

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/125866 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010 年 11 月 4 日(04.11.2010)

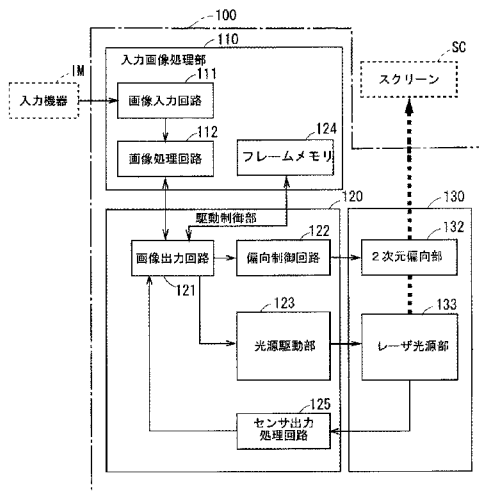
- (51) 国際特許分類:
G02B 27/48 (2006.01) G03B 21/14 (2006.01)
G02B 27/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054289
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 15 日(15.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-107472 2009 年 4 月 27 日(27.04.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 内野 浩志 (UCHINO Hiroshi) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 4 番 7 0 号住友生命 O B P プラザビル 1 0 階 Osaka (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE DISPLAY APPARATUS AND LASER PROJECTION APPARATUS

(54) 発明の名称: 画像表示装置およびレーザ投射装置

[図3]



110 INPUT IMAGE PROCESSING UNIT
111 IMAGE INPUT CIRCUIT
112 IMAGE PROCESSING UNIT
120 DRIVE CONTROL UNIT
121 IMAGE OUTPUT CIRCUIT
122 DEFLECTION CONTROL CIRCUIT
123 LIGHT SOURCE DRIVE UNIT
124 FRAME MEMORY
125 SENSOR OUTPUT PROCESSING CIRCUIT
132 TWO-DIMENSIONAL DEFLECTION UNIT
133 LASER BEAM SOURCE
IM INPUT DEVICE
SC SCREEN

(57) Abstract: Provided are an image display apparatus and a laser projection apparatus, wherein a speckle noise can be reduced by a high frequency superimposition in order to provide a technology which makes it possible to prevent EMI while reducing a decrease in the amount of light to be emitted from a semiconductor laser. To this end, the display apparatus comprises a plurality of semiconductor lasers which emit laser beams having different wavelengths in accordance with drive currents supplied to the respective semiconductor lasers, a laser drive circuit which generates the respective drive currents by superimposing a plurality of high frequency signals on a plurality of respective image signals of color components, and a deflection means for deflecting each laser beam, wherein basic frequencies of the plurality of high frequency signals are different from each other.

(57) 要約: 高周波重畳によってスペックルノイズを低減する画像表示装置およびレーザ投射装置において、半導体レーザの発光光量の低下を軽減しつつ、EMIを抑制することが可能な技術を提供することを図る。該目的を達成するために、画像表示装置は、それぞれに供給される各駆動電流に応じて、異なる波長の各レーザ光をそれぞれ射出する複数の半導体レーザと、複数の高周波信号を複数の色成分の画像信号にそれぞれ重畳させることによって前記各駆動電流を生成するレーザ駆動回路と、前記各レーザ光を偏向する偏向手段と、を備え、前記複数の高周波信号の基本周波数が相互に異なるようにした。

WO 2010/125866 A1

WO 2010/125866 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 画像表示装置およびレーザ投射装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ光を用いて画像を表示する画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] レーザを光源として利用するディスプレイは、例えば放電ランプを光源とするものよりも色度範囲が広い自然な色再現が可能である。その中でもレーザビーム走査型プロジェクタは、投影光学系が不要であるため、液晶パネルやDMD（デジタル・マイクロミラー・デバイス）などの二次元の空間変調素子で変調された照明光を、投影光学系を用いて投影する方式に比べて、小型化が可能である。

[0003] また、レーザビーム走査型プロジェクタは、例えば、黒い画素を表示する際は光源の発光を停止させるなど、表示する画素の輝度に応じて光源の発光量自体を変化させることから、低消費電力化も可能である。このように、レーザビーム走査型プロジェクタは、表示用装置として優れた特長を備えており、次世代の高品質ディスプレイとして注目されている。

[0004] 反面、レーザディスプレイでは、レーザ光の高いコヒーレンス（可干渉性）により、スペックルノイズ（以下、「スペックル」とも称する）と呼ばれるレーザディスプレイに特有の目がチカチカするような画面上の輝度むらが発生し、表示される画像を見る人に不快感や目の疲労を生じさせるという問題がある。このため、スペックルノイズの低減は、レーザディスプレイ実用化の技術課題の一つとなっている。

[0005] スペックルノイズを低減する方法には大きく分けて2つある。1つ目の方法は、発生するスペックルパターンを時間的に変化させ、人の目の残像効果を利用して複数のパターンを重ね合わせて見せることで輝度のむらを平均化し、スペックルノイズを低減する方法である。

[0006] 特許文献3では、1つ目の方法が採用されており、レーザ光を光源とする

リアプロジェクション方式のテレビにおいて、スクリーンを画面と平行に回転運動させることで、発生するスペックルパターンを時間的に変化させて、スペックルノイズを低減している。

[0007] スペックルノイズを低減する2つ目の方法は、複数の偏光状態を重ね合わせることや、複数の波長を重ね合わせることなどによって、光源から放射された光の可干渉性を低減させて、スペックルノイズを低減する方法である。

[0008] 特許文献1および特許文献2では、2つ目の方法が採用されており、レーザ光源として単一モードの半導体レーザ（「LD」、「レーザ・ダイオード」などとも称する）を採用し、高周波信号が重畳されたLDの駆動電流が発振閾値電流を越えてLDが発光を始める際に発生する緩和振動を用いてLDをマルチモードで使用している。この方法では、LDをマルチモードで発光させて発光波長幅を広げることで、LDから射出されるレーザ光の可干渉性を低下させ、スペックルノイズを低減する。

[0009] 図1に、LDを矩形波の電流で駆動した場合の過渡応答特性の例を示す。図1の横軸は時間軸 t であり、縦軸は光子数 S である。図1に示されるように、光子数 S が駆動電流波形と同時に立ち上がる矩形波 R_i となるのが理想応答であるが、実際には発振遅れ時間 t_d 後にLDが発光を始め、光子数 S の波形 R_r は緩和振動と称される振動を繰り返したあと、定常値に収束する。ここで、緩和振動が持続する時間 t_r を緩和振動持続時間と称する。

[0010] 発振遅れ時間 t_d は、LDの駆動電流が立ち上がる前のLDのバイアス電流により、通常、 $0 \sim 5 \text{ nsec}$ 程度の範囲で変化し、バイアス電流が発振閾値電流に近いほど短くなる。発振遅れ時間 t_d はできるだけ短いほうが好ましいので、通常はバイアス電流を発振閾値電流に近づけ、発振遅れ時間 t_d が $0 \sim 1 \text{ nsec}$ の範囲となるようにLDを駆動する。緩和振動持続時間 t_r は、通常、 $2 \sim 3 \text{ nsec}$ 程度である。緩和振動が発生している間、LDはマルチモードで発光し、緩和振動が収束すると単一モードで発光する。

[0011] そこで、連続した矩形波の駆動電流を用いて、発光停止状態からLDを発光させた後、緩和振動が収束するまでに駆動電流をLDの発振閾値電流以下

にしてLDの発光を停止させる駆動を繰り返すことによって、単一モードのLDに、波形R_rに示される緩和振動を繰り返し発生させる方法によれば、単一モードのLDをマルチモードで、繰り返し、発光させることができる。

[0012] 図2は、LDを連続した矩形波の電流で駆動した場合の過渡応答特性の例を示す。図2の縦軸および横軸は、図1と同様に設定されている。

[0013] 図2に示される各矩形波R_iは、連続した矩形波の駆動電流に対する光子数Sの理想応答を示す。各矩形波R_iの立ち上がりおよび立ち下がり、高周波信号が重畳されることによって生成された連続した矩形波の電流の立ち上がりおよび立ち下がりとはそれぞれ一致することから、図2に示されるt₁は、高周波信号が重畳されたLDの駆動電流の1周期において、該駆動電流の電流値がLDの発振閾値電流の電流値以上である期間（「半導体レーザ駆動期間」、「パルス幅」とも称する）であり、t₀は、高周波信号が重畳されたLDの駆動電流の1周期において、該駆動電流の電流値がLDの発振閾値電流の電流値未満である期間（「半導体レーザ非駆動期間」とも称する）である。

[0014] なお、この駆動方法は高周波重畳の方法と呼ばれ、CD/DVDなどのピックアップで戻り光によるモードホッピングノイズを抑制する方法として広く使われており、マルチモード化により投射されるレーザ光の可干渉性が低下するため、レーザディスプレイにおいても、スペックルノイズの低減方法として有効である。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特開2001-189520号公報

特許文献2：特開2004-70286号公報

特許文献3：特開2006-343663号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0016] しかしながら、特許文献 3 の手法では、スクリーンを機械的に駆動する機構が必要となるため、消費電力の増加、騒音の発生、信頼性の低下、部品点数の増加によるコストの増加といった問題が発生する。また、特定のスクリーンを使用しない小型の携帯型プロジェクタ（近年言われているポケットプロジェクターという分類のもの）のような装置では、そもそもスクリーンを動かすという考え方が成り立たない。

[0017] また、特許文献 1 および特許文献 2 が採用する高周波重畳の方法では、緩和振動を発生させるために LD の駆動電流を高周波信号の 1 周期ごとに発振閾値電流以下に下げることがある。

[0018] LD の駆動電流の半導体レーザ非駆動期間 t_0 の長さは、短いほうが光量低下が抑えられるため好ましいが、レーザプロジェクタでの LD の駆動電流は数百 mA 程度あるため、半導体レーザ非駆動期間 t_0 を極端に短くすることは回路設計上困難であり、実設計では、通常、1 nsec 前後の時間が必要となる。

[0019] このように、高周波重畳を行うと LD の発光が停止される期間が存在するため、LD の平均的な発光量が低下する。この発光量の低下は、一つの LD を使用して表示される画像の最大輝度の低下となるため、大きな光量を必要とするレーザプロジェクタにおいては問題となる。

[0020] ここで、LD が発光している時間の割合 r は、LD の駆動電流の半導体レーザ駆動期間 t_1 および半導体レーザ非駆動期間 t_0 ならびに LD の発振遅れ時間 t_d を用いて、(1) 式によって算出される。

[0021] [数1]

$$r = (t_1 - t_d) / (t_1 + t_0) \quad \dots(1)$$

[0022] 発光量の低下を抑えるためには、高周波重畳された高周波信号の周波数を低くして、駆動電流の半導体レーザ駆動時間 t_1 を長くすることによって L

Dが発光している時間の割合 r を大きくすればよいが、高周波重畳された高周波信号の周波数が低くなり、駆動電流の半導体レーザ駆動時間 t_1 が、発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和より長くなり、緩和振動持続時間 t_r を越えてLDが発光すると、LDの発光が単一モードとなるためスペックルノイズの低減効果が低下する。このように、高周波重畳の方法においては、スペックルノイズの低減効果とLDの発光量とはトレードオフの関係にある。

[0023] また、レーザプロジェクタでは大きな光量が必要となるため、LDの駆動電流も大きく、高周波重畳の方法では、高周波数の駆動電流を用いることにより発生する電磁波によってEMI（電磁干渉）が発生し、レーザ投射装置を機器に搭載する際にノイズ規格を満足できないおそれがあるという問題や、高周波数の駆動電流を発生させる回路や、EMI対策品として必要なシールド構造などによる、レーザ投射装置などの大型化およびコストの増加といった問題がある。

[0024] 特に、カラープロジェクタのように複数のLDを使用する装置の場合、特許文献1の構成のように、複数のLDを備えたレーザ投射装置の各LDを、同一周波数の駆動電流で駆動すると、その基本周波数および各高調波の周波数でのEMIのピークが大きくなり、結果として該レーザ投射装置を画像表示装置等に搭載した際にノイズ規格を満足できない、あるいは対策部品としてシールド構造等が必要となり、コストが増加するといった問題が生じる。

[0025] そこで、本発明は、高周波重畳によってスペックルノイズを低減する画像表示装置およびレーザ投射装置であって、半導体レーザの発光光量の低下を軽減しつつ、EMIを抑制することが可能な画像表示装置およびレーザ投射装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0026] 上記の課題を解決するために、第1の態様に係る画像表示装置は、被投影面上に画像を表示する画像表示装置であって、それぞれに供給される各駆動電流に応じて、異なる波長の各レーザ光をそれぞれ射出する複数の半導体レ

一ザと、複数の高周波信号を複数の色成分の画像信号にそれぞれ重畳させることによって前記各駆動電流を生成するレーザ駆動回路と、前記各レーザ光を偏向する偏向手段と、を備える。前記画像表示装置は、前記複数の高周波信号の基本周波数が相互に異なる。

[0027] 第２の態様に係る画像表示装置は、第１の態様に係る画像表示装置であって、前記複数の半導体レーザについて、発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時間が短いものから順に、前記各駆動電流の半導体レーザ駆動期間が単調増加するように設定されている。

[0028] 第３の態様に係る画像表示装置は、第１の態様に係る画像表示装置であって、前記複数の半導体レーザについて、前記各駆動電流の半導体レーザ駆動期間が、発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時間と一致するように設定されている。

[0029] 第４の態様に係る画像表示装置は、第１の態様に係る画像表示装置であって、前記複数の半導体レーザについて、前記各レーザ光の波長に対する人間の視感度が高いものから順に、前記各駆動電流の半導体レーザ駆動期間が単調増加するように設定されている。

[0030] 第５の態様に係る画像表示装置は、第１の態様に係る画像表示装置であって、前記複数の高周波信号の所定の次数までの高調波の周波数が相互に異なることを特徴とする。

[0031] 第６の態様に係るレーザ投射装置は、レーザ光を投射するレーザ投射装置であって、それぞれに供給される各駆動電流に応じて、異なる波長の各レーザ光をそれぞれ射出する複数の半導体レーザと、複数の高周波信号を複数の色成分の画像信号にそれぞれ重畳させることによって前記各駆動電流を生成するレーザ駆動回路と、を備える。前記レーザ投射装置は、前記複数の高周波信号の基本周波数が相互に異なる。

[0032] 第７の態様に係るレーザ投射装置は、レーザ光を投射するレーザ投射装置であって、それぞれに供給される各駆動電流に応じて、異なる波長の各レーザ光をそれぞれ射出する複数の半導体レーザと、前記各駆動電流の半導体レ

一ザ駆動期間が、前記複数の半導体レーザにそれぞれ対応した発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時間と一致するように、周期信号である前記各駆動電流を生成するレーザ駆動回路と、を備える。前記レーザ投射装置は、前記各駆動電流が、前記複数の半導体レーザにそれぞれ対応した高周波信号および画像信号に基づいて生成されるとともに、前記各駆動電流の周期が相互に異なる。

発明の効果

- [0033] 第1から第5の何れの態様に係る画像表示装置または第6の態様に係るレーザ投射装置によっても、レーザ駆動回路によって複数の色成分の画像信号にそれぞれ重畳されることによって、複数の半導体レーザの各駆動電流の生成に供される複数の高周波信号の基本周波数が相互に異なるので、複数の半導体レーザの駆動によって発生する、各高周波信号の基本周波数に係るEMIのスペクトルが分散されてEMIのピーク値が減少し、EMIを効率よく抑制することができる。
- [0034] 第2の態様に係る画像表示装置によれば、複数の半導体レーザについて、発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時間が短いものから順に、複数の半導体レーザの各駆動電流における半導体レーザ駆動期間が単調増加するように設定されているので、スペックルノイズを効率よく抑制しつつ、発光量の低下を軽減することができる。
- [0035] 第4の態様に係る画像表示装置によれば、複数の半導体レーザについて、各レーザ光の波長に対する人間の視感度が高いものから順に、複数の半導体レーザの各駆動電流における半導体レーザ駆動期間が単調増加するように設定されているので、視覚的なスペックルノイズを効率よく抑制しつつ、発光量の低下を軽減することができる。
- [0036] 第7の態様に係るレーザ投射装置によれば、複数の半導体レーザにそれぞれに供給される、周期信号である各駆動電流の半導体レーザ駆動期間が、複数の半導体レーザにそれぞれ対応した発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時間と一致するとともに、各駆動電流の周期が相互に異なるので、ス

ペックルノイズを効率よく抑制しつつ、各駆動電流に係るEMIのスペクトルを分散させてEMIのピーク値を減少させることができる。

図面の簡単な説明

- [0037] [図1] LDの矩形波の入力に対する応答特性を例示する図である。
- [図2] LDの連続した矩形波の入力に対する応答特性を例示する図である。
- [図3] 実施形態に係る画像投影装置の機能構成の概略を例示するブロック図である。
- [図4] 実施形態に係る光源駆動部の機能構成の概略を例示するブロック図である。
- [図5] 実施形態に係るLD駆動回路の機能構成の概略を例示するブロック図である。
- [図6] 実施形態に係るレーザ駆動回路内の信号波形の一部を例示する図である。
- [図7] 実施形態に係る光学機構部の機能構成の概略を例示する図である。
- [図8] LDの矩形波の入力に対する応答特性を例示する図である。
- [図9] LDの矩形波の入力に対する応答特性を例示する図である。
- [図10] LDの矩形波の入力に対する応答特性を例示する図である。
- [図11] 各種波長の光に対する人間の分光視感効率を説明する図である。

発明を実施するための形態

- [0038] <画像投影装置の概略構成：>

図3は、本発明の実施形態に係る画像投影装置100の機能構成を例示するブロック図である。

- [0039] 画像投影装置100は、被投影面であるスクリーンSCに対して動画像を投影する装置であり、主に入力画像処理部110、駆動制御部120、および光学機構部130を備えて構成される。なお、画像投影装置100は、本願発明の「画像表示装置」に相当する。

- [0040] 入力画像処理部110は、画像入力回路111、画像処理回路112およびフレームメモリ124を備える。画像入力回路111は、入力機器IMか

ら入力される画像信号を受け付け、画像処理回路 112 に出力する。画像処理回路 112 は、画像入力回路 111 からの画像信号に対してデジタル化等の画像処理を適宜施し、駆動制御部 120（後述）の画像出力回路 121 に出力する。画像出力回路 121 に出力された画像信号は、画像出力回路 121 によってフレームメモリ 124 に書き込まれる。

[0041] ここで、入力機器 IM としては、例えばパーソナルコンピュータ（パソコン）等が挙げられ、画像信号としては、例えば一般的な NTSC 信号等が挙げられる。また、画像処理回路 112 における画像処理としては、例えば一般的な γ 変換処理や、画素の走査順序の変更が必要な場合に画素値の順序を入れ換える処理等が挙げられる。

[0042] 駆動制御部 120 は、画像出力回路 121、偏向制御回路 122、光源駆動部 123、およびセンサ出力処理回路 125 を備える。

[0043] 画像出力回路 121 は、フレームメモリ 124 から画像信号を読み出し、偏向制御回路 122 に対して、画像信号の水平同期信号および垂直同期信号にตอบสนองして、それぞれ 2 次元偏向部 132 の駆動タイミングを制御するための信号（「偏向制御信号」とも称する）を出力するとともに、光源駆動部 123 に対して、画像信号の画素値の各色成分（赤、緑、青）に応じた信号（「画素データ信号」とも称する）、高周波重畳されることによって各色成分の光を射出する各色 LD の駆動電流の生成に供される高周波信号の基本波の周波数（基本周波数）を設定する信号（「周波数設定信号」とも称する）および各色 LD のバイアス電流を設定する信号（「バイアス電流設定信号」とも称する）を出力する。なお、画素データ信号、周波数設定信号およびバイアス電流設定信号については更に後述する。

[0044] また、画像出力回路 121 は、センサ出力処理回路 125 からの出力信号（後述）を入力するとともに、この出力信号の強度に応じて、光源駆動部 123 に出力する画素データ信号の強度を調整する。

[0045] 偏向制御回路 122 は、画像出力回路 121 からの偏向制御信号に応じた電位の駆動信号を 2 次元偏向部 132 に対して付与する。

- [0046] 光源駆動部 123 は、画像出力回路 121 からの画素データ信号に係る階調に応じた色と輝度の光が、レーザ光源部 133 に設けられた複数の半導体レーザ（後述）から射出されるように、それぞれの半導体レーザに対して画像出力回路 121 からの画素データ信号に応じた駆動電流を出力する。この出力動作は、画像信号の水平同期信号および垂直同期信号に応答して行われる。
- [0047] センサ出力処理回路 125 は、レーザ光源部 133 の受光素子 14（図 7）からの出力信号に対して増幅処理などの必要な処理を適宜施して、画像出力回路 121 に出力する。
- [0048] なお、入力画像処理部 110 および駆動制御部 120 は、CPU が所定のプログラムを読み込んで実行することで機能として実現されても良いし、専用の電子回路で構成されても良い。
- [0049] 光学機構部 130 は、2次元偏向部 132、およびレーザ光源部 133 を備える。
- [0050] レーザ光源部 133 は、赤、緑、青の各色のレーザ光を射出する複数の半導体レーザを有し、画像出力回路 121 からの画素データ信号に係る階調に応じた色と輝度のレーザ光を 2次元偏向部 132 へと出力するとともに、各レーザ光の強度に応じた電気信号をセンサ出力処理回路 125 へと出力する。
- [0051] 2次元偏向部 132 は、レーザ光源部 133 から発せられたレーザ光の光束を反射する部分（反射部）を有し、該反射部が略直交する 2 軸を中心としてそれぞれ回動することで、レーザ光源部 133 からの光束を 2 次元的に反射するように偏向し、被投影面であるスクリーン SC 上に導くことで、動画像をスクリーン SC 上に投影する。
- [0052] ここで、光源駆動部 123 およびレーザ光源部 133 が、本発明の「レーザ投射装置」に相当する。なお、図 3 では、レーザ光源部 133 から 2次元偏向部 132 を経てスクリーン SC にレーザ光が至ることが、太い破線の矢印で示されている。また、2次元偏向部 132、およびレーザ光源部 133

を備えた光学機構部 130 の具体的な構成については更に後述する。

[0053] このように、画像投影装置 100 と入力機器 IM とスクリーン SC とで、入力機器 IM からの画像データをスクリーン SC において可視的に出力する画像投射システムが形成される。

[0054] <光源駆動部の概略構成：>

図 4 は、本発明の実施形態に係る光源駆動部 123 の機能構成の概略を示すブロック図である。

[0055] 光源駆動部 123 は、レーザ光源部 133 の半導体レーザ 1R, 1G および 1B (図 7) のそれぞれに駆動電流を供給する回路であり、主に、赤色 LD 駆動回路 123R, 緑色 LD 駆動回路 123G および青色 LD 駆動回路 123B を備えて構成される。なお、光源駆動部 123 は、本発明の「レーザ駆動回路」に相当する。

[0056] 赤色 LD 駆動回路 123R には、画像信号の画素値の赤色成分に対応した画素データ信号 11R, ならびに半導体レーザ 1R にそれぞれ対応した周波数設定信号 12R およびバイアス電流設定信号 13R が、それぞれ画像出力回路 121 から供給される。

[0057] 同様に、緑色 LD 駆動回路 123G には、画像信号の画素値の緑色成分に対応した画素データ信号 11G, ならびに半導体レーザ 1G にそれぞれ対応した周波数設定信号 12G およびバイアス電流設定信号 13G が、それぞれ画像出力回路 121 から供給される。

[0058] また、青色 LD 駆動回路 123B には、画像信号の画素値の青色成分に対応した画素データ信号 11B, ならびに半導体レーザ 1B にそれぞれ対応した周波数設定信号 12B およびバイアス電流設定信号 13B が、それぞれ画像出力回路 121 から供給される。

[0059] それぞれに供給された画素データ信号, 周波数設定信号およびバイアス電流設定信号に基づいて、赤色 LD 駆動回路 123R, 緑色 LD 駆動回路 123G および青色 LD 駆動回路 123B は、それぞれ、半導体レーザ 1R, 1G および 1B を駆動する駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} を生成し、各

半導体レーザに供給する。ここで、駆動電流 I_{dR} 、 I_{dG} および I_{dB} は、それぞれ本発明の「各駆動電流」に相当する。

[0060] なお、周波数設定信号 $12R$ 、 $12G$ および $12B$ ならびにバイアス電流設定信号 $13R$ 、 $13G$ および $13B$ は、例えば、画像出力回路 121 に設けられた所定ビット数のディップスイッチの設定を変更することなどによって調整することができる。

[0061] <各光源駆動回路の概略構成：>

赤色LD駆動回路 $123R$ 、緑色LD駆動回路 $123G$ および青色LD駆動回路 $123B$ は同様の回路構成が採用されており、ここでは、赤色LD駆動回路 $123R$ を例に、各LD駆動回路の概略構成について説明する。

[0062] 図5は、赤色LD駆動回路 $123R$ の機能構成の概略を例示するブロック図であり、図6は、赤色LD駆動回路 $123R$ 内部の信号波形の一部を例示する図である。

[0063] 図5に示されるように、赤色LD駆動回路 $123R$ は、D/Aコンバータ（「DAC」とも称する）4、5および6、アナログスイッチ（「Analog SW」とも称する）7、電圧制御発振器（「VCO」とも称する）8、LDドライバ9ならびにバイアス電流源10を主に備えて構成される。

[0064] DAC4、5および6には、画像出力回路 121 から、それぞれ画素データ信号 $11R$ 、周波数設定信号 $12R$ およびバイアス電流設定信号 $13R$ が供給される。

[0065] 画素データ信号 $11R$ はDAC4によってアナログ電圧 $V1$ （図5、図6）に変換され、アナログスイッチ7に入力される。

[0066] なお、緑色LD駆動回路 $123G$ および青色LD駆動回路 $123B$ においても、アナログ電圧 $V1$ に相当するアナログ電圧 $V6$ および $V7$ （不図示）がそれぞれ生成される。ここで、アナログ電圧 $V1$ 、 $V6$ および $V7$ は、本発明の「複数の色成分の画像信号」に相当する。

[0067] 半導体レーザ $1R$ に対応した周波数設定信号 $12R$ はDAC5によってアナログ電圧 $V2$ に変換されてVCO8に供給される。VCO8では、アナロ

グ電圧 V_2 に応じた基本周波数の高周波信号 V_3 （図5，図6）が生成され、アナログスイッチ7に供給される。すなわち、高周波信号 V_3 は、半導体レーザ1Rと組合せを成す高周波信号である。

[0068] なお、緑色LD駆動回路123Gおよび青色LD駆動回路123Bにおいても、半導体レーザ1Gおよび1Bとそれぞれ組合せを成す高周波信号であって、高周波信号 V_3 に相当する高周波信号 V_8 および V_9 （不図示）がそれぞれ生成される。ここで、高周波信号 V_3 ， V_8 および V_9 は、それぞれ本発明の「高周波信号」に相当する。

[0069] また、周波数設定信号12R，12Gおよび12Bを調整することによって、高周波信号 V_3 ， V_8 および V_9 の基本周波数を調整することができる。

[0070] アナログスイッチ7は、高周波信号 V_3 を制御入力信号とし、高周波信号 V_3 が制御入力に対する所定の閾値電圧 T_{H1} （図6）より大きい場合はアナログ電圧 V_1 を、高周波信号 V_3 が閾値電圧 T_{H1} より小さい場合はグラウンド（「GND」）レベル信号 V_0 を、それぞれ出力する。

[0071] すなわち、アナログスイッチ7からは、画素データ信号11Rに基づくアナログ電圧 V_1 を、 V_{CO8} からの高周波信号 V_3 の基本周波数でチョッピングした信号 V_4 （図5，図6）が出力されてLDドライバ9に供給される。従って、図6に示されるように、信号 V_4 の基本周波数は、高周波信号 V_3 の基本周波数と同じ値となり、また、信号 V_4 は、回路内での遅れ等のために、アナログ電圧信号 V_1 および高周波信号 V_3 からのずれを生ずる。

[0072] ここで、閾値電圧 T_{H1} の値を決定する抵抗（不図示）を調整することによって閾値電圧 T_{H1} を調整することにより、信号 V_4 中の画像部分、すなわちアナログ電圧 V_1 に対応する信号と、GNDレベル信号 V_0 に対応する信号とのデューティ比を調整することができる。

[0073] 信号 V_4 は、LDドライバ9によって、その信号レベルに応じた電流 I_4 に変換される。電流 I_4 には、さらにバイアス電流 I_{bR} （後述）が加算されて、半導体レーザ1Rを駆動する駆動電流 I_{dR} が生成される。すなわち

、駆動電流 I_{dR} は、アナログ電圧 V_1 に半導体レーザ $1R$ と組合せを成す高周波信号 V_3 が重畳されることによって生成された、高周波信号 V_3 と同じ基本周波数を有する駆動電流である。

[0074] 同様に、駆動電流 I_{dG} および I_{dB} (図4) は、アナログ電圧 V_6 および V_7 に、それぞれ半導体レーザ $1G$ および $1B$ と組合せを成す高周波信号 V_8 および V_9 がそれぞれ重畳されることによって生成された、高周波信号 V_8 および V_9 とそれぞれ同じ基本周波数を有する駆動電流である。

[0075] バイアス電流設定信号 $13R$ は、DAC6によってアナログ電圧信号 V_5 に変換されてバイアス電流源 10 に入力される。バイアス電流源 10 は、入力されたアナログ電圧信号 V_5 に応じたバイアス電流 I_{bR} を出力する。バイアス電流 I_{bR} は、既述したように電流 I_4 に加算される。

[0076] 半導体レーザ $1R$ の発振遅れ時間 t_d (図8) は、バイアス電流 I_{bR} によって変化し、バイアス電流 I_{bR} が半導体レーザ $1R$ の発振閾値電流より小さくなるほど、発振遅れ時間 t_d が長くなり、半導体レーザ $1R$ の平均的な発光量が低下する。

[0077] 逆にバイアス電流 I_{bR} が半導体レーザ $1R$ の発振閾値電流を超えると、画像の黒レベルでも半導体レーザ $1R$ が発光するため、画像のコントラストが低下する。このため、バイアス電流 I_{bR} は、発振閾値電流を越えない範囲で、できるだけ発振閾値電流に近い値に制御することが望ましい。

[0078] <光学機構部の概略構成:>

図7は、光学機構部 130 の概略構成を例示する図である。図7に示されるように、光学機構部 130 は、2次元偏向部 132 、およびレーザ光源部 133 を備える。なお、図7には、方向の説明のために座標軸を記載している。

[0079] 2次元偏向部 132 は、本発明の「偏向手段」に相当し、例えば、シリコンのチップに対して微細加工が施された、所謂MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) ミラーなどによって構成され、複数の圧電素子およびトーションバーなどによって構成される可動部およびレーザ光源部 133 から発せ

られた光束を反射する偏向走査ミラー 1 3 2 a などを有する。

[0080] 偏向制御信号に応じて偏向制御回路 1 2 2 から供給される、電位の駆動信号により複数の圧電素子が適宜伸縮することによって該可動部が変形し、偏向走査ミラー 1 3 2 a が、略直交する 2 軸（すなわち図 7 の X 軸に略平行な a 軸および Y 軸に略平行な b 軸）を中心としてそれぞれ回転する。該回転によって、レーザ光源部 1 3 3 からの光束を 2 次元的に反射するように偏向する。なお、本明細書では、反射部が 2 軸を中心としてそれぞれ回転することで光束の進行方向を上下方向と左右方向とに別個独立に変えること、すなわち光束を上下方向に偏向させつつ、左右方向にも偏向させることを、「2 次元方向に偏向する」と表現する。

[0081] ここで、複数の圧電素子に対し、a 軸を中心とした偏向走査ミラー 1 3 2 a の低速の回転を実現するための偏向駆動信号と、b 軸を中心とした偏向走査ミラー 1 3 2 a の共振駆動を利用した高速の回転を実現するための偏向駆動信号とを重畳させて印加させることで、偏向走査ミラー 1 3 2 a は、a 軸を中心とした低速の回転と、共振駆動を利用した b 軸を中心とした高速の回転とを同時に行うことができる。つまり、レーザ光を異なる 2 方向に沿って偏向させることで、スクリーン S C 上におけるレーザ光の水平走査と垂直走査とを同時に行うことができる。なお、水平走査と垂直走査とを同時に行う 2 次元的な走査を 1 つの素子で行うことは、2 次元偏向部 1 3 2 の部品点数を低減させる上で好ましく、製造コストの低減や素子の調整に要する作業を低減することができるといった面からも好ましい。

[0082] レーザ光源部 1 3 3 は、レーザ光を発生させる半導体レーザ 1 R、1 G および 1 B と該半導体レーザから射出されるレーザ光を略平行な光束に変換するレンズ（コリメータレンズ）とを備える。

[0083] ここでは、レーザ光源部 1 3 3 は、赤（R）色のレーザ光 1 5 R を発生させる半導体レーザ 1 R とレーザ光 1 5 R を略平行光束に変換するコリメータレンズの組合せ、緑（G）色のレーザ光 1 5 G を発生させる半導体レーザ 1 G とレーザ光 1 5 G を略平行光束に変換するコリメータレンズ 2 G の組合せ

、青（B）色のレーザ光 15Bを発生させる半導体レーザ1Bとレーザ光15Bを略平行光束に変換するコリメータレンズ2Bの組合せを有する。ここで、半導体レーザ1R、1Gおよび1Bが、それぞれ本発明の「半導体レーザ」に相当する。

[0084] 半導体レーザ1R、1Gおよび1Bとしては、例えば、それぞれ波長630nm、532nmおよび445nmのレーザ光を射出する半導体レーザなどが採用される。そして、各半導体レーザ1R、1Gおよび1Bは、画像信号の水平同期信号および垂直同期信号に応答したタイミングで光源駆動部123から供給される駆動電流 I_{dR} 、 I_{dG} および I_{dB} に応じて、画像信号の画素値の各色成分（赤、緑、青）に対応した輝度のレーザ光を発生および射出する。また、半導体レーザとして、例えば、赤外域のレーザ光を射出する半導体レーザを採用し、該半導体レーザからのレーザ光を、SHG（第2高調波発生 second harmonic generation）素子を用いて波長変換することで、可視光を射出する構成を採用してもよい。

[0085] また、略平行光束に変換されたレーザ光15R、15Gおよび15Bは、それぞれ図2のZ軸と略平行な光束として合成部3に入射する。

[0086] 合成部3は、赤色のレーザ光15Rを反射しつつ、他の波長の光を透過させるダイクロイックミラー3Rと、緑色のレーザ光15Gを反射しつつ、他の波長の光を透過させるダイクロイックミラー3Gと、青色のレーザ光15Bを反射しつつ、他の波長の光を透過させるダイクロイックミラー3Bとを備えている。なお、ダイクロイックミラー3Bは、各レーザ光の何れも反射する通常のミラーであっても良い。また、各ダイクロイックミラーに代えてダイクロイックプリズムなどを採用し、通常のミラーに代えて、各レーザ光の何れも反射する通常のプリズムを採用してもよい。

[0087] 各半導体レーザおよび合成部3の各ダイクロイックミラーの位置および角度は、適宜調整されており、Z軸に略平行に合成部3に入射したレーザ光15R、15Gおよび15Bは、それぞれダイクロイックミラー3R、3Gおよび3Bに入射し、各ダイクロイックミラーの機能により、Y軸と略平行な

1つの光束15aに合成されて、合成部3から射出され、分岐素子8に入射する。

[0088] 分岐素子8としては、例えば、反射ミラーコートの一部（たとえば中心部分）に光を透過させる無コート部分を作成することで、無コート部分に入射する光束を透過させ、他の部分に入射する光束を反射させるものや、ガラスなどの基板上の光束が入射する部分の全域にわたって誘電体多層膜をコーティングすることにより、入射光束の全体を所定の透過率で透過させる透過特性と、入射光束の全体を所定の反射率で反射させる反射特性とを併せ備えた半透過型ミラー（「リーケージミラー」とも称する）などが採用される。なお、半透過型ミラーなどの分岐素子8の透過率および反射率は、例えば、それぞれ95%および5%などの値に適宜設定される。

[0089] 無コート部分に入射する光束を透過させ、他の部分に入射する光束を反射させる前者の分岐素子では、透過光および反射光は、光束に垂直な断面における強度分布が損なわれることとなって、透過光および反射光の指向性が回折によって低下する。この低下は装置の有用性を損なうほどではないが、このような理由から分岐素子8としては、後者のリーケージミラーを採用することがより望ましい。

[0090] 分岐素子8に入射したレーザ光15aは、Y軸と略平行に+Y方向へ分岐素子8を透過するレーザ光15bと、Z軸と略平行に-Z方向へ分岐素子8で反射されるレーザ光15cとに分岐される。

[0091] レーザ光15bは、2次元偏向部132に入射して偏向走査ミラー132aによって2次元方向に偏向され、スクリーンSC上に投射される。また、レーザ光15cは、レーザ光15cの強度に応じた電気信号を出力する受光素子14に入射して電気信号に変換され、センサ出力処理回路125に出力される。

[0092] 受光素子14としては、例えば、電流出力型のフォトダイオードや、電流出力型または電圧出力型のフォトディテクターセンサが採用される。また、画像投影装置130のセンサ出力処理回路125には、受光素子14として

採用されるセンサに応じて、電流電圧変換器や増幅器などが設けられる。

[0093] <周波数の選定方法について：>

次に、高周波重畳時の半導体レーザの応答特性と、該応答特性に好適な高周波信号の周波数の選定方法について説明する。図8、図9および図10は、それぞれ赤色、緑色、青色の各波長の光を射出する半導体レーザ1R、1Gおよび1B（図7）の、矩形波の入力に対する応答特性を例示する図である。

[0094] ◎同一基本周波数を有する高周波信号を重畳する例：

図8、図9および図10に示されるように、発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和は、緑色の光を射出する半導体レーザ1Gが最も短く、 2.4 nsec となっている。

[0095] 従って、これら3つの半導体レーザ1R、1Gおよび1Bについて、基本周波数が同一である3つの高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 をそれぞれ用いた高周波重畳を行って各半導体レーザの駆動電流を得る場合において、これら3つの半導体レーザの何れもが単一モードで発振しないようにして、スペckルノイズ低減効果を維持するためには、各半導体レーザの駆動電流 I_{dR} 、 I_{dG} および I_{dB} の半導体レーザ駆動期間 t_1 （図2）を、半導体レーザ1Gを基準として、 2.4 nsec 以下とする必要がある。

[0096] 駆動電流 I_{dR} 、 I_{dG} および I_{dB} それぞれの半導体レーザ非駆動期間 t_0 （図2）を 1 nsec とすると、高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 それぞれの基本周波数 f は（2）式によって算出されるので、この場合は 294 MHz 以上の同一の基本周波数を有する高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 が必要となる。

[0097] [数2]

$$f = 1 / (t_1 + t_0) \quad \cdots (2)$$

[0098] この場合に、各半導体レーザの駆動電流の半導体レーザ非駆動期間 t_0 が

1 n s e c で、各半導体レーザの駆動電流に対応する高周波信号 V 3, V 8 および V 9 の各基本周波数 f が何れも 2 9 4 M H z であるとすれば、各半導体レーザが発光している時間の割合 r は、半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B について、(1) 式より、表 1 に示される値となる。表 1 においては、上段の「赤 L D」, 「緑 L D」, 「青 L D」および「平均」は、それぞれ半導体レーザ 1 R, 1 G, 1 B および各半導体レーザの平均を表しており、下段の各数値は、上段に示される各半導体レーザが発光している時間の割合および各半導体レーザの発光している時間の割合の平均を表す。

[0099] [表1]

赤 L D	緑 L D	青 L D	平均
53%	59%	59%	57%

[0100] また、このように、アナログ電圧 V 1, V 6 および V 7 に、基本周波数が等しい高周波信号 V 3, V 8 および V 9 がそれぞれ重畳されることによって生成された各半導体レーザの駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} を用いて各半導体レーザを駆動すると、既述したように、駆動電流の基本波および各高調波の各周波数における E M I のピークが大きくなってしまう。

[0101] そこで、次に、半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B に対して、スペックル低減効果を保ちながら、E M I を抑制するとともに、発光光量の低下を抑えるよう、高周波重畳されて、各 L D の駆動電流の生成に供される各高周波信号の周波数を各 L D の応答特性に応じて選択した例を示す。

[0102] ◎異なる基本周波数を有する高周波信号を重畳する例 1 :

先ず、駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} それぞれの基本周波数が異なる、すなわち、高周波重畳される高周波信号 V 3, V 8 および V 9 の基本周波数がそれぞれ異なる条件（「条件 1」とも称する）が満たされるとともに、半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B について、発振遅れ時間および緩和振動持続時間の和が短いものから順に、駆動電流の半導体レーザ駆動期間が単調増加する条件（「条件 2」と称する）が満たされる設定例について説明す

る。

[0103] 駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} が条件 1 および 2 を満たす例として、例えば、図 8 ～ 図 10 に示される各 LD の応答特性のように、半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B の発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和がそれぞれ異なる場合に、画像出力回路 121 から供給される周波数設定信号 12 R, 12 G および 12 B を調整することによって、高周波信号 V3, V8 および V9 の基本周波数を調整し、駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} それぞれの半導体レーザ駆動期間 t_1 を、それぞれ対応する半導体レーザの発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和に等しくなるようにする設定すると、図 8 ～ 図 10 に示される各 LD の応答特性では、駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} の半導体レーザ駆動期間 t_1 は、それぞれ 3.6 nsec、2.4 nsec および 2.8 nsec となる。

[0104] 従って、駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} それぞれの半導体レーザ非駆動期間 t_0 を上述の例と同じく 1 nsec とすると、半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B の駆動電流の基本周波数、すなわち高周波信号 V3, V8 および V9 の基本周波数 f は (2) 式から、それぞれ 217 MHz, 294 MHz および 263 MHz となる。

[0105] この場合、半導体レーザが発光している時間の割合 r は、半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B について、(1) 式より、表 2 に示される値となる。なお、表 2 の表記は、表 1 と同様になされている。

[0106] [表2]

赤 LD	緑 LD	青 LD	平均
65%	59%	63%	62%

[0107] また、表 3 に、この例の場合の、アナログ電圧 V1, V6 および V7 にそれぞれ高周波重畳されて、駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} の生成に供される高周波信号 V3, V8 および V9 の基本波および各高調波の周波数 (単位: MHz) を示す。なお、表 3 における「基本波」～「第 7 高調波」は

、それぞれ、各半導体レーザに対応する高周波信号の基本波から第 7 高調波を表しており、「赤 L D」，「緑 L D」および「青 L D」は、それぞれ半導体レーザ 1 R， 1 G および 1 B を表している。また、表中の斜体で標記された周波数は、半導体レーザ 1 R， 1 G および 1 B に対応して、それぞれ高周波重畳される高周波信号の第 5 高調波の周波数の中で最も高い周波数よりも高い周波数であることを表している。

[0108] [表3]

	赤 L D	緑 L D	青 L D
基本波	217	294	263
第 2 高周波	435	588	526
第 3 高周波	652	882	789
第 4 高周波	870	1176	1053
第 5 高周波	1087	1471	1316
第 6 高周波	1304	<i>1765</i>	<i>1579</i>
第 7 高周波	<i>1522</i>	<i>2059</i>	<i>1842</i>

[0109] 先ず、表 3 から、各 L D の駆動電流 I_{dR} ， I_{dG} および I_{dB} に起因して発生する EMI のスペクトルが、各駆動電流の基本周波数において重ならず分散されることがわかる。

[0110] つまり、表 3 に示されるように、半導体レーザ 1 R， 1 G および 1 B とそれぞれ組合せを成す各高周波信号 V_3 ， V_8 および V_9 の基本周波数が、条件 1 を満たすこと、すなわち各高周波信号の基本周波数が相互に異なるように設定されることによって、アナログ電圧 V_1 ， V_6 および V_7 にそれぞれ各高周波信号 V_3 ， V_8 および V_9 が重畳されたことによって生成された駆動電流 I_{dR} ， I_{dG} および I_{dB} のそれぞれの基本波および各高調波に起因する EMI において、最も EMI のピークが大きくなり得る基本波に起因する EMI のスペクトルが分散されて重ならないので、複数の半導体レーザ

1 R, 1 G および 1 B の駆動によって発生する基本波に起因する EMI のピーク値が、例えば、高周波重畳された各高周波信号の基本周波数を全て同一にする場合に比べて減少し、EMI を効率よく抑制することができる。

[0111] このように、高周波重畳されて、複数の LD の各駆動電流の生成に供される各高周波信号の基本周波数を、全て同一にするよりも、それぞれの高周波信号の基本周波数が相互に異なるようにする方が、EMI 抑制の観点においても望ましい。

[0112] また、表 1 および表 2 から、アナログ電圧 V 1, V 6 および V 7 にそれぞれ重畳されることによって、各半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B の駆動電流の生成に供される高周波信号 V 3, V 8 および V 9 の基本周波数を全て同一にした表 1 に示される場合に比べて、表 2 では、半導体レーザ 1 R および 1 B が発光している時間の割合が増加しており、各半導体レーザ全体としての平均的な発光量の低下が軽減されることがわかる。

[0113] すなわち、半導体レーザ 1 R, 1 G および 1 B について、発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和が短いものから順に、駆動電流の半導体レーザ駆動期間 t_1 が単調増加するように設定されることによって、駆動電流に対する各半導体レーザの応答特性の差異に応じて、各半導体レーザごとにスペクルノイズを効率よく抑制しつつ、表 2 に示されるように各 LD の発光光量の低下を軽減することができるようになるとともに、各半導体レーザ全体としての平均的な発光量の低下も軽減することができる。

[0114] また、表 3 から、各 LD の駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} が発生する EMI のスペクトルが、少なくとも第 5 高調波まで重ならず分散されることがわかる。

[0115] ここで、EMI の規格における測定周波数範囲は、VCCI 規格では 1 GHz まで、FCC 規格では最高周波数の第 5 高調波までと規定されていることから、表 3 の例では、VCCI 規格および FCC 規格の範囲で周波数の重なりは生じていないことがわかる。

[0116] すなわち、各高周波信号 V 3, V 8 および V 9 の基本周波数を互いに異な

る値とするだけでも有用な効果が得られるが、各高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 の周波数を、基本波および所定の次数までの高調波、例えば第 5 高調波まで、互いに重ならないように設定することによって、各高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 の基本周波数だけでなく該所定次数の高調波までの周波数に起因した EMI のスペクトルが分散されるので、複数の半導体レーザ $1R$ 、 $1G$ および $1B$ の駆動によって発生する EMI のピーク値がさらに減少し、EMI をさらに効率よく抑制することができる。

[0117] ◎異なる基本周波数を持つ高周波信号を重畳する例 2 :

次に、スペックルノイズが目立ちやすい LD に対するスペックル低減効果が大きくなるよう、高周波重畳される高周波信号の周波数を各 LD の応答特性に応じて選択した例を示す。

[0118] 図 11 は、各種波長の光に対する人間の分光視感効率（「比視感度」とも称する）を説明する図である。図 11 より、赤、緑および青の各色の光としてそれぞれ 645 nm、532 nm および 445 nm の波長のレーザ光を射出する LD を採用した場合、緑色の光に対して、赤色および青色の光に関する視感度が低いことが分かる。人間の目には、視感度の高い緑色の光のスペックルノイズが最も目立つため、緑色のレーザ光を射出する LD によって発生するスペックルノイズを低減させることが重要となる。逆に、最も視感度の低い青色のレーザ光ではスペックルノイズが目立ちにくいため、光量低下を抑えることを優先して、該青色の光を射出する半導体レーザの駆動電流における半導体レーザ駆動期間 t_1 （図 2）を発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和よりも長めに設定することが可能となる。

[0119] そこで、次に、図 8～図 10 に示した過渡応答特性を有する、それぞれ赤色、緑色および青色の各波長のレーザ光を射出する半導体レーザ $1R$ 、 $1G$ および $1B$ に対して、アナログ電圧 V_1 、 V_6 および V_7 にそれぞれ重畳されて各半導体レーザの駆動電流 I_{dR} 、 I_{dG} および I_{dB} の生成に供される高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 の周波数を、人間の視感度を考慮して選定した例を示す。

[0120] ここでは、例 1 で既述した条件 1 が満たされる、すなわち、高周波重畳される高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 の基本周波数が相互に異なるとともに、半導体レーザ 1 R、1 G および 1 B について、それぞれから射出されるレーザ光の波長に対する人間の視感度が高いものから順に、駆動電流における半導体レーザ駆動期間 t_1 が単調増加する条件（「条件 3」とも称する）が満たされる設定例について説明する。

[0121] 画像出力回路 1 2 1 から供給される周波数設定信号 1 2 R、1 2 G および 1 2 B を調整することによって、高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 の基本周波数を調整し、各駆動電流の半導体レーザ駆動期間 t_1 が、図 8～図 10 の応答特性に示される各半導体レーザ 1 R、1 G および 1 B の発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和とそれぞれ等しくなるようにすると、各半導体レーザ 1 R、1 G および 1 B の駆動電流における半導体レーザ駆動期間 t_1 は、それぞれ 3.6 nsec 、 2.4 nsec および 2.8 nsec となるが、駆動電流 I_{dR} 、 I_{dG} および I_{dB} が条件 1 および 3 を満たすように、スペックルノイズが目立ちやすい半導体レーザ 1 R および 1 G の駆動電流については、スペックルノイズ低減効果を優先して、半導体レーザ駆動期間 t_1 をこの時間より少し短くし、スペックルが目立ちにくい半導体レーザ 1 B については光量の確保を優先して長めの半導体レーザ駆動期間 t_1 を設定することとして、例えば、半導体レーザ 1 R、1 G および 1 B の各駆動電流の半導体レーザ駆動期間 t_1 として、それぞれ 3.3 nsec 、 2.2 nsec 、 4.0 nsec を採用し、各駆動電流の半導体レーザ非駆動期間 t_0 としてそれぞれ 1 nsec を採用すると、半導体レーザ 1 R、1 G および 1 B の駆動電流の基本周波数、すなわち高周波信号 V_3 、 V_8 および V_9 の基本周波数 f は（2）式から、それぞれ 233 MHz 、 313 MHz および 200 MHz となる。

[0122] この場合、半導体レーザ 1 R、1 G および 1 B が発光している時間の割合 r は、（1）式から表 4 に示される値となる。なお、表 4 の表記は、表 1 と同様になされている。

[0123] [表4]

赤LD	緑LD	青LD	平均
63%	56%	72%	64%

[0124] また、表5に、この例の場合の、アナログ電圧V1、V6およびV7にそれぞれ高周波重畳されて、駆動電流I_{dR}、I_{dG}およびI_{dB}の生成に供される高周波信号V3、V8およびV9の基本波および各高調波の周波数（単位：MHz）を示す。なお、表5の表記は、表3と同様になされている。

[0125] [表5]

	赤LD	緑LD	青LD
基本波	233	313	200
第2高周波	465	625	400
第3高周波	698	928	600
第4高周波	930	1250	800
第5高周波	1163	1563	1000
第6高周波	1395	1875	1200
第7高周波	1628	2188	1400
第8高周波	1860	2500	1600

[0126] 先ず、表5から、各LDの駆動電流I_{dR}、I_{dG}およびI_{dB}に起因して発生するEMIのスペクトルが、各駆動電流の基本周波数において重ならず分散されることがわかる。

[0127] このことは、例1における表3に示された結果と同様に、半導体レーザ1R、1Gおよび1Bとそれぞれ組合せを成す各高周波信号V3、V8およびV9の基本周波数が、条件1を満たすこと、すなわち、相互に異なるように設定されることによって、各高周波信号V3、V8およびV9が重畳された

駆動電流 I_{dR} , I_{dG} および I_{dB} のそれぞれの基本波および各高調波に起因する EMI において、最も EMI のピークが大きくなり得る基本波に起因する EMI のスペクトルが分散されて重ならないので、複数の半導体レーザ 1R, 1G および 1B の駆動によって発生する基本波に起因する EMI のピーク値が、高周波重畳される各高周波信号の基本周波数を全て同一にする場合に比べて減少し、EMI を効率よく抑制することができることに起因している。

[0128] このように、高周波重畳される各高周波信号の基本周波数を、全て同一の周波数にするよりも、各高周波信号の基本周波数が相互に異なるようにする方が、EMI 抑制の観点においても望ましい。

[0129] また、表 2 および表 4 に示されるように、半導体レーザ 1R および 1G に関しては、スペックルノイズ低減効果を優先させたため、表 2 の結果よりも表 4 の結果の方が発光している時間の割合が低下しているが、半導体レーザ 1B に関しては、発光している時間の割合の増加を優先させたため、表 2 の結果よりも表 4 の結果の方が、発光している時間の割合が増加していることがわかる。

[0130] また、表 1 および表 4 から、アナログ電圧 V_1 , V_6 および V_7 にそれぞれ重畳されることによって、各半導体レーザ 1R, 1G および 1B の駆動電流の生成に供される高周波信号 V_3 , V_8 および V_9 の基本周波数を全て同一にした表 1 に示される結果に比べて、各半導体レーザにそれぞれ対応して、高周波重畳される各高周波信号の基本周波数を、各半導体レーザから射出されるレーザ光の波長に対する人間の視感度を考慮して視覚的なスペックルノイズが軽減できるように設定した表 4 の結果では、発光光量の低下を、各半導体レーザ間で平均して軽減し得ることがわかる。

[0131] すなわち、半導体レーザ 1R, 1G および 1B について、それぞれから射出されるレーザ光の波長に対する人間の視感度が高いものから順に、駆動電流の半導体レーザ駆動期間 t_1 が単調増加するように設定することによって、各半導体レーザから射出されるレーザ光の波長に対する人間の視感度に応

じて、各半導体レーザごとに視覚的なスペckルノイズを効率よく抑制しつつ、表4に示されるように、各半導体レーザ全体としての平均的な発光量の低下も軽減することができる。

[0132] また、表5から、各LDの駆動電流 I_{dR} 、 I_{dG} および I_{dB} が発生するEMIのスペクトルが、少なくとも第5高調波まで重ならず分散されることがわかる。

[0133] したがって例1の表3の結果と同様に、表5の例では、VCCI規格およびFCC規格の範囲で周波数の重なりは生じていないことがわかる。

[0134] すなわち、各高周波信号V3、V8およびV9の基本周波数を相互に異なる値とするだけでも有用な効果が得られるが、各高周波信号V3、V8およびV9の周波数を、基本波および所定の次数までの高調波、例えば第5高調波まで、相互に重ならないように設定することによって、各高周波信号V3、V8およびV9の基本周波数だけでなく該所定次数の高調波までの周波数に起因したEMIのスペクトルが分散されるので、複数の半導体レーザ1R、1Gおよび1Bの駆動によって発生するEMIのピーク値がさらに減少し、EMIをさらに効率よく抑制することができる。

[0135] なお、この例1および例2の場合は、各LDの駆動信号の高調波に重なりは生じなかったが、使用するLDの過渡応答特性によっては基本波や高調波が重なる場合もある。このような場合に、重なりが生じた周波数でEMIが問題となる場合は、周波数の重なりを生じているLDのうち、いずれかの駆動周波数をずらすことにより、周波数の重なりを回避することが可能である。この場合、どのLDの駆動電流に対応する高周波信号の周波数を変更するかは、スペckルノイズの低減効果、発光光量の低下を考慮して、好適な周波数を適宜設定すればよい。

[0136] また、例1では、各LDに重畳する高周波信号の周波数を発振遅れ時間 t_d および緩和振動持続時間 t_r の和に一致するように選定したが、スペckルノイズの低減効果と発光光量に対する要求に応じて、各LDに関する高周波信号の周波数を調整してもよい。

[0137] 同様に、例2においても、視覚的なスペckルノイズの低減効果と発光光量に対する要求に応じて、各LDに関する高周波信号の周波数を調整してもよい。

符号の説明

- [0138] 1 R, 1 G, 1 B 半導体レーザ
 2 R, 2 G, 2 B コリメータレンズ
 3 合成部
 3 R, 3 G, 3 B ダイクロイックミラー
 4, 5, 6 D/Aコンバータ
 7 アナログスイッチ
 8 電圧制御発振器
 9 LDドライバ
 10 バイアス電流源
 11 R, 11 G, 11 B 画素データ信号
 12 R, 12 G, 12 B 周波数設定信号
 13 R, 13 G, 13 B バイアス電流設定信号
 14 受光素子
 100 画像投影装置
 110 入力画像処理部
 111 画像入力回路
 112 画像処理回路
 120 駆動制御部
 121 画像出力回路
 122 偏向制御回路
 123 光源駆動部
 124 フレームメモリ
 125 センサ出力処理回路
 130 光学機構部

1 3 2 2次元偏向部

1 3 2 a 偏向走査ミラー

1 3 3 レーザ光源部

I M 入力機器

S C スクリーン

請求の範囲

- [請求項1] 被投影面上に画像を表示する画像表示装置であって、
それぞれに供給される各駆動電流に応じて、異なる波長の各レーザー光をそれぞれ射出する複数の半導体レーザーと、
複数の高周波信号を複数の色成分の画像信号にそれぞれ重畳させることによって前記各駆動電流を生成するレーザー駆動回路と、
前記各レーザー光を偏向する偏向手段と、
を備え、
前記複数の高周波信号の基本周波数が相互に異なる画像表示装置。
- [請求項2] 請求項1に記載された画像表示装置であって、
前記複数の半導体レーザーについて、発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時間が短いものから順に、前記各駆動電流の半導体レーザー駆動期間が単調増加するように設定されている画像表示装置。
- [請求項3] 請求項1に記載された画像表示装置であって、
前記複数の半導体レーザーについて、前記各駆動電流の半導体レーザー駆動期間が、発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時間と一致するように設定されている画像表示装置。
- [請求項4] 請求項1に記載された画像表示装置であって、
前記複数の半導体レーザーについて、前記各レーザー光の波長に対する人間の視感度が高いものから順に、前記各駆動電流の半導体レーザー駆動期間が単調増加するように設定されている画像表示装置。
- [請求項5] 請求項1に記載された画像表示装置であって、
前記複数の高周波信号の所定の次数までの高調波の周波数が相互に異なる画像表示装置。
- [請求項6] レーザー光を投射するレーザー投射装置であって、
それぞれに供給される各駆動電流に応じて、異なる波長の各レーザー光をそれぞれ射出する複数の半導体レーザーと、
複数の高周波信号を複数の色成分の画像信号にそれぞれ重畳させる

ことによって前記各駆動電流を生成するレーザ駆動回路と、
を備え、

前記複数の高周波信号の基本周波数が相互に異なるレーザ投射装置
。

[請求項7]

レーザ光を投射するレーザ投射装置であって、

それぞれに供給される各駆動電流に応じて、異なる波長の各レーザ
光をそれぞれ射出する複数の半導体レーザと、

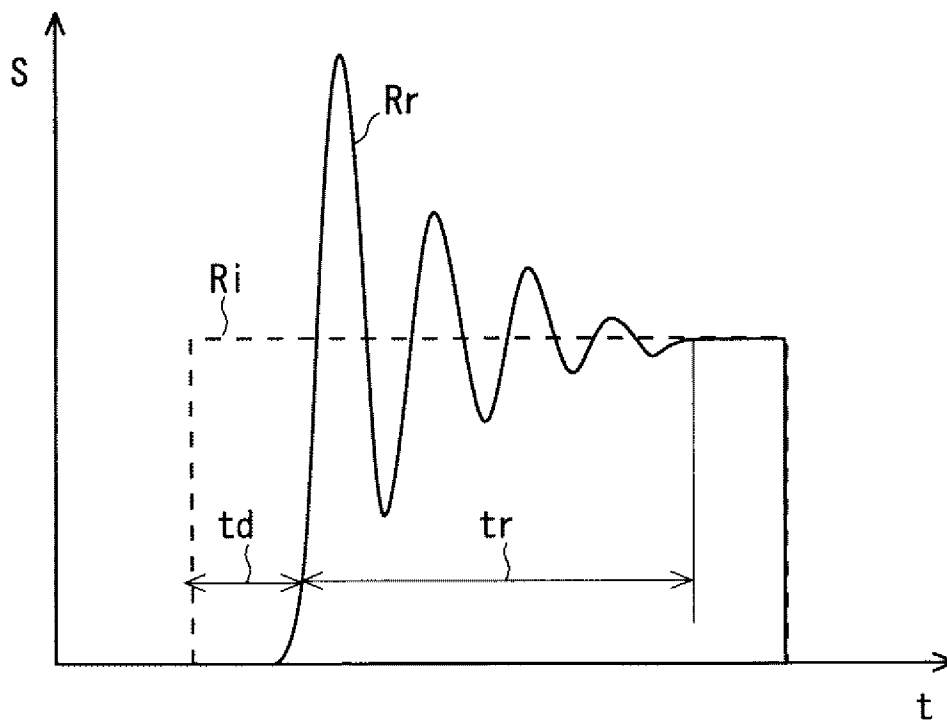
前記各駆動電流の半導体レーザ駆動期間が、前記複数の半導体レー
ザにそれぞれ対応した発振遅れ時間および緩和振動持続時間の合計時
間と一致するように、周期信号である前記各駆動電流を生成するレー
ザ駆動回路と、

を備え、

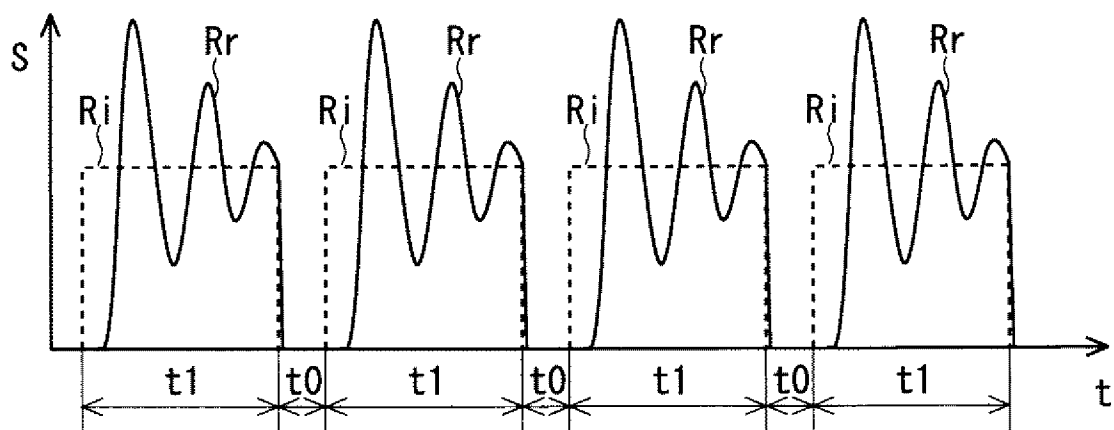
前記各駆動電流が、前記複数の半導体レーザにそれぞれ対応した高
周波信号および画像信号に基づいて生成されるとともに、

前記各駆動電流の周期が相互に異なるレーザ投射装置。

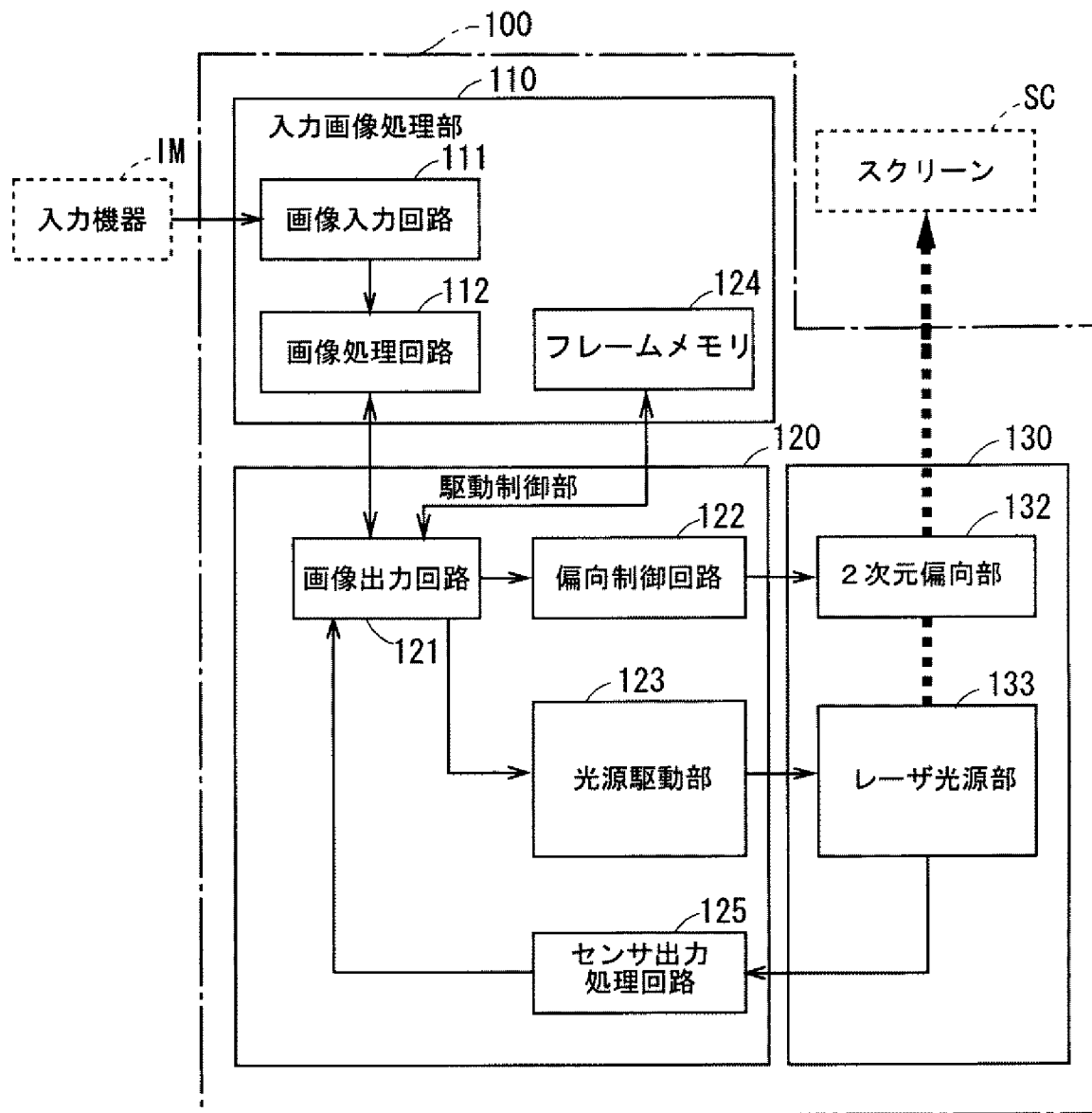
[図1]



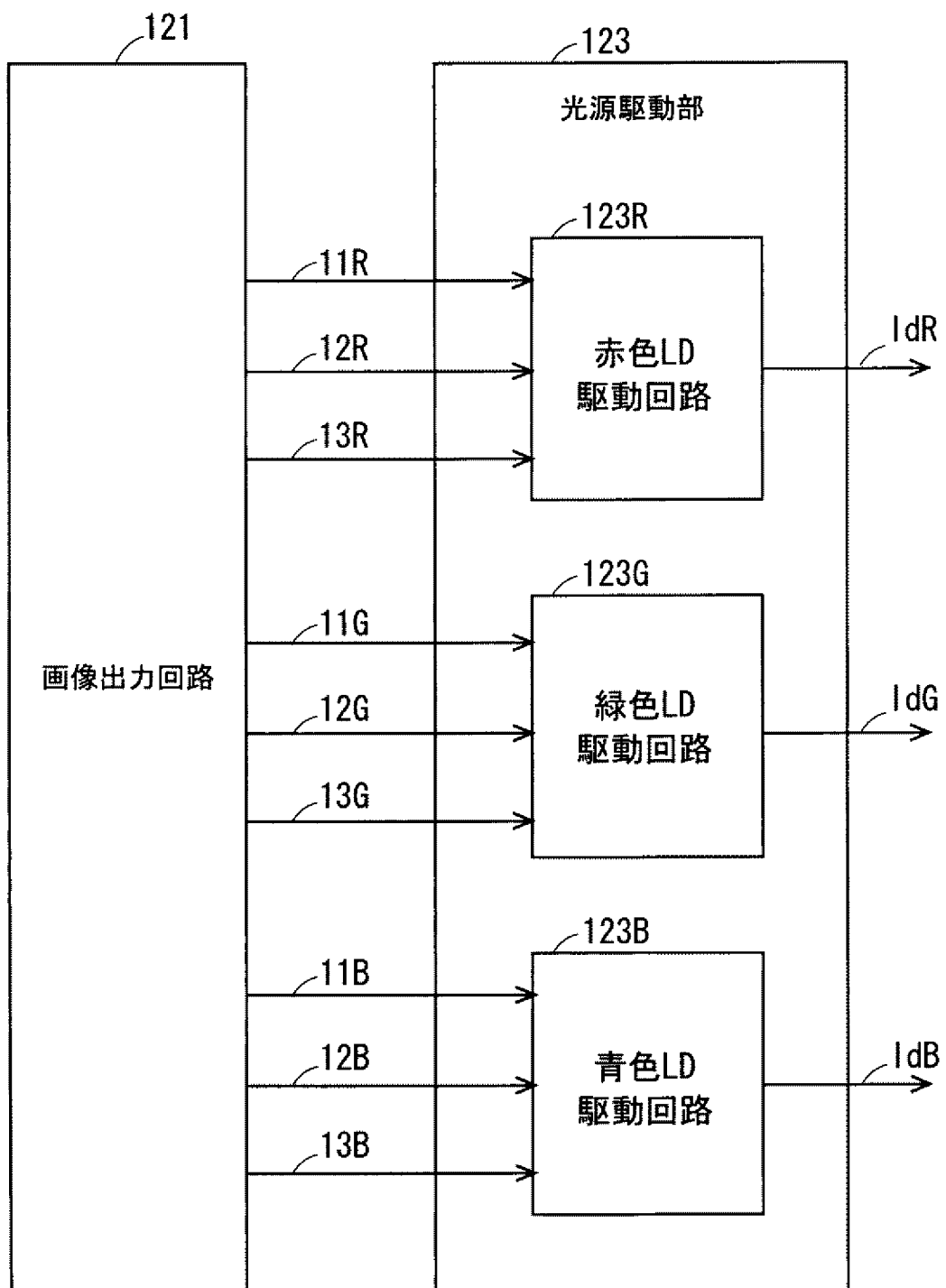
[図2]



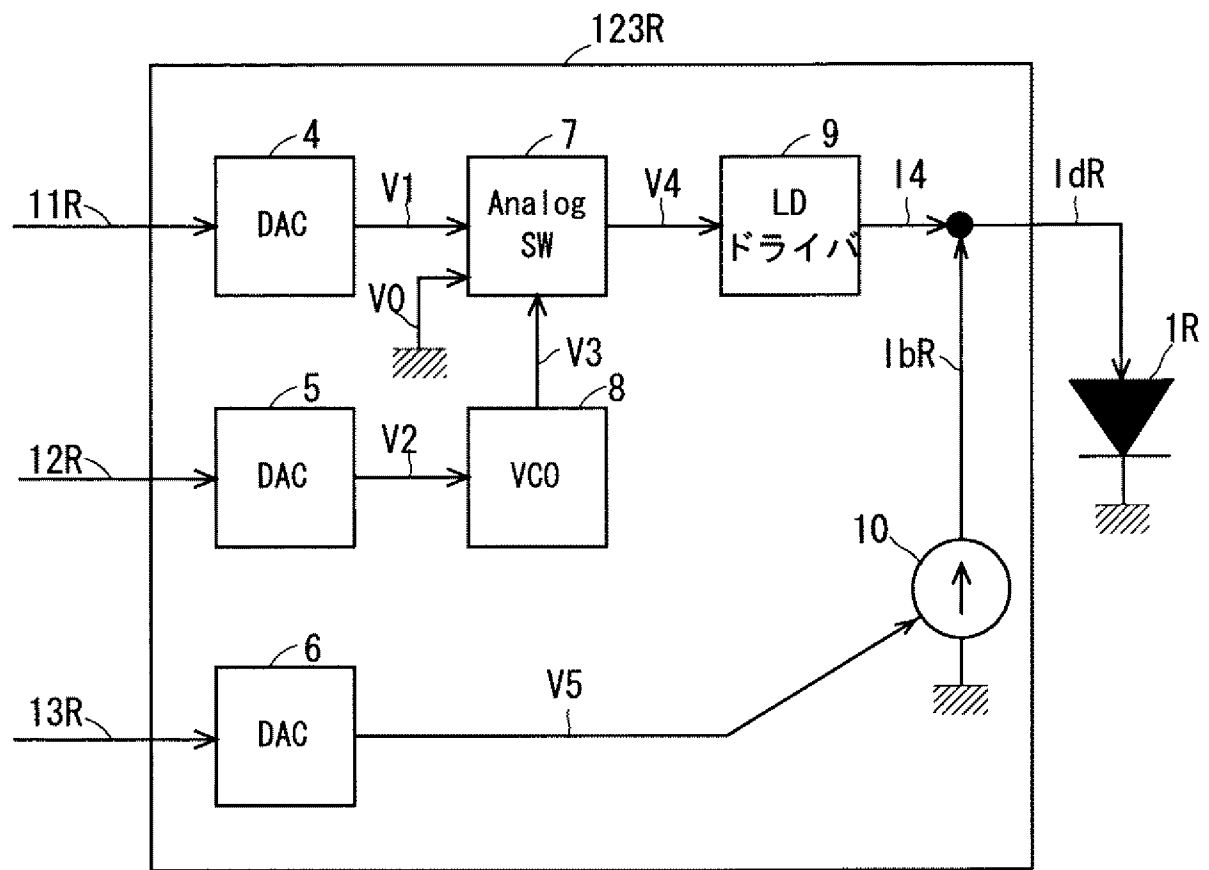
[図3]



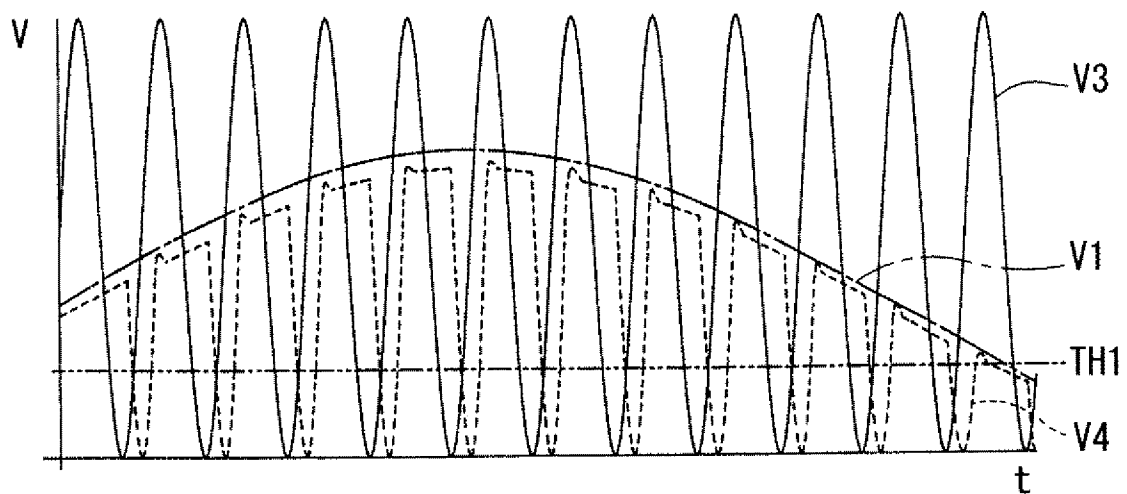
[図4]



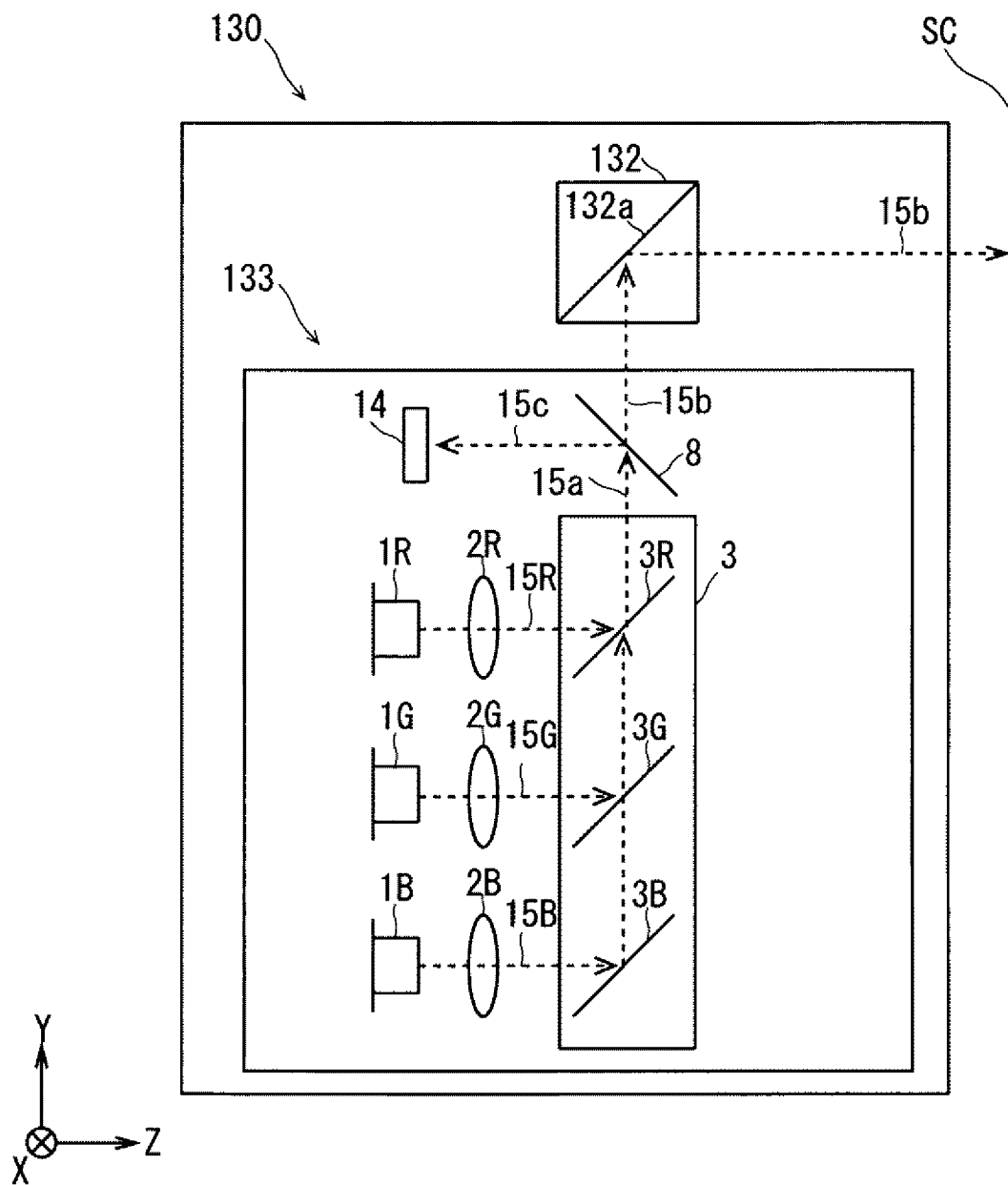
[図5]



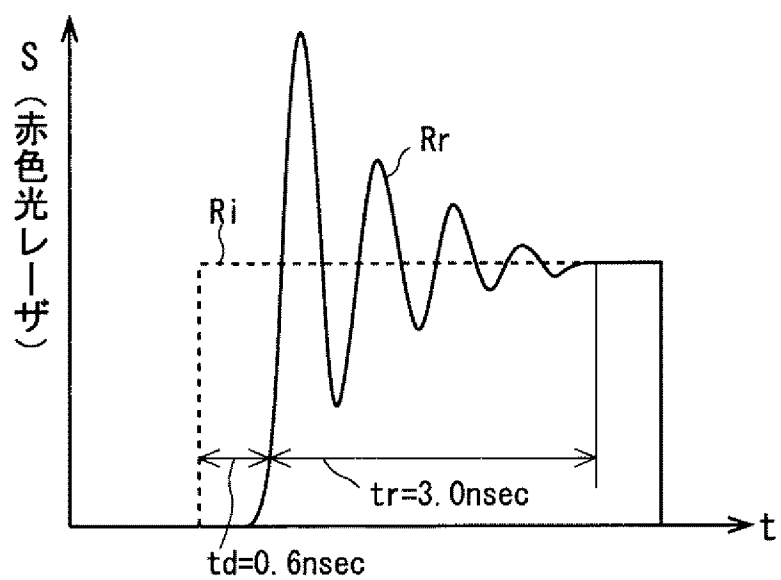
[図6]



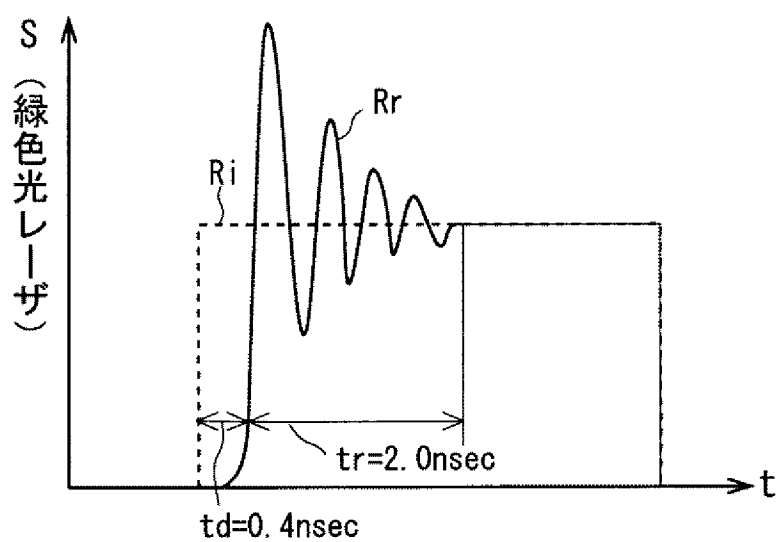
[図7]



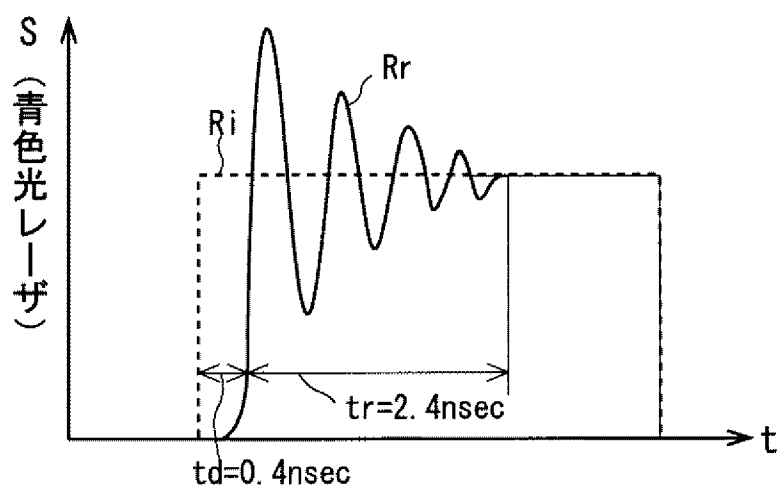
[図8]



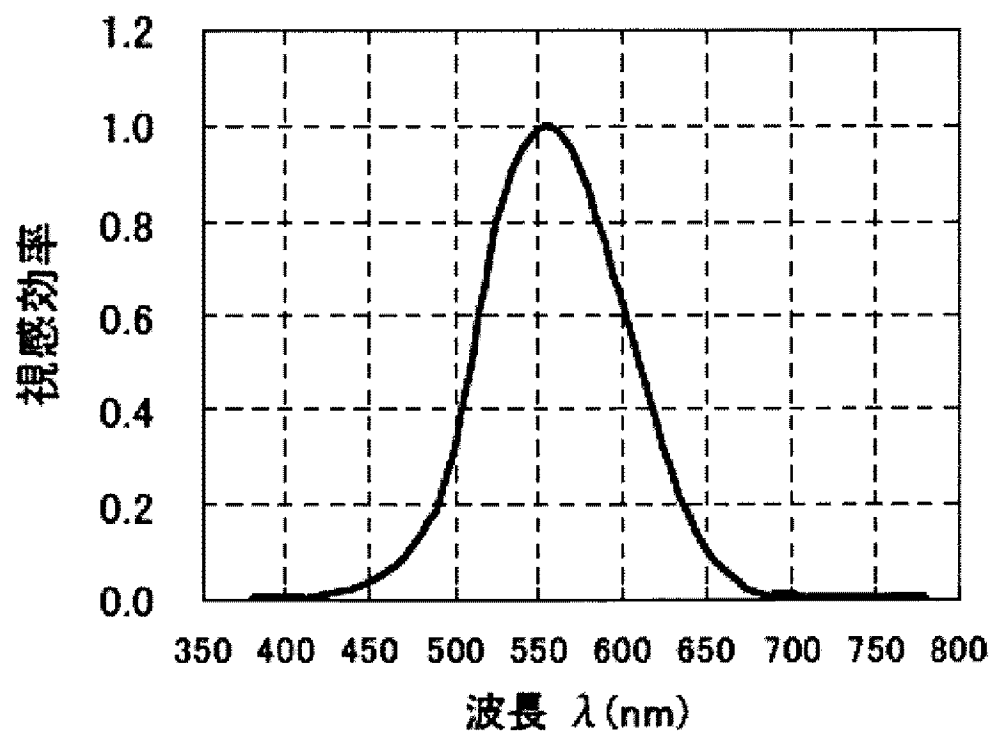
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054289

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B27/48(2006.01)i, G02B27/18(2006.01)i, G03B21/14(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)

G02B27/48, G02B27/18, G03B21/14, G09G3/02, G02B26/10, H01S5/042

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2001-189520 A (Sony Corp.), 10 July 2001 (10.07.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	WO 2005/083492 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 September 2005 (09.09.2005), entire text; all drawings & US 2008/0170285 A1 & EP 1720057 A1 & CN 1820220 A	1-7
A	WO 1996/038757 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 December 1996 (05.12.1996), entire text; all drawings & US 6333943 B1 & CN 1190472 A	1-7



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
08 June, 2010 (08.06.10)Date of mailing of the international search report
22 June, 2010 (22.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B27/48(2006.01)i, G02B27/18(2006.01)i, G03B21/14(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 (I P C))

Int.Cl. G02B27/48, G02B27/18, G03B21/14, G09G3/02, G02B26/10, H01S5/042

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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	J P 2 0 0 1 - 1 8 9 5 2 0 A (ソニー株式会社) 2 0 0 1 . 0 7 . 1 0 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	WO 2 0 0 5 / 0 8 3 4 9 2 A 1 (松下電器産業株式会社) 2 0 0 5 . 0 9 . 0 9 , 全文, 全図 & US 2 0 0 8 / 0 1 7 0 2 8 5 A 1 & EP 1 7 2 0 0 5 7 A 1 & CN 1 8 2 0 2 2 0 A	1-7

☒ 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

0 8 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

河原 正

2 X

9 0 1 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

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 1 9 9 6 / 0 3 8 7 5 7 A 1 (松下電器産業株式会社) 1 9 9 6 . 1 2 . 0 5 , 全文, 全図 & US 6 3 3 3 9 4 3 B 1 & CN 1 1 9 0 4 7 2 A	1-7