(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2024-62670
(P2024-62670A)
(43)公開日　令和6年5月10日(2024.5.10)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
H04N	*5/74 (2006.01)*	H04N	5/74	D	5C058
G09G	*5/00 (2006.01)*	G09G	5/00	510B	5C182
G09G	*5/10 (2006.01)*	G09G	5/00	550C	
G09G	*5/36 (2006.01)*	G09G	5/10	B	
		G09G	5/00	510V	

審査請求　未請求　請求項の数　11　ＯＬ　（全31頁）　最終頁に続く

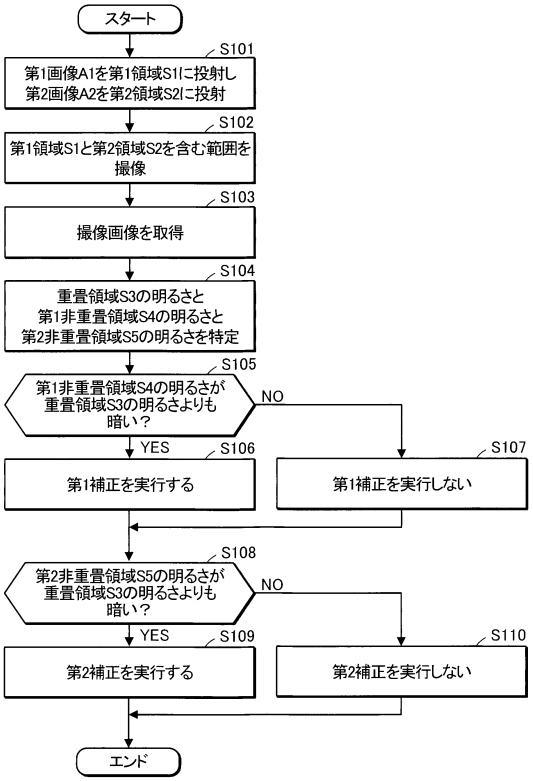
(21)出願番号　特願2022-170666(P2022-170666)
(22)出願日　令和4年10月25日(2022.10.25)

(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　110003177
弁理士法人旺知国際特許事務所
(72)発明者　堀川　郁也
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム（参考）　5C058　BA05 BA23 BA35 BB25 EA03
5C182　AA03 AA04 BA14 BB04 BB05 BB12 CA01 CA12 CB44 DA70

(54)【発明の名称】　投射画像の調整方法、プロジェクションシステム、処理装置およびプログラム

(57)【要約】
【課題】非重畳領域と重畳領域との明るさの差を目立たせる補正を抑制する。
【解決手段】投射画像の調整方法は、第１領域へ第１プロジェクターが均一輝度の第１画像を投射し第１領域の一部と重畳する第２領域へ第２プロジェクターが均一な輝度の第２画像を投射する状況で第１領域と第２領域を含む範囲を撮像して得られる撮像画像を取得することと、撮像画像に基づいて第１領域と第２領域が重畳する第３領域の明るさと第１領域のうち第２領域と重畳しない第４領域の明るさを特定することと、第４領域が第３領域よりも暗い場合、第１画像を調整することと、第４領域が第３領域よりも明るい場合、第１画像を調整することによって第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しないことと、を含む。
【選択図】図１３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しないことと、を含む、
投射画像の調整方法。
【請求項２】
前記第３領域が有する輪郭は、前記第１領域が有する輪郭と重ならない第１線を含み、
前記第４領域は、前記第１線上の第１点に隣接する第２点と、前記第４領域における明るさの最大値を有する第３点と、を有し、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、
前記第１画像を調整することによって、前記第４領域において前記第３点から前記第２点までの間に位置する点群の明るさと、前記第２点の明るさとを、第１範囲内の明るさに補正すること、をさらに含み、
前記第１範囲は、前記撮像画像に基づいて特定される前記第２点の明るさよりも明るく前記撮像画像に基づいて特定される前記第３点の明るさ以下の範囲である、
請求項１に記載の投射画像の調整方法。
【請求項３】
前記第１画像を調整することによって、前記点群の明るさと、前記第２点の明るさとを、前記第１範囲内の明るさに補正することは、
前記第１点の明るさが、前記第２点の明るさよりも明るい場合、
前記第２点の明るさが前記第１点の明るさに近づくように、前記点群の明るさと前記第２点の明るさとを、前記第１画像を調整することによって、前記第１範囲内から外れずに前記第３点から前記第２点に向けて段階的に増加させる補正を実行すること、を含む、
請求項２に記載の投射画像の調整方法。
【請求項４】
前記補正を実行しないことは、
前記第１画像を調整する補正を実行しないこと、を含む、
請求項１に記載の投射画像の調整方法。
【請求項５】
前記第３領域の明るさは、前記第３領域における輝度の平均値であり、
前記第４領域の明るさは、前記第４領域における輝度の平均値であり、
前記第４領域における明るさの最大値は、前記第４領域における輝度の最大値である、
請求項１から４のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【請求項６】
前記第３領域の明るさは、前記第３領域における輝度の最大値であり、
前記第４領域の明るさは、前記第４領域における輝度の最大値であり、
前記第４領域における明るさの最大値は、前記第４領域における輝度の最大値である、
請求項１から４のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【請求項７】

前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することは、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行すること、を含む、
請求項１から４のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【請求項８】
前記第１画像および前記第２画像は、単色の黒画像である、
請求項１から４のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【請求項９】
投射面の第１領域に向けて、均一な輝度を有する第１画像を投射する第１プロジェクターと、
前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて、均一な輝度を有する第２画像を投射する第２プロジェクターと、
前記第１画像が前記第１領域に向けて投射され、かつ、前記第２画像が前記第２領域に向けて投射される状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって撮像画像を生成するカメラと、
前記撮像画像を取得することと、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
を実行し、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない、処理装置と、を含む、
プロジェクションシステム。
【請求項１０】
投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
を実行し、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない、
処理装置。
【請求項１１】
コンピューターに、
投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得すること

と、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
を実行させ、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行させない、
プログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、投射画像の調整方法、プロジェクションシステム、処理装置およびプログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１は、投射面において２つの投射画像を部分的に重畳させる画像投射システムを開示している。この画像投射システムでは、２つの投射画像が重畳する重畳領域と、２つの投射画像が重畳しない非重畳領域とが、投射面に生じる。この画像投射システムは、少なくとも、非重畳領域の輝度の最大値を増加させる補正を行う。この画像投射システムは、当該補正を行うことによって、非重畳領域の明るさと重畳領域の明るさとの差を低減し、重畳領域の明るさと非重畳領域の明るさを均一にする。特許文献１に開示の技術は、補正前の非重畳領域の明るさが、重畳領域の明るさよりも暗い場合に有効である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１４－１３７３８６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
投射面の形状によっては、補正前の非重畳領域の明るさが、重畳領域の明るさよりも明るくなる場合がある。補正前の非重畳領域の明るさが、重畳領域の明るさよりも明るい状況において、特許文献１に開示の補正が実行されると、少なくとも非重畳領域の輝度の最大値が増大され、非重畳領域の明るさと重畳領域の明るさとの差を目立たせてしまうおそれがある。このため、非重畳領域の明るさが、重畳領域の明るさよりも明るい場合に、非重畳領域の明るさと重畳領域の明るさとの差を目立たせる補正を抑制可能な技術が望まれる。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明に係る投射画像の調整方法の一態様は、投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第

４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しないことと、を含む。
【０００６】
本発明に係るプロジェクションシステムの一態様は、投射面の第１領域に向けて、均一な輝度を有する第１画像を投射する第１プロジェクターと、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて、均一な輝度を有する第２画像を投射する第２プロジェクターと、前記第１画像が前記第１領域に向けて投射され、かつ、前記第２画像が前記第２領域に向けて投射される状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって撮像画像を生成するカメラと、前記撮像画像を取得することと、前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、を実行し、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない、処理装置と、を含む。
【０００７】
本発明に係る処理装置の一態様は、投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、を実行し、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない。
【０００８】
本発明に係るプログラムの一態様は、コンピューターに、投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、を実行させ、前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行させない。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】第１実施形態に係るプロジェクションシステム１の模式図である。
【図２】第１画像Ａ１の一例を示す図である。
【図３】第２画像Ａ２の一例を示す図である。
【図４】投射面Ｓの平面図である。
【図５】投射面Ｓの照度の一例を示す図である。
【図６】投射面Ｓの照度の他の例を示す図である。
【図７】投射面Ｓの照度のさらに他の例を示す図である。
【図８】第１補正の一例を説明するための図である。
【図９】第１プロジェクター１０の一例を示す図である。
【図１０】第２プロジェクター２０の一例を示す図である。
【図１１】カメラ３０の一例を示す図である。

【図１２】情報処理装置４０の一例を示す図である。
【図１３】プロジェクションシステム１の動作を説明するための図である。
【図１４】第１領域Ｓ１、第２領域Ｓ２、重畳領域Ｓ３、第１非重畳領域Ｓ４および第２非重畳領域Ｓ５を示す図である。
【図１５】第３補正の一例を説明するための図である。
【図１６】第３補正における調整後の第１画像Ａ１の一例を示す図である。
【図１７】調整後の第２画像Ａ２の一例を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
Ａ：第１実施形態
Ａ１：プロジェクションシステム１の概要
図１は、第１実施形態に係るプロジェクションシステム１の模式図である。プロジェクションシステム１は、投射面Ｓに向けて、画像を投射する。
【００１１】
投射面Ｓは、凸曲面である。投射面Ｓは、凸曲面に限らない。例えば、投射面Ｓは、平面または凹曲面でもよい。投射面Ｓは、第１領域Ｓ１と、第２領域Ｓ２と、を有する。第２領域Ｓ２は、第１領域Ｓ１の一部と重畳する部分を有する。
【００１２】
プロジェクションシステム１は、第１プロジェクター１０と、第２プロジェクター２０と、カメラ３０と、情報処理装置４０と、を含む。カメラ３０は、情報処理装置４０と第１プロジェクター１０と第２プロジェクター２０とのいずれかに含まれてもよい。
【００１３】
第１プロジェクター１０と、第２プロジェクター２０と、カメラ３０は、情報処理装置４０と有線によって接続される。第１プロジェクター１０と、第２プロジェクター２０と、カメラ３０は、情報処理装置４０と無線によって接続されてもよい。
【００１４】
第１プロジェクター１０は、第１領域Ｓ１に向けて、第１画像Ａ１を投射する。第１画像Ａ１は、均一な輝度を有する画像である。
【００１５】
第２プロジェクター２０は、第２領域Ｓ２に向けて、第２画像Ａ２を投射する。第２画像Ａ２は、均一な輝度を有する画像である。
【００１６】
カメラ３０は、第１画像Ａ１が第１領域Ｓ１に向けて投射され、かつ、第２画像Ａ２が第２領域Ｓ２に向けて投射される状況において、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって、撮像画像を生成する。
【００１７】
情報処理装置４０は、撮像画像に基づいて、第１プロジェクター１０を制御する。情報処理装置４０は、撮像画像に基づいて、第１プロジェクター１０と第２プロジェクター２０とを制御してもよい。
【００１８】
図２は、第１プロジェクター１０から第１領域Ｓ１に向けて投射される第１画像Ａ１の一例を示す図である。第１画像Ａ１は、単色の黒画像である。第１画像Ａ１は、単色の黒画像に限らない。第１画像Ａ１は、例えば、単色の黒灰色画像または単色のグレー画像でもよい。
【００１９】
第１画像Ａ１は、第１の重畳用画像Ａ１ａと、第１の非重畳用画像Ａ１ｂと、を含む。第１の重畳用画像Ａ１ａは、第２プロジェクター２０から投射される第２画像Ａ２の一部と重畳される画像である。第１の非重畳用画像Ａ１ｂは、第２プロジェクター２０から投射される第２画像Ａ２と重畳されない画像である。
【００２０】

図３は、第２プロジェクター２０から第２領域Ｓ２に向けて投射される第２画像Ａ２の一例を示す図である。第２画像Ａ２は、第１画像Ａ１と同様に単色の黒画像である。第２画像Ａ２は、単色の黒画像に限らない。例えば、第１画像Ａ１が単色の黒灰色画像である場合、第２画像Ａ２は、第１画像Ａ１と同様に単色の黒灰色画像でもよい。第１画像Ａ１が単色のグレー画像である場合には、第２画像Ａ２は、第１画像Ａ１と同様に単色のグレー画像でもよい。

【００２１】

第２画像Ａ２は、第２の重畳用画像Ａ２ａと、第２の非重畳用画像Ａ２ｂと、を含む。第２の重畳用画像Ａ２ａは、第１プロジェクター１０から投射される第１の重畳用画像Ａ１ａと重畳される画像である。第２の非重畳用画像Ａ２ｂは、第１画像Ａ１と重畳されない画像である。

【００２２】

図４は、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを有する投射面Ｓの平面図である。第１領域Ｓ１は、実線によって示される。第２領域Ｓ２は、破線によって示される。図４に示される投射面Ｓの平面図では、説明の便宜上、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２は矩形として示される。投射面Ｓの平面図において、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２は矩形とは異なる形状を有する場合がある。

【００２３】

以下の説明においては、相互に直交するＸ軸とＹ軸が用いられる。Ｘ軸は、例えば、水平方向と平行である。Ｙ軸は、例えば、鉛直方向と平行である。

【００２４】

第２領域Ｓ２は、第１領域Ｓ１からＸ軸方向にずれている場所に位置する。第２領域Ｓ２は、第１領域Ｓ１からＸ軸方向とは反対の方向にずれている場所に位置してもよい。この場合、第１画像Ａ１において第１の重畳用画像Ａ１ａと第１の非重畳用画像Ａ１ｂとの位置関係は逆になり、第２画像Ａ２において第２の重畳用画像Ａ２ａと第２の非重畳用画像Ａ２ｂとの位置関係は逆になる。第２領域Ｓ２のＹ軸方向における位置は、第１領域Ｓ１のＹ軸方向における位置と同じである。

【００２５】

第１領域Ｓ１は、重畳領域Ｓ３と、第１非重畳領域Ｓ４と、を含む。

【００２６】

重畳領域Ｓ３は、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とが重畳する領域である。重畳領域Ｓ３は、第１領域Ｓ１の一部の一例である。重畳領域Ｓ３は、第３領域の一例でもある。重畳領域Ｓ３には、第１画像Ａ１における第１の重畳用画像Ａ１ａと、第２画像Ａ２における第２の重畳用画像Ａ２ａが、投射される。

【００２７】

第１非重畳領域Ｓ４は、第１領域Ｓ１のうち第２領域Ｓ２と重畳しない領域である。第１非重畳領域Ｓ４は、第４領域の一例である。第１非重畳領域Ｓ４には、第１画像Ａ１における第１の非重畳用画像Ａ１ｂが投射される。

【００２８】

第２領域Ｓ２は、重畳領域Ｓ３と、第２非重畳領域Ｓ５と、を含む。第２非重畳領域Ｓ５は、第２領域Ｓ２のうち第１領域Ｓ１と重畳しない領域である。第２非重畳領域Ｓ５には、第２画像Ａ２における第２の非重畳用画像Ａ２ｂが投射される。

【００２９】

図４は、さらに、第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ａおよびＳ１ｂと、第１領域Ｓ１の中央部Ｓ１ｃと、第２領域Ｓ２の端部Ｓ２ａおよびＳ２ｂと、第２領域Ｓ２の中央部Ｓ２ｃと、を示す。

【００３０】

第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ａは、第１領域Ｓ１のＸ軸方向における端部である。第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ｂは、第１領域Ｓ１のＸ軸方向とは反対の方向における端部である。第１領域Ｓ１の中央部Ｓ１ｃは、第１領域Ｓ１のＸ軸方向における中央部である。第２領域Ｓ

２の端部Ｓ２ａは、第２領域Ｓ２のＸ軸方向とは反対の方向における端部である。第２領域Ｓ２の端部Ｓ２ｂは、第２領域Ｓ２のＸ軸方向における端部である。第２領域Ｓ２の中央部Ｓ２ｃは、第２領域Ｓ２のＸ軸方向における中央部である。

【００３１】

第１プロジェクター１０および第２プロジェクター２０等のプロジェクターは、単色の黒画像として、わずかな光を含む単色の黒画像を投射する傾向を有する。さらに言えば、第１プロジェクター１０および第２プロジェクター２０等のプロジェクターは、単色の黒画像、単色の黒灰色および単色のグレー画像のような画像として、わずかな光を含む画像を投射する傾向を有する。

【００３２】

第１プロジェクター１０は、単色の黒画像である第１画像Ａ１を、第１領域Ｓ１に向けて投射する。第２プロジェクター２０は、単色の黒画像である第２画像Ａ２を、第２領域Ｓ２に向けて投射する。このため、重畳領域Ｓ３は、第１画像Ａ１に含まれる光と、第２画像Ａ２に含まれる光と、の両方によって、照射される。第１非重畳領域Ｓ４は、第２画像Ａ２に含まれる光によっては照射されずに、第１画像Ａ１に含まれる光によって照射される。第２非重畳領域Ｓ５は、第１画像Ａ１に含まれる光によっては照射されずに、第２画像Ａ２に含まれる光によって照射される。

【００３３】

図５は、投射面Ｓの照度Ｅの一例を示す図である。図５では、投射面Ｓは平面である。投射面Ｓが平面である場合、重畳領域Ｓ３の照度は、第１非重畳領域Ｓ４の照度よりも高い。このため、第１非重畳領域Ｓ４は、重畳領域Ｓ３よりも暗くなってしまう。

【００３４】

図６は、投射面Ｓの照度Ｅの他の例を示す図である。図６では、投射面Ｓは、図１に示される凸曲面である。

【００３５】

第２画像Ａ２が投射されずに、凸曲面である第１領域Ｓ１に向けて第１画像Ａ１が投射される場合、第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ａおよびＳ１ｂは、第１領域Ｓ１の中央部Ｓ１ｃよりも、暗くなる。また、第１領域Ｓ１の曲率が大きいほど、第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ａおよびＳ１ｂは、第１領域Ｓ１の中央部Ｓ１ｃよりも、より暗くなる。

【００３６】

第１画像Ａ１が投射されずに、凸曲面である第２領域Ｓ２に向けて第２画像Ａ２が投射される場合、第２領域Ｓ２の端部Ｓ２ａおよびＳ２ｂは、第２領域Ｓ２の中央部Ｓ２ｃよりも、暗くなる。また、第２領域Ｓ２の曲率が大きいほど、第２領域Ｓ２の端部Ｓ２ａおよびＳ２ｂは、第２領域Ｓ２の中央部Ｓ２ｃよりも、より暗くなる。

【００３７】

このため、投射面Ｓの形状によっては、図５に示される例とは逆に、図６に示されるように、第１非重畳領域Ｓ４が、重畳領域Ｓ３よりも明るくなってしまう。

【００３８】

図６に示される例では、第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ａおよびＳ１ｂと、第２領域Ｓ２の端部Ｓ２ａおよびＳ２ｂにおいて、照度がゼロである。

【００３９】

図７は、投射面Ｓの照度の他の例を示す図である。図７では、投射面Ｓは、図１に示される凸曲面の曲率とは異なる曲率を有する凸曲面である。図７に示される例では、第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ａおよびＳ１ｂと、第２領域Ｓ２の端部Ｓ２ａおよびＳ２ｂにおいて、照度がゼロよりも大きい。

【００４０】

図７に示される例においても、第１非重畳領域Ｓ４が、重畳領域Ｓ３よりも明るくなってしまう。

【００４１】

また、図７に示される例では、第１領域Ｓ１の端部Ｓ１ａおよびＳ１ｂと、第２領域Ｓ

２の端部Ｓ２ａおよびＳ２ｂにおいて、照度がゼロよりも大きいため、第１非重畳領域Ｓ４と重畳領域Ｓ３との境界と、重畳領域Ｓ３と第２非重畳領域Ｓ５との境界において、照度の段差が生じる。

【００４２】

図１に示されるカメラ３０によって生成される撮像画像は、重畳領域Ｓ３の明るさと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、を示す。情報処理装置４０は、撮像画像を取得する。情報処理装置４０は、撮像画像に基づいて、重畳領域Ｓ３の明るさと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、を特定する。

【００４３】

図５に示されるように第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、情報処理装置４０は、第１プロジェクター１０を制御することによって、第１画像Ａ１を調整する。

【００４４】

一例を挙げると、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、情報処理装置４０は、第１補正を実行する。第１補正は、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正である。第１補正は、例えば、第１画像Ａ１に含まれる第１の重畳用画像Ａ１ａの輝度を維持し、かつ、第１画像Ａ１に含まれる第１の非重畳用画像Ａ１ｂの輝度を増加させる補正である。

【００４５】

図８は、第１補正の一例を説明するための図である。図８では、第１非重畳領域Ｓ４の明るさに加えて、第２非重畳領域Ｓ５の明るさも、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと同様に補正されている。

【００４６】

図８において、第１補正後の第１非重畳領域Ｓ４の照度ｅ２は、第１補正前の第１非重畳領域Ｓ４の照度ｅ１よりも高い。同様に、第１補正後の第２非重畳領域Ｓ５の照度ｅ４は、第１補正前の第２非重畳領域Ｓ５の照度ｅ３よりも高い。

【００４７】

一方、図６および図７に示されるように第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、情報処理装置４０は、第１補正を実行しない。

【００４８】

例えば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、情報処理装置４０は、第１画像Ａ１を調整する補正を実行せずに第１画像Ａ１を維持する。

【００４９】

Ａ２：第１プロジェクター１０

図９は、第１プロジェクター１０の一例を示す図である。第１プロジェクター１０は、第１画像処理装置１１０と、第１光源１２０と、第１光変調装置１３０と、第１投射光学系１４０と、を含む。

【００５０】

第１画像処理装置１１０は、例えば、画像処理回路等の回路によって構成される。第１画像処理装置１１０は、情報処理装置４０から画像データｂ１を受け取る。第１画像処理装置１１０は、画像データｂ１に対してガンマ補正等の画像処理を施すことによって、画像信号ｃ１を生成する。画像信号ｃ１は、画像データｂ１に基づく信号である。例えば、画像データｂ１が単色の黒画像を示す場合、画像信号ｃ１も単色の黒画像を示す。

【００５１】

第１光源１２０は、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）である。第１光源１２０は、ＬＥＤに限らず、例えば、キセノンランプまたはレーザー光源でもよい。第１光源１２０は、第１光変調装置１３０に向けて光Ｌ１を出射する。

【００５２】

第１光変調装置１３０は、画像信号ｃ１に基づいて光Ｌ１を変調することによって、画像を生成する。第１光変調装置１３０は、例えば、液晶ライトバルブを含む。第１光変調

装置１３０は、画像信号ｃ１に基づいて、液晶ライトバルブの光透過率を変更する。第１光変調装置１３０は、光透過率が変更される液晶ライトバルブを用いて光Ｌ１を変調することによって、画像を生成する。第１プロジェクター１０は、第１光変調装置１３０に代えて、ＤＭＤ（Digital Micromirror Device）を備える構成としてもよい。

【００５３】

画像信号ｃ１が単色の黒画像を示す場合、光Ｌ１の一部は、第１光変調装置１３０を透過してしまう。このため、画像信号ｃ１が単色の黒画像を示す場合、第１光変調装置１３０は、わずかな光を含む単色の黒画像を生成する。すなわち、画像信号ｃ１が単色の黒画像を示す場合、第１光変調装置１３０は、わずかな光を含む単色の黒画像である第１画像Ａ１を生成する。

【００５４】

第１光変調装置１３０において光Ｌ１を変調する光変調要素は、液晶ライトバルブに限らず適宜変更可能である。なお、光変調要素が、液晶ライトバルブのように、画像信号ｃ１が単色の黒画像を示すときに光Ｌ１の一部を透過してしまう構成である場合、第１補正が実行されないことは特に効果的である。

【００５５】

第１投射光学系１４０は、１または複数のレンズを含む。画像信号ｃ１が単色の黒画像を示す場合、第１投射光学系１４０は、第１画像Ａ１を第１領域Ｓ１に向けて投射する。

【００５６】

Ａ３：第２プロジェクター２０

図１０は、第２プロジェクター２０の一例を示す図である。第２プロジェクター２０は、第２画像処理装置２１０と、第２光源２２０と、第２光変調装置２３０と、第２投射光学系２４０と、を含む。

【００５７】

第２画像処理装置２１０は、例えば、画像処理回路等の回路によって構成される。第２画像処理装置２１０は、情報処理装置４０から画像データｂ２を受け取る。第２画像処理装置２１０は、画像データｂ２に対してガンマ補正等の画像処理を施すことによって、画像信号ｃ２を生成する。画像信号ｃ２は、画像データｂ２に基づく信号である。例えば、画像データｂ２が単色の黒画像を示す場合、画像信号ｃ２も単色の黒画像を示す。

【００５８】

第２光源２２０は、ＬＥＤである。第２光源２２０は、ＬＥＤに限らず、例えば、キセノンランプまたはレーザー光源でもよい。第２光源２２０は、第２光変調装置２３０に向けて光Ｌ２を出射する。

【００５９】

第２光変調装置２３０は、画像信号ｃ２に基づいて光Ｌ２を変調することによって、画像を生成する。第２光変調装置２３０は、例えば、液晶ライトバルブを含む。第２光変調装置２３０は、画像信号ｃ２に基づいて、液晶ライトバルブの光透過率を変更する。第２光変調装置２３０は、光透過率が変更される液晶ライトバルブを用いて光Ｌ２を変調することによって、画像を生成する。第２プロジェクター２０は、第２光変調装置２３０に代えて、ＤＭＤを備える構成としてもよい。

【００６０】

画像信号ｃ２が単色の黒画像を示す場合、光Ｌ２の一部は、第２光変調装置２３０を透過してしまう。このため、画像信号ｃ２が単色の黒画像を示す場合、第２光変調装置２３０は、わずかな光を含む単色の黒画像を生成する。すなわち、画像信号ｃ２が単色の黒画像を示す場合、第２光変調装置２３０は、わずかな光を含む単色の黒画像である第２画像Ａ２を生成する。

【００６１】

第２光変調装置２３０において光Ｌ２を変調する光変調要素は、液晶ライトバルブに限らず適宜変更可能である。なお、光変調要素が、液晶ライトバルブのように、画像信号ｃ２が単色の黒画像を示すときに光Ｌ２の一部を透過してしまう構成である場合、後述の第

２補正が実行されないことは特に効果的である。
【００６２】
　第２投射光学系２４０は、１以上のレンズを含む。画像信号ｃ２が単色の黒画像を示す場合、第２投射光学系２４０は、第２画像Ａ２を第２領域Ｓ２に向けて投射する。
【００６３】
　Ａ４：カメラ３０
　図１１は、カメラ３０の一例を示す図である。カメラ３０は、撮像光学系３１０と、イメージセンサー３２０と、撮像実行部３３０と、を含む。
【００６４】
　撮像光学系３１０は、１または複数のレンズを含む。撮像光学系３１０は、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲の光学像をイメージセンサー３２０に結像する。
【００６５】
　イメージセンサー３２０は、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）イメージセンサーである。イメージセンサー３２０は、ＣＣＤイメージセンサーに限らない。イメージセンサー３２０は、例えば、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサーでもよい。イメージセンサー３２０は、第１画像Ａ１が第１領域Ｓ１に向けて投射され、かつ、第２画像Ａ２が第２領域Ｓ２に向けて投射される状況において、撮像光学系３１０によって結像される光学像に基づいて、撮像データｄ１を生成する。撮像データｄ１は、撮像画像を示す。撮像画像は、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを示す。カメラ３０が撮像データｄ１を生成することは、カメラ３０が撮像画像を生成することを意味する。
【００６６】
　撮像実行部３３０は、イメージセンサー３２０を制御することによって撮像を制御する。撮像実行部３３０は、イメージセンサー３２０によって生成される撮像データｄ１を、情報処理装置４０に提供する。撮像実行部３３０は、１または複数のＣＰＵ（Central Processing Unit）を含む。
【００６７】
　Ａ５：情報処理装置４０
　図１２は、情報処理装置４０の一例を示す図である。情報処理装置４０は、ＰＣ（Personal Computer）である。情報処理装置４０は、ＰＣに限らない。情報処理装置４０は、例えば、タブレット、スマートフォンまたは専用の処理装置でもよい。ＰＣ、タブレットおよびスマートフォンの各々は、汎用の処理装置の一例である。情報処理装置４０は、処理装置の一例である。
【００６８】
　情報処理装置４０は、操作装置４１０と、表示装置４２０と、記憶装置４３０と、処理装置４４０と、を含む。
【００６９】
　操作装置４１０は、例えば、キーボード、マウス、操作ボタン、操作キーまたはタッチパネルを含む。操作装置４１０は、ユーザーの入力操作を受ける。
【００７０】
　表示装置４２０は、ディスプレイを含む。ディスプレイは、例えば、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機ＥＬ（Electro Luminescence）ディスプレイ等のＦＰＤ（Flat Panel Display）である。表示装置４２０は、種々の情報を表示する。表示装置４２０は、省略されてもよい。
【００７１】
　記憶装置４３０は、コンピューターによって読み取り可能な記録媒体である。記憶装置４３０は、例えば、不揮発性メモリーと、揮発性メモリーと、を含む。不揮発性メモリーは、例えば、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable Read Only Memory）およびＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）である。揮発性メモリーは、例えば、ＲＡＭ（Random

Access Memory）である。

【００７２】

記憶装置４３０は、プログラムＰ１を記憶する。プログラムＰ１は、処理装置４４０の動作を定める。記憶装置４３０は、不図示のサーバーにおける記憶装置から読み取られるプログラムＰ１を記憶してもよい。この場合、サーバーにおける記憶装置は、コンピューターによって読み取り可能な記録媒体の一例である。

【００７３】

処理装置４４０は、１または複数のＣＰＵを含む。１または複数のＣＰＵは、１または複数のプロセッサーの一例である。処理装置４４０、プロセッサー、ＣＰＵおよび情報処理装置４０の各々は、コンピューターの一例である。処理装置４４０は、処理装置の他の例である。

【００７４】

処理装置４４０は、記憶装置４３０からプログラムＰ１を読み取る。処理装置４４０は、プログラムＰ１を実行することによって、取得部４４１、特定部４４２および補正部４４３として機能する。

【００７５】

取得部４４１、特定部４４２および補正部４４３の少なくとも１つは、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）およびＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）等の回路によって構成されてもよい。取得部４４１、特定部４４２および補正部４４３の少なくとも１つは、「取得部４４１」、「特定部４４２」、「補正部４４３」、「取得部４４１および特定部４４２」、「取得部４４１および補正部４４３」、「特定部４４２および補正部４４３」または「取得部４４１、特定部４４２および補正部４４３」を意味する。

【００７６】

取得部４４１は、撮像画像を取得する。例えば、取得部４４１は、撮像データｄ１を取得することによって、撮像画像を取得する。取得部４４１は、撮像データｄ１をカメラ３０から直接的に取得する。取得部４４１は、撮像データｄ１をカメラ３０から間接的に取得してもよい。例えば、カメラ３０が第１プロジェクター１０に含まれる場合、取得部４４１は、第１プロジェクター１０を介して、撮像データｄ１をカメラ３０から取得してもよい。

【００７７】

特定部４４２は、撮像データｄ１によって示される撮像画像に基づいて、重畳領域Ｓ３の明るさと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、を特定する。

【００７８】

重畳領域Ｓ３の明るさは、重畳領域Ｓ３における輝度の平均値である。重畳領域Ｓ３の明るさは、重畳領域Ｓ３における輝度の平均値に限らない。重畳領域Ｓ３の明るさは、例えば、重畳領域Ｓ３における輝度の最大値でもよい。

【００７９】

第１非重畳領域Ｓ４の明るさは、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の平均値である。第１非重畳領域Ｓ４の明るさは、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の平均値に限らない。例えば、重畳領域Ｓ３の明るさが重畳領域Ｓ３における輝度の最大値である場合、第１非重畳領域Ｓ４の明るさは、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の最大値でもよい。

【００８０】

特定部４４２は、撮像データｄ１によって示される撮像画像に基づいて、さらに、第２非重畳領域Ｓ５の明るさを特定してもよい。

【００８１】

第２非重畳領域Ｓ５の明るさは、第２非重畳領域Ｓ５における輝度の平均値である。第２非重畳領域Ｓ５の明るさは、第２非重畳領域Ｓ５における輝度の平均値に限らない。例えば、重畳領域Ｓ３の明るさが重畳領域Ｓ３における輝度の最大値である場合、第２非重畳領域Ｓ５の明るさは、第２非重畳領域Ｓ５における輝度の最大値でもよい。

【００８２】
補正部４４３は、撮像画像に基づいて、第１プロジェクター１０を制御する。補正部４４３は、撮像画像に基づいて、第１プロジェクター１０と第２プロジェクター２０とを制御してもよい。
【００８３】
補正部４４３は、図５に示されるように、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整する補正を実行する。
【００８４】
例えば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、補正部４４３は、第１補正を実行する。第１補正は、上述のように、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正である。
【００８５】
第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値は、例えば、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の最大値である。
【００８６】
補正部４４３は、画像データｂ１を調整することによって、第１画像Ａ１を調整する。このため、補正部４４３は、画像データｂ１を調整することによって、第１補正を実行する。
【００８７】
以下、第１画像Ａ１を調整することは、画像データｂ１を調整することによって第１画像Ａ１を調整することを意味する。
【００８８】
一方、図６または図７に示されるように、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、補正部４４３は、第１補正を実行しない。すなわち、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、補正部４４３は、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない。
【００８９】
例えば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、補正部４４３は、画像データｂ１を調整する補正を実行せずに第１画像Ａ１を維持する。
【００９０】
また、図５に示されるように、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、補正部４４３は、第２画像Ａ２を調整する補正を実行してもよい。
【００９１】
例えば、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、補正部４４３は、第２補正を実行する。第２補正は、第２画像Ａ２を調整することによって第２非重畳領域Ｓ５における明るさの最大値を増加させる補正である。
【００９２】
補正部４４３は、画像データｂ２を調整することによって、第２画像Ａ２を調整する。このため、補正部４４３は、画像データｂ２を調整することによって、第２補正を実行する。
【００９３】
以下、第２画像Ａ２を調整することは、画像データｂ２を調整することによって第２画像Ａ２を調整することを意味する。
【００９４】
一方、図６または図７に示されるように、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、補正部４４３は、第２補正を実行しない。すなわち、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、補正部４４３は、第２画像Ａ２を調整することによって第２非重畳領域Ｓ５における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない。

【００９５】
例えば、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、補正部４４３は、画像データｂ２を調整せずに、第２画像Ａ２を維持する。
【００９６】
Ａ６：動作の説明
図１３は、プロジェクションシステム１の動作を説明するための図である。
【００９７】
ステップＳ１０１において、第１プロジェクター１０は、第１領域Ｓ１に向けて第１画像Ａ１を投射し、かつ、第２プロジェクター２０は、第２領域Ｓ２に向けて第２画像Ａ２を投射する。
【００９８】
ステップＳ１０１では、まず、情報処理装置４０の操作装置４１０は、ユーザーから動作指示を受け付けると、動作指示を、処理装置４４０に提供する。処理装置４４０の補正部４４３は、動作指示に応じて、単色の黒画像を示す画像データｂ１を第１プロジェクター１０に提供し、かつ、単色の黒画像を示す画像データｂ２を第２プロジェクター２０に提供する。第１プロジェクター１０は、単色の黒画像を示す画像データｂ１に基づいて、第１画像Ａ１を第１領域Ｓ１に向けて投射する。第２プロジェクター２０は、単色の黒画像を示す画像データｂ２に基づいて、第２画像Ａ２を第２領域Ｓ２に向けて投射する。
【００９９】
続いて、ステップＳ１０２において、カメラ３０は、第１画像Ａ１が第１領域Ｓ１に向けて投射され、かつ、第２画像Ａ２が第２領域Ｓ２に向けて投射される状況において、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像する。
【０１００】
ステップＳ１０２では、補正部４４３は、画像データｂ１の提供に応じて第１画像Ａ１が第１領域Ｓ１に向けて投射され、かつ、画像データｂ２の提供において第２画像Ａ２が第２領域Ｓ２に向けて投射される状況において、カメラ３０に撮像指示を提供する。カメラ３０は、撮像指示に応じて第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって、撮像データｄ１を生成する。カメラ３０は、撮像データｄ１を情報処理装置４０に提供する。撮像データｄ１は、上述の通り、撮像画像を示す。
【０１０１】
続いて、ステップＳ１０３において、取得部４４１は、撮像画像を取得する。ステップＳ１０３では、取得部４４１は、カメラ３０から撮像データｄ１を取得することによって、撮像画像を取得する。
【０１０２】
続いて、ステップＳ１０４において、特定部４４２は、撮像画像に基づいて、重畳領域Ｓ３の明るさと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、第２非重畳領域Ｓ５の明るさと、を特定する。
【０１０３】
ステップＳ１０４では、特定部４４２は、撮像画像に基づいて、重畳領域Ｓ３の明るさとして、重畳領域Ｓ３における輝度の平均値を特定する。特定部４４２は、撮像画像に基づいて、第１非重畳領域Ｓ４の明るさとして、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の平均値を特定する。特定部４４２は、撮像画像に基づいて、第２非重畳領域Ｓ５の明るさとして、第２非重畳領域Ｓ５における輝度の平均値を特定する。
【０１０４】
なお、撮像画像における重畳領域Ｓ３の位置と、撮像画像における第１非重畳領域Ｓ４の位置と、撮像画像における第２非重畳領域Ｓ５の位置は、事前に特定される。
【０１０５】
例えば、まず、第２プロジェクター２０が画像を投射せずに第１プロジェクター１０が単色の白画像を第１領域Ｓ１に投射する状況において、カメラ３０が第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって、第１撮像データを生成する。第１撮像デ

ータは、第１撮像画像を示す。
【０１０６】
続いて、第１プロジェクター１０が画像を投射せずに第２プロジェクター２０が単色の白画像を第２領域Ｓ２に投射する状況において、カメラ３０が第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって、第２撮像データを生成する。第２撮像データは、第２撮像画像を示す。
【０１０７】
続いて、取得部４４１は、第１撮像データと第２撮像データとを取得することによって、第１撮像画像と第２撮像画像とを取得する。
【０１０８】
特定部４４２は、第１撮像画像と第２撮像画像とを相互に重ね、第１撮像画像において白画像が存在する領域のうち、第２撮像画像においても白画像が存在する領域の位置を、撮像画像における重畳領域Ｓ３の位置として特定する。特定部４４２は、第１撮像画像において白画像が存在する領域のうち、撮像画像における重畳領域Ｓ３とは異なる領域の位置を、撮像画像における第１非重畳領域Ｓ４の位置として特定する。特定部４４２は、第２撮像画像において白画像が存在する領域のうち、撮像画像における重畳領域Ｓ３とは異なる領域の位置を、撮像画像における第２非重畳領域Ｓ５の位置として特定する。
【０１０９】
なお、撮像画像における重畳領域Ｓ３の位置と、撮像画像における第１非重畳領域Ｓ４の位置と、撮像画像における第２非重畳領域Ｓ５の位置と、を特定する手法は、上述の手法に限らない。例えば、単色の白画像の代わりに、単色の黄色画像または単色の赤画像が用いられてもよい。
【０１１０】
また、特定部４４２は、第１射影変換行列と第２射影変換行列とを用いて、撮像画像における重畳領域Ｓ３の位置と、撮像画像における第１非重畳領域Ｓ４の位置と、撮像画像における第２非重畳領域Ｓ５の位置と、を特定してもよい。第１射影変換行列は、第１画像Ａ１における点の位置と撮像画像における点の位置との対応関係を示す射影変換行列である。第２射影変換行列は、第２画像Ａ２における点の位置と撮像画像における点の位置との対応関係を示す射影変換行列である。この場合、特定部４４２は、第１画像Ａ１における第１の重畳用画像Ａ１ａの位置と第１射影変換行列とを用いて、撮像画像における重畳領域Ｓ３の位置を特定する。特定部４４２は、第２画像Ａ２における第２の重畳用画像Ａ２ａの位置と第２射影変換行列とを用いて、撮像画像における重畳領域Ｓ３の位置を特定してもよい。特定部４４２は、第１画像Ａ１における第１の非重畳用画像Ａ１ｂの位置と第１射影変換行列とを用いて、撮像画像における第１非重畳領域Ｓ４の位置を特定する。特定部４４２は、第２画像Ａ２における第２の非重畳用画像Ａ２ｂの位置と第２射影変換行列とを用いて、撮像画像における第２非重畳領域Ｓ５の位置を特定する。
【０１１１】
続いて、ステップＳ１０５において、補正部４４３は、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗いか否かを判断する。
【０１１２】
補正部４４３は、ステップＳ１０５において第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗いと判断する場合（ステップＳ１０５／ＹＥＳ）、処理をステップＳ１０６に進める。
【０１１３】
ステップＳ１０６では、補正部４４３は、第１補正を実行する。第１補正は、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正である。第１補正によって、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさに近づくように、第１画像Ａ１が調整される。
【０１１４】
補正部４４３は、例えば、図２に示される第１の非重畳用画像Ａ１ｂの輝度が一様に第

１調整値だけ増加するように画像データｂ１を調整することによって、図８に示されるように第１補正を実行する。

【０１１５】

第１調整値は、例えば、予め設定された固定値である。第１調整値は、予め設定された固定値に限らない。第１調整値は、例えば、重畳領域Ｓ３の明るさと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、の差分の値に基づく値でもよい。例えば、補正部４４３は、重畳領域Ｓ３の明るさと第１非重畳領域Ｓ４の明るさとの差分の値が大きいほど第１調整値を大きくする、また、補正部４４３は、重畳領域Ｓ３の明るさと第１非重畳領域Ｓ４の明るさとの差分の値が小さいほど第１調整値を小さくする。

【０１１６】

一方、補正部４４３は、ステップＳ１０５において第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗くないと判断する場合（ステップＳ１０５／ＮＯ）、処理をステップＳ１０７に進める。例えば、補正部４４３は、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るいと判断する場合、処理をステップＳ１０７に進める。また、補正部４４３は、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさと等しいと判断する場合、処理をステップＳ１０７に進める。

【０１１７】

ステップＳ１０７では、補正部４４３は、第１補正を実行しない。例えば、補正部４４３は、画像データｂ１を調整する補正を実行せずに、第１画像Ａ１を維持する。

【０１１８】

ステップＳ１０６またはステップＳ１０７に続いて、ステップＳ１０８において、補正部４４３は、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗いか否かを判断する。

【０１１９】

補正部４４３は、ステップＳ１０８において第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗いと判断する場合（ステップＳ１０８／ＹＥＳ）、処理をステップＳ１０９に進める。

【０１２０】

ステップＳ１０９では、補正部４４３は、第２補正を実行する。第２補正は、第２画像Ａ２を調整することによって第２非重畳領域Ｓ５における明るさの最大値を増加させる補正である。第２補正によって、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさに近づくように、第２画像Ａ２が調整される。

【０１２１】

補正部４４３は、例えば、図３に示される第２の非重畳用画像Ａ２ｂの輝度が一様に第２調整値だけ増加するように画像データｂ２を調整することによって、図８に示されるような第２補正を実行する。

【０１２２】

第２調整値は、例えば、予め設定された固定値である。第２調整値は、予め設定された固定値に限らない。第２調整値は、例えば、重畳領域Ｓ３の明るさと、第２非重畳領域Ｓ５の明るさと、の差分の値に基づく値でもよい。例えば、補正部４４３は、重畳領域Ｓ３の明るさと第２非重畳領域Ｓ５の明るさとの差分の値が大きいほど第２調整値を大きくする、また、補正部４４３は、重畳領域Ｓ３の明るさと第２非重畳領域Ｓ５の明るさとの差分の値が小さいほど第２調整値を小さくする。

【０１２３】

一方、補正部４４３は、ステップＳ１０８において第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗くないと判断する場合（ステップＳ１０８／ＮＯ）、処理をステップＳ１１０に進める。例えば、補正部４４３は、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るいと判断する場合、処理をステップＳ１１０に進める。また、補正部４４３は、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさと等しいと判断する場合、処理をステップＳ１１０に進める。

【０１２４】
ステップＳ１１０では、補正部４４３は、第２補正を実行しない。例えば、補正部４４３は、画像データｂ２を調整せずに、第２画像Ａ２を維持する。
【０１２５】
なお、ステップＳ１０８からステップＳ１１０は、ステップＳ１０５の前に実行されてもよい。また、ステップＳ１０８からステップＳ１１０は、省略されてもよい。
【０１２６】
Ａ７：第１実施形態についてのまとめ
第１実施形態は、以下の態様を含む。
【０１２７】
第１実施形態に係る投射画像の調整方法は、投射面Ｓの第１領域Ｓ１に向けて第１プロジェクター１０が均一な輝度を有する第１画像Ａ１を投射し、かつ、投射面Ｓのうち第１領域Ｓ１の一部と重畳する部分を有する第２領域Ｓ２に向けて第２プロジェクター２０が均一な輝度を有する第２画像Ａ２を投射する状況において、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、撮像画像に基づいて、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とが重畳する重畳領域Ｓ３の明るさと、第１領域Ｓ１のうち第２領域Ｓ２と重畳しない第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、を特定することと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整する補正を、実行することと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しないことと、を含む。
【０１２８】
プロジェクションシステム１は、投射面Ｓの第１領域Ｓ１に向けて、均一な輝度を有する第１画像Ａ１を投射する第１プロジェクター１０と、投射面Ｓのうち第１領域Ｓ１の一部と重畳する部分を有する第２領域Ｓ２に向けて、均一な輝度を有する第２画像Ａ２を投射する第２プロジェクター２０と、第１画像Ａ１が第１領域Ｓ１に向けて投射され、かつ、第２画像Ａ２が第２領域Ｓ２に向けて投射される状況において、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって撮像画像を生成するカメラ３０と、情報処理装置４０と、を含み、情報処理装置４０は、撮像画像を取得することと、撮像画像に基づいて、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とが重畳する重畳領域Ｓ３の明るさと、第１領域Ｓ１のうち第２領域Ｓ２と重畳しない第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、を特定することと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整することと、を実行し、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない。
【０１２９】
情報処理装置４０は、投射面Ｓの第１領域Ｓ１に向けて第１プロジェクター１０が均一な輝度を有する第１画像Ａ１を投射し、かつ、投射面Ｓのうち第１領域Ｓ１の一部と重畳する部分を有する第２領域Ｓ２に向けて第２プロジェクター２０が均一な輝度を有する第２画像Ａ２を投射する状況において、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、撮像画像に基づいて、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とが重畳する重畳領域Ｓ３の明るさと、第１領域Ｓ１のうち第２領域Ｓ２と重畳しない第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、を特定することと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整することと、を実行し、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない。
【０１３０】
プログラムＰ１は、処理装置４４０に、投射面Ｓの第１領域Ｓ１に向けて第１プロジェクター１０が均一な輝度を有する第１画像Ａ１を投射し、かつ、投射面Ｓのうち第１領域

Ｓ１の一部と重畳する部分を有する第２領域Ｓ２に向けて第２プロジェクター２０が均一な輝度を有する第２画像Ａ２を投射する状況において、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、撮像画像に基づいて、第１領域Ｓ１と第２領域Ｓ２とが重畳する重畳領域Ｓ３の明るさと、第１領域Ｓ１のうち第２領域Ｓ２と重畳しない第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、を特定することと、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整することと、を実行させ、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正を、実行させない。

【０１３１】

例えば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合に、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正が実行されると、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、重畳領域Ｓ３の明るさと、の差が増大しまう。当該差が増大すると、当該差を目立たせてしまう。

【０１３２】

これに対して、上述の態様によれば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正は、実行されない。このため、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合に、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、重畳領域Ｓ３の明るさと、の差を目立たせる補正を抑制できる。

【０１３３】

第１実施形態に係る投射画像の調整方法において、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正を実行しないことは、第１画像Ａ１を調整する補正を実行しないことを含む。

【０１３４】

第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合に特許文献１に開示の手法が適用されると、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと重畳領域Ｓ３の明るさとの差がより大きくなってしまう。

【０１３５】

この態様によれば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合には、第１画像Ａ１を調整する補正を実行しない。このため、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと重畳領域Ｓ３の明るさとの差がより大きくなることを防ぐことができる。

【０１３６】

また、この態様によれば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合に第１画像Ａ１を調整する補正を実行する構成に比べて、第１画像Ａ１の調整に要する負荷を減少できる。

【０１３７】

第１実施形態に係る投射画像の調整方法において、重畳領域Ｓ３の明るさは、重畳領域Ｓ３における輝度の平均値であり、第１非重畳領域Ｓ４の明るさは、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の平均値であり、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値は、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の最大値である。

【０１３８】

この態様によれば、重畳領域Ｓ３における輝度の平均値と、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の平均値と、の大小関係に基づいて、第１画像Ａ１の調整を制御できる。このため、例えば、重畳領域Ｓ３の一部分の輝度が、突発的なノイズに起因する誤った値になっても、重畳領域Ｓ３における輝度の平均値を用いることによって、第１画像Ａ１の調整に対する当該誤った値の影響を小さくできる。

【０１３９】

第１実施形態に係る投射画像の調整方法において、重畳領域Ｓ３の明るさは、重畳領域Ｓ３における輝度の最大値であり、第１非重畳領域Ｓ４の明るさは、第１非重畳領域Ｓ４

における輝度の最大値であり、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値は、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の最大値である。

【０１４０】

この態様によれば、重畳領域Ｓ３における輝度の最大値と、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の最大値と、の大小関係に基づいて、第１画像Ａ１の調整を制御できる。このため、例えば、重畳領域Ｓ３における輝度の平均値と、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の平均値と、を特定する処理を不要にできる。

【０１４１】

第１実施形態に係る投射画像の調整方法において、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整することは、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を増加させる補正を、実行することを含む。

【０１４２】

この態様によれば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１非重畳領域Ｓ４の明るさを重畳領域Ｓ３の明るさに近づける補正を実行することができる。

【０１４３】

第１実施形態に係る投射画像の調整方法において、第１画像Ａ１および第２画像Ａ２は、単色の黒画像である。

【０１４４】

この態様によれば、第１プロジェクター１０と第２プロジェクター２０が単色の黒画像を投射する状況において、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと、重畳領域Ｓ３の明るさと、の差を目立たせる補正を抑制できる。

【０１４５】

Ｂ：変形例

以上に例示した実施形態の変形の態様を以下に例示する。以下の例示から任意に選択された２個以上の態様を、相互に矛盾しない範囲において適宜に併合してもよい。

【０１４６】

Ｂ１：第１変形例

第１実施形態において、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、補正部４４３は、第３補正を実行してもよい。第３補正は、第１画像Ａ１を調整する補正であって、第１補正には該当しない補正である。

【０１４７】

図１４は、第１領域Ｓ１と、第２領域Ｓ２と、重畳領域Ｓ３と、第１非重畳領域Ｓ４と、第２非重畳領域Ｓ５と、を示す図である。

【０１４８】

第１領域Ｓ１は、第１輪郭Ｇ１を有する。第１輪郭Ｇ１は、第１領域が有する輪郭の一例である。第２領域Ｓ２は、第２輪郭Ｇ２を有する。重畳領域Ｓ３は、第３輪郭Ｇ３を有する。第３輪郭Ｇ３は、第３領域が有する輪郭の一例である。第３輪郭Ｇ３は、第１領域Ｓ１の第１輪郭Ｇ１と重ならない第１線Ｊ１を含む。第１線Ｊ１上には、第１点Ｋ１が位置する。第１線Ｊ１上における第１点Ｋ１の位置は、第１線Ｊ１上の任意の位置である。このため、第１線Ｊ１上における第１点Ｋ１の位置は、図１４に示される位置に限らない。第１線Ｊ１上における第１点Ｋ１の位置は、図１４に示される位置とは異なる位置でもよい。また、第１線Ｊ１上に複数の第１点Ｋ１が位置してもよい。

【０１４９】

第１非重畳領域Ｓ４は、第２点Ｋ２と、第３点Ｋ３と、点群Ｋｍと、を有する。第２点Ｋ２は、第１点Ｋ１に隣接する点である。第２点Ｋ２の位置は、図１４に示される位置に限らない。第２点Ｋ２の位置は、第１線Ｊ１上における第１点Ｋ１の位置に応じて変わる。第３点Ｋ３は、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を有する点である。第１非

重畳領域Ｓ４における明るさの最大値は、例えば、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の最大値である。第３点Ｋ３の位置は、図１４に示される位置に限らない。第３点Ｋ３の位置は、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの分布に応じて変わり得る。第１非重畳領域Ｓ４における明るさの分布は、例えば、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の分布である。点群Ｋｍは、第１非重畳領域Ｓ４において第３点Ｋ３から第２点Ｋ２までの間に位置する点の群である。点群Ｋｍは、１以上の点を含む。

【０１５０】

第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、特定部４４２は、撮像画像に基づいて、第２点Ｋ２の明るさと、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値と、第３点Ｋ３と、を特定する。

【０１５１】

例えば、特定部４４２は、撮像画像に基づいて、第２点Ｋ２の明るさとして、第２点Ｋ２の輝度を特定する。特定部４４２は、撮像画像に基づいて、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値として、第１非重畳領域Ｓ４における輝度の最大値を特定する。

【０１５２】

続いて、補正部４４３は、第３補正を実行する。第３補正は、第１画像Ａ１を調整することによって、点群Ｋｍの明るさと、第２点Ｋ２の明るさとを、第１範囲内の明るさに変更する補正である。第１範囲は、撮像画像に基づいて特定される第２点Ｋ２の明るさよりも明るく撮像画像に基づいて特定される第３点Ｋ３の明るさ以下の範囲である。第３点Ｋ３の明るさは、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値である。

【０１５３】

図１５は、第３補正の一例を説明するための図である。特定部４４２は、図１５に示される第３補正の一例を実行する前に、撮像画像に基づいて、第１点Ｋ１の明るさを特定する。例えば、特定部４４２は、撮像画像に基づいて、第１点Ｋ１の明るさとして、第１点Ｋ１の輝度を特定する。

【０１５４】

続いて、補正部４４３は、図１５に示される第３補正の一例を実行する。例えば、補正部４４３は、第１点Ｋ１の明るさが第２点Ｋ２の明るさよりも明るい場合、第２点Ｋ２の明るさが第１点Ｋ１の明るさに近づくように、点群Ｋｍの明るさと第２点Ｋ２の明るさとを、第１画像Ａ１を調整することによって、第１範囲内から外れずに第３点Ｋ３から第２点Ｋ２に向けて段階的に増加させる補正を実行する。

【０１５５】

一例を挙げると、補正部４４３は、第１画像Ａ１における第１の重畳用画像Ａ１ａの輝度を維持し、かつ、第１画像Ａ１における第１の非重畳用画像Ａ１ｂの輝度を部分的に調整することによって、第２点Ｋ２の明るさを第１点Ｋ１の明るさに変更し、かつ、点群Ｋｍの明るさを第１範囲内から外れることなく第３点Ｋ３から第２点Ｋ２に向けて段階的に増加させる。

【０１５６】

なお、第３補正の間、補正部４４３は、カメラ３０に継続的に撮像を実行させてもよい。この場合、補正部４４３は、カメラ３０が継続的に生成する撮像画像をモニターしながら、第１の重畳用画像Ａ１ａの輝度を維持し、かつ、第１画像Ａ１における第１の非重畳用画像Ａ１ｂの輝度を部分的に調整する。補正部４４３は、撮像画像をモニターしながら、第１の非重畳用画像Ａ１ｂの輝度を部分的に調整することによって、第２点Ｋ２の明るさを第１点Ｋ１の明るさに変更し、かつ、点群Ｋｍの明るさを第１範囲内から外れることなく第３点Ｋ３から第２点Ｋ２に向けて段階的に増加させる。

【０１５７】

図１６は、第３補正における調整後の第１画像Ａ１の一例を示す図である。図１６に示されるように、第３補正における調整は、第１の非重畳用画像Ａ１ｂにおいて実行される。

【０１５８】

なお、第１線Ｊ１上に複数の第１点Ｋ１が位置する場合、第３補正は、第１点Ｋ１ごとに、当該第１点Ｋ１に対応する第２点Ｋ２および点群Ｋｍに対して実行される。

【０１５９】

第３補正は、上述の例に限らない。例えば、補正部４４３は、まず、点群Ｋｍの中から、第１点Ｋ１の明るさよりも暗い点群Ｋｍ１を特定する。続いて、補正部４４３は、第１の非重畳用画像Ａ１ｂを変更することによって、点群Ｋｍ１の明るさと、第２点Ｋ２の明るさとを、第１点Ｋ１の明るさに変更してもよい。

【０１６０】

なお、第１点Ｋ１の明るさが第２点Ｋ２の明るさよりも明るくない場合、補正部４４３は、例えば、第１画像Ａ１を調整する補正を実行しない。

【０１６１】

第１変形例に係る投射画像の調整方法では、重畳領域Ｓ３が有する第３輪郭Ｇ３は、第１領域Ｓ１が有する第１輪郭Ｇ１と重ならない第１線Ｊ１を含み、第１非重畳領域Ｓ４は、第１線Ｊ１上の第１点Ｋ１に隣接する第２点Ｋ２と、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を有する第３点Ｋ３と、を有し、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが、重畳領域Ｓ３の明るさよりも明るい場合、第１画像Ａ１を調整することによって、第１非重畳領域Ｓ４において第３点Ｋ３から第２点Ｋ２までの間に位置する点群Ｋｍの明るさと、第２点Ｋ２の明るさとを、第１範囲内の明るさに補正すること、をさらに含み、第１範囲は、撮像画像に基づいて特定される第２点Ｋ２の明るさよりも明るく撮像画像に基づいて特定される第３点Ｋ３の明るさ以下の範囲である。

【０１６２】

この態様によれば、第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値を超える明るさが生じるような補正は、第１非重畳領域Ｓ４の点に対して行われない。このため、特許文献１に開示の手法と比較して、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと重畳領域Ｓ３の明るさとの差を目立たせることを防ぐことができる。よって、投射面Ｓの形状によらず、重畳領域Ｓ３の明るさと第１非重畳領域Ｓ４の明るさとの大小関係に応じた投射画像の調整を行うことができる。

【０１６３】

また、第１変形例に係る投射画像の調整方法において、第１画像Ａ１を調整することによって、点群Ｋｍの明るさと、第２点Ｋ２の明るさとを、第１範囲内の明るさに補正することは、第１点Ｋ１の明るさが、第２点Ｋ２の明るさよりも明るい場合、第２点Ｋ２の明るさが第１点Ｋ１の明るさに近づくように、点群Ｋｍの明るさと第２点Ｋ２の明るさとを、第１画像Ａ１を調整することによって、第１範囲内から外れずに第３点Ｋ３から第２点Ｋ２に向けて段階的に増加させる補正を実行すること、を含む。

【０１６４】

この態様によれば、点群Ｋｍの明るさと第２点Ｋ２の明るさとを、第１画像Ａ１を調整することによって、第１範囲内から外れずに第３点Ｋ３から第２点Ｋ２に向けて段階的に増加させる。このため、第１非重畳領域Ｓ４から重畳領域Ｓ３への明るさの変化が滑らかになる。よって、重畳領域Ｓ３の明るさと第１非重畳領域Ｓ４の明るさとの差を、より目立たせなくする補正を実現できる。

【０１６５】

Ｂ２：第２変形例

第１変形例において、補正部４４３は、第１変形例において第１画像Ａ１に施される調整と同様な調整を、第２画像Ａ２に施してもよい。

【０１６６】

この場合、補正部４４３は、第２画像Ａ２に施す調整を、第１非重畳領域Ｓ４と重畳領域Ｓ３の明るさとの関係ではなく、第２非重畳領域Ｓ５と重畳領域Ｓ３の明るさとの関係に基づいて実行する。

【０１６７】

図１７は、調整後の第２画像Ａ２の一例を示す図である。図１７に示されるように、第

２画像Ａ２に対する調整は、第２の非重畳用画像Ａ２ｂにおいて実行される。
【０１６８】
この態様によれば、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと重畳領域Ｓ３の明るさとの差と、第２非重畳領域Ｓ５の明るさと重畳領域Ｓ３の明るさとの差とを、より目立たせなくする補正を実現できる。
【０１６９】
Ｂ３：第３変形例
第１実施形態および第１変形例から第２変形例において、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合に実行される補正は、第１補正に限らない。
【０１７０】
例えば、補正部４４３は、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第１非重畳領域Ｓ４において明るさのばらつきがある際には、第１画像Ａ１を調整することによって第１非重畳領域Ｓ４の全面における明るさを第１非重畳領域Ｓ４における明るさの最大値に揃える補正を実行してもよい。この補正によっても、第１非重畳領域Ｓ４の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合に、第１非重畳領域Ｓ４の明るさと重畳領域Ｓ３の明るさとの差を減少することができる。
【０１７１】
Ｂ４：第４変形例
第１実施形態および第１変形例から第３変形例において、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合に実行される補正は、第２補正に限らない。
【０１７２】
例えば、補正部４４３は、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合、第２非重畳領域Ｓ５において明るさのばらつきがある際には、第２画像Ａ２を調整することによって第２非重畳領域Ｓ５の全面における明るさを第２非重畳領域Ｓ５における明るさの最大値に揃える補正を実行してもよい。この補正によっても、第２非重畳領域Ｓ５の明るさが重畳領域Ｓ３の明るさよりも暗い場合に、第２非重畳領域Ｓ５の明るさと重畳領域Ｓ３の明るさとの差を減少することができる。
【０１７３】
Ｂ５：第５変形例
第１実施形態および第１変形例から第４変形例において、情報処理装置４０は、第１プロジェクター１０、第２プロジェクター２０またはカメラ３０に含まれてもよい。さらに言えば、第１実施形態および第１変形例から第５変形例において、情報処理装置４０の構成要素のうち少なくとも処理装置４４０が、第１プロジェクター１０、第２プロジェクター２０またはカメラ３０に含まれてもよい。
【０１７４】
Ｂ６：第６変形例
第１実施形態および第１変形例から第５変形例において、プロジェクションシステム１は、第１プロジェクター１０および第２プロジェクター２０に加えて、１または複数のプロジェクターを含んでもよい。この場合、プロジェクションシステム１は、各プロジェクターから投射される画像によって、投射面Ｓにタイリング画像を表示する。タイリング画像において隣り合う画像は、部分的に重畳する。
【０１７５】
Ｃ：本開示のまとめ
以下、本開示のまとめを付記する。
【０１７６】
Ｃ１：付記１
投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得すること

と、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しないことと、を含む、
投射画像の調整方法。

【０１７７】
付記１に記載の投射画像の調整方法によれば、非重畳領域である第４領域の明るさが重畳領域である第３領域の明るさよりも明るい場合、第１画像を調整することによって第４領域における明るさの最大値を増加させる補正は、実行されない。このため、第４領域の明るさが第３領域の明るさよりも明るい場合に、第４領域の明るさと第３領域の明るさとの差を目立たせる補正を抑制できる。

【０１７８】
Ｃ２：付記２
前記第３領域が有する輪郭は、前記第１領域が有する輪郭と重ならない第１線を含み、
前記第４領域は、前記第１線上の第１点に隣接する第２点と、前記第４領域における明るさの最大値を有する第３点と、を有し、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、
前記第１画像を調整することによって、前記第４領域において前記第３点から前記第２点までの間に位置する点群の明るさと、前記第２点の明るさとを、第１範囲内の明るさに補正すること、をさらに含み、
前記第１範囲は、前記撮像画像に基づいて特定される前記第２点の明るさよりも明るく前記撮像画像に基づいて特定される前記第３点の明るさ以下の範囲である、
付記１に記載の投射画像の調整方法。

【０１７９】
付記２に記載の投射画像の調整方法によれば、第４領域における明るさの最大値を超える明るさが生じるような補正は、第４領域の点に対して行われない。このため、特許文献１に開示の手法と比較して、非重畳領域である第４領域の明るさと重畳領域である第３領域の明るさとの差を目立たせることを防ぐことができる。よって、投射面の形状によらず、第３領域の明るさと第４領域の明るさとの大小関係に応じた投射画像の調整を行うことができる。

【０１８０】
Ｃ３：付記３
前記第１画像を調整することによって、前記点群の明るさと、前記第２点の明るさとを、前記第１範囲内の明るさに補正することは、
前記第１点の明るさが、前記第２点の明るさよりも明るい場合、
前記第２点の明るさが前記第１点の明るさに近づくように、前記点群の明るさと前記第２点の明るさとを、前記第１画像を調整することによって、前記第１範囲内から外れずに前記第３点から前記第２点に向けて段階的に増加させる補正を実行すること、を含む、
付記２に記載の投射画像の調整方法。

【０１８１】
付記３に記載の投射画像の調整方法によれば、第１点の明るさが、第２点の明るさよりも明るい場合、第２点の明るさが第１点の明るさに近づくように、第３点から第２点までの間に位置する点群の明るさと第２点の明るさとを、第１画像を調整することによって、第１範囲内から外れずに第３点から第２点に向けて段階的に増加させる。このため、第４領域から第３領域への明るさの変化が滑らかになる。よって、第３領域の明るさと第４領

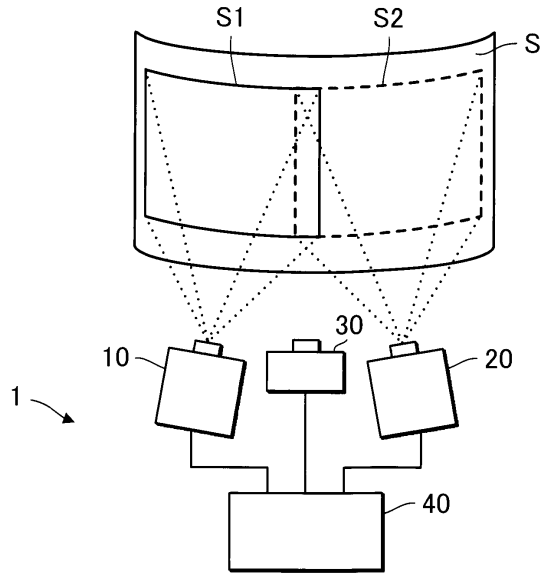
域の明るさとの差をより目立たせなくする補正を実現できる。
【０１８２】
Ｃ４：付記４
前記補正を実行しないことは、
前記第１画像を調整する補正を実行しないこと、を含む
付記１に記載の投射画像の調整方法。
【０１８３】
非重畳領域である第４領域の明るさが重畳領域である第３領域の明るさよりも明るい場合に特許文献１に開示の手法が適用されると、第４領域の明るさと第３領域の明るさとの差がより大きくなってしまう。付記４に記載の投射画像の調整方法によれば、第４領域の明るさが第３領域の明るさよりも明るい場合には、第１画像を調整する補正を実行しない。このため、第４領域の明るさと第３領域の明るさとの差がより大きくなることを防ぐことができる。また、付記４に記載の投射画像の調整方法によれば、第４領域の明るさが第３領域の明るさよりも明るい場合に第１画像を調整する補正を実行する構成に比べて、第１画像の調整に要する負荷を減少できる。
【０１８４】
Ｃ５：付記５
前記第３領域の明るさは、前記第３領域における輝度の平均値であり、
前記第４領域の明るさは、前記第４領域における輝度の平均値であり、
前記第４領域における明るさの最大値は、前記第４領域における輝度の最大値である、
付記１から４のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【０１８５】
付記５に記載の投射画像の調整方法によれば、第３領域における輝度の平均値と、第４領域における輝度の平均値と、の大小関係に基づいて、第１画像の調整を制御できる。このため、例えば、第３領域の一部分の輝度が、突発的なノイズに起因する誤った値になっても、第３領域における輝度の平均値を用いることによって、第１画像の調整に対する当該誤った値の影響を小さくできる。
【０１８６】
Ｃ６：付記６
前記第３領域の明るさは、前記第３領域における輝度の最大値であり、
前記第４領域の明るさは、前記第４領域における輝度の最大値であり、
前記第４領域における明るさの最大値は、前記第４領域における輝度の最大値である、
付記１から４のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【０１８７】
付記６に記載の投射画像の調整方法によれば、第３領域における輝度の最大値と、第４領域における輝度の最大値と、の大小関係に基づいて、第１画像の調整を制御できる。このため、例えば、第３領域における輝度の平均値と、第４領域における輝度の平均値と、を特定する処理を不要にできる。
【０１８８】
Ｃ７：付記７
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することは、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行すること、を含む、
付記１から６のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【０１８９】
付記７に記載の投射画像の調整方法によれば、第４領域の明るさが、第３領域の明るさよりも暗い場合、第４領域の明るさを第３領域の明るさに近づける補正を実行できる。
【０１９０】

Ｃ８：付記８
前記第１画像および前記第２画像は、単色の黒画像である、
付記１から７のいずれか１項に記載の投射画像の調整方法。
【０１９１】
付記８に記載の投射画像の調整方法によれば、第１プロジェクターと第２プロジェクターが単色の黒画像を投射する状況において、第４領域の明るさと第３領域の明るさとの差を目立たせる補正を抑制できる。
【０１９２】
Ｃ９：付記９
投射面の第１領域に向けて、均一な輝度を有する第１画像を投射する第１プロジェクターと、
前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて、均一な輝度を有する第２画像を投射する第２プロジェクターと、
前記第１画像が前記第１領域に向けて投射され、かつ、前記第２画像が前記第２領域に向けて投射される状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって撮像画像を生成するカメラと、
前記撮像画像を取得することと、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
を実行し、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない、処理装置と、を含む、
プロジェクションシステム。
【０１９３】
付記９に記載のプロジェクションシステムによれば、非重畳領域である第４領域の明るさが重畳領域である第３領域の明るさよりも明るい場合、第１画像を調整することによって第４領域における明るさの最大値を増加させる補正は、実行されない。このため、第４領域の明るさが第３領域の明るさよりも明るい場合に、第４領域の明るさと第３領域の明るさとの差を目立たせる補正を抑制できる。
【０１９４】
Ｃ１０：付記１０
投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
を実行し、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行しない、
処理装置。

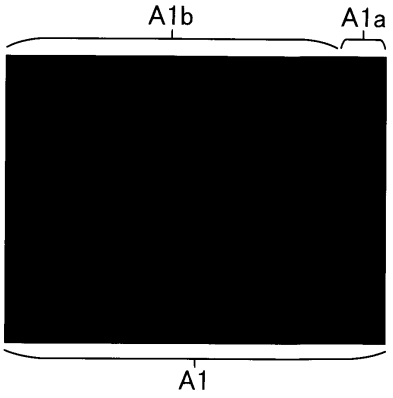
【０１９５】
付記１０に記載の処理装置によれば、非重畳領域である第４領域の明るさが重畳領域である第３領域の明るさよりも明るい場合、第１画像を調整することによって第４領域における明るさの最大値を増加させる補正は、実行されない。このため、第４領域の明るさが第３領域の明るさよりも明るい場合に、第４領域の明るさと第３領域の明るさとの差を目立たせる補正を抑制できる。
【０１９６】
Ｃ１１：付記１１
コンピューターに、
投射面の第１領域に向けて第１プロジェクターが均一な輝度を有する第１画像を投射し、かつ、前記投射面のうち前記第１領域の一部と重畳する部分を有する第２領域に向けて第２プロジェクターが均一な輝度を有する第２画像を投射する状況において、前記第１領域と前記第２領域とを含む範囲を撮像することによって得られる撮像画像を取得することと、
前記撮像画像に基づいて、前記第１領域と前記第２領域とが重畳する第３領域の明るさと、前記第１領域のうち前記第２領域と重畳しない第４領域の明るさと、を特定することと、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも暗い場合、前記第１画像を調整することと、
を実行させ、
前記第４領域の明るさが、前記第３領域の明るさよりも明るい場合、前記第１画像を調整することによって前記第４領域における明るさの最大値を増加させる補正を、実行させない、
プログラム。
【０１９７】
付記１１に記載のプログラムによれば、非重畳領域である第４領域の明るさが重畳領域である第３領域の明るさよりも明るい場合、第１画像を調整することによって第４領域における明るさの最大値を増加させる補正は、実行されない。このため、第４領域の明るさが第３領域の明るさよりも明るい場合に、第４領域の明るさと第３領域の明るさとの差を目立たせる補正を抑制できる。
【符号の説明】
【０１９８】
１…プロジェクションシステム、１０…第１プロジェクター、２０…第２プロジェクター、３０…カメラ、４０…情報処理装置、１１０…第１画像処理部、１２０…第１光源、１３０…第１光変調装置、１４０…第１投射光学系、１５１…取得部、２１０…第２画像処理部、２２０…第２光源、２３０…第２光変調装置、２４０…第２投射光学系、３１０…撮像レンズ、３２０…イメージセンサー、３３０…撮像実行部、４１０…操作装置、４２０…表示装置、４３０…記憶装置、４４０…処理装置、４４１…取得部、４４２…特定部、４４３…補正部。

【図面】

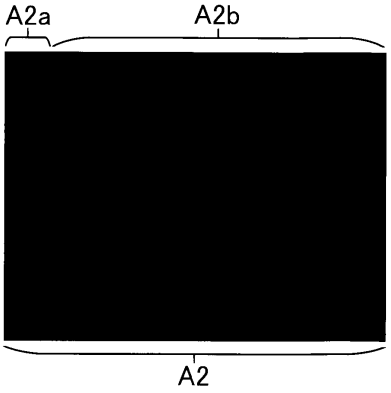
【図１】


S1
S2
S
30
10
20
1
40

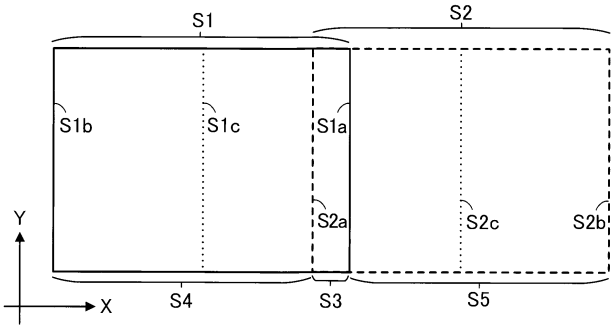
【図２】


A1b
A1a
A1

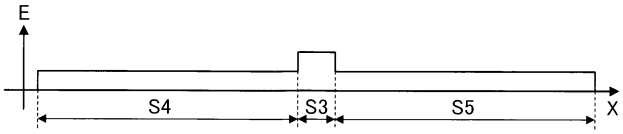
【図３】


A2a
A2b
A2

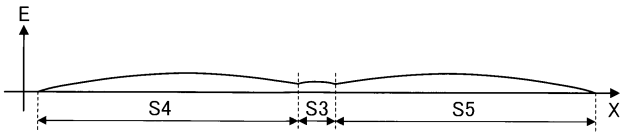
【図４】


S1
S2
S1b
S1c
S1a
S2a
S2c
S2b
Y
X
S4
S3
S5

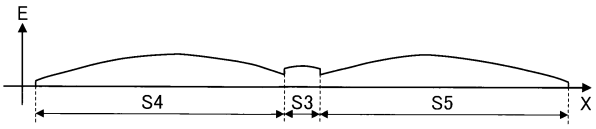
【図５】



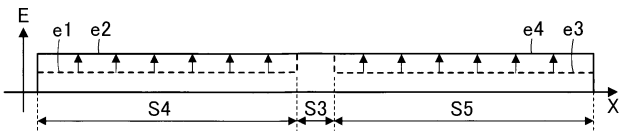
【図６】



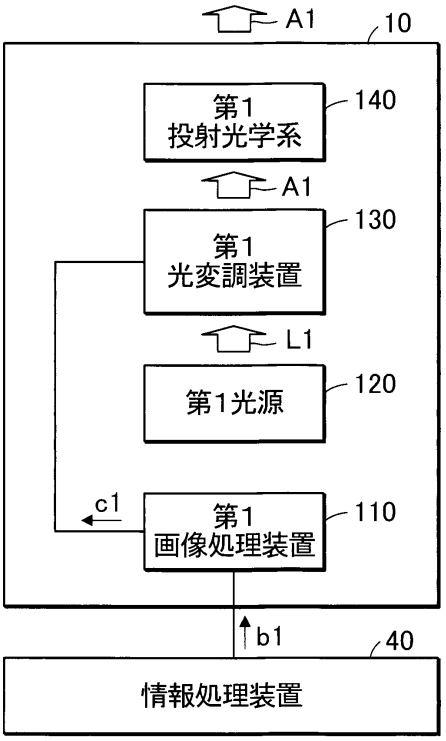
【図７】



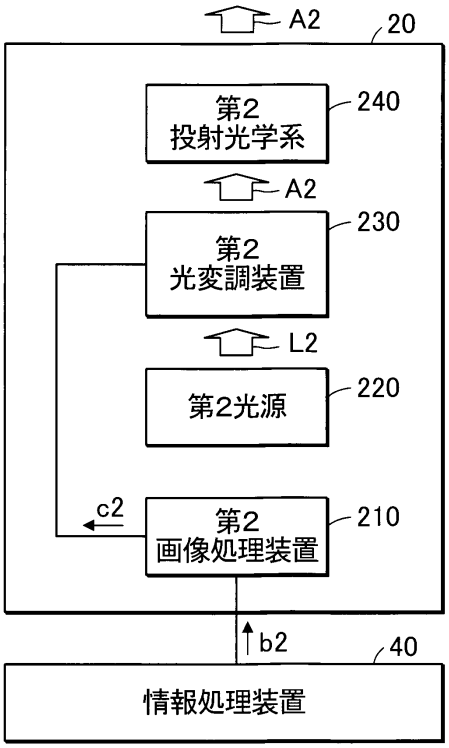
【図８】



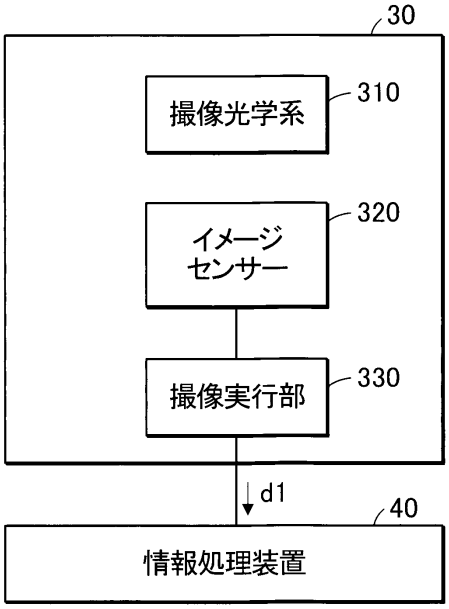
【図９】



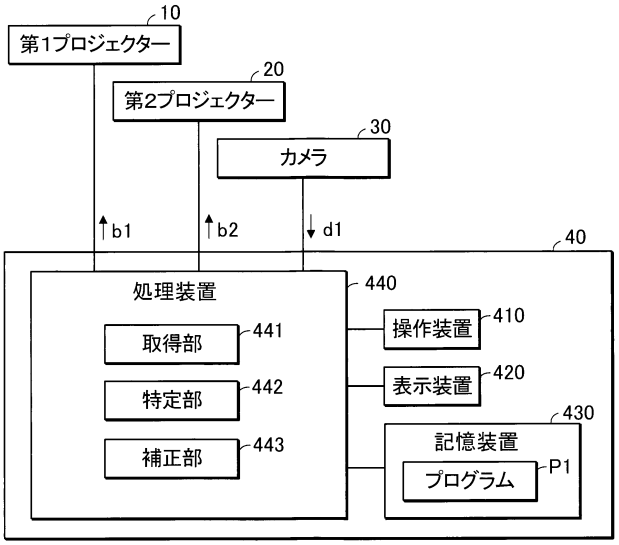
【図１０】



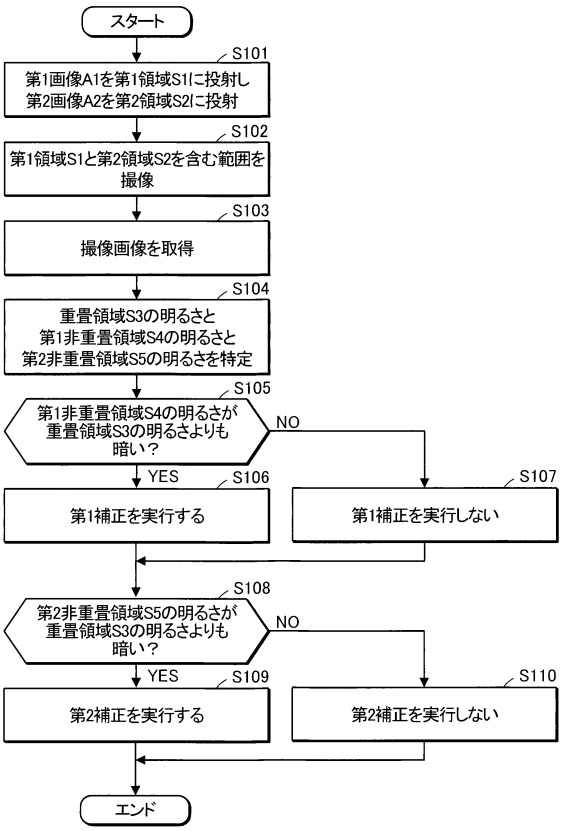
【図１１】



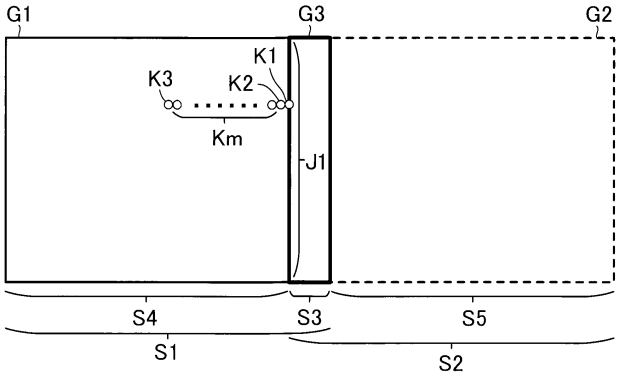
【図１２】



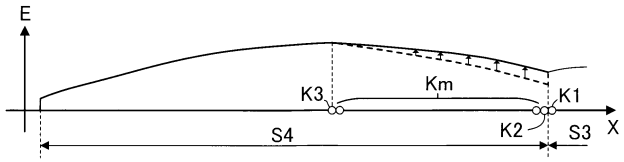
【図１３】



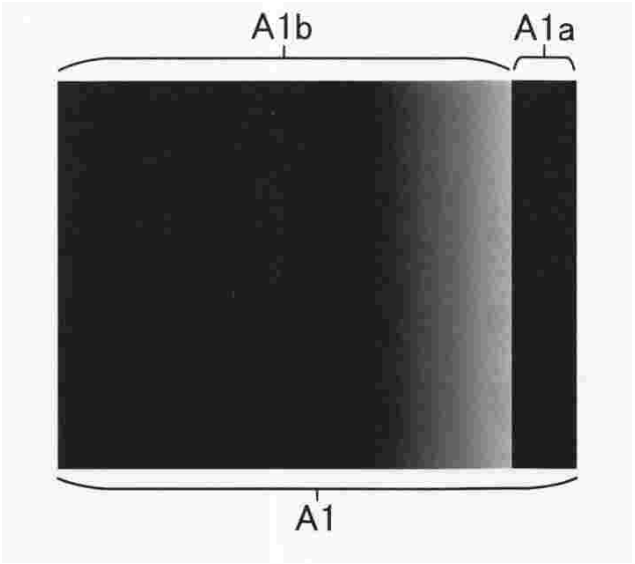
【図１４】



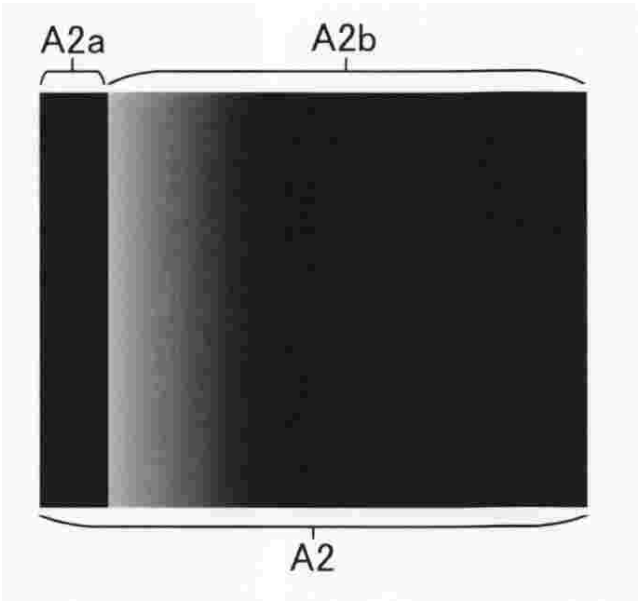
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(51)国際特許分類	FI			テーマコード（参考）
	G09G	5/00	X	
	G09G	5/36	520P	