

(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.	F I
GO3H 1/26 (2006.01)	GO3H 1/26
GO3H 1/04 (2006.01)	GO3H 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)	(73) 特許権者	500563924
(22) 出願日	平成18年2月1日 (2006. 2. 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
(65) 公開番号	特開2006-235622 (P2006-235622A)		シンガポール共和国 609930 サ・
(43) 公開日	平成18年9月7日 (2006. 9. 7)		ストラテジー タワーワン #01-10
審査請求日	平成21年1月28日 (2009. 1. 28)		インターナショナルビジネスパーク 2
(31) 優先権主張番号	200500673-9	(73) 特許権者	000002185
(32) 優先日	平成17年2月1日 (2005. 2. 1)		ソニー株式会社
(33) 優先権主張国	シンガポール (SG)		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。

【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、

(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。

【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、ホロゲル (holo gel) 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

10

20

30

40

50

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。

10

【 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。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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 】

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】

10

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フェースを備える。外部機器インタ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取可能なプログラムコードとを備える。

20

【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づいて動作してもよい。

【００２１】

30

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、多くの具体的詳細事項について詳しく説明する。但し、これらの具体的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不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】

40

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）における制約に起因する。フォトポリマの回折効率（明度）は、フォトポリマ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。ホログラム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、フォトポ

50

リマの性能は「歪まない(not strained)」。一方、ホログ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個より多くても少なくともよい。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グルの数である。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45mmとし、各ホログルの幅を0.2mmとした場合、ホログルの数は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10mmとし、各ホログルの幅を1.0mmとした場合、ホログルの数は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クスパートグループ(Joint Photographic Experts Group: JPEG)、又はオーディオビデオインタリーブ(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、単一の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

【 0 0 3 1 】

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 4 2、4 4、4 6 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 4 2、4 4、4 6 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 4 2、4 4、4 6 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、R 0、G 2 5 5、B 0）。

【 0 0 3 2 】

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。

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

20

【 数 1 】

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

【 0 0 3 5 】

ここで、 $palette_{New}$ 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。

【 0 0 3 6 】

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。

【 0 0 3 7 】

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 : b p p) の数に依存する。24 b p p 画素フォーマットでは、赤/緑/青 (R G B) 成分のそれぞれが8ビットのバイトからなり、0 ~ 2 5 5 の範囲の数値を表す。したがって、24 b p p モードの画素は、1 6 7 7 万 7 2 1 6 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、(2 5 5, 2 5 5, 2 5 5) の値を有する画素は白であり、(2 5 5, 0, 0) の値を有する画素は赤であり、(2 5 5, 2 5 5, 0) の値を有する画素は黄色であり、(2 5 5, 1 6 5, 0) の値を有する画素はオレンジである。

40

【 0 0 3 8 】

本発明を説明するために、本発明の実施形態では、24 b p p モードを採用する。なお、例えば、画素が2 5 6 の色を有することができる8 b p p 画素フォーマット又は画素が6 万 5 5 3 6 の色を有することができる16 b p p 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。

【 0 0 3 9 】

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

ェ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。

【 0 0 4 0 】

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(オブジェクト自体は無視する)。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に) 複数の色調を排除するべきである。この処理は、単純に2つのステップに簡素化できる。

【 0 0 4 1 】

ステップ1: 最も暗い色調を特定する。

【 0 0 4 2 】

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。

【 0 0 4 3 】

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。

【 0 0 4 4 】

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。

【 0 0 4 5 】

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。

【 0 0 4 6 】

減衰率 $atten$ 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 $pAvg$ 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 Br 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 $pAvg$ と明度 Br 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 $pAvg$ 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。

【 0 0 4 7 】

図5は、RGB成分の1つについて、平均画素値 $pAvg$ と明度 Br 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。

【 0 0 4 8 】

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 (C C D) 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。

【 0 0 4 9 】

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 p A v g の値を判定する。

【 0 0 5 0 】

この具体例では、10 個の異なるフレームと、10 個のホログラムがある。10 個のフレームは、最後のホログラム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 p A v g 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 p A v g にリンクする曲線をプロットすることができる。

【 0 0 5 1 】

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 p A v g は、以下の式に基づいて算出される。

【 0 0 5 2 】

【 数 2 】

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

【 0 0 5 3 】

ここで、num_h o r i z _ p i x は、圧縮軸に亘る画素の総数を表し、p A v g _ 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。

【 0 0 5 4 】

カラーステレオグラムの場合、各 R G B 成分の平均画素値 p A v g は、別々に計算される。

【 0 0 5 5 】

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、特定の色 (例えば、緑) の場合、255 の最大画素値を有する。平均画素値 p A v g 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。

【 0 0 5 6 】

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、何百もの画素があってもよいが、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 p A v g 値が得られる。表 1 では、

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	$pAvg$
第1 (トップ)	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255) / 10$	255
第2	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0) / 10$	229.5
第3	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0) / 10$	204
第4	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0) / 10$	178.5
第5	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	153
第6	$(255 + 255 + 255 + 255 + 255 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) / 10$	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 B_r 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 B_r 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 B_r 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 B_r 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 B_r 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。

【 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 B_r 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 B_r を求めてもよい。

【 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 B_r を測定する。

【 0 0 6 4 】

画像 80 の画素の明度 B_r 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 p_{Avg} は、平均画素値 p_{Avg} 対明度 B_r 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。

【 0 0 6 5 】

そ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 B_r 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 B_r 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 B_r と平均画素値 p_{Avg} と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 B_r 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 B_r （最低の明度 B_r 及び最高の平均画素値 p_{Avg} 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 p_{Avg} 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 B_r 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 B_r は、1.0 の値が与えられるようにシフトされる。

【 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 p_{Avg} は、比率 p_{Av}

g_{ratio} 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 Br 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 Br との関係を示す。ここでも、明度 Br の最小値は、1.0に設定する。

【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 Br 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 Br の逆数である。

【0072】

【数4】

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

【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 Br と平均画素値 $pAvg$ の間の関係又は平均画素値 $pAvg_{ratio}$ と明度 Br 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 Br を導出することができる。

【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ため、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。

【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】

10

20

30

40

50

図 9 に示すプリディストーション画像 4 8 には、4 つのフレーム及び 7 つの区別可能な層 4 6 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。

【 0 0 7 9 】

【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

【 0 0 8 0 】

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 Br のグラフから (又は、図 8 (b) に示す平均画素値 $pAvg_{ratio}$ 対明度 Br 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 Br の予測値を得ることができる。式 (4) に明度 Br 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 Br 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 Br の減衰率 $atten$ は、図 8 (c) に示す Br 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。

【 0 0 8 1 】

図 8 (a) ~ 図 8 (c) のグラフ及び式 (1) 「 $palette_{New} = palette \times atten$ 」及び式 (4) に基づき、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。

【 0 0 8 2 】

【数 5】

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

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

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

【 0 0 8 3 】

カラーシステム

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】

$$Br_{X\{colour\}} = (Br_{X\{mono\}} / Weight_X) \quad (8)$$

10

【0085】

ここで、Br_{X (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 (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 (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】

20

【数7】

$$Weight_X = f(pAvg_{ratio,Y}, pAvg_{ratio,Z}) \quad (9)$$

すなわち、

$$Weight_G = f(pAvg_{ratio,R}, pAvg_{ratio,B}) \quad (10)$$

$$Weight_R = f(pAvg_{ratio,G}, pAvg_{ratio,B}) \quad (11)$$

$$Weight_B = f(pAvg_{ratio,R}, pAvg_{ratio,G}) \quad (12)$$

30

【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】

40

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

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、したがって、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。

【 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。

40

【 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 r_{ef} を生成する。基準比率 r_{ef} 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 、 $r_2 \cdots r_8$ も算出する。

20

【0102】

比率 r_1 、 $r_2 \cdots r_8$ のそれぞれを基準比率 r_{ef} 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 pt_1 、 $pt_2 \cdots pt_8$ のそれぞれの座標が得られる。

【0103】

点 pt_1 、 pt_2 、 pt_3 、 pt_4 、 pt_5 、 pt_6 、 pt_7 、 pt_8 のそれぞれは、 $Weight_G$ 軸に沿った座標と、 $pAvgRatio_R$ 軸に沿った座標と、 $pAvgRatio_B$ 軸に沿った座標とによって、すなわち、($Weight_G$ 、 $pAvgRatio_R$ 、 $pAvgRatio_B$)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 $pAvgRatio_R$ 及び $pAvgRatio_B$ 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、 $Br_X(colour)$ は、 $Br_X(mono)$ に等しい。

40

【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 $palette_{New}$ は、以下の式(13)~(21)のいずれかを用いて算出できる。

【0107】

【数 8】

$$\begin{aligned} & palette_{New, G (colour)} \\ & = palette_G \times (1 / Br_{G (colour)}) \end{aligned} \quad (13)$$

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

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

$$\begin{aligned} & palette_{New, R (colour)} \\ & = palette_R \times (1 / Br_{R (colour)}) \end{aligned} \quad (16)$$

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

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

$$\begin{aligned} & palette_{New, B (colour)} \\ & = palette_B \times (1 / Br_{B (colour)}) \end{aligned} \quad (19)$$

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

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

【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 $pAvg$ 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 $pAvg_{ratio, R}$ 及び $pAvg_{ratio, B}$ 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】

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 $p_{a l e t t e}$ 及び平均画素値 $p_{A v g}$ 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 $p_{A v g}$ 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 $p_{A v g}$ 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 $p_{a l e t t e}_{N e w}$ 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 $p_{a l e t t e}_x$ 及び平均画素値 $p_{A v g}_x$ を判定する。

【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_r_x 対平均画素値 $p_{A v g}_x$ 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_r_x 対平均画素値 $p_{A v g}_x$ のグラフに基づいて、予測される明度 B_r_x 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 $p_{A v g}_y$ 及び $p_{A v g}_z$ 対重み付け係数 $W e i g h t_x$ 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 $p_{A v g}_y$ 及び $p_{A v g}_z$ 対重み付け係数 $W e i g h t_x$ 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 $W e i g h t_x$ を判定する。

【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 $p_{a l e t t e}_{N e w, R}$ 及び $p_{a l e t t e}_{N e w, G}$ 及び $p_{a l e t t e}_{N e w, B}$ 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もよい。

【0122】

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グルからなるが、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17に示すように、2つの軸に沿って圧縮された一連のホログルからなる。プリディストーション画像508の2次元アレーは、ホログラフィックステレオグラム510のホログルに変換される。この具体例では、アレーは、水平方向に225個のプリディストーション画像と、垂直方向に280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のホログルのアレーから構成される。

10

【0123】

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。

【0124】

【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

【0125】

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、pAvg_{n,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。

【0126】

図18は、480画素×640画素の全方向視差のプリディストーション画像512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。

【0127】

【数10】

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

40

【0128】

(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Brの関係が生成される。図19は、全方向視差システムのための基準データフレーム514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514の組は、それぞれが10個のフレーム(F1~F10)を含む10個のフレームのシリーズ(S1~S10)を含む。これらの基準データフレーム514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S1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S2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S3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20(a)は、図19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20(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グル5 1 6を示している。ホログ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21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22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Br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23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Br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Brの曲線の残りを得るために、更に、図24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25(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25(b)に示すような一組の同じ補償されていないホログル5 3 8を生成する。

【0 1 3 4】

上述した、図23に示す曲線5 3 0の作成の場合と同様に、Br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Br値及びより低い平均画素値p Avgを有し、この結果、図26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26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ができる。こ

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。

【 0 1 3 6 】

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 R G B 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 R G B 成分の予測される明度 B_r は、他の R G B 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 R G B 成分の画素値に対する他の R G B 成分の画素値の作用を補償する。すなわち、 B_r 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

【 0 1 3 7 】

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 1 2 及び図 1 3 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 2 7 ~ 図 2 9 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。

【 0 1 3 8 】

図 2 7 (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、それぞれが 1 0 0 個のフレームを含む 5 0 個のフレームのシリーズを含む。フレームのシリーズ S 1 から S 2 5 は同じであり、フレームのシリーズ S 2 6 から S 5 0 は同じである。シリーズ S 1 ~ S 2 5 において、フレーム 1 ~ 5 0 は、全て同じであり、黄色 ($G = 2 5 5$ 、 $R = 1 2 8$ 、 $B = 0$) の層の上に緑色 ($G = 2 5 5$) の層を有し、フレーム 5 1 ~ 1 0 0 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 ~ 5 0 と同様である。フレームのシリーズ S 2 6 ~ S 5 0 においては、フレーム 1 ~ 5 0 は、フレームのシリーズ S 1 ~ S 2 5 のフレーム 5 1 ~ 1 0 0 と同じであり、フレーム 5 1 ~ 1 0 0 は、フレームのシリーズ S 1 ~ S 2 5 のフレーム 1 ~ 5 0 と同じである。

20

【 0 1 3 9 】

図 2 7 (b) は、図 2 7 (a) のソースデータフレームから得られるホログ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、1 5 0 個の列及び 2 0 0 個の行を有する (例えば、 60×45 mm のプリントでは、各ホログルは、 0.3 mm 平方である)。行 $n 1 \sim n 100$ は同じであり、行 $n 101 \sim n 200$ は同じである。行 $n 1 \sim n 100$ では、列 $i 1 \sim i 75$ は同じであり、ホログルは、右上及び左下の黒と、左上及び右下の緑色とに四分割され、列 $i 76 \sim i 150$ は同じであり、緑色一色である。行 $n 101 \sim n 200$ では、列 $i 1 \sim i 75$ は同じであり、ホログルは、右上及び左下の黒と、左上及び右下の黄色とに四分割され、列 $i 76 \sim i 150$ は同じであり、黄色一色である。

30

【 0 1 4 0 】

図 2 1 及び図 2 2 の表示平面 5 2 4 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 2 8 に示すような画像が見える。画像 5 4 0 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 $r 4$ が得られる。

40

【 0 1 4 1 】

図 2 9 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 $pt 0$ 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 2 7 及び図 2 8 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。

【 0 1 4 2 】

赤 - $Weight_g$ 平面上の赤軸上の中点である赤 = 0 . 5 に対応する $Pt 4$ の値は、

50

r_4 / Ref である。

【0143】

Pt 1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、 $Pt 1 = r_1 / Ref$ である。

【0144】

同様に、Pt 2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、 $Pt 2 = r_2 / Ref$ である。

10

【0145】

同様に、Pt 3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、 $Pt 3 = r_3 / Ref$ である。

【0146】

同様にPt 5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、 $Pt 5 = r_5 / Ref$ である。

【0147】

20

同様に、Pt 6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、 $Pt 6 = r_6 / Ref$ である。

【0148】

同様に、Pt 7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、 $Pt 7 = r_7 / Ref$ である。

【0149】

同様に、Pt 8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、 $Pt 8 = r_8 / Ref$ 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 $pAvg_{ratio}$ 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。

【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って実現してもよい。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。

【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。

【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。

【 0 1 6 1 】

プロセッサ 6 2 2 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 : R A M) 6 2 6、読出専用メモリ (read-only memory : R O M) 6 2 4 及びハードディスク 6 3 4 は、プロセッサ 6 2 2 による制御の下で用いられる。

【 0 1 6 2 】

ビデオインタフェース 6 3 2 は、ディスプレイ 6 1 0 に接続され、ディスプレイ 6 1 0 に表示するビデオ信号を供給する。コンピュータ 6 0 2 を操作するユーザ入力は、キーボード 6 0 4 及びマウス 6 0 6 から提供される。

【 0 1 6 3 】

ここでは、内部ストレージ装置として、ハードディスク 6 3 4 を例示的に示しているが、コンピュータ 6 0 2 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。

【 0 1 6 4 】

コンピュータ 6 0 2 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 6 3 6 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。

【 0 1 6 5 】

インターネット、L A N 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 6 0 0 を接続してもよい。

【 0 1 6 6 】

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 6 3 4 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 6 0 8 によって読み出される携帯可能な記録媒体、例えば、C D - R O M 等に記録してもよい。これに代えて、ネットワーク 6 1 2 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。

【 0 1 6 7 】

いずれの場合も、ユーザは、キーボード 6 0 4 及びマウス 6 0 6 を用いてコンピュータシステム 6 0 0 とインタラクトし、コンピュータ 6 0 2 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。

【 0 1 6 8 】

ソースデータフレームは、入出力インタフェース 6 3 0 又はネットワークインタフェース 6 2 8 を介してプロセッサ 6 2 2 に入力される。プロセッサ 6 2 2 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 6 0 0 に読み込まれ、メモリ 6 2 6 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。

【 0 1 6 9 】

コンピュータプログラム製品からシステム 6 0 0 に読み込まれた補償アルゴリズムも、メモリ 6 2 6 に保存される。プロセッサ 6 2 2 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、C C D 6 1 6 を用いて明度値が入力される。

【 0 1 7 0 】

補償されたプリディストーション画像は、入出力インタフェース 6 2 8 を介して S L M 6 1 4 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。

【 0 1 7 1 】

ここでは、説明のために、コンピュータシステム 6 0 0 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 6 0 0 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

【 0 1 7 2 】

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】

【 0 1 7 3 】

【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。

10

【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。

20

【図 5】RGB 成分の 1 つについて、平均画素値 p_{avg} と B_r との関係を確認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 との関係を確認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 $p_{avg_{ratio}}$ 対 B_r のグラフを示す図であり、図 8 (c) は、明度 B_r 対減衰率 $atten$ 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。

30

【図 10】異なる R、B 値について、平均画素値 $p_{avg_{ratio, G}}$ 対 $B_{r, G}$ 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。

40

【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

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。

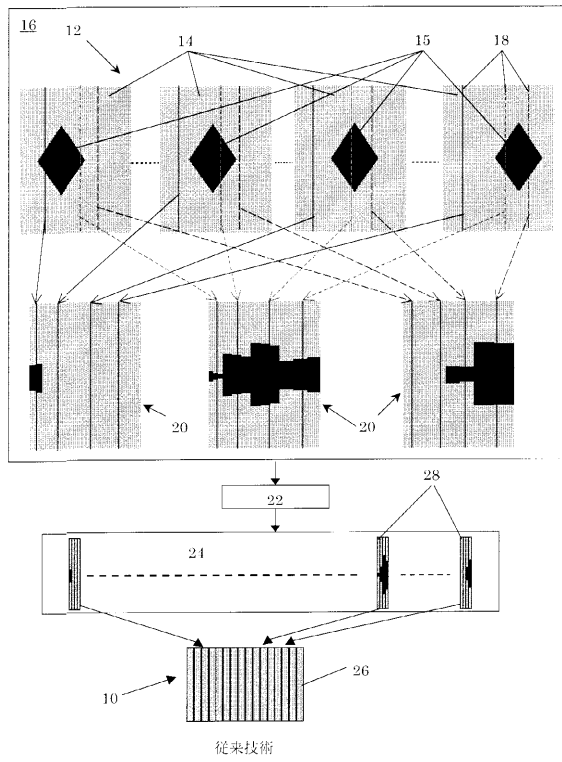
【図 29】図 28 の画像からの値を用いてプロットされた基準緑重み付け係数曲線を示す図である。

【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。

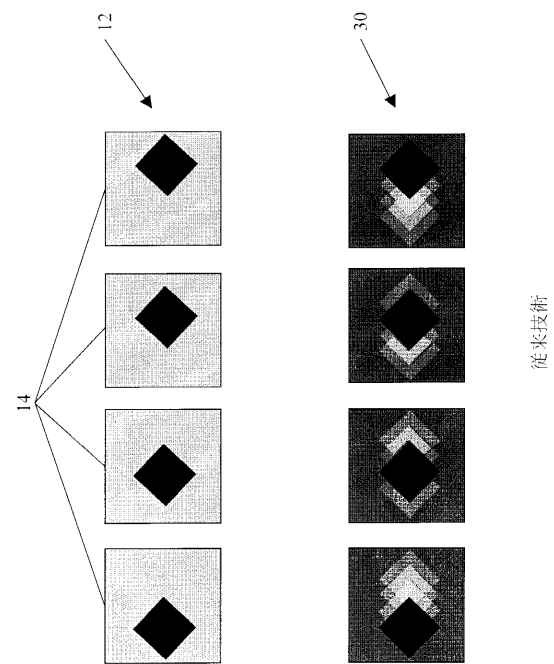
【図 31】複数のソースデータフレームからホログラフィックステレオグラムを生成するコンピュータシステムの構成を示す図である。

30

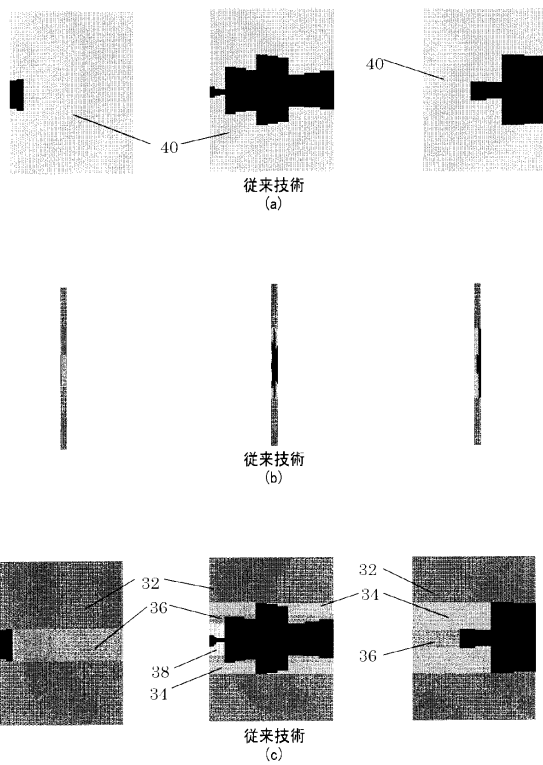
【図 1】



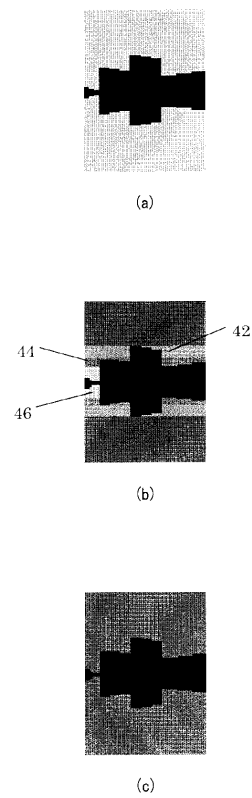
【図 2】



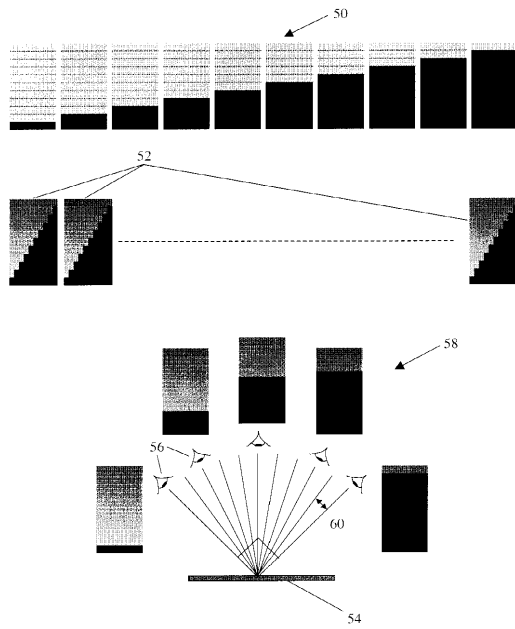
【図 3】



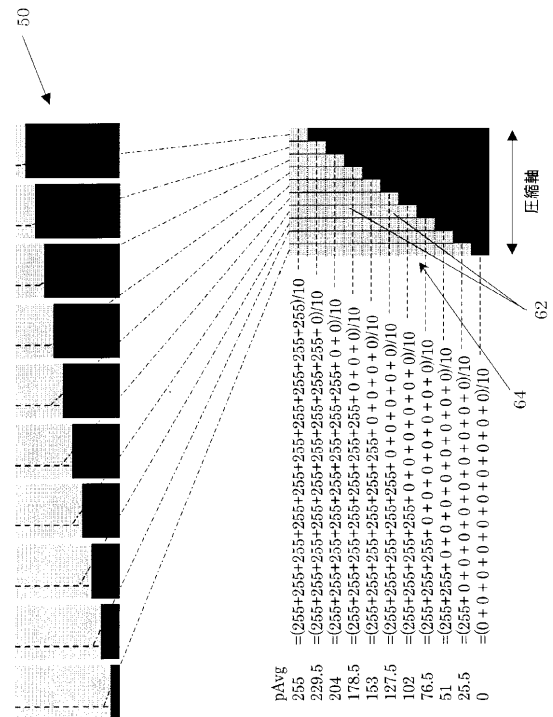
【図 4】



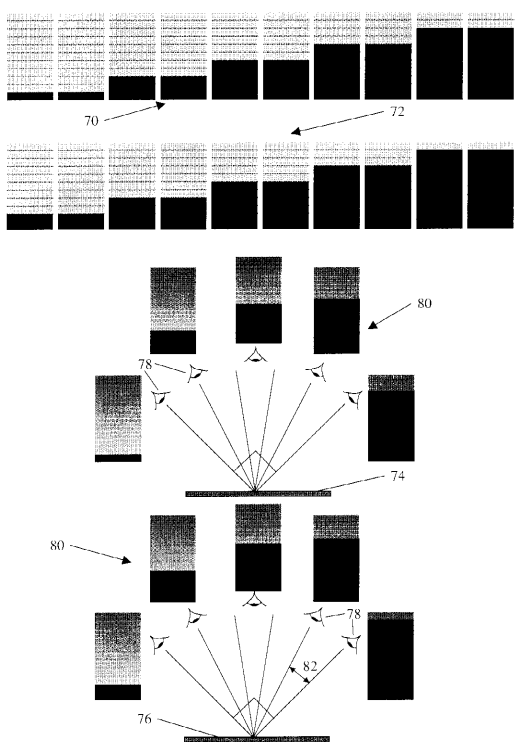
【 図 5 】



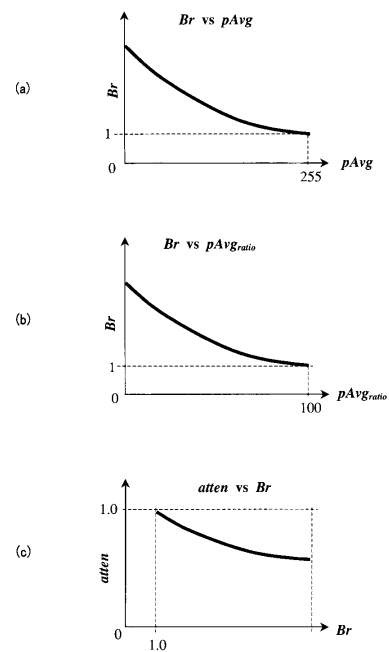
【 図 6 】



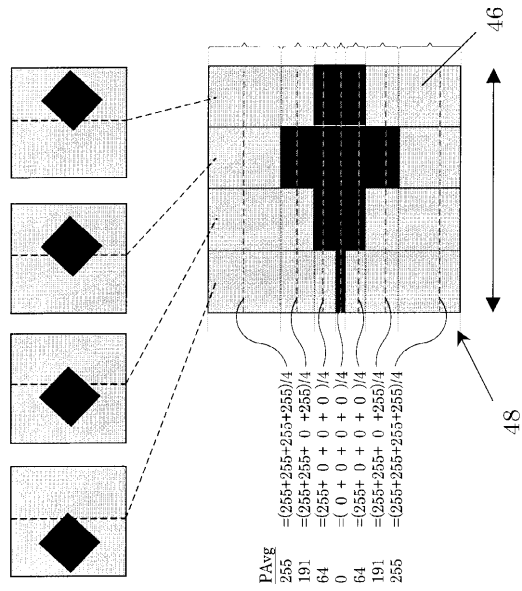
【圖 7】



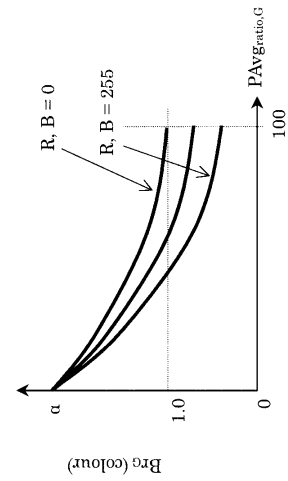
【圖 8】



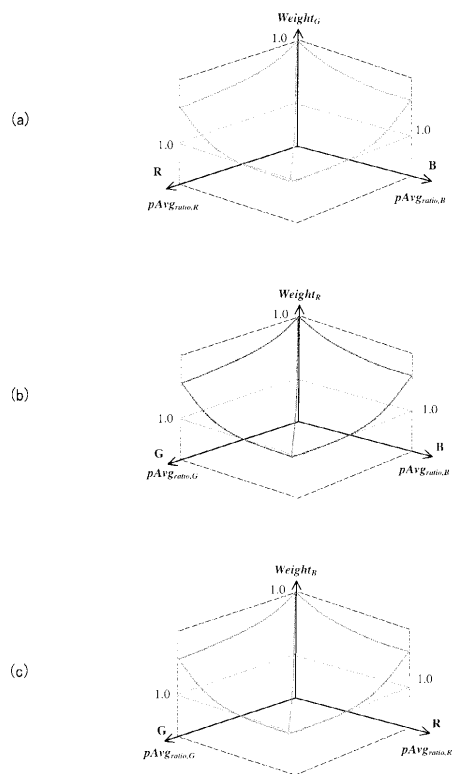
【図 9】



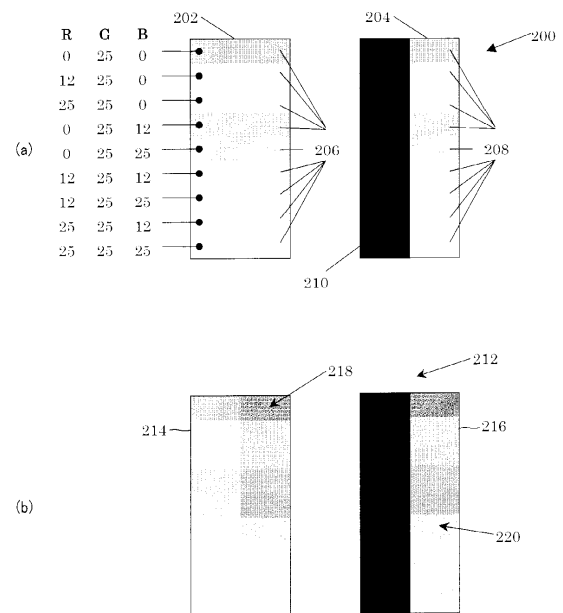
【図 10】



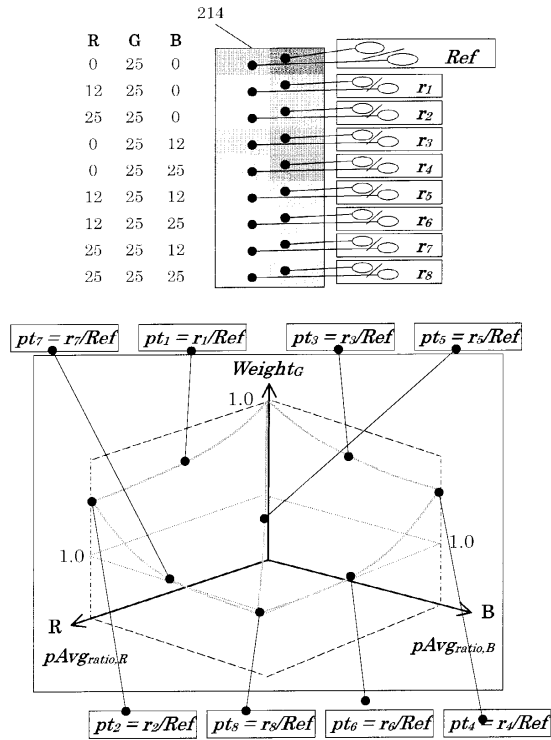
【図 11】



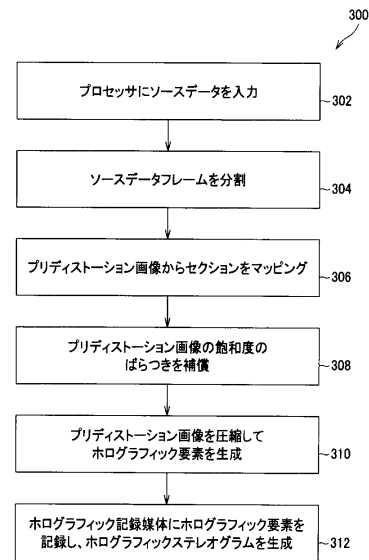
【図 12】



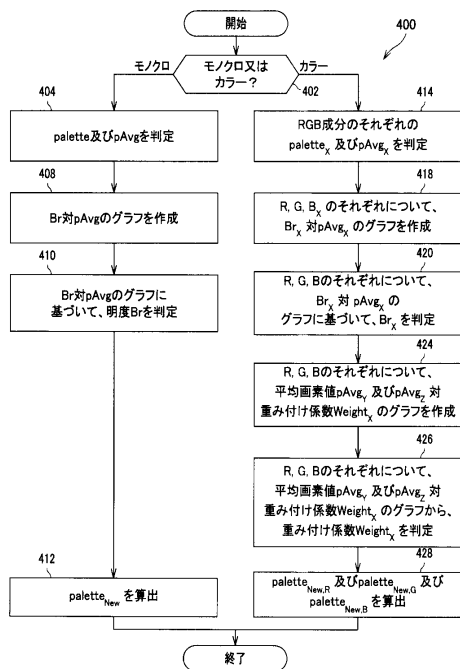
【図 13】



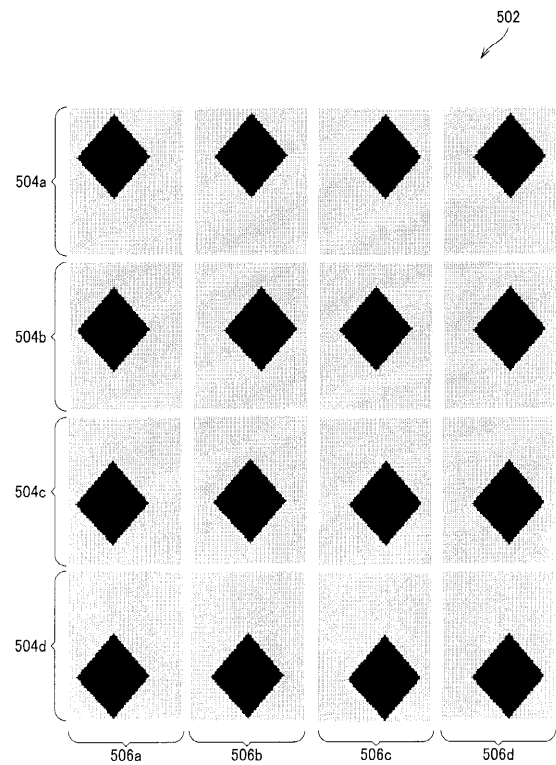
【図 14】



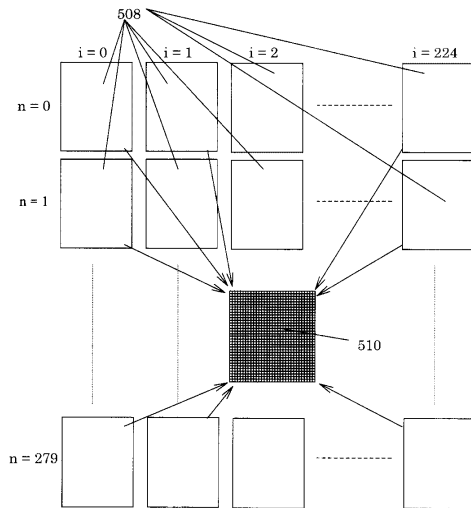
【図 15】



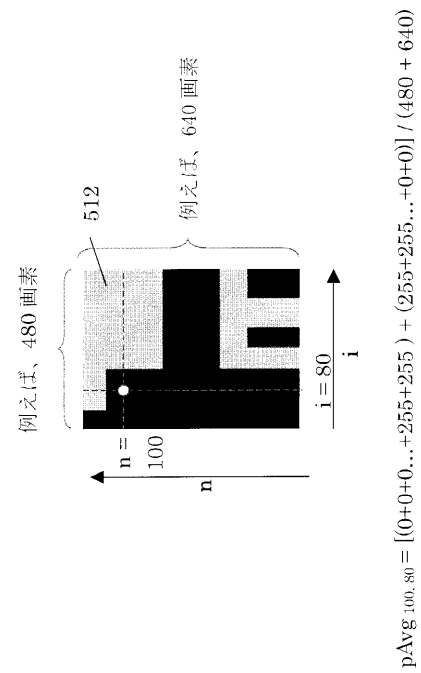
【図 16】



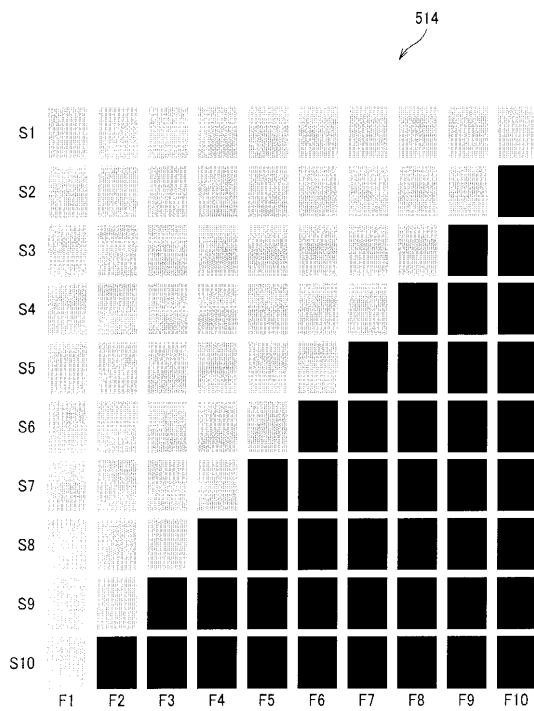
【図 17】



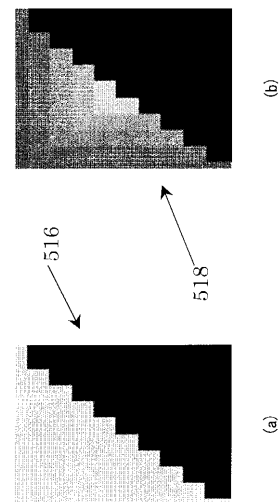
【図 18】



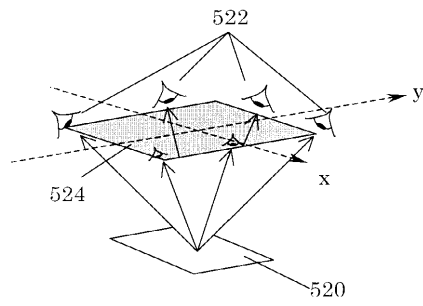
【図 19】



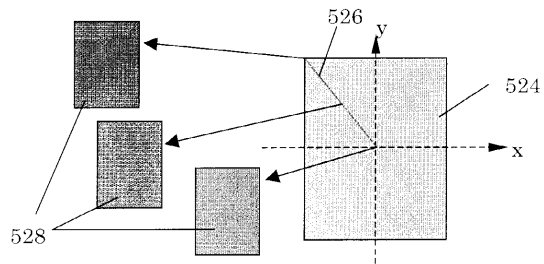
【図 20】



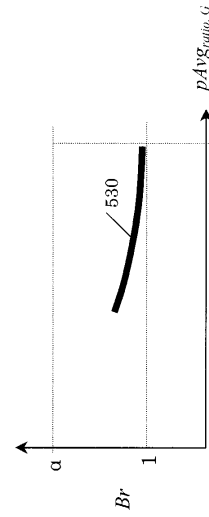
【図 2 1】



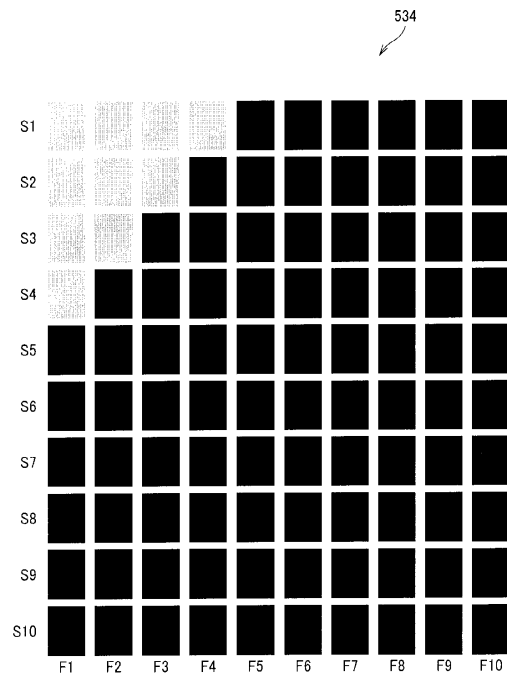
【図 2 2】



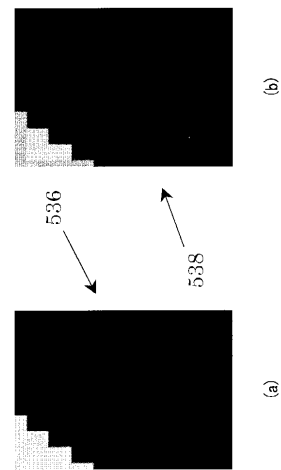
【図 2 3】



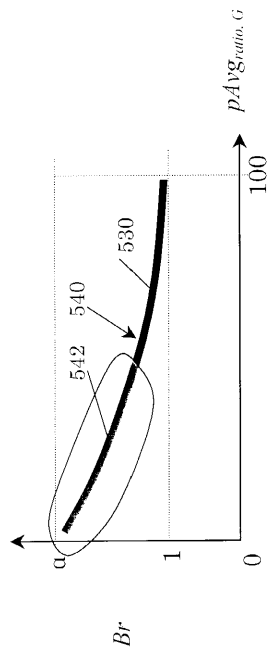
【図 2 4】



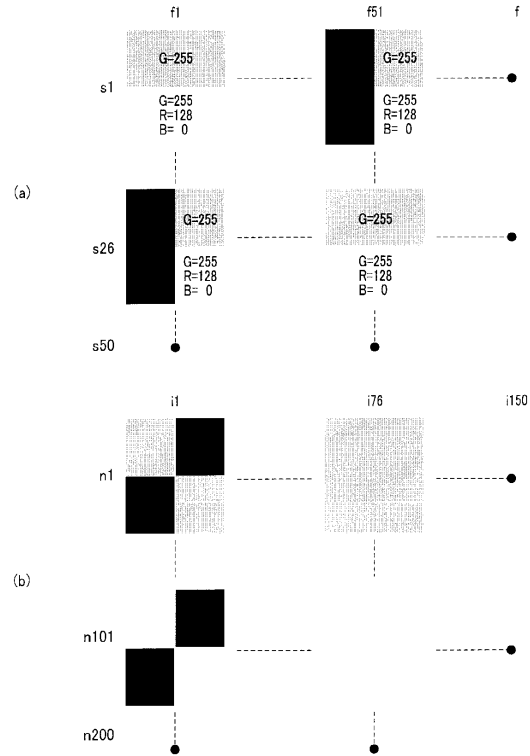
【図 2 5】



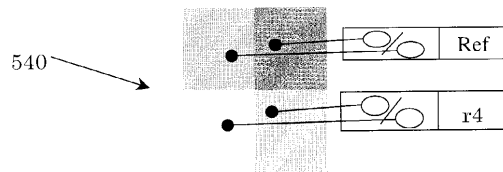
【図 26】



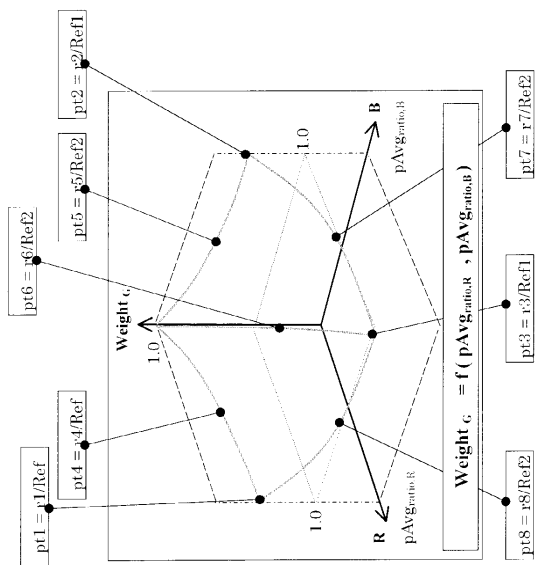
【図 27】



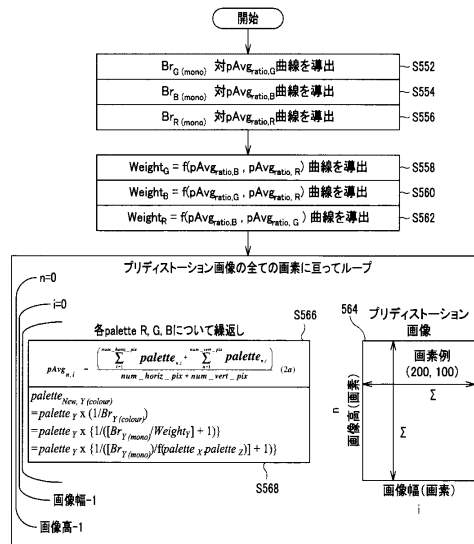
【図 28】



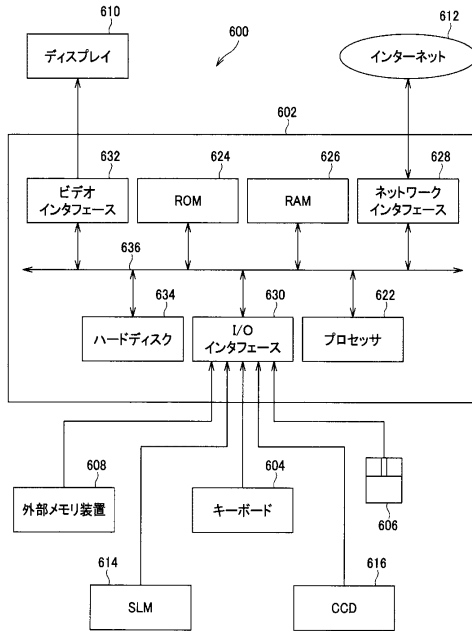
【図 29】



【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