(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 1 月 22 日(22.01.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/008765 A1

(51) 国際特許分類:
G03B 21/14 (2006.01) *H04N 5/74* (2006.01)
G03B 21/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068835

(22) 国際出願日: 2014 年 7 月 15 日(15.07.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-151002 2013 年 7 月 19 日(19.07.2013) JP
特願 2014-003773 2014 年 1 月 10 日(10.01.2014) JP

(71) 出願人: 株式会社ＪＶＣケンウッド(JVC KENWOOD CORPORATION) [JP/JP]; 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町３丁目１２番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 岡本　直也(OKAMOTO, Naoya); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町３丁目１２番地　株式会社ＪＶＣケンウッド　知的財産部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 酒井　宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号　霞が関ビルディング　酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

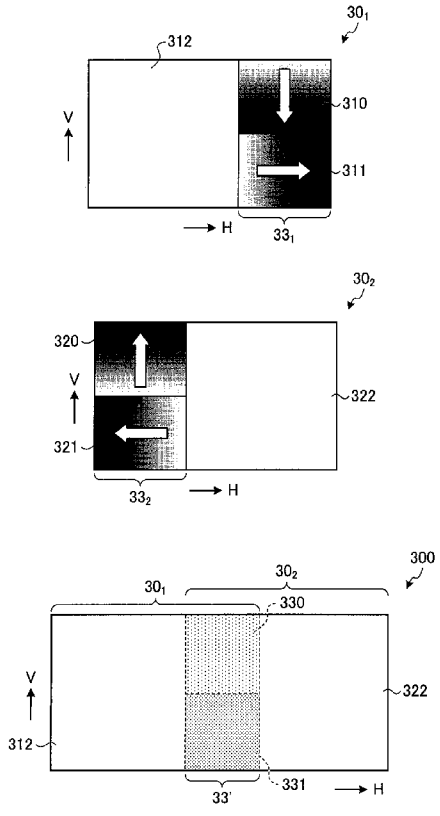
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) **Title**: MULTI-PROJECTOR SYSTEM, PROJECTOR DEVICE, ADJUSTMENT DEVICE AND ADJUSTMENT METHOD, AND ADJUSTMENT PROGRAM

(54) 発明の名称 : マルチプロジェクタシステム、プロジェクタ装置、調整装置および調整方法、ならびに、調整プログラム



(57) **Abstract**: A first adjustment-use projection image (30_1) projected by a first projector device has formed therein an adjustment region (33_1) which includes a first and second region the luminance inclination directions of which are mutually orthogonal. A second adjustment-use projection image (30_2) projected by a second projector device has formed therein an adjustment region (33_2) which includes a third region the luminance inclination direction of which is the reverse of that of the first region but the position of which corresponds to the first region, and a fourth region the luminance inclination direction of which is the reverse of that of the second region but the position of which corresponds to the second region. A projection image, which is the first and second adjustment-use projection images that are projected so as to have an overlapping region (33') corresponding to the adjustment regions, is captured and the captured image is analyzed. A first luminance of a region which is included in the overlapping region (33') and in which the first and third regions overlap, a second luminance of a region in which the second and the fourth regions overlap, and a third luminance of regions other than the overlapping region are obtained, and in order that the first and second luminance each match the third luminance, the projection position of the projection image of the first projector device is adjusted.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/008765 A1

MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

第１プロジェクタ装置が投射する第１調整用投射画像（３０$_1$）は、輝度傾斜方向が互いに直交する第１および第２領域を含む調整領域（３３$_1$）が形成される。第２プロジェクタ装置が投射する第２調整用投射画像（３０$_2$）は、第１領域と輝度傾斜方向が逆で位置が対応する第３領域と、第２領域と輝度傾斜方向が逆で位置が対応する第４領域とを含む調整領域（３３$_2$）が形成される。第１および第２調整用投射画像が調整領域に対応する重複領域（３３'）を持って投射された投射画像を撮像して撮像画像を解析し、重複領域（３３'）に含まれる第１および第３領域が重複する領域の第１輝度と、第２および第４領域が重複する領域の第２輝度と、重複領域外の領域の第３輝度とを取得し、第１および第２輝度がそれぞれ第３の輝度と一致するように第１のプロジェクタ装置における投射画像の射出位置を調整する。

明　細　書

発明の名称 ：

マルチプロジェクタシステム、プロジェクタ装置、調整装置および調整方法、ならびに、調整プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、マルチプロジェクタシステム、プロジェクタ装置、調整装置および調整方法、ならびに、調整プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、例えば１台のプロジェクタ装置による投射画像よりも大きなサイズの投射画像が必要な場合には、複数のプロジェクタ装置による複数の投射画像を１のスクリーンに同時に投射して、全体として大きな１の投射画像を得ていた。一例として、横長の画像を左右に分割し、分割したそれぞれの画像を２台のプロジェクタ装置を用いて横方向に隣接させ、全体として１の連続した投射画像になるように１のスクリーンに投射する。このとき、投射画像の隣接部分に重畳領域を設ける場合もある。

[0003] このように、複数のプロジェクタ装置による投射画像を、１のスクリーンに対して互いの投射画像が連続するように投射する場合、複数のプロジェクタ装置間で、投射画像の位置を互いに合わせる必要がある。この投射画像の位置合わせの方法としては、従来より、被投射媒体に投射された各投射画像をカメラで撮像し、撮像画像に基づき各投射画像の相対位置を認識して、各投射画像の位置を調整する方法が用いられている。

[0004] 例えば、特許文献１には、複数のプロジェクタ装置により１の被投射媒体に投射された各投射画像をカメラで撮像した撮像画像に基づき、複数のプロジェクタ装置それぞれの投射位置を調整する技術が開示されている。特許文献１によれば、複数のプロジェクタ装置により、互いのパターンが重畳された重畳部分が白色となるような投射画像を、互いのパターンに重畳部分が発生するように、被投射媒体に投射する。この重畳部分の投射画像をカメラで

撮像した撮像画像に基づき、互いの投射画像の位置関係を把握するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００７－０４３２７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来技術による投射画像の位置合わせ方法では、投射画像を撮像するカメラの分解能が十分ではない場合に、位置合わせにおいて必要な精度が得られないおそれがあるという問題点があった。例えば、カメラが、撮像画像内における投射画像について画素単位での分解能を有していない場合、各投射画像の位置を高精度に調整することが困難である。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、複数のプロジェクタ装置間の投射画像の位置合わせをより高精度に行うことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、第１の投射装置および第２の投射装置を含む２以上の投射装置と、２以上の投射装置それぞれに画像を出力する画像出力装置と、２以上の投射装置が投射する投射画像の被投射媒体上の各投射位置を調整する調整装置とを含み、第１の投射装置が射出する第１の投射画像と、第２の投射装置が射出する第２の投射画像とが重複領域を持つように被投射媒体に投射されるマルチプロジェクタシステムであって、投射装置のそれぞれは、光源からの光を入力画像に従い変調して投射画像として射出する光射出部と、光射出部による光の射出位置を調整する射出位置調整部とを有し、画像出力装置は、第１の投射画像の重複領域に対応する領域に、輝度の傾斜の方向が互いに交差する第１のグラデーション領域および第２のグラデーション領域を含む調整領域が形成される第１の調整用画像と、第２の投射画像の重複領域に対応する領域に、第１のグラ

デーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第３のグラデーション領域と、第２のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第４のグラデーション領域とを含み、第３のグラデーション領域が第１のグラデーション領域と対応する位置に配置され、第４のグラデーション領域が第２のグラデーション領域と対応する位置に配置される調整領域が形成される第２の調整用画像とを第１の投射装置および第２の投射装置の入力画像としてそれぞれ出力する出力部を有し、調整装置は、被投射媒体に投射された投射画像を撮像して撮像画像を出力する撮像部と、撮像画像を解析して、第１の投射装置が第１の調整用画像に基づき被投射媒体に投射した第１の調整用投射画像と、第２の投射装置が第２の調整用画像に基づき被投射媒体に投射した第２の調整用投射画像との重複領域に含まれる第１のグラデーション領域と第３のグラデーション領域とが重複する領域の第１の輝度と、第２のグラデーション領域と第４のグラデーション領域とが重複する領域の第２の輝度と、第１の調整用投射画像および第２の調整用投射画像のうち少なくとも一方における重複領域外の領域の第３の輝度とを取得する解析部と、解析部により取得された第１の輝度および第２の輝度がそれぞれ第３の輝度と一致するように投射装置の射出位置調整部を制御するための制御信号を出力する制御部とを有することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、複数のプロジェクタ装置間の投射画像の位置合わせをより高精度に行うことができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、第１の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムを概略的に示すブロック図である。

[図2A]図２Ａは、第１の実施形態に係る投射光の射出位置の調整方法について説明するための図である。

[図2B]図２Ｂは、第１の実施形態に係る投射光の射出位置の調整方法について説明するための図である。

[図2C]図２Ｃは、第１の実施形態に係る投射光の射出位置の調整方法について説明するための図である。

[図3A]図３Ａは、第１の実施形態に係るグラデーション画像を用いた位置合わせを説明するための図である。

[図3B]図３Ｂは、第１の実施形態に係るグラデーション画像を用いた位置合わせを説明するための図である。

[図4A]図４Ａは、第１の実施形態に係るグラデーション画像を用いた位置合わせを説明するための図である。

[図4B]図４Ｂは、第１の実施形態に係るグラデーション画像を用いた位置合わせを説明するための図である。

[図4C]図４Ｃは、第１の実施形態に係るグラデーション画像を用いた位置合わせを説明するための図である。

[図5]図５は、第１の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの一例の構成をより詳細に示すブロック図である。

[図6]図６は、第１の実施形態に係る位置合わせ処理の例を示すフローチャートである。

[図7]図７は、第１の実施形態に係る位置合わせ処理をより詳細に示すフローチャートである。

[図8]図８は、第１の実施形態に係る、水平方向の輝度変化の取得方法を説明するための図である。

[図9]図９は、第１の実施形態に係る、垂直方向の輝度変化の取得方法を説明するための図である。

[図10]図１０は、第１の実施形態に係る、射出位置の水平方向への移動処理の例を示すフローチャートである。

[図11A]図１１Ａは、第１の実施形態に係る、射出位置の水平方向への移動処理を説明するための図である。

[図11B]図１１Ｂは、第１の実施形態に係る、射出位置の水平方向への移動処理を説明するための図である。

[図11C]図１１Ｃは、第１の実施形態に係る、射出位置の水平方向への移動処理を説明するための図である。

[図12A]図１２Ａは、垂直方向に輝度が傾斜するグラデーション領域を重ねた領域を垂直方向にスキャンした場合の輝度変化の例を示す図である。

[図12B]図１２Ｂは、垂直方向に輝度が傾斜するグラデーション領域を重ねた領域を垂直方向にスキャンした場合の輝度変化の例を示す図である。

[図12C]図１２Ｃは、垂直方向に輝度が傾斜するグラデーション領域を重ねた領域を垂直方向にスキャンした場合の輝度変化の例を示す図である。

[図13]図１３は、第１の実施形態の第１の変形例による調整用投射画像の例を示す図である。

[図14A]図１４Ａは、第１の実施形態の第２の変形例に係る調整用投射画像の例を示す図である。

[図14B]図１４Ｂは、第１の実施形態の第２の変形例に係る調整用投射画像の例を示す図である。

[図14C]図１４Ｃは、第１の実施形態の第２の変形例に係る調整用投射画像の例を示す図である。

[図15]図１５は、第２の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図16]図１６は、第３の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの一例の構成を示すブロック図である。

[図17A]図１７Ａは、第３の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの投射画像のシフトの一例を示す図である。

[図17B]図１７Ｂは、第３の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの投射画像のシフトの一例を示す図である。

[図17C]図１７Ｃは、第３の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの投射画像のシフトの一例を示す図である。

[図17D]図１７Ｄは、第３の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの投射画像のシフトの一例を示す図である。

[図18]図１８は、第４の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムを概略的に示すブロック図である。

[図19A]図１９Ａは、第４の実施形態に係る投射画像の角度の調整方法について説明するための図である。

[図19B]図１９Ｂは、第４の実施形態に係る投射画像の角度の調整方法について説明するための図である。

[図19C]図１９Ｃは、第４の実施形態に係る投射画像の角度の調整方法について説明するための図である。

[図20A]図２０Ａは、第４の実施形態による投射画像の回転の有無の判定方法についてより詳細に説明するための図である。

[図20B]図２０Ｂは、第４の実施形態による投射画像の回転の有無の判定方法についてより詳細に説明するための図である。

[図21A]図２１Ａは、調整領域が回転している場合に検出される輝度変化の例を示す図である。

[図21B]図２１Ｂは、調整領域が回転している場合に検出される輝度変化の例を示す図である。

[図22]図２２は、第４の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムの一例の構成をより詳細に示すブロック図である。

[図23]図２３は、第４の実施形態に係る位置合わせ処理の例を示すフローチャートである。

[図24]図２４は、第４の実施形態に係る角度調整処理の例を示すフローチャートである。

[図25A]図２５Ａは、第５の実施形態に係る投射画像の角度調整方法について説明するための図である。

[図25B]図２５Ｂは、第５の実施形態に係る投射画像の角度調整方法について説明するための図である。

[図25C]図２５Ｃは、第５の実施形態に係る投射画像の角度調整方法について説明するための図である。

[図26A]図２６Ａは、第５の実施形態による投射画像の回転の有無の判定方法について説明するための図である。

[図26B]図２６Ｂは、第５の実施形態による投射画像の回転の有無の判定方法について説明するための図である。

[図27A]図２７Ａは、第５の実施形態に係る、重複領域をスキャンした場合の輝度の取得位置について説明するための図である。

[図27B]図２７Ｂは、第５の実施形態に係る、重複領域をスキャンした場合の輝度の取得位置について説明するための図である。

[図27C]図２７Ｃは、第５の実施形態に係る、重複領域をスキャンした場合の輝度の取得位置について説明するための図である。

[図28]図２８は、第５の実施形態の第１の変形例による調整用投射画像の例を示す図である。

[図29A]図２９Ａは、第５の実施形態の第２の変形例における調整用投射画像の第１の例を示す図である。

[図29B]図２９Ｂは、第５の実施形態の第２の変形例における調整用投射画像の第１の例を示す図である。

[図30A]図３０Ａは、第５の実施形態の第２の変形例による調整用投射画像の第２の例を示す図である。

[図30B]図３０Ｂは、第５の実施形態の第２の変形例による調整用投射画像の第２の例を示す図である。

[図30C]図３０Ｃは、第５の実施形態の第２の変形例による調整用投射画像の第２の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に図面を参照しながら、本発明に係るマルチプロジェクタシステム、プロジェクタ装置、調整装置および調整方法、ならびに、調整プログラムの好適な実施形態を説明する。係る実施形態に示す具体的な数値および外観構成などは、本発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本発明に直接関係のない要素

は詳細な説明および図示を省略している。

[0012] （第１の実施形態）

図１は、第１の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムを概略的に示す。図１に示されるマルチプロジェクタシステム１は、複数台のプロジェクタ装置（ＰＪ）10_1および10_2と、画像出力装置１１と、調整装置１２と、カメラ１３とを含む。

[0013] 画像出力装置１１は、プロジェクタ装置10_1および10_2それぞれに対して画像データを出力する。プロジェクタ装置10_1および10_2は、それぞれ、画像出力装置１１から出力された画像データを入力画像データとして入力する。そして、プロジェクタ装置10_1および10_2は、それぞれ入力画像データに対して所定の画像処理を施して投射画像データを生成し、光源からの光を光変調器により投射画像データに基づき変調して投射画像20_1および20_2としてスクリーン１４に投射する。なお、プロジェクタ装置10_1および10_2は、それぞれ水平に設置されているものとする。

[0014] ここで、２台のプロジェクタ装置10_1および10_2は、投射画像20_1および20_2を、互いに対峙する端部が所定の幅で重なるように、共通のスクリーン１４に対して投射する。このとき、投射画像20_1および投射画像20_2が重なる部分を、重複領域２１と呼ぶ。

[0015] このように、２の投射画像20_1および20_2を１のスクリーン１４に並べて投射する場合に、２台のプロジェクタ装置10_1および10_2は、投射画像20_1および20_2の接合部分に重複領域２１を持たせるようにスクリーン１４に投射する。このとき、投射画像20_1および20_2それぞれは、重複領域２１に対応する領域に、互いに同一の画像を、輝度を半分にして配置する。これにより、２の投射画像20_1および20_2が恰も連続した１つの大きな投射画像であるかのように、スクリーン１４に投射される。

[0016] この場合、プロジェクタ装置10_1および10_2は、スクリーン１４に対して投射画像20_1および20_2を正しい位置に投射する必要がある。より具体的には、プロジェクタ装置10_1および10_2は、投射画像20_1および20_2の、ス

クリーン１４上での投射位置を、水平方向および垂直方向のそれぞれについて調整して、投射画像２０$_1$における重複領域２１に対応する領域が投射される位置と、投射画像２０$_2$における重複領域２１に対応する領域が投射される位置とを一致させる。

[0017] 以下、投射画像２０$_1$と投射画像２０$_2$とで重複領域２１に対応する領域が投射される位置が一致する場合の投射画像２０$_1$および２０$_2$の位置関係を、適宜、正しい位置関係と呼ぶ。

[0018] ここで、投射画像２０$_1$および２０$_2$の投射位置は、画素単位で調整すると好ましい。例えば、連続した１の画像を２の画像に分割して投射画像２０$_1$および２０$_2$として投射する場合、両者の位置が水平および垂直方向に１画素分でもずれていると、その部分で投射画像が不連続になり、見た目に違和感を与えてしまうおそれがある。

[0019] 第１の実施形態に係るマルチプロジェクタシステム１では、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$が投射画像２０$_1$および２０$_2$をスクリーン１４に投射させる際に、投射画像２０$_1$および２０$_2$が重複領域２１を持つように、投射画像２０$_1$および２０$_2$の位置を決める。そして、マルチプロジェクタシステム１が有するカメラ１３がスクリーン１４上の重複領域２１を含む画像を撮像し、撮像して得られた撮像画像データを調整装置１２で解析した結果に基づき、投射画像２０$_1$および２０$_2$が正しい位置に投射されるように、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$による投射光の射出位置を調整する。投射光の射出位置を調整することで、投射画像の投射位置が調整される。

[0020] 図２Ａ、図２Ｂおよび図２Ｃを用いて、第１の実施形態に係る投射光の射出位置の調整方法について、概略的に説明する。以下では、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$は、それぞれの投射画像をスクリーン１４に対して水平方向に並べて投射するものとする。また、便宜上、プロジェクタ装置１０$_1$がスクリーン１４の左側に第１の投射画像を投射し、プロジェクタ装置１０$_2$がスクリーン１４の右側に第２の投射画像を投射するものとする。したがって、スクリーン１４においてプロジェクタ装置１０$_1$による第１の投射画像の右端

の一部と、プロジェクタ装置１０$_2$による第２の投射画像の左端の一部とが重ねられて、重複領域が構成されることになる。

[0021] 第１の実施形態に係るマルチプロジェクタシステム１において、画像出力装置１１は、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$のそれぞれについて、位置合わせ用の画像データを出力する。図２Ａおよび図２Ｂは、この位置合わせ用の画像データによる投射画像の例を示す。図２Ａは、プロジェクタ装置１０$_1$について出力された位置合わせ用の画像データによる投射画像３０$_1$（調整用投射画像３０$_1$とする）の例を示す。また、図２Ｂは、プロジェクタ装置１０$_2$について出力された位置合わせ用の画像データによる投射画像３０$_2$（調整用投射画像３０$_2$とする）の例を示す。

[0022] なお、図２Ａおよび図２Ｂ、ならびに、以降の同様な図において、縦方向を画像の垂直方向（Ｖ）、横方向を画像の水平方向（Ｈ）とする。

[0023] 図２Ａに示される調整用投射画像３０$_1$と、図２Ｂに示される調整用投射画像３０$_2$は、右端部分と左端部分とが重ねられて、スクリーン１４に投射される。図２Ｃは、調整用投射画像３０$_1$と調整用投射画像３０$_2$とが重ねられて投射された例を示す。図２Ｃにおいて、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$が重ねられた部分を、重複領域３３’として示す。また、スクリーン１４に投射される調整用投射画像３０$_1$の左端から、調整用投射画像３０$_2$の右端までを含む投射画像を、全体投射画像３００と呼ぶ。

[0024] 図２Ａに例示する調整用投射画像３０$_1$において、重複領域３３’に対応する領域３３$_1$は、２の領域３１０および３１１を含む。領域３１０は、図中に矢印で示されるように、垂直方向に、上から下に向けて一定の傾斜で輝度が減少するグラデーションの画像となっている。また、領域３１１は、領域３１０のグラデーションの輝度の傾斜の方向に対して交差する方向に、図の左側から右側に向けて一定の傾斜で輝度が減少（図中の矢印参照）するグラデーションの画像となっている。

[0025] ここで、グラデーションによる最大の輝度および最小の輝度は、それぞれ画像データにおける最大輝度および最小輝度であるものとする。一例として

、画像データを構成する各画素のビット深度が８ビットである場合、最大輝度の輝度値が２５５、最小輝度の輝度値が０となり、グラデーションにより輝度が輝度値２５５から輝度値０に減少する。また、グラデーションにおける輝度の傾斜は、一次関数的であるとする。以下、輝度によるグラデーションを含む領域３１０および領域３１１を、それぞれグラデーション領域３１０およびグラデーション領域３１１と呼ぶ。

[0026] 調整用投射画像30_1において、グラデーション領域３１０および３１１以外の領域３１２は、輝度値が画像データの最大輝度とされる。詳細は後述するが、この領域３１２の輝度は、位置合わせ処理を行う際の基準になるので、以下、領域３１２を基準領域３１２と呼ぶ。

[0027] 図２Ｂに例示する調整用投射画像30_2において、重複領域３３’に対応する領域33_2は、２の領域３２０および３２１を含む。これら領域３２０および３２１は、上述したグラデーション領域３１０および３１１とそれぞれ逆の方向の輝度の傾斜を持つグラデーション領域となっている。すなわち、グラデーション領域３２０は、図中に矢印で示されるように、下から上に向けて一定の傾斜で輝度が減少するグラデーションの画像となっている。また、グラデーション領域３２１は、領域３２０のグラデーションの輝度の傾斜の方向に対して交差する方向に、図の右から左に向けて一定の傾斜で輝度が減少するグラデーションの画像となっている。

[0028] さらに、グラデーション領域３２０および３２１以外の領域３２２は、輝度値が画像データの最大輝度とされる。領域３２２は、位置合わせ処理を行う際の基準になる基準領域３２２である。

[0029] なお、領域３１１における輝度の減少の方向と、領域３１０における輝度の減少の方向とは、互いに直交していることが望ましい。また、領域３１０における輝度の傾斜の方向は、必ずしも垂直方向でなくてもよい。以下では、領域３１１における輝度の減少の方向と、領域３１０における輝度の減少の方向とが直行し、領域３１０における輝度の傾斜の方向が垂直方向であるものとして説明する。

[0030] このように、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$は、構成された調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$を、領域３３$_1$および３３$_2$を重ねてスクリーン１４に投射する。すると、グラデーション領域３１０の画像とグラデーション領域３２０の画像とが合成されて、図２Ｃに示す領域３３０の画像となる。同様に、グラデーション領域３１１の画像とグラデーション領域３２１の画像とが合成されて、図２Ｃに示す領域３３１の画像となる。すなわち、領域３３０および３３１では、それぞれ互いに輝度が逆方向に傾斜するグラデーション画像が合成されることになる。

[0031] このとき、調整用投射画像３０$_1$の投射位置と、調整用投射画像３０$_2$の投射位置とが正しい位置関係にあると、各領域３３０および３３１の輝度が、重複領域３３’周辺の領域３１２および３２２の輝度と同一となり、全体として輝度が均一な投射画像が得られる。一方、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の投射位置が正しい位置関係に無い場合、各領域３３０および３３１の輝度が重複領域３３’の周辺の領域３１２および３２２の輝度と異なってしまい、輝度が均一な投射画像とならない。

[0032] 第１の実施形態では、この、各領域３３０および３３１の輝度と、基準領域３１２または３２２の輝度との差分に基づき、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$による投射画像の射出位置を調整して、プロジェクタ装置１０$_1$による投射画像と、プロジェクタ装置１０$_2$による投射画像との位置合わせを行う。

[0033] 図３Ａおよび図３Ｂ、ならびに、図４Ａ、図４Ｂおよび図４Ｃを用いて、第１の実施形態に係る、グラデーション画像を用いた位置合わせについて、概略的に説明する。なお、図３Ａおよび図３Ｂ、ならびに、図４Ａ、図４Ｂおよび図４Ｃにおいて、縦軸は輝度、横軸は水平方向の位置（位置Ｈと記す）を示す。図３Ａは、図２Ａに示す調整用投射画像３０$_1$の、グラデーション領域３１１を含む水平方向の輝度変化の例を示す。図３Ａにおいて、位置ａは、グラデーション領域３１１と領域３１２との境界を示し、位置ｂは、グラデーション領域３１１の右端すなわち調整用投射画像３０$_1$の右端を示す。したがって、位置ａおよび位置ｂ間の距離Ｄは、重複領域３３’の水平方向

の幅を示す。領域３１２の輝度を、輝度L_1とする。線３４１に示されるように、位置ａから位置ｂまでの距離Ｄで、輝度L_1から輝度L_0まで、所定の傾斜で輝度が減少している。

[0034] 図３Ｂは、図２Ｂに示す調整用投射画像30_2の、グラデーション領域３２１を含む水平方向の輝度変化の例を示す。図３Ｂにおいて、位置ｃは、グラデーション領域３２１の左端すなわち調整用投射画像30_2の左端を示し、位置ｄは、グラデーション領域３２１と領域３２２との境界を示す。領域３２２の輝度を、領域３１２と同様に輝度L_1とする。この例では、線３４２に示されるように、位置ｃから位置ｄまでの距離Ｄで、輝度L_0から輝度L_1まで、所定の傾斜で輝度が増加している。

[0035] 図４Ａ、図４Ｂおよび図４Ｃは、調整用投射画像30_1および30_2の領域33_1および33_2を合わせて重ねた場合の水平方向の輝度変化の例を示す。領域33_1と領域33_2とを、水平方向に位置を一致させて、正しい位置関係で重ねた場合の輝度変化の例を、図４Ａに線３４３Ａとして示す。このように、輝度の傾斜が互いに逆方向の２のグラデーションにおいて輝度の最大値と最小値とがそれぞれ同一の場合、互いの傾斜の中央、すなわち、輝度が最大値の１／２の位置で輝度が一致するように各調整用投射画像30_1および30_2を重ねることで、全体として輝度が最大値（輝度L_1）であって、輝度変化が無い投射画像を得ることができる。

[0036] 図４Ｂは、領域33_1と領域33_2とを、正しい位置関係に対して遠ざけて重ねた場合の輝度変化の例を示す。この場合、２のグラデーションの互いの傾斜における、輝度が最大値の１／２未満の位置で領域33_1と領域33_2とで輝度が一致する。そのため、線３４３Ｂに例示されるように、線３４１および３４２の傾斜部分が互いに重なる部分は、投射画像の輝度が輝度L_1未満となり、周囲（領域３１２および３２２）と比べて輝度L_1との差分の輝度ΔＬの分だけ暗くなることになる。

[0037] 図４Ｃは、領域33_1と領域33_2とを、正しい位置関係に対して近付けて重ねた場合の輝度変化の例を示す。この場合、２のグラデーションの互いの傾

斜における、輝度が最大値の１／２を超える位置で領域３３$_1$と領域３３$_2$とで輝度が一致する。そのため、線３４３Ｃに例示されるように、線３４１および３４２の傾斜部分が互いに重なる部分は、投射画像の輝度が輝度Ｌ$_1$を超え、周囲（領域３１２および３２２）と比べて輝度Ｌ$_1$との差分の輝度ΔＬの分だけ明るくなることになる。

[0038] このように、第１の実施形態によれば、領域３３$_1$と領域３３$_2$とに互いに輝度の傾斜の方向が逆のグラデーション領域を設けているため、領域３３$_1$と領域３３$_2$とを重ねた際の位置のずれが、領域３３$_1$と領域３３$_2$とを重ねた重複領域３３’の輝度となって現れる。第１の実施形態では、この重複領域３３’の輝度を取得することで、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$により投射される投射光の射出位置を調整する。

[0039] 図５は、第１の実施形態に係るマルチプロジェクタシステム１の一例の構成を、より詳細に示す。なお、図５において、上述した図１と共通する部分には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

[0040] 画像出力装置１１は、画像出力部１１０を有する。画像出力部１１０は、上述した調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$を投射するための各調整用画像データを出力する。各調整用画像データは、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$に対して、入力画像データとしてそれぞれ供給される。

[0041] 画像出力部１１０は、所定のプログラムなどにより各調整用画像データを生成して出力してもよいし、ＲＯＭ(Read Only Memory)などに予め記憶された投射画像データを読み出して出力してもよい。また、図５では、画像出力装置１１が各プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$に共通の構成として示されているが、これはこの例に限定されず、各プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$それぞれについて、画像出力装置１１を設けてもよい。

[0042] プロジェクタ装置１０$_1$は、画像処理部１００$_1$と、画像表示デバイス１０１$_1$と、光源１０２$_1$と、照明光学系１０３$_1$と、投射光学系１０４$_1$と、レンズシフト部１０５$_1$とを有する。同様に、プロジェクタ装置１０$_2$は、画像処理部１００$_2$と、画像表示デバイス１０１$_2$と、光源１０２$_2$と、照明光学系１０３$_2$と、

投射光学系１０４$_2$と、レンズシフト部１０５$_2$とを有する。このように、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$は、共通する構成で実現が可能であるので、以下では、プロジェクタ装置１０$_1$を例にとって説明する。

[0043] プロジェクタ装置１０$_1$において、光源１０２$_1$から射出された光が照明光学系１０３$_1$を介して画像表示デバイス１０１$_1$に入射される。画像処理部１００$_1$は、プロジェクタ装置１０$_1$に入力された入力画像データに対して所定の画像処理を施し、投射画像データとして画像表示デバイス１０１$_1$に対して出力する。

[0044] 画像表示デバイス１０１$_1$は、例えばＬＣＯＳ(Liquid crystal on silicon)であって、入射された光を画像データに従い変調して出射する。画像表示デバイス１０１$_1$は、照明光学系１０３$_1$から入射された光を、画像処理部１００$_1$から供給された投射画像データに従い変調して出射する。画像表示デバイス１０１$_1$から出射された光は、投射光学系１０４$_1$およびレンズシフト部１０５$_1$を介してスクリーン１４に対して投射画像として投射される。画像処理部１００$_1$に入力される入力画像データが画像出力装置１１から出力された調整用投射画像３０$_1$を投射するための画像データである場合、スクリーン１４に対して、当該調整用投射画像３０$_1$が投射される。

[0045] なお、レンズシフト部１０５$_1$は、後述する制御部１２１からの制御信号に従い、投射光学系１０４$_1$から射出される光の光軸を、水平方向および垂直方向にそれぞれ移動させることができる。レンズシフト部１０５$_1$で投射光学系１０４$_1$から射出される光の光軸を移動させることで、投射画像がスクリーン１４に投射される位置を調整することができる。

[0046] スクリーン１４には、プロジェクタ装置１０$_2$からも同様にして、調整用投射画像３０$_2$が投射される。このとき、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$は、重複領域３３’が形成されるように、スクリーン１４に投射される。

[0047] 調整装置１２は、解析部１２０および制御部１２１を有する。解析部１２０は、カメラ１３により、スクリーン１４上の例えば全体投射画像３００を含むように撮像された撮像画像データを解析し、上述した領域３３０および

３３１における輝度変化を求める。解析部１２０は、求めた輝度変化を示す情報を、制御部１２１に供給する。

[0048] 制御部１２１は、解析部１２０から供給された輝度変化を示す情報に基づき、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の投射位置、すなわち、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$による投射画像の射出位置を調整するための制御信号を生成する。プロジェクタ装置１０$_1$の射出位置を調整するための制御信号は、プロジェクタ装置１０$_1$のレンズシフト部１０５$_1$に供給される。また、プロジェクタ装置１０$_2$の射出位置を調整するための制御信号は、プロジェクタ装置１０$_2$のレンズシフト１０５$_2$に供給される。

[0049] 次に、上述した構成によって実行される位置合わせ処理について説明する。図６は、第１の実施形態に係る位置合わせ処理の例を示すフローチャートである。なお、以下では、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$は、投射画像２０$_1$および２０$_2$を水平方向に並べてスクリーン１４に投射し、投射画像２０$_1$が左側に、投射画像２０$_2$が右側にそれぞれ配置されるものとする。また、位置合わせ処理には、図２Ａおよび図２Ｂで説明した調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$を用いるものとする。

[0050] 図６において、ステップＳ１０で、２台のプロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$（図６では、それぞれプロジェクタＰＪ＃１、ＰＪ＃２と記載）により、それぞれ調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$がスクリーン１４に投射する。このとき、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$によるスクリーン１４上の画像が重複領域３３’を持つように、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$の位置などが、例えば目視によりスクリーン１４上の投射画像を確認しながら調整される。したがって、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$は、正しい位置関係に対してズレを含んで投射されている可能性がある。

[0051] 次のステップＳ１１で、カメラ１３がスクリーン１４上の投射画像を撮像する。カメラ１３は、少なくともスクリーン１４上の調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の全体を撮像画像が含み、且つ、煽り角による被写体画像の歪みが発生しないように撮像する。撮像画像は、調整装置１２に供給され、解析部

１２０に入力される。

[0052] 次のステップＳ１２で、解析部１２０は、入力された撮像画像を解析して、図２Ｃに示すような、グラデーション領域３１０および３２０が重ねられた領域３３０における輝度と、グラデーション領域３１１および３２１が重ねられた領域３３１における輝度とを求める。また、解析部１２０は、重複領域３３’外の領域３１２および３２２のうち少なくとも一方の輝度を求める。解析部１２０は、求めた輝度を示す情報を、制御部１２１に供給する。

[0053] 制御部１２１は、解析部１２０から供給された各輝度に基づき、領域３３０および３３１における各輝度が、重複領域３３’外の輝度と等しくなるように、プロジェクタ装置10_1および10_2による投射画像の射出位置を調整するための制御信号を生成する。制御部１２１は、生成した制御信号を、例えばプロジェクタ装置10_1のレンズシフト部105_1に供給する。

[0054] これに限らず、制御部１２１は、制御信号をプロジェクタ装置10_2のレンズシフト部105_2に供給してもよいし、レンズシフト部105_1および105_2にそれぞれ供給してもよい。

[0055] レンズシフト部105_1は、供給された制御信号に従い、射出する光の光軸を水平方向および垂直方向に移動させ、投射画像の射出位置を調整する。これにより、スクリーン１４上に投射される調整用投射画像30_1および30_2の位置関係が、正しい位置関係に修正される。

[0056] 図７は、図６のステップＳ１２の処理をより詳細に示すフローチャートである。ステップＳ１００で、解析部１２０は、領域３３１を含む水平方向の輝度変化を取得し、領域３３１の輝度を求める。一例として、解析部１２０は、図８に例示されるように、カメラ１３から供給された撮像画像に含まれる全体投射画像３００において、矢印Ａで示されるように、領域３３１と、領域３１２および領域３２２のうち少なくとも一方とを含むように水平方向に画素をスキャンして、各画素の輝度値を求める。

[0057] このとき、解析部１２０は、１ライン分のみをスキャンしてもよいし、数ライン分をスキャンして、垂直方向に位置が対応する各画素の輝度値を平均

して用いてもよい。解析部１２０は、スキャンして求めた各画素の輝度値を、制御部１２１に供給する。

[0058] 次のステップＳ１０１で、制御部１２１は、解析部１２０から供給された各画素の輝度値に基づき、投射画像の射出位置に対する水平方向の位置調整量を算出する。そして、制御部１２１は、算出した位置調整量に基づき、レンズシフト部105_1において光軸を水平方向に移動させる制御信号を生成する。制御部１２１は、生成した制御信号をレンズシフト部105_1に供給する。これにより、レンズシフト部105_1において光軸が水平方向に移動され、水平方向の投射位置が調整される。

[0059] なお、制御部１２１は、領域３１２または領域３２２から取得された輝度値を、レジスタなどに記憶する。

[0060] 次のステップＳ１０２で、解析部１２０は、領域３３０を含む垂直方向の輝度変化を取得し、領域３３０の輝度を求める。より具体的には、解析部１２０は、図９に例示されるように、カメラ１３から供給された撮像画像に含まれる全体投射画像３００において、矢印Ｂで示されるように、領域３３０を含むように垂直方向に画素をスキャンして、各画素の輝度値を求める。

[0061] このとき、解析部１２０は、１ライン分のみをスキャンしてもよいし、数ライン分をスキャンして、水平方向に位置が対応する各画素の輝度値を平均して用いてもよい。解析部１２０は、スキャンして求めた各画素の輝度値を、制御部１２１に供給する。

[0062] 次のステップＳ１０３で、制御部１２１は、解析部１２０から供給された各画素の輝度値と、ステップＳ１０１で記憶された、領域３１２または３２２の画素の輝度値とに基づき、投射画像の射出位置に対する垂直方向の位置調整量を算出する。そして、制御部１２１は、算出した位置調整量に基づき、レンズシフト部105_1において光軸を垂直方向に移動させる制御信号を生成する。制御部１２１は、生成した制御信号をレンズシフト部105_1に供給する。これにより、レンズシフト部105_1において光軸が垂直方向に移動され、垂直方向の投射位置が調整される。

[0063] なお、上述では、ステップＳ１０１およびステップＳ１０３により、水平方向の射出位置の調整と、垂直位置の射出位置の調整とを分けて行うように説明したが、これはこの例に限定されない。例えば、制御部１２１は、ステップＳ１００の処理により水平方向の輝度変化を取得した後にステップＳ１０２の処理により垂直方向の輝度変化を取得し、取得された水平および垂直方向の輝度変化に基づきレンズシフト部105_1において光軸を水平および垂直方向それぞれに移動させる制御信号を生成してもよい。また、ステップＳ１０１の処理の後にカメラ１３で投射画像を再び撮像し、再撮像された撮像画像に基づきステップＳ１０２以降の処理を行なってもよい。

[0064] 図１０、ならびに、図１１Ａ、図１１Ｂおよび図１１Ｃを用いて、ステップＳ１０１での制御部２１の処理について、より詳細に説明する。なお、図１１Ａ、図１１Ｂおよび図１１Ｃは、それぞれ上述した図４Ａ、図４Ｂおよび図４Ｃに対応する図であって、図４Ａ、図４Ｂおよび図４Ｃに対応する部分には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

[0065] 図１０のフローチャートにおいて、ステップＳ１１０で、制御部１２１は、解析部１２０から供給された各画素の輝度値が水平方向で変化しているか否かを判定する。制御部１２１は、解析部１２０から供給された各画素の輝度値が全て所定の範囲内に収まっている場合、輝度値が変化していないと判定する。この場合、図１１Ａに線３４３Ａで示されるように、全体として輝度値が一定であって、調整用投射画像301_1および302_2が正しい位置関係で投射されていると判断できる。そのため、制御部１２１は、レンズシフト部105_1に対する光軸移動の制御信号を生成せずに、図１０のフローチャートによる一連の処理を終了する。

[0066] 一方、制御部１２１は、ステップＳ１１０で解析部１２０から供給された各画素の輝度値が水平方向で変化していると判定した場合、処理をステップＳ１１１に移行させる。ステップＳ１１１で、制御部１２１は、解析部１２０から供給された各画素の輝度値から、基準の輝度値L_1を取得する。例えば、制御部１２１は、水平方向の、基準領域３１２または３２２内に予め定め

られた位置の画素の画素値を、基準の輝度値L_1として取得する。制御部１２１は、取得した輝度値L_1をレジスタなどに記憶する。

[0067] 次のステップＳ１１２で、制御部１２１は、輝度値の変化の中央部の輝度値L_2を取得する。制御部１２１は、例えば水平方向の中央部分の画素の画素値を、輝度値の変化の中央部の輝度値L_2として取得してもよいし、輝度値の画素毎の変化を検出して、変化の中央部の輝度値L_2を取得してもよい。

[0068] 次のステップＳ１１３で、制御部１２１は、輝度値L_1から輝度値L_2を減じて、輝度値L_1および輝度値L_2の差分輝度ΔＬを求める。ここでは、制御部１２１は、輝度値L_1から輝度値L_2を減じて、差分輝度ΔＬを求めるものとする。

[0069] 次のステップＳ１１４で、制御部１２１は、差分輝度ΔＬが０を超えるか否かを判定する。若し、差分輝度ΔＬが０を超えると判定した場合、制御部１２１は、処理をステップＳ１１５に移行させる。

[0070] ステップＳ１１５で、制御部１２１は、ステップＳ１１３で求めた差分輝度ΔＬから、調整用投射画像30_1および30_2の投射位置の、正しい位置関係に対するずれ量ΔＤを算出する。そして、制御部１２１は、算出したずれ量ΔＤに基づき、調整用投射画像30_1および30_2の投射位置をずれ量ΔＤだけ遠ざけるための、レンズシフト部105_1に対する制御信号を生成する。制御部１２１は、生成した制御信号をレンズシフト部105_1に供給し、図１０のフローチャートによる一連の処理を終了させる。

[0071] 一方、上述のステップＳ１１４で、制御部１２１は、差分輝度ΔＬが０未満であると判定した場合、処理をステップＳ１１６に移行させる。ステップＳ１１６で、制御部１２１は、ステップＳ１１３で求めた差分輝度ΔＬから、調整用投射画像30_1および30_2の投射位置の、正しい位置関係に対するずれ量ΔＤを算出する。そして、制御部１２１は、算出したずれ量ΔＤに基づき、調整用投射画像30_1および30_2の投射位置をずれ量ΔＤだけ近付けるための、レンズシフト部105_1に対する制御信号を生成する。制御部１２１は、生成した制御信号をレンズシフト部105_1に供給し、図１０のフローチャ

ートによる一連の処理を終了させる。

[0072] なお、上述のステップＳ１１０において、輝度変化が無いと判定された場合が、差分輝度ΔＬが０である例に相当する。

[0073] 上述のステップＳ１１５およびステップＳ１１６の処理について、図１１を参照しながらより詳細に説明する。差分輝度ΔＬが０を超えるケースは、図１１Ｃの例に対応し、調整用投射画像３０_1および３０_2の投射位置が正しい位置関係に対してさらに近付く方向に、ずれ量ΔＤだけずれていることを示している。また、差分輝度ΔＬが０未満のケースは、図１１Ｂの例に対応し、調整用投射画像３０_1および３０_2の投射位置が正しい位置関係に対して遠ざかる方向に、ずれ量ΔＤだけずれていることを示している。

[0074] この、ずれ量ΔＤは、下記のようにして求められる。

[0075] グラデーションにおいて輝度が最大の輝度$Ｌ_1$から最小の輝度$Ｌ_0$（＝０）まで変化する距離を距離Ｄとして、輝度$Ｌ_1$、輝度$Ｌ_0$および距離Ｄが等しく、傾きが逆の２のグラデーションを、それぞれの輝度$Ｌ_1$と輝度$Ｌ_0$の位置を合わせて重ねる。このとき、重ねた２のグラデーションの位置がずれ量ΔＤだけずれていたものとする。この場合において、一方のグラデーションの輝度$Ｌ_1$の位置または輝度$Ｌ_0$の位置が他方のグラデーションの傾きの範囲内に含まれる範囲における、２のグラデーションの輝度を合成した合成輝度を輝度$Ｌ_2$とする。また、輝度$Ｌ_1$と輝度$Ｌ_2$との差分を、差分輝度ΔＬとする。

[0076] この場合、グラデーションによる輝度の傾斜が１次関数的であれば、図１１Ｂおよび図１１Ｃから分かるように、ずれ量ΔＤと距離Ｄとの比と、差分輝度ΔＬと輝度$Ｌ_1$との比が等しくなる。この比に基づく各値の関係を、下記の式（１）に示す。

$$ΔＤ／Ｄ＝ΔＬ／Ｌ_1 \quad …（１）$$

[0077] この式（１）をずれ量ΔＤについて解くと、下記の式（２）が得られ、距離Ｄおよび輝度$Ｌ_1$が既知の場合、ずれ量ΔＤが差分輝度ΔＬに基づき算出できることが分かる。

$$ΔＤ＝(ΔＬ／Ｌ_1)×Ｄ \quad …（２）$$

[0078] なお、距離Ｄは、上述したように、グラデーション領域３１１および３２１における輝度の傾斜の幅に相当する。また、この例では、距離Ｄは、調整用投射画像３０_1および３０_2の投射位置が正しい位置関係にある場合の、重複領域３３’の幅に等しい。

[0079] ここで、上述の距離Ｄを画素数で表した場合に、カメラ１３における輝度の分解能が１／Ｄ以上あれば、ずれ量ΔＤを画素単位で求めることができる。この点について説明する。上述の式（１）を差分輝度ΔＬについて解くと、下記の式（３）が得られる。

$$\Delta L = (\Delta D / D) \times L_1 \quad \cdots (3)$$

[0080] 式（３）において、ずれ量ΔＤを１画素とすると、下記の式（４）が得られ、１画素のずれに対する輝度の変化は、輝度$Ｌ_1$を距離Ｄで除した値となる。したがって、輝度$Ｌ_1$に対する分解能が１／Ｄ以上あれば、１画素のずれを認識できる。

$$\Delta L = L_1 / D \quad \cdots (4)$$

[0081] カメラ１３の輝度の分解能は、カメラ１３で扱う画素のビット深度に対応し、画素のビット深度が８ビットの場合には、分解能は１／２５６となる。同様に、画素のビット深度が１０ビット、１２ビット、…であれば、分解能は、１／１０２４、１／４０９６などとなる。

[0082] 例えば、重複領域３３’の水平方向の幅が６４画素すなわち距離Ｄ＝６４画素であれば、調整用投射画像３０_1および３０_2の投射位置が正しい位置関係から１画素分ずれた場合（ΔＤ＝１）、上述の式（４）に従い、カメラ１３の輝度の分解能が１／６４以上あれば、このずれを認識できることになる。既に述べたように、扱う画素のビット深度が８ビットのカメラでも、輝度について１／２５６の分解能がある。そのため、一般的なカメラを用いた場合であっても、１画素のずれを十分認識可能である。

[0083] また、システムの制約などで重複領域３３’を広くする必要がある場合は、カメラ１３としてビット深度が１０ビット、１２ビットなど、さらに多ビットのものを選択すればよい。

[0084] なお、上述において、カメラ１３のダイナミックレンジは、多くのカメラに一般的に備えられている自動露出機能により、適切に制御されているものとする。

[0085] 次に、図７のフローチャートにおけるステップＳ１０３の、垂直方向の位置調整について説明する。上述の図２Ｃの構成では、垂直方向に輝度が傾斜するグラデーション領域３１０および３２０が重ねられる領域３３０は、輝度の傾斜の一端が調整用投射画像３０_{1}の上端に一致し、輝度の傾斜の他端が、グラデーション領域３１１および３２１が重ねられる領域３３１の上端に接している。そのため、垂直方向に画素をスキャンした際の輝度変化が、上述した領域３３１を水平方向に画素をスキャンした際の輝度変化と異なる。例えば、図２Ｃの場合の垂直方向のスキャンでは、基準領域３１２または３２２の画素の情報を得られず、基準となる輝度$Ｌ_{1}$が取得できない。

[0086] 図１２Ａ、図１２Ｂおよび図１２Ｃは、垂直方向に輝度が傾斜するグラデーション領域３１０および３２０を重ねた領域３３０を垂直方向にスキャンした場合の輝度変化の例を示す。図１２Ａ、図１２Ｂおよび図１２Ｃにおいて、縦軸は輝度、横軸は垂直方向の位置（位置Ｖと記す）を示す。なお、ここでは、上述の処理により水平方向の位置合わせが完了しており、重複領域３３’の水平方向の中心を、垂直方向にスキャンするものとする。そのため、領域３３_{1}内では、調整用投射画像３０_{1}および３０_{2}の輝度は、それぞれ基準の輝度$Ｌ_{1}$の１／２となっている。

[0087] 図２Ａ、図２Ｂおよび図２Ｃを参照し、領域３３_{1}と３３_{2}とを垂直方向に位置を一致させて、正しい位置関係で重ねた場合の重複領域３３’における輝度変化の例を、図１２Ａに線３５３Ａとして示す。この場合、調整用投射画像３０_{2}における輝度は、図中に線３５１として示されるように、グラデーション領域３２１内では輝度$Ｌ_{1}$の１／２であり、グラデーション領域３２０に入ったところで輝度$Ｌ_{1}$となって、以降、グラデーション領域３２０の端に向けて所定の傾斜で輝度が減少する。また、調整用投射画像３０_{1}における輝度は、図中に線３５２として示されるように、グラデーション領域３１１内で

は輝度L_1の１／２であり、グラデーション領域３１０に入ったところで輝度が０となって、以降、グラデーション領域３１０の端に向けて所定の傾斜で輝度が増加し、当該端の位置で輝度L_1となる。

[0088] 図１２Ｂは、領域33_1と領域33_2とを、正しい位置関係に対して遠ざけて重ねた場合の、重複領域３３’における輝度変化の例を示す。この場合、例えば線３５２に示される、調整用投射画像30_1のグラデーション領域３１１内の輝度L_1／２の部分が、調整用投射画像30_2のグラデーション領域３２０内に入り込む。そのため、線３５３Ｂに例示されるように、輝度が輝度L_1を超える、輝度突出箇所が発生する。この場合であっても、スキャン位置が調整用投射画像30_1においてグラデーション領域３１１からグラデーション領域３１０に移行した後は、図１１Ｂの場合と同様に、差分輝度ΔＬ（＜０）が得られる。

[0089] 図１２Ｃは、領域33_1と領域33_2とを、正しい位置関係に対して近付けて重ねた場合の、重複領域３３’における輝度変化の例を示す。この場合、例えば線３５２に示される、調整用投射画像30_1のグラデーション領域３１０内の輝度が０から増加を開始する部分が、調整用投射画像30_2のグラデーション領域３２１内に入り込む。そのため、線３５３Ｃに例示されるように、輝度が輝度L_1／２まで下がる、輝度陥没箇所が発生する。この場合であっても、スキャン位置が調整用投射画像30_2においてグラデーション領域３２１からグラデーション領域３２０に移行した後は、図１１Ｃの場合と同様に、差分輝度ΔＬ（＞０）が得られる。

[0090] このように、調整用投射画像30_1および30_2を水平方向に並べて位置合わせを行う場合において、水平方向に輝度が傾斜するグラデーション領域と、垂直方向に輝度が傾斜するグラデーション領域とを接して調整用投射画像30_1および30_2を構成する場合、輝度のスキャンの方向によっては、輝度突出箇所や輝度陥没箇所が検出されることになる。そのため、解析部１２０や制御部１２１において、スキャンにより得られた輝度に対して、閾値判定やエッジ判定などにより輝度突出箇所や輝度陥没箇所を検出し、検出された輝度

突出箇所や輝度陥没箇所を考慮して、ずれ量ΔＤを算出する処理を行うと、好ましい。

[0091] また、この例では、垂直方向の輝度スキャンでは基準の輝度$Ｌ_1$を取得できない。そのため、制御部１２１は、例えば図７のフローチャートのステップＳ１０１で水平方向のスキャンの際に記憶した輝度$Ｌ_1$を用いて、上述の式（２）に従いずれ量ΔＤを算出する。このときの制御部１２１による処理は、ステップＳ１０を用いて説明した処理と同様となる。

[0092] さらに、この例では、例えば調整用投射画像３０_1において、水平方向に輝度が傾斜するグラデーション領域３１１と、垂直方向に輝度が傾斜するグラデーション領域３１０とが接するように構成しているが、これはこの例に限定されない。すなわち、グラデーション領域３１１とグラデーション領域３１０との間に輝度$Ｌ_1$の部分を設けることで、上述した輝度突出箇所や輝度陥没箇所が発生せず、位置調整を、水平方向の位置調整と同様にして実行することができる。

[0093] さらにまた、上述では、例えば調整用投射画像３０_1において、グラデーション領域３１０および３１１を、調整用投射画像３０_1の右端部の全体に対して設けているが、これはこの例に限定されない。すなわち、グラデーション領域３１０および３１１は、調整用投射画像３０_1の右端部の一部に設けてもよいし、右端に接することなく重複領域３３’内に島状に設けてもよい。勿論、これらの場合であっても、調整用投射画像３０_2におけるグラデーション領域３２０および３２１を、調整用投射画像３０_1と調整用投射画像３０_2とを重複領域３３’を持って重ねたときに、調整用投射画像３０_1におけるグラデーション領域３１０および３１１と位置が対応するように設ける。

[0094] なお、従来の、投射画像を撮像し、撮像画像に基づき投射画像を画素単位で位置認識して位置合わせを行う方法において、１つの投射画像が例えば１９２０画素×１０８０画素（略２００万画素）の解像度を有している場合、３２倍の６４００万画素程度の画素解像度を有するカメラを用いる必要があった。

[0095] すなわち、解像度が略２００万画素の投射画像を、カメラで撮像して正しくサンプリングするためには、サンプリング定理に従い水平および垂直方向共に２倍の解像度が必要となる。したがって、この時点で、２００万画素×２×２＝８００万画素の解像度を持つカメラが必要となる。さらに、投射画像を移動させながら投射位置調整を行うため、カメラの撮像範囲に対して裕度が必要となる。仮に、投射画像の範囲に対してカメラの撮像範囲を水平および垂直方向にそれぞれ$\sqrt{2}$倍とした場合、解像度としては、８００万画素×$\sqrt{2}$×$\sqrt{2}$＝１６００万画素が必要となる。

[0096] さらにまた、２の投射画像を並べて投射させるため、この２の投射画像を同時に撮像するため、水平方向にさらに２倍の解像度が必要となる。ここで、一般的には、カメラのアスペクト比は固定であるので、水平方向の解像度を２倍とすると、垂直方向の解像度も２倍となる。したがって、１６００万画素×２×２＝６４００万画素程度の解像度が必要という結論に達する。これは、１０，６６７画素×６０００画素となり、現実的ではない。

[0097] 一方、第１の実施形態によれば、調整用投射画像30_1および30_2を重ねる重複領域３３’の輝度に基づき位置調整を行う。そのため、第１の実施形態によれば、例えばグラデーション領域３１０および３１１における輝度の傾斜の幅分（Ｄ画素分）の画素領域の輝度をみればよいため、１画素単位の認識を行う従来技術に対して、カメラの解像度が１／Ｄであればよい。したがって、カメラの解像度は、１の投射画像の解像度の３２／Ｄ倍以上であればよく、従来の技術に対してカメラに必要とされる解像度が大幅に緩和される。

[0098] なお、上述では、レンズシフト部105_1がプロジェクタ装置10_1の構成に含まれるように説明したが、これはこの例に限定されない。例えば、レンズシフト部105_1をプロジェクタ装置10_1のオプションとして、投射光学系104_1に対して取り付けて用いるようにしてもよい。また、２台のプロジェクタ装置10_1および10_2を用いる場合、何れか一方について射出位置調整を行えばよく、その場合、射出調整を行わない側のプロジェクタ装置では、レン

ズシフト部を省略できる。

[0099] （第１の実施形態の第１の変形例）

次に、第１の実施形態の第１の変形例について説明する。上述の第１の実施形態では、１の調整用投射画像に対して、輝度の傾斜の方向が互いに直交する２のグラデーション領域による組を一組のみ、設けていたが、これはこの例に限定されない。本第１の変形例は、１の調整用投射画像に対して、輝度の傾斜の方向が互いに直交する２のグラデーション領域による組を２以上、設けた例である。以下では、「輝度の傾斜の方向が互いに直交する２のグラデーション領域による組」を、「直交グラデーション領域の組」と呼ぶ。

[0100] 図１３は、第１の実施形態の第１の変形例による調整用投射画像の例を示す。図１３において、各調整用投射画像３０_{10}、３０_{11}、３０_{12}および３０_{13}は、頂点を共有する２辺にそれぞれ直交グラデーションの組を有している。このように、調整用投射画像に２の直交グラデーションの組を設けることで、上述した第１の実施形態による射出位置調整方法を、４の投射画像を共通のスクリーンに投射した場合に適用することができる。

[0101] より具体的には、格子状に投射される４の調整用投射画像３０_{10}、３０_{11}、３０_{12}および３０_{13}のうち、左上に投射される調整用投射画像３０_{10}は、右端に、グラデーション領域３０００および３００１を含む直交グラデーションの組が配され、下端に、グラデーション領域３００２および３００３を含む直交グラデーションの組が配される。

[0102] また、右上に投射される調整用投射画像３０_{11}は、左端に、グラデーション領域３０００および３００１に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０１０および３０１１を含む直交グラデーションの組が配され、下端に、グラデーション領域３０１２および３０１３を含む直交グラデーションの組が配される。

[0103] さらに、右下に投射される調整用投射画像３０_{13}は、上端に、グラデーション領域３０１２および３０１３に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０３２および３０３３を含む直交グラデーション

の組が配され、左端に、グラデーション領域３０３０および３０３１を含む直交グラデーションの組が配される。

[0104] さらにまた、左下に投射される調整用投射画像30_{12}は、上端に、グラデーション領域３００２および３００３に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０２２および３０２３を含む直交グラデーションの組が配され、右端に、グラデーション領域３０３０および３０３１に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０２０および３０２１を含む直交グラデーションの組が配される。

[0105] ４の調整用投射画像30_{10}、30_{11}、30_{12}および30_{13}は、対峙する辺に配された直交グラデーションの組が重なりそれぞれ重複領域を形成するように、スクリーン１４に投射される。そして、例えば調整用投射画像30_{10}の投射位置を基準として、調整用投射画像30_{10}に隣接する調整用投射画像30_{11}と、調整用投射画像30_{12}とについて、射出位置調整を行う。調整用投射画像30_{11}および30_{12}の射出位置の調整が完了した後、調整用投射画像30_{11}および30_{12}のうち何れか一方を基準として、調整用投射画像30_{13}の射出位置調整を行う。

[0106] 調整用投射画像30_{10}、30_{11}、30_{12}および30_{13}の射出位置調整が完了した後、必要に応じて、最初に基準とした調整用投射画像30_{10}以外の調整用投射画像を基準として再度、射出位置調整を実行してもよい。

[0107] （第１の実施形態の第２の変形例）

次に、第１の実施形態の第２の変形例について説明する。本第２の変形例では、それぞれ各辺に直交グラデーションの組が配され、各グラデーション領域の配置が互いに異なる２パターンの調整用投射画像を用意する。そして、この２パターンの調整用投射画像に配される各グラデーション領域は、各調整用投射画像間において位置が対応するグラデーション領域における輝度の傾斜の方向が互いに直交するように構成される。第２の変形例では、この２パターンの調整用投射画像を、異なるパターンの調整用投射画像が隣接するように投射することで、投射画像数の上限無く、実施形態による射出位置

調整を適用できる。

[0108] 図１４Ａ、図１４Ｂおよび図１４Ｃは、第１の実施形態の第２の変形例に係る調整用投射画像の例を示す。図１４Ａおよび図１４Ｂは、それぞれ２パターンの調整用投射画像のうち第１のパターン（パターンＡ）および第２のパターン（パターンＢ）の例を示す。

[0109] 図１４Ａに例示されるパターンＡの調整用投射画像３０_{20}は、右端に、グラデーション領域３０４１および３０４２を含む直交グラデーションの組が配され、下端に、グラデーション領域３０４３および３０４４を含む直交グラデーションの組が配される。調整用投射画像３０_{20}は、さらに、左端に、グラデーション領域３０４５および３０４６を含む直交グラデーションの組が配され、上端に、グラデーション領域３０４７および３０４８を含む直交グラデーションの組が配される。

[0110] 図１４Ｂに例示されるパターンＢの調整用投射画像３０_{21}は、左端に、グラデーション領域３０４１および３０４２に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０５６および３０５５を含む直交グラデーションの組が配される。また、調整用投射画像３０_{21}は、上端に、グラデーション領域３０４４および３０４３に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０５７および３０５８を含む直交グラデーションの組が配される。調整用投射画像３０_{21}は、さらに、右端に、グラデーション領域３０４６および３０４５に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０５１および３０５２を含む直交グラデーションの組が配される。調整用投射画像３０_{21}は、さらにまた、下端に、グラデーション領域３０４７および３０４８に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３０５４および３０５３を含む直交グラデーションの組が配される。

[0111] この図１４Ａおよび図１４Ｂのような組み合わせで各グラデーション領域３０４１～３０４８と各グラデーション領域３０５１～３０５８をそれぞれ配することで、例えば調整用投射画像３０_{20}と調整用投射画像３０_{21}とを何れ

の方向に並べて投射しても、第１の実施形態に係る射出位置調整方法を適用することが可能となる。

[0112] これらパターンＡの調整用投射画像３０$_{20}$と、パターンＢの調整用投射画像３０$_{21}$とを、図１４Ｃに例示されるように、同じパターンが隣接しないように並べて投射する。図１４Ｃの例では、パターンＡの調整用投射画像３０$_{20}$と、パターンＢの調整用投射画像３０$_{21}$とを、水平方向および垂直方向にそれぞれ交互に投射することで、同じパターンが隣接しない配置を実現している。

[0113] この図１４Ｃの配置の場合、例えば全ての調整用投射画像による全体の投射画像の中心点Ｃ$_{0}$を求め、他の各調整用投射画像の中心点Ｃ$_{n}$（ｎ＝１，２，３…）と中心点Ｃ$_{0}$との距離が小さい順に各調整用投射画像を投射していき、順次、射出位置を調整することが考えられる。

[0114] 図１４Ｃの例では、各調整用投射画像は、中心点Ｃ$_{0}$を含む中央の調整用投射画像が投射され、当該調整用投射画像の上下に隣接する２の調整用投射画像が順次投射され、投射された順に、中央の調整用投射画像を基準として射出位置が調整される。次に、各調整用投射画像は、中央の調整用投射画像の左右に隣接する２の調整用投射画像が順次投射され、投射された順に、中央の調整用投射画像を基準として射出位置が調整される。さらに、各調整用投射画像は、中央の調整用投射画像と頂点を接する４の調整用投射画像が順次投射され、投射された順に、既に射出位置が調整された、中央の調整用投射画像の上下左右に隣接する各調整用投射画像を基準として射出位置が調整される。

[0115] この方法によれば、複数の投射画像による全体の投射画像の中心をずらさずに、各プロジェクタ装置の射出位置を調整することができる。この方法は、特に、当該全体の投射画像をスクリーンの中心に投射したい場合などに用いて好適である。

[0116] また例えば、図１４Ｃの配置の場合、各調整用投射画像は、全ての調整用投射画像による全体の投射画像の４隅のうち１点を基準点Ｐとして定め、各

調整用投射画像の中心点C_m（ｍ＝０，１，２，３…）と基準点Ｐとの距離が小さい順に各調整用投射画像を投射していき、順次、射出位置を調整することが考えられる。

[0117] 図１４Ｃの例では、左上隅を基準点Ｐとし、各調整用投射画像は、基準点Ｐを含む第１の調整用投射画像と、中心点から基準点Ｐまでの距離が最も近い、第１の調整用投射画像の直下の第２の調整用投射画像とを投射し、第１の調整用投射画像を基準として、第２の調整用投射画像の射出位置を調整する。次に、各調整用投射画像は、中心点から基準点Ｐまでの距離が２番目に近い、第１の調整用投射画像の右に隣接する第３の調整用投射画像が投射され、第１の調整用投射画像を基準として第３の調整用投射画像の射出位置が調整される。さらに次に、各調整用投射画像は、中心点から基準点Ｐまでの距離が３番目に近い、第１の調整用投射画像に対して基準点Ｐと対向する頂点が接する第４の調整用投射画像の射出位置が、既に射出位置が調整され、第４の調整用投射画像と隣接する第２または第３の調整用投射画像を基準として調整される。以降、各調整用投射画像は、中心点から基準点Ｐまでの距離に応じて、距離の小さい順に順次、調整用投射画像が投射され、既に射出位置が調整された隣接する調整用投射画像を基準として、射出位置が調整される。

[0118] この方法によれば、基準とした点をずらさずに、各プロジェクタ装置の射出位置を調整することができる。この方法は、特に、複数の投射画像による全体の投射画像の端の位置を決めて投射を行うような場合に用いて好適である。

[0119] なお、多数のプロジェクタ装置により多数の投射画像を同時に投射する場合の、各投射画像の投射位置の調整順は、上述の例に限定されるものではない。

[0120] （第２の実施形態）

次に、第２の実施形態について説明する。上述した第１の実施形態では、プロジェクタ装置１０_1および１０_2による投射光の射出位置の調整を、レンズ

シフト部１０５$_1$および１０５$_2$のレンズシフト量を調整することで行なっていた。これに対して、本第２の実施形態では、各プロジェクタ装置の台座を動かすことで、投射光の射出位置を調整する。

[0121] 図１５は、第２の実施形態に係るマルチプロジェクタシステム１の一例の構成を示す。なお、図１５において、上述した図５と共通する部分には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

[0122] 図１５に示す構成は、上述の図５に示す構成に対して、各プロジェクタ装置１０$_1$’および１０$_2$’がレンズシフト部１０５$_1$および１０５$_2$の代わりに、台座駆動部１０６$_1$および１０６$_2$を有している点が異なっている。制御部１２１’から出力される制御信号が、台座駆動部１０６$_1$および１０６$_2$にそれぞれ供給される。

[0123] プロジェクタ装置１０$_1$’および１０$_2$’は、共通する構成で実現が可能であるので、以下では、プロジェクタ装置１０$_1$’を例にとって説明する。プロジェクタ装置１０$_1$’は、メカ機構により水平方向および垂直方向にプロジェクタ装置１０$_1$’を移動可能な台座上に設置される。台座駆動部１０６$_1$は、制御部１２１’から供給される制御信号に応じて、台座のメカ機構を制御して、プロジェクタ装置１０$_1$’を水平方向および垂直方向に移動させる。これにより、プロジェクタ装置１０$_1$’による投射光の射出位置を調整できる。第２の実施形態による投射光の射出位置の調整処理は、上述した第１の実施形態の処理をそのまま適用できる。

[0124] なお、上述では、台座駆動部１０６$_1$がプロジェクタ装置１０$_1$’に含まれる構成を説明したが、これはこの例に限定されない。例えば、台座をプロジェクタ装置１０$_1$’のオプションとし、台座駆動部１０６$_1$を台座の構成に含めてもよい。また、２台のプロジェクタ装置１０$_1$’および１０$_2$’を用いる場合、何れか一方について射出位置調整を行えばよく、その場合、射出調整を行わない側のプロジェクタ装置では、台座駆動部を省略できる。

[0125] （第３の実施形態）

次に、第３の実施形態について説明する。上述した第１の実施形態および

第２の実施形態では、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$による位置合わせを、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$における投射光の射出位置を調整することで行なっていた。これに対して、第３の実施形態では、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$のうち一方、例えばプロジェクタ装置１０$_2$において、投射光の射出位置は固定とし、画像表示デバイス１０１$_2$上における調整用投射画像３０$_2$の位置をシフトさせて、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の位置合わせを行う。

[0126] これに限らず、第３の実施形態では、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$それぞれにおいて、各画像表示デバイス１０１$_1$および１０１$_2$上の調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の位置をそれぞれシフトさせてもよい。

[0127] 図１６は、第３の実施形態に係るマルチプロジェクタシステム１の一例の構成を示す。なお、図１６において、上述の図５と共通する部分には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。図１６に示す構成は、上述の図５および図１５に示す構成と比較して、各プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$がレンズシフト部１０５$_1$および１０５$_2$や、台座駆動部１０６$_1$および１０６$_2$といった、投射光の射出位置をメカ的に変更する手段を備えない。

[0128] 図１６に示す、例えばプロジェクタ装置１０$_2$において、画像処理部１００$_2$’は、例えば、入力された画像データを一旦フレームメモリ１０７$_2$に書き込む。画像処理部１００$_2$’は、フレームメモリ１０７$_2$に書き込まれた画像データに対して所定の画像処理を施し、最終的に得られた投射画像データを再びフレームメモリ１０７$_2$に書き込む。そして、画像処理部１００$_2$’は、フレームメモリ１０７$_2$から投射画像データを読み出して、画像表示デバイス１０１$_2$に対して転送する。

[0129] このとき、画像処理部１００$_2$’は、調整装置１２の制御部１２１”から供給される制御信号に従い、フレームメモリ１０７$_2$から投射画像データを読み出すタイミングを変更する。画像表示デバイス１０１$_2$における画像データの更新タイミングが一定の場合、これにより、画像表示デバイス１０１$_2$上の投射画像データの位置をシフトさせることができる。

[0130] なお、プロジェクタ装置１０$_1$における画像処理部１００$_1$’およびフレームメモリ１０７$_1$の制御は、プロジェクタ装置１０$_2$における画像処理部１００$_2$’およびフレームメモリ１０７$_2$の制御と同様である。そのため、以下では、プロジェクタ装置１０$_2$における画像処理部１００$_2$’およびフレームメモリ１０７$_2$を例にとって説明する。

[0131] 図１７Ａ、図１７Ｂ、図１７Ｃおよび図１７Ｄを用いて、第３の実施形態によるプロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$の投射画像の位置合わせ方法について説明する。なお、図１７Ａ～図１７Ｄにおいて、上述した図２と共通する部分には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。また、図１７Ａ～図１７Ｄでは、説明のため、重複領域３３’に係る部分に矢印状の画像が表示されているが、実際には、図２Ａ～図２Ｃに示したように、重複部分３３’にはそれぞれ輝度が所定に傾斜するグラデーション画像の組が配置されている。

[0132] 図１７Ａは、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$が正しい位置関係で投射され、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の投射位置に垂直および水平方向のずれが無い状態の例を示す。この場合、全体投射画像３００は、上辺および下辺がそれぞれ直線となり、長方形の形状をなしていることが分かる。また、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の重複部分に、輝度が均一とされた重複領域３３’が形成される。

[0133] 図１７Ｂは、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の投射位置が垂直方向にずれている状態の例を示す。この場合、調整用投射画像３０$_1$の投射位置の下方への移動と、調整用投射画像３０$_2$の投射位置の上方への移動とのうち少なくとも一方を行うことで、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$の投射位置の位置合わせが行われる。ここでは、調整用投射画像３０$_2$を基準として、調整用投射画像３０$_2$の投射内容を上方に移動させて位置合わせを行うものとする。

[0134] すなわち、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$によりスクリーンに調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$を投射し、カメラ１３にて投射画像を撮像する。撮像画像は、調整装置１２に供給され、解析部１２０に入力される。解析部１２

０は、上述したようにして各箇所の輝度を求め、輝度を示す情報を制御部１２１”に入力する。制御部１２１”は、解析部１２０から供給された各輝度に基づきずれ量ΔＤを算出し、ずれ量ΔＤを補正するための、各プロジェクタ装置１０_1および１０_2に対する制御信号をそれぞれ生成する。

[0135] 第３の実施形態では、図１７Ｃに示されるように、制御部１２１”は、調整用投射画像３０_2の投射位置は変えずに、投射される画像を画素単位でシフトさせる。換言すれば、制御部１２１”は、プロジェクタ装置１０_2による投射画像の射出位置は変えずに、射出する投射画像の内容を、画素単位でシフトさせる。

[0136] この例では、制御部１２１”は、フレームメモリ１０７_2から投射画像データを読み出して画像表示デバイス１０１_2に転送する際に、フレームメモリ１０７_2から投射画像データを読み出すタイミングをずれ量ΔＤに応じて制御する制御信号を生成して、画像処理部１００_2’に供給する。画像処理部１００_2’は、この制御信号に従いフレームメモリ１０７_2から投射画像データを読み出すタイミングを、画像表示デバイス１０１_2における画像データの更新タイミングに対してずらす。これにより、投射画像データによる投射画像の内容が図１７Ｃに矢印Ａで示される方向にシフトされ、画像の位置合わせがなされる。

[0137] 一例として、上述の位置合わせによる制御を行わない場合、画像表示デバイス１０１_2における画像データの更新と、フレームメモリ１０７_2からの投射画像データの読み出しとが、所定の垂直同期信号に同期して行われるものとする。また、フレームメモリ１０７_2からの投射画像データの読み出しは、画像の上端のラインから下端のラインに向けて行われるものとする。例えば図１７Ｃに示されるように、投射画像データによる投射画像の内容を上方向にシフトさせる場合、調整装置１２の制御部１２１”は、フレームメモリ１０７_2からの読み出しタイミングを、画像表示デバイス１０１_2の読み出しタイミングに対して、ずれ量ΔＤに対応する分だけ遅らせる制御信号を出力する。

[0138] 図１７Ｄは、シフト後の全体投射画像３００’の例を示す。この方法によ

れば、投射画像の内容だけがシフトされるため、プロジェクタ装置１０$_2$から射出された投射光による投射位置は、画像の位置合わせ前と同一である。すなわち、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$による各投射画像の投射位置は、図１７Ｂに示す画像の位置合わせ前と変わらず、垂直方向の位置合わせを行った直後の全体投射画像３００’の範囲は、長方形にならない。この場合、長方形に対して飛び出した部分となる領域３４$_1$および３４$_2$の画像を黒画像などに置き換えることで、全体投射画像３００’を長方形とすることができる。

[0139] 例えば、画像処理部１００$_2$’は、制御信号に従い、フレームメモリ１０７$_2$からの読み出しタイミングを画像表示デバイス１０１$_2$の読み出しタイミングに対してずらした差分のライン、すなわち、ずれ量ΔＤに対応するライン数のラインを、黒画像のラインに変換する。また、調整装置１２の制御部１２１”は、プロジェクタ装置１０$_1$の画像処理部１００$_1$’に対しても、ずれ量ΔＤに応じた制御信号を供給する。画像処理部１００$_1$’は、この制御信号に従い、ずれ量ΔＤに対応するライン数のラインを、黒画像のラインに変換する。

[0140] ここで、一方の調整用投射画像を基準として、他方の調整用投射画像のずれ量ΔＤを算出した場合について考える。この場合、ずれ量ΔＤが正の値（図１２Ｂの状態）では、画像処理部１００$_2$’は、制御部１２１”からの制御信号に従い、一方の調整用投射画像の下端と、他方の調整用投射画像の上端とに、それぞれずれ量ΔＤに対応するライン数の黒画像のラインを配する。また、ずれ量ΔＤが負の値（図１２Ｃおよび図１７Ｂの状態）では、画像処理部１００$_2$’は、制御部１２１”からの制御信号に従い、一方の調整用投射画像の上端と、他方の調整用投射画像の下端とに、それぞれずれ量ΔＤに対応するライン数の黒画像のラインを配する。

[0141] 上述では、垂直方向の位置合わせについて説明したが、第３の実施形態は、水平方向の位置合わせについても、同様の方法を適用できる。水平方向の位置合わせは、ライン毎に、画像表示デバイス上の投射画像データの位置を

、水平方向に画素単位でずれ量ΔＤに従いシフトさせることで実現できる。

[0142] この水平方向の位置合わせの場合、ずれ量ΔＤが負の値であって（図１１Ｃ参照）、例えば調整用投射画像３０_{1}を基準として調整用投射画像３０_{2}を遠ざける方向に移動させたときに、移動方向に対して逆側の端の、互いに対峙する端のずれ量ΔＤに応じた範囲の画像が重複領域３３’外に残り、調整用投射画像３０_{1}に影響を与えてしまう。この場合、当該範囲の画像は、各ラインが前ラインのずれ量ΔＤに応じた後端部分を含むことになる。また、ずれ量ΔＤが正の値であって（図１１Ｂ参照）、調整用投射画像３０_{2}を近付ける方向に移動させた場合には、移動させた調整用投射画像の移動方向の端のずれ量ΔＤに応じた範囲において、各ラインが次のラインのずれ量ΔＤに応じた先端部分を含むことになる。

[0143] したがって、水平方向の位置合わせの場合、ずれ量ΔＤが負の値の場合には、画像処理部１００_{2}’は、制御部１２１”からの制御信号に従い、移動させた調整用投射画像の、移動方向に対して逆側の端のずれ量ΔＤに応じた範囲に、黒画像の画素を配する。また、ずれ量ΔＤが正の値の場合には、画像処理部１００_{2}’は、制御部１２１”からの制御信号に従い、移動させた調整用投射画像の、移動方向の端のずれ量ΔＤに応じた範囲に、黒画像の画素を配する。

[0144] 上述したように、第３の実施形態によれば、光学的あるいはメカ的な制御を行うこと無く、複数の投射画像の位置合わせを実行できる。

[0145] （第４の実施形態）

次に、第４の実施形態について説明する。上述した第１～第３の実施形態では、プロジェクタ装置１０_{1}および１０_{2}（第１の実施形態の場合）がそれぞれ水平に設置され、これらプロジェクタ装置１０_{1}および１０_{2}による投射画像２０_{1}および２０_{2}が平行に投射されることを前提としていた。

[0146] しかしながら、実際には、投射画像２０_{1}および２０_{2}のうち一方が他方に対してある角度θで回転されて投射される場合がある。上述した第１～第３の実施形態では、投射画像２０_{1}および２０_{2}の位置合わせ処理を、投射画像２０_{1}

および２０$_2$（調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$）を水平および垂直方向に移動させることで行っている。そのため、第１～第３の実施形態による位置合わせ処理は、投射画像２０$_1$および２０$_2$の回転によるずれには対処できない。

[0147] そこで、第４の実施形態では、例えば２のプロジェクタ装置から投射される各調整用投射画像に対して、輝度の傾斜が互いに逆方向のグラデーション領域をそれぞれ設ける。そして、各グラデーション領域を各調整用投射画像間で重複させた重複領域において、輝度の傾斜と直交する方向で輝度変化を検出し、検出結果を用いて各プロジェクタ装置による投射画像の回転方向のずれの有無を判定し、判定結果に基づき、投射画像の角度を調整し、回転方向の位置合わせを行う。

[0148] この第４の実施形態による回転方向の位置合わせ処理を行った後に、上述した第１～第３の実施形態による水平および垂直方向の位置合わせ処理を行う。これにより、投射画像がある角度θで回転されている場合であっても、複数のプロジェクタ装置間の投射画像の位置合わせを高精度に行うことができる。

[0149] 図１８は、第４の実施形態に係るマルチプロジェクタシステムを概略的に示す。なお、図１８において、上述した図１と共通する部分には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。図１８に示されるマルチプロジェクタシステム１’は、上述した図１のマルチプロジェクタシステムと同様に、複数台のプロジェクタ装置１０００$_1$および１０００$_2$と、画像出力装置１１と、調整装置１２００と、カメラ１３とを含む。

[0150] 画像出力装置１１は、プロジェクタ装置１０００$_1$および１０００$_2$それぞれに対して画像データを出力する。プロジェクタ装置１０００$_1$および１０００$_2$は、それぞれ、画像出力装置１１から出力された画像データを入力画像データとして入力し、それぞれ入力画像データに対して所定の画像処理を施して投射画像データを生成し、光源からの光を光変調器により投射画像データに基づき変調して投射画像２０$_1$および２０$_2$としてスクリーン１４に投射する。２台のプロジェクタ装置１０００$_1$および１０００$_2$は、投射画像２０$_1$および２

0_2を、重複領域２１が生じるように、共通のスクリーン１４に対して投射する。

[0151] 図１９Ａ、図１９Ｂおよび図１９Ｃを用いて、第４の実施形態に係る投射画像の角度の調整方法について、概略的に説明する。図１９Ａおよび図１９Ｂは、画像出力装置１１が出力する画像データによる、第４の実施形態に係る投射画像の例を示す。図１９Ａは、左側に配置されるプロジェクタ装置1000_1について出力された角度調整用の画像データによる調整用投射画像30_{30}の例を示す。図１９Ｂは、右側に配置されるプロジェクタ装置1000_2について出力された角度調整用の画像データによる調整用投射画像30_{31}の例を示す。

[0152] これら調整用投射画像30_{30}および30_{31}は、図１９Ｃに例示されるように、右端部分と左端部分とが重ねられて、スクリーン１４に投射される。図１９Ｃにおいて、調整用投射画像30_{30}および30_{31}が重ねられた部分を、重複領域33_{30}として示し、スクリーン１４に投射される調整用投射画像30_{30}の左端から調整用投射画像30_{31}の右端までを含む投射画像を、全体投射画像３００として示している。また、図１９Ａ～図１９Ｃにおいて、垂直方向が座標ｙ、水平方向が座標ｘとしてそれぞれ示されている。この場合、座標（ｘ，ｙ）は、例えばスクリーン１４上に調整用投射画像30_{30}および30_{31}が投射された場合の、一方の調整用投射画像（調整用投射画像30_{30}とする）を基準とした座標を示す。

[0153] 図１９Ａに例示する調整用投射画像30_{30}は、重複領域33_{30}に対応する調整領域３０６０と、それ以外の領域３０６１とを含む。調整領域３０６０は、一方向に一定の傾斜で輝度が減少するグラデーションの画像となっている。図１９Ａの例では、調整領域３０６０のグラデーション画像は、図中に矢印で示されるように、左端から右端に向けて輝度が減少している。

[0154] 図１９Ｂに例示する調整用投射画像30_{31}は、重複領域33_{30}に対応する調整領域３０７０と、それ以外の領域３０７１とを含む。調整領域３０７０は、上述した調整領域３０６０と逆方向の輝度の傾斜を持つグラデーション画

像となっている。すなわち、調整領域３０７０のグラデーション画像は、図中に矢印で示されるように、右端から左端に向けて輝度が減少している。

[0155] 第４の実施形態では、調整領域３０６０および３０７０におけるグラデーションによる最大の輝度および最小の輝度は、例えば、それぞれ画像データにおける最大輝度および最小輝度とすることができる。第４の実施形態に適用可能な調整領域３０６０および３０７０におけるグラデーションは、これに限らず、調整領域３０６０および３０７０とで最大輝度と最小輝度とが互いに一致していればよい。また、第４の実施形態においては、領域３０６１および３０７１の輝度は、任意とすることができる。

[0156] なお、調整領域３０６０および３０７０において、輝度が傾斜する方向は、それぞれ調整用投射画像３０_{30}および３０_{31}の辺に平行であることが好ましい。また、図１９Ａおよび図１９Ｂの例では、輝度が傾斜する方向がそれぞれ調整用投射画像３０_{30}および３０_{31}の水平方向としているが、これはこの例に限定されず、輝度が傾斜する方向は、垂直方向であってもよいし、斜めであってもよい。

[0157] プロジェクタ装置１０００_{1}および１０００_{2}は、このように構成された調整用投射画像３０_{30}および３０_{31}を、領域３０６０および３０７０を重ねてスクリーン１４に投射する。すると、互いに傾斜が逆方向のグラデーション画像による領域３０６０の画像と領域３０７０の画像とが合成されて、図１９Ｃに示す重複領域３３_{30}の画像となる。すなわち、重複領域３３_{30}は、互いに輝度が逆方向に傾斜するグラデーション画像が合成されることになる。

[0158] このとき、調整用投射画像３０_{30}および３０_{31}が、調整領域３０６０および３０７０において、輝度の傾斜の方向が平行になるように投射されている場合、重複領域３３_{30}内の輝度が均一となる。一方、調整領域３０６０および３０７０のうち一方が他方に対してある角度θで回転している場合、重複領域３３_{30}内の輝度は、調整領域３０６０および３０７０における輝度の傾斜の方向に対して略直交する方向に傾斜する。

[0159] そこで、第４の実施形態では、調整装置１２００が、カメラ１３によりス

クリーン１４に投射された全体投射画像３００を撮像し、撮像された全体投射画像３００を解析して重複領域３３_{30}における輝度変化を取得する。そして、調整装置１２００は、取得した輝度変化に基づき、調整用投射画像３０_{30}および３０_{31}のうち一方が他方に対して回転しているか否かを判定し、回転していると判定した場合に、投射画像の角度を調整するための制御信号を生成する。

[0160] より具体的には、調整装置１２００は、図１９Ｃに矢印４００で示されるように、調整用投射画像３０_{30}および３０_{31}のうち一方（調整用投射画像３０_{30}とする）を基準として、基準となる調整用投射画像３０_{30}内の調整領域３０６０を、調整領域３０６０における輝度の傾斜の方向と直交する方向に向けてスキャンして、輝度の変化を検出する。調整装置１２００は、検出された輝度の変化が予め定められた範囲内である場合に、基準となる調整用投射画像３０_{30}に対して他の調整用投射画像３０_{31}が回転しておらず、プロジェクタ装置１０００_{1}が投射する投射画像と、プロジェクタ装置１０００_{2}が投射する投射画像とが平行であると判定する。

[0161] 一方、調整装置１２００は、検出された輝度の変化が上述の範囲を超える場合に、基準となる調整用投射画像３０_{30}に対して他の調整用投射画像３０_{31}が時計回り（右回り）および反時計回り（左回り）の何れかの回転方向に回転しており、プロジェクタ装置１０００_{1}が投射する投射画像に対して、プロジェクタ装置１０００_{2}が投射する投射画像が回転していると判定する。この場合、調整装置１２００は、投射画像の角度を調整するための制御信号を生成し、例えば他の調整用投射画像３０_{31}を投射するプロジェクタ装置１０００_{2}に供給する。

[0162] なお、以下では、一方のプロジェクタ装置が投射する投射画像と、他方のプロジェクタ装置が投射する投射画像とが平行である状態を、正しい角度関係と呼ぶ。

[0163] 図２０Ａおよび図２０Ｂを用いて、第４の実施形態による投射画像の回転の有無の判定方法について、より詳細に説明する。図２０Ａに例示されるよ

うに、調整用投射画像３０$_{31}$が、基準となる調整用投射画像３０$_{30}$に対して、調整用投射画像３０$_{31}$の中央４１０を中心として角度θで反時計回り（左回り）に回転している場合について考える。

[0164] 調整装置１２００は、図２０Ａのようにスクリーン１４上に投射された調整用投射画像３０$_{30}$および３０$_{31}$を撮像し、撮像画像を解析する。調整装置１２００は、解析結果に基づき、調整用投射画像３０$_{30}$および３０$_{31}$からなる全体投射画像３００から重複領域３３$_{30}$を抽出し、重複領域３３$_{30}$における、調整領域３０６０の輝度の傾斜の方向と直交する方向の輝度変化を抽出する。図２０Ａの例では、調整装置１２００は、矢印４００に示されるような、重複領域３３$_{30}$を構成する調整領域３０６０および３０７０のうち基準となる調整領域３０６０の下端および上端の例えば中点を通る線に沿って画像をスキャンして輝度を取得する。なお、調整装置１２００は、調整領域３０６０の下端側を始点とし、調整領域３０６０の上端側を終点としてスキャンを行うものとする。

[0165] このように、基準となる調整用投射画像３０$_{30}$の調整領域３０６０における輝度の傾斜の方向と直交する方向に沿って輝度を取得した場合、調整装置１２００は、調整領域３０６０では、グラデーションにおける同一階調の位置をスキャンすることになる。そのため、調整領域３０６０においては、輝度の変化は検出されない。

[0166] 一方、調整用投射画像３０$_{30}$に対して角度θで回転している調整用投射画像３０$_{31}$の調整領域３０７０においては、図２０Ｂの下側の図に例示されるように、スキャンする方向（矢印４００）が、調整領域３０７０に対して角度θだけ傾くことになる。なお、図２０Ｂにおいて、上側の図は、調整領域３０７０内の輝度Ｌの変化を線４０１により示す。スキャン方向が調整領域３０７０に対して角度θだけ傾いているため、スキャンの始点および終点で調整領域３０７０における水平位置が異なる。したがって、スキャンの始点および終点の輝度Ｌ$_{S}$およびＬ$_{E}$は、調整領域３０７０の水平方向のグラデーションにおける異なる階調の位置となり、スキャンの始点から終点にかけて輝度が

変化する。

[0167] 図２１Ａおよび図２１Ｂは、調整領域３０７０が回転している場合に検出される輝度変化の例を示す。図２１Ａは、スキャンの始点の輝度L_Sが終点の輝度L_Eよりも低く、スキャン位置に対する輝度変化の傾きが正となった場合の例を示す。この場合、調整領域３０７０においてスキャンの終点が始点よりも右側にあり、上述した図２０の例に対応して、調整領域３０７０が調整領域３０６０に対して反時計回り（左回り）に回転していることを示す。したがって、調整領域３０７０を含む調整用投射画像30_{31}を投射するプロジェクタ装置1000_2において、投射画像を時計回りに回転させることで、プロジェクタ装置1000_1および1000_2による投射画像が正しい角度関係となる。

[0168] 一方、図２１Ｂは、スキャンの始点の輝度L_Sが終点の輝度L_Eよりも高く、スキャン位置に対する輝度変化の傾きが負となった場合の例を示す。この場合、上述とは逆に、調整領域３０７０においてスキャンの終点が始点よりも左側にあり、調整領域３０７０が調整領域３０６０に対して時計回り（右回り）に回転していることを示す。したがって、プロジェクタ装置1000_2において、投射画像を反時計回りに回転させることで、プロジェクタ装置1000_1および1000_2による投射画像が正しい角度関係となる。

[0169] なお、図２１Ａおよび図２１Ｂに例示する輝度は、調整領域３０６０で取得された輝度と、調整領域３０７０で取得された輝度とを合成した輝度となる。この場合、調整領域３０６０では、輝度の傾斜の方向に対して直交する方向にスキャンを行うため、輝度は固定値となる。したがって、図２１Ａおよび図２１Ｂに例示する輝度は、調整領域３０６０における輝度をオフセットとした調整領域３０７０における輝度変化となる。

[0170] 図２２は、第４の実施形態に係るマルチプロジェクタシステム１’の一例の構成を、より詳細に示す。なお、図２２において、上述した図５および図１８と共通する部分には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

[0171] 画像出力装置１１は、上述した調整用投射画像30_{30}および30_{31}を投射す

るための各調整用画像データを出力する画像出力部１１０を有する。各調整用画像データは、プロジェクタ装置１０００_1および１０００_2に対して、入力画像データとしてそれぞれ供給される。

[0172] プロジェクタ装置１０００_1は、画像処理部１００_1と、画像表示デバイス１０１_1と、光源１０２_1と、照明光学系１０３_1と、投射光学系１０４_1と、回転機構部１０１０_1とを有する。同様に、プロジェクタ装置１０００_2は、画像処理部１００_2と、画像表示デバイス１０１_2と、光源１０２_2と、照明光学系１０３_2と、投射光学系１０４_2と、回転機構部１０１０_2とを有する。このように、プロジェクタ装置１０００_1および１０００_2は、共通する構成で実現が可能であるので、以下では、プロジェクタ装置１０００_1を例にとって説明する。

[0173] プロジェクタ装置１０００_1において、画像処理部１００_1、画像表示デバイス１０１_1、光源１０２_1、照明光学系１０３_1および投射光学系１０４_1は、図５を用いて説明した対応する構成と略同一であるので、ここでの説明を省略する。

[0174] プロジェクタ装置１０００_1において、回転機構部１０１０_1は、調整装置１２００からの制御信号に従い、画像表示デバイス１０１_1を、例えば出射面の中央を回転の中心として出射面と同一平面上で回転させる。これにより、スクリーン１４上の投射画像の角度を調整することができる。

[0175] 画像表示デバイス１０１_1から出射された光は、投射光学系１０４_1を介してスクリーン１４に対して投射画像として投射される。画像処理部１００_1に入力される入力画像データが画像出力装置１１から出力された調整用投射画像３０_{30}を投射するための画像データである場合、スクリーン１４に対して、当該調整用投射画像３０_{30}が投射される。スクリーン１４には、プロジェクタ装置１０００_2からも同様にして、調整用投射画像３０_{31}が投射される。このとき、調整用投射画像３０_{30}および３０_{31}は、重複領域３３_{30}が形成されるように、スクリーン１４に投射される。

[0176] 調整装置１２００は、解析部１２１０および制御部１２１１を有する。解析部１２１０は、カメラ１３により、スクリーン１４上の例えば少なくとも

重複領域３３$_{30}$を含むように撮像された撮像画像データを解析し、重複領域３３$_{30}$における輝度変化を求める。解析部１２１０は、求めた輝度変化を示す情報を、制御部１２１１に供給する。

[0177] 制御部１２１１は、解析部１２１０から供給された輝度変化を示す情報に基づき、調整用投射画像３０$_{30}$および３０$_{31}$の投射角度を調整するための制御信号を生成する。プロジェクタ装置１０００$_{1}$による投射角度を調整するための制御信号は、プロジェクタ装置１０００$_{1}$の回転機構部１０１０$_{1}$に供給される。また、プロジェクタ装置１０００$_{2}$による投射角度を調整するための制御信号は、プロジェクタ装置１０００$_{2}$の回転機構部１０１０$_{2}$に供給される。

[0178] 図２３は、上述した構成によって実行される、第４の実施形態に係る位置合わせ処理の例を示すフローチャートである。図２３において、ステップＳ２００で、調整装置１２００は、詳細を後述するように、スクリーン１４上の投射画像をカメラ１３で撮像した撮像画像に基づき、プロジェクタ装置１０００$_{1}$および１０００$_{2}$による投射画像の角度調整処理を行う。次のステップＳ２０１で、調整装置１２００は、上述した図６のフローチャートによる処理に従い、スクリーン１４上の投射画像をカメラ１３で再び撮像した撮像画像に基づき、プロジェクタ装置１０００$_{1}$および１０００$_{2}$による投射画像の位置調整処理を行う。

[0179] 図２４は、上述のステップＳ２００における角度調整処理の例を示すフローチャートである。ステップＳ１０００で、２台のプロジェクタＰＪ＃１およびＰＪ＃２（プロジェクタ装置１０００$_{1}$および１０００$_{2}$）により、それぞれ調整用投射画像３０$_{30}$および３０$_{31}$が、重複領域３３$_{30}$を持つように例えば目視などにより調整されて、スクリーン１４に投射される。

[0180] 次のステップＳ１００１で、カメラ１３がスクリーン１４上の投射画像を撮像する。第４の実施形態では、カメラ１３は、少なくともスクリーン１４上の全体投射画像３００のうち、重複領域３３$_{30}$を撮像画像が含み、且つ、煽り角による被写体画像の歪みが発生しないように撮像する。撮像画像は、調整装置１２００に供給され、解析部１２１０に入力される。

[0181] 次のステップＳ１００２で、解析部１２１０は、カメラ１３から供給された撮像画像から重複領域３３$_{30}$を抽出する。そして、解析部１２１０は、重複領域３３$_{30}$を、重複領域３３$_{30}$の下端および上端をそれぞれ始点および終点としてスキャンし、始点の輝度Ｌ$_{S}$と、終点の輝度Ｌ$_{E}$とを取得する。

[0182] 次のステップＳ１００３で、解析部１２１０は、ステップＳ１００２で取得した始点の輝度Ｌ$_{S}$と終点の輝度Ｌ$_{E}$とを比較する。

[0183] 解析部１２１０は、ステップＳ１００３での比較の結果、輝度Ｌ$_{S}$＞輝度Ｌ$_{E}$である場合（図２１Ｂに相当）、処理をステップＳ１００４に移行させ、調整用投射画像３０$_{31}$が調整用投射画像３０$_{30}$に対して時計回りの方向に回転していると判定する。制御部１２１１は、この判定結果に従い、投射画像を反時計回りに回転させる制御信号を生成し、プロジェクタ装置１０００$_{2}$の回転機構部１０１０$_{2}$に供給する。そして、処理をステップＳ１００１に戻す。

[0184] また、解析部１２１０は、ステップＳ１００３での比較の結果、輝度Ｌ$_{S}$＜輝度Ｌ$_{E}$である場合（図２１Ａに相当）、処理をステップＳ１００５に移行させ、調整用投射画像３０$_{31}$が調整用投射画像３０$_{30}$に対して反時計回りの方向に回転していると判定する。制御部１２１１は、この判定結果に従い、投射画像を時計回りに回転させる制御信号を生成し、プロジェクタ装置１０００$_{2}$の回転機構部１０１０$_{2}$に供給する。そして、処理をステップＳ１００１に戻す。

[0185] さらに、解析部１２１０は、ステップＳ１００３での比較の結果、輝度Ｌ$_{S}$＝輝度Ｌ$_{E}$である場合、調整用投射画像３０$_{30}$および３０$_{31}$が正しい角度関係になっていると判定し、処理を終了する。

[0186] なお、ステップＳ１００３での比較結果の判定は、所定のマージンを持たせて行うと好ましい。例えば、輝度Ｌ$_{S}$と輝度Ｌ$_{E}$との差分の絶対値が所定範囲内で、輝度Ｌ$_{S}$＝輝度Ｌ$_{E}$と判定し、輝度Ｌ$_{S}$と輝度Ｌ$_{E}$との差分が当該所定範囲を超えた場合に、輝度Ｌ$_{S}$＞輝度Ｌ$_{E}$または輝度Ｌ$_{S}$＜輝度Ｌ$_{E}$と判定する。

[0187] なお、上述のステップＳ２０１による投射画像の位置調整処理に際して、ステップＳ２００による投射画像の角度調整処理が完了した時点で画像出力

装置１１から出力される画像データを、例えば図２Ａおよび図２Ｂに示される調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$を投射させる画像データに切り替えることが考えられる。画像出力装置１１が投射画像データを切り替えた後、カメラ１３でスクリーン１４上の全体投射画像３００を撮像し、図６のフローチャートに従い位置調整処理を行う。

[0188] これに限らず、ステップＳ２００の時点で、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$を投射させるようにしてもよい。この場合、ステップＳ２００の処理において、解析部１２１０は、水平方向に輝度が傾斜するグラデーション領域３１１および３２１が重ねられた領域３３１を、輝度の傾斜の方向と直交する方向にスキャンして輝度変化を取得することで、同様の角度調整処理が可能である。さらに、領域３３０を同様にスキャンして輝度変化を取得しても、同様の角度調整処理が可能である。

[0189] なお、調整用投射画像３０$_1$および３０$_2$を用いて角度調整を行う場合、図１９Ａおよび図１９Ｂに例示される、調整用投射画像３０$_{30}$および３０$_{31}$の下端から上端までを調整領域３０６０および３０７０として用いた例と比べて、輝度変化を検出するためにスキャンする幅が狭くなる。そのため、調整用投射画像３０$_{30}$および３０$_{31}$を用いた場合に比べて精度の点で不利になるおそれがある。

[0190] 上述では、図２０Ａに示したように、調整用投射画像３０$_{31}$が、画像の中央４１０を中心として回転している場合について説明したが、実際には、調整用投射画像３０$_{31}$は、画像内や画像外の任意の点を中心として回転している場合が有り得る。この場合であっても、この第４の実施形態による角度調整方法を同様にして適用できる。

[0191] また、上述では、投射画像の角度調整を、回転機構部１０１０$_2$により画像表示デバイス１０１$_2$を回転させることにより行っている（プロジェクタ装置１０００$_2$の場合）が、これはこの例に限定されない。すなわち、投射画像の角度調整は、上述した第２の実施形態のように、台座駆動部１０６$_2$によりプロジェクタ装置１０００$_2$の台座を駆動することで行ってもよいし、上述した

第３の実施形態のように、画像処理部１００$_2$’における画像処理により、投射画像を回転させてもよい。

[0192]（第５の実施形態）

次に、第５の実施形態について説明する。第５の実施形態は、２台のプロジェクタ装置により投射される各調整用投射画像が重複する重複領域に対応する、各調整用投射画像の領域を、垂直方向に３の領域に分割し、上下端の領域を、第１の方向に輝度が傾斜するグラデーション画像とし、中間の領域を、第１の方向と直交する方向に輝度が傾斜するグラデーション画像とする。

[0193] 図２５Ａ、図２５Ｂおよび図２５Ｃを用いて、第５の実施形態に係る投射画像の角度調整方法について、概略的に説明する。なお、第５の実施形態では、上述した第４の実施形態に係るマルチプロジェクタシステム１’をそのまま適用できるので、システムの詳細な説明は省略する。

[0194] 図２５Ａおよび図２５Ｂは、第５の実施形態に係る調整用投射画像の例を示す。図２５Ａは、左側に配置されるプロジェクタ装置１０００$_1$から投射される調整用投射画像３０$_{40}$の例を示す。図２５Ｂは、右側に配置されるプロジェクタ装置１０００$_2$から投射される調整用投射画像３０$_{41}$の例を示す。

[0195] 図２５Ａに示される調整用投射画像３０$_{40}$の右端部分の領域３３$_{40}$と、図２５Ｂに示される調整用投射画像３０$_{41}$の左端部分の領域３３$_{41}$とが重ねられて、スクリーン１４に投射される。図２５Ｃは、調整用投射画像３０$_{40}$と調整用投射画像３０$_{41}$とが重ねられて投射され、領域３３$_{40}$および３３$_{41}$が重複された重複領域３３$_{42}$が形成された例を示す。

[0196] 図２５Ａに例示する調整用投射画像３０$_{40}$において、領域３３$_{40}$は、３の領域３０８０、３０８１および３０８２を含む。領域３０８１を挟んだ領域３０８０および３０８２は、右側に向けて一定の傾斜で輝度が減少するグラデーション画像となっている。また、領域３０８１は、領域３０８０および３０８２の傾斜の方向と直交する方向に、下側に向けて一定の傾斜で輝度が減少するグラデーション画像となっている。

[0197] 一方、図２５Ｂに例示する調整用投射画像３０$_{41}$において、領域３３$_{41}$は、それぞれ調整用投射画像３０$_{40}$における領域３０８０、３０８１および３０８２に位置が対応する、３の領域３０９０、３０９１および３０９２を含む。各領域３０９０、３０９１および３０９２は、それぞれ位置が対応する領域３０８０、３０８１および３０８２とは逆方向に輝度が傾斜するグラデーション画像となっている。

[0198] このような構成において、調整用投射画像３０$_{40}$および３０$_{41}$を、領域３３$_{40}$および３３$_{41}$が重複するように重ねて投射して形成される重複領域３３$_{42}$において、領域３０８０および３０９０、領域３０８１および３０９１、ならびに、領域３０８２および３０９２にそれぞれ対応する領域を、図２５Ｃに例示されるように、領域＃１、＃２および＃３とする。

[0199] 第５の実施形態では、調整装置１２００は、重複領域３３$_{42}$の画像を、図２５Ｃに矢印４２０で示されるように、垂直方向に各領域＃１、＃２および＃３を跨いでスキャンし、各領域＃１、＃２および＃３の輝度を検出する。各領域＃１、＃２および＃３の輝度は、各領域＃１、＃２および＃３内での輝度の平均値を用いることができる。調整装置１２００は、検出された各領域＃１、＃２および＃３の輝度のうち、領域＃１および＃３の輝度を比較し、比較結果に基づき投射画像の回転の有無を判定する。

[0200] 以下では、調整用投射画像３０$_{40}$を基準とし、領域３３$_{40}$に垂直に各領域＃１、＃２および＃３をスキャンして、当該調整用投射画像３０$_{40}$に対する調整用投射画像３０$_{41}$の回転の有無を判定するものとする。

[0201] 図２６Ａおよび図２６Ｂを用いて、第５の実施形態による投射画像の回転の有無の判定方法について概略的に説明する。図２６Ａは、調整用投射画像３０$_{40}$および３０$_{41}$のうち一方（調整用投射画像３０$_{41}$）が他方に対してある角度θで回転している場合の、各領域＃１、＃２および＃３の輝度の例を示す。

[0202] 図２０を用いて説明したように、一方の調整用投射画像が角度θで回転している場合、スキャンの始点の輝度Ｌ$_{S}$と終点の輝度Ｌ$_{E}$とが異なる。したがっ

て、図２５Ａおよび図２５Ｂに示す調整用投射画像３０$_{40}$および３０$_{41}$の場合、下端の領域＃３の輝度Ｌ$_3$と、上端の領域＃１の輝度Ｌ$_1$とが異なることになる。図２６Ａの例は、輝度Ｌ$_3$＞輝度Ｌ$_1$となっており、図２１Ｂの例に対応して、調整用投射画像３０$_{40}$を基準として、調整用投射画像３０$_{41}$が時計回りの方向に回転している場合を示している。

[0203] 調整用投射画像３０$_{40}$および３０$_{41}$が正しい角度関係となっている場合、図２６Ｂに例示されるように、輝度Ｌ$_1$＝輝度Ｌ$_3$となる。

[0204] なお、第５の実施形態では、上述の図２３と同様の手順で、投射画像の角度調整処理および位置調整処理を行う。このとき、図２３のステップＳ２００の角度調整処理は、ステップＳ２００の詳細として図２４に示すフローチャートにおいて、輝度Ｌ$_E$を輝度Ｌ$_1$と読み替え、輝度Ｌ$_S$を輝度Ｌ$_3$と読み替えることで、実行可能である。

[0205] 図２７Ａ、図２７Ｂおよび図２７Ｃを用いて、第５の実施形態に係る、重複領域３３$_{42}$をスキャンした場合の輝度の取得位置について説明する。図２７Ａに示す調整用投射画像３０$_{40}$を基準として、図２７Ｂに示される、角度θで反時計回りの方向に回転している調整用投射画像３０$_{41}$を重ね合わせて、領域３３$_{40}$および３３$_{41}$が重複する重複領域３３$_{42}$を形成する（図２７Ｃ参照）。

[0206] 図２７Ｃを参照し、領域３０８０に対して領域３０９０が重複する領域３１００を上述した領域＃１とし、領域３０８１に対して領域３０９１が重複する領域３１０１を上述した領域＃２とし、領域３０８２に対して領域３０９２が重複する領域３１０２を上述した領域＃３とする。解析部１２１０は、重複領域３３$_{42}$を垂直方向にスキャンして得られた輝度のうち、これら領域＃１、＃２および＃３に対応する部分から取得した輝度を用いて、回転の有無の判定を行う。これら各領域＃１、＃２および＃３は、例えば、重複領域３３$_{42}$を垂直方向にスキャンして得られた輝度変化のエッジに基づき検出することができる。

[0207] この重複領域３３$_{42}$における輝度の検出方法は、上述した第４の実施形態に対しても適用することができる。

[0208] この第５の実施形態によれば、例えば領域３３$_{40}$において、領域３３$_{40}$に含まれる各領域３０８０、３０８１および３０８２のうち互いに隣接し且つ輝度の傾斜の方向が異なる２の領域（例えば領域３０８０および３０８１）を用いることで、第１～第３の実施形態による位置調整処理を実行することができる。したがって、上述した図２３のステップＳ２００の角度調整処理の完了後、ステップＳ２０１の位置調整処理に移行する際に、画像出力装置１１において、出力する投射画像データを切り替える必要がない。

[0209] （第５の実施形態の第１の変形例）

次に、第５の実施形態の第１の変形例について説明する。第５の実施形態の第１の変形例は、第５の実施形態による、輝度の傾斜が第１の方向であり一端側に形成される第１の領域と、輝度の傾斜が第１の方向に直交する第２の領域と、輝度の傾斜が第１の方向であり他端側に形成される第３の領域との組を、上述の第１の実施形態の第１の変形例と同様に、１の調整用画像に対して２以上、設けた例である。以下では、これら第１の領域、第２の領域および第３の領域による組を、「角度調整領域の組」と呼ぶ。

[0210] 図２８は、第５の実施形態の第１の変形例による調整用投射画像の例を示す。図２８において、各調整用投射画像３０$_{50}$、３０$_{51}$、３０$_{52}$および３０$_{53}$は、頂点を共有する２辺にそれぞれ角度調整領域の組を有している。このように、調整用投射画像に２の角度調整領域の組を設けることで、上述した第５の実施形態による角度調整方法を、４の投射画像を共通のスクリーンに投射した場合に適用することができる。

[0211] より具体的には、格子状に投射される４の調整用投射画像３０$_{50}$、３０$_{51}$、３０$_{52}$および３０$_{53}$のうち、左上に投射される調整用投射画像３０$_{50}$は、右端に、グラデーション領域３５０１、３５０２および３５０３を含む角度調整領域の組が配され、下端に、グラデーション領域３５０４、３５０５および３５０６を含む角度調整領域の組が配される。

[0212] また、右上に投射される調整用投射画像３０$_{51}$は、左端に、グラデーション領域３５０１、３５０２および３５０３に対して輝度の傾斜の方向がそれぞ

れ逆とされたグラデーション領域３５１１、３５１２および３５１３を含む角度調整領域の組が配され、下端に、グラデーション領域３５１４、３５１５および３５１６を含む角度調整領域の組が配される。

[0213] さらに、右下に投射される調整用投射画像30_{53}は、上端に、グラデーション領域３５１４、３５１５および３５１６に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３５３４、３５３５および３５３６を含む角度調整領域の組が配され、左端に、グラデーション領域３５３１、３５３２および３５３３を含む角度調整領域の組が配される。

[0214] さらにまた、左下に投射される調整用投射画像30_{52}は、上端に、グラデーション領域３５０４、３５０５および３５０６に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３５２４、３５２５および３５２６を含む角度調整領域の組が配され、右端に、グラデーション領域３５３１、３５３２および３５３３に対して輝度の傾斜の方向がそれぞれ逆とされたグラデーション領域３５２１、３５２２および３５２３を含む角度調整領域の組が配される。

[0215] ４の調整用投射画像30_{50}、30_{51}、30_{52}および30_{53}は、対峙する辺に配された角度調整領域の組が重なりそれぞれ重複領域を形成するように、スクリーン１４に投射される。そして、例えば調整用投射画像30_{50}の投射位置を基準として、調整用投射画像30_{50}に隣接する調整用投射画像30_{51}と、調整用投射画像30_{52}とについて、投射画像の角度調整を行う。調整用投射画像30_{51}および30_{52}の射出位置の調整が完了した後、調整用投射画像30_{51}および30_{52}のうち何れか一方を基準として、調整用投射画像30_{53}の投射画像の角度調整を行う。

[0216] 調整用投射画像30_{50}、30_{51}、30_{52}および30_{53}の射出位置調整が完了した後、必要に応じて、最初に基準とした調整用投射画像30_{50}以外の調整用投射画像を基準として再度、投射画像の角度調整を実行してもよい。

[0217] （第５の実施形態の第２の変形例）

次に、第５の実施形態の第２の変形例について説明する。上述した第５の

実施形態の第１の変形例では、スクリーン１４に同時に投射可能な投射画像の数が４に制限される。本第５の実施形態の第２の変形例では、それぞれ各辺に角度調整領域の組が配することで、スクリーン１４に同時に投射可能な投射画像の数の上限を無くした。

[0218] 図２９Ａおよび図２９Ｂは、第５の実施形態の第２の変形例における調整用投射画像の第１の例を示す。図２９Ａにおいて、調整用投射画像30_{60}は、各領域の傾斜の向きが互いに逆とされた２の角度調整領域の組を、調整用投射画像30_{60}の対向する辺に設けている。

[0219] すなわち、図２９Ａの例では、調整用投射画像30_{60}は、上端に、それぞれ上端側、右端側および上端側に向けて輝度が減少するグラデーション領域３６０１、３６０２および３６０３を含む角度調整領域の組が配置され、対向する辺に、それぞれ下端側、左端側および下端側に向けて輝度が減少するグラデーション領域３６０４、３６０５および３６０６を含む角度調整領域の組が配置される。また、調整用投射画像30_{60}は、左端に、それぞれ左端側、上端側および左端側に向けて輝度が減少するグラデーション領域３６０７、３６０８および３６０９を含む角度調整領域の組が配置され、対向する辺に、それぞれ右端側、下端側および右端側に向けて輝度が減少するグラデーション領域３６１０、３６１１および３６１２が配置される。この図２９のパターンを、パターンＣとする。

[0220] このパターンＣの調整用投射画像30_{60}は、図２９Ｂに例示されるように、隣接する調整用投射画像の角度調整領域の組を重複させて、マトリクス状に配置することができる。図２９Ｂの例では、９の調整用投射画像30_{60}がマトリクス状に投射されているが、これはこの例に限定されず、さらに多くの調整用投射画像30_{60}をマトリクス状に投射してもよいし、９より少ない調整用投射画像30_{60}を投射してもよい。勿論、２の調整用投射画像30_{60}のみを投射してもよい。

[0221] 図３０Ａ、図３０Ｂおよび図３０Ｃは、第５の実施形態の第２の変形例による調整用投射画像の第２の例を示す。第２の例では、各辺に配置する角度

調整領域の組の構成が互いに異なる２パターンの調整用投射画像を用意する。そして、この２パターンの調整用投射画像を、同一パターンの調整用投射画像が隣接しないように、マトリクス状に投射する。すなわち、この第２の例では、２パターンの調整用投射画像が、市松模様状に投射される。

[0222] 図３０Ａは、第１のパターンであるパターンＤの調整用投射画像の例、図３０Ｂは、第２のパターンであるパターンＥの調整用投射画像の例を示す。図３０Ａに示される調整用投射画像３０_{70}、および、図３０Ｂに示される調整用投射画像３０_{80}は、それぞれ、各領域の傾斜の向きが互いに同一とされた２の角度調整領域の組を、対向する辺に設けている。

[0223] 図３０Ａにおいて、パターンＤの調整用投射画像３０_{70}は、上端および下端に、それぞれ上端側、左端側および上端側に向けて輝度が減少するグラデーション領域３７０１、３７０２および３７０３を含む角度調整領域の組と、グラデーション領域３７０４、３７０５および３７０６を含む角度調整領域の組とが配置される。また、調整用投射画像３０_{70}は、左端および右端に、それぞれ右端側、下端側および右端側に向け輝度が減少するグラデーション領域３７０７、３７０８および３７０９を含む角度調整領域の組と、グラデーション領域３７１０、３７１１および３７１２を含む角度調整領域の組とが配置される。

[0224] 一方、図３０Ｂにおいて、パターンＥの調整用投射画像３０_{80}は、上端および下端に、それぞれ下端側、右端側および下端側に向けて輝度が減少するグラデーション領域３８０１、３８０２および３８０３を含む角度調整領域の組と、グラデーション領域３８０４、３８０５および３８０６を含む角度調整領域の組とが配置される。また、調整用投射画像３０_{80}は、左端および右端に、それぞれ左端側、上端側および左端側に向け輝度が減少するグラデーション領域３８０７、３８０８および３８０９を含む角度調整領域の組と、グラデーション領域３８１０、３８１１および３８１２を含む角度調整領域の組とが配置される。

[0225] この第２の例では、これらパターンＤの調整用投射画像３０_{70}とパターンＥ

の調整用投射画像３０$_{80}$とを、図３０Ｃに例示されるように、市松模様状に投射する。図３０Ｃの例では、５のパターンＤの調整用投射画像３０$_{70}$と、４のパターンＥの調整用投射画像３０$_{80}$とが市松模様状に投射されている。これはこの例に限定されず、さらに多くの調整用投射画像３０$_{70}$および３０$_{80}$を市松模様状に投射してもよいし、合計で９より少ない調整用投射画像３０$_{70}$および３０$_{80}$を投射してもよい。勿論、２の調整用投射画像３０$_{70}$および３０$_{80}$のみを投射してもよい。

[0226] なお、この第５の実施形態の第２の変形例における第１の例および第２の例では、上述した第１の実施形態の第２の変形例で説明した調整手順をそのまま適用できるので、ここでの詳細な説明を省略する。

[0227] （他の実施形態）

なお、各実施形態に係る調整装置１２（調整装置１２００）は、解析部１２０（解析部１２１０）および制御部１２１（制御部１２１’、制御部１２１”、制御部１２１１）を互いに独立したハードウェアで構成してもよいし、ＣＰＵ(Central Processing Unit)上で動作する画像調整プログラムにより、これら解析部１２０（解析部１２１０）および制御部１２１（制御部１２１’、制御部１２１”、制御部１２１１）の機能を実現してもよい。

[0228] 調整装置１２（調整装置１２００）の各機能部をＣＰＵ上で動作する画像調整プログラムで実現する場合、調整装置１２（調整装置１２００）は、ＣＰＵ、ＲＯＭ(Read Only Memory)、ＲＡＭ(Random Access Memory)およびデータＩ／Ｆ（インターフェイス）を少なくとも備え、ＣＰＵは、ＲＯＭに記憶されるプログラムに従い、ＲＡＭをワークメモリとして用いて、調整装置１２（調整装置１２００）の全体の動作を制御するように構成される。

[0229] データＩ／Ｆは、第１の実施形態においては、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$のレンズシフト部１０５$_1$および１０５$_2$に対して制御信号を供給する際のインターフェイスとして用いられる。また、第２の実施形態においては、プロジェクタ装置１０$_1$および１０$_2$の台座駆動部１０６$_1$および１０６$_2$に対して制御信号を供給する際のインターフェイスとして用いられる。さらに、デ

ータＩ／Ｆは、第４の実施形態および第５の実施形態においては、プロジェクタ装置１０００$_1$および１０００$_2$の回転機構部１０１０$_1$および１０１０$_2$に対して制御信号を供給する際のインターフェイスとして用いられる。さらにまた、データＩ／Ｆを介してカメラ１３の動作を制御することも可能である。さらにまた、第１の実施形態の第１および第２の変形例のように、多数の調整用投射画像を投射する場合に、各調整用投射画像を投射する各プロジェクタ装置間での通信を行う際のインターフェイスとして、データＩ／Ｆを用いてもよい。調整装置１２（調整装置１２００）に対して、ネットワークを介して通信を行う通信Ｉ／Ｆをさらに設けてもよい。

[0230] 各実施形態の画像調整プログラムは、ネットワークを介して接続されたコンピュータ上に格納し、当該ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成される。また、各実施形態の画像調整プログラムを、当該ネットワーク経由で提供または配布するように構成してもよい。このプログラムを、ＲＯＭに予め記憶させて提供することもできる。

[0231] これに限らず、実施形態のプログラムは、インストール可能な形式または実行可能な形式のファイルでＣＤ(Compact Disk)、ＤＶＤ(Digital Versatile Disk)などのコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。この場合、例えばデータＩ／Ｆに接続された外部のドライブ装置を介して、当該画像調整プログラムが調整装置１２に供給される。

[0232] 各実施形態の画像調整プログラムは、例えば、上述した各部（解析部１２０（解析部１２１０）、および、制御部１２１（または制御部１２１’、制御部１２１”、制御部１２１１））を含むモジュール構成となっており、実際のハードウェアとしてはＣＰＵが例えばＲＯＭから当該画像調整プログラムを読み出して実行することにより上記各部が主記憶装置（例えばＲＡＭ）上にロードされ、各部が主記憶装置上に生成されるようになっている。

[0233] また、上述では、カメラ１３、調整装置１２（調整装置１２００）、画像出力装置１１およびプロジェクタ装置１０$_1$（プロジェクタ装置１０$_2$、プロジェクタ装置１０００$_1$、プロジェクタ装置１０００$_2$）がそれぞれ独立したハー

ドウェアであるとして説明したが、これはこの例に限定されない。

[0234] 例えば、調整装置１２（調整装置１２００）および画像出力装置１１を一体的に構成してもよいし、この構成に、さらにカメラ１３を含めてもよい。この場合、カメラ１３、調整装置１２（調整装置１２００）および画像出力装置１１が一体的とされた構成は、例えばスマートフォンといった多機能携帯電話装置や、タブレット型コンピュータを用いて実現可能である。

[0235] さらに、カメラ１３、調整装置１２（調整装置１２００）および画像出力装置１１を、プロジェクタ装置10_1（プロジェクタ装置10_2、プロジェクタ装置1000_1、プロジェクタ装置1000_2）に組み込むことも可能である。この場合、カメラ１３、調整装置１２（調整装置１２００）および画像出力装置１１が組み込まれた例えばプロジェクタ装置10_1と、制御部１２１による制御データ、または、制御部１２１’（制御部１２１１）による制御信号に対応する他のプロジェクタ装置とを用いて、上述と同様な位置調整処理を行うことができる。

[0236] また、これに限らず、カメラ１３、調整装置１２（調整装置１２００）および画像出力装置１１が組み込まれたプロジェクタ装置10_1（プロジェクタ装置10_2、プロジェクタ装置1000_1、プロジェクタ装置1000_2）と、制御部１２１による制御データ、または、制御部１２１’（制御部１２１１）による制御信号に対応しない他のプロジェクタ装置とを用いてもよい。この場合、例えばプロジェクタ装置10_1と他のプロジェクタ装置とにより、それぞれ調整用投射画像30_1および30_2を重複領域３３’が生じるように投射し、プロジェクタ装置10_1が組み込まれたカメラ１３を用いて全体投射画像３００を撮像する。そして、調整装置１２は、全体投射画像３００を撮像した撮像画像に基づきプロジェクタ装置10_1のレンズシフト部105_1を制御して、位置調整を行う。

符号の説明

[0237] １，１’ マルチプロジェクタシステム

10_1，10_2，1000_1，1000_2 プロジェクタ装置

１１　画像出力装置

１２，１２００　調整装置

１３　カメラ

１４　スクリーン

２０_{1}，２０_{2}　投射画像

２１，３３’，３３_{30}，３３_{42}　重複領域

３０_{1}，３０_{2}，３０_{10}，３０_{11}，３０_{12}，３０_{13}，３０_{20}，３０_{21}，３０_{30}，３０_{31}，３０_{40}，３０_{41}，３０_{50}，３０_{51}，３０_{52}，３０_{53}，３０_{60}，３０_{70}，３０_{80}　調整用投射画像

１０５_{1}，１０５_{2}　レンズシフト部

１０６_{1}，１０６_{2}　台座駆動部

１０７_{1}，１０７_{2}　フレームメモリ

１１０　画像出力部

１２０，１２１０　解析部

１２１，１２１’，１２１”，１２１１　制御部

３００　全体投射画像

３１０，３１１，３２０，３２１，３０００～３００３，３０１０～３０１３，３０２０～３０２３，３０３０～３０３３，３０４１～３０４８，３０５１～３０５８，３５０１～３５３６，３６０１～３６１２，３７０１～３７１２，３８０１～３８１２　グラデーション領域

請求の範囲

[請求項1] 第１の投射装置および第２の投射装置を含む２以上の投射装置と、該２以上の投射装置それぞれに画像を出力する画像出力装置と、該２以上の投射装置が投射する投射画像の被投射媒体上の各投射位置を調整する調整装置とを含み、前記第１の投射装置が射出する第１の投射画像と、前記第２の投射装置が射出する第２の投射画像とが重複領域を持つように被投射媒体に投射されるマルチプロジェクタシステムであって、

前記投射装置のそれぞれは、

光源からの光を入力画像に従い変調して投射画像として射出する光射出部と、

前記光射出部による光の射出位置を調整する射出位置調整部と

を有し、

前記画像出力装置は、

前記第１の投射画像の前記重複領域に対応する領域に、輝度の傾斜の方向が互いに交差する第１のグラデーション領域および第２のグラデーション領域を含む調整領域が形成される第１の調整用画像と、前記第２の投射画像の前記重複領域に対応する領域に、前記第１のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第３のグラデーション領域と、前記第２のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第４のグラデーション領域とを含み、該第３のグラデーション領域が前記第１のグラデーション領域と対応する位置に配置され、該第４のグラデーション領域が前記第２のグラデーション領域と対応する位置に配置される調整領域が形成される第２の調整用画像とを前記第１の投射装置および前記第２の投射装置の前記入力画像としてそれぞれ出力する出力部を有し、

前記調整装置は、

被投射媒体に投射された投射画像を撮像して撮像画像を出力する撮

像部と、

前記撮像画像を解析して、前記第１の投射装置が前記第１の調整用画像に基づき前記被投射媒体に投射した第１の調整用投射画像と、前記第２の投射装置が前記第２の調整用画像に基づき該被投射媒体に投射した第２の調整用投射画像との重複領域に含まれる前記第１のグラデーション領域と前記第３のグラデーション領域とが重複する領域の第１の輝度と、前記第２のグラデーション領域と前記第４のグラデーション領域とが重複する領域の第２の輝度と、前記第１の調整用投射画像および前記第２の調整用投射画像のうち少なくとも一方における該重複領域外の領域の第３の輝度とを取得する解析部と、

前記解析部により取得された前記第１の輝度および前記第２の輝度がそれぞれ前記第３の輝度と一致するように前記投射装置の前記射出位置調整部を制御するための制御信号を出力する制御部と

を有する

ことを特徴とするマルチプロジェクタシステム。

[請求項2] 前記制御部は、

前記第１の輝度および前記第２の輝度と、前記第３の輝度とに基づき前記射出位置の、前記第１のグラデーション領域の傾斜の方向に対する第１の移動距離と、前記第２のグラデーション領域の傾斜の方向に対する第２の移動距離とを算出し、算出された該第１の移動距離および第２の移動距離に従い前記射出位置を移動させるための前記制御信号を生成する

ことを特徴とする請求項１に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項3] 前記制御部は、

前記第３の輝度と、前記第１の輝度および該第３の輝度の差分との比と、前記第１のグラデーション領域の傾斜の方向の幅とに基づき前記第１の移動距離を算出し、前記第３の輝度と、前記第２の輝度および該第３の輝度の差分との比と、前記第２のグラデーション領域の傾

斜の方向の幅とに基づき前記第２の移動距離を算出する

ことを特徴とする請求項２に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項4] 前記撮像部は、

被投射媒体に投射された前記第１の調整用投射画像および前記第２の調整用投射画像のうち、少なくとも前記重複領域と該重複領域に隣接する該重複領域外の所定範囲とを含んで撮像して前記撮像画像を出力する

ことを特徴とする請求項１乃至請求項３の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項5] 前記撮像部は、

前記調整領域の、輝度の傾斜の方向における幅に含まれる画素数に対応する階調を認識可能な輝度の分解能を備える

ことを特徴とする請求項１乃至請求項４の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項6] 前記射出位置調整部は、

前記光射出部から射出される光の光軸を移動させることで前記光の射出位置を調整する

ことを特徴とする請求項１乃至請求項５の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項7] 前記射出位置調整部は、

前記投射装置の位置を移動させることで前記光の射出位置を調整する

ことを特徴とする請求項１乃至請求項５の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項8] 前記光射出部は、

前記光源からの光を前記入力画像に従い変調する光変調素子を含み、

前記射出位置調整部は、

前記光変調素子上での前記入力画像の位置を移動させることで前記光の射出位置を調整する

ことを特徴とする請求項１乃至請求項５の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項9] 光源からの光を入力画像に従い変調して投射画像として射出する光射出部と、

前記光射出部による光の射出位置を調整する射出位置調整部と、

被投射媒体に投射された投射画像を撮像して撮像画像を出力する撮像部と、

前記光射出部から射出された第１の投射画像の、他のプロジェクタ装置が投射した第２の投射画像との重複領域に対応する領域に、輝度の傾斜の方向が互いに交差する第１のグラデーション領域および第２のグラデーション領域を含む調整領域が形成される第１の調整用画像に基づき前記被投射媒体に前記光射出部から投射した第１の調整用投射画像と、他のプロジェクタ装置が投射した、前記第２の投射画像の該重複領域に対応する領域に、前記第１のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第３のグラデーション領域と、前記第２のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第４のグラデーション領域とを含み、該第３のグラデーション領域が前記第１のグラデーション領域と対応する位置に配置され、該第４のグラデーション領域が前記第２のグラデーション領域と対応する位置に配置される調整領域が形成される第２の調整用画像に基づく第２の調整用投射画像との重複領域に含まれる前記第１のグラデーション領域と前記第３のグラデーション領域とが重複する領域の第１の輝度と、前記第２のグラデーション領域と前記第４のグラデーション領域とが重複する領域の第２の輝度と、前記第１の調整用投射画像および前記第２の調整用投射画像のうち少なくとも一方における該重複領域外の領域の第３の輝度とを、前記撮像画像を解析して取得する解析部と、

前記解析部により取得された前記第１の輝度および前記第２の輝度がそれぞれ前記第３の輝度と一致するように前記射出位置調整部を制御するための制御信号を生成して出力する制御部と

を有する

ことを特徴とするプロジェクタ装置。

[請求項10] 第１のプロジェクタ装置の光射出部から射出された第１の投射画像の、第２のプロジェクタ装置が投射した第２の投射画像との重複領域に対応する領域に、輝度の傾斜の方向が互いに交差する第１のグラデーション領域および第２のグラデーション領域を含む調整領域が形成される第１の調整用画像に基づき被投射媒体に前記光射出部から投射した第１の調整用投射画像と、第２のプロジェクタ装置が投射した、前記第２の投射画像の該重複領域に対応する領域に、前記第１のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第３のグラデーション領域と、前記第２のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第４のグラデーション領域とを含み、該第３のグラデーション領域が前記第１のグラデーション領域と対応する位置に配置され、該第４のグラデーション領域が前記第２のグラデーション領域と対応する位置に配置される調整領域が形成される第２の調整用画像に基づく第２の調整用投射画像との重複領域に含まれる前記第１のグラデーション領域と前記第３のグラデーション領域とが重複する領域の第１の輝度と、前記第２のグラデーション領域と前記第４のグラデーション領域とが重複する領域の第２の輝度と、前記第１の調整用投射画像および前記第２の調整用投射画像のうち少なくとも一方における該重複領域外の領域の第３の輝度とを、前記被投射媒体に投射された投射画像を撮像した撮像画像を解析して取得する解析部と、

前記解析部により取得された前記第１の輝度および前記第２の輝度がそれぞれ前記第３の輝度と一致するように、少なくとも前記第１のプロジェクタ装置の光射出部による前記第１の投射画像の射出位置を

調整するための制御信号を生成して出力する制御部と
を有する
ことを特徴とする調整装置。

[請求項11] 第１のプロジェクタ装置の光射出部から射出された第１の投射画像の、第２のプロジェクタ装置が投射した第２の投射画像との重複領域に対応する領域に、輝度の傾斜の方向が互いに交差する第１のグラデーション領域および第２のグラデーション領域を含む調整領域が形成される第１の調整用画像に基づき被投射媒体に前記光射出部から投射した第１の調整用投射画像と、第２のプロジェクタ装置が投射した、前記第２の投射画像の該重複領域に対応する領域に、前記第１のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第３のグラデーション領域と、前記第２のグラデーション領域に対して輝度の傾斜の方向が逆の第４のグラデーション領域とを含み、該第３のグラデーション領域が前記第１のグラデーション領域と対応する位置に配置され、該第４のグラデーション領域が前記第２のグラデーション領域と対応する位置に配置される調整領域が形成される第２の調整用画像に基づく第２の調整用投射画像との重複領域に含まれる前記第１のグラデーション領域と前記第３のグラデーション領域とが重複する領域の第１の輝度と、前記第２のグラデーション領域と前記第４のグラデーション領域とが重複する領域の第２の輝度と、前記第１の調整用投射画像および前記第２の調整用投射画像のうち少なくとも一方における該重複領域外の領域の第３の輝度とを、前記被投射媒体に投射された投射画像を撮像した撮像画像を解析して取得する解析ステップと、

前記解析ステップにより取得された前記第１の輝度および前記第２の輝度がそれぞれ前記第３の輝度と一致するように、少なくとも前記第１のプロジェクタ装置の光射出部による前記第１の投射画像の射出位置を調整するための制御信号を生成して出力する制御ステップと
を有する

ことを特徴とする調整方法。

[請求項12] 請求項１１に記載の調整方法をコンピュータに実行させるための調整プログラム。

[請求項13] 第１の投射装置および第２の投射装置を含む２以上の投射装置と、該２以上の投射装置それぞれに画像を出力する画像出力装置と、該２以上の投射装置が投射する投射画像の被投射媒体上の各投射位置を調整する調整装置とを含み、前記第１の投射装置が射出する第１の投射画像と、前記第２の投射装置が射出する第２の投射画像とが重複領域を持つように被投射媒体に投射されるマルチプロジェクタシステムであって、

前記投射装置のそれぞれは、

光源からの光を入力画像に従い変調して投射画像として射出する光射出部と、

前記光射出部により射出される前記投射画像の角度を調整する角度調整部と

を有し、

前記画像出力装置は、

前記第１の投射画像の前記重複領域に対応する領域に、輝度が第１の方向に向けて傾斜された第１のグラデーション領域が形成された第１の調整用画像と、前記第２の投射画像の前記重複領域に対応する領域に、輝度が該第１の方向と逆の第２の方向に向けて傾斜され、該第１のグラデーション領域と対応する位置に配置された第２のグラデーション領域が形成された第２の調整用画像とを前記第１の投射装置および前記第２の投射装置の前記入力画像としてそれぞれ出力する出力部を有し、

前記調整装置は、

被投射媒体に投射された投射画像を撮像して撮像画像を出力する撮像部と、

前記撮像画像を解析して、前記第１の投射装置が前記第１の調整用画像に基づき前記被投射媒体に投射した第１の調整用投射画像と、前記第２の投射装置が前記第２の調整用画像に基づき該被投射媒体に投射した第２の調整用投射画像との重複領域に含まれる前記第１のグラデーション領域と前記第２のグラデーション領域とが重複する領域の、前記第１の方向と垂直の方向の輝度変化を取得する解析部と、

前記解析部により取得された前記輝度変化が予め定められた範囲内となるように前記投射装置の前記角度調整部を制御するための第１の制御信号を出力する制御部と

を有する

ことを特徴とするマルチプロジェクタシステム。

[請求項14] 前記投射装置のそれぞれは、

前記光射出部による光の射出位置を調整する射出位置調整部をさらに有し、

前記出力部は、

前記第１の調整用画像に対し、さらに、前記第１の投射画像の前記重複領域に対応する領域に、輝度が前記第１の方向に対して交差する第３の方向に向けて傾斜する第３のグラデーション領域を形成し、前記第２の調整用画像に対し、さらに、前記第２の投射画像の前記重複領域に対応する領域に、輝度が該第３の方向と逆の第４の方向に向けて傾斜する第４のグラデーション領域を、該第３のグラデーション領域と対応する位置に形成し、

前記解析部は、

前記撮像画像を解析して、前記第１の調整用投射画像と前記第２の調整用画像との重複領域に含まれる前記第１のグラデーション領域と前記第２のグラデーション領域とが重複する領域の第１の輝度と、前記第３のグラデーション領域と前記第４のグラデーション領域とが重複する領域の第２の輝度と、前記第１の調整用投射画像および前記第

２の調整用投射画像のうち少なくとも一方における該重複領域外の領域の第３の輝度とをさらに取得し、

前記制御部は、

前記解析部により取得された前記第１の輝度および前記第２の輝度がそれぞれ前記第３の輝度と一致するように前記投射装置の前記射出位置調整部を制御するための第２の制御信号をさらに出力する

ことを特徴とする請求項１３に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項15] 前記調整装置は、

前記第１の制御信号により前記角度調整部が制御された後に、前記解析部により前記撮像画像から前記第１の輝度、前記第２の輝度および前記第３の輝度を取得して、前記制御部により該第１の輝度、該第２の輝度および該第３の輝度に基づき前記第２の制御信号を出力することを特徴とする請求項１４に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項16] 前記制御部は、

前記第１の輝度および前記第２の輝度と、前記第３の輝度とに基づき前記射出位置の、前記第１のグラデーション領域の傾斜の方向に対する第１の移動距離と、前記第３のグラデーション領域の傾斜の方向に対する第２の移動距離とを算出し、算出された該第１の移動距離および第２の移動距離に従い前記射出位置を移動させるための前記第２の制御信号を生成する

ことを特徴とする請求項１４または請求項１５に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項17] 前記制御部は、

前記第３の輝度と、前記第１の輝度および該第３の輝度の差分との比と、前記第１のグラデーション領域の傾斜の方向の幅とに基づき前記第１の移動距離を算出し、前記第３の輝度と、前記第２の輝度および該第３の輝度の差分との比と、前記第３のグラデーション領域の傾斜の方向の幅とに基づき前記第２の移動距離を算出する

ことを特徴とする請求項１６に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項18] 前記撮像部は、

被投射媒体に投射された前記第１の調整用投射画像および前記第２の調整用投射画像のうち、少なくとも前記重複領域と該重複領域に隣接する該重複領域外の所定範囲とを含んで撮像して前記撮像画像を出力する

ことを特徴とする請求項１４乃至請求項１７の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項19] 前記撮像部は、

前記調整領域の、輝度の傾斜の方向における幅に含まれる画素数に対応する階調を認識可能な輝度の分解能を備える

ことを特徴とする請求項１４乃至請求項１８の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項20] 前記射出位置調整部は、

前記光射出部から射出される光の光軸を移動させることで前記光の射出位置を調整する

ことを特徴とする請求項１４乃至請求項１９の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項21] 前記射出位置調整部は、

前記投射装置の位置を移動させることで前記光の射出位置を調整する

ことを特徴とする請求項１４乃至請求項１９の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項22] 前記光射出部は、

前記光源からの光を前記入力画像に従い変調する光変調素子を含み、

前記射出位置調整部は、

前記光変調素子上での前記入力画像の位置を移動させることで前記

光の射出位置を調整する

ことを特徴とする請求項１４乃至請求項１９の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項23] 前記光射出部は、

前記光源からの光を前記入力画像に従い変調する光変調素子を含み、

前記角度調整部は、

前記投射画像を射出する光軸を中心に前記光変調素子を回転させることで前記投射画像の角度を調整する

ことを特徴とする請求項１３乃至請求項２２の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項24] 前記光射出部は、

前記光源からの光を前記入力画像に従い変調する光変調素子を含み、

前記角度調整部は、

前記入力画像を回転させることで前記投射画像の角度を調整する

ことを特徴とする請求項１３乃至請求項２２の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項25] 前記角度調整部は、

前記投射装置を被投射媒体に対向する面内で回転させることで前記投射画像の角度を調整する

ことを特徴とする請求項１３乃至請求項２２の何れか１項に記載のマルチプロジェクタシステム。

[請求項26] 光源からの光を入力画像に従い変調して投射画像として射出する光射出部と、

前記光射出部により射出される前記投射画像の角度を調整する角度調整部と、

被投射媒体に投射された投射画像を撮像して撮像画像を出力する撮

像部と、

前記光射出部から射出された第１の投射画像の、他のプロジェクタ装置が投射した第２の投射画像との重複領域に対応する領域に、輝度が第１の方向に向けて傾斜された第１のグラデーション領域が形成された第１の調整用画像に基づき前記被投射媒体に前記光射出部から投射した第１の調整用投射画像と、他のプロジェクタ装置が投射した、前記第２の投射画像の該重複領域に対応する領域に、輝度が該第１の方向と逆の第２の方向に向けて傾斜され、該第１のグラデーション領域と対応する位置に配置された第２のグラデーション領域が形成された第２の調整用画像に基づく第２の調整用投射画像との重複部分に含まれる前記第１のグラデーション領域と前記第２のグラデーション領域とが重複する領域の、前記第１の方向と垂直の方向の輝度変化を、前記撮像画像を解析して取得する解析部と、

前記解析部により取得された前記輝度変化が予め定められた範囲内となるように前記投射装置の前記角度調整部を制御するための制御信号を生成して出力する制御部と

を有する

ことを特徴とするプロジェクタ装置。

[請求項27] 第１のプロジェクタ装置の光射出部から射出された第１の投射画像の、第２のプロジェクタ装置が投射した第２の投射画像との重複領域に対応する領域に、輝度が第１の方向に向けて傾斜された第１のグラデーション領域が形成された第１の調整用画像に基づき被投射媒体に該光射出部から投射した第１の調整用投射画像と、第２のプロジェクタ装置が投射した、該第２の投射画像の該重複領域に対応する領域に、輝度が該第１の方向と逆の第２の方向に向けて傾斜され、該第１のグラデーション領域と対応する位置に配置された第２のグラデーション領域が形成された第２の調整用画像に基づく第２の調整用投射画像との重複部分に含まれる該第１のグラデーション領域と該第２のグラ

デーション領域とが重複する領域の、該第１の方向と垂直の方向の輝度変化を、該被投射媒体に投射された投射画像を撮像した撮像画像を解析して取得する解析部と、

前記解析部により取得された前記輝度変化が予め定められた範囲内となるように前記投射装置の前記角度調整部を制御するための制御信号を生成して出力する制御部と

を有する

ことを特徴とする調整装置。

[請求項28] 第１のプロジェクタ装置の光射出部から射出された第１の投射画像の、第２のプロジェクタ装置が投射した第２の投射画像との重複領域に対応する領域に、輝度が第１の方向に向けて傾斜された第１のグラデーション領域が形成された第１の調整用画像に基づき被投射媒体に該光射出部から投射した第１の調整用投射画像と、第２のプロジェクタ装置が投射した、該第２の投射画像の該重複領域に対応する領域に、輝度が該第１の方向と逆の第２の方向に向けて傾斜され、該第１のグラデーション領域と対応する位置に配置された第２のグラデーション領域が形成された第２の調整用画像に基づく第２の調整用投射画像との重複部分に含まれる該第１のグラデーション領域と該第２のグラデーション領域とが重複する領域の、該第１の方向と垂直の方向の輝度変化を、該被投射媒体に投射された投射画像を撮像した撮像画像を解析して取得する解析ステップと、

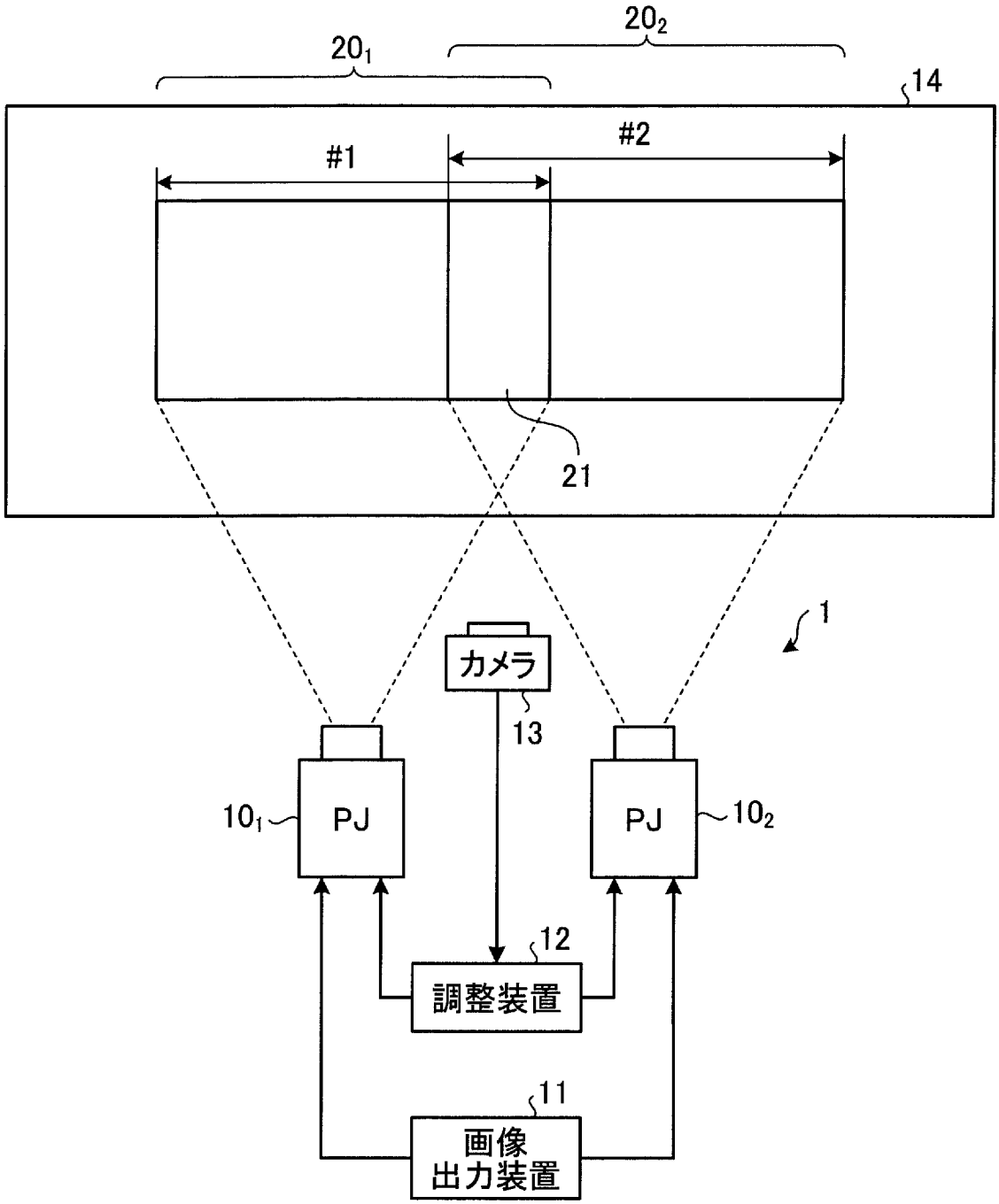
前記解析ステップにより取得された前記輝度変化が予め定められた範囲内となるように前記投射装置の前記角度調整部を制御するための制御信号を生成して出力する制御ステップと

を有する

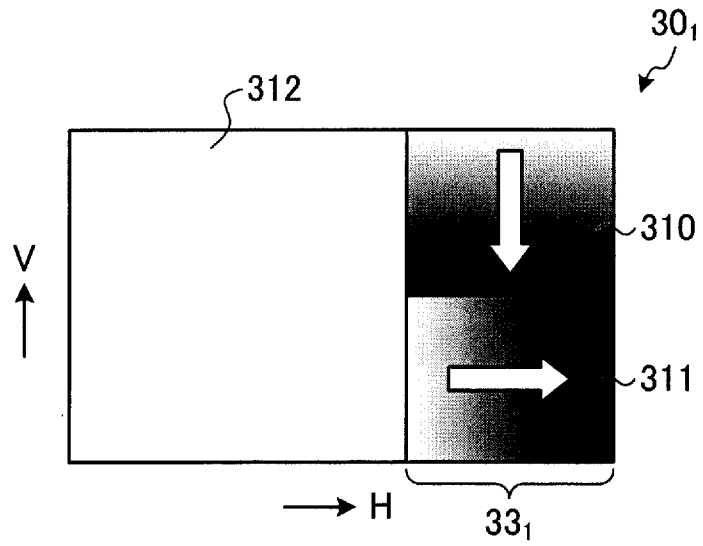
ことを特徴とする調整方法。

[請求項29] 請求項２８に記載の調整方法をコンピュータに実行させるための調整プログラム。

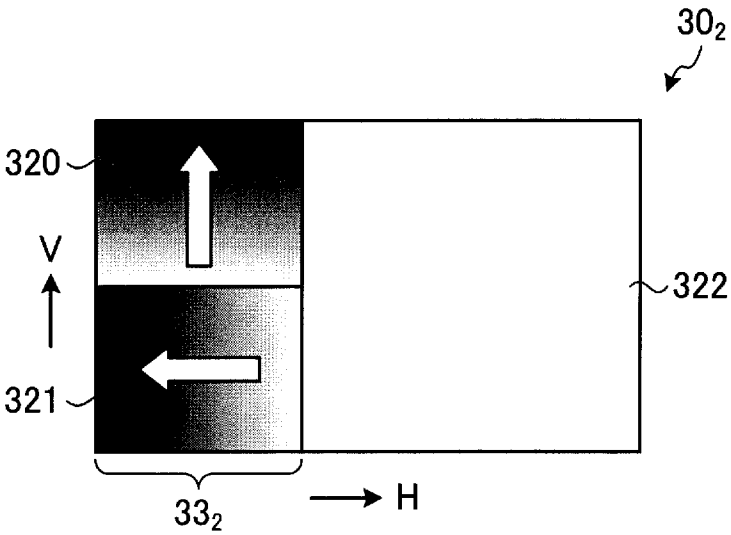
[図1]



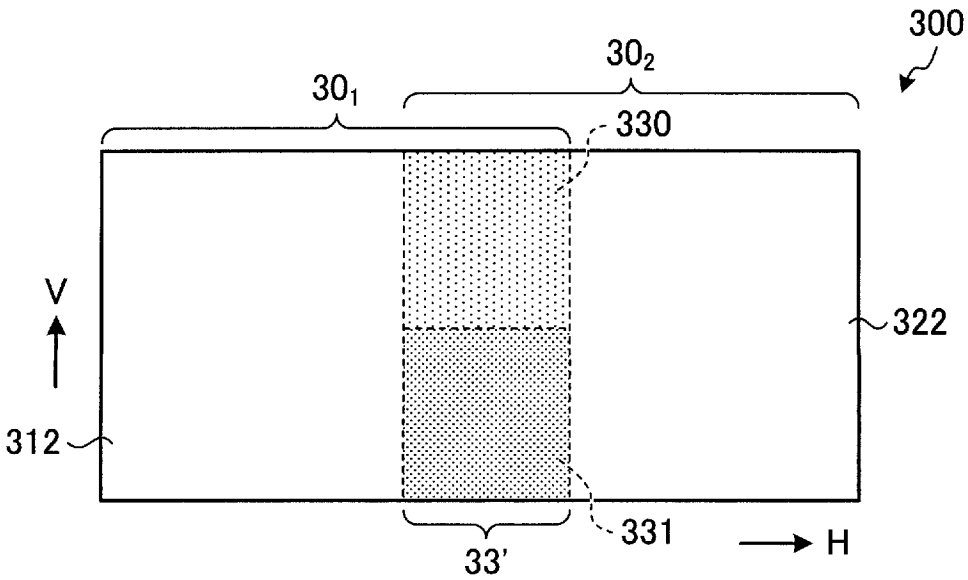
[図2A]


30_1
312
310
311
V
H
33_1

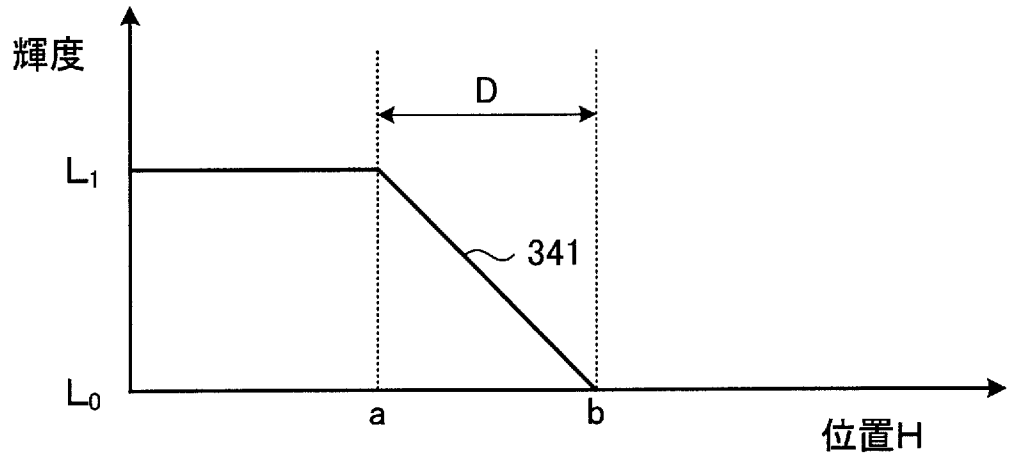
[図2B]


30_2
320
V
321
322
H
33_2

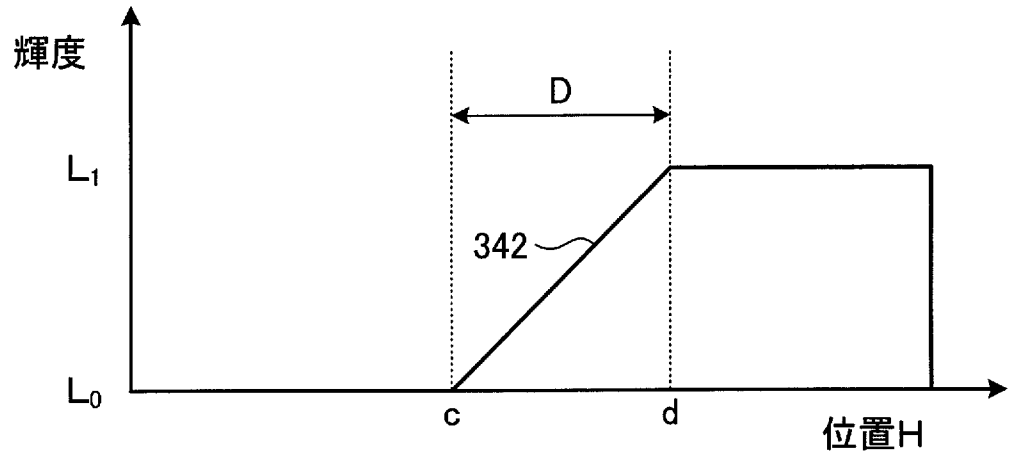
[図2C]


300
30_2
30_1
330
V
322
312
331
H
33'

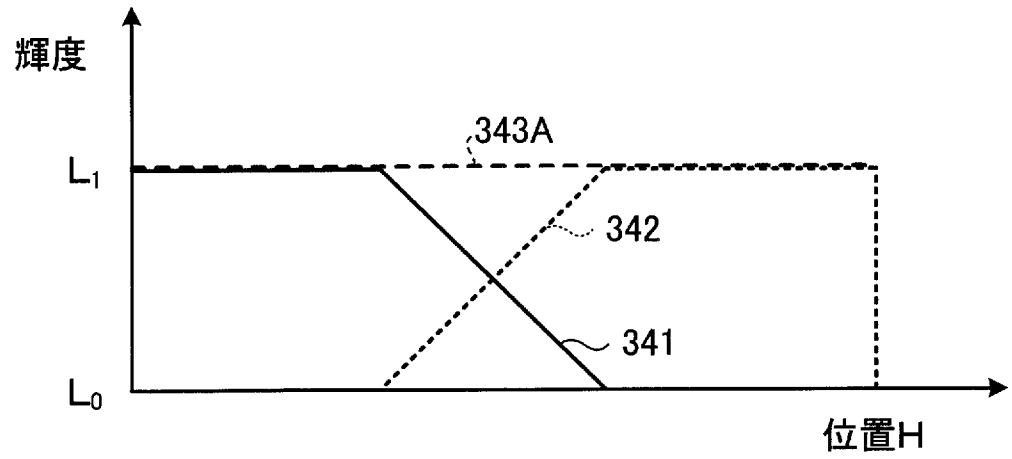
[図3A]



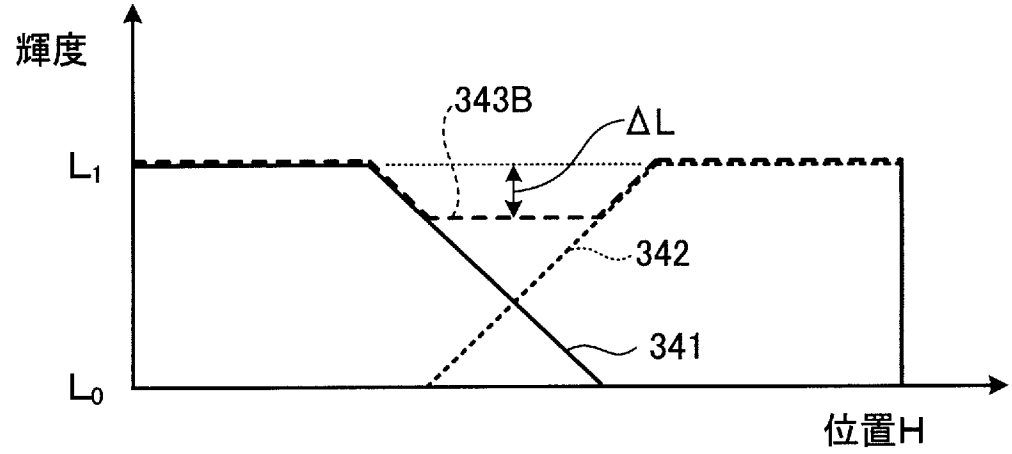
[図3B]



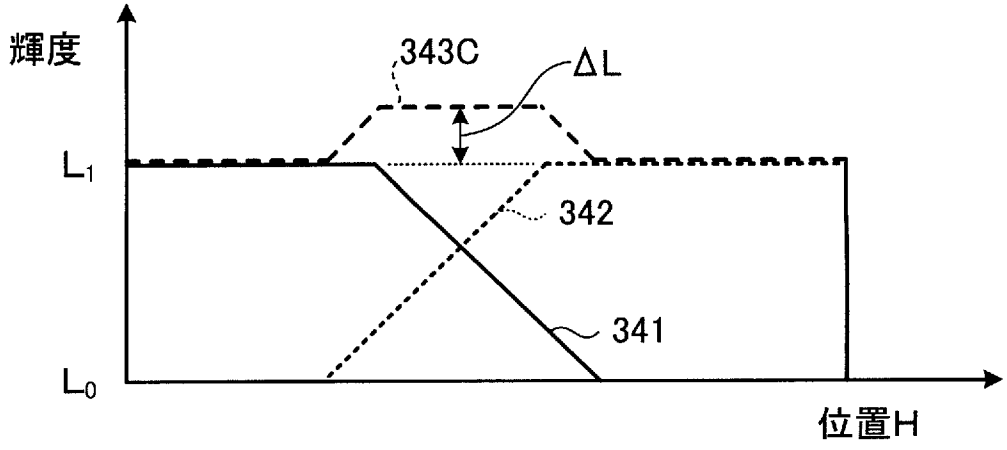
[図4A]


輝度
343A
L1
342
341
L0
位置H

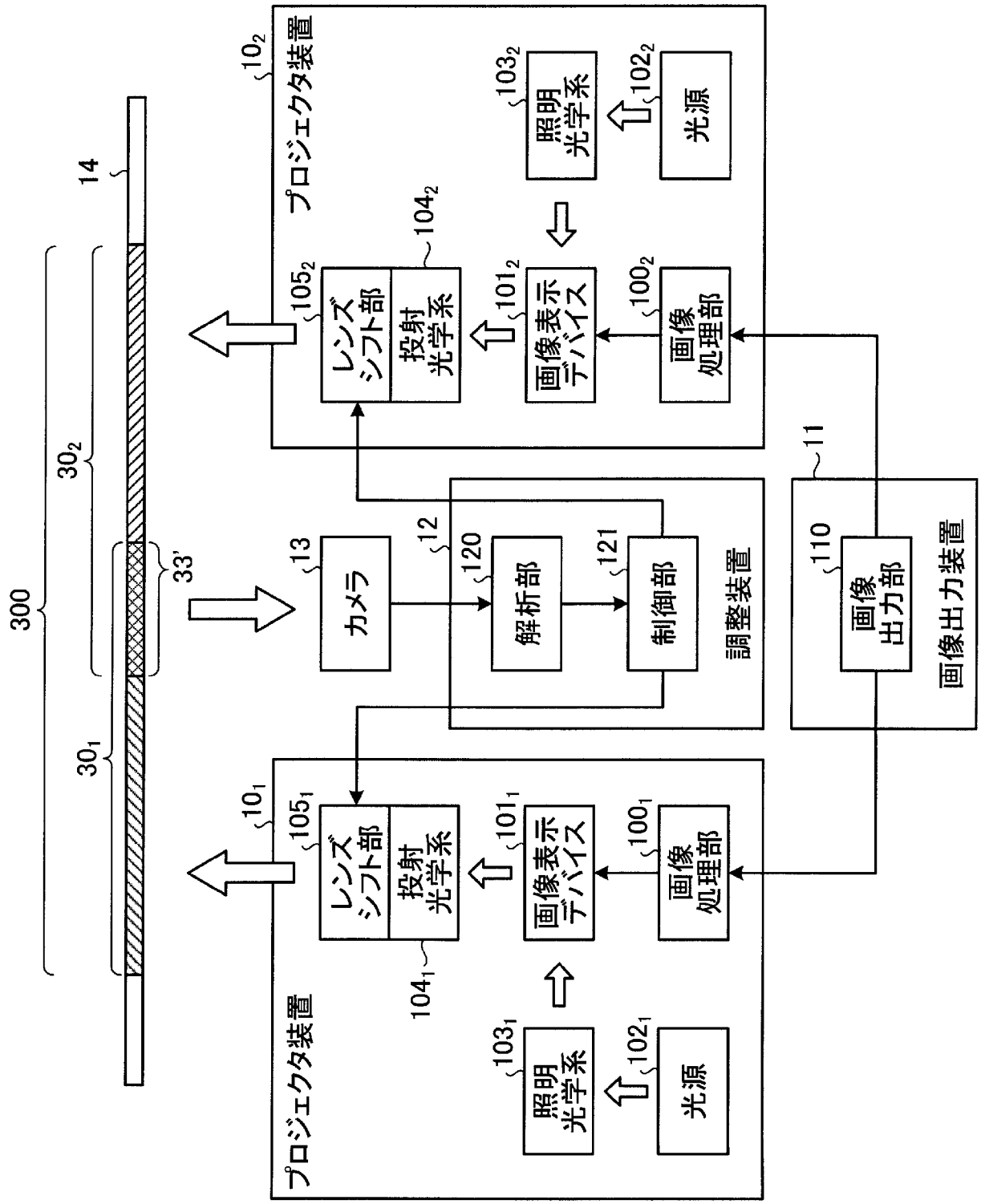
[図4B]


輝度
343B
ΔL
L1
342
341
L0
位置H

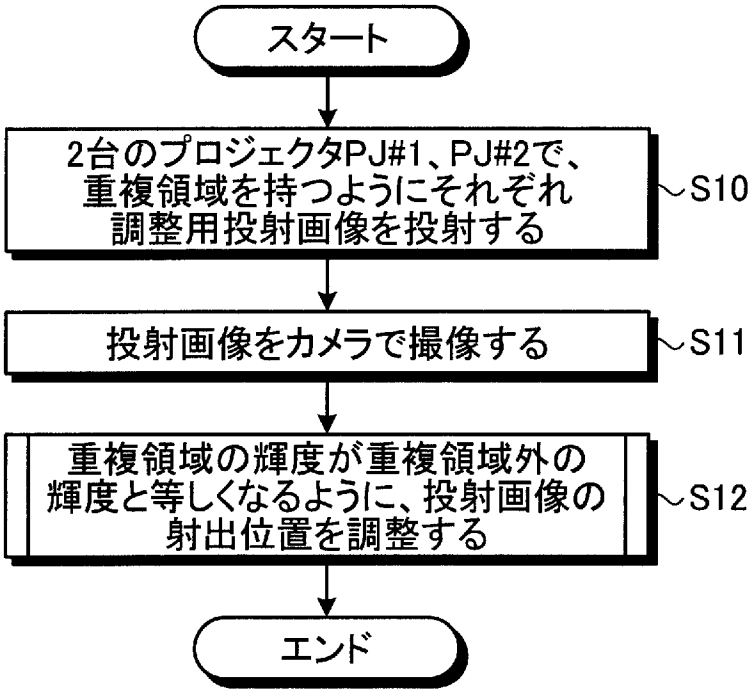
[図4C]


輝度
343C
ΔL
L1
342
341
L0
位置H

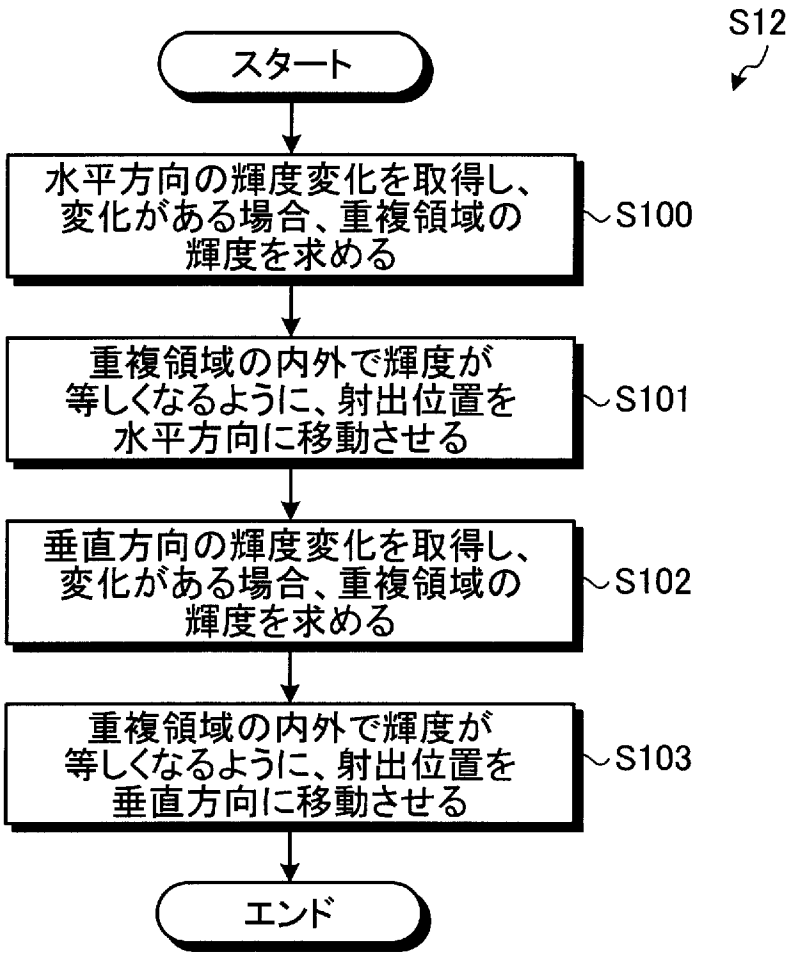
[図5]


300
14
30_2
30_1
33'
10_2
プロジェクタ装置
105_2
レンズシフト部
投射光学系
104_2
101_2
画像表示デバイス
100_2
画像処理部
103_2
照明光学系
102_2
光源
13
カメラ
12
120
解析部
121
制御部
調整装置
11
110
画像出力部
画像出力装置
10_1
プロジェクタ装置
105_1
レンズシフト部
投射光学系
104_1
101_1
画像表示デバイス
100_1
画像処理部
103_1
照明光学系
102_1
光源

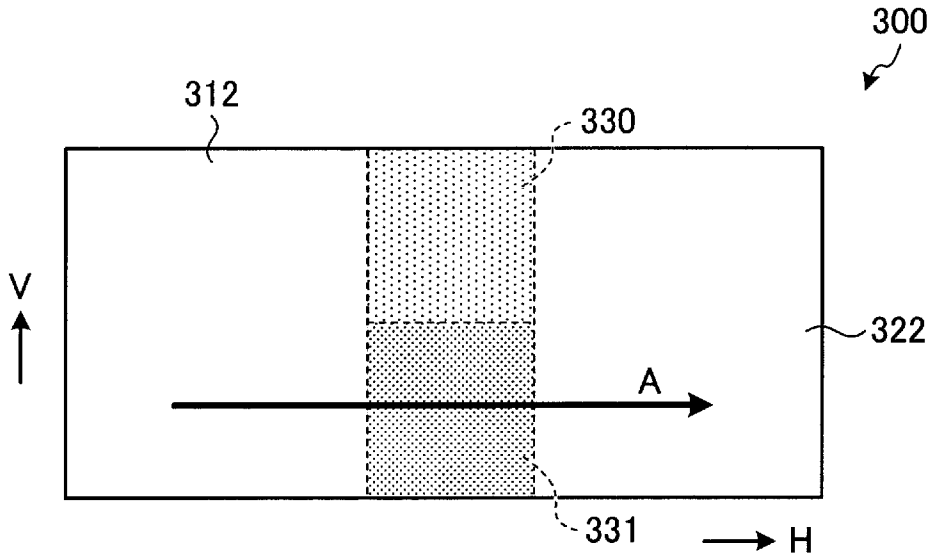
[図6]


スタート
2台のプロジェクタPJ#1、PJ#2で、重複領域を持つようにそれぞれ調整用投射画像を投射する
S10
投射画像をカメラで撮像する
S11
重複領域の輝度が重複領域外の輝度と等しくなるように、投射画像の射出位置を調整する
S12
エンド

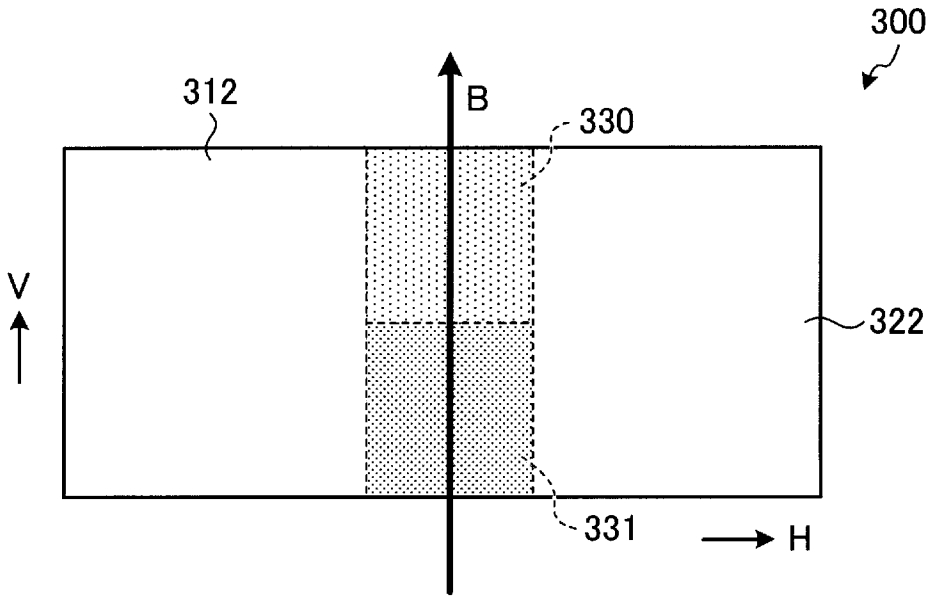
[図7]


S12
スタート
水平方向の輝度変化を取得し、変化がある場合、重複領域の輝度を求める
S100
重複領域の内外で輝度が等しくなるように、射出位置を水平方向に移動させる
S101
垂直方向の輝度変化を取得し、変化がある場合、重複領域の輝度を求める
S102
重複領域の内外で輝度が等しくなるように、射出位置を垂直方向に移動させる
S103
エンド

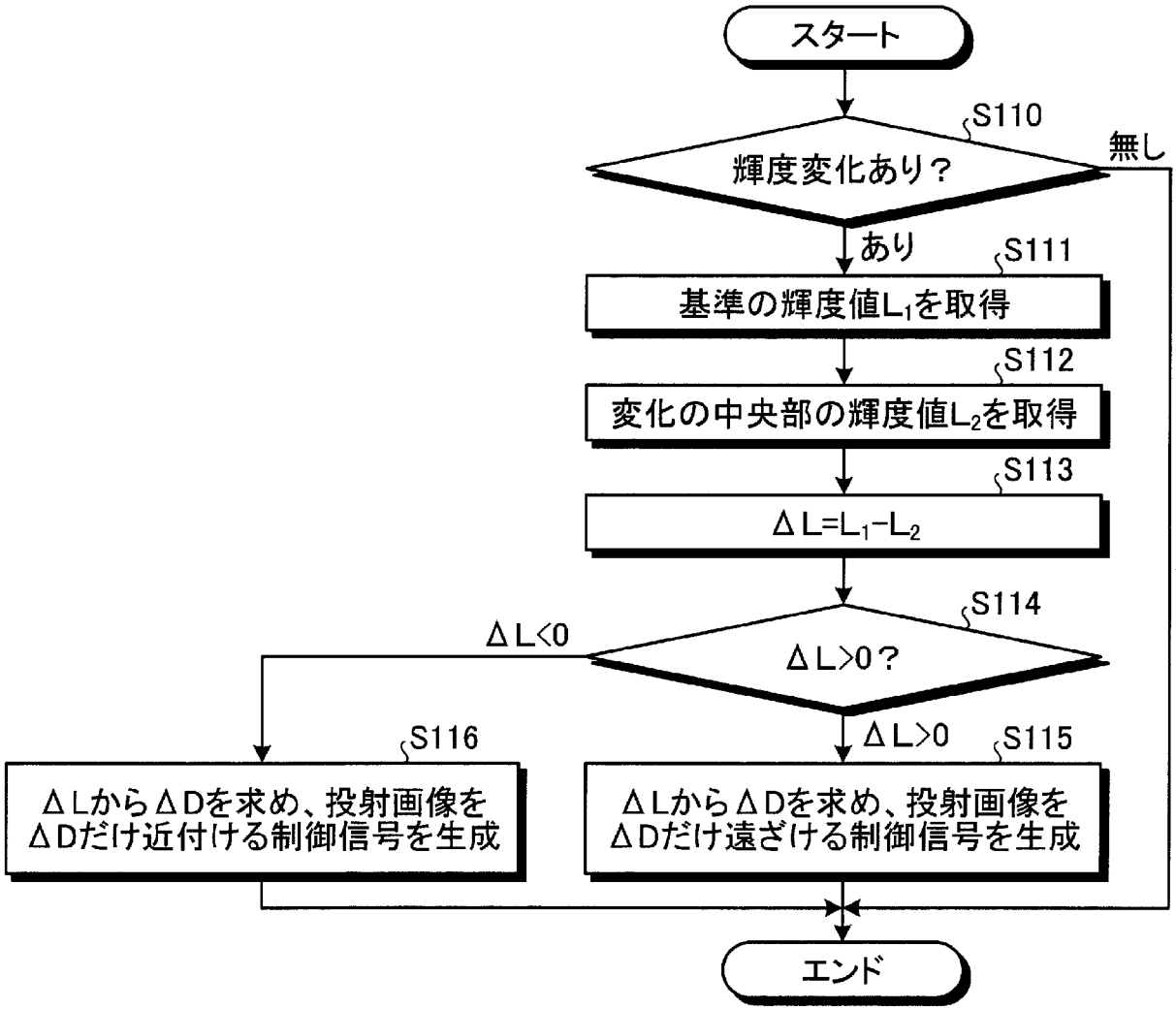
[図8]



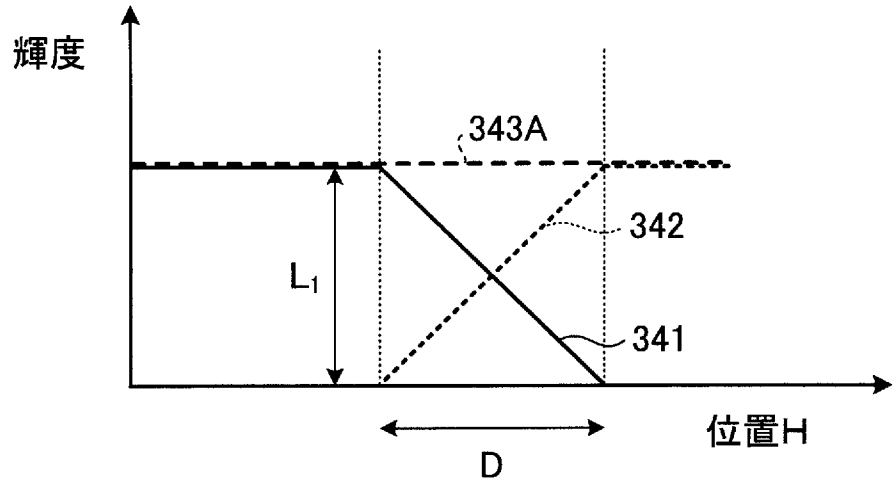
[図9]



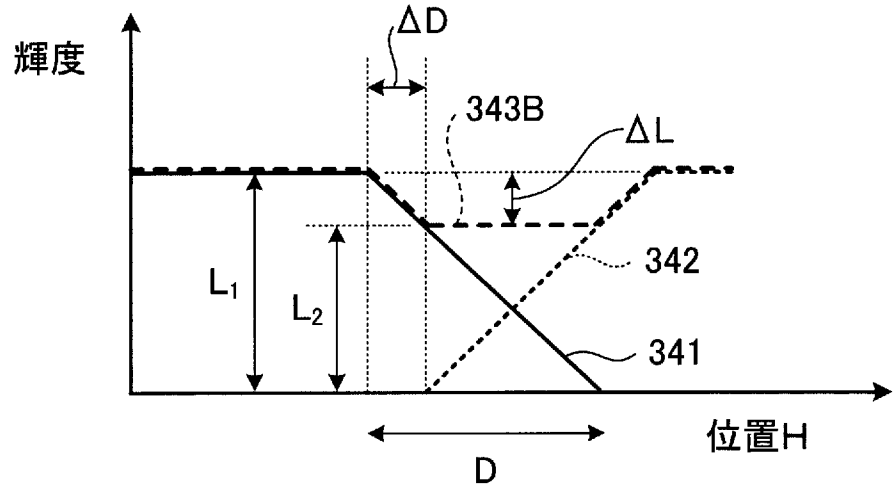
[図10]


スタート
S110
輝度変化あり？
無し
あり
S111
基準の輝度値L1を取得
S112
変化の中央部の輝度値L2を取得
S113
ΔL=L1-L2
S114
ΔL<0
ΔL>0？
ΔL>0
S115
ΔLからΔDを求め、投射画像を
ΔDだけ遠ざける制御信号を生成
S116
ΔLからΔDを求め、投射画像を
ΔDだけ近付ける制御信号を生成
エンド

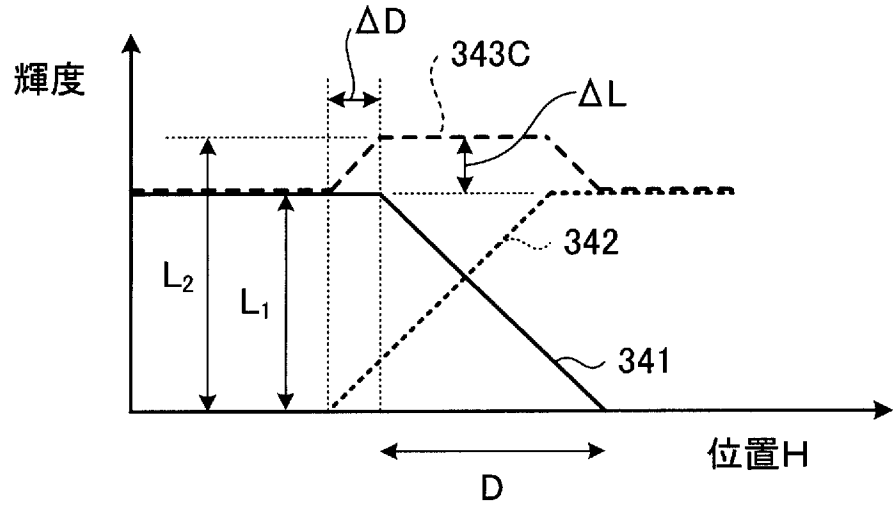
[図11A]



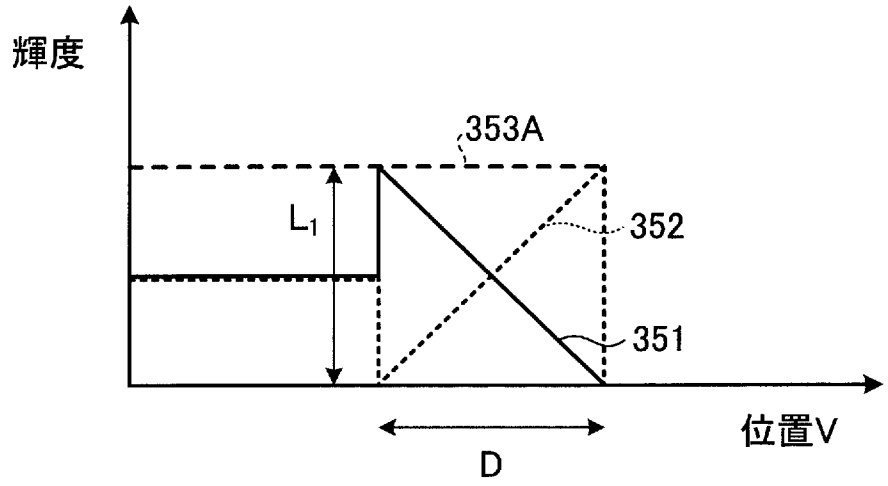
[図11B]



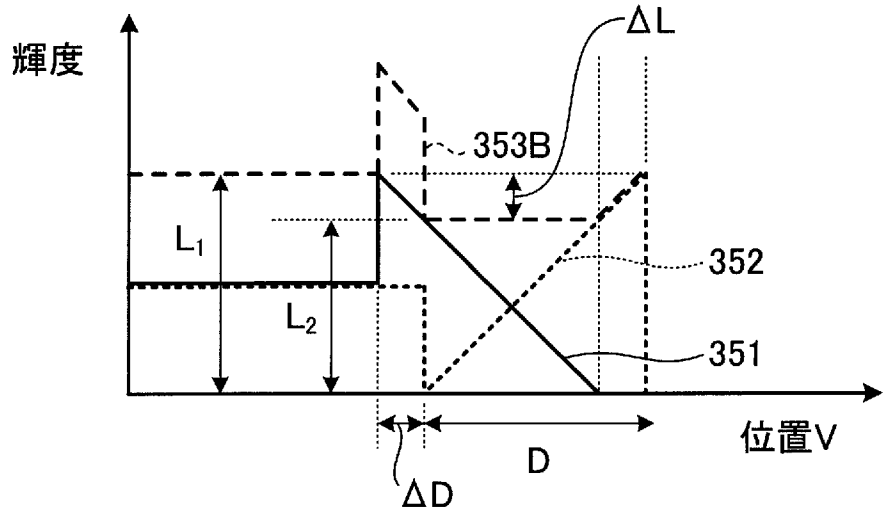
[図11C]



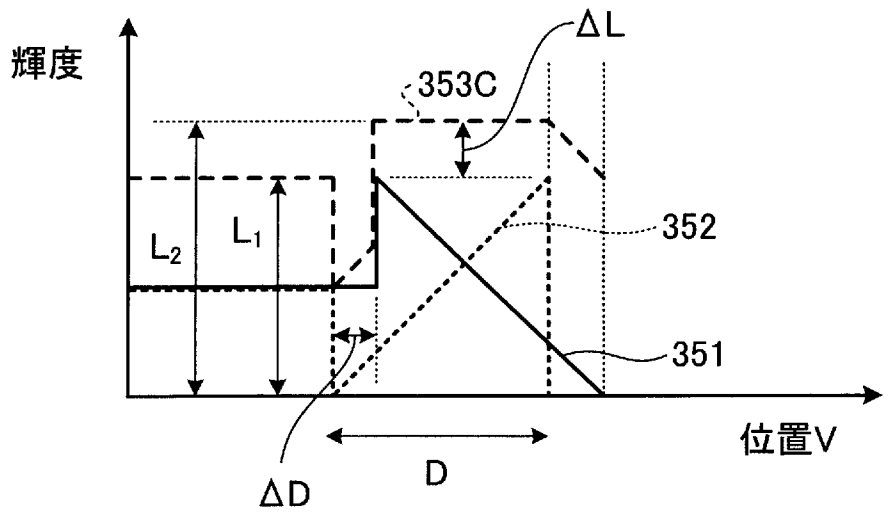
[図12A]



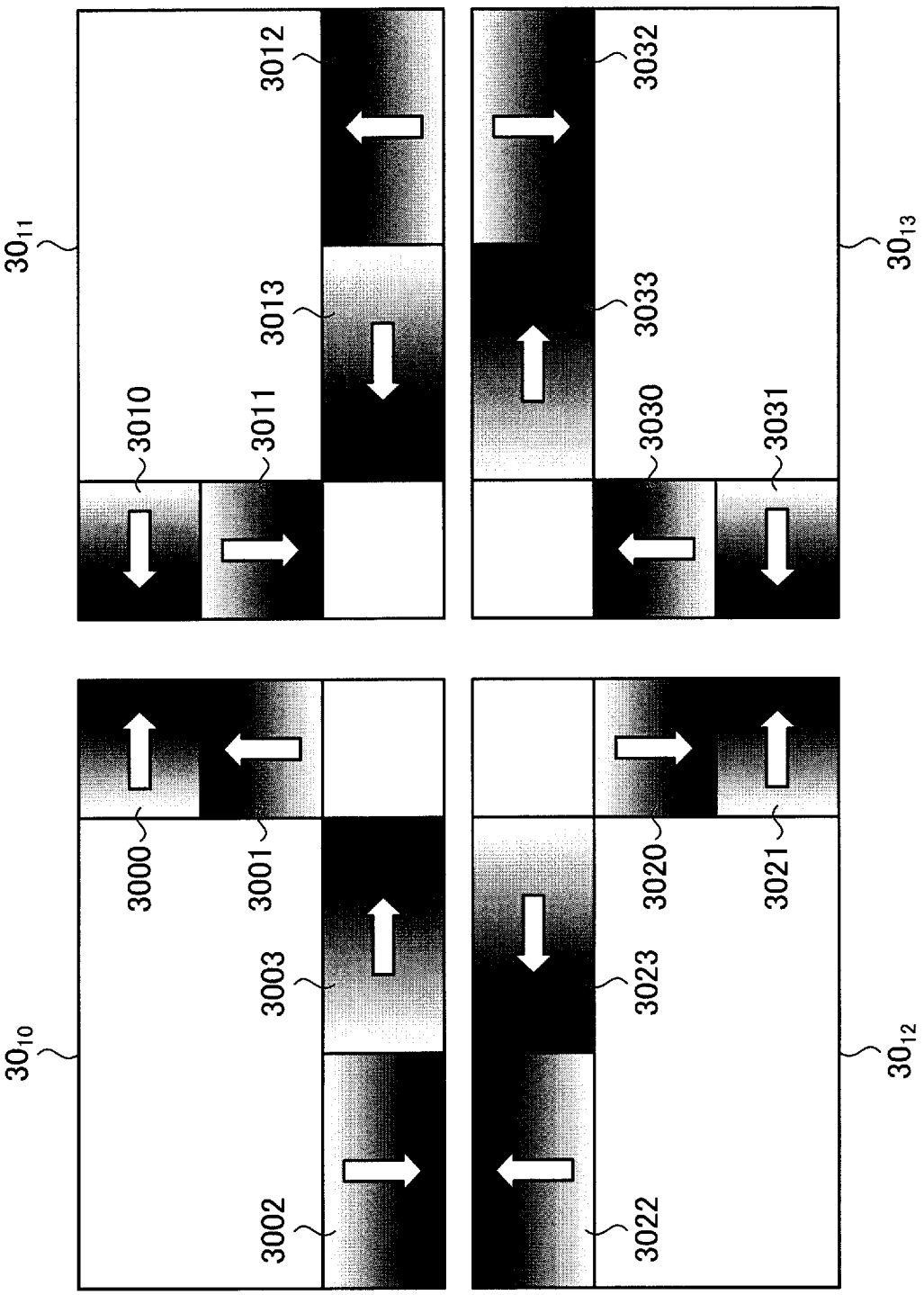
[図12B]



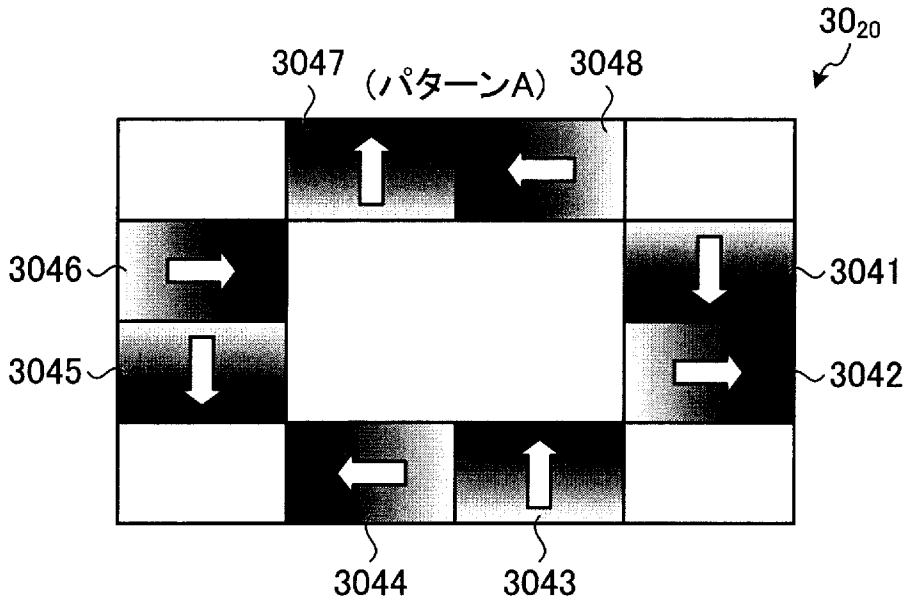
[図12C]



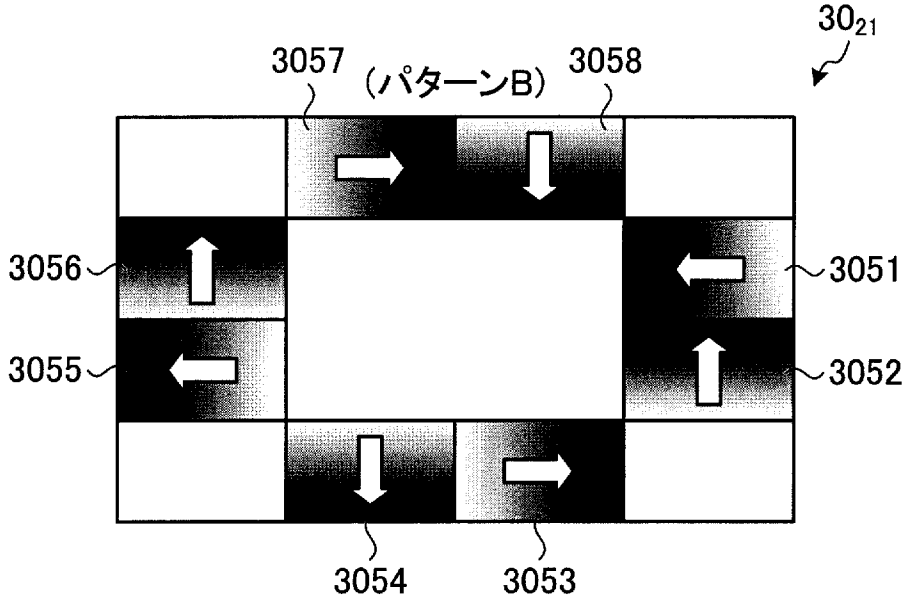
[図13]


30_{11}
3012
3013
3010
3011
30_{13}
3032
3033
3030
3031
30_{10}
3000
3001
3003
3002
30_{12}
3020
3021
3023
3022

[図14A]



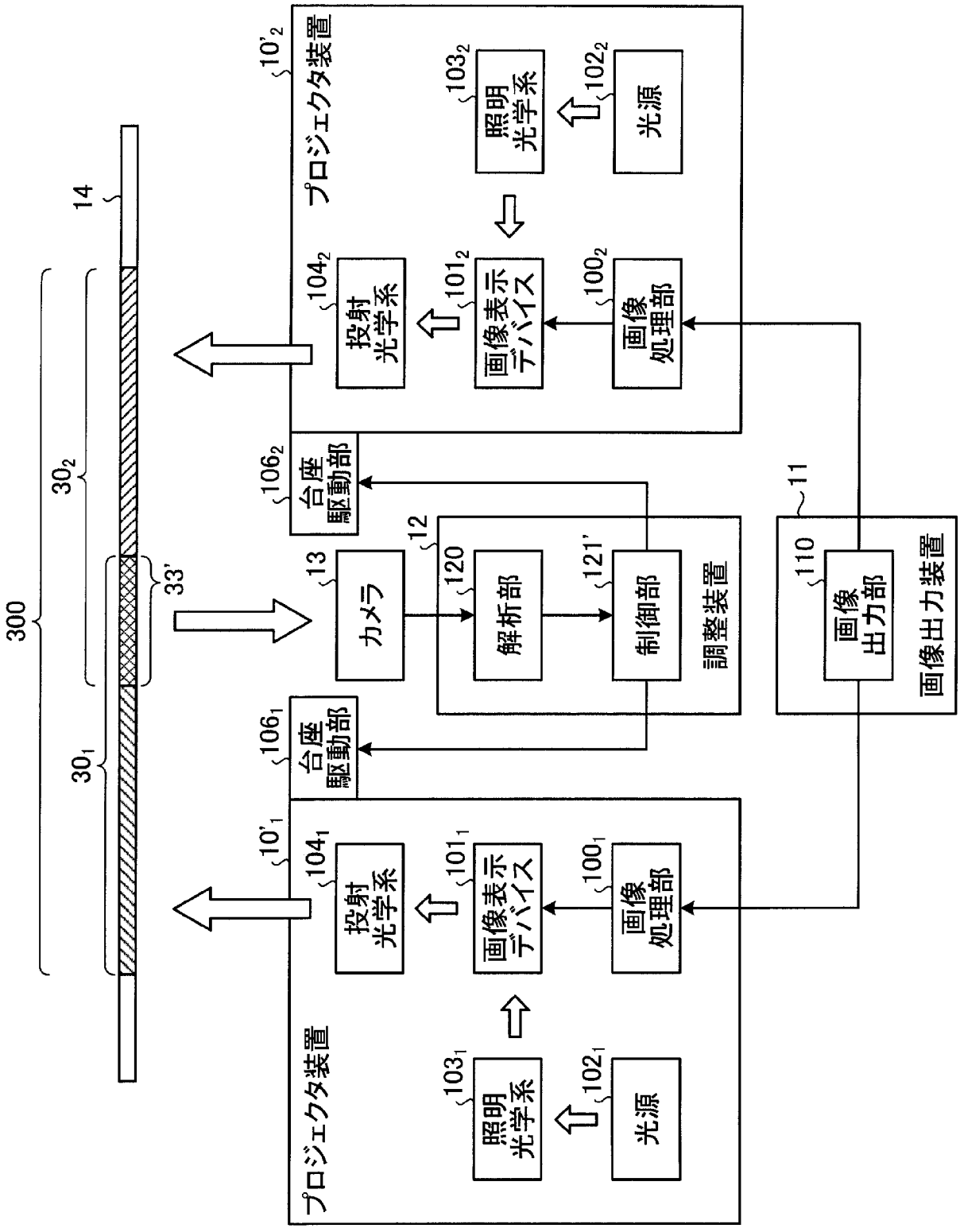
[図14B]



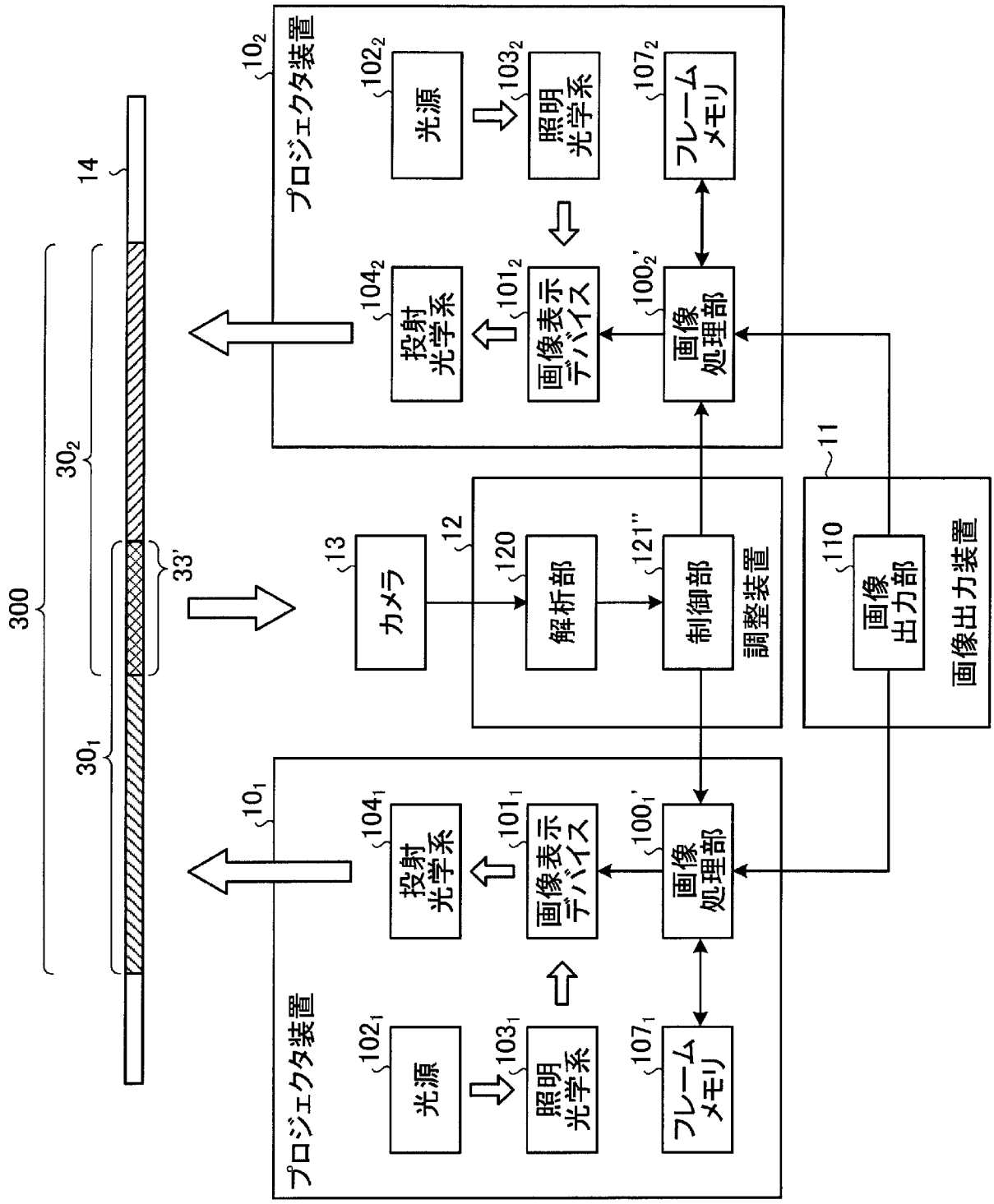
[図14C]

パターンA	パターンB	パターンA
パターンB	パターンA	パターンB
パターンA	パターンB	パターンA

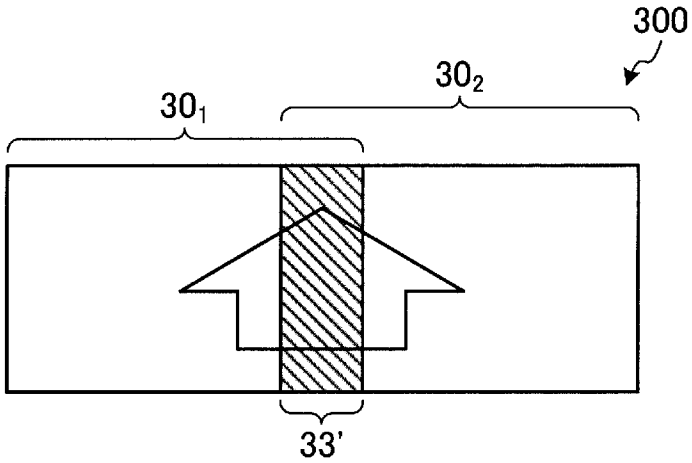
[図15]


300
14
30_2
30_1
33'
プロジェクタ装置
$10'_2$
103_2
照明光学系
102_2
光源
104_2
投射光学系
101_2
画像表示デバイス
100_2
画像処理部
106_2
台座駆動部
13
カメラ
12
120
解析部
121'
制御部
調整装置
11
110
画像出力部
画像出力装置
106_1
台座駆動部
$10'_1$
104_1
投射光学系
101_1
画像表示デバイス
100_1
画像処理部
プロジェクタ装置
103_1
照明光学系
102_1
光源

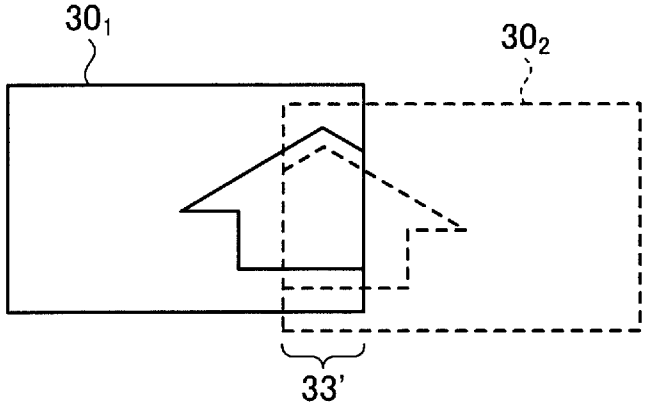
[図16]


300
30_2
30_1
14
33'
10_2
プロジェクタ装置
102_2
光源
103_2
照明光学系
107_2
フレームメモリ
104_2
投射光学系
101_2
画像表示デバイス
100_2'
画像処理部
13
カメラ
12
120
解析部
121''
制御部
調整装置
11
110
画像出力部
画像出力装置
10_1
プロジェクタ装置
104_1
投射光学系
101_1
画像表示デバイス
100_1'
画像処理部
102_1
光源
103_1
照明光学系
107_1
フレームメモリ

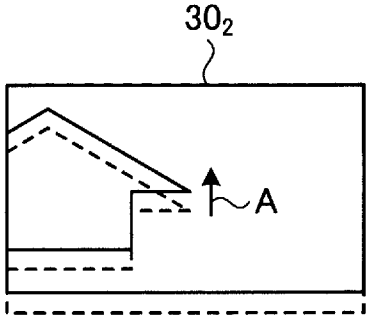
[図17A]



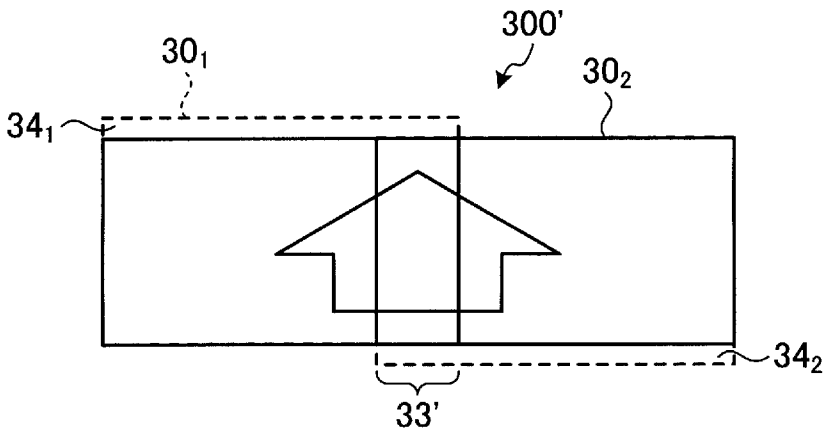
[図17B]



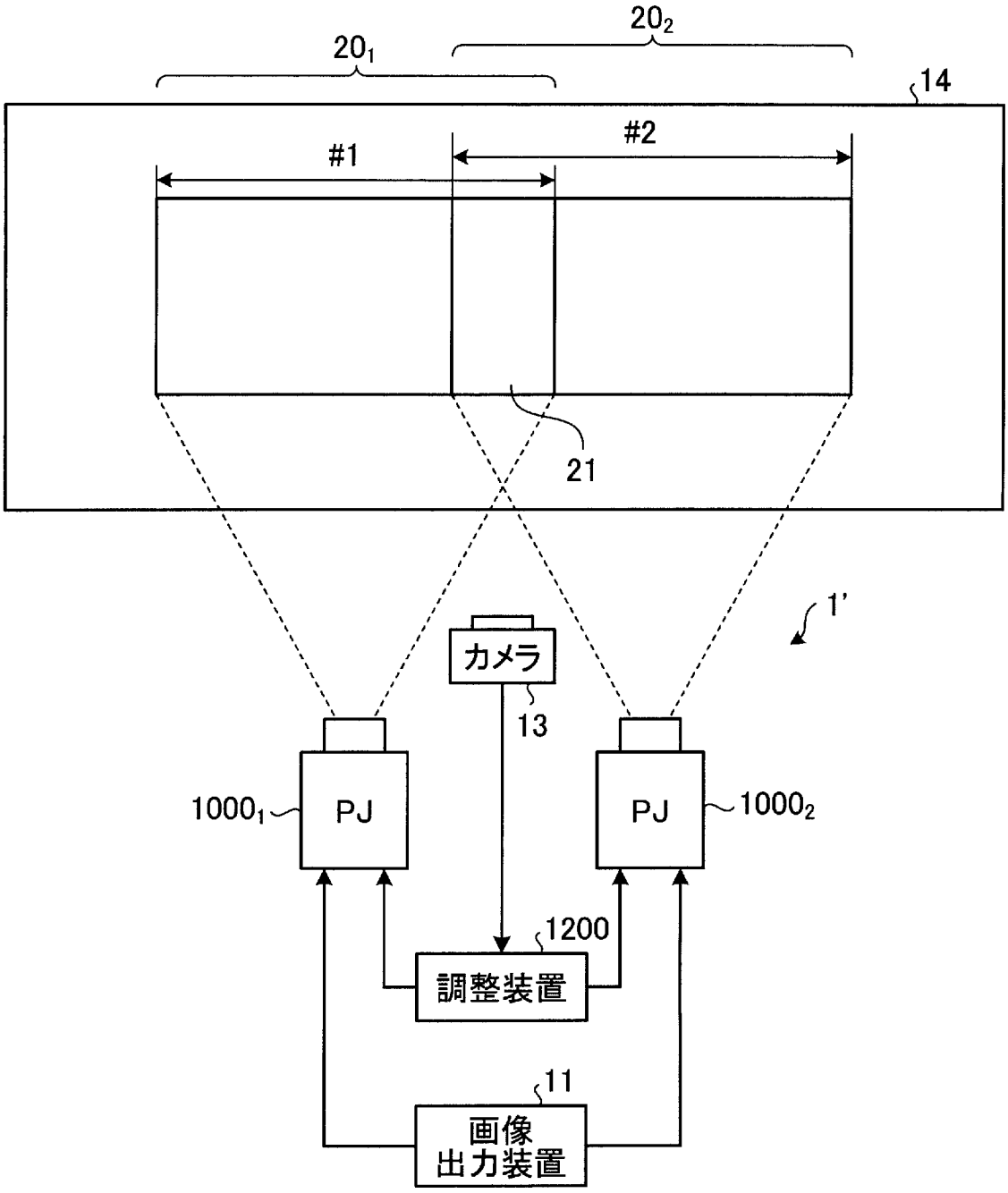
[図17C]



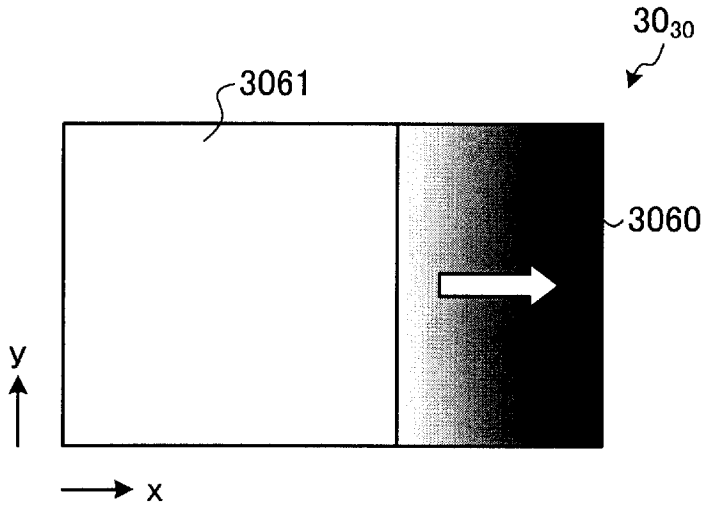
[図17D]



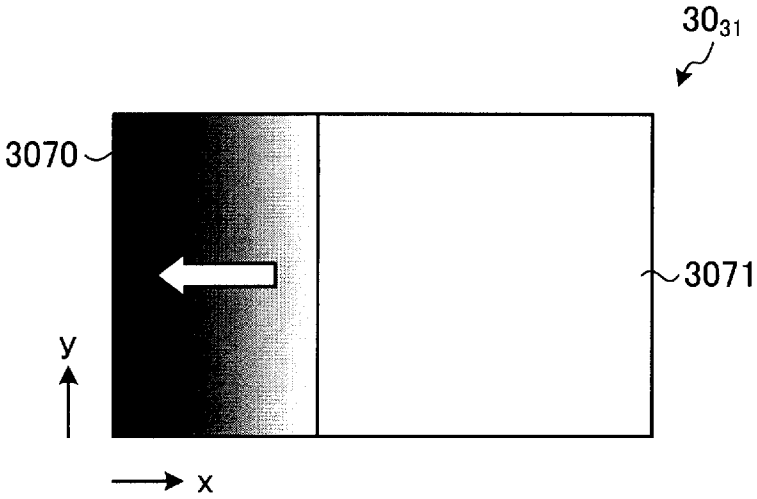
[図18]



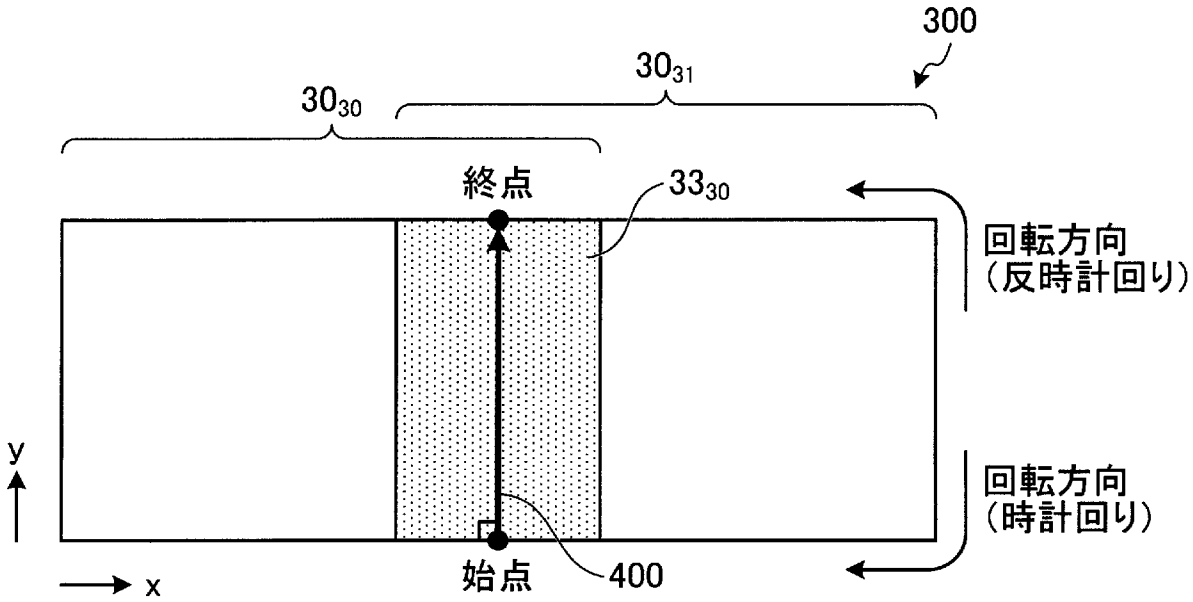
[図19A]



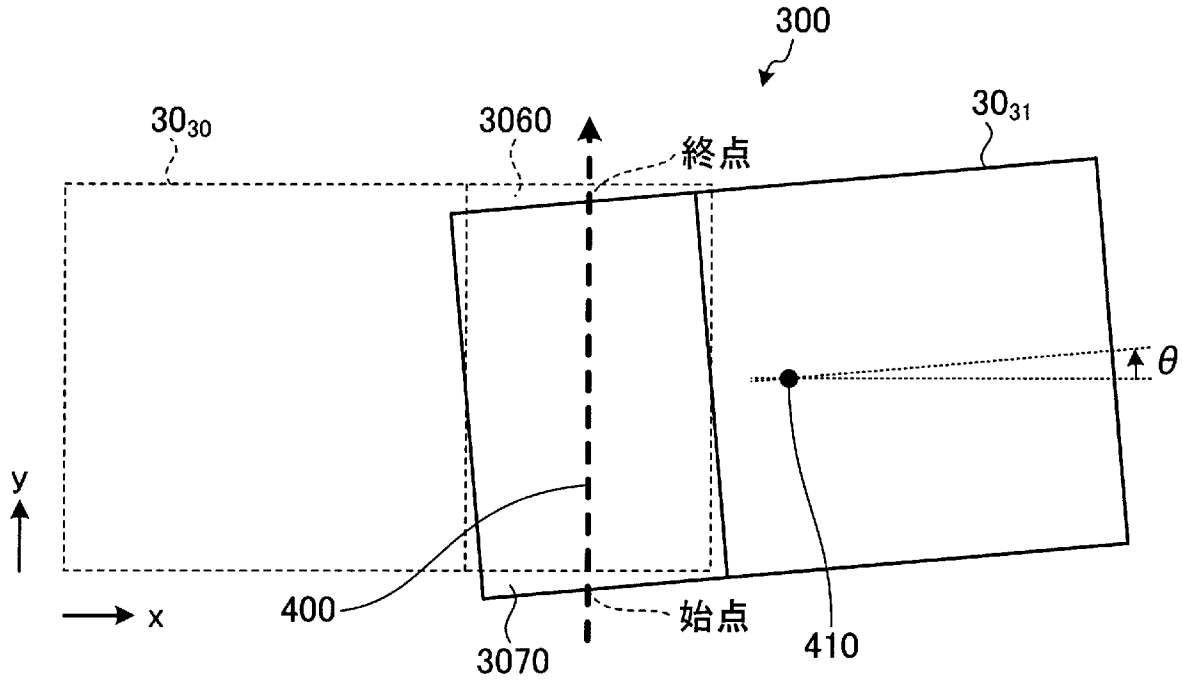
[図19B]



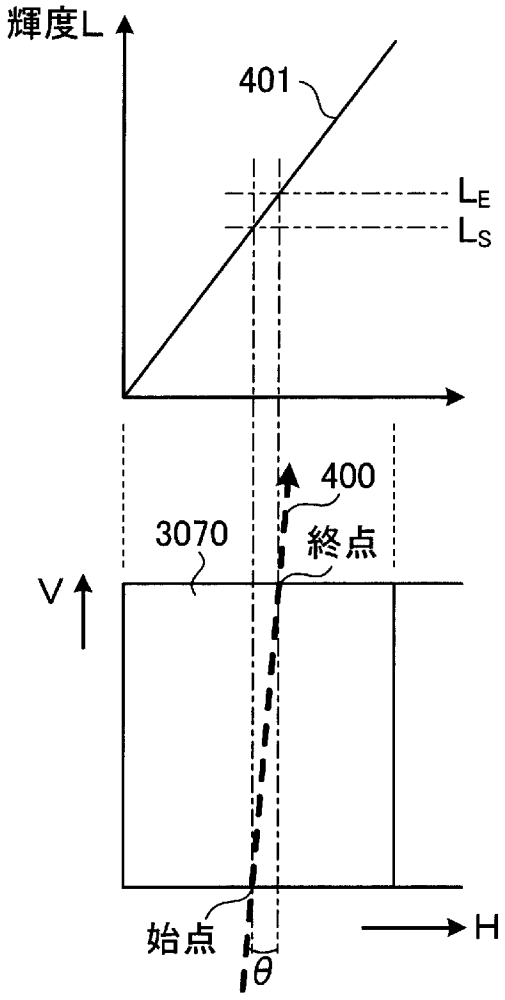
[図19C]



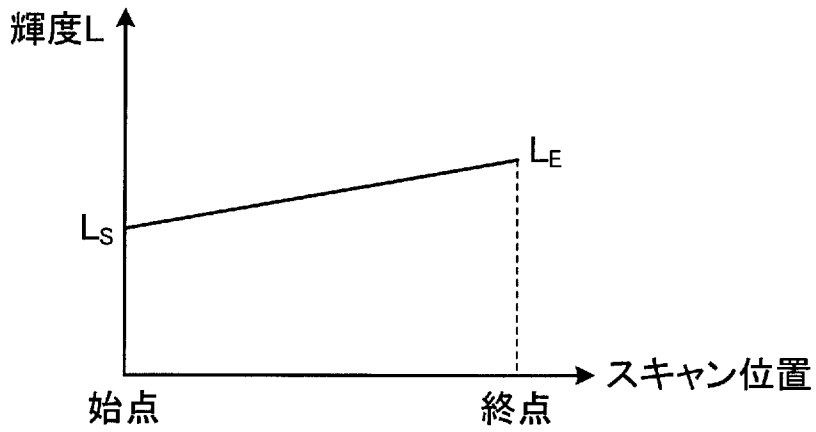
[図20A]


300
30_{30}
3060
終点
30_{31}
θ
y
x
400
始点
3070
410

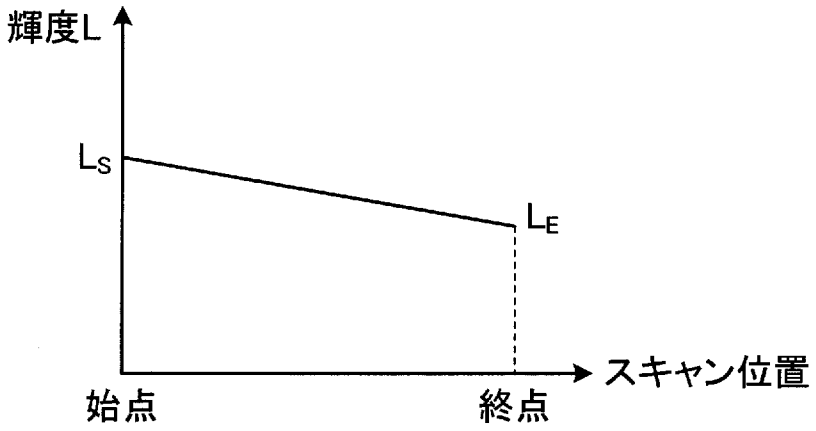
[図20B]


輝度L
401
L_E
L_S
400
3070
終点
V
始点
H
θ

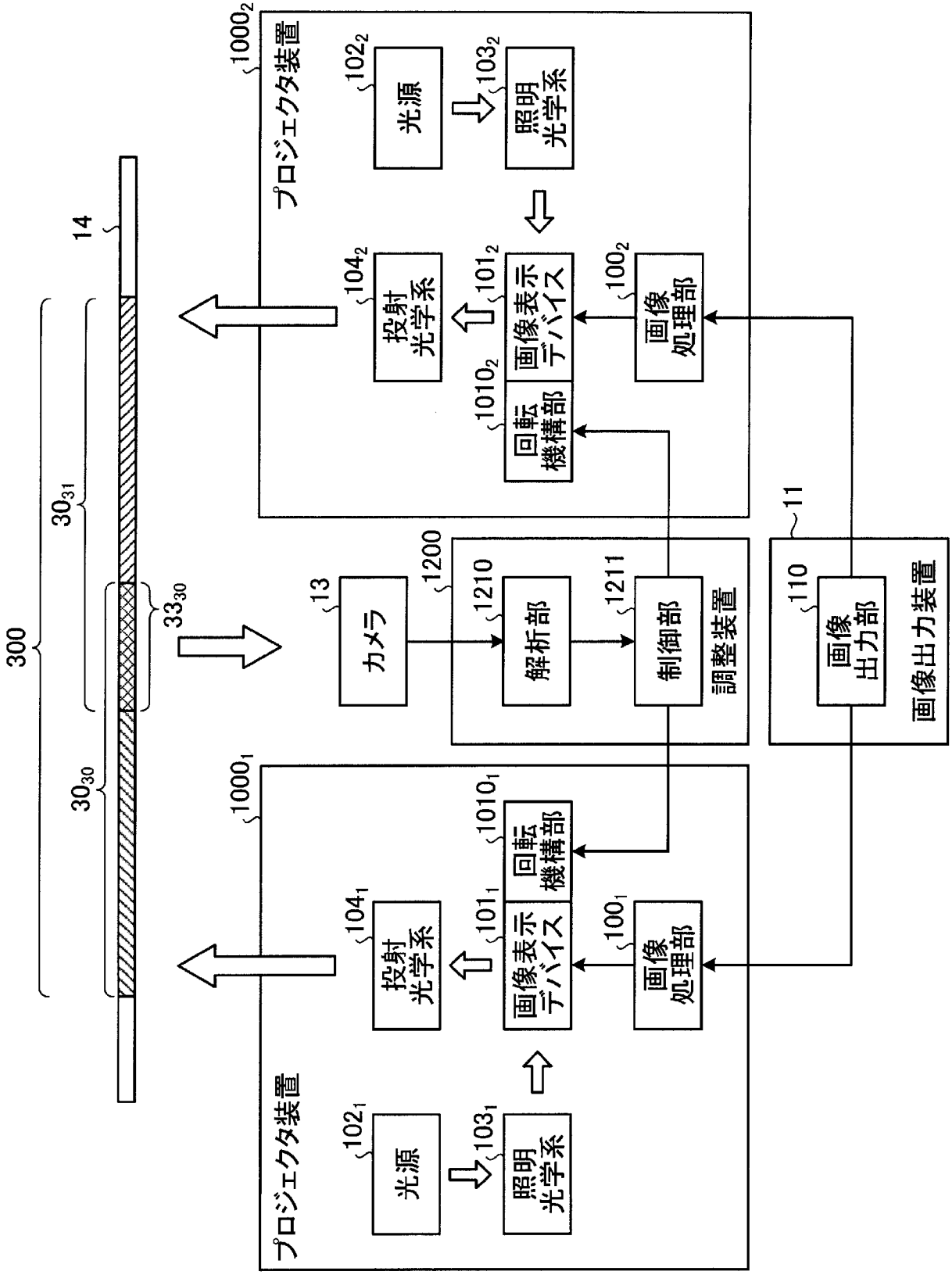
[図21A]



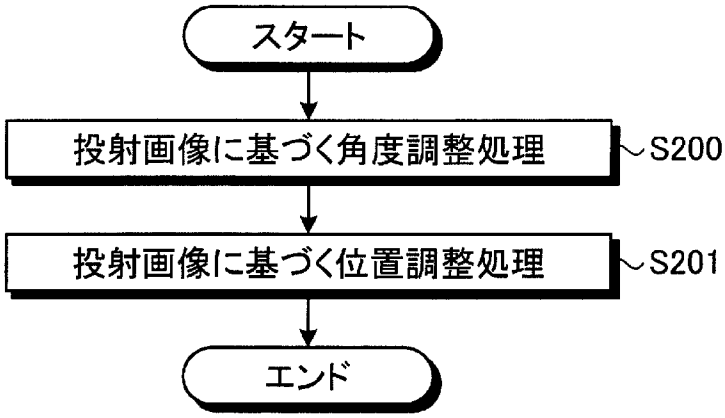
[図21B]



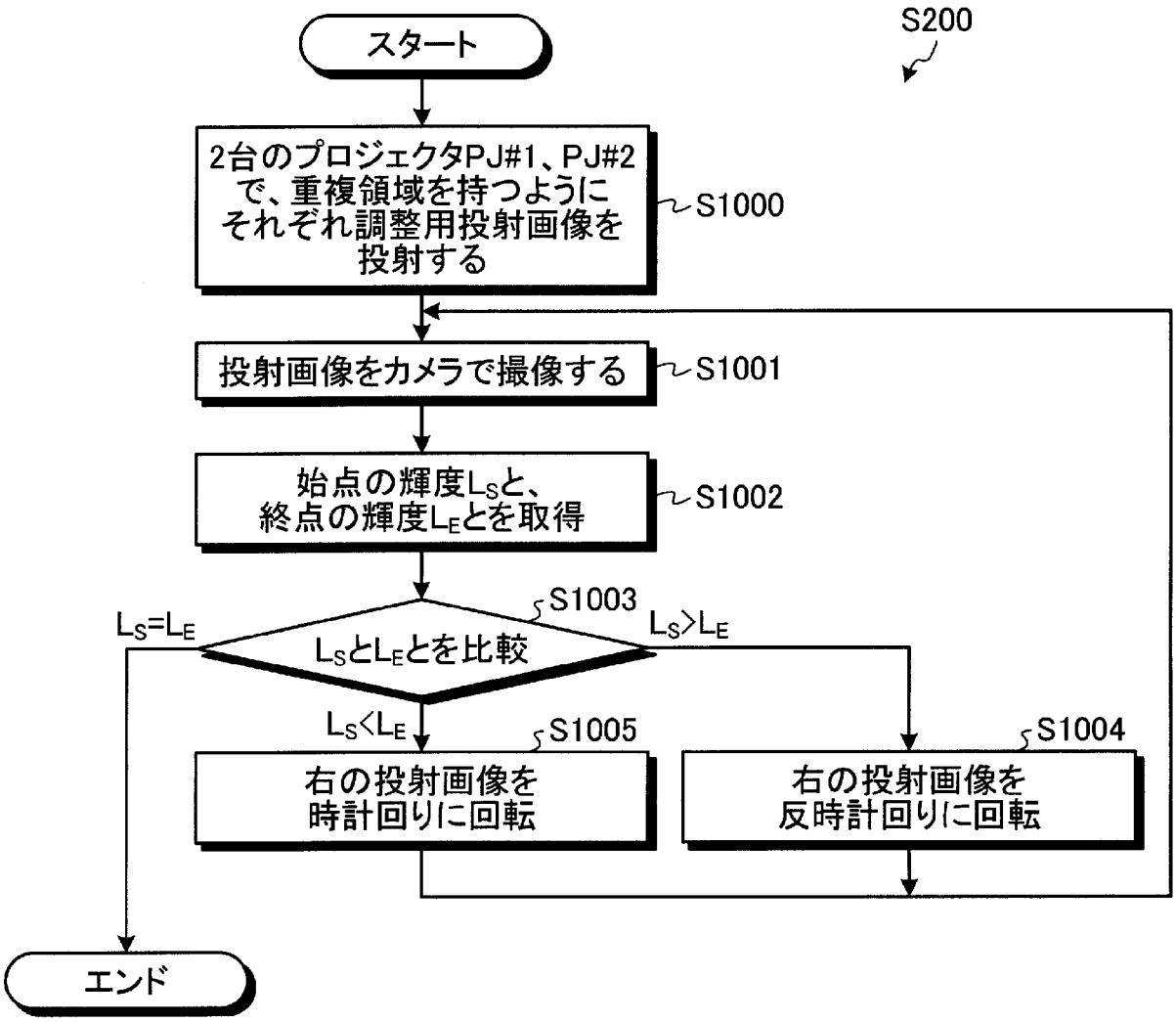
[図22]


300
14
30_{31}
30_{30}
33_{30}
1000_2
プロジェクタ装置
102_2
光源
103_2
照明光学系
104_2
投射光学系
101_2
画像表示デバイス
100_2
画像処理部
1010_2
回転機構部
13
カメラ
1200
調整装置
1210
解析部
1211
制御部
11
110
画像出力部
画像出力装置
1000_1
プロジェクタ装置
102_1
光源
103_1
照明光学系
104_1
投射光学系
101_1
画像表示デバイス
100_1
画像処理部
1010_1
回転機構部

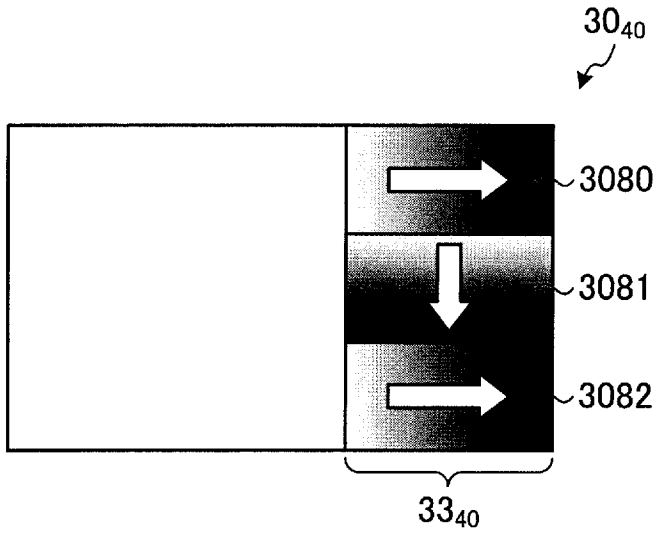
[図23]


スタート
投射画像に基づく角度調整処理
S200
投射画像に基づく位置調整処理
S201
エンド

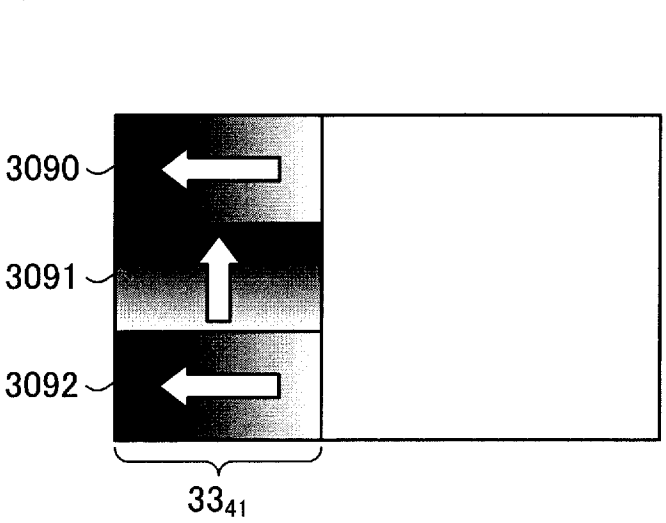
[図24]


S200
スタート
2台のプロジェクタPJ#1、PJ#2で、重複領域を持つようにそれぞれ調整用投射画像を投射する
S1000
投射画像をカメラで撮像する
S1001
始点の輝度L_Sと、終点の輝度L_Eとを取得
S1002
S1003
L_SとL_Eとを比較
L_S=L_E
L_S>L_E
L_S<L_E
S1005
右の投射画像を時計回りに回転
S1004
右の投射画像を反時計回りに回転
エンド

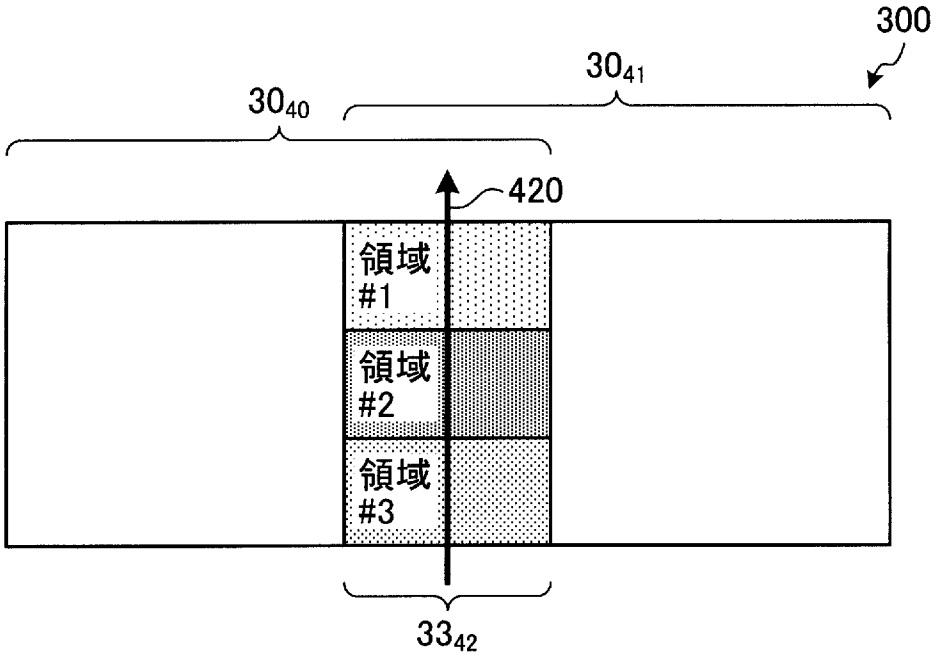
[図25A]



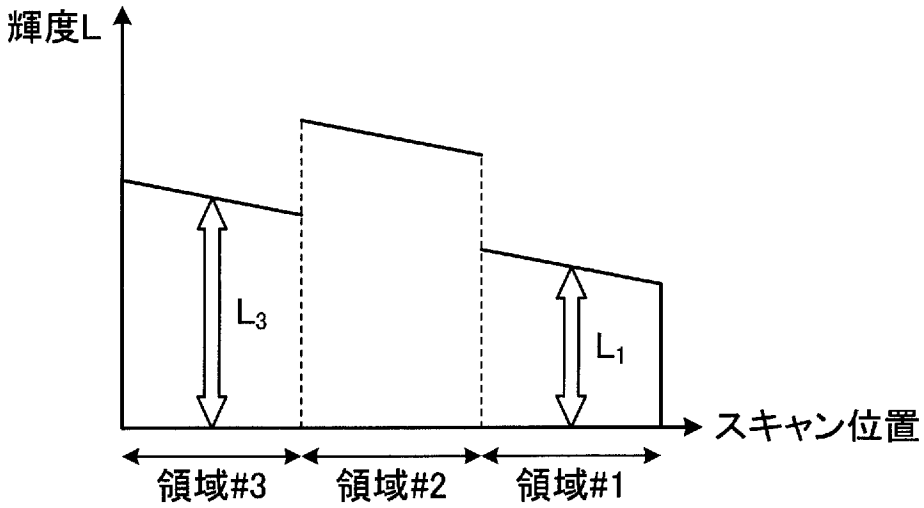
[図25B]



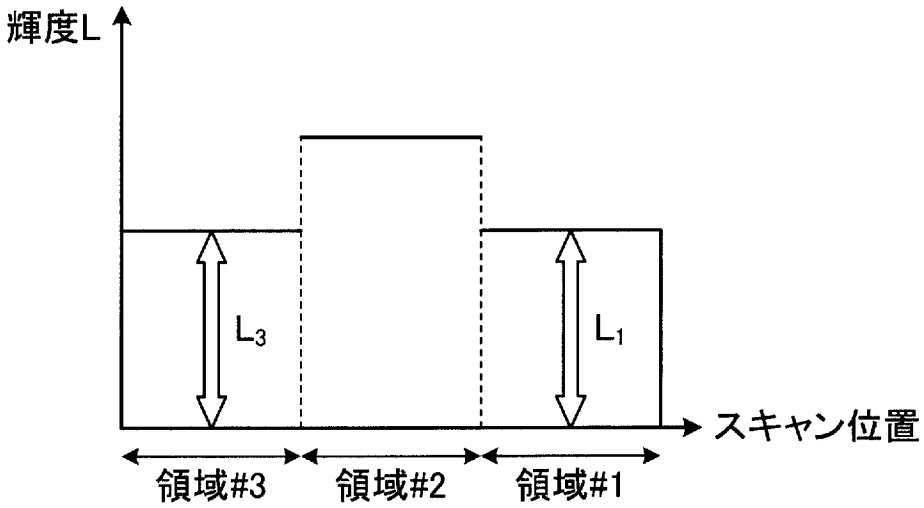
[図25C]



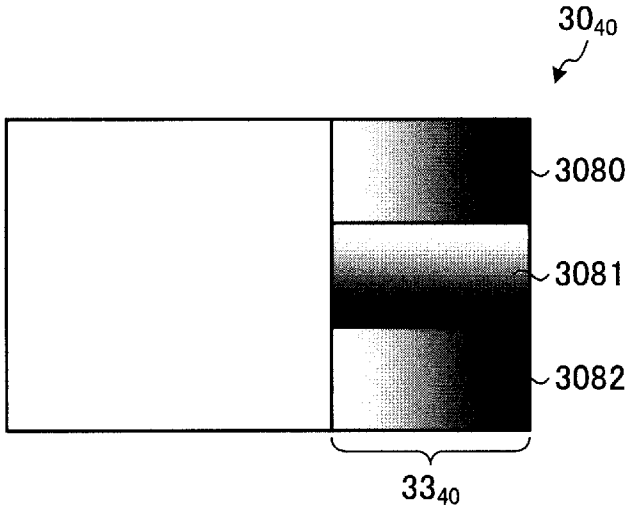
[図26A]



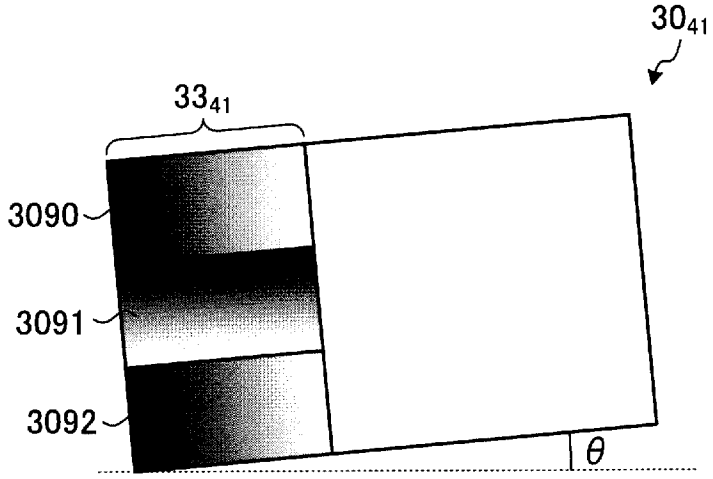
[図26B]



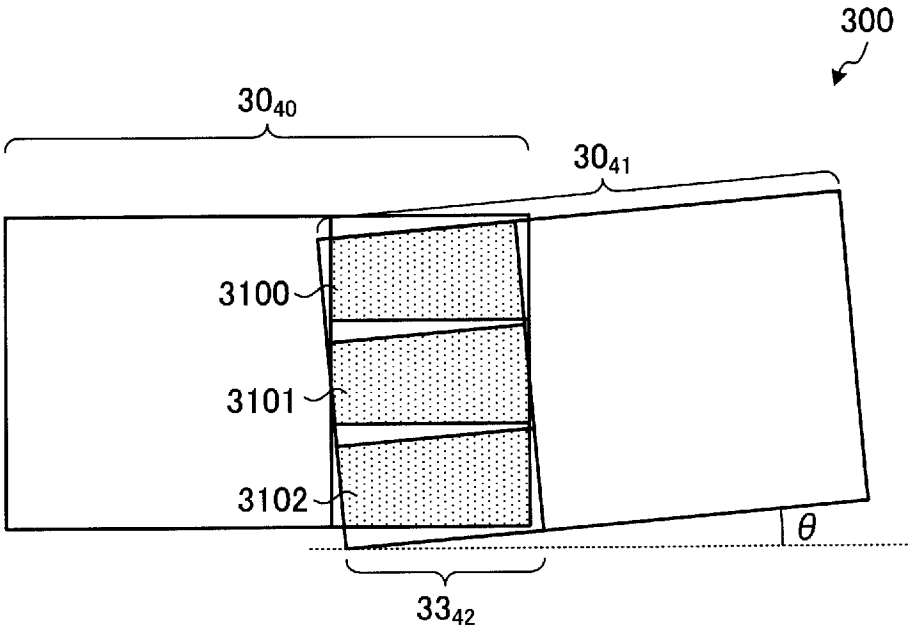
[図27A]



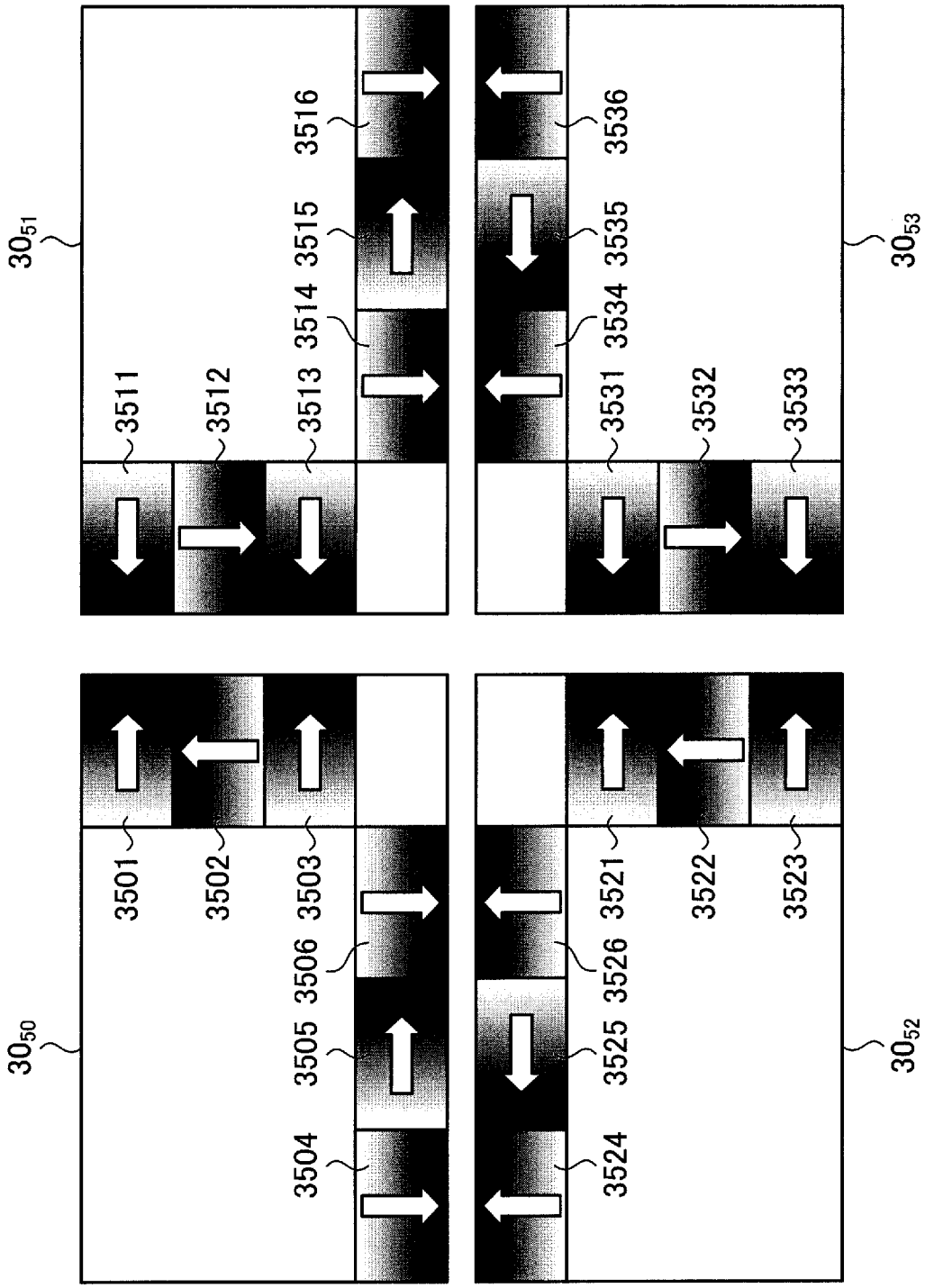
[図27B]



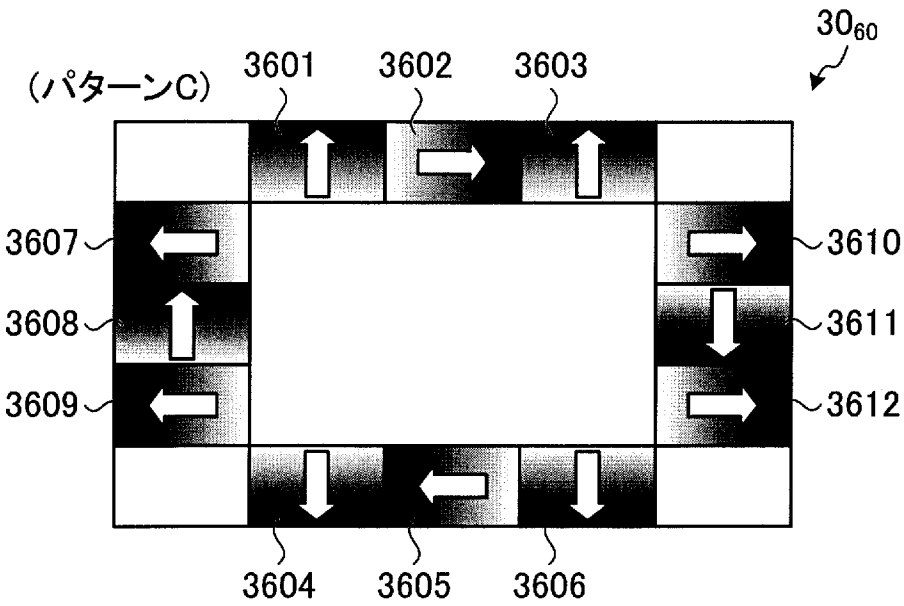
[図27C]



[図28]


30_{51}
3511
3512
3513
3514
3515
3516
30_{53}
3531
3532
3533
3534
3535
3536
30_{50}
3501
3502
3503
3504
3505
3506
30_{52}
3521
3522
3523
3524
3525
3526

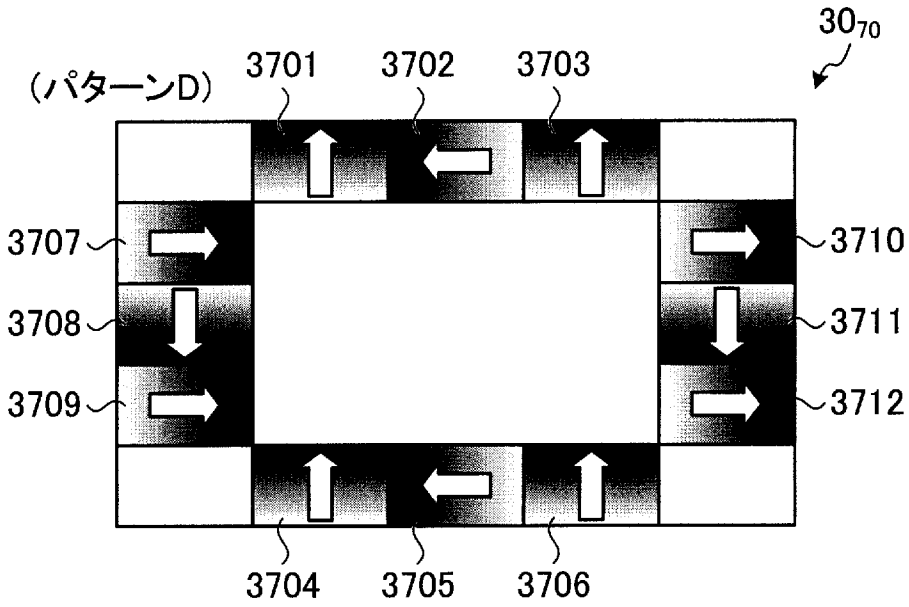
[図29A]



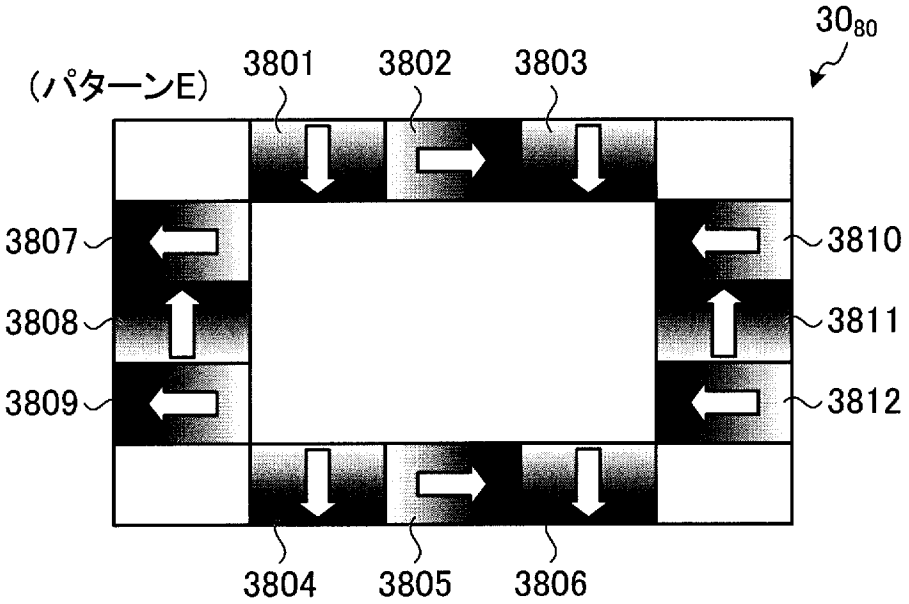
[図29B]

パターンC	パターンC	パターンC
パターンC	パターンC	パターンC
パターンC	パターンC	パターンC

[図30A]



[図30B]



[図30C]

パターンD	パターンE	パターンD
パターンE	パターンD	パターンE
パターンD	パターンE	パターンD

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/068835

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G03B21/14(2006.01)i, *G03B21/00*(2006.01)i, *H04N5/74*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G03B21/00-21/14, H04N5/74

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-147143 A (Kabushiki Kaisha Digital Zu), 20 May 2004 (20.05.2004), paragraphs [0011] to [0026]; fig. 1, 5 to 7 (Family: none)	1-29
A	JP 2011-91516 A (Sharp Corp.), 06 May 2011 (06.05.2011), paragraphs [0022] to [0023]; fig. 3 (Family: none)	1-29
A	WO 2006/030501 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 23 March 2006 (23.03.2006), paragraphs [0010] to [0045]; fig. 1, 9, 11 & CN 101019423 A & US 2009/0002637 A1 & HK 1105498 A	1-29

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 August, 2014 (26.08.14)	09 September, 2014 (09.09.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/068835

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-77778 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 March 2002 (15.03.2002), paragraphs [0038] to [0083]; fig. 1 to 7 & US 2002/0024612 A1 & EP 1187471 A2	1-29
A	JP 2009-200613 A (Sharp Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0010] to [0024]; fig. 3, 4, 10, 11 (Family: none)	1-29
A	JP 2011-217304 A (Seiko Epson Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0051] to [0067], [0088] to [0099]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-29

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０６８８３５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B21/14(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i, H04N5/74(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B21/00-21/14, H04N5/74

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2004-147143 A（株式会社デジタルズー）2004.05.20, 段落００１１－００２６、図１、５－７（ファミリーなし）	1-29
A	JP 2011-91516 A（シャープ株式会社）2011.05.06, 段落００２２－００２３、図３（ファミリーなし）	1-29

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２６．０８．２０１４	０９．０９．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｉ　４０７２
小野　博之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７３

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2006/030501 A1（三菱電機株式会社）2006.03.23, 段落００１０－００４５、図１、９、１１ & CN 101019423 A & US 2009/0002637 A1 & HK 1105498 A	1-29
A	JP 2002-77778 A（松下電器産業株式会社）2002.03.15, 段落００３８－００８３、図１－７ & US 2002/0024612 A1 & EP 1187471 A2	1-29
A	JP 2009-200613 A（シャープ株式会社）2009.09.03, 段落００１０－００２４、図３、４、１０、１１（ファミリーなし）	1-29
A	JP 2011-217304 A（セイコーエプソン株式会社）2011.10.27, 段落００５１－００６７、００８８－００９９、図１－３（ファミリーなし）	1-29