

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5217496号
(P5217496)

(45) 発行日 平成25年6月19日(2013.6.19)

(24) 登録日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 N 5/74 (2006.01)

H O 4 N 5/74

Z

G O 3 B 21/00 (2006.01)

G O 3 B 21/00

D

請求項の数 10 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2008-45214 (P2008-45214)
 (22) 出願日 平成20年2月26日(2008.2.26)
 (65) 公開番号 特開2009-206664 (P2009-206664A)
 (43) 公開日 平成21年9月10日(2009.9.10)
 審査請求日 平成22年11月30日(2010.11.30)

(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 100122884
 弁理士 角田 芳末
 (74) 代理人 100133824
 弁理士 伊藤 仁恭
 (72) 発明者 近藤 哲二郎
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内
 (72) 発明者 向井 仁志
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投影システム、制御装置、画像投影方法、プログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力された画像信号に基づく画像を互いに所定量ずらして重ね合わせてスクリーンに投影する複数台のプロジェクタ装置と、

前記スクリーンに投影された複数の投影画像からなる画像領域の輝度を観測する観測部と、

前記観測部の観測結果に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像を構成する各画素の輝度値を調整した前記画像信号を、前記複数のプロジェクタ装置に供給する制御装置と、を含み、

前記画像領域の任意の画素は、隣り合う複数台の前記プロジェクタ装置からの投影画像の対応する画素によって重ね合わされ、前記投影画像の1辺の長さは、隣り合って配置された前記プロジェクタ装置間の距離の n 倍(n は2以上の整数)とする画像投影システムであって、

前記観測部は、

前記スクリーン上の前記画像領域を構成する画素の投影位置を観測する投影位置観測部と、

前記スクリーン上の画像領域の輝度を観測する輝度観測部と、を含み、

前記制御装置は、

前記投影位置観測部によって観測された前記画像領域の各画素の投影位置より、前記プロジェクタ装置毎に前記投影画像を構成する画素の位置を位置情報として算出する位置情

10

20

報算出部と、

前記輝度観測部によって観測された前記画像領域の輝度と前記位置情報より、前記スクリーン上の前記画像領域の各画素の輝度を輝度情報として算出する輝度情報算出部と、

前記画像領域の目標とする輝度を目標輝度として定め、前記目標輝度に対する各プロジェクタ装置の投影画像の輝度の配分を輝度補正係数として決定する輝度補正係数算出部と、

前記輝度補正係数算出部によって算出された前記輝度補正係数と前記目標輝度とに基づき前記各プロジェクタ装置の投影画像の目標投影輝度を決定し、決定した目標投影輝度、前記位置情報および前記輝度情報に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像の各画素の画素値を算出する画素値算出部と、

10

前記画素値算出部によって算出された画素値に基づいて画像信号を生成し、前記各プロジェクタ装置に供給する信号供給部と、を含む

画像投影システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像投影システムにおいて、

前記スクリーン上の画像領域の任意の画素について、当該画素に投影する前記プロジェクタ装置毎の画像の輝度の配分を、前記輝度補正係数に基づいて変更する

画像投影システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の画像投影システムにおいて、

20

前記目標輝度を決定する目標輝度算出部を、さらに含み、

前記目標輝度算出部は、前記目標輝度を、前記複数のプロジェクタ装置による投影画像の輝度の最大値と最小値の範囲内で設定する

画像投影システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の画像投影システムにおいて、

前記プロジェクタ装置は、前記スクリーンに投影する画像を格子状に区画した n^2 の領域のうちの所定の領域から順番に対応する画像信号の出力を所定時間遅延させる遅延部と、

前記遅延部によって遅延された画像信号に対応する部分画像を出力する画像投影部と、前記画像投影部からの部分画像を前記スクリーンの対応する領域に、遅延した前記所定時間毎に順番に拡大投射する画像拡大部と、を含む

30

画像投影システム。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の画像投影システムにおいて、

前記プロジェクタ装置は、互いの投影画像が、該投影画像の 1 辺の $1/n$ の長さずれるように、前記スクリーンに画像を投影する

画像投影システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の画像投影システムにおいて、

40

前記複数のプロジェクタ装置は所定の間隔で格子状に配置されている

画像投影システム。

【請求項 7】

複数台のプロジェクタ装置によって、入力された画像信号に基づく画像を互いに所定量ずらして重ね合わせ、スクリーンに投影された複数の投影画像からなる画像領域の輝度を観測する観測部であって、前記スクリーン上の前記画像領域を構成する画素の投影位置を観測する投影位置観測部と、前記スクリーン上の画像領域の輝度を観測する輝度観測部と、を含む前記観測部の観測結果に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像を構成する各画素の輝度値を調整した前記画像信号を、前記複数のプロジェクタ装置に供給し、

50

前記画像領域の任意の画素は、隣り合う複数台の前記プロジェクタ装置からの投影画像の対応する画素によって重ね合わせ、前記投影画像の1辺の長さは、隣り合って配置された前記プロジェクタ装置間の距離の n 倍（ n は2以上の整数）とする制御装置であって、

前記投影位置観測部によって観測された前記画像領域の各画素の投影位置より、前記プロジェクタ装置毎に前記投影画像を構成する画素の位置を位置情報として算出する位置情報算出部と、

前記輝度観測部によって観測された前記画像領域の輝度と前記位置情報より、前記スクリーン上の前記画像領域の各画素の輝度を輝度情報として算出する輝度情報算出部と、

前記画像領域の目標とする輝度を目標輝度として定め、前記目標輝度に対する各プロジェクタ装置の投影画像の輝度の配分を輝度補正係数として決定する輝度補正係数算出部と

10

、
前記輝度補正係数算出部によって算出された前記輝度補正係数と前記目標輝度とに基づき前記各プロジェクタ装置の投影画像の目標投影輝度を決定し、決定した目標投影輝度、前記位置情報および前記輝度情報に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像の各画素の画素値を算出する画素値算出部と、

前記画素値算出部によって算出された画素値に基づいて画像信号を生成し、前記各プロジェクタ装置に供給する信号供給部と、を含む

制御装置。

【請求項8】

複数台のプロジェクタ装置によって、入力された画像信号に基づく画像を互いに所定量ずらして重ね合わせてスクリーンに投影し、

20

前記スクリーンに投影された複数の投影画像からなる画像領域を構成する画素であって、前記画像領域の任意の画素は、隣り合う複数台の前記プロジェクタ装置からの投影画像の対応する画素によって重ね合わせ、前記投影画像の1辺の長さは、隣り合って配置された前記プロジェクタ装置間の距離の n 倍（ n は2以上の整数）とした前記画素の投影位置を観測し、

観測された前記画像領域の各画素の投影位置より、前記プロジェクタ装置毎に前記投影画像を構成する画素の位置を位置情報として算出し、

前記スクリーンに投影された複数の投影画像からなる前記画像領域の輝度を観測し、
観測された前記画像領域の輝度と前記位置情報より、前記スクリーン上の前記画像領域の各画素の輝度を輝度情報として算出し、

30

前記画像領域の目標とする輝度を目標輝度として定め、前記目標輝度に対する各プロジェクタ装置の投影画像の輝度の配分を輝度補正係数として決定し、

算出された前記輝度補正係数と前記目標輝度とに基づき各プロジェクタ装置の投影画像の目標投影輝度を決定し、決定した目標投影輝度、前記位置情報および前記輝度情報に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像の各画素の画素値を算出し、

算出された画素値に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像を構成する各画素の輝度値を調整した前記画像信号を前記各プロジェクタ装置に供給する

画像投影方法。

【請求項9】

40

複数台のプロジェクタ装置によって、入力された画像信号に基づく画像を互いに所定量ずらして重ね合わせてスクリーンに投影する処理と、

前記スクリーンに投影された複数の投影画像からなる画像領域を構成する画素であって、前記画像領域の任意の画素は、隣り合う複数台の前記プロジェクタ装置からの投影画像の対応する画素によって重ね合わせ、前記投影画像の1辺の長さは、隣り合って配置された前記プロジェクタ装置間の距離の n 倍（ n は2以上の整数）とした前記画素の投影位置を観測する処理と、

観測された前記画像領域の各画素の投影位置より、前記プロジェクタ装置毎に前記投影画像を構成する画素の位置を位置情報として算出する処理と、

前記スクリーンに投影された複数の投影画像からなる前記画像領域の輝度を観測する処

50

理と、

観測された前記画像領域の輝度と前記位置情報より、前記スクリーン上の前記画像領域の各画素の輝度を輝度情報として算出する処理と、

前記画像領域の目標とする輝度を目標輝度として定め、前記目標輝度に対する各プロジェクタ装置の投影画像の輝度の配分を輝度補正係数として決定する処理と、

算出された前記輝度補正係数と前記目標輝度とに基づき前記各プロジェクタ装置の投影画像の目標投影輝度を決定し、決定した目標投影輝度、前記位置情報および前記輝度情報に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像の各画素の画素値を算出する処理と

、
算出された画素値に基づいて、前記プロジェクタ装置毎に投影する画像を構成する各画素の輝度値を調整した前記画像信号を、前記各プロジェクタ装置に供給する処理とを、
コンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のプログラムを格納した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のプロジェクタ装置を用いて、スクリーンに画像を投影する場合に適用して好適な画像投影システム、制御装置及び画像投影方法、並びにその処理方法を適用したプログラムとそのプログラムを格納した記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、高解像度で大画面のディスプレイを実現するため、複数台のプロジェクタ装置を格子状に並べて 1 枚の大きな画像を投影する方式が提案されている。

【0003】

図 3 1 は、複数台のプロジェクタ装置によって構成される従来の画像投影システム 100 の構成例を示す。画像投影システム 100 は、N 台のプロジェクタ装置と、投影された画像の表示面となるスクリーン 102 と、スクリーン 102 に投影された画像を観測する観測部 104 と、観測部 104 が観測した情報を受取り、各プロジェクタ装置に画像信号を供給する制御装置 5 と、を備える。ただし、図 3 1 では、プロジェクタ装置 101 - 1 ~ 101 - 4, 101 - 11 ~ 101 - 14, 101 - 21 ~ 101 - 24 のみ簡略して示す。各プロジェクタ装置は、スクリーン 102 に画像を投影しており、各プロジェクタ装置が投影した画像をつなげることで、全体として 1 枚の画像が構成される。スクリーン 102 全体として一つの画像が形成される。なお、以下の説明において、1 台のプロジェクタ装置がスクリーン 102 に投影する画像を、「投影画像」と称する。図 3 1 では、プロジェクタ装置 101 - 12 がスクリーン 102 に投影する投影画像を、投影画像 103 - 12 とする。

【0004】

図 3 2 は、画像投影システム 100 を、正面、側面、上面の三面から見た場合を示す三面図である。投影画像 103 - 12 は、他のプロジェクタ装置による投影画像と比較するため、強調表示してある。従来、複数台のプロジェクタ装置によってスクリーン 102 に画像を投影する場合、隣り合う投影画像の一部（周辺部）は、互いに重なる。

【0005】

しかし、画像投影システム 100 を用いて画像を投影すると隣り合う投影画像の“繋ぎ目”が目立ってしまう。その為、画像を提示する前に、隣り合う投影画像の繋ぎ目を目立たなくさせる為の前処理（キャリブレーション）を行うことが一般的である。

【0006】

代表的な前処理（キャリブレーション）には以下の 2 方式が知られている。

（1）幾何補正

10

20

30

40

50

隣り合うプロジェクタ装置が投影する複数の投影画像が繋がるように、各プロジェクタ装置を正確に配置することは難しい。そこで、複数の投影画像が繋がるように、提示したい画像に対して予め幾何変換を行う。図33は、スクリーン102を $x-y$ 平面とした場合における投影画像を示す図である。図33には、プロジェクタ装置101-11の投影画像103-11と、プロジェクタ装置101-12の投影画像103-12を取り出して説明する。投影画像103-11, 103-12には、それぞれ格子状の模様が表示されるものとする。そして、プロジェクタ装置101-11, 101-12は、設置される位置によってわずかに水平がずれた状態となる。

【0007】

図33(a)は、幾何補正前の投影画像の表示例である。

10

幾何補正前は、投影画像103-11, 103-12の格子がずれて表示される。このため、画像の水平線、垂直線が歪み、好ましくない。

図33(b)は、幾何補正後の投影画像の表示例である。

幾何補正後は、投影画像103-11, 103-12の格子が重なって表示される。画像の水平線、垂直線が歪むことなく表示される。

このように、プロジェクタ装置毎に投影する画像に対して幾何補正を施すことによって、スクリーン102の全体としてズレなく画像が表示される。

【0008】

(2) 輝度色度(色味)補正

同じ型式のプロジェクタ装置であっても、内部の光学素子や投影ランプの特性のばらつきにより、出力される光の強度やRGBそれぞれの強度バランスには個体差がある。また、隣り合うプロジェクタ装置から投影される投影画像が重なる領域は、二つのプロジェクタ装置からの光の強度が加算される為、周囲よりも極端に明るくなる。

20

【0009】

図34は、画像投影システム100を用いて投影された投影画像毎に、輝度及び色のばらつきが生じる例を示す写真である。プロジェクタ装置をタイル状に配置し、各プロジェクタ装置に同一の入力(白(R, G, B) = (255, 255, 255))をした時にスクリーンに投影される画像の一部を観測部で撮影する。四角い1つの領域が1台のプロジェクタに対応する。隣り合う投影画像103-11, 103-12の輝度や色度にばらつきがあることが分かる。また、プロジェクタ装置毎に輝度の違いがあったり、同じ白でも色度の違いがあったりすることが分かる。また、1台のプロジェクタ装置であっても、その投影画像に輝度や色度がばらつくことも分かる。

30

【0010】

そこで、輝度の不均衡を揃えるため、図35に示すように、輝度補正を行う。図35は、プロジェクタ装置101-11, 101-12からスクリーン102に投影された画像の輝度 L を縦軸とし、スクリーン102上の $x-y$ 平面を横軸とする説明図である。

図35(a)は、輝度補正前の投影画像の輝度の例を示す。

輝度補正前は、プロジェクタ装置101-11, 101-12から投影される画像の輝度は、曲線で示される。そして、隣り合う投影画像が重なる箇所は、輝度が高まるため、画面に明るい線が出てしまう。

40

図35(b)は、輝度補正後の投影画像の輝度の例を示す。

輝度補正後は、プロジェクタ装置101-11, 101-12から投影される画像の輝度は、直線で示される。輝度補正前の投影画像は、比較のため破線で示す。そして、隣り合う投影画像が重なる箇所で高まった輝度は、平坦化された輝度と高さがほぼ一致するため、画面に明るい線が出ることはない。

【0011】

上記以外にも、様々なキャリブレーションの技術が提案されている。

特許文献1には、3つのプロジェクタ装置から投影した画像を、スクリーンに一つの画像として表示する技術について開示されている。

【0012】

50

また、特許文献2には、複数の画像を隣接して投影する場合に、色補正用画像を重ね合わせて投影することで画像中に発生する不均一な色の分布を補正する技術について開示されている。

【特許文献1】特開2006-109168号公報

【特許文献2】特開2007-251294号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

ところで、従来の画像投影システム100は、以下に挙げる課題を有していた。

(1) プロジェクタ装置の個体差に対して脆弱である点

10

輝度色度補正を行うキャリブレーションにおいて、これまでに提案された画像投影システムは、複数あるプロジェクタ装置のうち、最も特性の悪い(輝度が低い)プロジェクタ装置に、それ以外のプロジェクタ装置の特性を合わせることが主流であった。このことについて、図36を参照して説明する。

図36は、7台のプロジェクタ装置(第1~第7のプロジェクタ装置)がそれぞれスクリーンに投影する画像(白の単色画像)の輝度の例を示す。

図36(a)は、特性を合わせる前における、プロジェクタ装置毎に投影した画像の輝度の例を示す。このとき、第5のプロジェクタ装置が投影する画像の輝度が最も特性が悪い。

【0014】

20

図36(b)は、特性を合わせた後における、プロジェクタ装置毎に投影した画像の輝度の例を示す。特性を合わせる前の輝度は、比較のため破線で示す。

第1~第4のプロジェクタ装置と第6及び第7のプロジェクタ装置が投影する画像の輝度は、第5のプロジェクタ装置が投影する画像の輝度に合わせるため、全体の輝度が低くなることが分かる。

すなわち、画像投影システム全体の性能が個々のプロジェクタ装置の性能に左右されてしまう。このため、画像投影システムの輝度性能は、プロジェクタ装置の個体差に依存しやすく、輝度が低くなりやすい。

【0015】

(2) プロジェクタ装置の故障に対して脆弱である点

30

また、従来の画像投影システムでは、画像を投影する最中に、例えば、1台のプロジェクタ装置が故障し、光源ランプが消灯すると、そのプロジェクタ装置が投影していた領域には一切画像が表示されなくなってしまう。このため、スクリーンに投影された画像の一部が掛けてしまう。そして、故障したプロジェクタ装置が回復するまでの時間がわずかであっても、使用するアプリケーション(例えば、セキュリティ用途の監視用画面)によっては、画像投影システムの品質を著しく落としてしまう。

【0016】

本発明はこのような状況に鑑みて成されたものであり、複数台のプロジェクタ装置投影する画像を重ねてスクリーンに提示する場合に、投影画像毎の輝度を均一化することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明は、複数台のプロジェクタ装置によって、入力された画像信号に基づく画像を互いに所定量ずらして重ね合わせてスクリーンに投影する。そして、スクリーンに投影された複数の投影画像からなる画像領域を構成する画素であって、画像領域の任意の画素は、隣り合う複数台のプロジェクタ装置からの投影画像の対応する画素によって重ね合わせ、投影画像の1辺の長さは、隣り合って配置されたプロジェクタ装置間の距離の n 倍(n は2以上の整数)とした画素の投影位置を観測する。また、観測された画像領域の各画素の投影位置より、プロジェクタ装置毎に投影画像を構成する画素の位置を位置情報として算出し、スクリーンに投影された複数の投影画像からなる画像領域の輝度を観測し、観測さ

50

れた画像領域の輝度と位置情報より、スクリーン上の画像領域の各画素の輝度を輝度情報として算出し、画像領域の目標とする輝度を目標輝度として定め、目標輝度に対する各プロジェクタ装置の投影画像の輝度の配分を輝度補正係数として決定し、算出された輝度補正係数と目標輝度とに基づき各プロジェクタ装置の投影画像の目標投影輝度を決定し、決定した目標投影輝度、位置情報および輝度情報に基づいて、プロジェクタ装置毎に投影する画像の各画素の画素値を算出し、算出された画素値に基づいて、プロジェクタ装置毎に投影する画像を構成する各画素の輝度値を調整した画像信号を各プロジェクタ装置に供給する。

【 0 0 1 8 】

このように、スクリーンに投影される画像の画素を複数台のプロジェクタ装置が投影する画像で重ね合わせるため、スクリーン全体の輝度を均一に保つことが可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、複数台のプロジェクタ装置がスクリーンに投影する画像を重ね合わせるため、スクリーン全体の画像の輝度が均一化される。また、一部のプロジェクタ装置が故障して、画像を投影できなくなった場合であっても、故障したプロジェクタ装置に隣り合う他のプロジェクタ装置によって画像が投影され続けるため、スクリーンに投影された画像が欠けないという効果がある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の第 1 の実施形態例について、図 1 ～ 図 2 1 を参照して説明する。本実施の形態例では、複数台のプロジェクタ装置を用いて投影した画像を重ね合わせることによって、輝度を均一化し、スクリーンに高精細な画像を表示することが可能な画像投影システム 1 0 に適用した例について説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、複数台のプロジェクタ装置によって構成される画像投影システム 1 0 の構成例を示す。画像投影システム 1 0 は、同じ投影性能を有する N 台のプロジェクタ装置 1 - 1 ～ 1 - N に対して、画像信号を供給する。本例では、N = 3 5 台のプロジェクタ装置について説明する。

【 0 0 2 2 】

本例の画像投影システム 1 0 は、N 台のプロジェクタ装置と、投影された画像の表示面となるスクリーン 2 と、スクリーン 2 に投影された画像を観測する観測部 4 と、観測部 4 が観測した情報を受取り、各プロジェクタ装置に画像信号を供給する制御装置 5 と、を備える。ただし、図 1 では、プロジェクタ装置 1 - 1 ～ 1 - 4 , 1 - 1 1 ～ 1 - 1 4 , 1 - 2 1 ～ 1 - 2 4 のみ簡略して示す。

【 0 0 2 3 】

N 台のプロジェクタ装置は、所定の間隔で格子状に配置されており、入力された画像信号に基づく画像を互いに所定量ずらして重ね合わせてスクリーン 2 に投影する。各プロジェクタ装置は、スクリーン 2 の一部に画像を投影しており、全体として一つの画像が形成される。図 1 では、プロジェクタ装置 1 - 1 2 がスクリーン 2 に投影する投影画像を、投影画像 3 - 1 2 とする。

観測部 4 は、スクリーン 2 に投影された複数の投影画像からなる画像領域の輝度を観測する。観測部 4 は、スクリーン 2 の正面方向に代えて、背面方向に配置してもよい。

制御装置 5 は、観測部 4 の観測結果に基づいて、プロジェクタ装置毎に投影する画像を構成する各画素の輝度値を調整し、複数のプロジェクタ装置に供給する。

画像領域の任意の画素は、隣り合う複数台のプロジェクタ装置からの投影画像の対応する画素によって重ね合わされる。投影画像の 1 辺の長さは、隣り合って配置されたプロジェクタ装置間の距離の n 倍 (n は 2 以上の整数) である。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、画像投影システム 1 0 の三面図である。投影画像 3 - 1 2 は、他のプロジェク

10

20

30

40

50

タ装置による投影画像と比較するため、強調表示してある。

図2(a)は、上面視した画像投影システム10の例である。

図2(b)は、正面視した画像投影システム10の例である。

図2(c)は、側面視した画像投影システム10の例である。

N台のプロジェクタ装置は、互いの投影画像が、該投影画像の1辺の $1/n$ の長さだけずれるように、スクリーンに画像を投影する。つまり、「n」は、プロジェクタ装置間の距離を1としたときの1台のプロジェクタ装置の投影画像の一辺の長さの倍率を表す。例えば、各プロジェクタ装置は、1台のプロジェクタ装置が投影する画像の投影画像の幅(水平方向、垂直方向それぞれ)が、プロジェクタ装置の配列間隔のほぼ2倍(3倍、4倍等の整数倍であればよい。)となるように配置される。このため、隣り合うプロジェクタ装置が無い周辺部を除く、全ての画素で、異なる4台のプロジェクタ装置からの光が重畳される。そして、隣り合うプロジェクタ装置の投影画像が重なる領域をスクリーン2の全面に広げる。さらに、スクリーン2に投影された全体画像の周辺部を除く投影画像の全ての位置で、複数台のプロジェクタ装置が投影した画像(光)が重なるよう設定する。

【0025】

従来、複数台のプロジェクタ装置によってスクリーン2に画像を投影する場合、隣り合う投影画像の周辺部は、互いに重なる。ただし、従来のように投影画像の周辺部が重なるわけではない。本例では、例えば、1台のプロジェクタ装置の投影画像は、上下左右に隣り合う4台のプロジェクタ装置の投影画像と重なる。

【0026】

ところで、画像投影システム10は、投影画像を重畳するプロジェクタ装置の台数が限定されない。1台のプロジェクタ装置の投影画像の幅を更に広げて、1つの画素を構成する光が異なる9台、16台、25台...といった4台以上のプロジェクタ装置を備える画像投影システムとして構成することも可能である。この点については、投影画像を重ねる実験結果と共に後述する。

【0027】

図3は、画像投影システム10の内部構成例を示すブロック図である。

観測部4は、図示しない光学レンズ系と、所定のシャッタタイミングで光学レンズ系を介して取り込んだ像光を電気信号に変換する撮像素子と、変換された電気信号を静止画データ又は動画データとして記憶する記憶部と、制御装置5と接続され、記憶部に記憶された静止画データ又は動画データを伝送するための伝送処理部と、を備えるカメラを用いる。ただし、観測部4は、例えば動画像や静止画像を撮像可能なカメラであったり、輝度を計測する輝度計であったりしてもよい。

【0028】

観測部4は、記憶部に記憶された静止画データ又は動画データに基づいて、プロジェクタ装置がスクリーン2上に投影する画像領域を構成する画素の投影位置を観測する投影位置観測部41と、プロジェクタ装置が投影する画像のスクリーン2上の画像領域の輝度を観測する投影輝度観測部42と、を備える。投影位置観測部41と、投影輝度観測部42が観測した結果、得られたプロジェクタ装置毎の投影位置と投影輝度の情報は、制御装置5に供給される。ただし、観測部4は、スクリーン2の投影画像の色度(色相と彩度)を観測する色度観測部として、色度計を備える構成としてもよい。

【0029】

制御装置5は、投影位置観測部41によって観測された画像領域の各画素の投影位置より、プロジェクタ装置毎に投影画像を構成する画素の位置を「ジオメトリ情報」として算出するジオメトリ情報算出部51と、ジオメトリ情報算出部51で算出されたジオメトリ情報を一時的に保持する記憶領域であるジオメトリ情報保持部52と、を備える。

【0030】

また、制御装置5は、投影輝度観測部42によって観測された画像領域の輝度と位置情報より、スクリーン上の画像領域の各画素の輝度を「輝度情報」として算出する輝度情報算出部53と、輝度情報算出部53で算出された輝度情報を一時的に保持する記憶領域で

10

20

30

40

50

ある輝度情報保持部 54 と、を備える。

【0031】

また、制御装置 5 は、プロジェクタ装置に投影させる元画像データを記憶する画像データ保持部 55 と、画像データ保持部 55 から画像データを読み出す画像データ読出部 56 と、画像データ読出部 56 によって読み出された画像データに基づいて、スクリーン 2 に投影する画像領域の目標とする輝度を目標輝度として定め、この目標輝度を算出する目標輝度算出部 57 と、を備える。目標輝度算出部 57 には、ジオメトリ情報保持部 52 が保持するジオメトリ情報が供給される。そして、目標輝度算出部 57 は、供給されたジオメトリ情報に基づいて、画素毎に適切な目標輝度を、複数のプロジェクタ装置による投影画像の輝度の最大値と最小値の範囲内で設定する。つまり、プロジェクタ装置毎に目標輝度を算出することとなる。

10

【0032】

また、制御装置 5 は、ジオメトリ情報保持部 52 に保持されたジオメトリ情報と、輝度情報保持部 54 に保持された輝度情報と、目標輝度算出部 57 によって設定された画像領域の目標輝度に対する各プロジェクタ装置の投影画像の輝度の配分を、輝度補正係数として決定する輝度補正係数算出部 58 と、輝度補正係数算出部 58 によって算出された輝度補正係数を一時的に保持する記憶領域である輝度補正係数保持部 59 と、を備える。

【0033】

また、制御装置 5 は、ジオメトリ情報保持部 52 に保持されたジオメトリ情報と、輝度情報保持部 54 に保持された輝度情報と、目標輝度算出部 57 によって算出された目標輝度の情報と、輝度補正係数保持部 59 に保持された輝度補正係数に基づいて、入力画素値を算出する入力画素値算出部 60 を備える。

20

入力画素値算出部 60 は、輝度補正係数算出部 58 によって算出された輝度補正係数と目標輝度とに基づき各プロジェクタ装置の投影画像の目標投影輝度を決定する。そして、決定した目標投影輝度、位置情報および輝度情報に基づいて、プロジェクタ装置毎に投影する画像の各画素の画素値を算出する。

また、制御装置 5 は、入力画素値算出部 60 によって算出された入力画素値に基づいて、プロジェクタ装置を制御する制御信号と画像信号を生成し、各プロジェクタ装置に供給する信号供給部 61 と、を備える。

【0034】

30

信号供給部 61 は、供給対象となるプロジェクタ識別番号と供給する入力画像データを、入力画素値算出部 60 より受け取って、該当する N 台のプロジェクタ装置 1-1 ~ 1-N に対して、画像信号を供給する。本例では、N = 35 台のプロジェクタ装置について説明する。プロジェクタ装置 1-1 ~ 1-N は、信号供給部 61 から供給された画像信号に基づいて、輝度を調節し、画像をスクリーン 2 に投影する。

【0035】

次に、制御装置 5 が行う画像処理の例について、図 4 ~ 図 8 を参照して説明する。

【0036】

図 4 は、スクリーン 2 に投影される画像の画素位置を示す。

以下、スクリーン 2 の周辺部を除いた、各プロジェクタ装置からの光が重畳される領域（例えば、異なる 4 台のプロジェクタ装置からの光が重畳される領域）を、「画像提示領域」と呼ぶ。

40

【0037】

スクリーン 2 に X Y 座標軸をとり、原点 (0, 0) の位置を決める。このため、スクリーン 2 の画素位置は、原点に対して一意に定まる。この画像提示領域に、所望の画像を投影する際、スクリーン 2 に投影された画像を構成する各画素に相当する位置を、画素位置 (X, Y) と表す。ここでは、スクリーン 2 に投影された画像の一部を拡大した拡大領域 6 に含まれる画素 6a の位置が画素位置 (X, Y) として求まる。本例では、隣り合う 4 台のプロジェクタ装置が投影する画像の画素によって、画素 6a が投影されている。

【0038】

50

図5は、図4で求められた画素位置 (X, Y) に対して、画像投影システム10で用いられる諸変数の例を示す説明図である。

(1) 第1のキャリブレーション： (x_k, y_k) と (X, Y) の対応関係を求める。

画素位置 (X, Y) に光を投影するプロジェクタ装置の総数を $m (= n^2)$ とする。総数 m 台のプロジェクタ装置のうち、画素位置 (X, Y) に光を投影する第 k 番目のプロジェクタ装置について、画素位置 (X, Y) に相当するプレーン毎の画素位置を対応画素位置 (x_k, y_k) と表す。プロジェクタを識別する為の番号 k が画像投影システムに存在するプロジェクタの総数 N 台のうちの第何番目のプロジェクタに相当するかについては、画素位置 (X, Y) によって異なる。投影画像の画素位置 (X, Y) とプロジェクタ装置毎に投影するRプレーン、Gプレーン、Bプレーン上の対応画素位置 (x_k, y_k) の関係式(1)～(4)で示される関係は、予め計測しておく。

10

【0039】

【数1】

$$X = f_X(x_k, y_k, k) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$Y = f_Y(x_k, y_k, k) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$x_k = g_x(X, Y, k) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$y_k = g_y(X, Y, k) \quad \dots\dots\dots (4)$$

20

【0040】

X, Y, x_k, y_k は、画素位置 (X, Y) とプロジェクタ装置番号 k の全ての組み合わせについて、それぞれ固有に定まる関数である。これらの関数 (X, Y, x_k, y_k) を、上述のように「ジオメトリ情報」と呼ぶ。なお、式(1)と式(3)、式(2)と式(4)は、互いに逆関数である。

【0041】

(2)：第2のキャリブレーション：入力画素値に対するスクリーン2上の画素位置 (X, Y) における輝度を求める。

第 k 番目のプロジェクタ装置のパネルの第 p 番目のプレーン（カラー画像であればRプレーン($p=0$)、Gプレーン($p=1$)、Bプレーン($p=2$)）に、画素値 i_k を入力した時の、スクリーン上の画素位置 (X, Y) で観測される輝度を l_k と定めて、予め、関係式(5)、(6)で示される関係を計測しておく。

30

【0042】

【数2】

$$l_k = h(X, Y, k, p, i_k) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$i_k = h^{-1}(X, Y, k, p, l_k) \quad \dots\dots\dots (6)$$

【0043】

l_k, i_k は、画素位置 (X, Y) と、プロジェクタ装置を1台毎に識別するためのプロジェクタ装置番号 k 、プレーン番号 p の全ての組み合わせについて、それぞれ固有に定まる関数である。なお、式(5)と式(6)は、互いに逆関数である。

40

これらの関数 (l_k, i_k) を、上述のように「輝度情報」と呼ぶ。関係式(5)は、Rプレーン、Gプレーン、Bプレーン上の対応画素位置 (x_k, y_k) に、0（最小出力）、1, 2, 3, ..., 255（最大出力）の数値を入れた場合、実測した画素位置 (X, Y) での明るさが何カンデラであるかを求めることにより得られる。

【0044】

画素位置 (X, Y) について、その画素位置の輝度 L は、その画素位置に光を投影する全プロジェクタ装置の投影輝度の総和になるので、式(7)のように表される。

50

【 0 0 4 5 】

【数 3】

$$L = \sum_k \ell_k \quad \dots\dots\dots (7)$$

【 0 0 4 6 】

スクリーン上の画素位置 (X , Y) に投影する目標輝度を L_T として表す。入力画素値算出部 60 は、目標輝度 L_T を求める。 L_T は、当該位置における提示画像の画素値 I と、予め適当な値に設定されたガンマ γ を使って、式 (8) を用いて計算される。ガンマの値は、式 (8) で計算される値が、複数のプロジェクタ装置による投影画像の輝度の最大値と最小値の範囲内に収まるように、予め設定しておく。

10

【 0 0 4 7 】

【数 4】

$$L_T = I^\gamma \quad \dots\dots\dots (8)$$

【 0 0 4 8 】

目標輝度 L_T を実現する為に必要な各プロジェクタ装置への入力画素値 i_k ($k = 1, 2, \dots, m$) の組み合わせは複数ある。そこで、プロジェクタ装置毎に、 L_T の内のどれだけの輝度を投影するのか、輝度の配分を決める必要がある。その配分量を「輝度補正係数」として、 $w(X, Y, k, p)$ と書くと、目標輝度 L_T は、式 (9) のように表される。そして、輝度補正係数を、0 から 1 の実数値で表す。輝度補正係数の総和は 1 とする。

20

【 0 0 4 9 】

【数 5】

$$L_T = \sum_k w(X, Y, k, p) L_T \quad \dots\dots\dots (9)$$

【 0 0 5 0 】

(3) : 第 3 のキャリブレーション : プロジェクタ装置毎の輝度の配分を求める。

輝度補正係数は、画素位置 (X , Y) と、プロジェクタ装置番号 k 、プレーン番号 p の全ての組み合わせについて、それぞれ固有に定まる定数である。また、輝度補正係数は、各スクリーン上の位置 (X , Y) での各プロジェクタ装置の出しうる最大輝度 $\ell_{k, \max}$ に合わせて、もしくは、 $\ell_{k, \max}$ と目標輝度 L_T に合わせて、予め決めておく必要がある。

30

そして、個々のプロジェクタ装置の輝度に合わせて、単純に比例配分する場合、例えば、式 (10) , (11) を用いて輝度補正係数 w が決定される。

【 0 0 5 1 】

【数 6】

$$\ell_{k, \max} = h(X, Y, k, p, 255) \quad \dots\dots\dots (10)$$

40

$$w(X, Y, k, p) = \frac{\ell_{k, \max}}{\sum_k \ell_{k, \max}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

【 0 0 5 2 】

本例の画像投影システムでは、スクリーン 2 上の各画素が複数のプロジェクタ装置から投影される光で照らされる。各プロジェクタ装置が照らす投影光の強さは自由度がある (色々な強さ配分が考えられる。)。その自由度は、状況や目的に応じて適宜決めることが

50

できる。この自由度を決めるために、画像投影システムの設計パラメータの一つとして、輝度補正係数を求めている。本例では、スクリーン上の画像領域の任意の画素について、当該画素に投影するプロジェクタ装置毎の画像の輝度の配分を、輝度補正係数に基づいて変更することによって、自由度を決めることが可能である。

【 0 0 5 3 】

例えば、画素位置 (X , Y) の目標輝度を 8 0 0 カンデラとした場合であって、第 1 のプロジェクタ装置の出力が弱いため、1 0 0 カンデラ分の光量しか得られない場合を想定する。この場合、例えば、第 2 のプロジェクタ装置の光量を 2 3 0 カンデラ、第 3 のプロジェクタ装置の光量を 2 3 0 カンデラ、第 4 のプロジェクタ装置の光量を 2 4 0 カンデラとすることによって、目標輝度の 8 0 0 カンデラに達することができる。このように、複数のプロジェクタ装置で輝度を補完することによって、一部で輝度が落ち込むような画像を投影することがない。

10

【 0 0 5 4 】

そして、目標輝度 L_T に対する、第 k 番目のプロジェクタ装置に入力すべき画素値 i_k は、入力画素値算出部 6 0 によって、式 (1 2) , (1 3) を用いて計算される。

【 0 0 5 5 】

【 数 7 】

$$\ell_k = w(X, Y, k, p)L_T \quad \dots\dots\dots (12)$$

20

$$i_k = h^{-1}(g_x(X, Y, k), g_y(X, Y, k), k, p, \ell_T) \quad \dots\dots\dots (13)$$

【 0 0 5 6 】

ここで、 i_k が、小数点も含む実数値になった場合は、四捨五入して、整数値に丸める。また、 i_k は 0 i_k 2 5 5 の範囲を越えないように決定する。

【 0 0 5 7 】

ここで、目標輝度について図 6 を参照して説明する。図 6 は、プロジェクタ装置 1 - 1 ~ 1 - 4 の設置位置に対する輝度分布の例を示す。

目標輝度とは、画像投影システムで投影したい画像データの各画素値から、スクリーン上の各位置 (画素) について、一意に算出される量である。なお、一意に算出されるとは、式 (8) が与えられると、自動的に計算で目標輝度が求まるという意味である。式 (8) 式にあるガンマの値の決め方は一意ではない。

30

【 0 0 5 8 】

図 6 (a) は、各プロジェクタ装置が最大出力で投影した場合におけるスクリーン 2 上の輝度分布 3 1 - 1 と、各プロジェクタ装置が最小出力で投影した場合におけるスクリーン 2 上の輝度分布 3 1 - 2 を示す。

図 6 (b) は、スクリーン 2 に提示したい画像の輝度の例を示す。

提示したい画像 3 2 の輝度が、各プロジェクタ装置が投影する輝度の最小出力と最大出力の範囲内であれば、任意の輝度を投影することができる。このため、提示したい画像 3 2 に応じて、各プロジェクタ装置が投影すべき輝度を求める。この提示したい画像 3 2 によって定まる投影すべき輝度を、「目標輝度」と表現する。輝度分布 3 1 - 3 は、目標輝度を表す輝度分布である。

40

【 0 0 5 9 】

図 6 (c) は、目標輝度を算出する例を示す。

提示したい画像 3 2 に対して、任意の位置における水平線 3 3 を指定する。水平線 3 3 の位置は、例としてある位置の断面図を切り取ったものである。実際の処理では、まず、画像 3 2 の上から下までの全ての位置での断面における輝度値を観察する。そして、全ての位置で目標輝度が最小出力と最大出力の範囲内に収まるように、ガンマの値を決める。目標輝度が最小出力と最大出力の範囲内に収まらない場合、一部の画質の劣化を許容した

50

上でガンマの値を決める。この水平線 33 から求まる画素値は、画素値分布 34 のように求まる。画素値分布 34 に対して、予め設定されたガンマを掛ける（累乗する）ことによって、目標輝度値 L_T （画像データの各画素値）が求まる。

【0060】

本実施の形態に係る画像投影システム 10 において、目標輝度の決め方は限定されない。ユーザがそれぞれの目的に合わせて目標輝度を設定することが可能である。例えば、全体的に明るい画面を好むユーザであれば、目標輝度を高めに設定することで、投影画像を全体的に明るくすることができる。一方、全体的に暗く投影される方が、画像の雰囲気が出る場合もありうる。この場合には、目標輝度を低めに設定することで全体的に画を暗くすることができる。例えば、コンピュータに接続されるモニターやテレビジョン受像器にも「明るさ」というユーザに開放された調整パラメータがあり、ユーザの好みに応じて調整パラメータを変えることにより、画像の明るさを調整できる。画像投影システム 10 で決定される目標輝度は、この調整パラメータと同様に用いられるパラメータである。このように、式 (8) で表される具体的な数値は、ユーザの目的や好みに合わせて決めることが可能である。そして、画像投影システム 10 は、目標輝度を変えるための図示しない操作部（例えば、リモートコントロール装置、調整つまみ）を備える。

【0061】

ガンマとは、画像データの各画素値（0～255）をスクリーン 2 上で観測される輝度（数 10 カンデラ～数万カンデラ）の値に変換するための数値である。本例の画像投影システム 10 では、第 1～第 3 のキャリブレーションで得られる目標輝度は、輝度分布 31 - 1, 31 - 2 の範囲内に収まるように、予め適切な値を算出しておく。

【0062】

図 7 は、制御装置 5 が画像を提示する処理の全体の流れを示すフローチャートである。

始めに、ジオメトリ情報算出部 51 は、各プロジェクタ装置の投影位置であるジオメトリ情報（ f_x, f_y, g_x, g_y ）を計測する（ステップ S1）。この処理は、上述した第 1 のキャリブレーションに相当する。

【0063】

次に、輝度情報算出部 53 は、各プロジェクタ装置の投影輝度である輝度情報（ h ）を算出する（ステップ S2）。この処理は、上述した第 2 のキャリブレーションに相当する。

【0064】

次に、輝度補正係数算出部 58 は、輝度補正係数 $w(X, Y, k, p)$ を生成する（ステップ S3）。この処理は、上述した第 3 のキャリブレーションに相当する。

【0065】

最後に、入力画素値算出部 60 は、投影画像の輝度を調整する、式 (12), (13) で示される画像提示処理を行い（ステップ S4）、処理を終了する。

【0066】

図 8 は、画像提示処理の例を示すフローチャートである。

始めに、入力画素値算出部 60 は、R, G, B の各プレーンについて、処理を開始する（ステップ S11）。つまり、 p の値を、0, 1, 2 の順に循環することで、R プレーン、G プレーン、B プレーンの順に選択して処理を行う。

【0067】

次に、入力画素値算出部 60 は、画素位置（ X, Y ）を選択する（ステップ S12）。例えば、画素位置（0, 0）の次は、画素位置（1, 0）のように、座標軸 Y の値を固定した状態で、 X の値を加算する。 X が画像提示領域の端に達した場合、 Y の値を 1 加算し、 X の値を 0 に戻し、再度 X の値を 1 ずつ加算する。

【0068】

そして、入力画素値算出部 60 は、提示画像の画素値 I に を乗じて、目標輝度 L_T を算出する（ステップ S13）。一般に、 は、2.5 程度の値となるが、その他の値を用いてもよい。この処理では、例えば、目標輝度が 800 カンデラと算出されたとする。

【 0 0 6 9 】

次に、入力画素値算出部 6 0 は、プロジェクタ装置を選択する（ステップ S 1 4）。プロジェクタ装置は、 $k = 1 \sim m$ まで、個別に選択する。本例では、4 台のプロジェクタ装置（第 1 ～ 第 4 のプロジェクタ装置の順、 $m = 4$ ）を選択する。

【 0 0 7 0 】

そして、輝度補正係数算出部 5 8 は、選択したプロジェクタ装置毎に、目標輝度 L_T に輝度補正係数 w を掛けた値 l_T を算出する（ステップ S 1 5）。例えば、輝度補正係数 w が 0.125 である場合、値 l_T は 100 と算出される。

【 0 0 7 1 】

そして、入力画素値算出部 6 0 は、算出した l_T に最も近くなるような入力画素値 i_k を算出する（ステップ S 1 6）。この場合、上述した式（1）、（2）を、式（6）に入れて計算が行われる。

【 0 0 7 2 】

そして、信号供給部 6 1 は、算出された入力画素値 i_k を該当するプロジェクタ装置に出力する（ステップ S 1 7）。次に、入力画素値 i_k を出力したプロジェクタ装置が最後のプロジェクタ装置であるか否かを判別する（ステップ S 1 8）。最後のプロジェクタ装置ではない場合、 k に 1 を加算し、ステップ S 1 4 に処理を移す。そして、次のプロジェクタ装置に対して、ステップ S 1 4 ～ S 1 7 までの処理を繰り返す。

【 0 0 7 3 】

一方、最後のプロジェクタ装置である場合、 p 番目のプレーンを構成する画素のうち、最後の画素位置であるか否かを判別する（ステップ S 1 9）。最後の画素位置ではない場合、ステップ S 1 2 に処理を移す。そして、次の画素位置に対して、ステップ S 1 2 ～ S 1 8 までの処理を繰り返す。

【 0 0 7 4 】

一方、最後の画素位置である場合、最後のプレーン（ $p = 2$ ）であるか否かを判別する（ステップ S 2 0）。最後のプレーンではない場合、 p に 1 を加算し、ステップ S 1 1 に処理を移す。そして、次のプレーンに対して、ステップ S 1 1 ～ S 1 9 までの処理を繰り返す。一方、最後のプレーンである場合、その提示する画像についての提示処理を終了する。

【 0 0 7 5 】

本例の画像投影システム 1 0 は、輝度のムラをなくしつつ、高輝度で投影した画像を表示することを目的とする。そして、画像投影システム 1 0 を用いて投影される画像は、複数のプロジェクタ装置が投影した光によって、各画素を構成する。ここで、画像投影システム 1 0 によって、補正される輝度の例について、図 9 を参照して説明する。

【 0 0 7 6 】

図 9 は、7 台のプロジェクタ装置（第 1 ～ 第 7 のプロジェクタ装置）がそれぞれスクリーンに投影する画像（白の単色画像）の輝度の例を示す。

図 9（a）は、特性を合わせる前における、プロジェクタ装置毎に投影した画像の輝度の例を示す。このとき、第 5 のプロジェクタ装置が投影する画像の輝度が最も特性が悪い。

【 0 0 7 7 】

図 9（b）は、特性を合わせた後における、プロジェクタ装置毎に投影した画像の輝度の例を示す。特性を合わせる前の輝度は、比較のため破線で示す。

第 1 ～ 第 7 のプロジェクタ装置が投影する画像は、それぞれ隣り合うプロジェクタ装置が投影する画像に重ね合わせている。このため、全体の輝度は、従来のプロジェクタ装置が投影する画像よりも高くなる。また、例えば、第 5 のプロジェクタ装置を除く他のプロジェクタ装置は、目的輝度に対して高い輝度となる。このため、第 5 のプロジェクタ装置を除く他のプロジェクタ装置は、目的輝度に合わせて出力を落とすことで、スクリーン 2 に投影された画像全体が均一な輝度となる。

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

図 9 に示したように、画像投影システム 10 は、特性が悪いプロジェクタ装置が投影する画像の輝度に合わせる必要がない。つまり、特性が悪いプロジェクタ装置があっても、他のプロジェクタ装置が投影する画像によって、不足する輝度を補完することができる。

【0079】

次に、プロジェクタ装置が投影する画像を重ねた領域内における特性（色度）のばらつきを計測した結果について説明する。ここでは、製造メーカーと製品の型番が同じであるプロジェクタ装置を 4 台用いて、色度値 x , y を計測した例について説明する。

【0080】

図 10 は、プロジェクタ装置を用いて投影する画像を重ね合わせた場合における、色度計測の様子を示す模式図である。図 10 (a) ~ 図 10 (d) において、スクリーン 2 に投影される画像は、色度計 7 を用いて色度が計測される。

10

図 10 (a) は、1 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1）をスクリーン 2 に投影した場合における投影画像の例である。スクリーン 2 には、画像 3 - 1 が投影される。

図 10 (b) は、2 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1 , 1 - 11）をスクリーン 2 に投影した場合における投影画像の例である。スクリーン 2 には、画像 3 - 1 , 3 - 11 が重ねて投影される。

図 10 (c) は、3 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1 ~ 1 - 21）をスクリーン 2 に投影した場合における投影画像の例である。スクリーン 2 には、画像 3 - 1 ~ 3 - 21 が重ねて投影される。

20

図 10 (d) は、4 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1 ~ 1 - 31）をスクリーン 2 に投影した場合における投影画像の例である。スクリーン 2 には、画像 3 - 1 ~ 3 - 31 が重ねて投影される。

【0081】

そして、図 10 に示した各プロジェクタ装置の各画素に対して、全て共通な画像信号（ $(R, G, B) = (200, 200, 200)$ ）を入力した。そして、1 台 ~ 4 台のプロジェクタ装置で投影した場合について、色度計 7 を用いて、投影画像内の XYZ 表色系における色度値 x , y の分布を計測した。そして、図 11 (a) ~ 図 11 (d) における各白枠内の色度を計測した。

30

【0082】

図 11 は、1 台 ~ 4 台のプロジェクタ装置をスクリーン 2 に投影した場合における投影画像の例である。

図 11 (a) は、1 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1）がスクリーン 2 に投影する投影画像の例を示す。

図 11 (b) は、2 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1 , 1 - 11）がスクリーン 2 に重畳して投影する投影画像の例を示す。

図 11 (c) は、3 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1 ~ 1 - 21）がスクリーン 2 に重畳して投影する投影画像の例を示す。

図 11 (d) は、4 台のプロジェクタ装置（プロジェクタ装置 1 - 1 ~ 1 - 31）がスクリーン 2 に重畳して投影する投影画像の例を示す。

40

【0083】

図 11 (a) ~ 図 11 (d) より、1 台のプロジェクタ装置であっても色、輝度のムラがあるものの、複数台のプロジェクタ装置が投影する画像を重ね合わせることによって、色、輝度のムラが均一化されることが分かる。

【0084】

図 12 は、図 11 (a) ~ 図 11 (d) に示した XYZ 表色系における色度値 x , y の標準偏差を算出した図である。

図 12 より、 XYZ 表色系における色度値 x , y の分布は、プロジェクタ装置の台数が多くなる（言い換えれば、重ね合わせる画像枚数が多くなる。）につれて、収束すること

50

が分かる。

図 1 1 (a) に示すように、1 台のプロジェクタ装置である場合、色度値 x , y の標準偏差が高いため、色度のばらつきが大きい。しかし、プロジェクタ装置の台数を増やすにつれて、色度値 x , y の標準偏差が低くなり、スクリーンに投影した画像の色度のばらつきが小さくなっていくことが確認できる。

【 0 0 8 5 】

更に、製造メーカーと製品の型番が同じであるプロジェクタ装置を多数集め、隣り合うプロジェクタ装置で投影する画像を重ねることで色度がどの程度平均化されるかをシミュレーションする実験を行った。この実験と、測定結果について、以下、図 1 3 ~ 図 1 8 を参照して説明する。

10

【 0 0 8 6 】

図 1 3 は、色度計測の様子を示す模式図である。

各プロジェクタ装置には、各画素に対して、全て共通な画像信号 ((R , G , B) = (2 0 0 , 2 0 0 , 2 0 0)) を入力する。そして、各プロジェクタ装置について、投影画像の色度分布を計測し、投影画像の中央領域 8 付近の平均色度を算出した。

本例では、1 0 4 台のプロジェクタ装置について色度を計測した。

【 0 0 8 7 】

以下、図 1 4 ~ 図 1 8 において、同じ画像信号が入力されたプロジェクタ装置がスクリーン 2 に投影する画像の色度がばらつく様子について示す。各プロジェクタ装置が格子状に配置されたことを想定し (言い換えると、計測した各プロジェクタ装置の色度データを無作為に格子状に配列し)、各データに対して、隣接するデータとの平均値を算出する。そして、全ての平均値について標準偏差を計算する。この計算は、隣接する 4 台、9 台、1 6 台、2 5 台のプロジェクタ装置について、それぞれ行う。

20

【 0 0 8 8 】

図 1 4 は、画像を重ね合わせない場合における色度値 x , y の例を示す。

以下、図 1 4 (a) ~ 図 1 8 (a) において、格子状に配置された円は、プロジェクタ装置の配置位置を示す。また、実線または破線で囲まれた領域は、平均値を算出した範囲を示している。

図 1 4 (b) は、算出した平均値の分布を示している。

【 0 0 8 9 】

30

図 1 5 は、隣り合う 4 台のプロジェクタ装置間 (図 1 5 (a)) で色度値 x , y の平均値を算出した結果を示している。

図 1 5 (b) は、色度値 x , y の平均値の分布を示している。

【 0 0 9 0 】

図 1 6 は、隣り合う 9 台のプロジェクタ装置間 (図 1 6 (a)) で色度値 x , y の平均値を算出した結果を示している。

図 1 6 (b) は、色度値 x , y の平均値の分布を示している。

【 0 0 9 1 】

図 1 7 は、隣り合う 1 6 台のプロジェクタ装置間 (図 1 7 (a)) で色度値 x , y の平均値を算出した結果を示している。

40

図 1 7 (b) は、色度値 x , y の平均値の分布を示している。

【 0 0 9 2 】

図 1 8 は、隣り合う 2 5 台のプロジェクタ装置間 (図 1 8 (a)) で色度値 x , y の平均値を算出した結果を示している。

図 1 8 (b) は、色度値 x , y の平均値の分布を示している。

【 0 0 9 3 】

図 1 9 は、図 1 4 (b) ~ 図 1 8 (b) に示した X Y Z 表色系における色度値 x , y の標準偏差と、重ね合わせたプロジェクタ装置の台数との関係を示す図である。

図 1 9 より、周囲のプロジェクタ装置の光と重畳することで、プロジェクタ装置の特性のばらつきが減ることが示される。周囲の 4 台と重畳するだけでも色度のばらつきは、ほ

50

ば半減する。一般に、標準偏差が の母集団から n 個を取り出して平均を取った場合の標準偏差は、一般式として σ / \sqrt{n} の関係を満たす。図 19 に示す結果は、標準偏差の一般式に準じている。

【0094】

そして、1 台のプロジェクタ装置によって投影された画像の標準偏差に比べて、投影した画像を重畳するプロジェクタ装置の台数が増すにつれて、色度値 x , y の標準偏差が低い値に収束することが分かる。このため、投影した画像を重畳するプロジェクタ装置の台数を増すと、色度のばらつきが小さくなると言える。

【0095】

ここで、実際にスクリーン 2 に投影された画像を撮影し、1 台のプロジェクタ装置による投影画像と、4 台のプロジェクタ装置によって重畳した投影画像の比較例について、図 20 と図 21 を用いて説明する。図 20 と図 21 は、プロジェクタ装置の配置、投影画像の設定により、各領域について、それぞれ異なる 4 台のプロジェクタ装置が同じ映像を投影した様子を示す。

10

【0096】

図 20 は、複数台のプロジェクタ装置を並べて、画像を重ねることなく投影した投影画像を撮影した図である。各プロジェクタ装置に対して、輝度補正といった信号処理は一切行っておらず、入力画像がそのまま投影される。

【0097】

図 20 と図 21 では、投影画像に対して x y 座標軸を定めてあり、例えば、 $x = k$, $y = k$ である 1 領域は、1 台のプロジェクタ装置によって投影される領域である。そして、6 領域のそれぞれが 1 台のプロジェクタ装置で投影される画像である。図 20 より、各領域に表示される画像の輝度と色度が不均一であることが分かる。

20

【0098】

図 21 は、隣り合う 4 台のプロジェクタ装置が投影する画像を重ねた投影画像を撮影した図である。各プロジェクタ装置に対して、輝度補正といった信号処理は一切行っておらず、入力画像がそのまま投影される。

【0099】

図 21 では、便宜的に、 $x = k + 1$, $y = k$ の領域のみ、4 台のプロジェクタ装置による投影画像を重ねた状態について示している。ただし、他の領域についても、その領域を担当するプロジェクタ装置と、そのプロジェクタ装置に隣り合う 4 台のプロジェクタ装置が投影する画像が重なって表示される。図 21 より、各領域に表示される画像の色度が均一になることが分かる。

30

【0100】

ところで、例えば、25 台のプロジェクタ装置が投影する投影画像を重ねる場合等、従来の投影方式に比べて、1 台のプロジェクタ装置がより広い面積の領域を投影する必要がある。この場合、以下の手法を用いればよい。

(1) スクリーン 2 とプロジェクタ装置の間の距離 (投射距離) を延長する。

(2) プロジェクタ装置に、より広角な投射レンズを取り付ける。

【0101】

また、投影画像を重ねると、厳密に投影位置を調整しない限り、複数台のプロジェクタ装置からの画素がずれて重なるため、投影画像の解像度感は低下する。その為、投影画像の解像度感を維持する必要がある。

40

【0102】

そこで、本例の画像投影システム 10 では、例えば、以下に挙げる技術を利用して、投影画像の解像度を維持する。例えば、4 台のプロジェクタ装置を用いる場合、水平、垂直方向のそれぞれに、半位相ずつずらした画像を投影する。そして、投影された画像の各画素がスクリーン上で不鮮明とならないよう、予め入力画像信号に逆応答フィルタを適用しておく。

【0103】

50

以上説明した第１の実施の形態に係る画像投影システム１０では、スクリーン２上のどの箇所の画像も、複数台の異なるプロジェクタ装置の投影光が重なり合って構成されることを特徴とする。複数台のプロジェクタ装置からの光で各画素を構成することによって、プロジェクタ装置間の特性（輝度）のばらつきが平均化される。このため、特性の悪いプロジェクタ装置があったとしても、そのプロジェクタ装置が担当する画素と同じ画素を担当する他のプロジェクタ装置によって輝度の不足を補うことが出来る。そして、従来の技術と比べて、プロジェクタ装置のリソースをより効率的に利用することが可能になる。すなわち、より高画質な画像の投影が可能になる。

【０１０４】

次に、本発明の第２の実施の形態について、図２２～図２８を参照して説明する。本実施の形態例においても、複数台のプロジェクタ装置を用いて投影した画像を重ね合わせることによって、スクリーンに高精細な画像を表示することが可能な画像投影システム７０に適用した例について説明する。ただし、画像投影システム７０では、プロジェクタ装置がスクリーンに画像を投影する場合に、後述する時分割画像拡大部を用いることを特徴としている。なお、第２の実施の形態において、上述した第１の実施の形態における画像投影システム１０と同じ部位については、詳細な説明を省略する。また、プロジェクタ装置毎に輝度を補正する処理についても、第１の実施の形態における画像投影システム１０と同じであるため、詳細な説明を省略する。

【０１０５】

図２２は、複数台のプロジェクタ装置によって構成される画像投影システム７０の構成例を示す。画像投影システム７０は、同じ投影性能を有するＮ台のプロジェクタ装置１－１～１－Ｎに対して、画像信号を供給する。本例では、 $N = 35$ 台のプロジェクタ装置について説明する。

【０１０６】

本例の画像投影システム７０は、Ｎ台のプロジェクタ装置と、投影された画像の表示面となるスクリーン２と、スクリーン２に投影された画像を観測する観測部４と、観測部４が観測した情報を受取り、各プロジェクタ装置に画像信号を供給する制御装置１５と、を備える。ただし、本実施の形態では、上述した第１の実施の形態における画像投影システム１０に比べて、各プロジェクタ装置の投影範囲、画素数がそれぞれ倍になったものと等価と考えて処理する。図２２では、プロジェクタ装置１１－１～１１－４，１１－１１～１１－１４，１１－２１～１１－２４のみ簡略して示す。各プロジェクタ装置は、スクリーン２の一部に画像を投影しており、全体として一つの画像が形成される。そして、プロジェクタ装置１１－１２がスクリーン２に投影する投影画像を、投影画像１３－１２とする。

【０１０７】

図２３は、画像投影システム７０の内部構成例を示すブロック図である。

本例においても、観測部４によってスクリーン２に投影された画像を観測し、観測した情報に基づいて、プロジェクタ装置の輝度等を算出する制御装置１５が、第１のプロジェクタ装置１１－１～１１－Ｎに画像信号を供給する点については、上述した実施の形態に係る画像投影システム１０と同様である。

【０１０８】

図２４は、プロジェクタ装置１１－１の内部構成例を示すブロック図である。

プロジェクタ装置１１－１は、信号供給部６１から供給された画像信号や制御信号に基づいて、４分割した画像の遅延時間を調整する遅延調整部２１と、画像を投影する画像投影部２２と、画像投影部２２が投影する画像を反射し、所定時間毎に画像を拡大してスクリーン２に投影する時分割画像拡大部２３と、を備える。

【０１０９】

遅延調整部２１は、スクリーンに投影する画像を格子状に区画した領域のうちの所定の領域から順番に対応する画像信号の出力を所定時間遅延させる。

画像投影部２２は、遅延調整部２１によって遅延された画像信号に対応する部分画像を

10

20

30

40

50

投影光で出力する。

時分割画像拡大部 23 は、4 枚のミラーとシャッター機構を備え、4 枚のミラーは、モータ等の駆動部 25 によって回転駆動される。時分割画像拡大部 23 は、画像投影部 22 からの部分画像をスクリーン 2 の対応する領域に、遅延時間毎に順番に拡大投射する。遅延調整部 21 と時分割画像拡大部 23 の動作は、所定のクロック周波数を発生するクロック発生部 24 によってタイミングが制御される。

【0110】

図 25 は、画像を投影する際の各位相パターンについて示す図である。

各プロジェクタ装置は、あるタイミングで投影する画像のうち、1/4 画像を所定のタイミングでスクリーン 2 に投影する。このとき、スクリーン 2 に向かって時計回りに、1/4 画像の投影箇所を変えている。ここで、投影箇所の位置の種類を位相パターンと呼ぶ。以下、プロジェクタ装置 11-1 がスクリーン 2 に投影する例について説明する。

【0111】

図 25 (a) は、投影画像 13-1 のうち、右上 1/4 領域 13-1a に画像を投影する例である。この状態を、第 1 の位相パターンという。

図 25 (b) は、投影画像 13-1 のうち、右下 1/4 領域 13-1b に画像を投影する例である。この状態を、第 2 の位相パターンという。

図 25 (c) は、投影画像 13-1 のうち、左下 1/4 領域 13-1c に画像を投影する例である。この状態を、第 3 の位相パターンという。

図 25 (d) は、投影画像 13-1 のうち、左上 1/4 領域 13-1d に画像を投影する例である。この状態を、第 4 の位相パターンという。

【0112】

図 26 は、図 25 で説明したプロジェクタ装置 11-1 が行う位相パターンを上面視した図である。

図 26 (a) は、第 1 の位相パターンの例である。時分割画像拡大部 23 は、4 枚のミラー 26a ~ 26d と、ミラー 26a ~ 26d を回転させるモータ 25 と、ミラー 26a ~ 26d によって反射された 1/4 画像を切り替えるシャッター機構を有するオプティカルチョッパ 27 と、を備える。ミラー 26a ~ 26d は、それぞれ担当する領域に投影光が反射されるように、向きを調整してモータ 25 に取り付けられている。そして、ミラー 26a ~ 26d は、モータ 25 が入力画像のフレームレート (60 Hz) に合わせて反時計方向に回転することによって、プロジェクタ装置 11-1 が投影する画像の反射角を変えることができる。

第 1 の位相パターンの場合、ミラー 26a で反射された 1/4 画像が領域 13-1a に投影される。

図 26 (b) は、第 2 の位相パターンの例である。

第 2 の位相パターンの場合、ミラー 26b で反射された 1/4 画像が領域 13-1b に投影される。

図 26 (c) は、第 3 の位相パターンの例である。

第 3 の位相パターンの場合、ミラー 26c で反射された 1/4 画像が領域 13-1c に投影される。

図 26 (d) は、第 4 の位相パターンの例である。

第 4 の位相パターンの場合、ミラー 26d で反射された 1/4 画像が領域 13-1d に投影される。

【0113】

図 27 は、各プロジェクタ装置の位相パターンの遷移例を示す。

投影画像 13-12 は、プロジェクタ装置 11-12 が投影する画像である。投影画像 13-23 は、プロジェクタ装置 11-23 が投影する画像である。投影画像 13-34 は、プロジェクタ装置 11-34 が投影する画像である。オプティカルチョッパ 27 は、画像切替えの過渡期の状態を見せないようにするため、入力画像のフレームレート (60 Hz) に合わせてシャッターを切り、位相パターンを切り替える。このため、画像が不鮮明

10

20

30

40

50

にならない。

図 27 (a) は、第 1 の位相パターンの例である。

図 27 (b) は、第 2 の位相パターンの例である。

図 27 (c) は、第 3 の位相パターンの例である。

図 27 (d) は、第 4 の位相パターンの例である。

【 0 1 1 4 】

図 28 は、スクリーン 2 全体に投影される画像に対する各プロジェクタ装置の位相パターンの例を示す三面図である。

ここでは、簡単のため、プロジェクタ装置を特定する識別番号を、1, 2, ... の順に付与している。また、プロジェクタ装置が投影する画像領域を、プロジェクタ装置に付与された識別番号に対応させて表示する。

図 28 (a) は、第 1 の位相パターンの例である。

図 28 (b) は、第 2 の位相パターンの例である。

図 28 (c) は、第 3 の位相パターンの例である。

図 28 (d) は、第 4 の位相パターンの例である。

【 0 1 1 5 】

図 28 と図 31 に示したように、第 2 の実施の形態に係る画像投影システム 70 では、プロジェクタ装置毎に投影する画像の位置 (位相パターン) が時々刻々変化する。入力画素値の画素位置には、どの位相に存在するかを判断し、その位相に投影画像が投影されるタイミングまで、遅延調整部 21 において、入力信号を保持する。そして、タイミングを合わせて、画像投影部 22 に出力する。そうすることで、スクリーン 2 に投影する画像の画素数が倍になったプロジェクタ装置として扱うことが出来る。

【 0 1 1 6 】

上述した第 2 の実施の形態に係る画像投影システム 70 は、各領域に対して (本例では、1 / 4 画像) 、微小時間 (例えば、1 / 60 秒) で位相パターンが切り替わる。このように、位相パターンを切り替えるため、どの領域であっても、時間方向に見れば、4 台の異なるプロジェクタ装置が出力する画像が照射されることになる。そして、時間方向の切り替え速度が、視聴者の視覚で知覚できないほど十分に早ければ、4 台の異なるプロジェクタ装置で画像を重畳したのと同じ効果が得られる。

そして、隣接するプロジェクタ装置同士で投影光を重ね合わせ、複数台の異なるプロジェクタ装置からの光で各画素が構成されるように投影する。このため、プロジェクタ装置の持つ特性のばらつきが軽減され、より高画質な画像を投影できるという効果がある。

【 0 1 1 7 】

また、上述した第 1 の実施の形態に係る画像投影システム 10 に比べて、各プロジェクタ装置の投影範囲、画素数がそれぞれ倍になったものと等価と考えて処理する。このため、画像投影システム 10 に比べて、大画面での画像投影に適している。

【 0 1 1 8 】

上述した第 1 及び第 2 の実施の形態に係る画像投影システムによれば、スクリーン 2 上のどの箇所の画像も、複数台の異なるプロジェクタ装置の投影光が重なり合って構成されることを特徴とする。従来の技術に比べて、大画面で高画質な画像提示が可能になる。画像提示中に、一部のプロジェクタ装置が故障、停止しても、提示画像の一部の領域が欠ける (画像が出なくなる) というリスクが低減する。従来、問題とされていた、プロジェクタ装置が故障した場合における画像投影システムの脆弱性は、本実施の形態に係る画像投影システム 10 を用いることで解消される。例えば、1 台のプロジェクタ装置が故障したり、停止したりした場合であっても、不完全ながらも (例えば輝度が低下するなど) 、何らかの情報はスクリーン 2 に提示される。これは、各画素は複数台のプロジェクタ装置が投影する光で構成されるためである。このため、故障したプロジェクタ装置が担当する領域であっても、一切画像が出なくなるといった不具合は生じない。この結果、画像を連続して提示できるという効果がある。

【 0 1 1 9 】

また、従来、輝度を補完するために、スクリーンの全体に光を当てる画像投影システムが知られていたが、このシステムでは、スクリーンが大きくなるほど、スクリーンに光を当てる装置の光源ランプの出力を高める必要がある。出力が大きい光源ランプを用いると、電力消費量が大きくなるばかりでなく、光源ランプ自体の寿命も短くなりやすいばかりか、解像度を高める点について工夫されていなかった。しかし、本実施の形態に係る画像投影システム 10 では、プロジェクタ装置の配置を工夫しており、隣り合うプロジェクタ装置が投影する画像の幅は、隣り合うプロジェクタ装置の幅の整数倍に等しい。そして、隣り合う複数台のプロジェクタ装置によって、互いに画像を投影しながらスクリーンに投影される画像の輝度を補完する。また、輝度補正係数 w を自由に変えることで、目標輝度に対して各プロジェクタ装置で分担する輝度の配分を自由に変えて対応できる。このため、光源ランプの出力は、全てのプロジェクタ装置で同一としてよい。また、光源ランプの出力を下げた場合であっても、複数台のプロジェクタ装置によって輝度を補完するため、光源ランプの寿命を長くすることができるという効果がある。

10

【0120】

また、高精細で、輝度のばらつきが少ない画像を大きなスクリーンに投影することができるため、複数人で同じ映像（例えば、DNA の構造が映し出された映像）を見ることができる。また、1 組のプロジェクタ装置（例えば、4 台のプロジェクタ装置）を繰り返して配置できる。このため、スクリーンの大きさ、形状が限定されなくなり（長方形でなくてもよい。）、ホームシアターや業務用で投影する用途に用いることができる。また、複数の投影画像を重ね合わせることで、隣り合う投影画像の繋ぎ目が見えることがなく、スクリーン 2 全体に自然な状態で大画面の映像が提示される。

20

【0121】

なお、上述した第 1 及び第 2 の実施の形態に係る画像投影システムでは、タイル状にプロジェクタ装置を配置しているが、他の配置としてもよい。例えば、縦方向のプロジェクタ装置については、隣り合うプロジェクタ装置の幅の半分ですらしてもよい。

【0122】

図 29 は、プロジェクタ装置の配置について変形例を示す図である。

水平方向（ x 方向）は、本発明に係る画像投影システムにおけるプロジェクタ装置の配置方式である。垂直方向（ y 方向）は、従来方式（投影画像が一部だけ重なり合う）としている。プロジェクタ装置の投影領域の横幅は、プロジェクタ装置の水平方向に隣り合う間隔の n 倍（ n は 2 以上の整数）とする。また、垂直方向に本発明の方式、水平方向は従来方式のままという配置パターンも可能である。

30

【0123】

図 30 は、プロジェクタ装置の投影画像の配置について変形例を示す図である。

図 30 (a) は、スクリーン 2 に対して、各プロジェクタ装置の投影画像を重ねずに、隙間なく並べた状態の例である。各プロジェクタ装置が投影する画像は、それぞれ投影画像 81 - 1 ~ 81 - 3, 81 - 11 ~ 81 - 13, 81 - 21 ~ 81 - 23 として示される。

【0124】

図 30 (b) は、4 つの投影画像の交点位置に、別のプロジェクタ装置の投影画像を重ねた状態の例である。

40

例えば、投影画像 81 - 1, 81 - 2, 81 - 11, 81 - 12 の交点位置に、投影画像 82 - 2 が投影される。

【0125】

図 30 (c) は、図 30 (b) に示した投影画像を、全領域にわたって配置した状態の例である。

本例では、破線で囲まれた範囲を、ユーザが視認できる映像投影領域 82 - 3 として用いている。映像投影領域 82 - 3 の範囲内では、任意の画素位置において、異なる 2 台のプロジェクタ装置が投影する光によって投影画像が構成される。

【0126】

50

また、例えば、スクリーン面に対して、プロジェクタ装置の投影面が平行でない（正対していない）場合、プロジェクタ装置の投影画像が矩形となるように、予め歪み補正を加えればよい。歪み補正によって、プロジェクタ装置から遠い面の画像であっても、画像が矩形に投影される。

【0127】

上述した実施の形態例における一連の処理は、ハードウェアにより実行することができるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで各種の機能を実行することが可能な例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに所望のソフトウェアを構成するプログラムをインストールして実行させる。

10

【0128】

また、上述した実施の形態例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPU等の制御装置）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

【0129】

この場合のプログラムコードを供給するための記録媒体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROMなどを用いることができる。

20

【0130】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、上述した実施の形態例の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって上述した実施の形態例の機能が実現される場合も含まれる。

【0131】

また、本明細書において、ソフトウェアを構成するプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0132】

さらに、本発明は上述した実施の形態例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱することなくその他種々の構成を取り得ることは勿論である。

30

【図面の簡単な説明】

【0133】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る画像投影システムの外部構成例を示す構成図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る画像投影システムの各プロジェクタ装置の配置例と投影画像の例を示す三面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る画像投影システムの内部構成例を示すブロック図である。

40

【図4】本発明の第1の実施形態に係る投影画像の画素をXY座標軸で表す例を示す説明図である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係るプロジェクタ装置とプレーンと画素位置の各変数の対応例を示す説明図である。

【図6】本発明の第1の実施形態に係る投影画像の輝度分布の例を示す説明図である。

【図7】本発明の第1の実施形態に係る画像投影処理の例を示すフローチャートである。

【図8】本発明の第1の実施形態に係る画像提示処理の例を示すフローチャートである。

【図9】本発明の第1の実施形態に係るプロジェクタ装置毎の補正前後の輝度の例を示す説明図である。

【図10】複数台のプロジェクタ装置を用いて投影画像を重畳させるための構成例を示す

50

説明図である。

【図 1 1】プロジェクタ装置の投影画像を重畳した場合における投影画像の表示例を示す説明図である。

【図 1 2】プロジェクタ装置の投影画像を重畳した場合における色度値 x , y の標準偏差の例を示す説明図である。

【図 1 3】色度値を計測する例を示す説明図である。

【図 1 4】投影画像を重ね合わせない場合における色度値 x , y の例を示す説明図である。

【図 1 5】隣り合う 4 台のプロジェクタ装置の投影画像を重ね合わせた場合における色度値 x , y の例を示す説明図である。

10

【図 1 6】隣り合う 9 台のプロジェクタ装置の投影画像を重ね合わせた場合における色度値 x , y の例を示す説明図である。

【図 1 7】隣り合う 16 台のプロジェクタ装置の投影画像を重ね合わせた場合における色度値 x , y の例を示す説明図である。

【図 1 8】隣り合う 25 台のプロジェクタ装置の投影画像を重ね合わせた場合における色度値 x , y の例を示す説明図である。

【図 1 9】色度値 x , y と投影画像を重ね合わせたプロジェクタ装置の台数との関係例を示す説明図である。

【図 2 0】1 領域に 1 台のプロジェクタ装置で画像を投影した表示例を示す説明図である。

20

【図 2 1】1 領域に 4 台のプロジェクタ装置で画像を投影した表示例を示す説明図である。

【図 2 2】本発明の第 2 の実施形態に係る画像投影システムの外部構成例を示す構成図である。

【図 2 3】本発明の第 2 の実施形態に係る画像投影システムの内部構成例を示すブロック図である。

【図 2 4】本発明の第 2 の実施形態に係るプロジェクタ装置の内部構成例を示すブロック図である。

【図 2 5】本発明の第 2 の実施形態に係るプロジェクタ装置による画像を投影する例を示す説明図である。

30

【図 2 6】本発明の第 2 の実施形態に係るプロジェクタ装置による画像を投影する例を示す説明図である。

【図 2 7】本発明の第 2 の実施形態に係るプロジェクタ装置の位相パターンの遷移例を示す説明図である。

【図 2 8】本発明の第 2 の実施形態に係るプロジェクタ装置の位相パターンの遷移例を示す説明図である。

【図 2 9】本発明の他の実施形態に係るプロジェクタ装置の配置例を示す説明図である。

【図 3 0】本発明の他の実施形態に係る重畳した投影画像の例を示す説明図である。

【図 3 1】従来の画像投影システムの外部構成例を示す構成図である。

【図 3 2】従来の画像投影システムの各プロジェクタ装置の配置例と投影画像の例を示す三面図である。

40

【図 3 3】キャリブレーション（幾何補正）の例を示す説明図である。

【図 3 4】投影画像毎に輝度と色度がばらつく例を示す説明図である。

【図 3 5】キャリブレーション（輝度補正）の例を示す説明図である。

【図 3 6】従来のプロジェクタ装置毎の補正前後の輝度の例を示す説明図である。

【符号の説明】

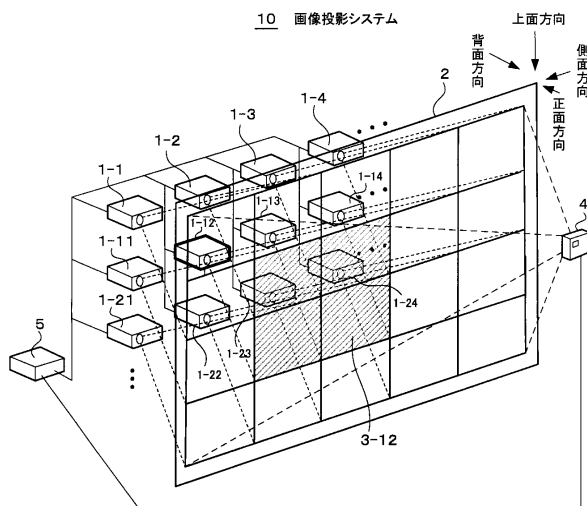
【0 1 3 4】

1 ... プロジェクタ装置、2 ... スクリーン、3 ... 投影画像、4 ... 観測部、5 ... 制御装置、6 ... 拡大領域、6 a ... 画素、7 ... 色度計、10, 20 ... 画像投影システム、41 ... 投影位置観測部、42 ... 投影輝度観測部、51 ... ジオメトリ情報算出部、52 ... ジオメトリ情報

50

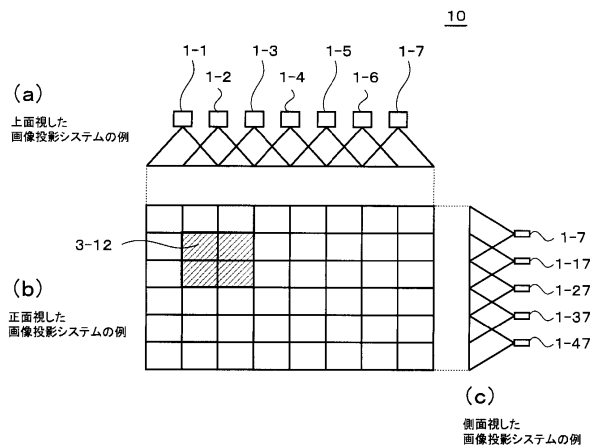
保持部、5 3 ...輝度情報算出部、5 4 ...輝度情報保持部、5 5 ...画像データ保持部、5 6 ...画像データ読出部、5 7 ...目標輝度算出部、5 8 ...輝度補正係数算出部、5 9 ...輝度補正係数保持部、6 0 ...入力画素値算出部、6 1 ...信号供給部

【図 1】



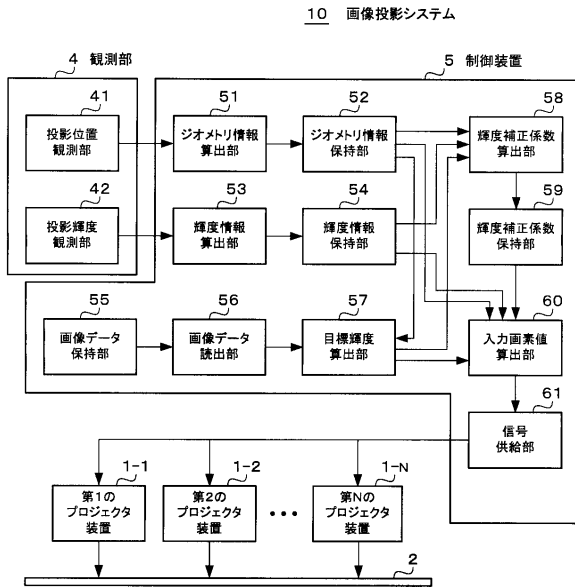
画像投影システムの外部構成例

【図 2】



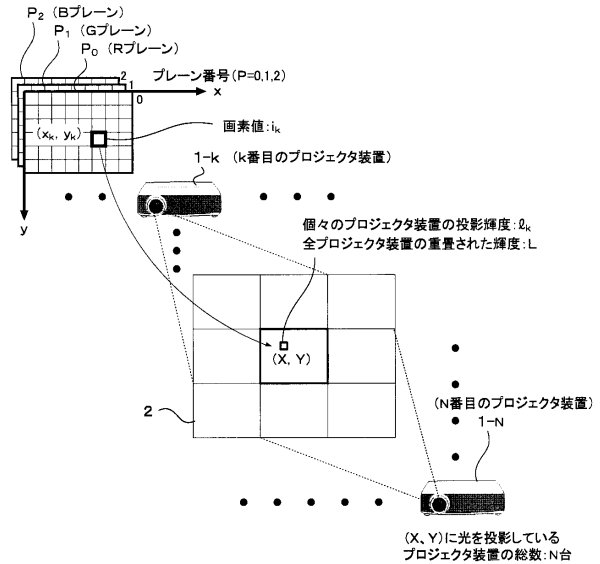
画像投影システムの外部構成例

【図3】



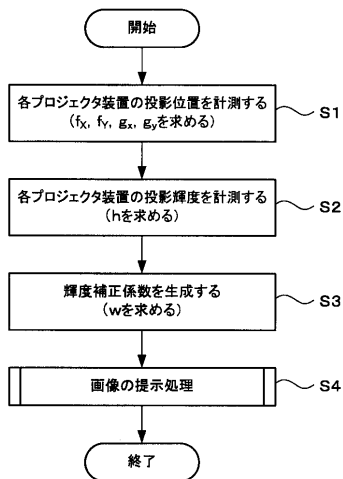
画像投影システムの内部構成例

【図5】



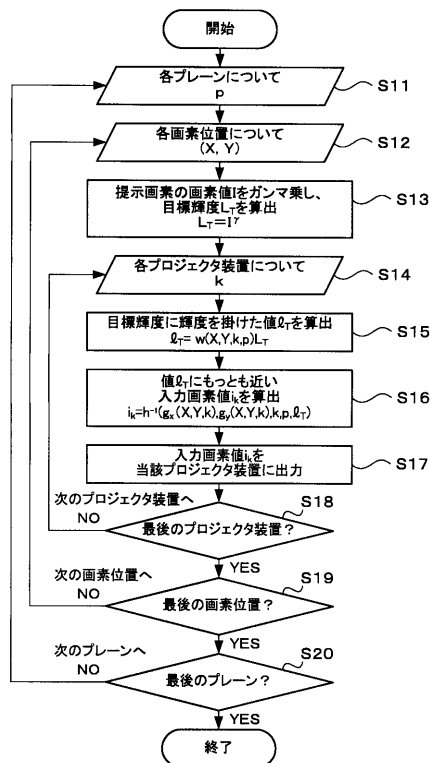
プロジェクト装置とプレーンと画素位置の各変数の対応例

【図7】



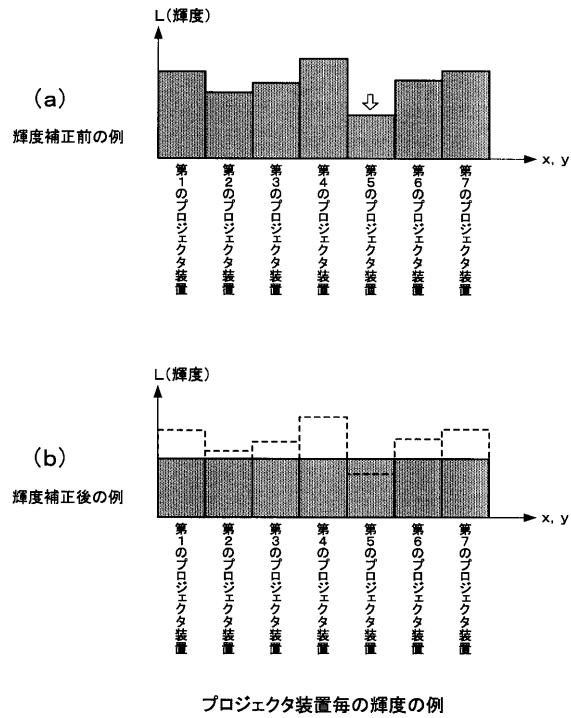
画像投影処理の例

【図8】

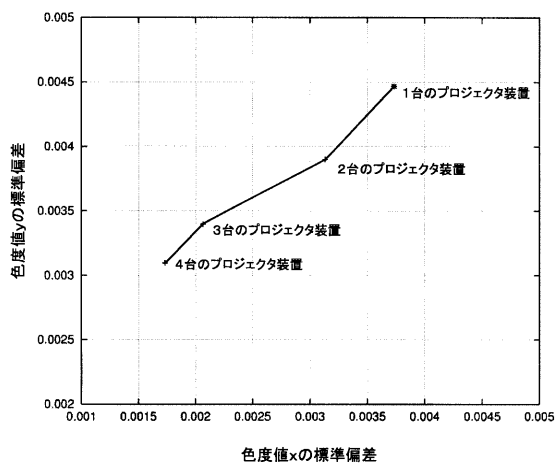


画像提示処理の例

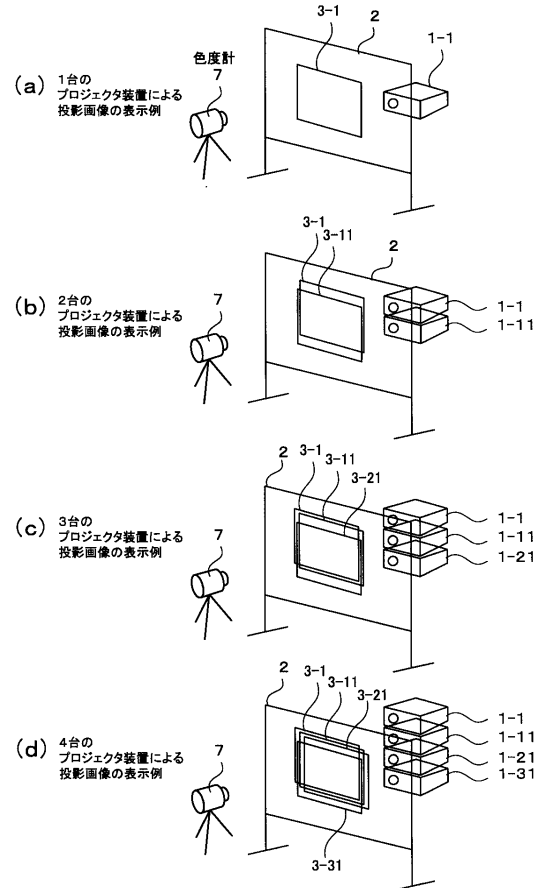
【図 9】



【図 12】

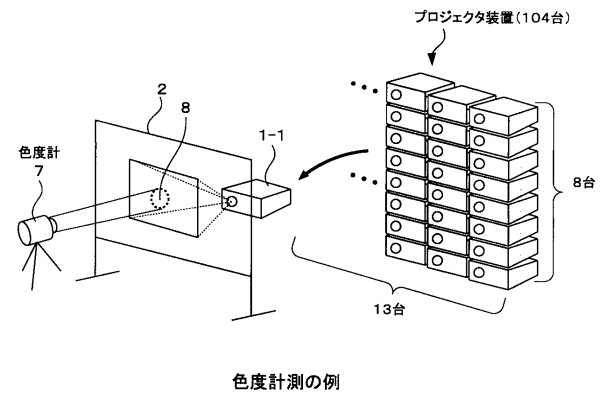


【図 10】



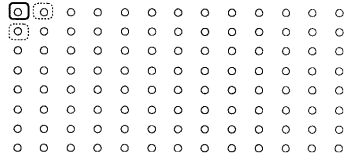
複数台のプロジェクト装置を用いて投影画像を重畳させるための構成例

【図 13】

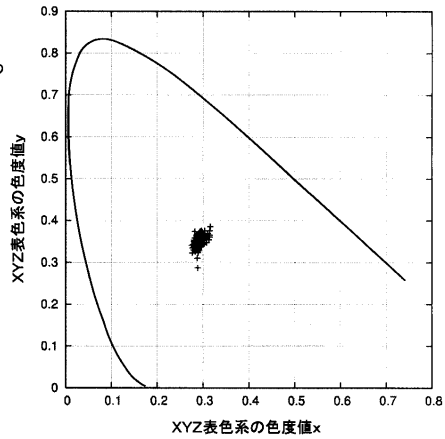


【図 14】

(a)
投影画像を
重ね合わせない場合の例



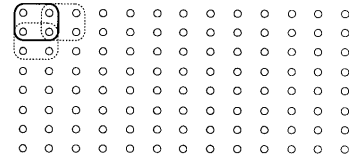
(b)
投影画像を
重ね合わせない場合の
色度値x, yの例



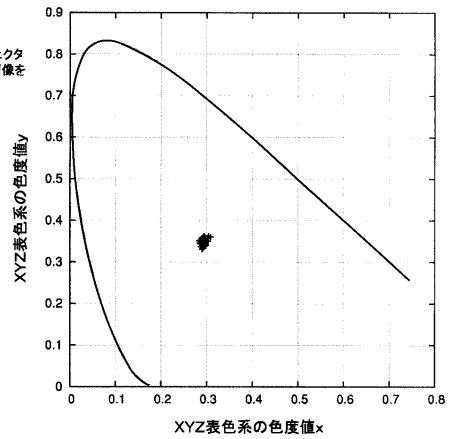
色度値x, yの例

【図 15】

(a)
隣り合う4台のプロジェクタ
装置から投影される画像を
重ね合わせた場合の例



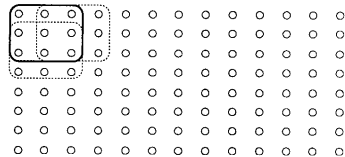
(b)
隣り合う4台のプロジェクタ
装置から投影される画像を
重ね合わせた場合の
色度値x, yの例



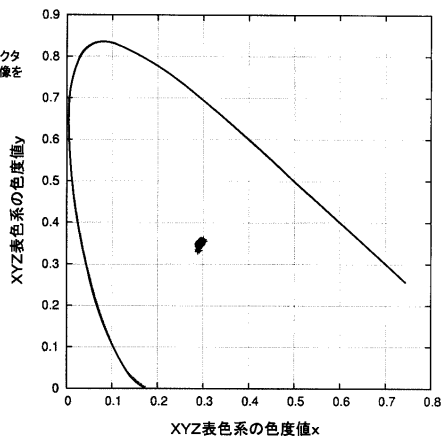
色度値x, yの例

【図 16】

(a)
隣り合う9台のプロジェクタ
装置から投影される画像を
重ね合わせた場合の例



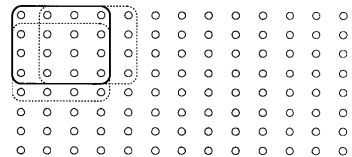
(b)
隣り合う9台のプロジェクタ
装置から投影される画像を
重ね合わせた場合の
色度値x, yの例



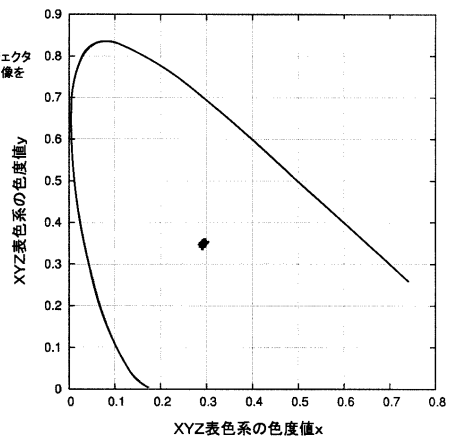
色度値x, yの例

【図 17】

(a)
隣り合う16台のプロジェクタ
装置から投影される画像を
重ね合わせた場合の例

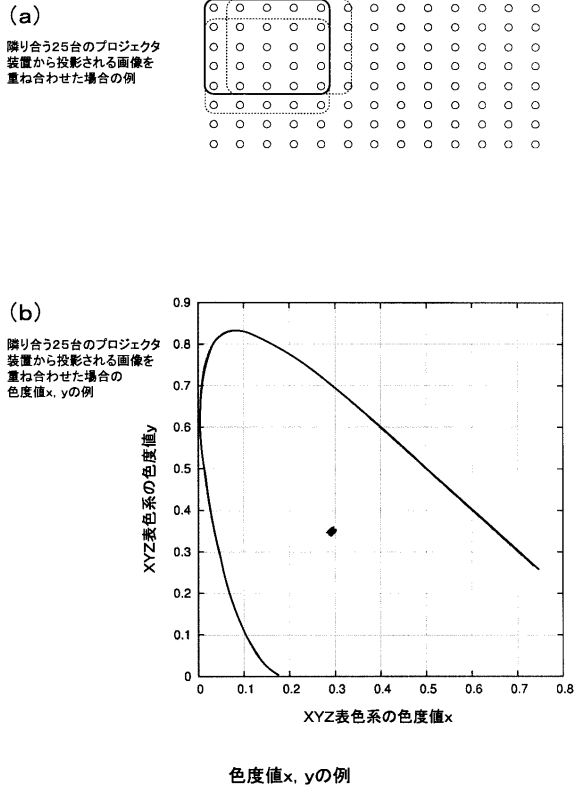


(b)
隣り合う16台のプロジェクタ
装置から投影される画像を
重ね合わせた場合の
色度値x, yの例

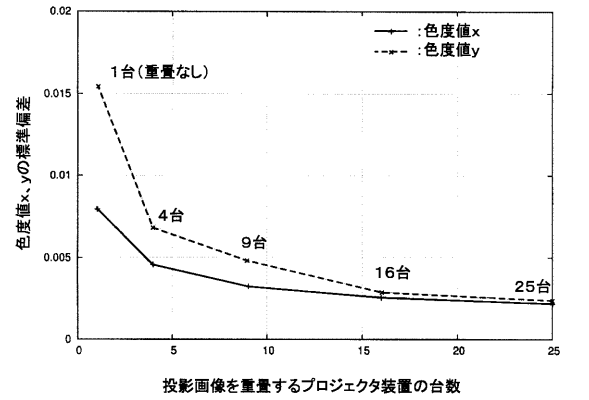


色度値x, yの例

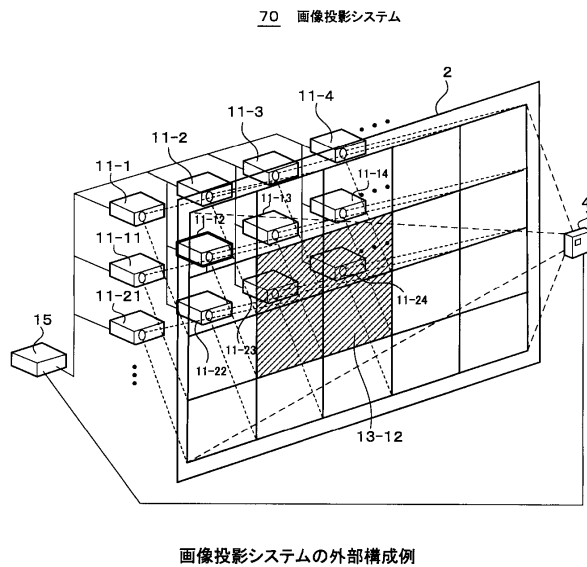
【図 18】



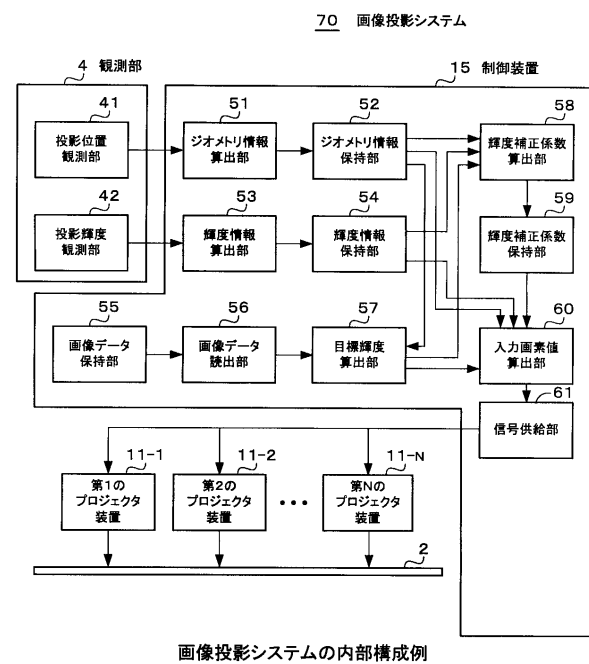
【図 19】



【図 22】

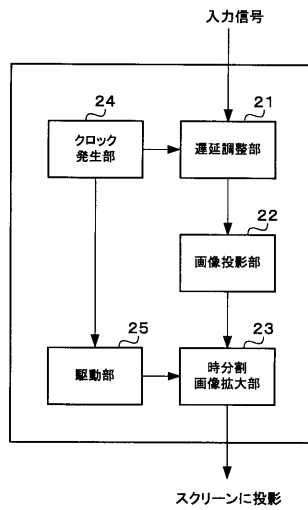


【図 23】



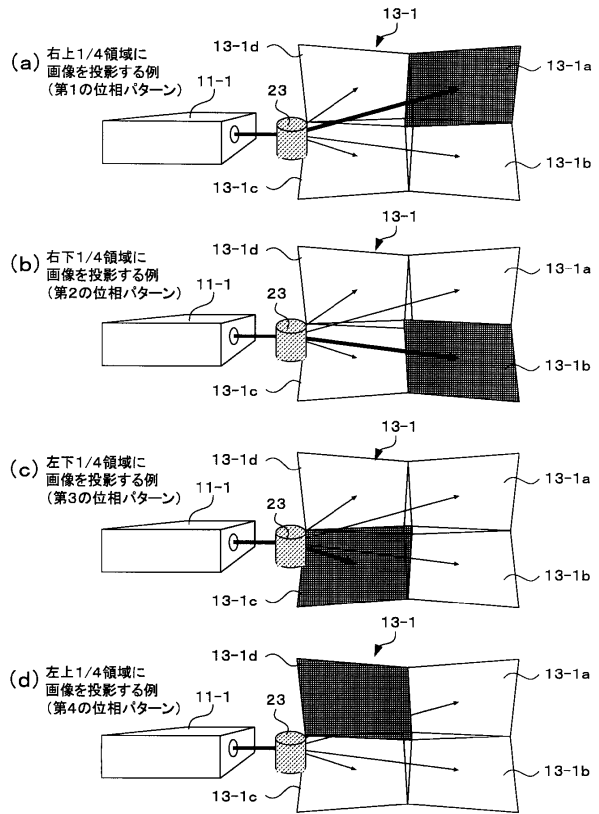
【図 24】

11-1 プロジェクタ装置



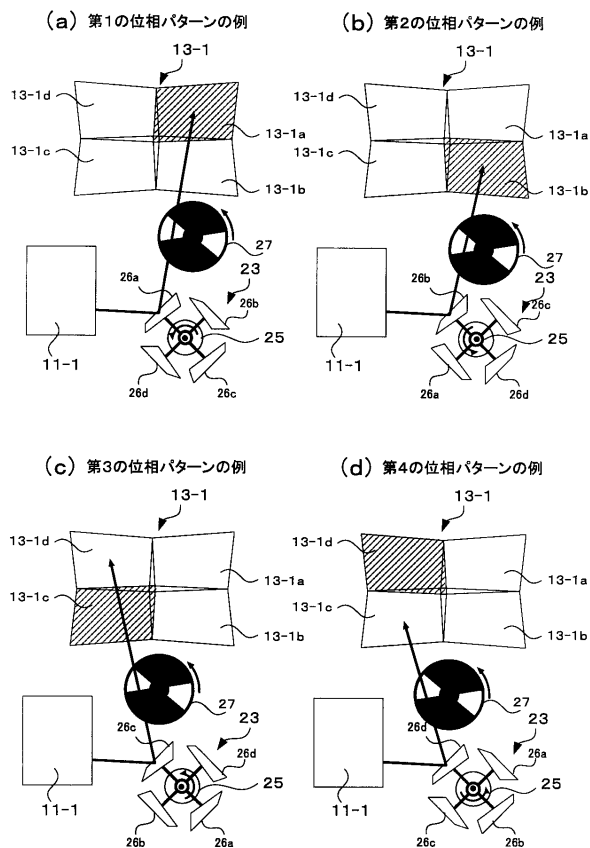
プロジェクタ装置の内部構成例

【図 25】



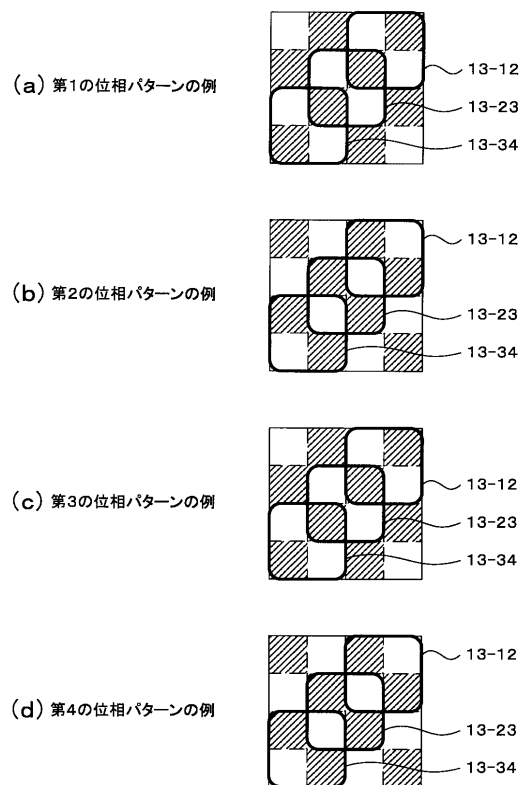
画像を投影する例

【図 26】



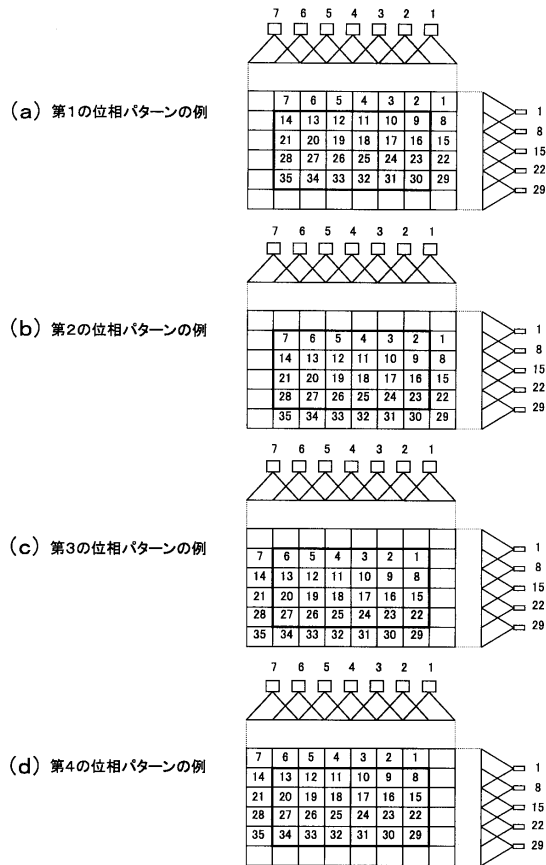
画像を投影する例

【図 27】



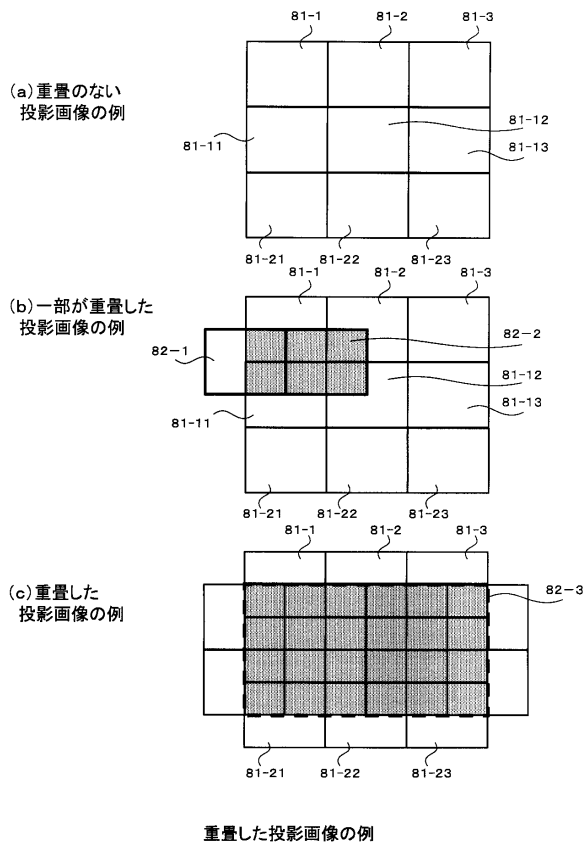
各プロジェクタ装置の位相パターンの遷移例

【図 28】

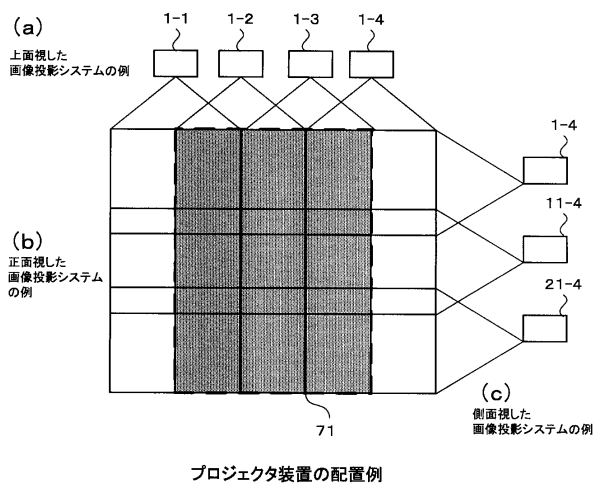


各プロジェクタ装置の投影領域の移り変わりの例

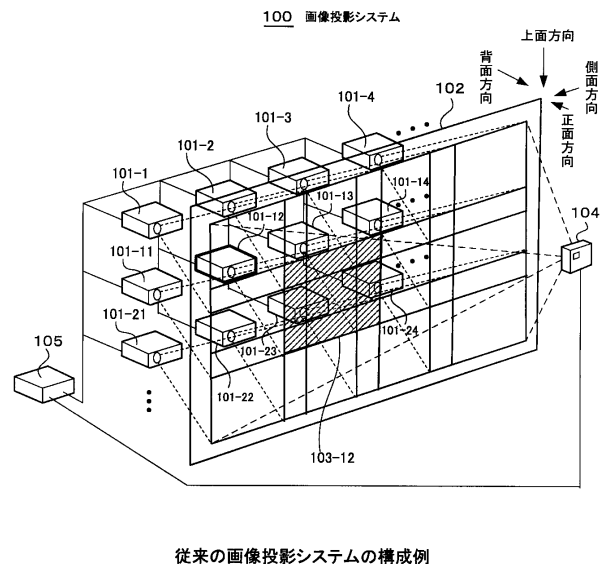
【図 30】



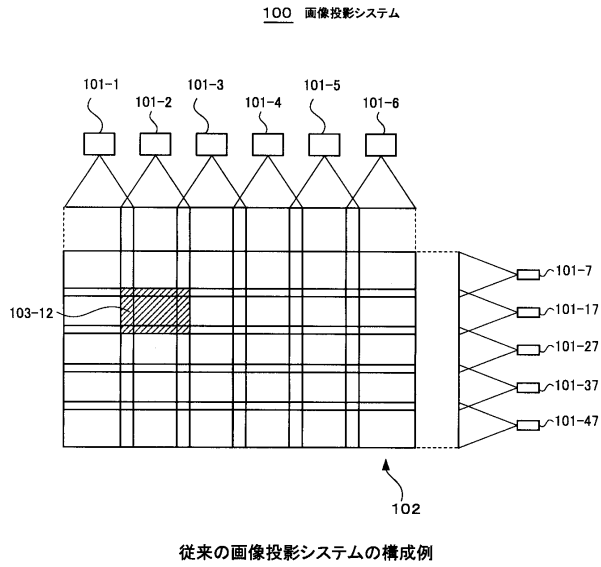
【図 29】



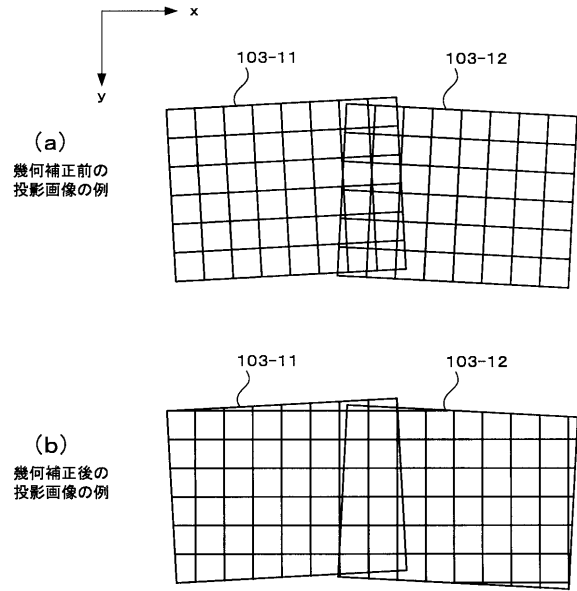
【図 31】



【図 3 2】

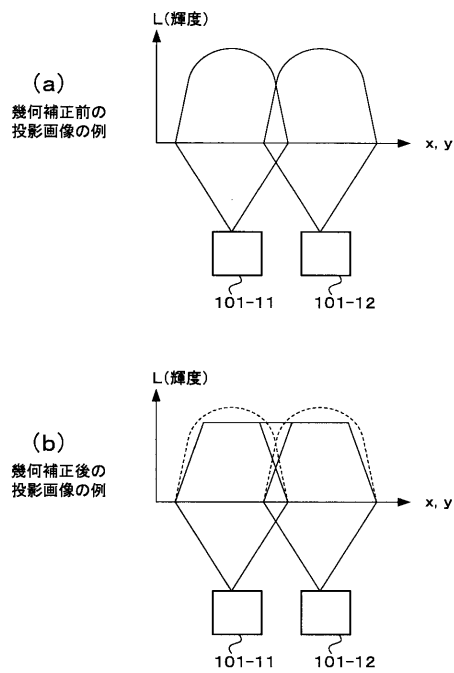


【図 3 3】



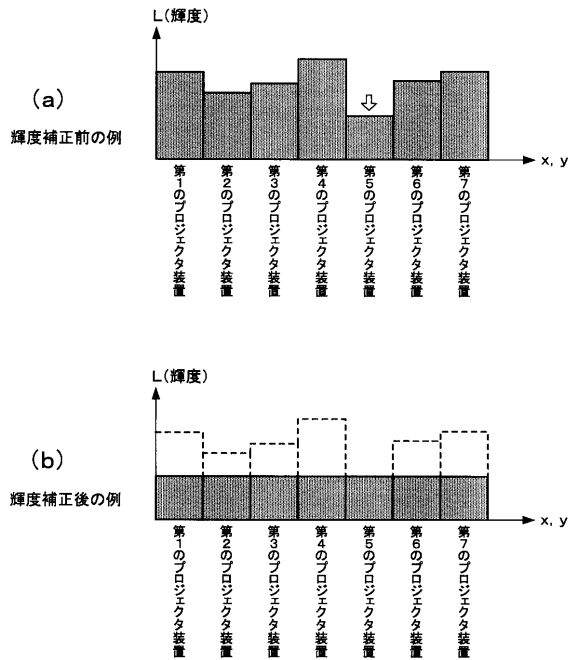
キャリブレーション(幾何補正)の例

【図 3 5】



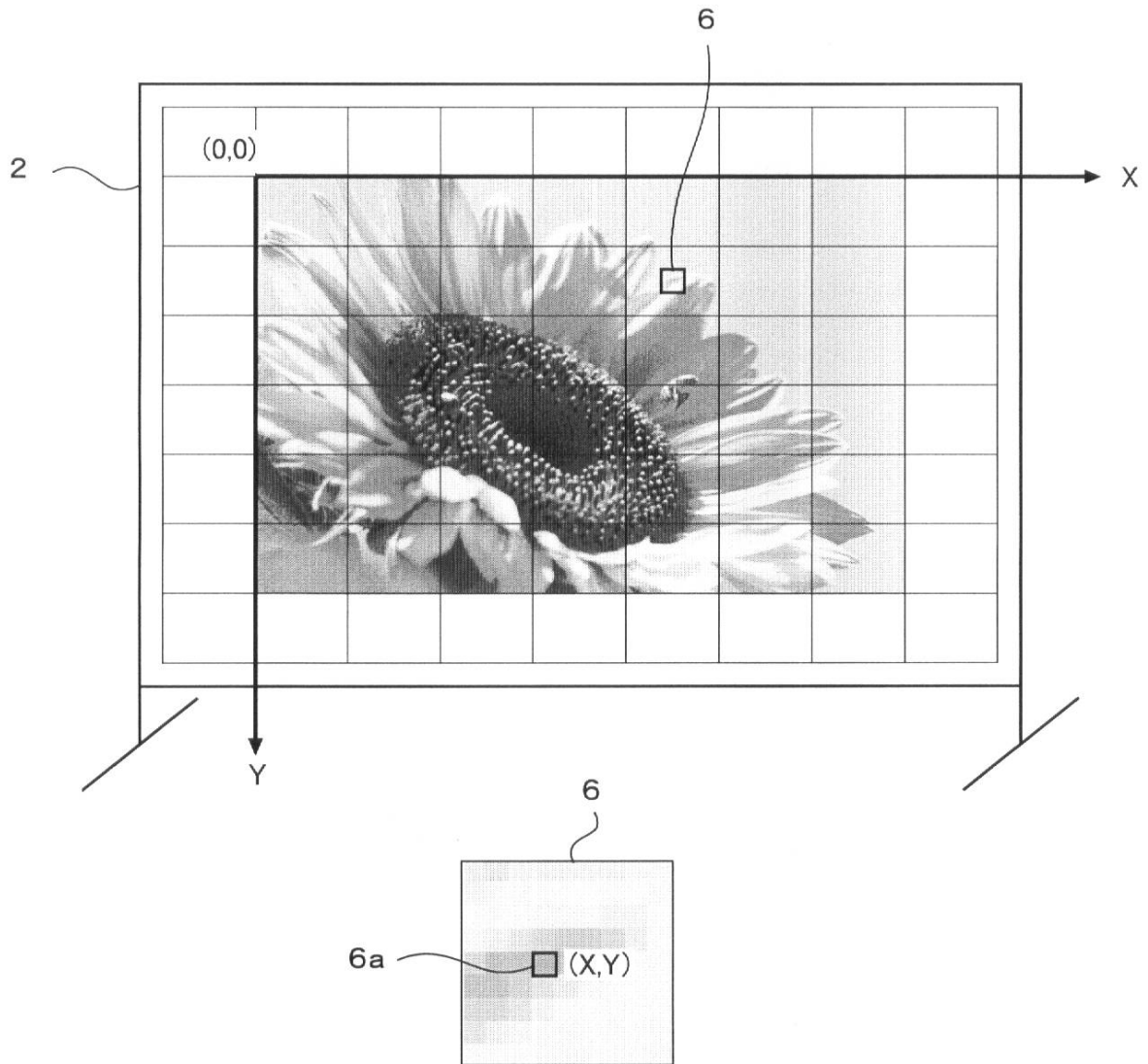
キャリブレーション(輝度補正)の例

【図 3 6】



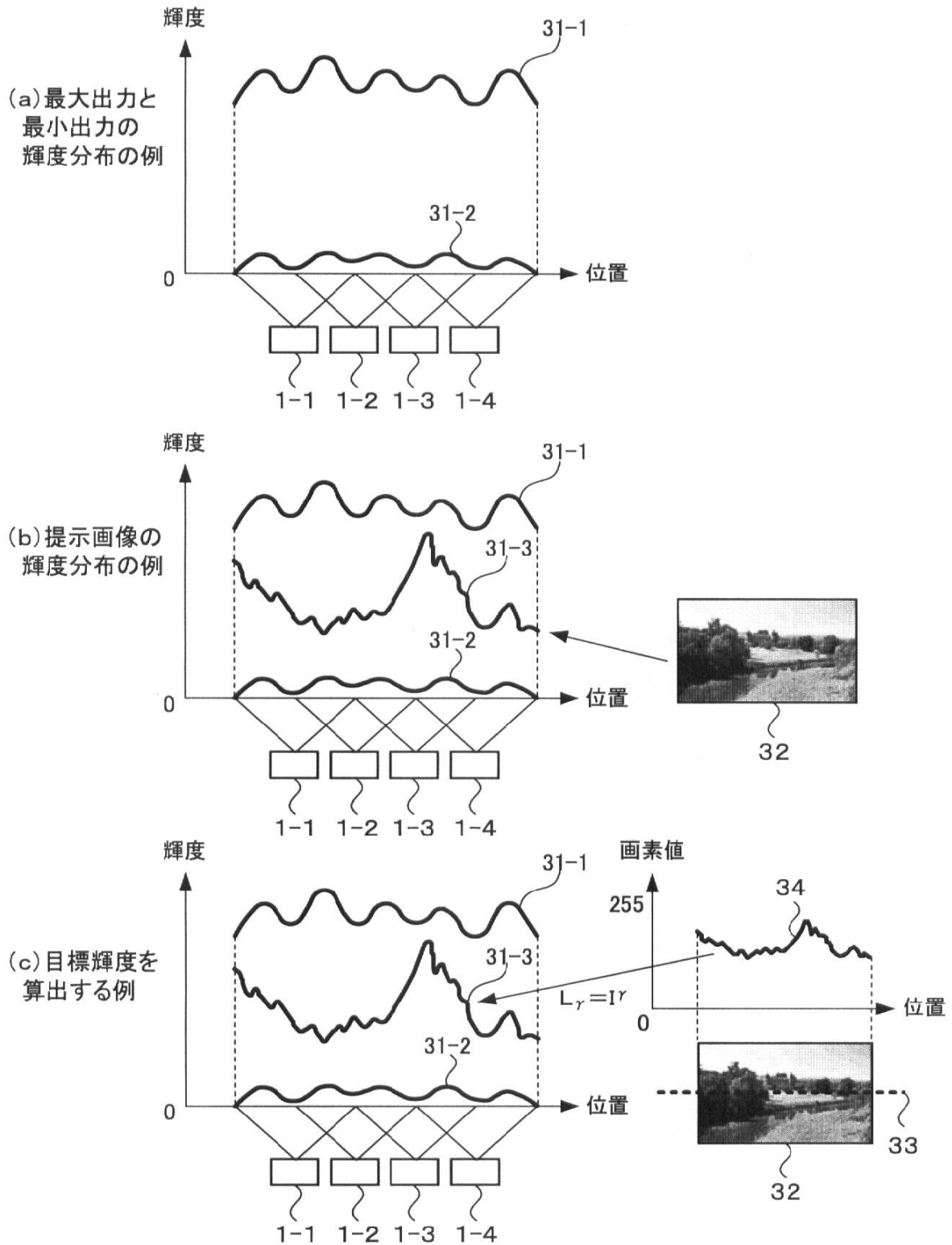
プロジェクト装置毎の輝度の例

【図4】



投影画像の画素をXY座標軸で表す例

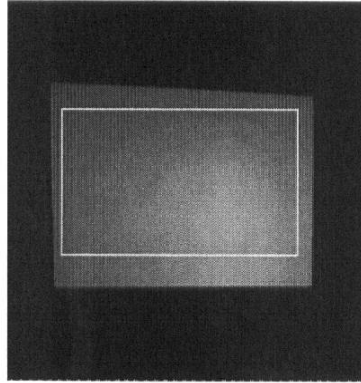
【図 6】



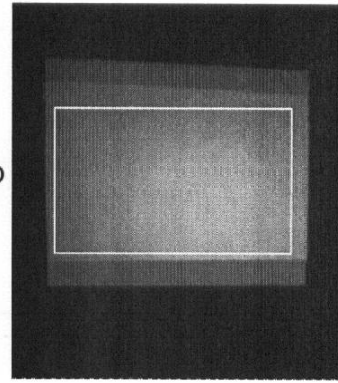
投影画像の輝度分布の例

【図 11】

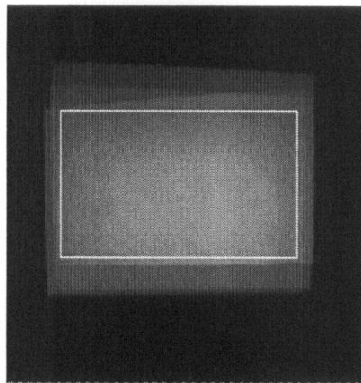
(a)
1台の
プロジェクタ装置の
投影画像の例



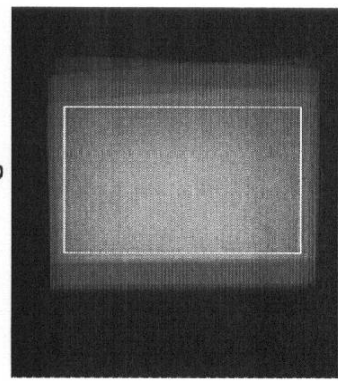
(b)
2台の
プロジェクタ装置の
投影画像の例



(c)
3台の
プロジェクタ装置の
投影画像の例

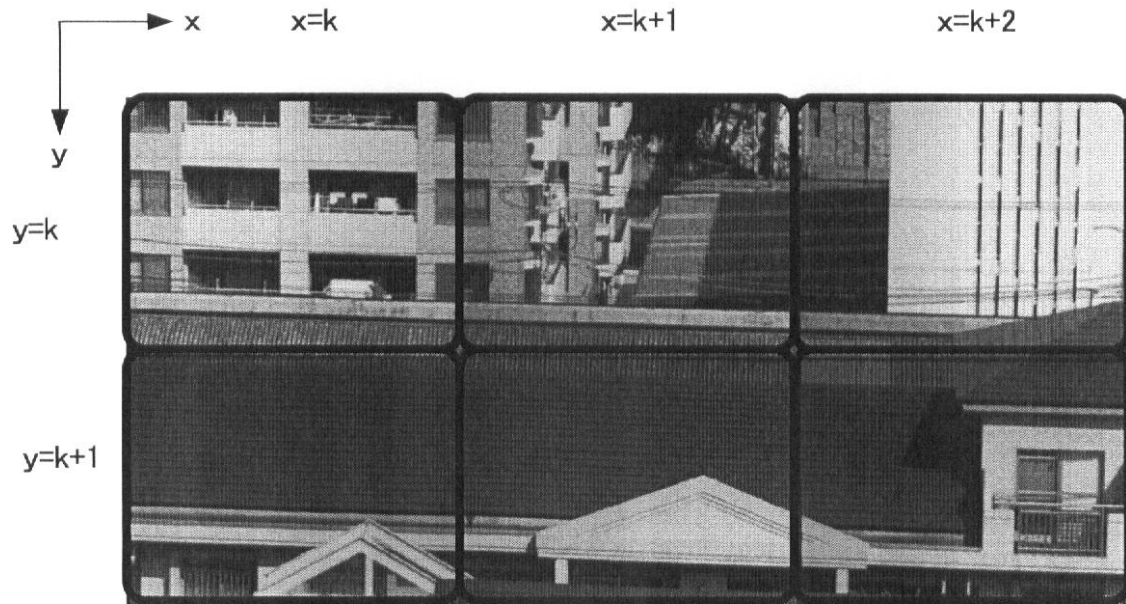


(d)
4台の
プロジェクタ装置の
投影画像の例



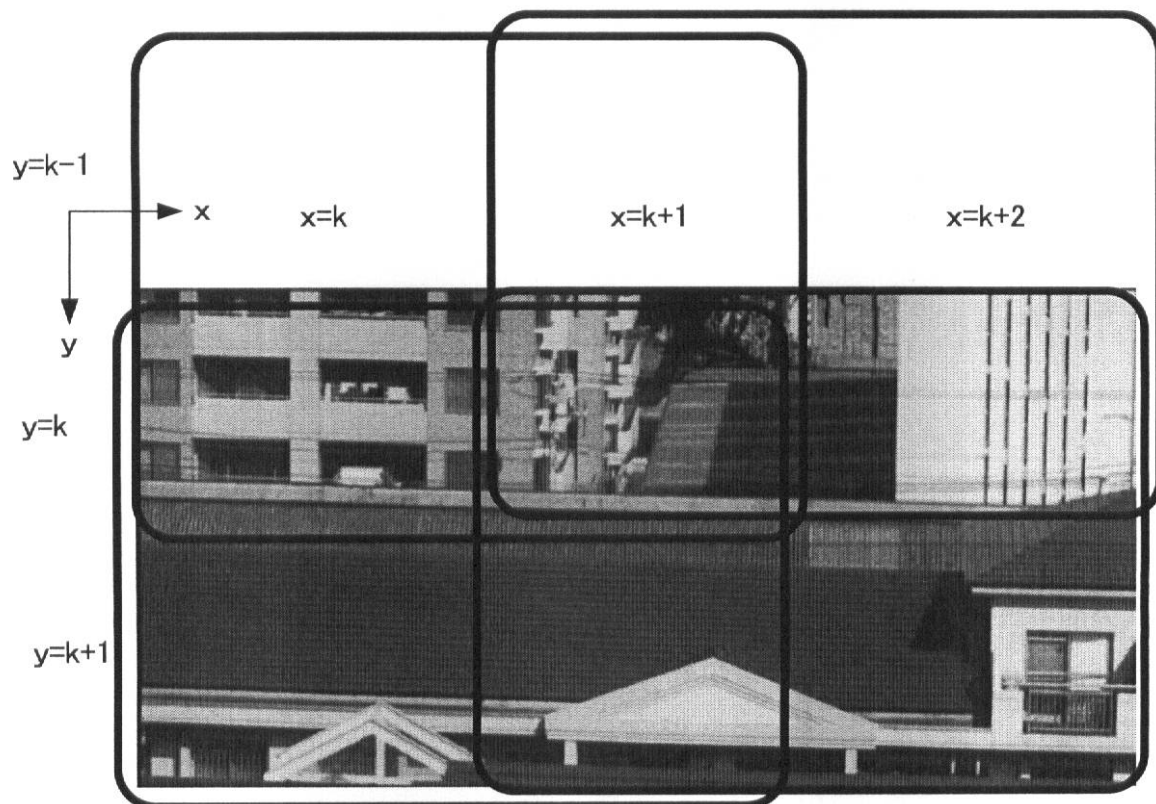
投影画像の表示例

【図 20】



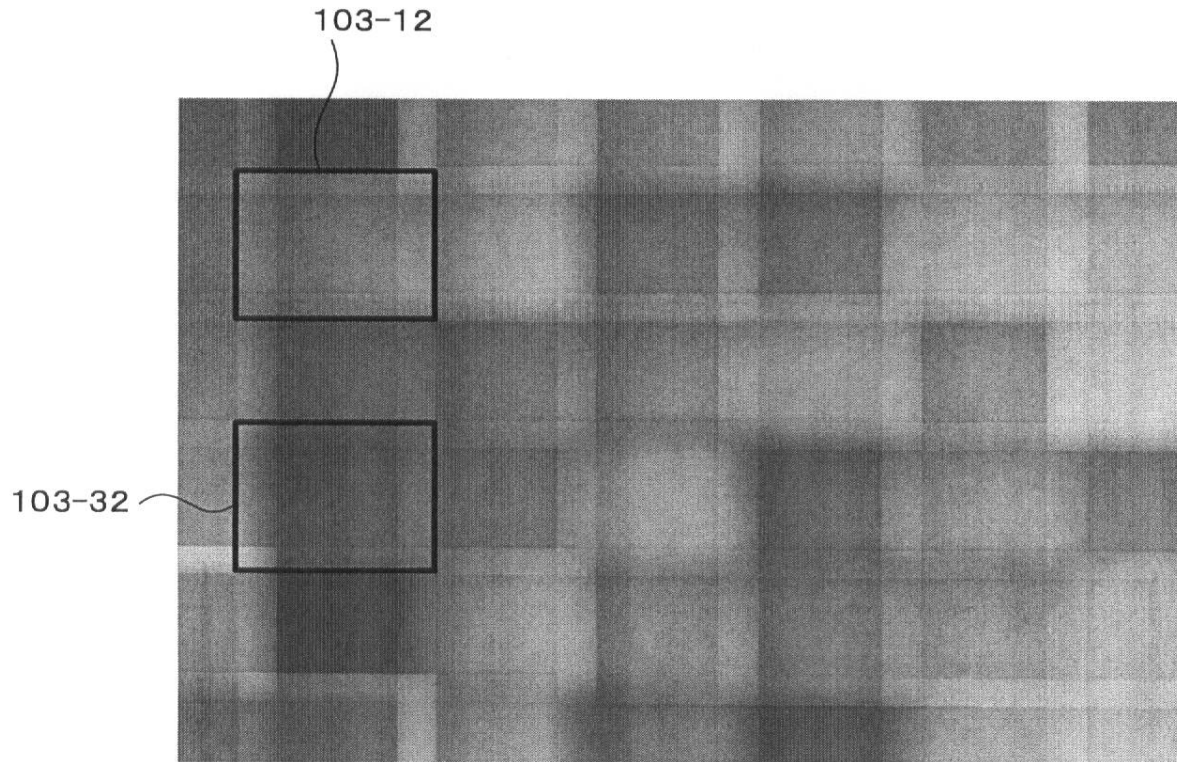
1台のプロジェクト装置で1領域に画像を投影した表示例

【図 21】



4台のプロジェクト装置で1領域に画像を投影した表示例

【図 3 4】



輝度と色度のばらつきが生じる投影画像の例

フロントページの続き

- (72)発明者 岩崎 正則
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 田中 健司
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 小久保 哲志
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 日比 啓文
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 田中 和政
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 森崎 裕之
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 菅 和幸

- (56)参考文献 特開2007-334181(JP,A)
特開2007-208698(JP,A)
特開2001-238152(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/66-5/74
G03B 21/00-21/30