

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-28877
(P2012-28877A)

(43) 公開日 平成24年2月9日(2012.2.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO4N 9/31 (2006.01)	HO4N 9/31 A	2K103
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14 Z	5C060

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-163336 (P2010-163336)
 (22) 出願日 平成22年7月20日 (2010.7.20)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成22年3月21日付掲載 <http://www.ims.uec.ac.jp/index.html> <http://www.ims.uec.ac.jp/research.html> 平成22年2月27日 社団法人映像情報メディア学会発行 「映像情報メディア学会技術報告」

(出願人による申告) 平成21年度、総務省、「室内を全周囲映像空間に変える映像提示技術の研究開発」委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 504133110
 国立大学法人電気通信大学
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1

(74) 代理人 110000925
 特許業務法人信友国際特許事務所

(72) 発明者 橋本 直己
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

(72) 発明者 渡邊 暁
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AA16 AA17 AA22
 AA25 AB05 BB05 BB06 CA54
 5C060 GD04 JA11 JB06

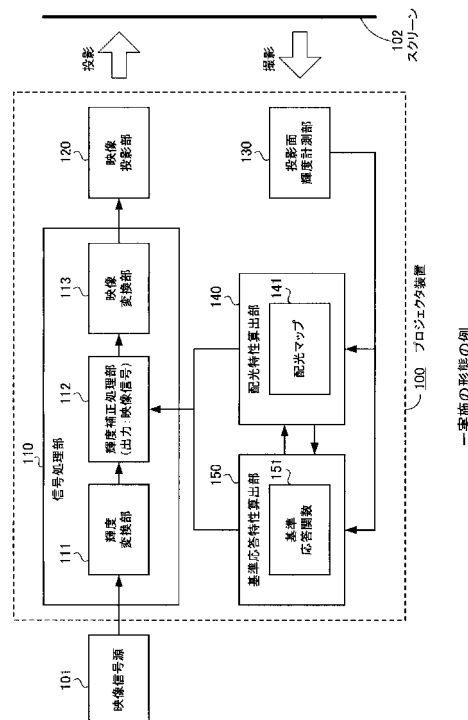
(54) 【発明の名称】 プロジェクタ装置、映像信号補正装置、映像信号補正方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 プロジェクタ装置で映像を投影する場合における映像補正が、投影面の反射特性を考慮し、かつ動的な変化に対処できるようにする。

【解決手段】 投影された映像を撮像して得られた撮像映像の画素ごとの各色成分の輝度値を計測する投影面輝度計測部130と、投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値に基づいて、映像中の基準点の輝度に対する輝度の変化率を示す配光マップを算出する配光特性算出部140と、投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値を、配光マップを用いて正規化して、応答関数を算出する応答関数算出部150とを備える。そして、入力映像信号の画素ごとの各色成分の輝度値を、応答関数及び配光マップを利用して補正し、補正された映像信号を得、その補正された映像信号による映像を投影させる。

【選択図】 図1



一実施の形態の例

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力又は生成した映像信号による映像を投影するプロジェクタ装置であって、
投影された映像を撮像して得られた撮像映像の画素ごとの各色成分の輝度値を計測する
投影面輝度計測部と、

前記投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値に基づいて、映像中の
基準点の輝度に対する輝度の変化率を示す配光マップを算出する配光特性算出部と、

前記投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値を、前記配光マップを
用いて正規化して、応答関数を算出する応答関数算出部と、

前記入力又は生成した映像信号の画素ごとの各色成分の輝度値を、前記応答関数及び前
記配光マップを利用して補正し、補正された映像信号を得る補正処理部と、

前記補正処理部で補正された映像信号による映像を投影する投影部とを備えたプロジェ
クタ装置。

10

【請求項 2】

基準となる全面が白色の映像を投影させた際の前記投影面輝度計測部で計測された画素
ごとの各色成分の輝度値に基づいて、前記応答関数算出部で基準応答関数を算出し、算出
された基準応答関数を初期値として前記補正処理部での補正を実行させ、

前記投影面輝度計測部で計測されたリアルタイムの輝度値と、設定された応答関数によ
って前記補正処理部で補正された映像の輝度値との差から誤差を検出し、その検出された
誤差が最小となるように応答関数を補正する

20

請求項 1 記載のプロジェクタ装置。

【請求項 3】

前記投影部で投影される映像のぶれを検出する投影ぶれ検出部を設け、

前記投影ぶれ検出部で検出した投影ぶれにより、前記補正処理部で補正する画素位置を
補正する

請求項 1 又は 2 記載のプロジェクタ装置。

【請求項 4】

入力又は生成した映像信号を投影状態に応じて補正してプロジェクタ装置に供給する映
像信号補正装置であって、

投影された映像を撮像して得られた撮像映像の画素ごとの各色成分の輝度値を計測する
投影面輝度計測部と、

30

前記投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値に基づいて、映像中の
基準点の輝度に対する輝度の変化率を示す配光マップを算出する配光特性算出部と、

前記投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値を、前記配光マップを
用いて正規化して、応答関数を算出する応答関数算出部と、

前記入力又は生成した映像信号の画素ごとの各色成分の輝度値を、前記応答関数及び前
記配光マップを利用して補正し、補正された映像信号を得る補正処理部と、

前記補正処理部で補正された映像信号を出力して前記プロジェクタ装置に供給する出力
部とを備えた映像信号補正装置。

【請求項 5】

40

入力又は生成した映像信号による映像をプロジェクタ装置から投影する際の投影状態に
応じて補正する映像信号補正方法であって、

投影された映像を撮像して得られた撮像映像の画素ごとの各色成分の輝度値を計測する
投影面輝度計測処理と、

前記投影面輝度計測処理で計測された画素ごとの各色成分の輝度値に基づいて、映像中
の基準点の輝度に対する輝度の変化率を示す配光マップを算出する配光特性算出処理と、

前記投影面輝度計測処理で計測された画素ごとの各色成分の輝度値を、前記配光マップ
を用いて正規化して、応答関数を算出する応答関数算出処理と、

前記入力した映像信号の画素ごとの各色成分の輝度値を、前記応答関数及び前記配光マ
ップを利用して補正し、補正された映像信号を得、補正された映像信号を投影用の映像信

50

号とする補正処理とを実行する映像信号補正方法。

【請求項 6】

入力又は生成した映像信号による映像をプロジェクタ装置から投影する際に、投影状態に応じて補正する処理を行うプログラムであり、

投影された映像を撮像して得られた撮像映像の画素ごとの各色成分の輝度値を計測する投影面輝度計測処理手順と、

前記投影面輝度計測処理手順で計測された画素ごとの各色成分の輝度値に基づいて、映像中の基準点の輝度に対する輝度の変化率を示す配光マップを算出する配光特性算出処理手順と、

前記投影面輝度計測処理手順で計測された画素ごとの各色成分の輝度値を、前記配光マップを用いて正規化して、応答関数を算出する応答関数算出処理手順と、

前記入力した映像信号の画素ごとの各色成分の輝度値を、前記応答関数及び前記配光マップを利用して補正し、補正された映像信号を得、補正された映像信号を投影用の映像信号とする補正処理手順とを実行するプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、映像を投影するプロジェクタ装置、及びそのプロジェクタ装置に供給する映像信号を補正する映像信号補正装置及び映像信号補正方法、並びに映像信号補正方法を実行するプログラムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

映像をスクリーンなどに投影するプロジェクタ装置は、高性能化や小型化などの進展により、会議用、ホームシアター用、娯楽用などとして、利用されるケースが増大している。

特に、スクリーンや壁などの任意の場所に、その投影位置の前面側から投影させる、いわゆるフロントプロジェクタ装置は、そのプロジェクタ装置を用意すれば、投影用スクリーン以外であっても、ユーザが所望の任意の位置に映像を投影できるため、今後も普及が見込まれている。

30

【0003】

プロジェクタ装置がスクリーンなどに投影する映像の輝度を補正する技術として、特許文献 1 に記載のものが提案されている。

図 15 は、この特許文献 1 に記載のプロジェクタ装置の輝度補正処理構成を示したブロック図である。図 15 に従って説明すると、映像信号源 30 から供給された映像信号をプロジェクタ装置 10 に入力させ、そのプロジェクタ装置 10 内の信号処理部 20 に供給する。信号処理部 20 内では、入力映像信号を輝度変換部 21 に供給し、入力した映像信号から輝度データを得る。輝度変換部 21 で得られた輝度データは、輝度過不足分補正部 22 に供給する。輝度過不足分補正部 22 では、スクリーンの応答特性を記憶したルックアップテーブル (LUT) 23 に記憶された応答特性のデータを使用して、輝度の補正処理を行う。

40

輝度過不足分補正部 22 で補正された輝度データは、映像信号変換部 24 で表示用の映像信号に変換し、変換された映像信号を映像投影部 12 に供給して、スクリーン 40 に対して投影させる。

【0004】

スクリーン 40 に投影した映像は、投影面輝度計測部 13 で、画面上の輝度が計測される。その計測された輝度値は、プロジェクタ装置 10 内の輝度むら算出部 11 に供給され、輝度むらが算出される。この計測された輝度むらに基づいて、ルックアップテーブル 23 に記憶させる応答特性が設定される。

【0005】

50

この図15に記載の構成によると、例えばスクリーン40上の映像に、スクリーンの不良などによる輝度むらがある場合に、その輝度むらが補正されて、良好な映像が表示されるようになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-304479号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

図15に示した特許文献1の技術は、ルックアップテーブルに一度設定した応答関数で、投影中の補正を行うものであり、スクリーンが定常的に持つ輝度むらの補正は可能である。しかしながら、この従来技術では、画面の輝度むらを補正するものであり、例えば縞模様のあるスクリーンに投影したときの補正は困難である。また、例えばスクリーンの前を人が横切った場合のようや、スクリーンの前に何らかの障害物(人)がある場合の補正のような、動的な補正も困難である。

さらに、プロジェクタ装置そのものが、固定されていない状況で投影させた場合での補正も困難である。

【0008】

20

本発明の目的は、例えば本発明の目的は、例えばプロジェクタ装置を用いて撮像面に映像を投影する際に、投影面の反射特性や投影面の動的な変化に対応できるような映像補正をして、どのような投影面であっても良好な画像を提供できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、入力又は生成した映像信号をプロジェクタ装置から投影する際の投影状態に応じて補正するものである。

その補正のための処理構成としては、投影された映像を撮像して得られた撮像映像の画素ごとの各色成分の輝度値を計測する投影面輝度計測部と、投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値に基づいて、映像中の基準点の輝度に対する輝度の変化率を示す配光マップを算出する配光特性算出部と、投影面輝度計測部で計測された画素ごとの各色成分の輝度値を、配光マップを用いて正規化して、応答関数を算出する応答関数算出部とを備える。

30

そして、入力又は生成した映像信号の画素ごとの各色成分の輝度値を、応答関数及び配光マップを利用して補正し、補正された映像信号を得、その補正された映像信号による映像を投影させる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によると、投影映像のごとの各色成分の輝度値から応答関数を求めると共に、基準点からの輝度の変化率を示す配光マップを使用して、画素毎のリアルタイムでの各色ごとの補正を行うようにしたので、例えば縞模様のあるスクリーンなどの、一面が白色でないスクリーンに投影させても、良好な映像を表示できるようになる。

40

また、リアルタイムに適切な補正が行われるので、例えば映像を投影しているスクリーンの前を人などが横切ることがあっても、その影響を極力排除した映像の投影が行える。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施の形態によるプロジェクタ装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施の形態による投影処理例を示すフローチャートである。

【図3】本発明の一実施の形態による投影面輝度の計測状態の例を示す説明図である。

【図4】本発明の一実施の形態による測定輝度の例を示す説明図である。

50

【図 5】本発明の一実施の形態による配光特性算出処理例を示す説明図である。

【図 6】本発明の一実施の形態による基準応答特性算出処理例（ 1 ）を示す説明図である。

【図 7】本発明の一実施の形態による基準応答特性算出処理例（ 2 ）を示す説明図である。

【図 8】本発明の一実施の形態による応答特性の例を示す説明図である。

【図 9】本発明の一実施の形態による投影画像の例を示す説明図である。

【図 10】図 9 例の画像を各色ごとに分解して示す説明図である。

【図 11】図 9 例の画像の場合の応答関数の例を示す特性図である。

【図 12】本発明の他の実施の形態による構成例（プロジェクタ装置と補正装置が別体の例）を示すブロック図である。 10

【図 13】本発明のさらに他の実施の形態による構成例（プロジェクタ装置と補正装置とカメラ装置が別体の例）を示すブロック図である。

【図 14】本発明のさらに他の実施の形態による構成例（手振れ補正を行う例）を示すブロック図である。

【図 15】従来の輝度補正を行うプロジェクタ装置の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の実施の形態を、以下の順序で説明する。

1. 一実施の形態の全体構成例の説明（図 1） 20
2. 一実施の形態の全体の処理例の説明（図 2）
3. 一実施の形態の投射面輝度計測処理例の説明（図 3，図 4）
4. 一実施の形態の配光特性算出処理例の説明（図 5）
5. 一実施の形態の基準応答特性算出処理例の説明（図 6 - 図 8）
6. 一実施の形態の例の具体的処理例の説明（図 9 - 図 11）
7. 他の実施の形態の例（プロジェクタ装置と補正装置が別体の例）の説明（図 12，図 13）
8. 他の実施の形態の例（手振れ補正を行う例）の説明（図 14）
9. その他の変形例

【0013】 30

[1. 一実施の形態の全体構成例の説明]

図 1 を参照して、一実施の形態の装置の全体構成例について説明する。

図 1 に示すように映像信号源 101 からプロジェクタ装置 100 に映像信号が供給され、この映像信号による映像を、プロジェクタ装置 100 でスクリーン 102 に投影させるものである。プロジェクタ装置 100 は、スクリーン 102 の前面に配置する、いわゆるフロント型のプロジェクタ装置である。

なお、スクリーン 102 は、映像投影用として構成された専用のスクリーンを使用する場合と、部屋の壁面などの任意の位置をスクリーンとして使用する場合とのいずれでもよく、以下の説明でスクリーンと述べた場合には、単に投影面のことを示し、必ずしもプロジェクタ専用のスクリーンが配置されているとは限らない。 40

【0014】

映像信号源 101 は、例えばディスクやメモリなどの媒体から映像信号を再生する再生装置、放送波の受信や各種伝送系を経由したダウンロードなどで映像信号を取得する受信装置、情報処理に応じて映像信号を生成させるコンピュータ装置などの、映像信号を得る各種装置が適用可能である。また、図 1 の例では、映像信号源 101 をプロジェクタ装置 100 と別体とした構成としてあるが、プロジェクタ装置 100 が映像信号源を備えて、プロジェクタ装置内で映像信号を生成させてもよい。

【0015】

映像信号源 101 が出力した映像信号は、プロジェクタ装置 100 の信号処理部 110 に入力させる。信号処理部 110 は、輝度変換部 111 と、輝度補正処理部 112 と、映 50

像変換部 113 とを備える。

輝度変換部 111 は、入力した映像信号の輝度成分を、補正できるデータに変換する。具体的には、例えば 1 フレームの映像信号について、その 1 フレーム内のそれぞれの画素ごとに、赤色信号の輝度値と緑色信号の輝度値と青色信号の輝度値のデータとする。

【0016】

輝度変換部 111 で得られた各画素の各色ごとの輝度値のデータは、輝度補正処理部 112 に供給する。輝度補正処理部 112 では、後述する配光特性算出部 140 から供給される配光マップのデータと、基準応答特性算出部 150 から供給される基準応答関数のデータとを利用して、各画素の各色の輝度値を補正する処理を行う。補正処理の詳細については後述するが、スクリーン 102 上で正しく映像が表示されるようにするための補正である。

10

補正された各画素の各色の輝度値は、映像変換部 113 に供給して、投影用の所定の方式の映像信号に変換し、変換された映像信号を、信号処理部 110 の出力として映像投影部 120 に供給する。

【0017】

映像投影部 120 は、プロジェクタ装置が備える一般的な投影処理構成部であり、例えば入力した映像信号により、光源からの光を変調して、投影光を生成させ、その生成された投影光を投射光学系でスクリーン 102 に投影させる。光源からの光の変調手段としては、例えば光源からの光を透過させる液晶画像表示パネルなどが使用される。あるいはその他の方式の投影処理構成を適用してもよい。なお、映像投影部 120 は、初期モードの際に全面が白色の白色映像をスクリーン 102 に投影させることができる構成としてある。

20

【0018】

また、プロジェクタ装置 100 は、投影面輝度計測部 130 を備える。投影面輝度計測部 130 は、カメラなどによりスクリーン 102 に投影された映像を撮像して、投影面の各色成分の輝度を、投影映像の画素ごとに計測する。計測されたデータは、配光特性算出部 140 及び基準応答特性算出部 150 に供給する。

【0019】

配光特性算出部 140 は、投影面輝度計測部 130 で計測された画素ごとの各色成分の輝度値に基づいて、映像中の基準点の輝度に対する輝度の変化率を示す変化特性の図表である配光マップを算出して、配光マップ記憶部 141 が記憶する。

30

基準応答特性算出部 150 は、投影面輝度計測部 130 で計測された画素ごとの各色成分の輝度値を、配光マップ記憶部 141 が記憶した配光マップを用いて正規化して、応答関数を算出する。特に、初期状態で得た応答関数を、基準応答関数として基準応答関数記憶部 151 が記憶する。

【0020】

そして、配光マップ記憶部 141 に記憶された配光マップと、基準応答関数記憶部 151 に記憶された応答関数とを、信号処理部 110 の輝度補正処理部 112 に供給し、各データを利用して補正処理を行う。

【0021】

40

[2 . 一実施の形態の全体の処理例の説明]

次に、図 2 のフローチャートを参照して、一実施の形態のプロジェクタ装置 100 内の処理状態の例について説明する。

まず、初期状態の処理として、映像内の全面（つまり全画素）が白色の白色映像を映像投影部 120 からスクリーン 102 に投影させる（ステップ S 11）。ここでの白色映像は、輝度値が最大の 100% 白映像とする。あるいは、全画素値が同一となる単色映像であり、各画素間の輝度比が算出可能であれば、100% 白映像以外の基準となる映像でもよい。

この状態で、投影面輝度計測部 130 で投影された白色映像の計測を行い、配光特性算出部 140 で、配光特性の傾向を示すデータである配光マップを算出する（ステップ S 1

50

2)。そして、映像信号源101から入力した映像信号による映像の1フレーム目の投影を開始させ(ステップS13)、基準応答特性算出部150で基準応答関数を算出する(ステップS14)。ステップS13での1フレーム目の投影映像は、信号処理部110で補正処理が行われていない映像である。

【0022】

以後は、配光マップの算出(ステップS15)と、応答特性の算出(ステップS16)とを行い、その算出された配光マップ及び応答特性を使用して映像補正を行い(ステップS17)、補正された映像を映像投影部120から投影させる(ステップS18)。その上で、投影中の映像を投影面輝度計測部130で計測し、ステップS15の配光特性算出に戻り、1フレームの映像が投影されるごとに、ステップS15からステップS18の処理が繰り返される。ステップS15からステップS17までの処理は、次のフレームの映像が投影されるまでの1フレーム期間内で行う。このように1フレーム期間内で行うことで、1フレーム前の投影状態を反映した補正が、現在の映像信号に対して行われ、リアルタイムで逐次補正処理が行われる。

【0023】

[3. 一実施の形態の投影面輝度計測処理例の説明]

次に、図3及び図4を参照して、投影面輝度計測部130での輝度計測処理の詳細について説明する。

本実施の形態においては、図3に示すように、投影面輝度計測部130を構成するカメラが備えるレンズ131で、スクリーン102上の投影映像を撮像するように設定する。投影面輝度計測部130を構成するカメラ内には撮像素子132を備え、その撮像素子132で投影映像を撮像する。撮像信号は、補正用の画素単位の信号として、その画素単位の各色の輝度値を計測して出力する。

【0024】

図4は、投影面輝度計測部130で計測される輝度値の例を示したものである。この図4の例は、ある特定の1つの色(例えば赤色)の輝度値を示し、説明を簡単にするために1フレームを7×7の49画素で示してあり、1画素を8ビットの階調(即ち0から255の値)で示してある。これらの画素数や階調数、及び図上の輝度値はあくまでも原理を説明するための一例である。図4で空欄になっている画素についても、輝度値が計測される。本実施の形態の例の場合は、中央の画素を基準点xとしてある。

【0025】

[4. 一実施の形態の配光特性算出処理例の説明]

次に、図5を参照して、図4に示すように計測された輝度値から、配光特性算出部140で配光特性である配光マップを得る処理について説明する。

図5の左側に示した画素ごとの輝度値については、図4に示した計測された輝度値である。そして、配光特性算出部140では、中央の基準点xの輝度値を1.0とし、その基準点との輝度の比(つまり配光特性)を算出して、その比の値を、図5の右側に示すように各画素に設定する。この図5の右側に示した比の値を各画素で示したものを、配光マップと称し、配光マップ記憶部141に記憶させる。なお、図4の例では、中央の画素を基準点(基準画素)としたが、中央以外の特定位置の画素を基準点としてもよい。

【0026】

[5. 一実施の形態の基準応答特性算出処理例の説明]

次に、基準応答特性算出部150での応答関数を算出する処理例について、図6～図8を参照して説明する。

まず、図6に示すように、入力映像信号の1フレーム目の映像を、そのまま補正をせずに映像投影部120から投影させる。図6(a)は、その投影させる映像信号の3つの画素位置の1つの色の輝度値を示す。ここでは、入力映像信号で示される輝度値として、中央の基準点xの輝度値100と、画素Aの輝度値80と、画素Bの輝度値120とを得たとする(実際には全ての画素の輝度値を得る)。

【0027】

10

20

30

40

50

そして、実際に投影させた映像から投影面輝度計測部 130 で計測し、配光特性算出部 140 で得た配光マップで補正した輝度値として、図 6 (b) に示すものが検出されたとする。この図 6 (b) に示す輝度値は、基準点 x が輝度値 10 となり、画素 A の値が輝度値 6 となり、画素 B の値が輝度値 18 となった例としてある。従って、図 6 (c) に示した入力と出力の関係が得られる。

【0028】

次に、図 7 (a) に示すように、各画素位置の計測値に、配光マップ上の同じ画素位置の値を乗算し、入出力関係を基準点での入出力関係に置き換える処理を行う。

即ち、図 7 (a) の左端に示すように、投影面輝度計測部 130 で計測された各画素の計測値 (観測値) に、図 7 (a) の中央に示す配光マップ上の各画素の特性値を乗算して、図 7 (a) の右端に示すように、各画素の輝度値を基準点 x での出力値で正規化した結果を得る。

【0029】

即ち、図 7 (b) の左側に示した正規化前の入出力関係 (図 6 (c) と同じ) が、図 7 (b) の右側に示した正規化後の入出力関係に変換される。

このようにして、1つの映像投影結果より、基準点における全画素分の大量の入出力関係が得られる。その得られた大量の入出力関係を、最小二乗化により、応答関数を算出する。

【0030】

図 8 は、最小二乗法により応答関数を算出 (推定) する状態を示したものである。この図 8 に示すように、入力画素値を横軸とし、測定画素値を縦軸として、それらの値から応答関数 F_X を得る。

【0031】

このようにして算出された応答関数を使用して、入力映像信号の補正を信号処理部 110 内の輝度補正部 112 で行う。即ち、輝度補正部 112 では、輝度変換部 111 から供給される、画素ごとの本来表示すべき輝度値 を得る。

その上で、基準応答特性算出部 150 から供給される基準応答関数及び配光特性算出部 140 から供給される配光マップより、映像信号をそのままスクリーン 102 に投影させた際に得られると予測される輝度情報 を画素毎に求める。

そして、輝度補正量 () - () を、「基準応答関数」及び「配光マップ」を用いて補正する。この各画素での補正は、映像信号の色成分ごとに個別に行われる。このようにして補正が行われることで、スクリーン 102 の状態がどのような状態であっても、全面白のスクリーンに投影した場合と同様に見える投影が行える。

【0032】

ここで、応答関数の推定について、より詳しく説明する。

まず、基準応答関数と配光マップから、各画素毎の応答関数を算出する処理は、次の (式 1) で示される。

$$O(s, t) = H(i) \times \text{Map}(s, t) \cdots (\text{式 1})$$

【0033】

(式 1) 中の各値の定義は、以下の通りである。

s, t : 画素の 2 次元座標

i : 画素 (s, t) に対する入力信号

O(s, t) : 画素 (s, t) で予想される出力輝度

H(i) : 基準応答関数

Map(s, t) : 配光マップの値

【0034】

ここで、(式 1) 中の基準応答関数 $H(i)$ は、一般的に指数関数で近似され、 $\text{Map}(s, t)$ は定数であることから、逆関数 H^{-1} が存在し、(式 2) 及び (式 3) に示すように、簡単に求める事が可能である。基準応答関数と同時に、最小二乗法による算出も可能である。

10

20

30

40

50

$$O(s, t) / \text{Map}(s, t) = H(i) \cdots (\text{式 } 2)$$

$$i = H^{-1}(O(s, t) / \text{Map}(s, t)) \cdots (\text{式 } 3)$$

【0035】

信号処理部110の輝度変換部111にて求めた理想的な出力輝度を $O'(s, t)$ とすると、この $O'(s, t)$ を実現するために必要な入力信号 i' は(式3)より、

$$i' = H^{-1}(O'(s, t) / \text{Map}(s, t)) \cdots (\text{式 } 4)$$

として求める事ができる。

(式4)の補正後信号 i' が、入力信号 i に対する補正後の信号値となる。この演算処理が、図2のフローチャートに示した映像補正処理時に実行される。

【0036】

本実施の形態での応答関数の推定処理による補正は、次のように考えることができる。

プロジェクタ装置によってスクリーンに投影された映像の明るさ(輝度)は、投影面上の座標 (s, t) と画素値 i において、(式5)のように表現される。

$$\text{輝度}(s, t, i) = \text{応答関数 } F(i) \times \text{配光特性 } L(s, t) \cdots (\text{式 } 5)$$

【0037】

そして、本実施の形態では、まず映像投影を行う最初の1フレーム目の画像として、全面白の映像を投影し、そのときの投影面からの反射光を、投影面輝度計測部130を構成するカメラによって撮影する。この処理は、同一の明るさの光に対する投影面の応答を調べることとなり、(式5)中の配光特性とに相当する。

【0038】

次に、出力対象映像をプロジェクタから出力し、その投影結果を同じくカメラによって撮影する。このとき、各画素毎における「入力値」と「出力(観測)値」の関係を得ることができるが、これはスクリーンの応答特性が各画素毎に異なっているため、全ての関係を同一に扱うことができない。すなわち、各画素で得られた応答から、スクリーン全体の応答特性を求めることができない。そこで本実施の形態では、1フレーム目に獲得した配光特性を利用し、各画素間の応答を正規化し、同じ次元で扱えるように補正を行う。これにより、投影面に対して大量の応答情報が得られるため、画素位置に依存しないプロジェクタと投影面間の応答関数を推定することが可能になる。

【0039】

以上から、(式5)に示した各要素が得られることになる。投影映像の内容に応じて実現したい輝度が定まるため、それに必要な入力画素値 i を、(式5)より求めることが可能になる。

【0040】

そして、ここで推定した応答関数は、現実的には推定誤差などを含む場合があり、それによって補正結果画像が安定しない場合がある。具体的には、スクリーン上の映像を見る観察者に対して違和感を与える場合が考えられる。そこで、推定した応答関数によって補正された映像と、投影画像の理想的な輝度差を観測し、その誤差が最小になるように応答関数の補正処理を行うものである。

【0041】

[6. 一実施の形態の例の具体的処理例の説明]

次に、図9~図11を参照して、具体的な処理状態の概要について説明する。

まず、図9に示すような、全面白的背景中に、赤い丸の模様 y が配置されたスクリーンを使用して投影する場合を想定する。この映像の中央の基準点 x は、白色の箇所である。

【0042】

この図9のスクリーンを撮像して得た映像信号を、3原色信号成分に分解して示したのが、図10である。

図10(a)は、赤色信号(R)の輝度を示したものである。赤色成分は、この図10(a)に示すように、全ての画素が同じ輝度レベルである。

図10(b)は、緑色信号(G)の輝度を示したものであり、図10(c)は、青色信号(B)の輝度を示したものである。緑色成分と青色成分は、白色の画素が高い輝度値と

10

20

30

40

50

なり、丸い模様 y の部分の画素は、低い輝度値となる。

【 0 0 4 3 】

このような映像状態である場合に、基準点 x での各色の基準応答関数は、図 1 1 (a) に示す状態となり、赤い模様 y の部分での各色の応答関数は、図 1 1 (b) に示すようになる。図 1 1 の各グラフは、横軸が入力信号で縦軸が出力輝度値である。

この図 1 1 に示すように、赤い模様 y 上の各色の信号を出力する場合、色ごとに目標輝度が定まる。

その“目標輝度”を実現するための入力補正值は、図 1 1 (b) に示した各画素毎の応答関数よりわかる。

この赤い模様 y の範囲の応答関数より、赤色信号 R と比べて緑色信号 G 及青色信号 B は、より大きな入力値を必要とする傾向となる。つまり、赤い模様 y の範囲内の画素については、補正後の緑色信号 G 及青色信号 B は、元々の値よりも大きな値となる補正が行われる。

従って、例えばこの図 9 の赤い模様があるスクリーンに、映像を投影させたとき、赤い模様を隠すような補正が行われて投影が行われることになり、実質的に全面白のスクリーンに投影させた場合とほぼ同様の映像投影が行える。しかも、リアルタイム補正であるので、例えば赤い模様の位置が時間で変化する場合でも、追従して補正されることになる。但し、図 2 のフローチャートから判るように、スクリーン上の観測結果の反映は、原理的に 1 フレームだけ遅れるので、1 フレームだけずれて補正されることになるが、実用上はスクリーン状態の変化に追従した補正が行える。従って、例えばスクリーンそのものは全面白であっても、そのスクリーンの前を赤い服を着た人が横切るようなことがあっても、その赤い服の色を消すような補正がされることになり、良好な投影が行える。

【 0 0 4 4 】

以上説明した本実施の形態の輝度補正処理がリアルタイムで行われることで、プロジェクタ装置 1 0 0 を使用して、プロジェクタ用スクリーン以外の場所への映像投影が可能になる。従って、映像投影用のスクリーンを用意する必要がなくなる。また、室内の壁面を利用して、簡易なホームシアターを実現可能できる。

また、十分な投影光量または適度な暗室状態があれば、どのような場所であってもプロジェクタ装置による情報提示が可能となる。例えば、イベント会場や自動車内でのインフォメーション提示等が簡単に行える。

また、例えば全周囲に映像を投影するような、VR (パーチャルリアリティ) 装置やシミュレータ、トレーニング装置などを、専用のスクリーンを用意することなく、簡易に構築可能となる。

さらに、様々な場所を広告用ディスプレイとして利用可能となる。

【 0 0 4 5 】

また、小型化したプロジェクタ装置に本実施の形態の構成を組み込むことで、プロジェクタ装置の利用促進につながる。即ち、机の上等、場所を選ばずに映像投影ができるため、現状では、スクリーンを用意しないと使用し難い携帯用の小型のプロジェクタ装置の利用を促進することができる。

また、電車内などでも、膝の上や鞆の後ろに映像投影することで映像コンテンツを視聴可能となる効果を有する。

【 0 0 4 6 】

また、本実施の形態のプロジェクタ装置を利用することで、壁面の模様を利用したアート表現が可能となる。即ち、投影面に存在する実物体を輝度補正によって消失させることによるアート表現が可能となる。

【 0 0 4 7 】

[7 . 他の実施の形態の例 (プロジェクタ装置と補正装置が別体の例) の説明]

なお、図 1 の構成では、プロジェクタ装置に補正処理部を内蔵させた構成としたが、プロジェクタ装置とは別の補正装置で補正処理を行う構成としてもよい。

図 1 2 は、この場合の構成例を示したものである。この図 1 2 の例では、映像信号源 1

10

20

30

40

50

01が出力する映像信号を、映像信号補正装置300に供給し、その映像信号補正装置300で補正した映像信号を、プロジェクタ装置200に供給して、スクリーン102に投影させる。プロジェクタ装置200は、既存のプロジェクタ装置が使用可能である。

【0048】

映像信号補正装置300は、図1に示したプロジェクタ装置100の補正のための構成と同じである。即ち、映像信号源101からの映像信号を信号処理部310に入力させる。信号処理部310は、輝度変換部311と、輝度補正処理部312と、映像変換部313とを備える。

輝度変換部311は、入力した映像信号の輝度成分を、補正できるデータに変換する。具体的には、例えば1フレームの映像信号について、その1フレーム内のそれぞれの画素ごとに、赤色信号の輝度値と緑色信号の輝度値と青色信号の輝度値のデータとする。

10

【0049】

輝度変換部311で得られた各画素の各色ごとの輝度値のデータは、輝度補正処理部312に供給する。輝度補正処理部312では、配光特性算出部340から供給される配光マップのデータと、基準応答特性算出部350から供給される基準応答関数のデータとを利用して、各画素の各色の輝度値を補正する処理を行う。配光特性算出部340は、配光マップ記憶部341を備え、基準応答特性算出部350は、基準応答関数記憶部351を備える。

補正された各画素の各色の輝度値は、映像変換部313に供給して、投影用の所定の方式の映像信号に変換し、変換された映像信号を、プロジェクタ装置200内の映像投影部201に供給する。

20

【0050】

また、映像信号補正装置300は、投影面輝度計測部330を備え、投影面輝度の計測を行い、計測結果を配光特性算出部340と基準応答特性算出部350に供給する。

これらの各部での処理は、既に説明した図1例のプロジェクタ装置100での処理と同じである。

この図12に示すように、別体の補正装置を設けることで、既存のプロジェクタ装置で投影させる場合にも適用が可能となる。

【0051】

図13の例は、さらに映像信号補正装置から投影面輝度計測のための構成を分けた例である。

30

即ち、図13に示した映像信号補正装置300は、図12に示した映像信号補正装置300から投影面輝度計測部330を除いた構成としてあり、その他の構成は映像信号補正装置300と同じである。そして、映像信号補正装置300とは別に、カメラ装置400を用意し、そのカメラ装置400が備える投影面輝度計測部401で、投影面を撮影してその投影面の輝度を計測する。計測した輝度の値は、映像信号補正装置300内の配光特性算出部340及び基準応答特性算出部350に供給する。

このように映像信号補正装置300とカメラ装置400を個別の装置として構成させることで、既存のカメラ装置を適用することができ、よりシステム構成の柔軟性が向上する。特に、カメラ装置400を他の装置と個別の装置としてあることで、カメラ装置の設置位置に自由度が増し、例えばカメラ装置400を観察者の位置に近い位置として、より良好な補正を行えるようにすることが可能になる。

40

【0052】

なお、図12及び図13では、補正装置は専用の装置として構成させてあるが、例えば補正装置はパーソナルコンピュータ装置に補正処理を行うプログラム(ソフトウェア)を実装させて、そのプログラムの実行で同様の補正処理を行うようにしてもよい。

【0053】

[8. 他の実施の形態の例(手振れ補正を行う例)の説明]

図14の例は、プロジェクタ装置100を小型で手持ちできる携帯用に構成した場合の例である。プロジェクタ装置100内の基本的な構成は図1で説明した構成であり、

50

その装置 100 の振動状態である手振れ検出部 161 を設けた点異なる。手振れ検出部 161 は、例えば、角速度センサなどの振動検出手段を使用して、スクリーンに対する垂直方向の動き及び水平方向の動きを検出する。

そして、その手振れ検出部 161 で検出した信号を、画素位置補正部 162 に供給して、補正を行う。図 14 の例では、投影面輝度計測部 130 で検出された画素位置を、画素位置補正部 162 で動きに応じて補正してから、配光特性算出部 140 及び基準応答特性算出部 150 に供給する構成としてあるが、その他の位置で補正してもよい。投影用の映像信号そのものの画素位置を補正してもよい。

この図 14 に示す構成とすることで、小型のプロジェクタ装置を手持ちで投影させる場合にも、映像補正を正しい位置で同期させて行うことが可能になる。

【0054】

[9 . その他の変形例]

なお、本発明の処理は、以下の各例にも適用可能である。

例えば、映像投影中に環境光が変化した場合（例：照明の点灯，窓の開閉，プロジェクタランプの消耗）にも適用できる。

【0055】

また、反射率の差の大きな投影面上での補正を行う場合には、複数台のプロジェクタ装置によって重畳投影を行って、補正するようにしてもよい。

即ち、複数（N 台）のプロジェクタ装置の出力を、一つのプロジェクタ装置であるかのように見立てて応答関数を計測し、N 台のプロジェクタ装置により、N 倍のダイナミックレンジをもつプロジェクタとして輝度補正を行う。

このようにすることで、反射率差の大きな模様などに対しても補正可能となる。

【0056】

また、各実施の形態の例では、プロジェクタ装置は、スクリーンの前面に配置する、いわゆるフロント型のプロジェクタ装置としたが、スクリーンの背面にプロジェクタ装置を配置する、いわゆるリアー型のプロジェクタ装置で投影させる場合にも、同様の構成で補正処理を行うようにしてもよい。

【符号の説明】

【0057】

10 ... プロジェクタ装置、11 ... 輝度むら算出部、12 ... 映像投影部、13 ... 投影面輝度計測部、20 ... 信号処理部、21 ... 輝度変換部、22 ... 輝度過不足分補正部、23 ... ルックアップテーブル、24 ... 映像信号変換部、30 ... 映像信号源、40 ... スクリーン、100, 100 ... プロジェクタ装置、101 ... 映像信号源、102 ... スクリーン、110 ... 信号処理部、111 ... 輝度変換部、112 ... 輝度補正処理部、113 ... 映像変換部、120 ... 映像投影部、130 ... 投影面輝度計測部、131 ... レンズ、132 ... 撮像素子、140 ... 配光特性算出部、141 ... 配光マップ、150 ... 基準応答特性算出部、151 ... 基準応答関数記憶部、161 ... 手振れ検出部、162 ... 画素位置補正部、200 ... プロジェクタ装置、201 ... 映像投影部、300, 300 ... 映像信号補正装置、310 ... 信号処理部、311 ... 輝度変換部、312 ... 輝度補正処理部、313 ... 映像変換部、330 ... 投影面輝度計測部、340 ... 配光特性算出部、341 ... 配光マップ、350 ... 基準応答特性算出部、351 ... 基準応答関数記憶部、400 ... カメラ装置、401 ... 投影面輝度計測部

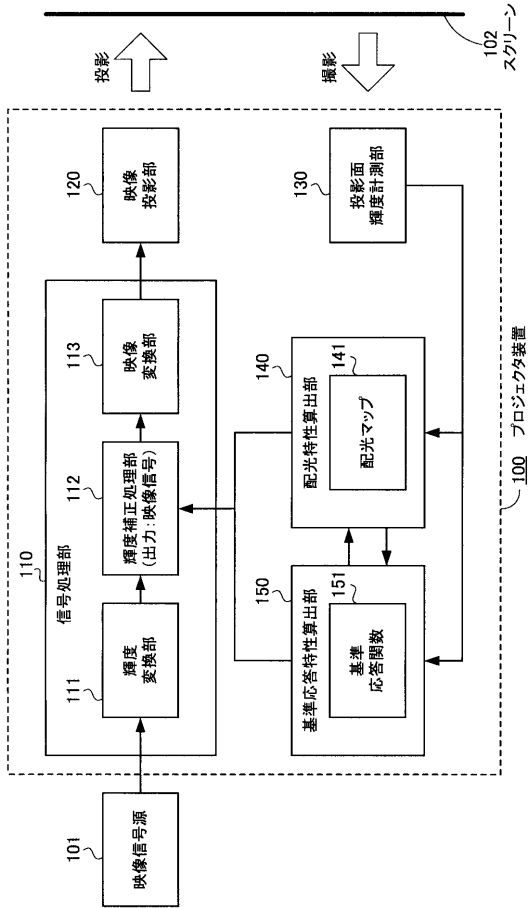
10

20

30

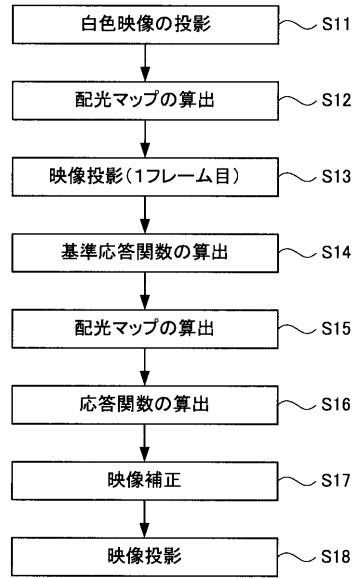
40

【図1】



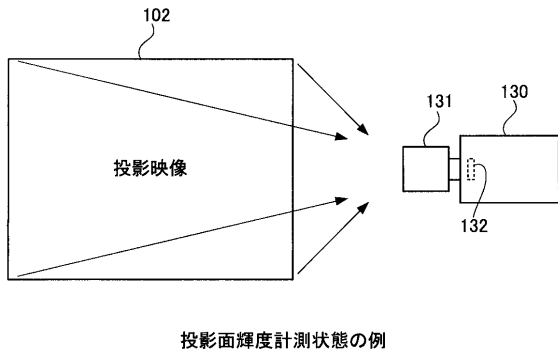
一実施の形態の例

【図2】



投影時の処理のフローチャートの例

【図3】



投影面輝度計測状態の例

【図4】

205			235			210
			240			
			240			
220	230	240	250	245	240	230
			245			
			245			
225			240			230

輝度の例

【図5】

0.84						0.92
0.94	0.96	0.96	1.0	0.98	0.96	0.96
			0.96	0.98	0.98	0.96
			0.88	0.92		
						0.90

x 基準点
配光マップ

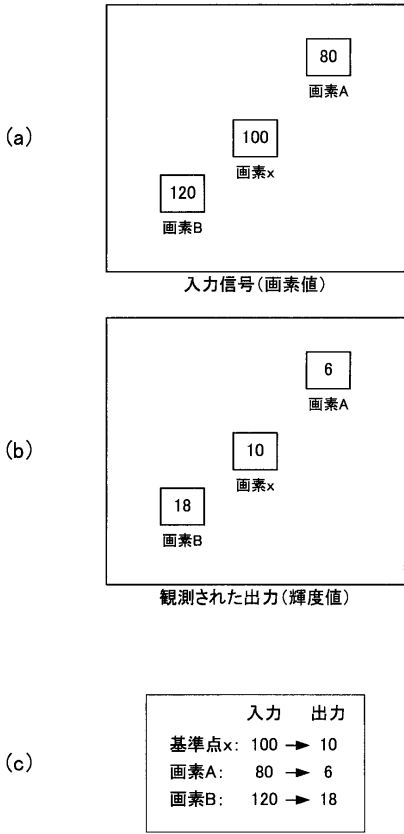


210						230
235	240	240	250	245	240	230
			245			
			245			
205			220	230	240	225

x 基準点
画素毎の輝度値

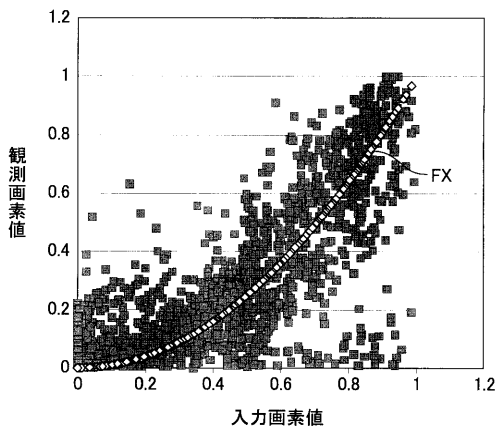
配光特性算出処理例

【 図 6 】

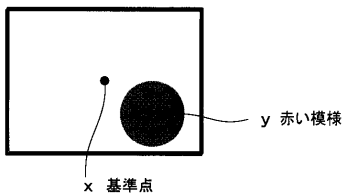


基準応答特性算出処理例(1)

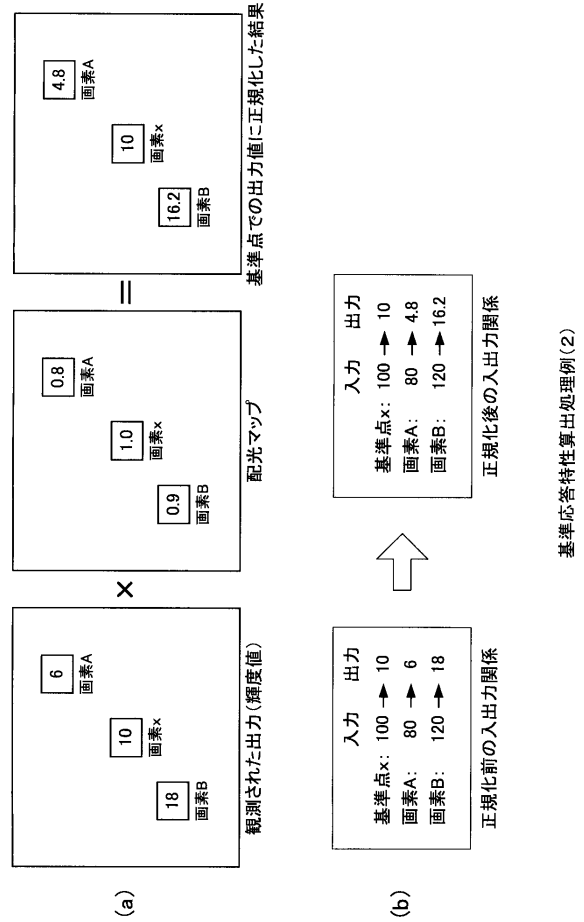
【 図 8 】



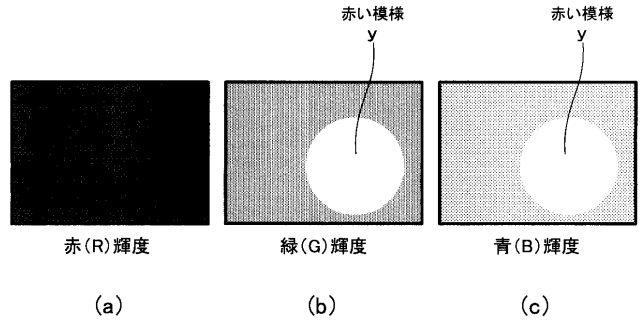
【 図 9 】



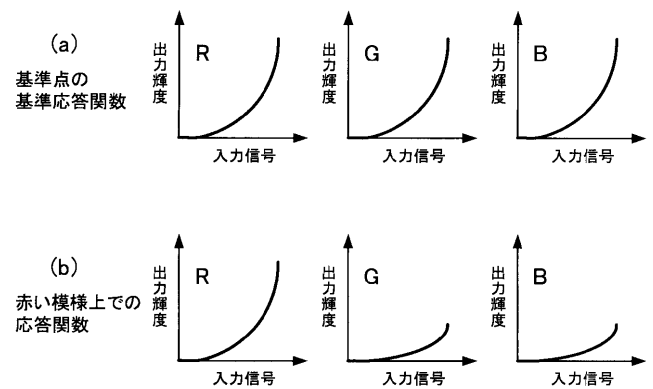
【 図 7 】



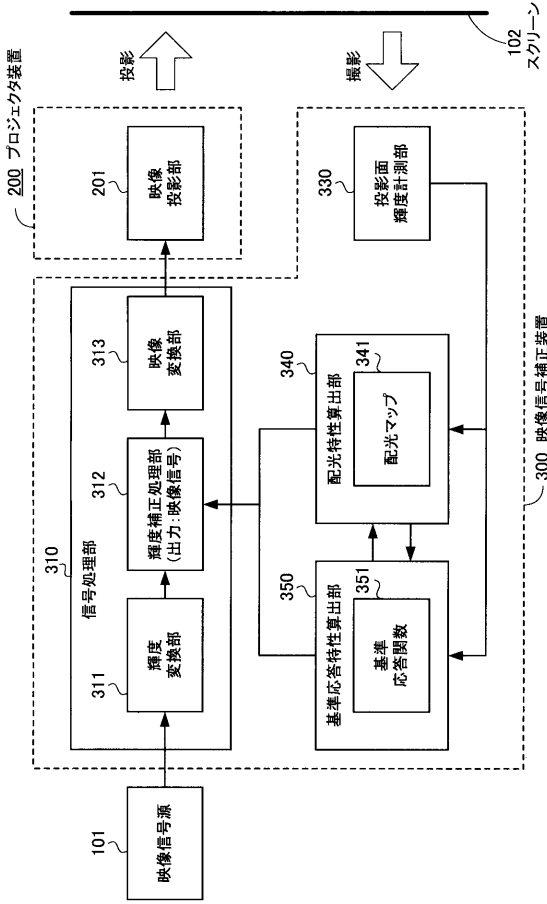
【 図 10 】



【 図 11 】

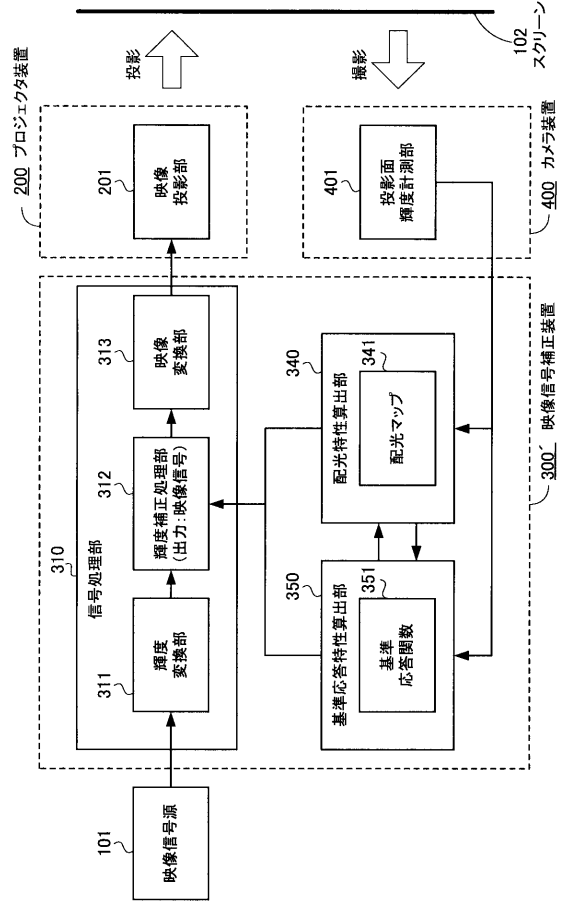


【図 1 2】



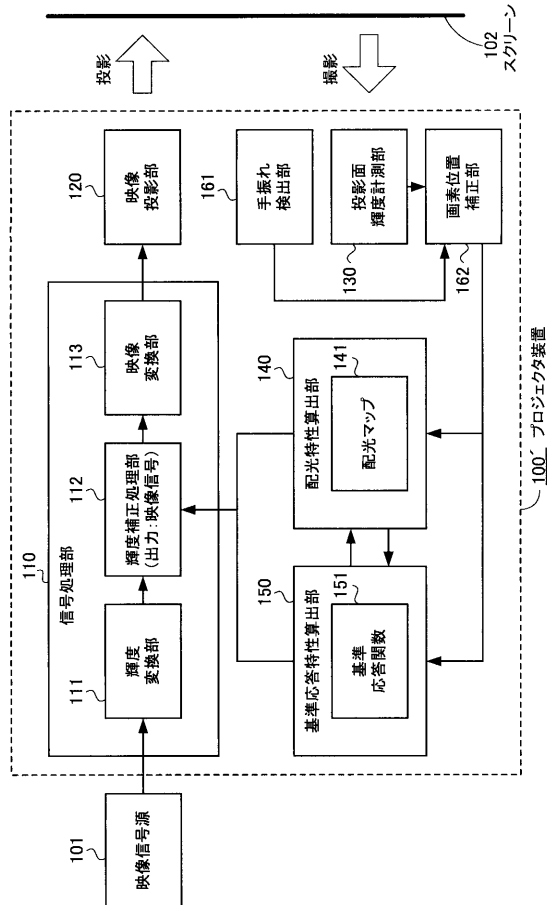
プロジェクト装置と別体とした例

【図 1 3】



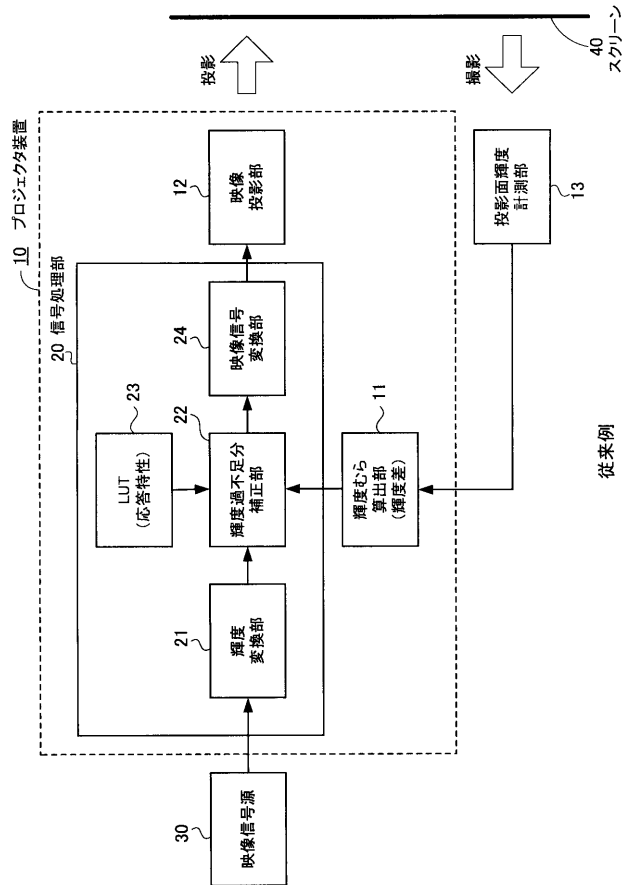
補正装置とカメラ装置を別体とした例

【図 1 4】



手振れ補正を行う例

【図 1 5】



従来例