストーション画像の画素を補償することができる。ステップS566では、R、G、Bのそれぞれについて、各プリディストーション画像564の各画素の平均画素値 $pAvg_{n,i}$ を判定する(水平視差の場合、式(2)を用い、全方向視差の場合、式(2a)を用いる)。また、ステップ

50

S 5 6 8 では、関連する曲線から B r 値及び重み付け係数値を用いて各画素の新たな画素値 p a l e t t e を判定する（図 3 0 では、Y は、現在の色を表し、X 及び Z は、他の 2 つの色を表す）。

【 0 1 5 4 】

また、水平視差のみのホログラフィックステレオグラムに用いた図 1 4 及び図 1 5 のフローチャートは、全方向視差ホログラフィックステレオグラムにも適用可能である。

【 0 1 5 5 】

上述した処理は、必要な処理に専用に設計された回路を有するハードウェアのみによって実現してもよく、又はハードウェア及びソフトウェアモジュールの組合せで実現してもよく、この場合、ハードウェアは、単なる周知のコンピュータシステムであってもよい。 10

【 0 1 5 6 】

モジュール、特にモジュールの機能は、ハードウェア又はソフトウェアのいずれによつて実現してもよい。ソフトウェアでは、モジュールは、通常、特定の機能又は関連する機能を実行する処理、プログラム又はその一部である。ハードウェアでは、モジュールは、他の部品又はモジュールと共に使用されるように設計された機能的なハードウェアユニットである。例えば、モジュールは、独立した電子部品を用いて実現してもよく、又は全体の電子回路、例えば、特定用途向け集積回路（Application Specific Integrated Circuit : A S I C ）の一部を構成してもよい。この他、多数の可能性がある。

【 0 1 5 7 】

図 3 1 は、図 1 ~ 図 3 0 を参照して説明した処理を実行するのに適したコンピュータシステム 6 0 0 のブロック図である。コンピュータ 6 0 2 のメモリには、上述した技術を実現する処理の各ステップを実行する適切なソフトウェアがロードされる。このようなコンピュータシステム 6 0 0 を用いて、プログラムを実行し、結果を得ることができる。このコンピュータソフトウェアは、コンピュータシステム 6 0 0 にインストールされた適切なオペレーティングシステムの下で実行される。 20

【 0 1 5 8 】

コンピュータソフトウェアは、中央演算処理装置等のプロセッサが解釈でき、コンピュータシステム 6 0 0 に対し、指示によって指定される所定の機能を実行するように命令する一組のプログラムされた論理演算命令を含む。コンピュータソフトウェアは、如何なる言語、コード又は表記法によって記録された一組の指示を含む表現であってもよく、これらの指示は、直接、若しくは他の言語、コード又は表記法に変換した後に、互換性がある情報処理システムに特定の機能を実行させる。 30

【 0 1 5 9 】

コンピュータソフトウェアは、適切な計算機言語で書かれたステートメントを含むコンピュータプログラムによってプログラムされる。コンピュータプログラムは、オペレーティングシステムが実行するのに適するバイナリフォーマットを有するコンピュータソフトウェアへのコンプライアを用いて処理される。コンピュータソフトウェアは、上述の処理における特定のステップを実行する様々なソフトウェアコンポーネント又はコードを含むようにプログラムされる。

【 0 1 6 0 】

コンピュータシステム 6 0 0 は、コンピュータ 6 0 2 と、入出力装置、例えば、キーボード 6 0 4 、マウス 6 0 6 と、外部メモリ装置 6 0 8 （例えば、フロッピー（登録商標）ディスクドライブ、C D ドライブ、D V D ドライブ、U S B フラッシュメモリドライブの 1 つ以上）と、ディスプレイ 6 1 0 と、インターネット 6 1 2 に接続するネットワークインターフェース接続端子と、S L M 6 1 4 及びC C D 6 1 6 （又はB r を得るための他の機構）とを備える。コンピュータ 6 0 2 は、プロセッサ 6 2 2 と、例えば、R O M 6 2 4 である第 1 のメモリと、例えば、R A M 6 2 6 である第 2 のメモリと、外部ネットワークに接続するネットワークインターフェース 6 2 8 と、入出力装置に接続する入出力（I / O ）インターフェース 6 3 0 と、ディスプレイに接続するビデオインターフェース 6 3 2 と、例えば、ハードディスク 6 3 4 である記憶装置と、バス 6 3 6 とを備える。 40 50

【0161】

プロセッサ622は、オペレーティングシステムを実行し、及びオペレーティングシステムの下でコンピュータソフトウェアを実行する。ランダムアクセスメモリ(random access memory: RAM)626、読み専用メモリ(read-only memory: ROM)624及びハードディスク634は、プロセッサ622による制御の下で用いられる。

【0162】

ビデオインターフェース632は、ディスプレイ610に接続され、ディスプレイ610に表示するビデオ信号を供給する。コンピュータ602を操作するユーザ入力は、キーボード604及びマウス606から提供される。

【0163】

ここでは、内部ストレージ装置として、ハードディスク634を例示的に示しているが、コンピュータ602は、他の適切な如何なる不揮発性記憶媒体を含んでいてもよい。

【0164】

コンピュータ602の各コンポーネントは、データバス、アドレスバス及び制御バスを含むバス636に接続されており、これにより、各コンポーネントは互いに通信することができる。

【0165】

インターネット、LAN又は他のネットワークを介して、他の1つ以上の同様のコンピュータにコンピュータシステム600を接続してもよい。

【0166】

コンピュータソフトウェアプログラムは、コンピュータプログラム製品として提供できる。通常の使用時には、コンピュータプログラムは、ハードディスク634に保存できる。なお、コンピュータソフトウェアプログラムは、外部メモリ装置608によって読み出される携帯可能な記録媒体、例えば、CD-ROM等に記録してもよい。これに代えて、ネットワーク612からコンピュータソフトウェアに直接アクセスしてもよい。

【0167】

いずれの場合も、ユーザは、キーボード604及びマウス606を用いてコンピュータシステム600とインタラクトし、コンピュータ602上で実行されるプログラムされたコンピュータソフトウェアを操作することができる。

【0168】

ソースデータフレームは、出入力インターフェース630又はネットワークインターフェース628を介してプロセッサ622に入力される。プロセッサ622は、ソースデータフレームを分割し、分割したソースデータフレームを、コンピュータプログラム製品からシステム600に読み込まれ、メモリ626に保存されたマッピングアルゴリズムに基づいて配置し、複数のプリディストーション画像を生成する。

【0169】

コンピュータプログラム製品からシステム600に読み込まれた補償アルゴリズムも、メモリ626に保存される。プロセッサ622は、プリディストーション画像に補償アルゴリズムを適用し、ゴーストに関連する、プリディストーション画像内の画素の飽和度のばらつきを補償する。重み及び減衰又は明度の基準グラフを作成する場合、CCD616を用いて明度値が入力される。

【0170】

補償されたプリディストーション画像は、出入力インターフェース628を介してSLM614に供給され、収束レンズを介してホログラフィック記録媒体に射影され、ホログラフィックステレオグラムを生成する。

【0171】

ここでは、説明のために、コンピュータシステム600を示したが、他の構成又は種類のコンピュータシステムを用いて上述の技術を実現してもよい。すなわち、コンピュータシステム600は、上述の技術を実現するために適切なコンピュータシステムの特定の種類の一具体例にすぎない。

10

20

30

40

50

【0172】

本明細書及び本発明の具体例から、当業者は、本発明の他の実施形態を容易に想到することができる。更に、ここでは、説明を明瞭にするために特定の用語を用いているが、これらは本発明を限定する意図はない。上述した本発明の実施形態及び好適な特徴は、例示的なものとみなされ、本発明は、特許請求の範囲及び／又は説明によって定義される。

【図面の簡単な説明】

【0173】

【図1】従来の技術に基づいてホログラフィックステレオグラムを生成する処理を説明する図である。

【図2】従来の技術に基づくホログラフィックステレオグラムから再生された画像におけるゴーストを示す図である。

【図3】図3(a)は、従来の技術に基づく一連のプリディストーション画像を示す図であり、図3(b)は、図3(a)のプリディストーション画像の一連のフレームから生成され、従来の技術に基づきホログラフィック記録媒体に記録された一連のホログラフィック要素を示す図であり、図3(c)は、従来の技術に基づく図3(b)のホログラフィック要素の一連のフレームを圧縮されていない形式で示す図である。

【図4】図4(a)は、本発明の実施形態に基づく補償アルゴリズムを適用する前のプリディストーション画像を示す図であり、図4(b)は、本発明の実施形態に基づく補償されたプリディストーション画像を示す図であり、図4(c)は、図4(b)に示す補償されたプリディストーション画像から生成される圧縮されていないホログラフィック要素を示す図である。

【図5】RGB成分の1つについて、平均画素値 p_{Avg} と B_r との間の関係を確立する処理を説明する図である。

【図6】プリディストーション画像の画素の平均画素値 p_{Avg} の算出を説明する図である。

【図7】平均画素値 p_{Avg} と B_r との間の関係を確立する処理を説明する図である。

【図8】図8(a)は、平均画素値 p_{Avg} 対 B_r のグラフを示す図であり、図8(b)は、平均画素値 p_{Avg} ratio 对 B_r のグラフを示す図であり、図8(c)は、明度 B_r 对 減衰率 $atten$ のグラフを示す図である。

【図9】プリディストーション画像の画素の平均画素値 p_{Avg} の算出を説明する図である。

【図10】異なるR、B値について、平均画素値 p_{Avg} ratio, G 对 B_r の3つの曲線を示す図である。

【図11】図11(a)は、重み付け係数 $Weight_G$ と、平均画素値 p_{Avg} ratio, R と、平均画素値 p_{Avg} ratio, B との間の関係を示すグラフを示す図であり、図11(b)は、重み付け係数 $Weight_R$ と、平均画素値 p_{Avg} ratio, G と、平均画素値 p_{Avg} ratio, B との間の関係を示すグラフを示す図であり、図11(c)は、重み付け係数 $Weight_B$ と、平均画素値 p_{Avg} ratio, R と、平均画素値 p_{Avg} ratio, G との間の関係を示すグラフである。

【図12】図12(a)は、一組のソースデータフレームを示す図であり、図12(b)は、図12(a)のソースデータフレームから生成されたホログラフィックステレオグラムから再生されたソースデータフレームの組の一組の画像を示す図である。

【図13】図12(b)の画像から図11(a)のグラフをプロットする値の算出を説明する図である。

【図14】ホログラフィックステレオグラムを生成する処理のフローチャートである。

【図15】プリディストーション画像の飽和度のばらつきを補償する処理のフローチャートである。

【図16】全方向視差ホログラフィックステレオグラムを生成するための一組のデータソースフレームの具体例を示す図である。

【図17】全方向視差ホログラフィックステレオグラムを生成するためのプリディストー

10

20

30

40

50

ション画像及びホロゲルのアレーの概略図である。

【図18】全方向視差のプリディストーション画像の具体例を示す図である。

【図19】全方向視差ホログラフィックステレオグラムを生成するための基準データフレームの第1の組を示す図である。

【図20】図20(a)は、図19の第1のセットの基準データフレームから生成されるプリディストーション画像を示す図であり、図20(b)は、図19の第1のセットの基準データフレームから生成される補償されていないホロゲルを示す図である。

【図21】表示平面及び全方向視差ホログラフィックステレオグラムプリントの斜視図である。

【図22】全方向視差ホログラフィックステレオグラムプリントの表示平面の平面図である。 10

【図23】図19の基準データフレームの第1の組から生成されたグラフを示す図である。

【図24】全方向視差ホログラフィックステレオグラムを生成するための基準データフレームの第2の組を示す図である。

【図25】図25(a)は、図24の基準データフレームの第2の組から生成されたプリディストーション画像を示す図であり、図25(b)は、図24の基準データフレームの第2の組から生成された補償されていないホロゲルを示す図である。

【図26】図19の基準データフレームの第1の組及び図24の基準データフレームの第2の組から生成される結合されたグラフを示す図である。 20

【図27】図27(a)はカラー全方向視差システムにおいて基準曲線を生成するためのソースデータフレームのアレーを示す図であり、図27(b)は(a)のソースデータフレームから生成されたホロゲルのアレーを示す図である。

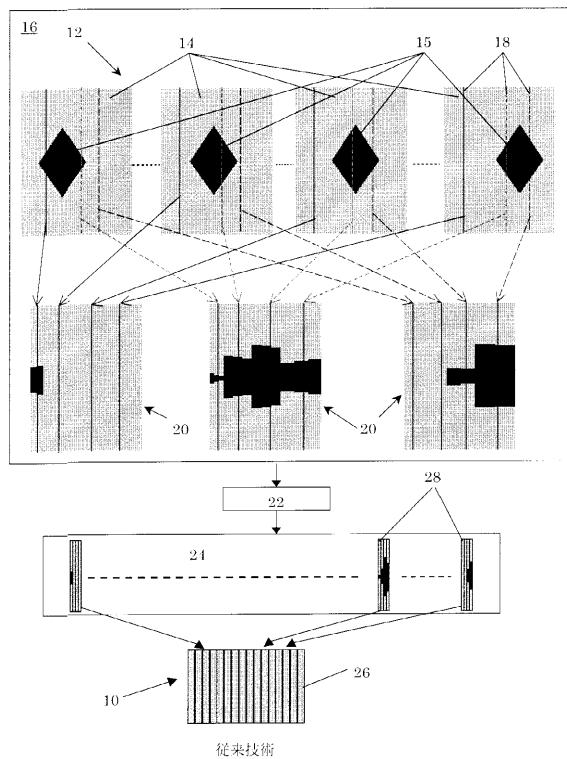
【図28】図27(b)のホロゲルを有するホログラフィックステレオグラムプリントからの画像である。

【図29】図28の画像からの値を用いてプロットされた基準線重み付け係数曲線を示す図である。

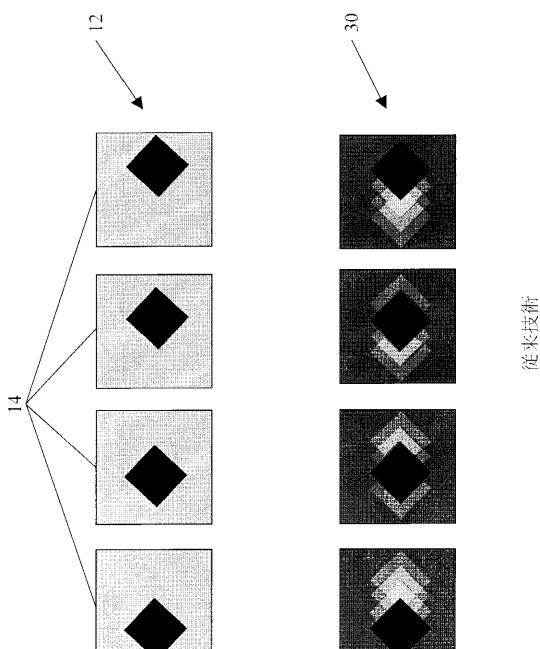
【図30】カラー全方向視差ホログラフィックステレオグラムを生成する処理のフローチャートである。

【図31】複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成するコンピュータシステムの構成を示す図である。 30

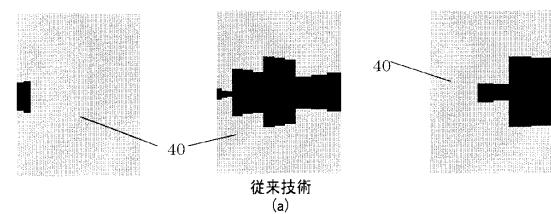
【図1】



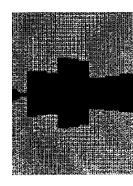
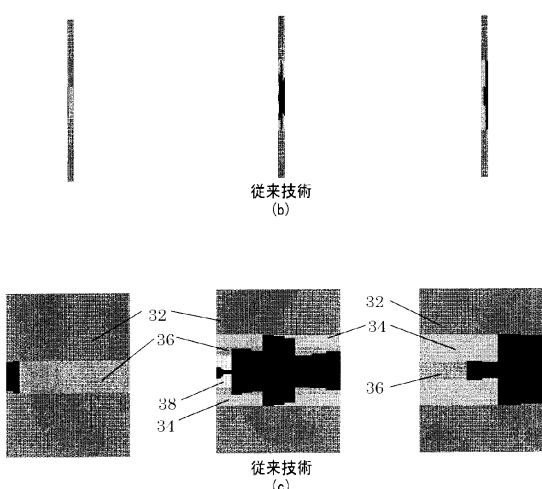
【図2】



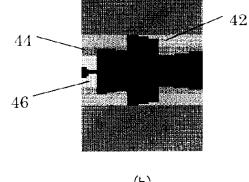
【図3】



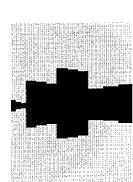
【図4】



(c)

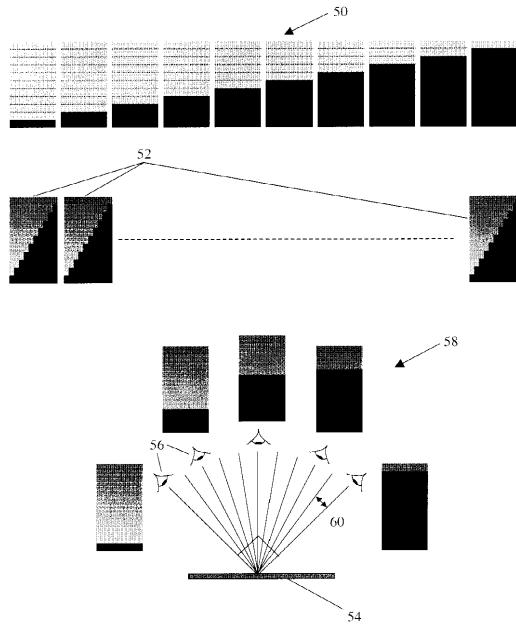


(b)

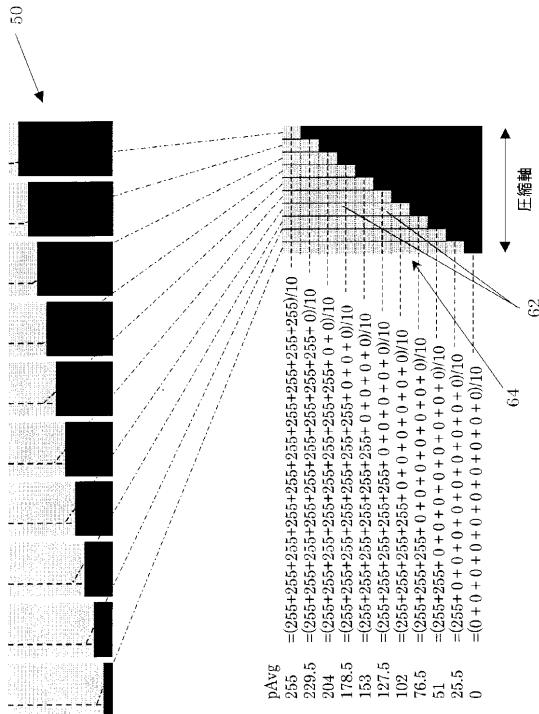


(a)

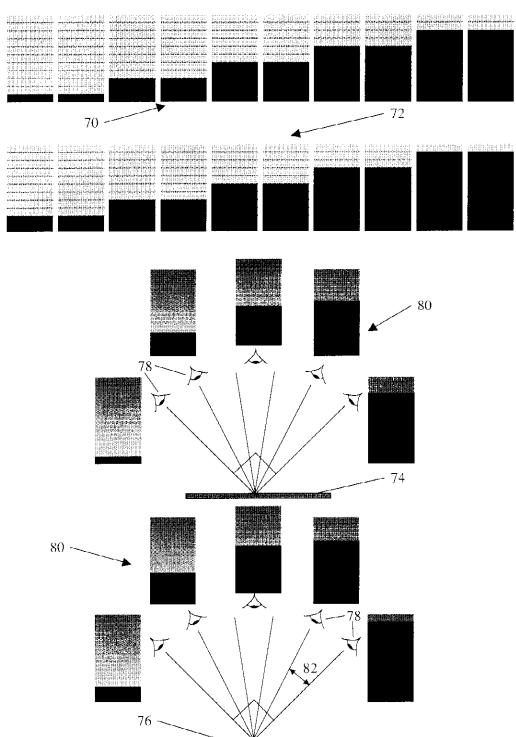
【図5】



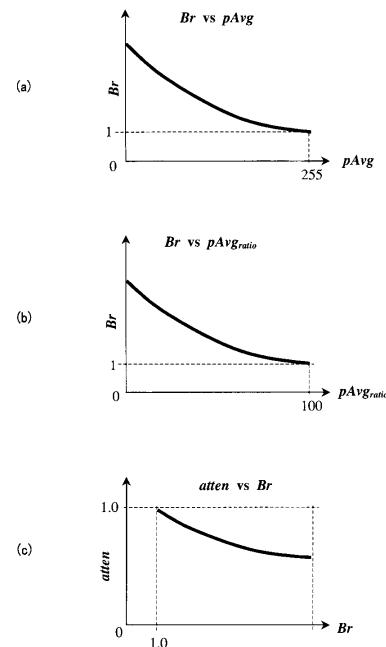
【図6】



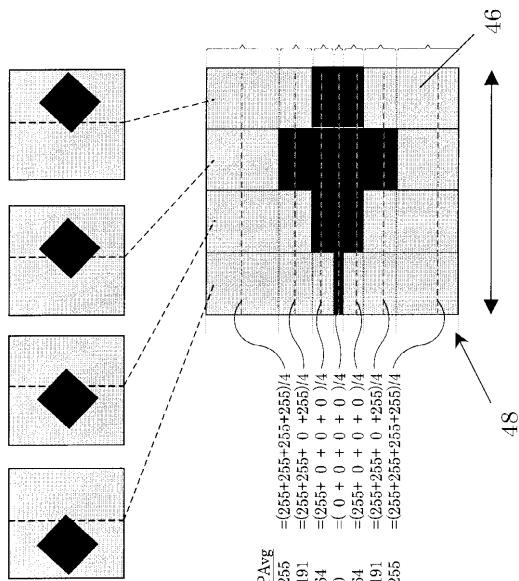
【図7】



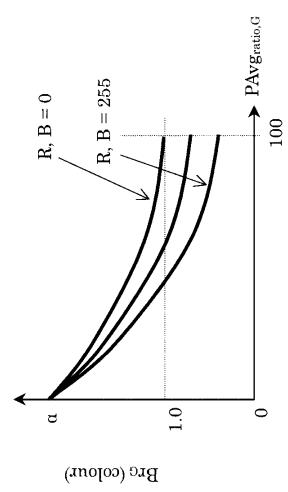
【図8】



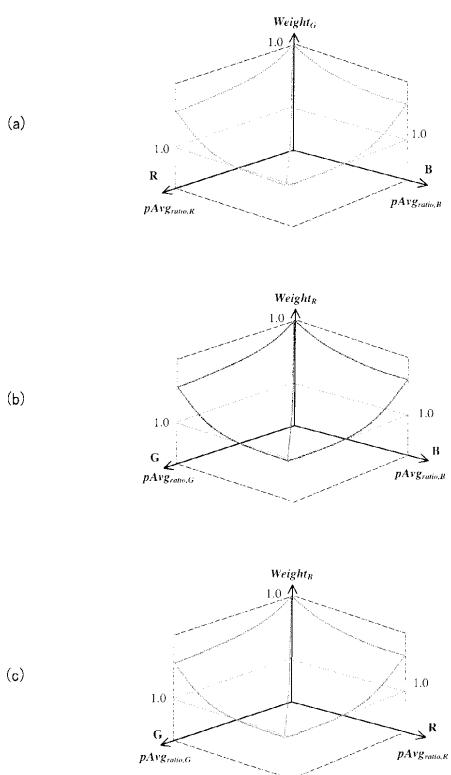
【図9】



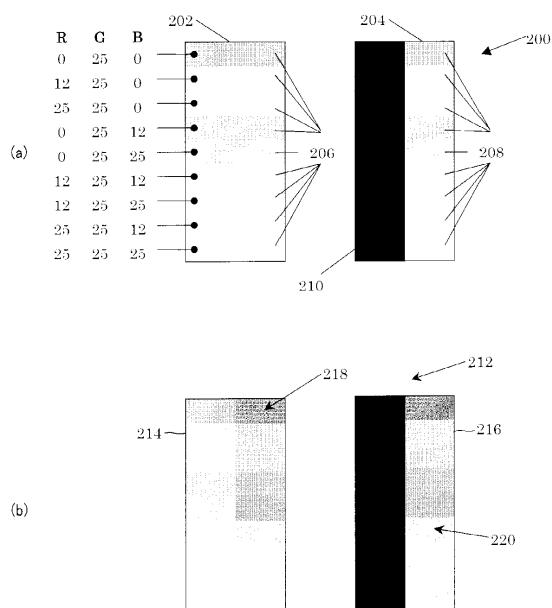
【図10】



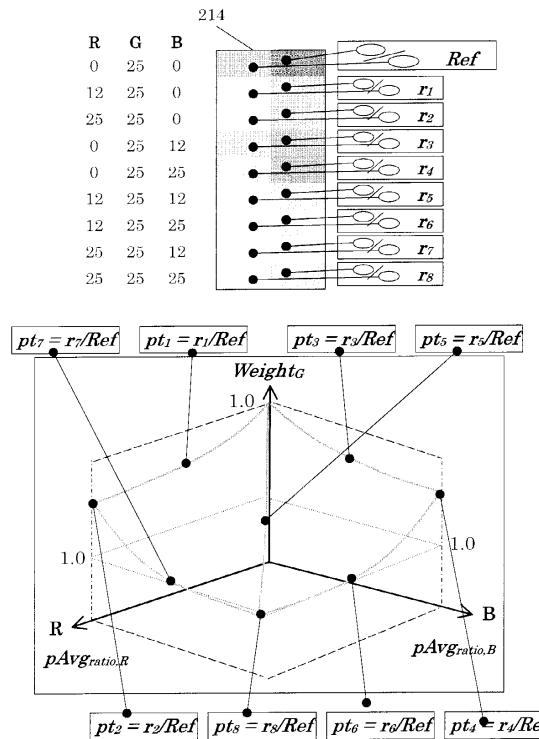
【図11】



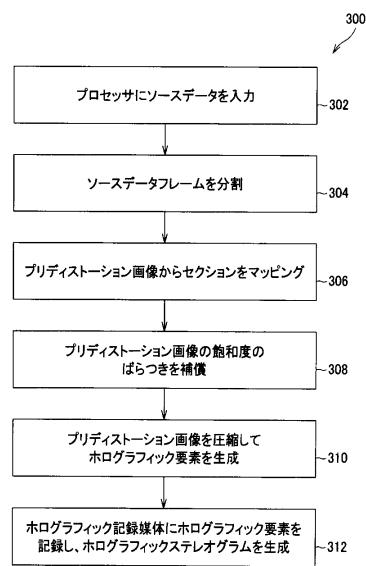
【図12】



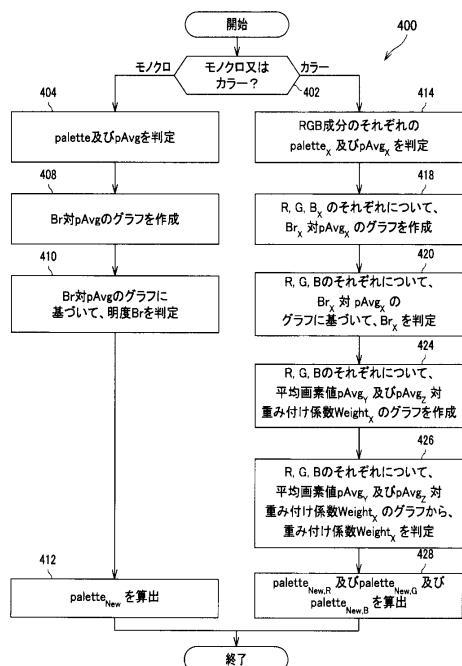
【図13】



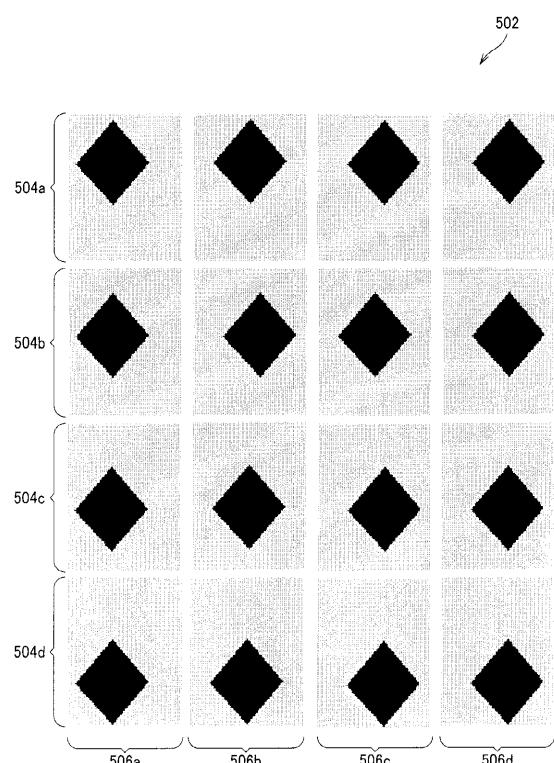
【図14】



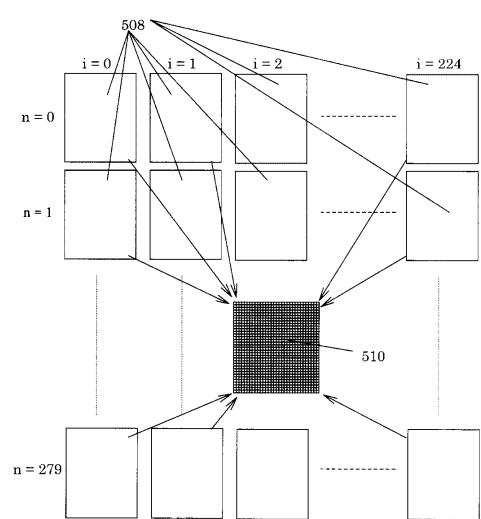
【図15】



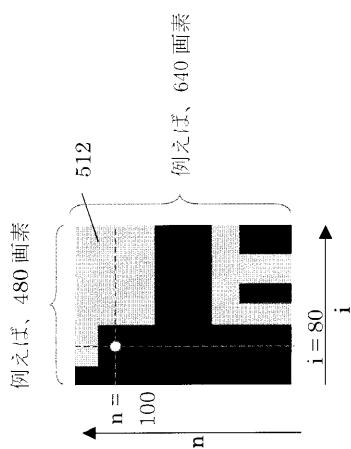
【図16】



【図 17】

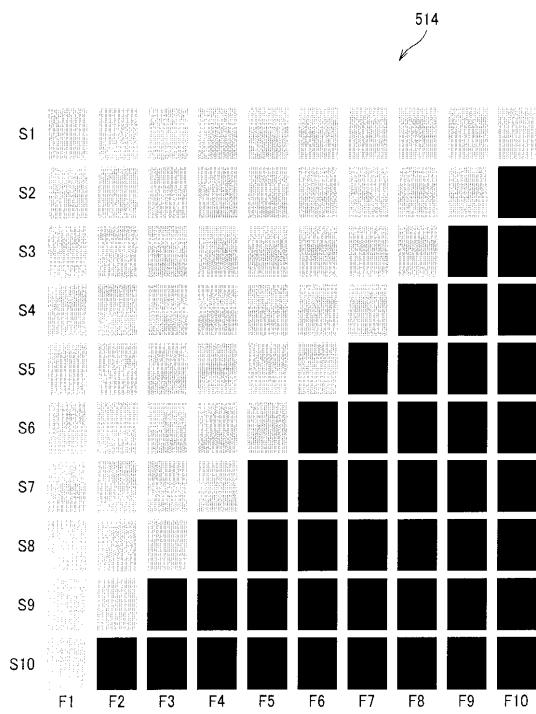


【図 18】

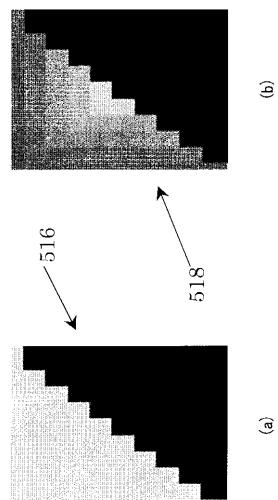


$$pAvg_{100,80} = [(0+0+0+\dots+255+255) + (255+255+\dots+0+0)] / (480 + 640)$$

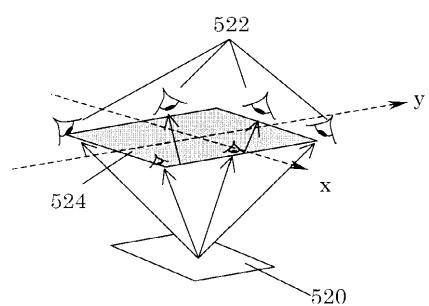
【図 19】



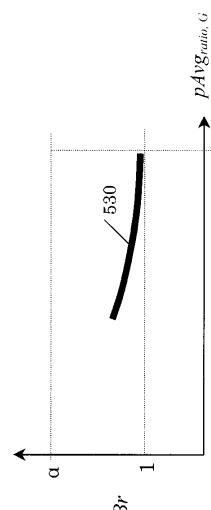
【図 20】



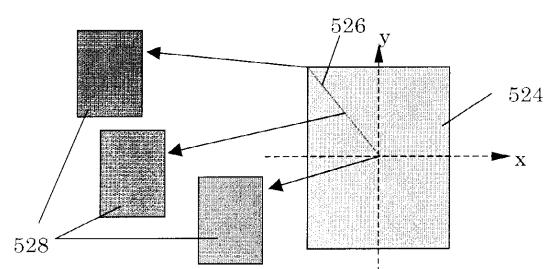
【図21】



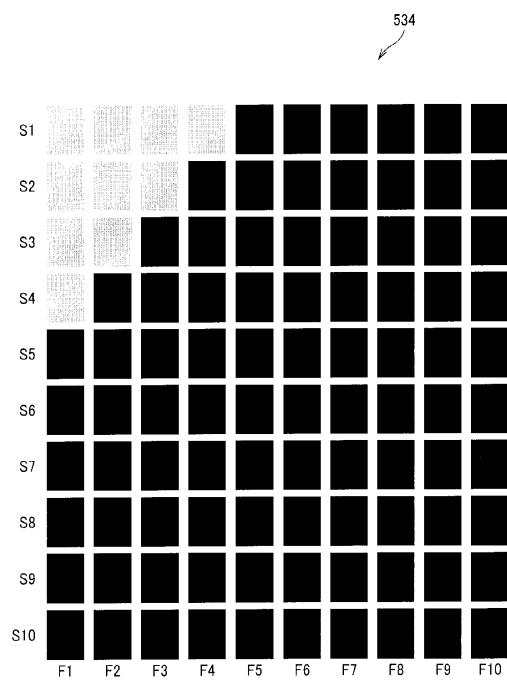
【図23】



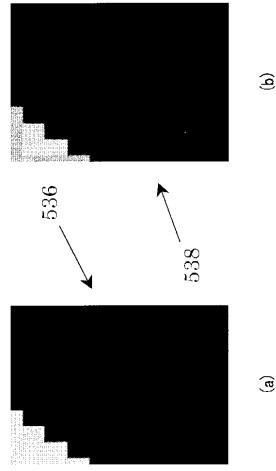
【図22】



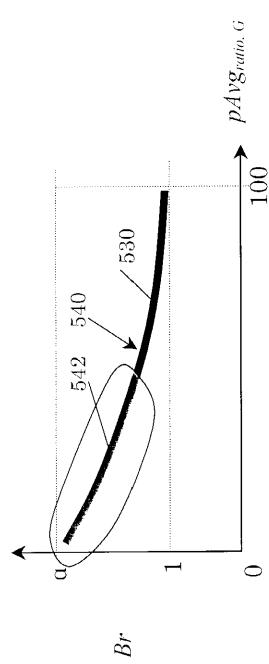
【図24】



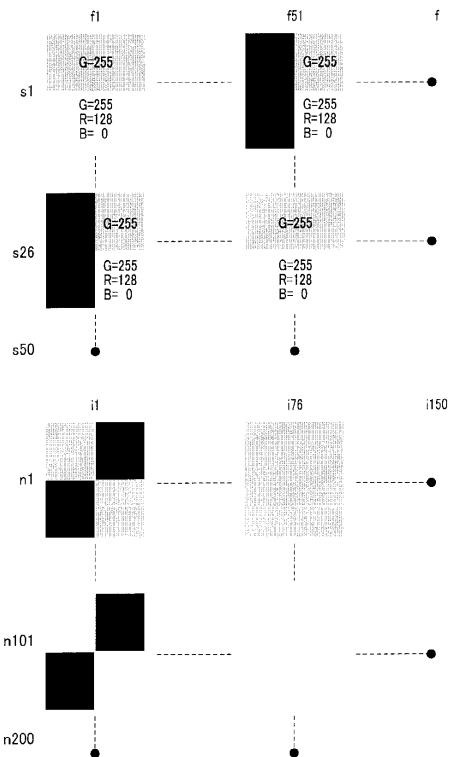
【図25】



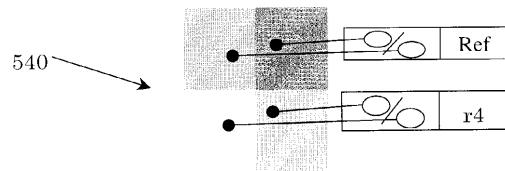
【図26】



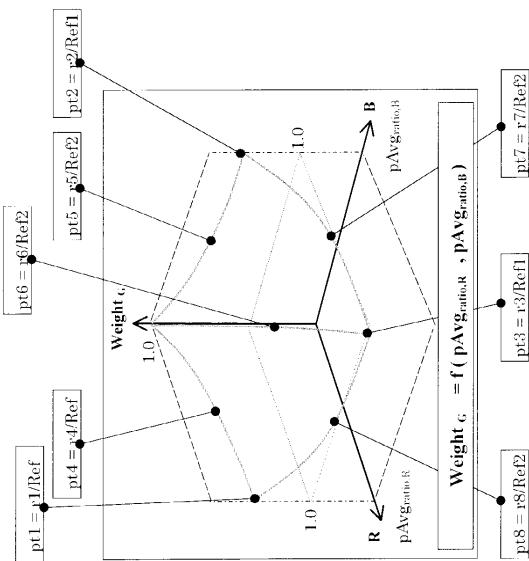
【図27】



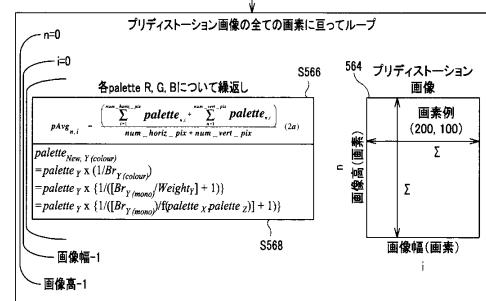
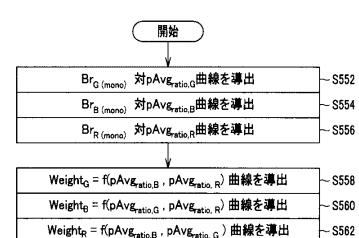
【図28】



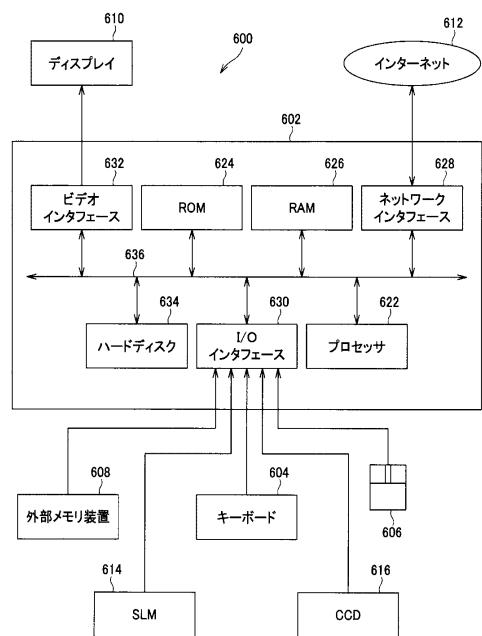
【図29】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(72)発明者 リー チャオ スー

シンガポール 638481 ツアスロード 1 ソニーエレクトロニクス (シンガポール)
プライベート リミテッド内

(72)発明者 白倉 明

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

審査官 中村 理弘

(56)参考文献 特開平10-074033 (JP, A)

特開平09-134112 (JP, A)

特開2003-015509 (JP, A)

特開2002-149045 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03H 1/26

G03H 1/04