

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式 PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	JPO-PAS i221
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	14R01143
I	発明の名称	発光ダイオード駆動装置及び照明装置
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	すべての指定国 (all designated States)
II-4ja	名称	シャープ株式会社
II-4en	Name:	SHARP KABUSHIKI KAISHA
II-5ja	あて名	5458522
II-5en	Address:	日本国 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka 5458522 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	06-6621-1221
II-9	ファクシミリ番号	06-6606-5587
II-11	出願人登録番号	000005049
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-1-4ja	氏名(姓名)	山下 篤司
III-1-4en	Name (LAST, First):	YAMASHITA, Atsushi
III-1-5ja	あて名	
III-1-5en	Address:	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

III-2	その他の出願人又は発明者	
III-2-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-2-4ja	氏名(姓名)	小野崎 学
III-2-4en	Name (LAST, First):	ONOZAKI, Manabu
III-2-5ja	あて名	
III-2-5en	Address:	
III-3	その他の出願人又は発明者	
III-3-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-3-4ja	氏名(姓名)	小野 剛史
III-3-4en	Name (LAST, First):	ONO, Tsuyoshi
III-3-5ja	あて名	
III-3-5en	Address:	
III-4	その他の出願人又は発明者	
III-4-1	この欄に記載した者は	発明者である (inventor only)
III-4-4ja	氏名(姓名)	宮田 正高
III-4-4en	Name (LAST, First):	MIYATA, Masataka
III-4-5ja	あて名	
III-4-5en	Address:	
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	名称	特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
IV-1-1en	Name:	HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
IV-1-2ja	あて名	5300041 日本国 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル
IV-1-2en	Address:	Daiwa Minamimorimachi Building, 2-6, Tenjinbashi 2-chome Kita, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 5300041 Japan
IV-1-3	電話番号	06-6351-4384
IV-1-4	ファクシミリ番号	06-6351-5664
IV-1-5	電子メール	iplaw-osk@harakenzo.com
IV-1-6	代理人登録番号	110000338
V	国の指定	
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束される全てのPCT締約国を指定し、取得しうるあらゆる種類の保護を求め、及び該当する場合には広域と国内特許の両方を求める国際出願となる。	
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-1-1	出願日	2014年 01月 28日 (28.01.2014)
VI-1-2	出願番号	2014-013763
VI-1-3	国名	日本国 JP

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

VI-2	優先権証明書送付の請求 国際事務局に対して、上記の先の出願のうち、右記のものについては、該当する場合には記載されたアクセスコードを利用し、優先権書類に記載されている事項に係る情報を電子図書館から、取得することを請求する。	VI-1 アクセスコード： A084	
VI-3	引用による補充： 条約第11条(1)(iii)(d)若しくは(e)に規定する国際出願の要素の全部、又は規則20.5(a)に規定する明細書、請求の範囲若しくは図面の一部がこの国際出願には含まれていないが、受理官庁が条約第11条(1)(iii)に規定する要素の1つ以上を最初に受領した日において優先権を主張する先の出願にそれが完全に含まれている場合には、規則20.6に基づく確認の手続を条件として、その要素又は部分を規則20.6の規定によりこの国際出願に引用して補充することを請求する。		
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	—	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国とする場合)	—	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	—	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
IX-2	明細書	39	✓
IX-3	請求の範囲	2	✓
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	16	✓
IX-7	合計	62	
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	—	✓
IX-18	PCT-SAFE 電子出願	—	—
IX-20	要約とともに提示する図の番号	1	
IX-21	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印	(PKCS7 デジタル署名)	
X-1-1	氏名(姓名)	特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限(署名者が法人の場合)		

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類 の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類 を補完する書類又は図面であつ てその後期間内に提出されたも のの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づ く必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際 調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## PCT手数料計算用紙(願書付属書)

紙面による写し (注意 電子データが原本となります)  
 [この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄			
0-1	国際出願番号			
0-2	受理官庁の日付印			
0-4	様式 PCT/RO/101(付属書) このPCT手数料計算用紙は、 0-4-1 右記によって作成された。	JP0-PAS i221		
0-9	出願人又は代理人の書類記号	14R01143		
2	出願人	シャープ株式会社		
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計 (JPY)	
12-1	送付手数料 T	⇒	10000	
12-2	調査手数料 S	⇒	70000	
12-3	国際出願手数料 (最初の30枚まで) i1	154800		
12-4	30枚を超える用紙の枚数	32		
12-5	用紙1枚の手数料 (X)	1700		
12-6	合計の手数料 i2	54400		
12-7	i1 + i2 = i	209200		
12-12	fully electronic filing fee reduction R	-34900		
12-13	国際出願手数料の合計 (i-R) I	⇒	174300	
12-19	納付すべき手数料の合計 (T+S+I+P)	⇒	254300	
12-21	支払方法	送付手数料: 予納台帳引き落としの承認 調査手数料: 予納台帳引き落としの承認 国際出願手数料 : 銀行振込		
12-22	予納台帳 受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)		
12-22-1	上記手数料合計額の請求に対する承認	✓		
12-23	予納台帳番号	277923		
12-24	日付	2014年 12月 10日 (10.12.2014)		
12-25	記名押印			

## 明 細 書

発明の名称：発光ダイオード駆動装置及び照明装置

### 技術分野

[0001] 本発明は発光ダイオード駆動装置及び照明装置に関する。

### 背景技術

[0002] いわゆる液晶ＴＶ（テレビ）に使用されているバックライトには、１次光としての青色光を発光するＬＥＤチップと、当該青色光により励起されて２次光として赤色光を発光する赤蛍光体、および緑色光を発光する緑蛍光体とが用いられる。当該バックライトは、青色光、緑色光、および赤色光が混色することで白色光を出射する。

[0003] 特許文献１には、赤色発光を示す窒化物系蛍光体である２価のＥｕ付活ＣａＡｌＳｉＮ<sub>3</sub>（以下、ＣＡＳＮ蛍光体と称する）と、緑色発光を示す緑蛍光体とを、青色光を発光する青色ＬＥＤにより励起し、白色光を示す発光素子が開示されている。

[0004] また、緑色発光を示す蛍光体としては、たとえば特許文献２に示すＥｕ付活β型ＳｉＡｌＯＮ蛍光体が従来から好適に使用されてきた。

[0005] 青色ＬＥＤと赤蛍光体と緑蛍光体との組合せで白色光を発光する照明装置を、液晶ＴＶのバックライト光源として用いる場合、蛍光体としての発光スペクトルのピーク波長がより狭いものを用いることで、液晶ＴＶの色再現性が向上する傾向がある。

[0006] しかしながら、特許文献１に示されている蛍光体であるＣＡＳＮ蛍光体を用いた場合、赤蛍光体の発光スペクトルの波長幅が８０ｎｍ以上となるため、赤色の色再現性が充分でない。

[0007] そこで、深い赤色を表示できる液晶ＴＶ等の表示装置を実現するために、特許文献３に示されるＭｎ<sup>4+</sup>付活Ｋ<sub>2</sub>ＳｉＦ<sub>6</sub>の蛍光体（以下、ＫＳＦ蛍光体と称する）を用いたバックライトの開発が進められている。ＫＳＦ蛍光体は、ＣＡＳＮ蛍光体と比べピーク波長が狭スペクトルであり、ＣＡＳＮ蛍光体

を用いた場合と比べ色再現性を向上させることができる。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2006-16413号公報（2006年1月19日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開2005-255895号公報（2005年9月22日公開）」

特許文献3：日本国公開特許公報「特開2010-93132号公報（2010年4月22日公開）」

特許文献4：国際公開特許公報「WO2009/110285号公報（2009年9月11日国際公開）」

特許文献5：特表2009-528429号公報（2009年8月6日公表）

特許文献6：特開2007-49114号公報（2007年2月22日公開）

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0009] ここで、液晶TVの大半は、画像を映像信号のフレーム周波数の整数倍である60Hz、120Hzあるいは240Hzで描画している。LEDが高速に点灯・消灯できることを利用し、一時的にバックライトを消灯させ不要な映像をユーザに見せない表示を実現できる。

[0010] 例えば、液晶画面に、次のフレームの映像に書き換えている最中は、バックライトを一時的に消灯させることにより残像感を低減できる。また、右眼用の映像と左眼用の映像を交互に表示するフレームシーケンシャル方式にて3D（3次元）表示する際、画面全体に映像を描ききるまでバックライトを一時的に消灯することで、右眼と左眼の絵が混在した映像（クロストーク）を低減させることができる。

[0011] この機能を実現する場合、バックライトに用いられているLEDの駆動方式として点灯と消灯とを繰り返すPWM（Pulse Width Modulation）駆動方

式が使用されるが、その点灯・消灯のタイミングは液晶パネルへの描画と同期して行われるため、PWM周期は映像信号のフレーム周波数の整数倍である60Hz、120Hzあるいは240Hzが使用されることが多い。

[0012] 特許文献3に記載の赤蛍光体（KSF蛍光体）を用いると、狭いスペクトルを有する発光が得られ色再現性を向上させることができるものの、KSF蛍光体は、発光強度が $1/e$ （ $e$ は自然対数の底）となるまでの時間（残光時間と称する）が約10[m s]と、CASN蛍光体の残光時間より100～1000倍程長い。

[0013] そのため、液晶パネルへの表示と同期させた調光周波数（PWM調光）でLEDを点灯・消灯させる場合、図19に示すように、LEDのうちLEDチップからの矩形波である青色光が消灯しているタイミングであっても、当該LEDチップからの青色光により励起され発光したKSF蛍光体から赤色光の残光が存在する。このKSF蛍光体からの赤色光の残光に起因して、表示映像に色が付いて見える現象や、3D表示時に左右映像が混ざって見えるいわゆるクロストーク現象等の不具合が発生する。このクロストークは、例えば、画面上をテロップ文字が流れる映像などにおいて顕著に発生し、テロップの一部が赤く色付いて見える。

[0014] なお、図19では、PWM駆動周波数120Hz、Duty25%でバックライトを駆動させたときのKSF蛍光体の応答波形を表している。

[0015] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、2次光の残光を低減させた発光ダイオード駆動装置及び照明装置を得ることである。

### 課題を解決するための手段

[0016] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る発光ダイオード駆動装置は、矩形波の信号レベルに応じて変化する駆動電流により駆動され、当該駆動電流に対応する輝度の1次光を発光する発光ダイオードチップと、当該1次光により励起されて2次光を発光する蛍光体とを有し、上記1次光と上記2次光との混色光を出射する発光ダイオードと、上記発光ダイオードチ



ップと接続され、上記駆動電流が出力される上記発光ダイオードの出力端に、それぞれ接続されている第1出力回路及び第2出力回路と、を備え、上記第1出力回路は、上記矩形波の信号レベルが”H”のとき駆動し、上記出力端から第1電流を出力させることで上記発光ダイオードチップを発光させる一方、上記矩形波の信号レベルが”L”のとき駆動を停止し、上記第2出力回路は、上記矩形波の信号レベルが”L”のとき、上記出力端から、上記第1電流より電流値が低い第2電流を出力させることで上記発光ダイオードチップを発光させることを特徴とする。

### 発明の効果

[0017] 本発明の一態様によれば、2次光の残光を低減させた発光ダイオード駆動装置及び照明装置を得るという効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施形態1に係るLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

[図2] (a) は実施形態1に係るLEDを用いた照明装置の一部を拡大して示す平面図であり、(b) は(a) に示す照明装置の断面図である。

[図3]実施形態1に係るLEDの断面図である。

[図4]KSF蛍光体の発光スペクトルを表す図である。

[図5]CASN蛍光体の発光スペクトルを表す図である。

[図6]第1の比較例に係るLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

[図7]第2の比較例に係るLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

[図8] (a) は第1及び第2の比較例に係るPWM信号を表し (b) は第1及び第2の比較例に係るIF信号を表し (c) は第1及び第2の比較例に係るLEDの発光の様子を表す図である。

[図9] (a) は実施形態1のLED駆動回路に係るPWM信号を表し (b) は実施形態1 LED駆動回路に係るIF信号を表し (c) は実施形態1のLED駆動回路に係るLEDの発光の様子を表す図である。

[図10]オフセット電流と残光との関係を表す図である。

[図11]オフセット電流と動画性能改善との関係を表す図である。

[図12]実施形態2に係るLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

[図13]実施形態3に係るLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

[図14]実施形態4に係るLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

[図15] (a) は実施形態4に係るLED駆動回路の第1 PWM信号PWMを表し (b) は実施形態4に係るLED駆動回路の第2 PWM信号PWMを表し (c) は実施形態4に係るLED駆動回路のIF信号を表し (d) は実施形態4に係るLED駆動回路のLEDの発光の様子を表している。

[図16]実施形態に係るLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

[図17]各実施形態に係るLED駆動回路で使用される各信号の値の一例を示す図である。

[図18]第1の比較例に係るLED駆動回路130及び実施形態5に係るLED駆動回路で使用される各信号の値の一例を示す図である。

[図19]KSF蛍光体を使った従来のLEDにおいてPWM信号によるLEDの青色光と赤色光との発光の様子を表す図である。

[図20]実施形態2に係るLED駆動回路の変形例であるLED駆動回路の構成を表すブロック図である。

## 発明を実施するための形態

[0019] [実施形態1]

以下、本発明の実施形態1について、詳細に説明する。

[0020] (照明装置1の構成)

まず、本実施の形態に係るLED(発光ダイオード)11を用いた照明装置71について説明する。図2の(a)は実施形態1に係るLED11を用いた照明装置71の一部を拡大して示す平面図であり、(b)は(a)に示す照明装置71の断面図である。

[0021] 図2の(a)及び(b)に示すように、照明装置71は、基板72、複数のLED11および導光板75を備えている。なお、照明装置71は、複数のLED11の駆動を制御するために、図2には図示しないLED駆動回路部(図1参照)も備えている。

[0022] 導光板 7 5 は、全体が長方形であり、所定の厚さを有している透明部材である。この導光板 7 5 は、光入射部 7 5 a から入射される光を面状に放射するように、光放射面 7 5 b の各部から光を取り出せる構造を有しており、アクリルなどの透明材料によって形成されている。また、導光板 7 5 の一辺側の端面は、光が入射する光入射部 7 5 a として機能する。

[0023] 基板 7 2 は、細長い長方形（短冊状）に形成されている。基板 7 2 は、複数の L E D 1 1 を実装する実装面に、L E D 1 1 への給電のための図示しないプリント配線が形成されている。また、基板 7 2 の両端部または一方の端部には、プリント配線に接続される図示しない正極端子および負極端子が設けられている。この正極端子および負極端子に外部からの給電のための配線が接続されることにより、L E D 1 1 が給電される。

[0024] 基板 7 2 上には、基板 7 2 の長手方向に沿って 1 列に複数の L E D 1 1 が実装されている。複数の L E D 1 1 は、基板 7 2 の長手方向に沿ってそれぞれ直列に接続されている。

[0025] 基板 7 2 および L E D 1 1 は光源部 7 7 を構成している。この光源部 7 7 は、複数の L E D 1 1 のそれぞれの L E D チップ（発光ダイオードチップ）1 3 からの出射光が導光板 7 5 の光入射部 7 5 a に入射するように、複数の L E D 1 1 のそれぞれの発光面が光入射部 7 5 a に対向し、かつ導光板 7 5 と近接する位置に配置されている。

[0026] （L E D 駆動回路 3 0）

図 1 を用いて、照明装置 7 1 が備える L E D 駆動回路（発光ダイオード駆動装置）3 0 の構成について説明する。図 1 は実施形態 1 に係る L E D 駆動回路 3 0 の構成を表すブロック図である。

[0027] L E D 駆動回路 3 0 は、アノード電圧生成回路 1 と、第 1 出力回路 5 を有する定電流回路 2 と、P W M 信号生成回路（P W M 信号生成部）3 と、第 2 出力回路 6 と、L E D 1 1 とを備えている。第 1 出力回路 5 はスイッチング素子 4 からなる。第 2 出力回路 6 は抵抗 7 からなる。

[0028] L E D 1 1 は、L E D チップ 1 3 に流す順電流の入力端であるアノード 1

1 Aと、LEDチップ13に流れた順電流をLED11の外部に出力するための出力端であるカソード11Cとを有する。LED駆動回路30は、このLED11を複数有し、それぞれのLED11は直列接続、あるいは並列接続されている。なお、LED駆動回路30が有するLED11の個数は一つのみであってもよい。

[0029] LED11は、アノード電圧生成回路1からアノード電圧信号が入力され、LEDチップ13にIF（順電流（駆動電流））が流れることで白色光を発光する。

[0030] アノード電圧生成回路1は、LED11を点灯させるために必要なアノード電圧信号を出力する回路である。アノード電圧生成回路1は、上記生成したアノード電圧信号を、LED11のアノード11Aに出力することで、LED11が点灯するのに必要なVF（順電圧）値を供給する。

[0031] 定電流回路2は、PWM信号生成回路3、LED11のカソード11C、第2出力回路6と接続されている。PWM信号生成回路3は、定電流回路2と接続されていると共に、第1出力回路5であるスイッチング素子4と接続されている。アノード電圧生成回路1は定電流回路2及びLED11のアノード11Aと接続されている。LED11はアノード11Aがアノード電圧生成回路1と接続されており、カソード11Cがスイッチング素子4と接続されていると共に、第2出力回路である抵抗7の一端と接続されている。抵抗7は、一端がLED11のカソード11Cと接続されており、他端は電氣的に接地されている。

[0032] 定電流回路2は、LED11に一定の電流を流すことで、当該LED11を一定の電流で点灯させる回路である。

[0033] 定電流回路2は、LED11のLEDチップ13に流すIF値を設定でき、LEDドライバや定電流ドライバ等と表現することもできる。

[0034] スwitchング素子4は、定電流回路2に内蔵されており、PWM信号生成回路3及びLED11のカソード11Cと接続されている。スイッチング素子4は、PWM信号生成回路3から入力されるPWM信号の周波数とDuty

y比とに対応してON／OFFする。スイッチング素子4は、PWM信号の信号レベルが“H”のときON（導通）し、PWM信号の信号レベルが“L”のときOFF（非導通）となる。換言すると、スイッチング素子4がONすることで第1出力回路5は駆動する一方、スイッチング素子4がOFFとなることで、第1出力回路5は駆動を停止する。

[0035] これによりLED11は、一定の電流で点灯、消灯を繰り返す。

[0036] スwitchング素子4としては、NchFET等、各種スイッチング素子を用いることができる。

[0037] また、定電流回路2は、スイッチング素子4に入力される電圧をモニターして、LED11のVF（順電圧）値に応じて、アノード電圧生成回路1にフィードバックを行い、適切なアノード電圧に調整できる機能を有していてもよい。この場合、定電流回路2はアノード電圧生成回路1に接続され、LED11のVFに応じてアノード電圧を調整するためのフィードバック信号を、アノード電圧生成回路1へ出力する。

[0038] 具体的には、スイッチング素子4に入力される電圧とは、スイッチング素子4がONした際に、アノード電圧生成回路1から出力された電圧から、LED11を点灯させるために必要なVF値を引いた電圧（調整用電圧と称する）である。

[0039] 定電流回路2は、上記調整用電圧を、所定の基準電圧と比較する。そして、定電流回路2は、上記調整用電圧が上記基準電圧より低い場合、アノード電圧を上げるように指示するフィードバック信号をアノード電圧生成回路1へ出力する。これによりアノード電圧生成回路1はアノード電圧を上げる。一方、定電流回路2は、調整用電圧が上記基準電圧より高い場合、アノード電圧を下げるように指示するフィードバック信号をアノード電圧生成回路1へ出力する。これにより、これによりアノード電圧生成回路1はアノード電圧を下げる。

[0040] このように、定電流回路2は、LED11のVF値に応じて適切なアノード電圧を生成させることができる。上記基準電圧は、定電流回路2に内蔵し

ても良い。あるいは外部より供給しても良い。

[0041] さらに詳しくは、上記基準電圧を仮に1.0Vとすると、スイッチング素子4に入力される電圧が1.0Vを下回った場合、定電流回路2は、アノード電圧生成回路1へアノード電圧を上げるフィードバック信号を出力する。また、スイッチング素子4に入力される電圧が1.0Vを上回った場合、定電流回路2は、アノード電圧生成回路1へアノード電圧を下げるフィードバック信号を出力する。

[0042] PWM信号生成回路3は、High（第1レベル。以下“H”と表記する）／Low（第2レベル。以下“L”と表記する）からなるパルス信号であり調光信号であるPWM信号を発生し、当該発生させたPWM信号を定電流回路2に出力する。また、PWM信号生成回路3は、外部からの制御により上記PWM信号の周波数とDuty比とを変更することができる。

[0043] なお、以下では、スイッチング素子4は、PWM信号が”H”のときONし、”L”のときOFFするものとして説明する。しかし、これに限定されず、スイッチング素子4は、PWM信号が”L”（第1レベル）のときONし、”H”（第2レベル）のときOFFしてもよい。

[0044] 第2出力回路6は、LED11のカソード11C側から抵抗7を介してLED11に電流を流す回路である。LED11のカソード11Cの電圧値と、LED11に流す電流（IF）値より、抵抗7の抵抗値が決まる。スイッチング素子4がOFFの場合も、この抵抗7を介してLED11に電流が流れ、LED11が点灯する。換言すると、本実施の形態では、第2出力回路6は、第1出力回路5の駆動状態に関わらず、常に駆動している。

[0045] このように、LED駆動回路30では、スイッチング素子4のON／OFFに関わらず常時LED11が点灯しているため、外部からの制御によりアノード電圧生成回路1をON／OFFできる機能を持たせる方が望ましい。

[0046] スwitchング素子4がONのとき、LED11は、IF（第1電流）を、カソード11Cから第1出力回路5であるスイッチング素子4及び第2出力回路6である抵抗7に流すことで、白色光を発光する。一方、スイッチング

素子4がOFFのとき、LED11は、オフセット電流（第2電流）を、カソード11Cから、第1出力回路5と第2出力回路6とのうち第2出力回路6である抵抗7にだけ流すことで、白色光を発光する。

[0047] スイッチング素子4がOFFのときにLED11に流れるオフセット電流の値は、スイッチング素子4がONのときにLED11に流れるIFの値より低い。このため、スイッチング素子4がOFFのときに点灯するLED11の輝度は、スイッチング素子4がONのときに点灯するLED11の輝度より低い。

[0048] (LED11の構成)

図3を用いて、LED11の構成について詳細に説明する。図3は、LED11の断面図である。

[0049] LED11は、一例としてLEDチップ13が中央に実装されている。また、図3に示すように、LED11は、パッケージ12、LEDチップ13、樹脂14、KSF蛍光体（蛍光体、赤色蛍光体、 $Mn^{4+}$ 賦活複合フッ素化物蛍光体）15、および緑蛍光体（緑色蛍光体）17を有している。

[0050] パッケージ12は、一つの凹部であるキャビティ（凹部）12aが設けられている。キャビティ12aは、凹部内の底面にLEDチップ13を実装するとともに、凹部内側面を反射面とするため、パッケージ12に設けられた空間である。このパッケージ12は、ナイロン系材料にて形成されており、図示しないリードフレームがパッケージ12におけるキャビティ12a内の底面に露出するようにインサート成形により設けられている。このリードフレームは、露出する部分で2分割されている。

[0051] パッケージ12は、凹部であるキャビティ12a内側面を形成する反射面を有している。この反射面は、LEDチップ13からの出射光をLED11の外部へ反射するように、高反射率のAgまたはAlを含む金属膜や白色シリコンで形成されることが好ましい。

[0052] LEDチップ13は、PWM信号の信号レベルに応じて変化する電流に対応する輝度の1次光を発光する。

- [0053] LEDチップ13は、例えば、導電性基板を有する窒化ガリウム（GaN）系半導体発光素子であって、図示はしないが、導電性基板の底面に底面電極が形成され、その逆の面に上部電極が形成されている。LEDチップ13の出射光（1次光）は、ピーク波長が430nm以上480nm以下の範囲の青色光であり、特に450nm付近にピーク波長を有する。
- [0054] また、LEDチップ13（青色LEDチップ）は、上記のリードフレームにおける露出部の一方側に導電性のロウ材によってダイボンディングされている。さらに、LEDチップ13は、LEDチップ13の上部電極とリードフレームにおける露出部の他方側とが図示しないワイヤによってワイヤボンディングされている。このように、LEDチップ13は、リードフレームと電氣的に接続されている。ここでは、上面および下面に電極があるタイプのLEDチップで説明しているが、上面に2つの電極を持つタイプのLEDを使用してもかまわない。
- [0055] 樹脂14は、キャビティ12a内に充填されることによって、LEDチップ13が配置されたキャビティ12aを封止している。また、樹脂14は波長の短い1次光に対して耐久性の高いことが要求されるため、シリコン樹脂が好適に用いられる。樹脂14の表面は、光が出射される発光面を形成している。
- [0056] 樹脂14には、LEDチップ13から発光される1次光によってそれぞれ励起され、2次光として、赤色光を発光するKSF蛍光体15と、緑色光を発光する緑蛍光体17とが分散されている。
- [0057] KSF蛍光体15は禁制遷移により赤色光を発光する蛍光体（以下、禁制遷移タイプの蛍光体と称する場合がある）である。
- [0058] 樹脂14に分散される赤蛍光体（蛍光体）は、禁制遷移により赤色光を発光する蛍光体である。赤蛍光体は、特に、ピーク波長の波長幅が約30nm以下の狭スペクトルを有する蛍光体材料が好ましい。
- [0059] なお、樹脂14に分散される赤蛍光体として、少なくとも、禁制遷移タイプの蛍光体が分散されていればよい。また、樹脂14には、赤蛍光体として



、禁制遷移タイプの蛍光体に加え、CASN蛍光体のような許容遷移により赤色光を発光する蛍光体（以下、許容遷移タイプの蛍光体と称する場合がある）など、2種類の蛍光体が分散されてもよく、さらに、3種類以上の赤蛍光体が分散されていてもよい。また、緑蛍光体17は必要に応じて樹脂14に分散させればよく、なくてもよい。

[0060] KSF蛍光体15は、樹脂14に分散されており、禁制遷移により赤色光を発光する赤蛍光体の一例である。KSF蛍光体15は、1次光である青色光により励起され、1次光よりも長波長である赤色（ピーク波長が600nm以上780nm以下）の2次光を発する。KSF蛍光体15は、 $Mn^{4+}$ 付活 $K_2SiF_6$ 構造を有する蛍光体である。

[0061] KSF蛍光体15は、ピーク波長の波長幅が約30nm以下と狭く、高純度の赤色光を発光する。

[0062] 図4は、KSF蛍光体15の発光スペクトルを表す図である。図5は、CASN蛍光体の発光スペクトルを表す図である。

[0063] 図4及び図5に示すように、禁制遷移タイプの蛍光体であるKSF蛍光体15は、許容遷移タイプの蛍光体であるCASN蛍光体と比べて、630nm近傍であるピーク波長幅が狭い狭スペクトルを有することが分かる。このKSF蛍光体15のように、発光スペクトルにおけるピーク波長の波長幅は30nm以下程度が好ましい。このように、発光スペクトルにおけるピーク波長の波長幅が狭スペクトルである発光スペクトルの方が、発光させることを目的とする赤色の波長帯以外の色の波長帯が含まれる割合が低く、また、目的とする赤色の波長帯が、それ以外の他の色の波長帯と、より明確に分離される。このため、色再現性が広いLED11を得ることができる。

[0064] KSF蛍光体15は、LEDチップ13より光を消灯する応答速度が遅い。LEDチップ13からの1次光が消灯した時におけるKSF蛍光体15からの2次光の発光強度が $1/e$ （ $e$ は自然対数の底）となるまでに要する時間であるKSF蛍光体15の残光時間は、約7ms～8ms程度である。なお、KSF蛍光体15からの2次光が、ほぼ完全に点灯・消灯するには約1

0 m s 程度必要である。

[0065] また、LEDチップ13からの1次光が消灯した時におけるCASN蛍光体からの2次光の発光強度が $1/e$ （ $e$ は自然対数の底）となるまでに要する時間であるCASN蛍光体の残光時間は、 $1\mu\text{s} \sim 10\mu\text{s}$ 程度である。

[0066] つまり、禁制遷移タイプの蛍光体であるKSF蛍光体の残光時間は、許容遷移タイプの蛍光体であるCASN蛍光体の残光時間より100倍～1000倍長くなっている。言い換えれば、禁制遷移タイプの蛍光体であるKSF蛍光体の応答速度は、許容遷移タイプの蛍光体であるCASN蛍光体の応答速度の100倍から1000倍遅いということである。

[0067]  $\text{Mn}^{4+}$ 付活 $\text{K}_2\text{SiF}_6$ 構造を有する蛍光体以外にも、ピーク波長の波長幅が狭く赤蛍光体として用いることができる材料として、 $\text{Mn}^{4+}$ 付活Mgフルオロジーマネート蛍光体等を挙げることができる。さらに、禁制遷移により赤色光を発光する赤蛍光体は、下記一般式（A1）～（A8）に示す $\text{Mn}^{4+}$ 付活複合フッ化物蛍光体の何れかであってもよい。

$A_2[\text{MF}_5] : \text{Mn}^{4+} \cdots$  一般式（A1）

（上記一般式（A1）において、 $A$ はLi、Na、K、Rb、Cs、 $\text{NH}_4$ の何れか、又はこれらの組合せから選択され、 $M$ はAl、Ga、Inの何れか又はこれらの組合せから選択される）

$A_3[\text{MF}_6] : \text{Mn}^{4+} \cdots$  一般式（A2）

（上記一般式（A2）において、 $A$ はLi、Na、K、Rb、Cs、 $\text{NH}_4$ の何れか、又はこれらの組合せから選択され、 $M$ はAl、Ga、Inの何れか又はこれらの組合せから選択される）

$Zn_2[\text{MF}_7] : \text{Mn}^{4+} \cdots$  一般式（A3）

（上記一般式（A3）において、 $[\ ]$ 内の $M$ はAl、Ga、Inの何れか又はこれらの組合せから選択される）

$A[\text{In}_2\text{F}_7] : \text{Mn}^{4+} \cdots$  一般式（A4）

（上記一般式（A4）において、 $A$ はLi、Na、K、Rb、Cs、 $\text{NH}_4$ の何れか又はこれらの組合せから選択される）

$A_2 [MF_6] : Mn^{4+} \cdots$  一般式 (A5)

(上記一般式 (A5) において、AはLi、Na、K、Rb、Cs、NH<sub>4</sub>の何れか又はこれらの組合せから選択され、MはGe、Si、Sn、Ti、Zr何れか又はこれらの組合せから選択される)

$E [MF_6] : Mn^{4+} \cdots$  一般式 (A6)

(上記一般式 (A6) において、EはMg、Ca、Sr、Ba、Znの何れか又はこれらの組合せから選択され、MはGe、Si、Sn、Ti、Zrの何れか又はこれらの組合せから選択される)

$Ba_{0.65}Zr_{0.35}F_{2.70} : Mn^{4+} \cdots$  一般式 (A7)

$A_3 [ZrF_7] : Mn^{4+} \cdots$  一般式 (A8)

(上記一般式 (A8) において、AはLi、Na、K、Rb、Cs、NH<sub>4</sub>の何れか又はこれらの組合せから選択される)

さらに、樹脂14に分散される赤蛍光体は、 $Mn^{4+}$ 付活 $K_2SiF_6$ 構造を有する蛍光体以外にも、例えば、下記一般式 (A9)、又は一般式 (A10) で実質的に表される4価のマンガン付活フッ化4価金属塩蛍光体であってもよい。

$MII_2 (MII_{1-h}Mn_h) F_6 \cdots$  一般式 (A9)

一般式 (A9) において、MIIはLi、Na、K、Rb及びCsから選ばれる少なくとも1種のアルカリ金属元素を示し、明るさおよび粉体特性の安定性から、MIIはKであることが好ましい。また一般式 (A9) において、MIIIは、Ge、Si、Sn、TiおよびZrから選ばれる少なくとも1種の4価の金属元素を示し、明るさおよび粉体特性の安定性から、MIIIはTiであることが好ましい。

[0068] また、一般式 (A9) において、Mnの組成比（濃度）を示すhの値は0.001 ≤ h ≤ 0.1である。hの値が0.001未満である場合には、十分な明るさが得られないという不具合があり、また、hの値が0.1を超える場合には、濃度消光などにより、明るさが大きく低下するという不具合があるためである。明るさおよび粉体特性の安定性から、hの値は0.005

$\leq h \leq 0.5$ であることが好ましい。

[0069] 一般式(A9)で表される赤蛍光体としては、具体的には、 $K_2(Ti_{0.99}Mn_{0.01})F_6$ 、 $K_2(Ti_{0.9}Mn_{0.1})F_6$ 、 $K_2(Ti_{0.999}Mn_{0.001})F_6$ 、 $Na_2(Zr_{0.98}Mn_{0.02})F_6$ 、 $Cs_2(Si_{0.95}Mn_{0.05})F_6$ 、 $Cs_2(Sn_{0.98}Mn_{0.02})F_6$ 、 $K_2(Ti_{0.88}Zr_{0.10}Mn_{0.02})F_6$ 、 $Na_2(Ti_{0.75}Sn_{0.20}Mn_{0.05})F_6$ 、 $Cs_2(Ge_{0.999}Mn_{0.001})F_6$ 、 $(K_{0.80}Na_{0.20})_2(Ti_{0.69}Ge_{0.30}Mn_{0.01})F_6$ などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

$MIV(MIIII_{1-h}Mn_h)F_6 \cdots$  一般式(A10)

一般式(A10)において、 $MIIII$ は、上述した一般式(A9)における $MIIII$ と同じくGe、Si、Sn、TiおよびZrから選ばれる少なくとも1種の4価の金属元素を示し、同様の理由から、 $MIIII$ はTiであることが好ましい。また一般式(A10)において、 $MIV$ は、Mg、Ca、Sr、BaおよびZnから選ばれる少なくとも1種のアルカリ土類金属元素を示し、明るさおよび粉体特性の安定性から、 $MIV$ はCaであることが好ましい。また、一般式(A10)において、Mnの組成比(濃度)を示すhの値は、上述した一般式(A9)におけるhと同じく $0.001 \leq h \leq 0.1$ であり、同様の理由から、 $0.005 \leq h \leq 0.5$ であることが好ましい。

[0070] 一般式(A10)で表される赤蛍光体としては、具体的には、 $Zn(Ti_{0.98}Mn_{0.02})F_6$ 、 $Ba(Zr_{0.995}Mn_{0.005})F_6$ 、 $Ca(Ti_{0.995}Mn_{0.005})F_6$ 、 $Sr(Zr_{0.98}Mn_{0.02})F_6$ などを挙げることができるが、勿論これに限定されるものではない。

[0071] 緑蛍光体17(緑蛍光体)は、樹脂14に分散されている。緑蛍光体17は、1次光である青色光により励起され、1次光よりも長波長の緑色(ピーク波長が500nm以上550nm以下)の2次光を発する蛍光体である。

[0072] 緑蛍光体17としては、下記一般式(B1)で表される2価のEu付活酸窒化物蛍光体である $\beta$ 型SiAlON、又は下記一般式(B2)で表される

2価のEu付珪酸塩蛍光体であってもよい。

$\text{Eu}_a\text{Si}_b\text{Al}_c\text{O}_d\text{N}_e \cdots$  一般式 (B1)

一般式 (B1) において、Euの組成比 (濃度) を表すaの値は  $0.005 \leq a \leq 0.4$  である。aの値が0.005未満である場合には、十分な明るさが得られないためであり、またaの値が0.4を超える場合には、濃度消光などにより、明るさが大きく低下するためである。なお、粉体特性の安定性、母体の均質性から、上記一般式 (B1) におけるaの値は、 $0.01 \leq a \leq 0.2$  であることが好ましい。また、一般式 (B1) において、Siの組成比 (濃度) を表すbおよびAlの組成比 (濃度) を表すcは、 $b+c=12$  を満足する数であり、Oの組成比 (濃度) を表すdおよびNの組成比 (濃度) を表すeは、 $d+e=16$  を満足する数である。

[0073] 一般式 (B1) で表される緑蛍光体17としては、具体的には、 $\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_{11.50}\text{Al}_{0.50}\text{O}_{0.05}\text{N}_{15.95}$ 、 $\text{Eu}_{0.10}\text{Si}_{11.00}\text{Al}_{1.00}\text{O}_{0.10}\text{N}_{15.90}$ 、 $\text{Eu}_{0.30}\text{Si}_{9.80}\text{Al}_{2.20}\text{O}_{0.30}\text{N}_{15.70}$ 、 $\text{Eu}_{0.15}\text{Si}_{10.00}\text{Al}_{2.00}\text{O}_{0.20}\text{N}_{15.80}$ 、 $\text{Eu}_{0.01}\text{Si}_{11.60}\text{Al}_{0.40}\text{O}_{0.01}\text{N}_{15.99}$ 、 $\text{Eu}_{0.005}\text{Si}_{11.70}\text{Al}_{0.30}\text{O}_{0.03}\text{N}_{15.97}$ などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

$2(\text{Ba}_{1-f-g}\text{YI}_f\text{Eu}_g)\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdots$  一般式 (B2)

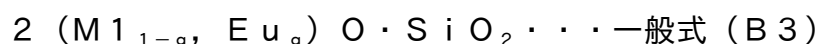
一般式 (B2) において、YIは、Mg、CaおよびSrから選ばれる少なくとも1種のアルカリ土類金属元素を示し、高効率な母体を得るためには、YIはSrであることが好ましい。

[0074] 一般式 (B2) 中、YIの組成比 (濃度) を表すfの値は  $0 < f \leq 0.5$  であり、fの値がこの範囲内であることで、510～540nmの範囲の緑色系発光を得ることができる。fの値が0.55を超える場合には、黄色味がかった緑色系発光となり、色純度が悪くなってしまう。さらには、効率、色純度の観点からは、fの値は  $0.15 \leq f \leq 0.45$  の範囲の範囲内であることが好ましい。また一般式 (B2) において、Euの組成比 (濃度) を示すgの値は  $0.03 \leq g \leq 0.10$  である。gの値が0.03未満であ

る場合には、十分な明るさが得られないためであり、また、 $g$ の値が0.10を超える場合には、濃度消光などにより、明るさが大きく低下するためである。なお、明るさおよび粉体特性の安定性から、 $g$ の値は $0.04 \leq g \leq 0.08$ の範囲内であることが好ましい。

[0075] 一般式(B2)で表される緑蛍光体17としては、具体的には、 $2(\text{Ba}_{0.70}\text{Sr}_{0.26}\text{Eu}_{0.04}) \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.57}\text{Sr}_{0.38}\text{Eu}_{0.05}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.53}\text{Sr}_{0.43}\text{Eu}_{0.04}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.82}\text{Sr}_{0.15}\text{Eu}_{0.03}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.46}\text{Sr}_{0.49}\text{Eu}_{0.05}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.59}\text{Sr}_{0.35}\text{Eu}_{0.06}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.52}\text{Sr}_{0.40}\text{Eu}_{0.08}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.85}\text{Sr}_{0.10}\text{Eu}_{0.05}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.47}\text{Sr}_{0.50}\text{Eu}_{0.03}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.54}\text{Sr}_{0.36}\text{Eu}_{0.10}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.69}\text{Sr}_{0.25}\text{Ca}_{0.02}\text{Eu}_{0.04}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.56}\text{Sr}_{0.38}\text{Mg}_{0.01}\text{Eu}_{0.05}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $2(\text{Ba}_{0.81}\text{Sr}_{0.13}\text{Mg}_{0.01}\text{Ca}_{0.01}\text{Eu}_{0.04}) \text{O} \cdot \text{SiO}_2$ などを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

[0076] また、緑蛍光体17としては、下記一般式(B3)で表される2価のEu付珪酸塩蛍光体であってもよい。



一般式(B3)において、M1はMg、Ca、Sr、およびBaから選ばれる少なくとも1種の元素を表し、 $g$ は $0.005 \leq g \leq 0.10$ を満足する数を表す。

[0077] 一般式(B3)で表される所謂BOSEアルカリ土類金属ケイ酸塩蛍光体はCASN蛍光体同様、発光強度が $1/e$ となるまでの時間である残光時間が $10 \mu\text{s}$ 以下の許容遷移タイプの蛍光体である。

[0078] 上記のように構成されるLED11では、LEDチップ13から出射される1次光(青色光)が樹脂14を通過するにつれ、その一部が、KSF蛍光体15を励起し2次光(赤色光)に変換され、緑蛍光体17を励起し2次光(緑色光)に変換される。このように、LED11からは、青色の1次光と

、赤色及び緑色の２次光とが混色して白色光（混色光）W0が、LED11の外部に放射される。

[0079] （比較例について）

次に、図６～図８を用いて、比較例に係るLED駆動回路の構成及びLEDの発光強度について説明する。

[0080] 図６は、第１の比較例に係るLED駆動回路130の構成を表すブロック図である。LED駆動回路130は、図１に示したLED駆動回路30から、第２出力回路６を除いた構成である。LED駆動回路130は、アノード電圧生成回路101と、スイッチング素子104を有する定電流回路102と、PWM信号生成回路103と、LED111とを備えている。

[0081] PWM信号生成回路103は、“H”／“L”からなるパルス信号であり調光信号であるPWM信号を発生し、当該発生させたPWM信号を定電流回路102に出力する。

[0082] 次に、当該PWM信号を定電流回路102が受けると、定電流回路102に内蔵されているスイッチング素子104は、当該PWM信号の周波数とDuty比とに対応してON／OFFする。

[0083] アノード電圧生成回路101は、LED111が点灯するために必要なVF（順電圧）を生成し、LED111のアノード111Aへ出力する。

[0084] そして、定電流回路102に内蔵されたスイッチング素子104がONになると、LED111のアノード111Aからカソード111Cを介して定電流回路102へIFが流れ、スイッチング素子104がOFFになると、IFが流れない。

[0085] LED111は、アノード電圧生成回路101からアノード電圧信号が入力され、LED111が備えるLEDチップにIF（順電流）が流れることで白色光を発光する。

[0086] このように、LED111には、スイッチング素子104がONのときだけIFが流れ白色光を発光し、スイッチング素子104がOFFのときはIFが流れず消灯する。

[0087] 図7は、第2の比較例に係るLED駆動回路131の構成を表すブロック図である。LED駆動回路131は、図6に示したLED駆動回路130における定電流回路102から、スイッチング素子104を分離した構成である。LED駆動回路131は、LED駆動回路130のうち定電流回路102に換えて、電流制御回路121、スイッチング素子104及び抵抗107を備える。

[0088] 電流制御回路121は、PWM信号生成回路103から入力されるPWM信号が“H”のときは、スイッチング素子104をONし、アノード電圧生成回路101から出力されたVF(順電圧)により、LED111のアノード111Aからカソード111Cと、スイッチング素子104、抵抗107を介してIFが流れ、この結果、LED111は白色光を発光する。

[0089] 一方、電流制御回路121は、PWM信号生成回路103から入力されるPWM信号が“L”のときは、スイッチング素子104をOFFし、LED111にIFは流れず、LED111は消灯する。

[0090] IF値は、スイッチング素子104がONした際の抵抗107間の電圧値と、抵抗107の抵抗値で決まる。電流制御回路121は、スイッチング素子104と抵抗107間の電圧が常に一定になるようにモニターする。例えば、スイッチング素子104と抵抗107間の電圧を1.0Vになるように調整するとする。この電圧が1.0V以下の場合、電流制御回路121は、アノード電圧生成回路101へ、アノード電圧を上げるフィードバック信号を出力(フィードバック)し、1.0V以上の場合、アノード電圧生成回路101へ、アノード電圧を下げるフィードバック信号を出力する。この結果、常にスイッチング素子104と抵抗107と間の電圧は1.0Vとなり、抵抗値との計算により一定の電流が流れることになる。

[0091] 図8を用いて、LED駆動回路130・131のLED111の発光の様子について説明する。

[0092] 図8の(a)は第1及び第2の比較例に係るPWM信号を表し、(b)は第1及び第2の比較例に係るIF信号を表し、(c)は第1及び第2の比較



例に係るＬＥＤの発光の様子を表している。

[0093] 図８の（ｃ）において、ＬＥＤチップの発光は、ＬＥＤ１１１が有するＬＥＤチップが出射する青色光の発光の様子を表し、ＫＳＦ蛍光体による赤色の残光は、１次光であるＬＥＤチップからの青色光が消灯したあとのＫＳＦ蛍光体の残光を表している。なお、ＰＷＭ信号生成回路１０３から定電流回路１０２へ供給されるＰＷＭ信号の周波数は１２０Ｈｚ、Ｄｕｔｙは２５％、ＩＦは５０ｍＡ、赤蛍光体はＫＳＦ蛍光体、緑蛍光体はＥｕ付活β型ＳｉＡＩＯＮ蛍光体である。

[0094] 図８に示すように、ＬＥＤチップ１３はＰＷＭ信号の”Ｈ”・”Ｌ”期間に対応して矩形波となるように発光している。

[0095] しかし、図８に示すように、ＫＳＦ蛍光体の応答速度が遅いため、ＰＷＭ信号が”Ｈ”から”Ｌ”に切り替わった際、換言すると、点灯しているＬＥＤチップが消灯した際、ＫＳＦ蛍光体が発光する赤色光が瞬時に消えず、ＰＷＭ信号が”Ｌ”のときもＫＳＦ蛍光体からの赤色光は残光として残っている。ＬＥＤ駆動回路１３０・１３１はこの残光に起因して、表示映像に色が付いて見える現象が生じる。

[0096] （ＬＥＤ駆動回路３０の主な効果について）

次に、図１、図９～図１１を用いて、本実施の形態に係るＬＥＤ駆動回路３０の主な効果について説明する。

[0097] 図９の（ａ）はＬＥＤ駆動回路３０に係るＰＷＭ信号を表し（ｂ）はＬＥＤ駆動回路３０に係るＩＦ信号を表し（ｃ）はＬＥＤ駆動回路３０に係るＬＥＤの発光の様子を表している。

[0098] 第１及び第２の比較例同様、ＰＷＭ信号生成回路３から定電流回路２へ供給されるＰＷＭ信号の周波数は１２０Ｈｚ、Ｄｕｔｙは２５％である。また、ＬＥＤ１１の赤蛍光体はＫＳＦ蛍光体１５、緑蛍光体１７はＥｕ付活β型ＳｉＡＩＯＮ蛍光体である。

[0099] ＬＥＤ１１のカソード１１Ｃから第２出力回路６へ流す電流（オフセット電流と称する）を例えば２ｍＡとすると、ＰＷＭ信号が”Ｌ”のとき、すな

わち、スイッチング素子4がOFFのときもLED11には2mAのオフセット電流が流れ、当該IFはLED11のカソード11Cから抵抗7へ流れる。このように、LED駆動回路30では、PWM信号が“L”のときもLED11はわずかに白色光を点灯（微点灯）する。

[0100] このように、PWM信号がオフのときもLED11に常時2mAのオフセット電流を流す場合、PWM信号がオンのときのIFは、最大値の50mAではなく、最大値より低い44.9mAとすることで、1フレーム当たりの電力（明るさ）を、第1及び第2の比較例に係るLED駆動回路130・131と同様にすることができる。

[0101] 図9に示すように、LED駆動回路30では、PWM信号が“H”から“L”に切り替わった際、KSF蛍光体15による赤色光が瞬時に消えず残光として残るものの、PWM信号が“L”でもLED11に2mAのオフセット電流を流しているため、LED11の白色光が点灯する。すなわち、LED駆動回路30によると、PWM信号がオフの期間において、KSF蛍光体15による残光成分としての赤色光と、1次光（LEDチップ13の青色光）及び2次光（KSF蛍光体15による赤色光及び緑蛍光体17による緑色光）からなる白色光とが混色し、表示映像に赤色が付いて見える現象が低減される。

[0102] つまり、KSF蛍光体15の鮮やかな赤色に、白色光が混色することにより彩度が低くなり、画面上を流れるテロップ文字の一部が色付く赤色が目に付き難くなる。図9に示すPWM信号のDutyとオフセット電流とは、変動させても良い。

[0103] 図10はオフセット電流と残光との関係を表す図である。図11はオフセット電流と動画性能改善との関係を表す図である。

[0104] 図10の横軸は残光の量を示し、縦軸はIFに対してのオフセット電流の割合を示す。図11の横軸は動画性能を示し縦軸はIFに対してのオフセット電流の割合を示す。例えばIF=50mA、オフセット電流2mAの場合、IFに対してのオフセット電流の割合は4%となる。

- [0105] 図10及び図11に示すように、オフセット電流を上げると、PWM信号が”L”の時にLED11が点灯する白色光の光強度が増える。このため、赤色光の残光（色つき）は少なくなるものの、動画の表示性能は低下する。
- [0106] すなわち動画性能と、残光の低減はトレードオフの関係にあるため、LED駆動回路30が用いられる表示装置等の使用条件に応じて適時調整することが望ましい。また、オフセット電流を上げすぎるとPWM調光自体の意味がなくなってくる。つまり、IFの電流値に比例して、オフセット電流の電流値を変動させる。
- [0107] このため、IFに対してのオフセット電流の電流値の割合は、10%以下が望ましい。また蛍光体の残光による色付き現象が見え易いPWM信号の発信周波数120Hz以下の駆動条件に対して、本発明による駆動方法は有効である。これにより、LED駆動回路30が用いられる液晶表示装置等の表示装置における動画の表示性能の低下を抑制しつつ、かつ、KSF蛍光体15の残光を低減することができる。
- [0108] IFに対してのオフセット電流の電流値の割合は、2～3%程度以上であることが好ましい。オフセット電流値が低すぎると、実質的に、当該オフセット電流を流す効果を得ることができないためである。
- [0109] 以上のようにLED駆動回路30によると、PWM信号の信号レベルが”H”のときは、LED11のカソード11Cから第1出力回路5にIFが流れることで、LED11のLEDチップ13は1次光を発光する。これにより、当該1次光と、KSF蛍光体15及び緑蛍光体17からの2次光とが混色した白色光がLED11から出射される。
- [0110] 一方、PWM信号の信号レベルが”L”のときは、第1出力回路5は駆動を停止し、LED11から第1出力回路5へIFは流れない。しかし、第2出力回路6は、カソード11Cから、IFより値が低いオフセット電流を、自身の回路に流すことで出力させる。このため、PWM信号の信号レベルが”L”のときも、LEDチップ13は、IFによる1次光より輝度が低い1次光を発光し、これにより、LED11は白色光を微点灯する。

- [0111] 第1出力回路5と、第2出力回路6とは、並列に接続されている。このため、第1出力回路5が駆動を停止しているときも、第2出力回路6を通じてLED11にオフセット電流が流れ、LED11を微点灯させることができる。
- [0112] このように、LED駆動回路30によると、定電流回路2のスイッチング素子4がOFFとなりKSF蛍光体15の残光が発生する期間でも、第2出力回路6によりLED11は微小な輝度の白色光を点灯するため、残光の赤色光と白色光が混色され、残光の視認性を低減することができる。
- [0113] 以上のように、LED駆動回路30や照明装置71を用いて液晶テレビを構成することで、KSF蛍光体に代表される禁制遷移タイプ蛍光体の残光時間に起因する色付き現象を低減することができる。
- [0114] ここで、厳密に言えばテレビ放送などの映像信号のフレーム周波数として、120Hz、60Hz、60/1.001Hz、50Hz、30Hz、30/1.001Hz、25Hz、24Hz、24/1.001Hz等があるが、ここでは簡易に説明するために、現在、日本国で使用されているテレビ放送規格のフレーム周波数を考慮し、液晶パネルへの表示を60Hzおよびその整数倍をベースとした周波数で説明してきた。
- [0115] しかし、KSF蛍光体に代表される禁制遷移タイプ蛍光体の残光時間に起因する色付き現象は液晶パネルへの表示が120Hz以下のときに目立ち易いため、本発明に係るLED駆動回路30や照明装置71を液晶テレビに適用することで、日本国において現在使用されているテレビ放送規格に基づく周波数のみならず、他国等、他のテレビ放送規格で使用されているフレーム周波数に対しても有効である。すなわち、KSF蛍光体に代表される禁制遷移タイプ蛍光体の残光時間に起因する色付き現象を低減することができる。
- [0116] なお、これは、以下の他の実施形態にて説明するLED駆動回路についても同様である。
- [0117] 〔実施形態2〕
- 本発明の実施形態2について、図12及び図20に基づいて説明すれば、

以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態１にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0118] 図１２は実施形態２に係るＬＥＤ駆動回路（発光ダイオード駆動装置）３１の構成を表すブロック図である。ＬＥＤ駆動回路３１は、第２出力回路６に換えて第２出力回路６１とＰＷＭ信号生成回路３Ａとを備える点で、ＬＥＤ駆動回路３０と相違する。ＬＥＤ駆動回路３１の他の構成はＬＥＤ駆動回路３０と同様である。

[0119] 第２出力回路６１は、抵抗７に加え、スイッチング素子４１を備えている。ＬＥＤ１１のカソード１１Ｃは第１出力回路５であるスイッチング素子４と接続されていると共に、第２出力回路６１のスイッチング素子４１の入力端とも接続されている。スイッチング素子４１の出力端は抵抗７の一端と接続されており、抵抗７の他端は電氣的に接地されている。ＰＷＭ信号生成回路３Ａは、スイッチング素子４１と接続されている。

[0120] ＰＷＭ信号生成回路３Ａはスイッチング素子４１へＰＷＭ信号を出力する。

[0121] ＬＥＤ駆動回路３１では、スイッチング素子４と、スイッチング素子４１とを個別に制御することにより、スイッチング素子４がＯＮのときは、スイッチング素子４１はＯＦＦにすることができる。一方、スイッチング素子４がＯＦＦのときは、スイッチング素子４１はＯＮにすることができる。

[0122] また、外部からの制御によりＰＷＭ信号生成回路３と、ＰＷＭ信号生成回路３ＡからのＰＷＭ信号の出力を停止すると、スイッチング素子４と、スイッチング素子４１との両方がＯＦＦし、ＬＥＤ１１を消灯させることができる。

[0123] なお、スイッチング素子４１へ、ＰＷＭ信号生成回路３から出力されるパルス、図２０に示す通りインバータ８を介して反転させたパルスを入力してもよい。

[0124] 図２０は、実施の形態２に係るＬＥＤ駆動回路３１の変形例であるＬＥＤ

駆動回路（発光ダイオード駆動装置）31Aの構成を表すブロック図である。LED駆動回路31Aは、PWM信号生成回路3Aに換えてインバータ8を備える点で、LED駆動回路31と相違する。

- [0125] インバータ8は、入力端がPWM信号生成回路3と接続され、出力端がスイッチング素子41と接続されている。LED駆動回路31Aによると、インバータ8を設けたことで、スイッチング素子4へ入力されるPWM信号とは“H”・“L”が反転したPWM信号をスイッチング素子41に入力することができる。
- [0126] これにより、スイッチング素子4と、スイッチング素子41とのON及びOFFを反転させることができる。
- [0127] LED駆動回路31によると、PWM信号生成回路3から定電流回路2へ出力されるPWM信号が”H”のとき、スイッチング素子4はONとなり、同時にPWM信号生成回路3Aからスイッチング素子41へ出力されるPWM信号を”L”にすることで、スイッチング素子41はOFFとなる。このため、PWM信号が”H”のとき、LED11に流れたIFは、カソード11Cから、第1出力回路5と第2出力回路61とのうち、第1出力回路5にのみ流れる。これにより、LED11は白色光を点灯する。
- [0128] 一方、PWM信号生成回路3から定電流回路2へ出力されるPWM信号が”L”のとき、スイッチング素子4はOFFとなり、同時にPWM信号生成回路3Aからスイッチング素子41へ出力されるPWM信号を”H”にすることで、スイッチング素子41はONとなる。このため、LED11に流れたIFは、カソード11Cから、第1出力回路5と第2出力回路61とのうち、第2出力回路61にのみ流れる。これにより、PWM信号生成回路3から定電流回路2へ出力されるPWM信号が”L”のときも、LED11は微小な輝度の白色光を点灯する。
- [0129] この結果、LED駆動回路31によると、定電流回路2のスイッチング素子4がOFFとなりKSF蛍光体15の残光が発生する期間でも、第2出力回路61によりLED11は微小な輝度の白色光を点灯するため、残光の赤

色光と白色光が混色され、残光の視認性を低減することができる。図20に示したLED駆動回路31Aも、LED駆動回路31と同様の効果を得ることができる。

[0130] なお、図12においては、PWM信号生成回路3と、PWM信号生成回路3Aの両方から、“L”のPWM信号を出力することで、スイッチング素子4とスイッチング素子41が共にOFFとなり、LED11は消灯する。

[0131] 以上のように、LED駆動回路31によると、定電流回路2と、第2出力回路61とのそれぞれの駆動を個別に制御することが可能であるため、実施形態1で説明したLED駆動回路30と比べて、アノード電圧生成回路1からの出力を停止せずに（出力したままで）、スイッチング素子4と41をOFFにすることでLED11を消灯することができる。

[0132] 〔実施形態3〕

本発明の実施形態3について、図13に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態1、2にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0133] 図13は実施形態3に係るLED駆動回路（発光ダイオード駆動装置）32の構成を表すブロック図である。LED駆動回路32は、定電流回路2に換えて、電流制御回路21及び第1出力回路51を備える点で、LED駆動回路30と相違する。LED駆動回路32の他の構成はLED駆動回路30と同様である。LED駆動回路32では、第1出力回路51が電流制御回路21の外部に配されている点で、LED駆動回路30と相違する。第1出力回路51はスイッチング素子42と抵抗73とを備えている。

[0134] 電流制御回路21は、第1入力端がPWM信号生成回路3と接続されており、第2入力端がスイッチング素子42の第1出力端と接続されている。電流制御回路21の第1出力端はアノード電圧生成回路1と接続されており、第2出力端はスイッチング素子42と接続されている。

[0135] LED11のカソード11Cは第1出力回路51のスイッチング素子42の第2入力端および第2出力回路6である抵抗7の一端と接続されている。

- [0136] 第1出力回路51は、スイッチング素子42の第1入力端は電流制御回路21の第2出力端と接続され、第2入力端はLED11のカソード11Cと接続されている。スイッチング素子42の出力端は、電流制御回路21の第2入力端と、抵抗73の一端と接続されている。抵抗73の他端は電氣的に接地されている。
- [0137] 電流制御回路21では、電流はスイッチング素子42を経由して、GNDに対して電流が流れる。電流制御回路21を用いた場合、LED11のIF値はスイッチング素子42にかかる電圧とGNDとの間の抵抗で決まる。そして、スイッチング素子42にかかる電圧を一定に保つことが必要であるため、アノード電圧生成回路1へのフィードバック信号は必須となる。
- [0138] 一例として、スイッチング素子42にNchFETを用いた場合、スイッチング素子42の第1入力端がゲート端子、第2入力端がドレイン端子、第1出力端がソース端子となる。
- [0139] PWM信号生成回路3から出力された、“H”・“L”のPWM信号は、電流制御回路21に入力され、電流制御回路21はスイッチング素子42をON/OFFさせるPWM信号を出力する。
- [0140] この際、電流制御回路21は、スイッチング素子42をONさせるために必要な電圧に上げる機能を有しても良い。例えば、PWM信号生成回路3からは、3.3VのPWM信号(“H”)が出力され、NchFETのゲート端子のON電圧が10Vとした場合、3.3Vの信号を12V等にしてスイッチング素子42に出力する機能のことを示す。
- [0141] アノード電圧生成回路1は、LED11を点灯させるために必要なアノード電圧信号を生成し、当該生成したアノード電圧信号をLED11のアノード11Aに出力することで、LED11に供給する。
- [0142] そして、LED11のカソード11Cから、スイッチング素子42、第2出力回路6の抵抗7にIFが流れることで、LED11は白色光を発光する。
- [0143] 電流制御回路21は、PWM信号生成回路3から入力されるPWM信号が



“H” のときは、スイッチング素子42をONし、LED11に電流が流れ、LED11が点灯する。

[0144] この場合、アノード電圧信号からLED11のVF値を引いた電圧と、抵抗73の抵抗値により、第2出力回路へ流れる電流値が決まり、さらに、スイッチング素子42がONした際の抵抗73間の電圧値と、抵抗73の抵抗値で第1出力回路1に流れる電流が決まる。

[0145] 電流制御回路21は、スイッチング素子42がONしてLED11が点灯した際に、スイッチング素子42と抵抗73間の電圧が常に一定になるように電圧値をモニターして、その結果をアノード電圧生成回路1へフィードバックする。

[0146] 例えば、スイッチング素子42と抵抗73との間の電圧を1.0Vになるように調整するとする。この電圧が1.0V以下の場合、電流制御回路21は、アノード電圧生成回路1へ、アノード電圧を上げるフィードバック信号を出力（フィードバック）し、1.0V以上の場合、電流制御回路21は、アノード電圧生成回路1へ、アノード電圧を下げるフィードバック信号を出力する。これにより、常にスイッチング素子42と抵抗73間の電圧は1.0Vとなり、抵抗値が20Ωの場合は $I_F = 50\text{ mA}$ の電流がLED11に流れることになる。

[0147] 一方、電流制御回路21は、PWM信号生成回路3から入力されるPWM信号が“L”のときは、スイッチング素子42をOFFすることで、電流は第2出力回路6の抵抗7のみに流れることになる。例えば、スイッチング素子42をOFFした時にLED11のカソード11Cにかかる電圧が10Vで抵抗7が5kΩの場合、第2出力回路6は $I_F = 2\text{ mA}$ の電流が流れる。これにより、LED11はスイッチング素子42がONした際に流れる $I_F = 50\text{ mA}$ 時の明るさに比べ、約 $2 / (50 + 2)$ の明るさで微点灯することになる。

[0148] よって、スイッチング素子42がPWM信号の周波数とDuty比に応じてON/OFFすることにより、一定の電流でLED11は点灯・微点灯を

繰り返す。

[0149] LED 11は、アノード11Aにアノード電圧信号が入力されると、IFをカソード11Cから、第2出力回路6に流す。これにより、LED 11は、PWM信号が”L”のとき、すなわち、スイッチング素子42がOFFのときも、第2出力回路6に電流が流れることで白色光を微点灯する。

[0150] LED駆動回路32によると、LED 11の直列させる個数が多くなった場合、すなわち、VFが定電流回路の定格（耐圧）を超える場合でも、スイッチング素子42のみ定格を上げるだけで、電流制御回路21等回路の破損を防止することができる。

[0151] 〔実施形態4〕

本発明の実施形態4について、図14及び図15に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態1～3にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0152] 図14は実施形態4に係るLED駆動回路（発光ダイオード駆動装置）33の構成を表すブロック図である。図15の（a）はLED駆動回路33の第1PWM信号PWM1を表し、（b）はLED駆動回路33の第2PWM信号PWM2を表し、（c）はLED駆動回路33のIF信号を表し、（d）はLED駆動回路33のLED 11の発光の様子を表している。

[0153] 図14に示すLED駆動回路33は、定電流回路2、PWM信号生成回路3、及び第2出力回路6に換えて、定電流回路22及びPWM信号生成回路（PWM信号生成部）3Bを備える点で、LED駆動回路30と相違する。LED駆動回路33の他の構成はLED駆動回路30と同様である。LED駆動回路33では、第1出力回路5に加え第2出力回路62も定電流回路22に内蔵されている。

[0154] PWM信号生成回路3Bは、第1PWM信号PWM1と、第2PWM信号PWM2とを生成し、生成したそれぞれの第1PWM信号PWM1及び第2PWM信号PWM2を定電流回路22へ出力する。

- [0155] 図15の(a)(b)に示すように、第2PWM信号PWM2は、第1PWM信号PWM1が”L”のとき、”H”となる信号である。第2PWM信号PWM2は、第1PWM信号PWM1の立ち下がりと同時に立ち上がる。第2PWM信号PWM2は、第1PWM信号PWM1より高周波数の信号である。一例として、第1PWM信号PWM1の周波数は120Hz、第2PWM信号PWM2の周波数は240Hzである。なお、Dutyは、第1PWM信号PWM1及び第2PWM信号PWM2共に25%である。
- [0156] 図14に示すように、定電流回路22は、第1出力回路5と、第2出力回路62とを有する。第1出力回路5はスイッチング素子4からなる。第2出力回路62はスイッチング素子43からなる。
- [0157] スwitchング素子4は、PWM信号生成回路3Bから入力された第1PWM信号が”H”のときONとなり、”L”のときOFFとなる。スイッチング素子43は、PWM信号生成回路3Bから入力された第2PWM信号が”H”のときONとなり、”L”のときOFFとなる。すなわち、スイッチング素子43は、スイッチング素子4がOFFのときONとなり、スイッチング素子4がONのときはOFFとなる。
- [0158] そして、LED11のカソード11Cから、スイッチング素子4又はスイッチング素子43にIFが流れることで、LED11は白色光を発光する。LED11のカソード11Cからスイッチング素子43に流れる電流が、LED11を微点灯させるためのオフセット電流である。
- [0159] LED駆動回路33では、並列に接続された第1出力回路5と第2出力回路62とのそれぞれに、第1PWM信号PWM1又は第2PWM信号PWM2を個別に入力することで、第1出力回路5と第2出力回路62とを並列に駆動させることができる。このため、第1出力回路5がONすることでLED11に流すIFの値に応じ、第2出力回路62がONすることによりLED11に流すオフセット電流を任意に変化させることが可能となる。
- [0160] また、定電流回路22は、2個のスイッチング素子4とスイッチング素子43とを有す、それぞれ個別に制御可能となっている。このため、スイッ

ング素子4がOFFの時に、スイッチング素子43をPWM制御することにより、LED11に流すオフセット電流のON/OFFを切り替えることも可能となる。

[0161] この場合のLED11の発光強度を図15に示す。図15では、スイッチング素子4に入力する第1PWM信号PWM1が”H”から”L”になると同時に、スイッチング素子43に入力する第2PWM信号PWM2が”L”から”H”となっている。

[0162] 第2PWM信号PWM2は、第1PWM信号PWM1より高い周波数である240Hzであり、Dutyは第1PWM信号PWM1と同じ25%のため、第1PWM信号PWM1が”L”の間に、第2PWM信号PWM2は2回パルスを出力している。

[0163] 図15の(c)に示すように、パルス状のオフセット電流の値を2mAとした場合、図8の(c)に示したLEDの1フレーム当たりの発光強度と合わせるため、IFは最大値の50mAに対し、49.6mAとする。

[0164] 図15の(d)に示すように、スイッチング素子4がOFFとなりLED11にKSF蛍光体による赤色の残光が発生し始めたとき、すなわち第1PWM信号PWM1が”H”から”L”になった時に、第2出力回路62をONさせることにより、LED11に白色光を微発光させる。これにより、KSF蛍光体による赤色光の残光と白色光が混色され、残光の視認性を低減させることができる。

[0165] また、LED駆動回路33では、第1出力回路5がOFFのときすなわち赤色光の残光が発生しているとき、第2出力回路62を複数回、駆動させる。これにより、第2出力回路62を高い周波数で駆動することにより、常時第2出力回路をONしている時と同様の効果を得られ、かつLED11に流すオフセット電流がパルス状であるため、常時LED11が点灯することなく、液晶等、表示装置における残像低減効果を、より得ることができる。

[0166] なお、図15に示したIF、オフセット電流、各PWM信号の周波数とDutyは一例であり、これらに限定するものではない。

[0167]     〔実施形態５〕

本発明の実施形態５について、図１６に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態１～４にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0168]     図１６は実施形態５に係るＬＥＤ駆動回路（発光ダイオード駆動装置）３４の構成を表すブロック図である。

[0169]     ＬＥＤ駆動回路３４は、図１４に示したＬＥＤ駆動回路３３から、定電流回路２２に換えて電流制御回路２３、第１出力回路５１及び第２出力回路６３を備える点で相違する。ＬＥＤ駆動回路３４の他の構成はＬＥＤ駆動回路３３と同様である。

[0170]     第１出力回路５１及び第２出力回路６３は、電流制御回路２３の外部に配されている。第２出力回路６３はスイッチング素子４４と抵抗７４とを備えている。

[0171]     抵抗７４の一端はスイッチング素子４４の出力端と接続されており、他端は電氣的に接地されている。スイッチング素子４４にはＬＥＤ１１を微点灯させるオフセット電流を流す。

[0172]     第１出力回路５１のスイッチング素子４２と、第２出力回路６３のスイッチング素子４４を、それぞれ個別に“ＯＮ”・“ＯＦＦ”させることにより、それぞれ任意のタイミングでＬＥＤ１１にＩＦを流すことが可能となる。

[0173]     アノード電圧生成回路１は、アノード電圧信号を生成し、当該生成したアノード電圧信号を、ＬＥＤ１１のアノード１１Ａに出力することで、ＬＥＤ１１に供給する。そして、ＬＥＤ１１のカソード１１Ｃから、スイッチング素子４２又はスイッチング素子４４にＩＦが流れることで、ＬＥＤ１１は白色光を発光する。ＬＥＤ１１のカソード１１Ｃからスイッチング素子４４に流れる電流がＬＥＤ１１のオフセット電流である。

[0174]     電流制御回路２３は、ＰＷＭ信号生成回路３Ｂからの第１ＰＷＭ信号ＰＷＭ１の”Ｈ”・”Ｌ”に対応してスイッチング素子４２をＯＮ／ＯＦＦさせるパルス信号である第１ＰＷＭ信号ＰＷＭ１１を生成し、当該生成した第１

PWM信号PWM11をスイッチング素子42に出力する。これにより、電流制御回路23は、PWM信号生成回路3Bから入力される第1PWM信号PWM1が”H”のときは、スイッチング素子42をONする。これにより、PWM信号生成回路3Bからの第1PWM信号PWM1の”H”に対応した期間LED11に流れたIFは、カソード11Cから第1出力回路51に流れる。これにより、LED11は白色光を点灯する。

[0175] 一方、PWM信号生成回路3Bから電流制御回路23へ出力される第1PWM信号PWM1が”L”のとき、スイッチング素子42はOFFとなり、LED11のカソード11Cから第1出力回路51へはIFは流れない。

[0176] 電流制御回路23は、PWM信号生成回路3Bからの第2PWM信号PWM2の”H”・”L”に対応してスイッチング素子44をON／OFFさせるパルス信号である第2PWM信号PWM12を生成し、当該生成した第2PWM信号PWM12をスイッチング素子44に出力する。これにより、電流制御回路23は、PWM信号生成回路3Bから入力される第2PWM信号PWM2が”H”のときは、スイッチング素子44をONする。これにより、PWM信号生成回路3Bからの第2PWM信号PWM2の”H”に対応した期間LED11に流れたIFは、カソード11Cから第2出力回路63に流れる。これにより、LED11は白色光を微点灯する。

[0177] 一方、PWM信号生成回路3Bから電流制御回路23へ出力される第2PWM信号PWM2が”L”のとき、スイッチング素子44はOFFとなり、LED11のカソード11Cから第2出力回路63へはIFは流れない。

[0178] 電流制御回路23は、スイッチング素子42がONしてLED11が点灯した際に、スイッチング素子42と抵抗73間の電圧が常に一定になるように電圧値をモニターして、その結果をフィードバック信号としてアノード電圧生成回路1へ出力することでフィードバックする。

[0179] さらに、電流制御回路23は、スイッチング素子44がONしてLED11が微点灯した際に、スイッチング素子44と抵抗74間の電圧が常に一定になるように電圧値をモニターして、その結果をフィードバック信号として

アノード電圧生成回路 1 へ出力することでフィードバックする。

[0180] ここで、第 2 PWM 信号 PWM 2 は、第 1 PWM 信号 PWM 1 が” L ” のとき、” H ” となる信号である。第 2 PWM 信号 PWM 2 は、第 1 PWM 信号 PWM 1 の立ち下がりと同時に立ち上がる。

[0181] 上述のように第 1 PWM 信号 PWM 1 及び第 2 PWM 信号 PWM 2 を制御することにより、スイッチング素子 4 2 が OFF となり LED 1 1 に K S F 蛍光体 1 5 による赤色の残光が発生し始めたとき、すなわち第 1 PWM 信号 PWM 1 が” H ” から” L ” になった時に、第 2 出力回路 6 3 を ON させることにより、LED 1 1 に白色光を微発光させることができる。これにより、K S F 蛍光体 1 5 による赤色光の残光と白色光が混色され、残光の視認性を低減させることができる。

[0182] 一例として、第 1 PWM 信号 PWM 1 の周波数は 1 2 0 H z、第 2 PWM 信号 PWM 2 の周波数は 2 4 0 H z である。なお、D u t y は、第 1 PWM 信号 PWM 1 及び第 2 PWM 信号 PWM 2 共に 2 5 % である。

#### 〔実施例〕

図 1 7 は各 LED 駆動回路で使用される各信号の値の一例を示す図である。図 1 8 は LED 駆動回路 1 3 0 ・ 3 4 で使用される各信号の値の一例を示す図である。

[0183] 図 1 7 では、実施形態で説明した比較例に係る LED 駆動回路 1 3 0、LED 駆動回路 3 0、LED 駆動回路 3 2 ・ 3 3 で用いる (1) オフセット電流 (2) PWM 信号の D u t y (3) I F (4) V F 1 (5) オフセット電流の V F 2 (6) 電力の具体的な数値を例示する。また、図 1 8 では、LED 駆動回路 1 3 0 ・ 3 4 で使用される (1) オフセット電流 (2) 第 1 PWM 信号 PWM 1 の D u t y (7) 第 2 PWM 信号 PWM 2 の D u t y (3) I F (4) V F 1 (5) オフセット電流の V F 2 (6) 電力の具体的な数値を例示する。

[0184] (4) V F 1 とは、I F を流すために LED 1 1 に印加される順電圧である。(5) オフセット電流の V F 2 とは、LED 1 1 にオフセット電流を流

すためにLED11に印加される順電圧である。

[0185] なお(4)(5)に示す値は $I_F - V_F$ 特性による算出される値であり、ここでは概算を示している。

[0186] (6)電力は、 $(1) \times (100\% - (2)) \times (5) + (2) \times (3) \times (4)$ で算出される値である。

[0187] 図17、図18では、各LED駆動回路間で(6)電力を同じとした場合のオフセット電流、 $I_F$ とを変更した場合の一例を示している。LEDの一般的な特性上、 $I_F$ を変動させると $V_F$ も変動し、 $I_F$ の値を上昇させると $V_F$ の値も上昇する。

[0188] なお、図17、図18に示す各信号における数値は一例である。

[0189] [まとめ]

本発明の態様1に係る発光ダイオード駆動装置(LED駆動回路30~34)は、矩形波(PWM信号)の信号レベルに応じて変化する駆動電流により駆動され、当該駆動電流に対応する輝度の1次光を発光する発光ダイオードチップ(LEDチップ13)と、当該1次光により励起されて2次光を発光する蛍光体(KSF蛍光体15)とを有し、上記1次光と上記2次光との混色光を出射する発光ダイオード(LED11)と、上記発光ダイオードチップと接続され、上記駆動電流が出力される上記発光ダイオードの出力端(カソード11C)に、それぞれ接続されている第1出力回路5・51及び第2出力回路6・61・62と、を備え、上記第1出力回路は、上記矩形波の信号レベルが第1レベル("H")のとき駆動し、上記出力端から第1電流を出力させることで上記発光ダイオードチップを発光させる一方、上記矩形波の信号レベルが第2レベル("L")のとき駆動を停止し、上記第2出力回路は、上記矩形波の信号レベルが上記第2レベル("L")のとき、上記出力端から、上記第1電流より電流値が低い第2電流(オフセット電流)を出力させることで上記発光ダイオードチップを発光させることを特徴とする。

[0190] 上記構成によると、上記矩形波の信号レベルが第1レベルのときは、上記



発光ダイオードの出力端から上記第 1 出力回路に第 1 電流が流れることで、上記発光ダイオードチップは 1 次光を発光する。これにより、1 次光と 2 次光との混色光が発光ダイオードから出射される。

[0191] 一方、上記矩形波の信号レベルが第 2 レベルのときは、上記第 1 出力回路は駆動を停止し、上記発光ダイオードから上記第 1 出力回路へ第 1 電流は流れない。しかし、上記第 2 出力回路により、上記発光ダイオードの上記出力端から、上記第 1 電流より値が低い第 2 電流が流れる。このため、上記矩形波の信号レベルが第 2 レベルのときも、上記発光ダイオードチップは、上記第 1 電流による 1 次光より輝度が低い 1 次光を発光し、これにより、上記発光ダイオードは白色光を微点灯する。

[0192] したがって、上記矩形波の信号レベルが第 2 レベルのときに発生する上記蛍光体の残光と、上記微点灯による白色光が混色することにより、赤色光の残光の視認性を低減することができる。

[0193] 本発明の態様 2 に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様 1 において、上記矩形波は、PWM 信号であり、上記 PWM 信号の周波数は 120 Hz 以下であり、上記第 2 電流の電流値は、上記第 1 電流の電流値の  $1/10$  以下であることが好ましい。

[0194] 上記構成により、発光ダイオード駆動装置が用いられる表示装置における動画の表示性能の低下を抑制し、かつ、残光の低減をすることができる。

[0195] 本発明の態様 3 に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様 1 において、上記矩形波である第 1 PWM 信号と、当該第 1 PWM 信号の信号レベルが第 2 レベルの期間に信号レベルが第 1 レベルとなる第 2 PWM 信号とを生成する PWM 信号生成部を備え、上記第 1 出力回路は、上記第 1 PWM 信号の信号レベルが第 1 レベルのとき駆動し、上記第 1 PWM 信号の信号レベルが上記第 2 レベルのとき駆動を停止し、上記第 2 出力回路は、上記第 2 PWM 信号の信号レベルが上記第 1 レベルのとき導通し、上記第 2 PWM 信号の信号レベルが第 2 レベルのとき非導通となるスイッチング素子を有する。

[0196] 上記構成により、上記第 1 出力回路と、上記第 2 出力回路とを個別に駆動

させることができる。これにより、より発光ダイオード駆動装置が用いられる表示装置の画像表示品質を向上させることができる。

[0197] 本発明の態様４に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様１～３において、上記第１電流の電流値に比例して、上記第２電流の電流値が変動することが好ましい。

[0198] 本発明の態様５に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様１または２において、上記第２出力回路は、上記第１出力回路が駆動を停止しているとき導通するスイッチング素子と、当該スイッチング素子の出力端に一端が接続され、他端が電氣的に接地されている抵抗とを有することが好ましい。

[0199] 上記構成により、上記第１出力回路が駆動を停止しているときも、上記第２出力回路を通じて上記発光ダイオードの出力端から第２電流を出力させ、発光ダイオードを微点灯させることができる。

[0200] 本発明の態様６に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様１～５において、上記第１出力回路と、上記第２出力回路とは、並列に接続されていることが好ましい。上記構成により、上記第１出力回路が駆動を停止しているときも、上記第２出力回路を通じて上記発光ダイオードから第２電流を出力させ、発光ダイオードを微点灯させることができる。

[0201] ここで、通常、ＬＥＤを駆動する方法としては、（複数含む）ＬＥＤに対して１ｃｈで駆動させる。但し、１ｃｈでは流す電流が不足する場合は、複数のｃｈを使って同時に並列駆動させる。

[0202] 上記構成によると、複数の発光ダイオードを同時に駆動させず、異なる周波数、あるいは異なるタイミングで駆動させることができる。

[0203] 本発明の態様７に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様１において、上記発光ダイオードチップは青色光を発光する青色ＬＥＤチップであり、上記蛍光体は、上記青色光により赤色光を発光する赤色蛍光体と、上記青色光により緑色光を発光する緑色蛍光体とを有し、上記赤色蛍光体は、禁制遷移により上記赤色光を発光する蛍光体であることが好ましい。

[0204] 本発明の態様８に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様７において、上

記赤色蛍光体は、 $Mn^{4+}$ 賦活複合フッ素化物蛍光体であることが好ましい。

- [0205] 本発明の態様 9 に係る照明装置 71 は、上記態様 1～8 における発光ダイオード駆動装置を備えていることが好ましい。上記構成により、上記矩形波の信号レベルが第 2 レベルのときに発生する上記蛍光体の残光の視認性が低減された照明装置を得ることができる。
- [0206] 本発明の態様 10 に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様 1～8 において、上記第 2 出力回路は、上記発光ダイオードの出力端に一端が接続され、他端が電氣的に接地されている抵抗（7・74）を有することが好ましい。
- [0207] 本発明の態様 11 に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様 1～8、10 において、上記第 1 出力回路は上記第 1 レベルのときに導通するスイッチング素子からなることが好ましい。
- [0208] 本発明の態様 12 に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様 11 において、上記第 1 出力回路は、さらに上記スイッチング素子の出力端に一端が接続され、他端が電氣的に接地されている抵抗（73）を有することが好ましい。
- [0209] 本発明の態様 13 に係る発光ダイオード駆動装置は、上記態様 3 において、上記矩形波である第 1 PWM 信号と、当該第 1 PWM 信号の信号レベルが第 2 レベルの期間に信号レベルが第 1 レベル及び第 2 レベルとなる第 2 PWM 信号とを生成する PWM 信号生成部を備え、上記第 1 出力回路は、上記第 1 PWM 信号の信号レベルが第 1 レベルのとき駆動し、上記第 1 PWM 信号の信号レベルが第 2 レベルのとき駆動を停止し、上記第 2 出力回路は、上記第 2 PWM 信号の信号レベルが第 1 レベルのとき導通し、上記第 2 PWM 信号の信号レベルが第 2 レベルのとき非導通となるスイッチング素子を有することが好ましい。
- [0210] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲

に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

## 産業上の利用可能性

[0211] 本発明は、発光ダイオード駆動装置及び照明装置に利用することができる。

## 符号の説明

[0212] 1 アノード電圧生成回路  
 2 定電流回路  
 3・3a PWM信号生成回路（PWM信号生成部）  
 4 スwitchング素子  
 5・51 第1出力回路  
 6・61・62・63 第2出力回路  
 7 抵抗  
 11 LED（発光ダイオード）  
 11A アノード  
 11C カソード  
 13 LEDチップ（発光ダイオードチップ）  
 14 樹脂  
 15 KSF蛍光体（蛍光体、赤色蛍光体、 $Mn^{4+}$ 賦活複合フッ素化物蛍光体）  
 17 緑蛍光体  
 21・23 電流制御回路  
 22 定電流回路  
 30～34 LED駆動回路（発光ダイオード駆動装置）  
 41～44 スwitchング素子  
 71 照明装置  
 73・74 抵抗  
 W0 白色光（混色光）

## 請求の範囲

- [請求項1]      矩形波の信号レベルに応じて変化する駆動電流により駆動され、当該駆動電流に対応する輝度の1次光を発光する発光ダイオードチップと、当該1次光により励起されて2次光を発光する蛍光体とを有し、上記1次光と上記2次光との混色光を出射する発光ダイオードと、
- 上記発光ダイオードチップと接続され、上記駆動電流が出力される上記発光ダイオードの出力端に、それぞれ接続されている第1出力回路及び第2出力回路と、を備え、
- 上記第1出力回路は、上記矩形波の信号レベルが第1レベルのとき駆動し、上記出力端から第1電流を出力させることで上記発光ダイオードチップを発光させる一方、上記矩形波の信号レベルが第2レベルのとき駆動を停止し、
- 上記第2出力回路は、上記矩形波の信号レベルが上記第2レベルのとき、上記出力端から、上記第1電流より電流値が低い第2電流を出力させることで上記発光ダイオードチップを発光させることを特徴とする発光ダイオード駆動装置。
- [請求項2]      上記矩形波は、PWM信号であり、
- 上記PWM信号の周波数は120Hz以下であり、
- 上記第2電流の電流値は、上記第1電流の電流値の1/10以下であることを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオード駆動装置。
- [請求項3]      上記矩形波である第1PWM信号と、当該第1PWM信号の信号レベルが第2レベルの期間に信号レベルが第1レベルとなる第2PWM信号とを生成するPWM信号生成部を備え、
- 上記第1出力回路は、上記第1PWM信号の信号レベルが第1レベルのとき駆動し、上記第1PWM信号の信号レベルが上記第2レベルのとき駆動を停止し、
- 上記第2出力回路は、上記第2PWM信号の信号レベルが上記第1レベルのとき導通し、上記第2PWM信号の信号レベルが第2レベル

のとき非導通となるスイッチング素子を有することを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード駆動装置。

[請求項4] 上記第 1 電流の電流値に比例して、上記第 2 電流の電流値が変動することを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の発光ダイオード駆動装置。

[請求項5] 上記第 2 出力回路は、  
上記第 1 出力回路が駆動を停止しているとき導通するスイッチング素子と、

当該スイッチング素子の出力端に一端が接続され、他端が電氣的に接地されている抵抗とを有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光ダイオード駆動装置。

[請求項6] 上記第 1 出力回路と、上記第 2 出力回路とは、並列に接続されていることを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の発光ダイオード駆動装置。

[請求項7] 上記発光ダイオードチップは青色光を発光する青色 LED チップであり、

上記蛍光体は、上記青色光により赤色光を発光する赤色蛍光体と、  
上記青色光により緑色光を発光する緑色蛍光体とを有し、

上記赤色蛍光体は、禁制遷移により上記赤色光を発光する蛍光体であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード駆動装置。

[請求項8] 上記赤色蛍光体は、 $Mn^{4+}$  賦活複合フッ素化物蛍光体であることを特徴とする請求項 7 に記載の発光ダイオード駆動装置。

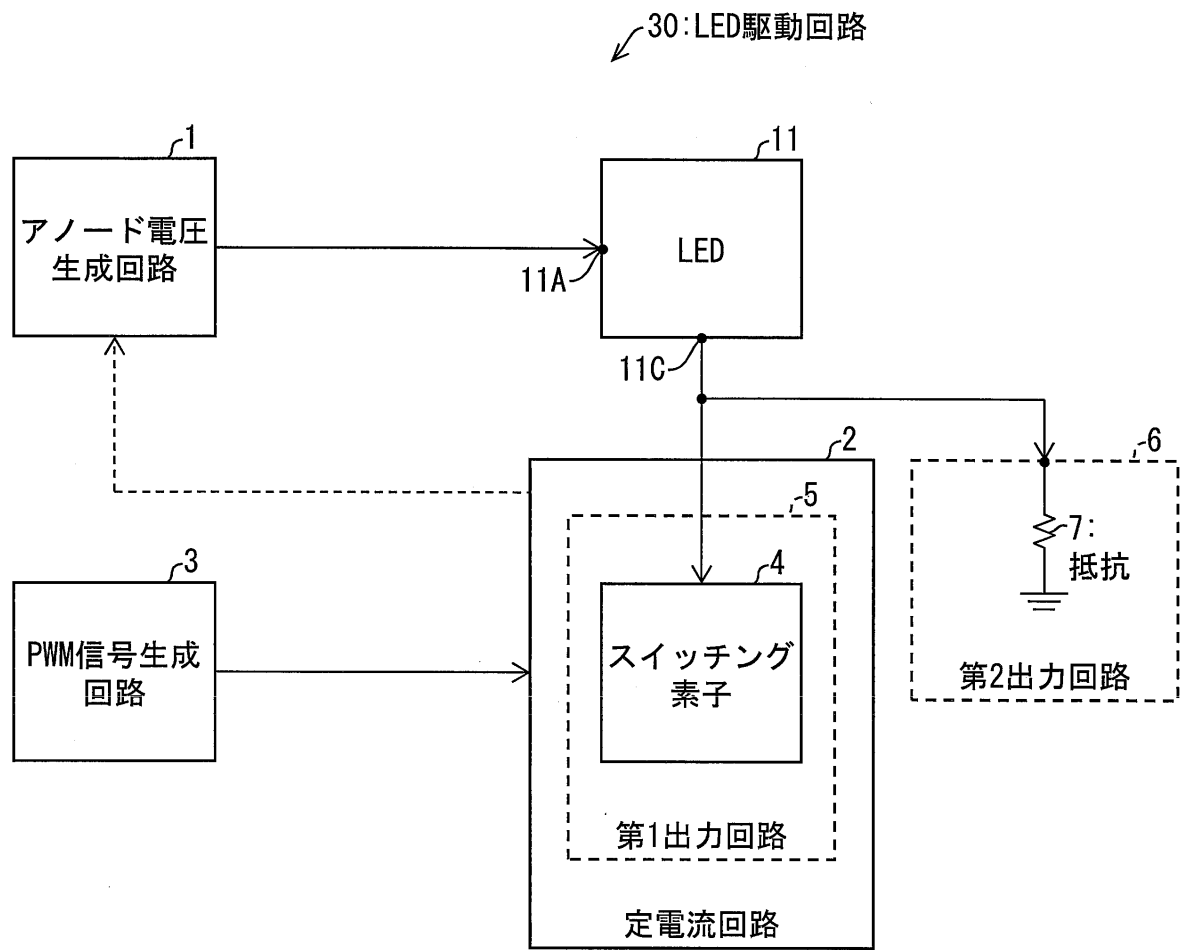
[請求項9] 請求項 1 ～ 8 の何れか 1 項に記載の発光ダイオード駆動装置を備えたことを特徴とする照明装置。

## 要 約 書

2次光の残光を低減する。LEDチップ（13）及びKSF蛍光体（15）を備えたLED（11）と、カソード（11C）に接続された第1出力回路（5）・第2出力回路（6）とを備え、PWM信号が”H”で上記第1出力回路は駆動し上記カソードからIFが流れ、PWM信号が”L”で上記第1出力回路は駆動を停止し、上記第2出力回路は上記カソードから上記オフセット電流が流れる。

[図1]

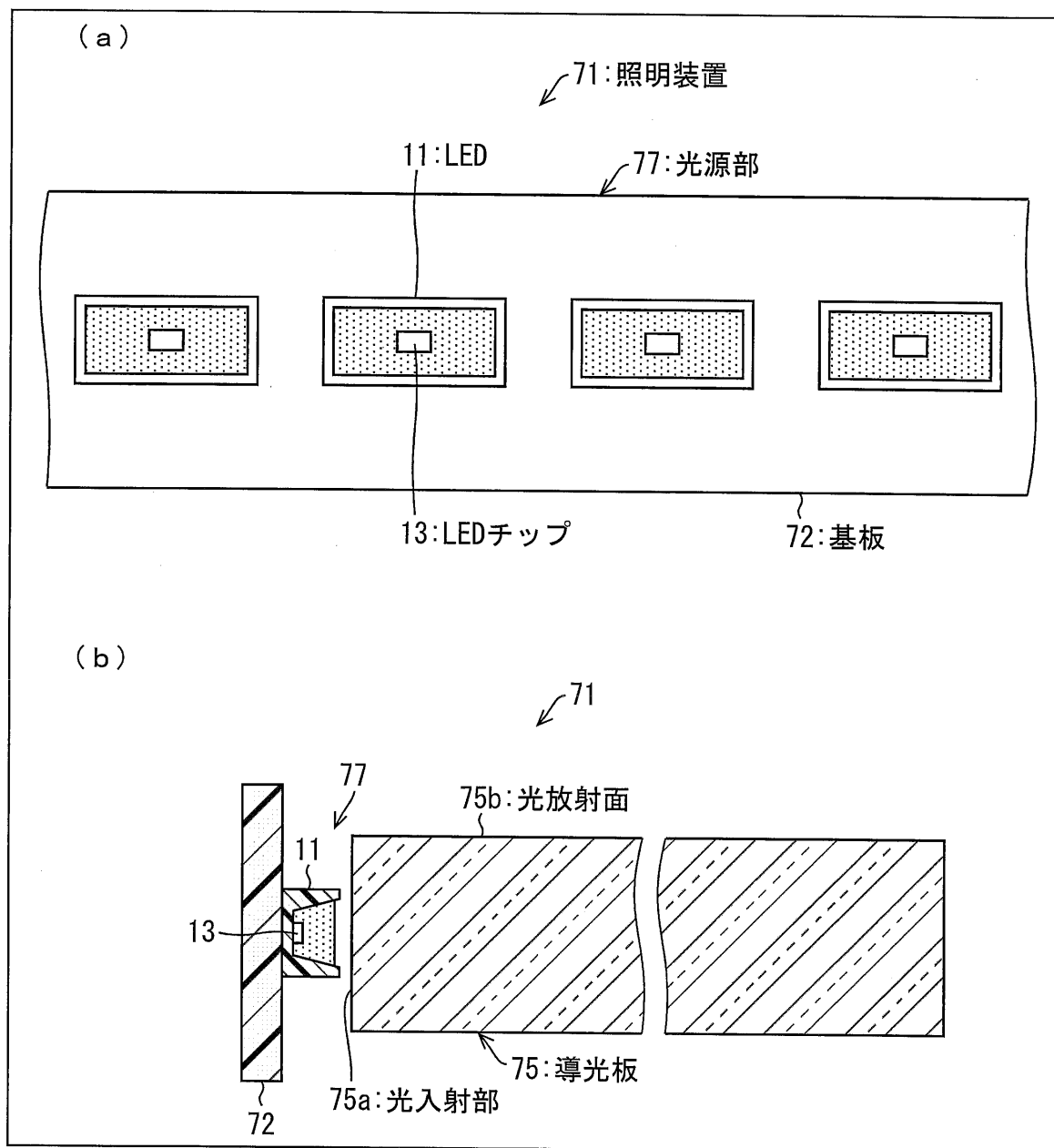
図 1





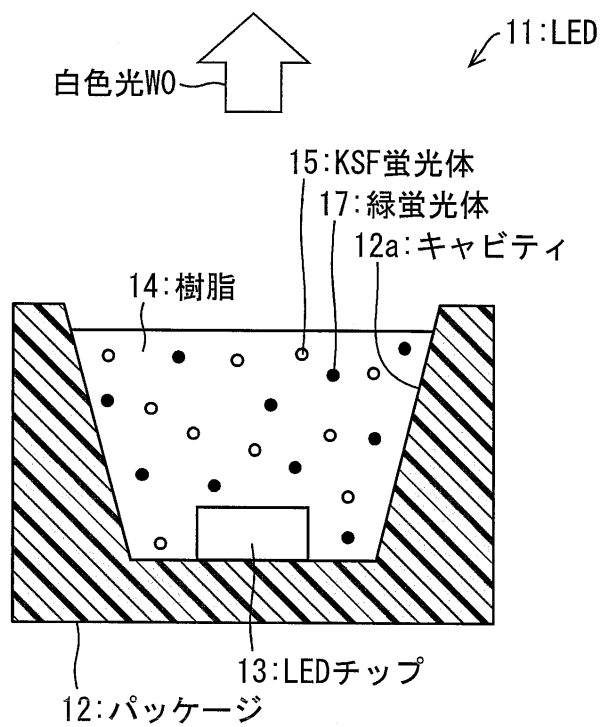
[図2]

図 2



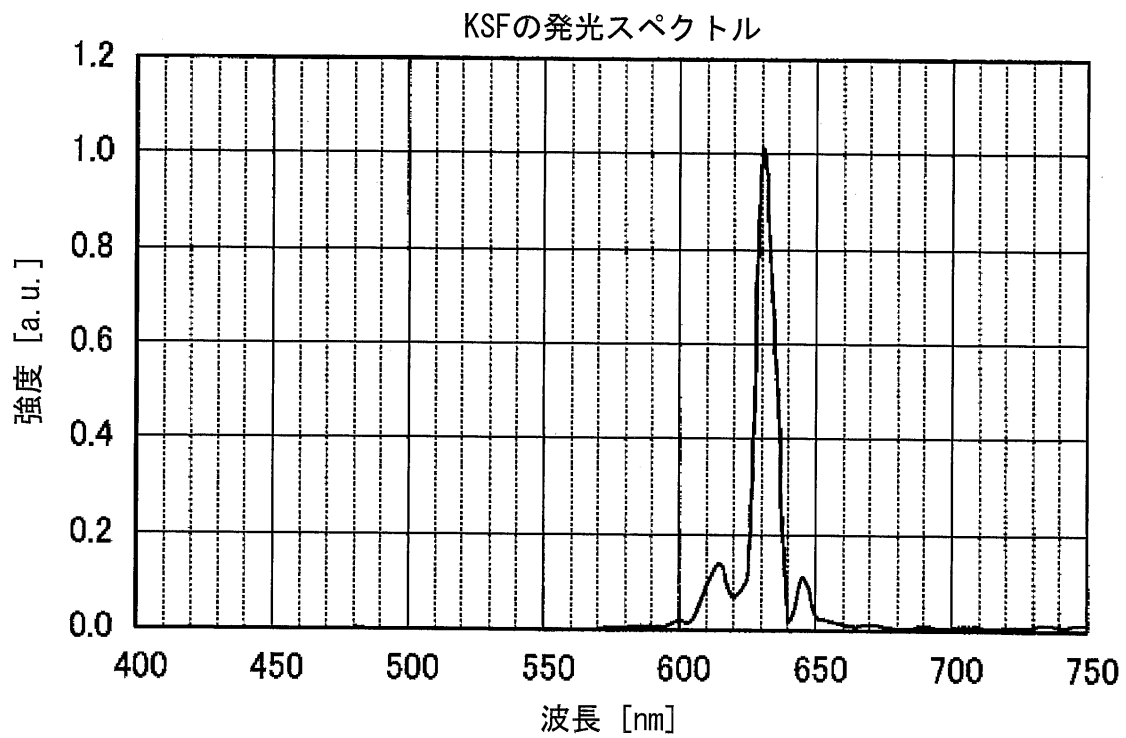
[図3]

図 3



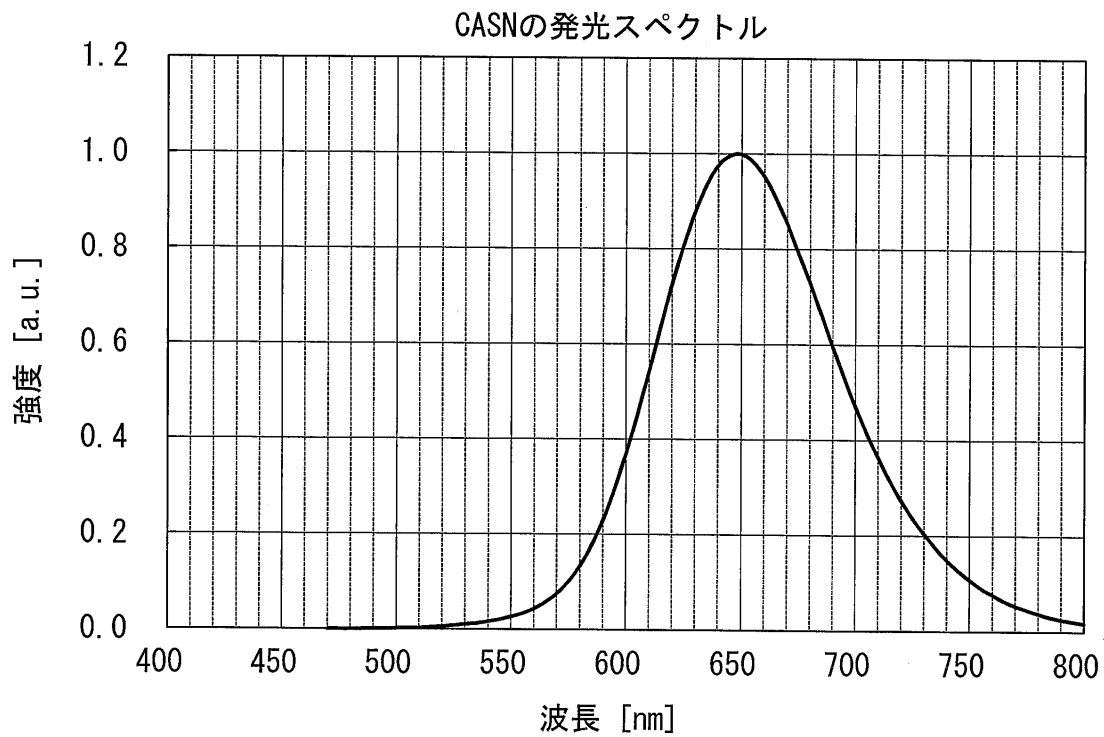
[図4]

図 4



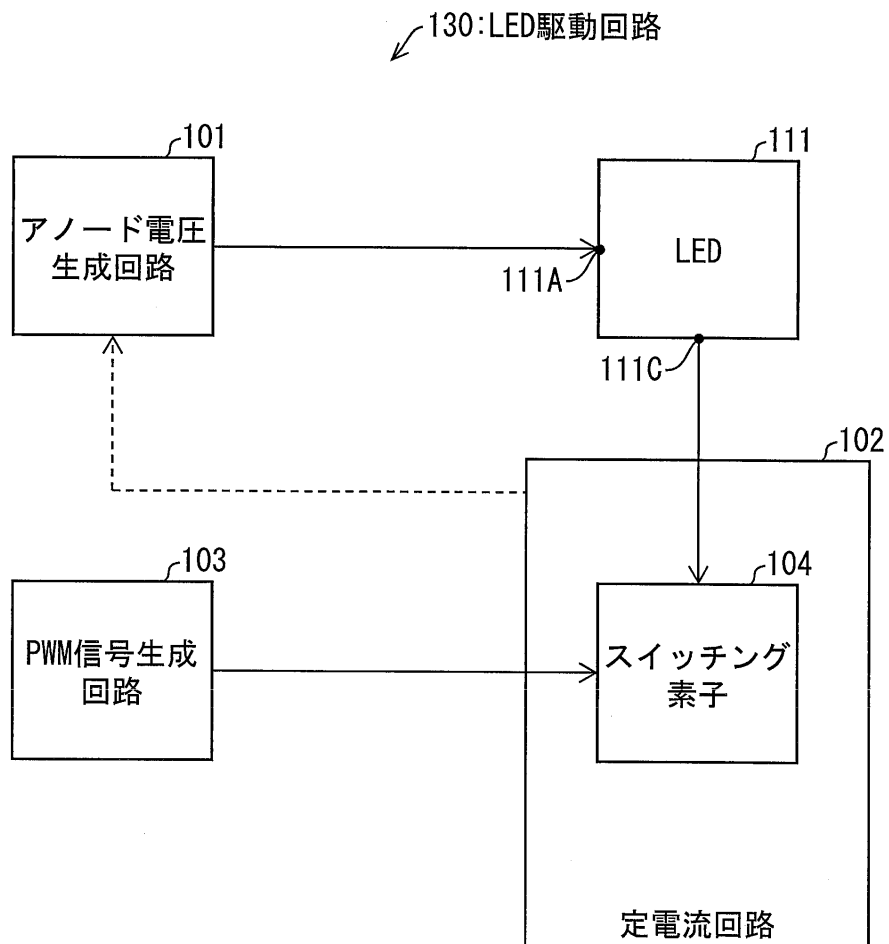
[図5]

図 5



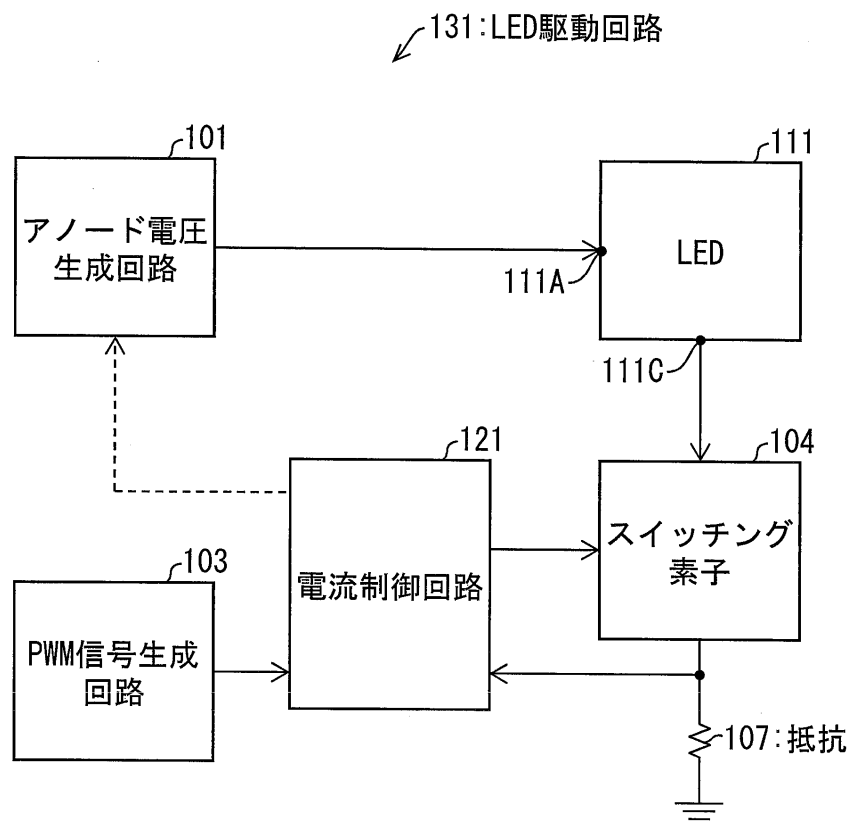
[図6]

図 6



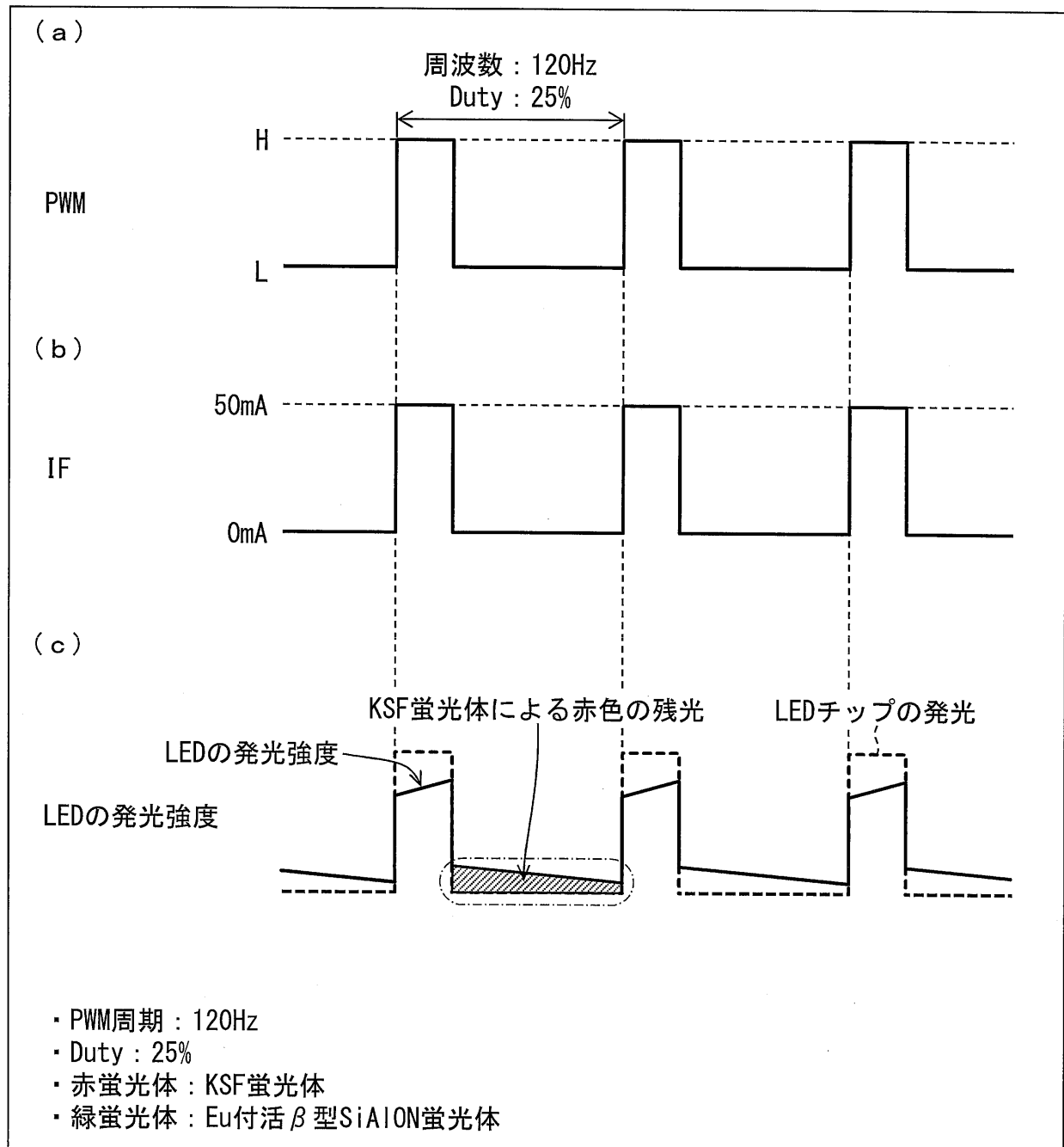
[図7]

図 7



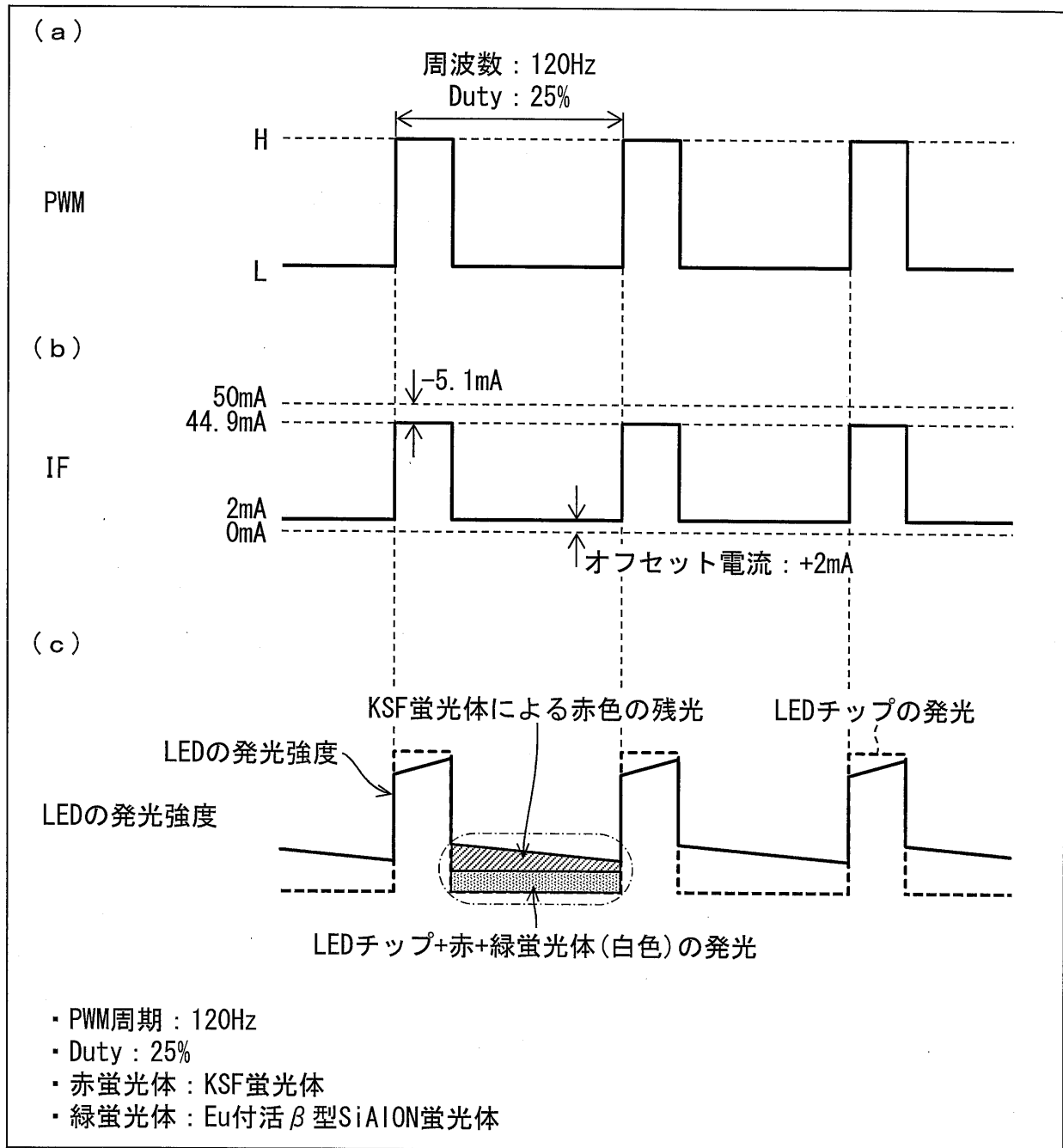
[図8]

図 8



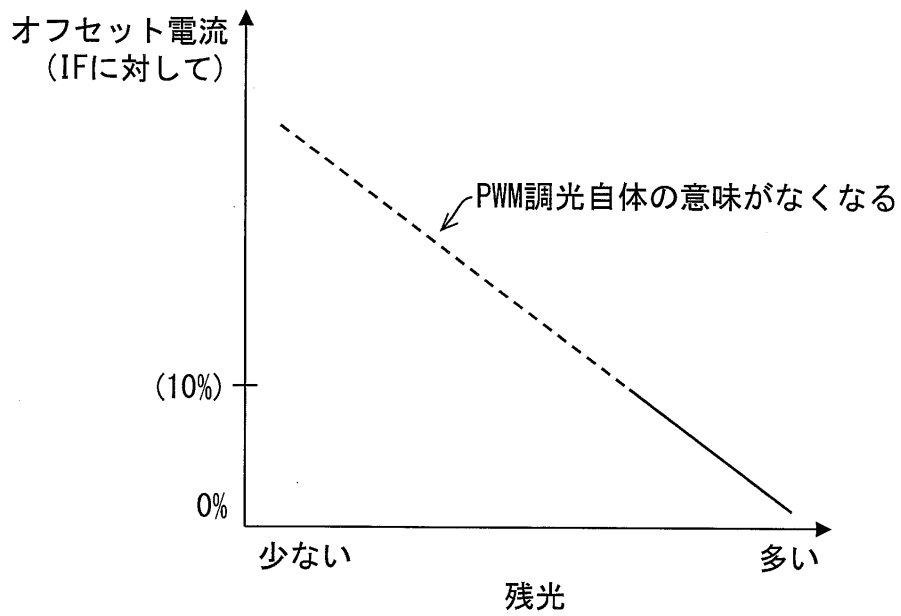
[図9]

図 9



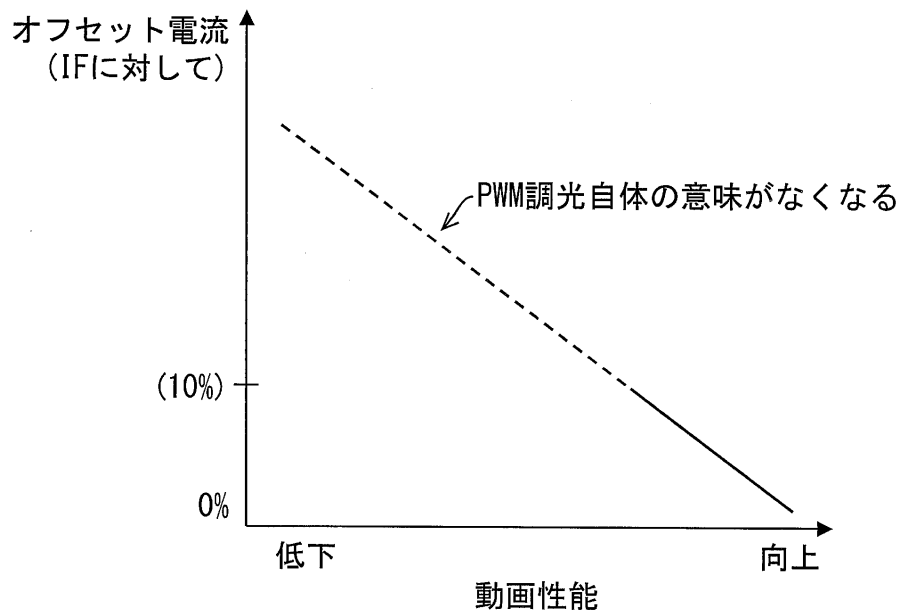
[図10]

図 10



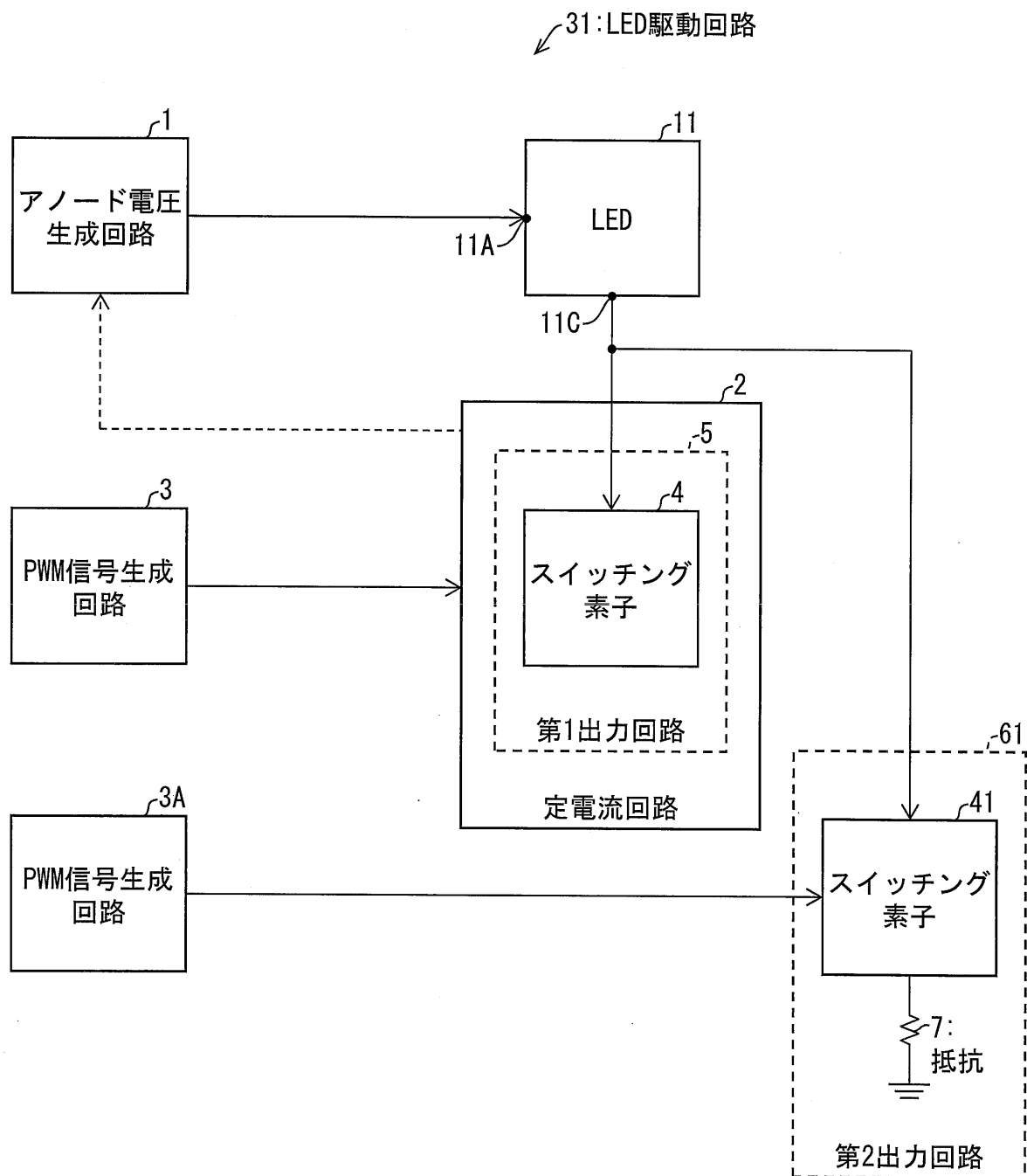
[図11]

図 11



[図12]

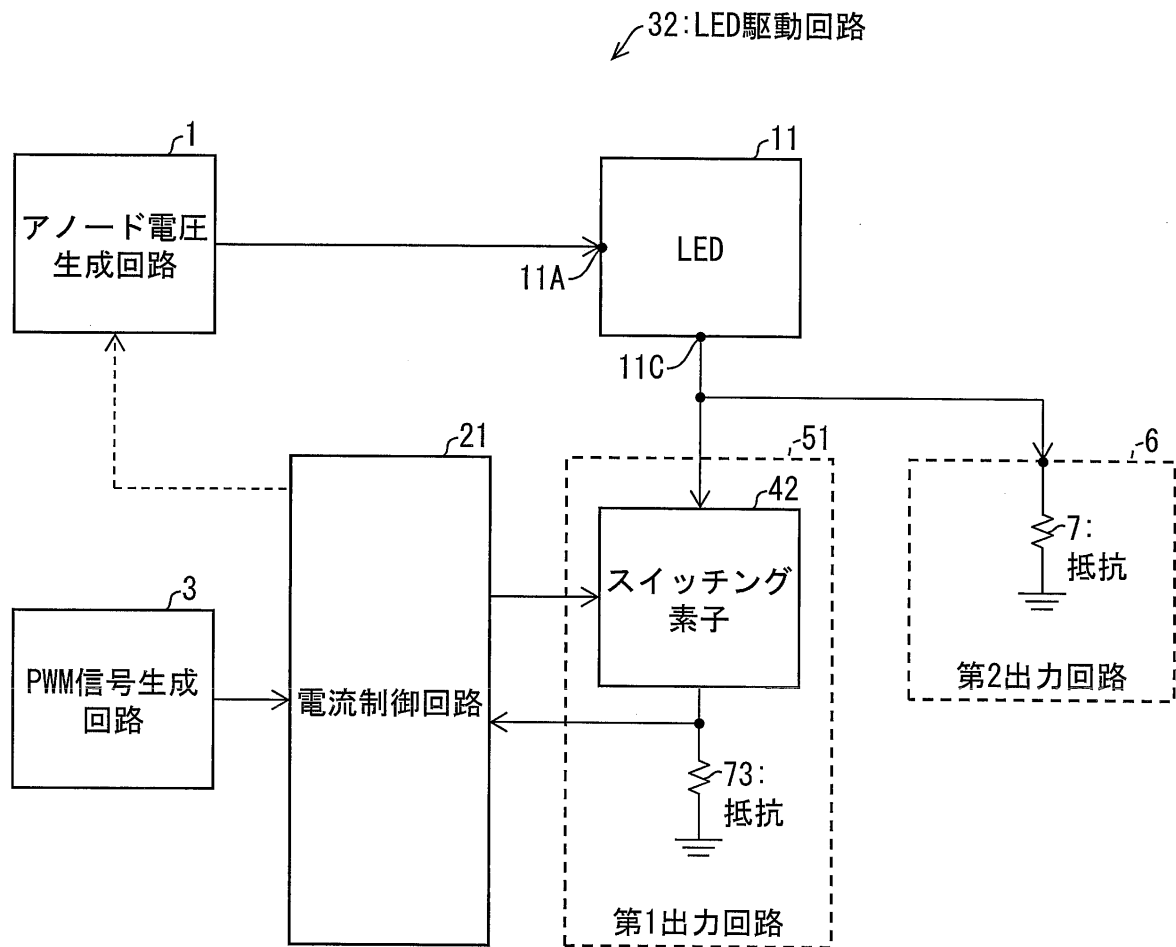
図 12





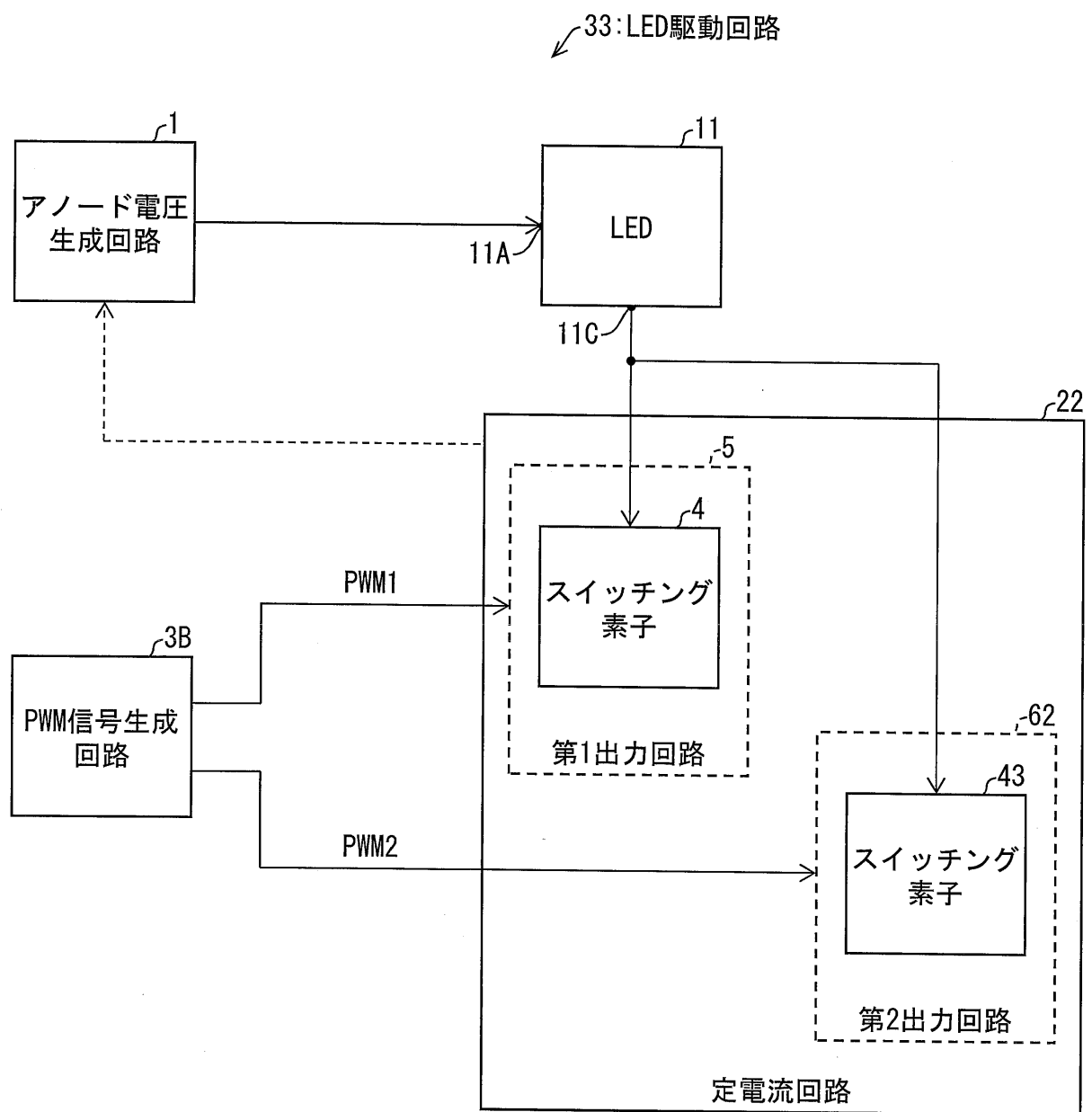
[図13]

図 13



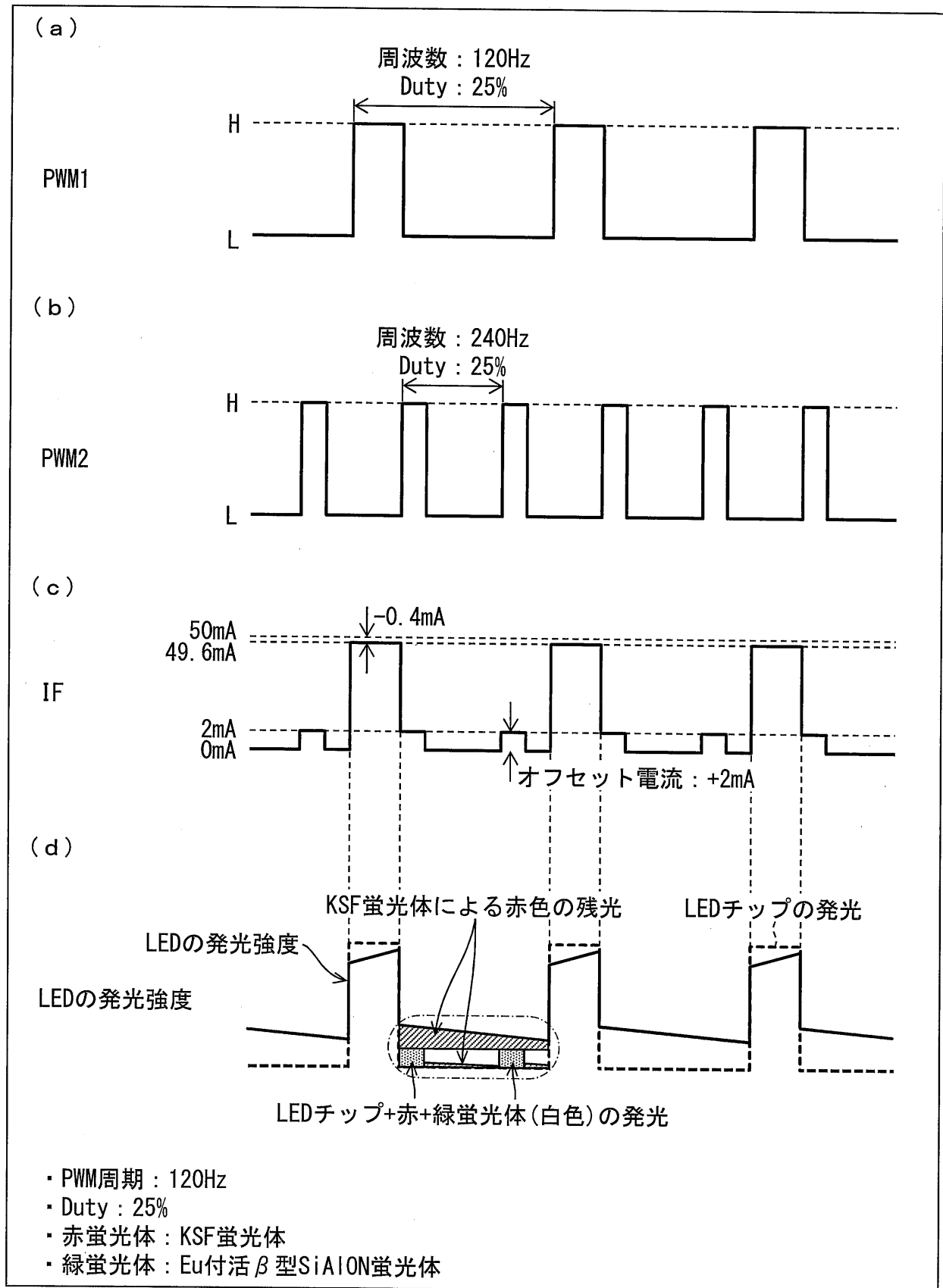
[図14]

図 14



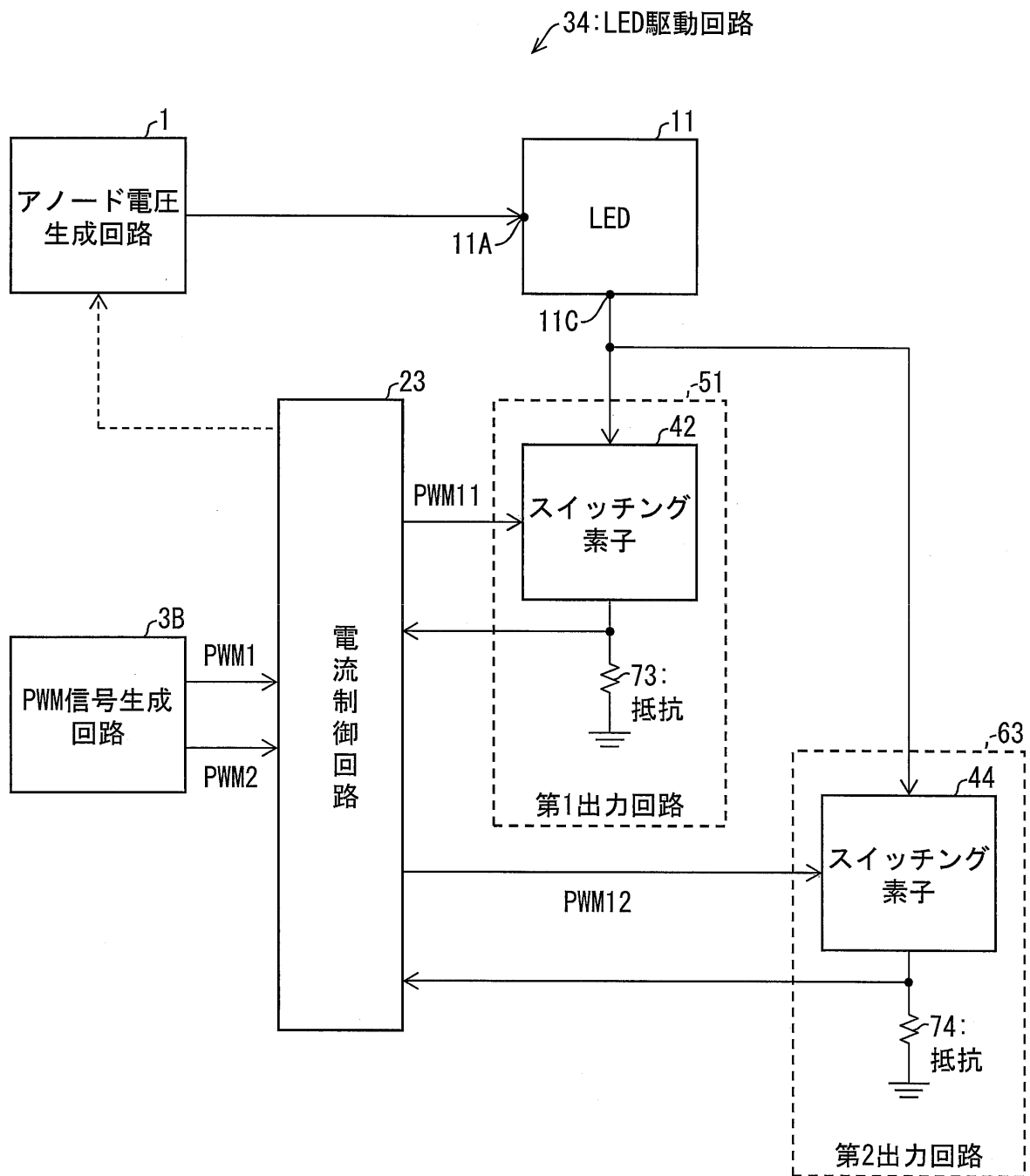
[図15]

図 15



[図16]

図 16



[図17]

図 17

	LED駆動回路 130	LED駆動回路 30	LED駆動回路 32	LED駆動回路 33
(1) オフセット電流 (mA)	0	2	4	4
(2) PWM Duty (%)	25	25	25	15
(3) IF (mA)	50	46.0	41.8	61.2
(4) VF1 <sup>(*1)</sup> (V)	3.0	2.95	2.9	3.2
(5) オフセット電流の VF2 <sup>(*1)</sup> (V)	—	2.4	2.4	2.4
(6) 電力 <sup>(*2)</sup> (mW)	37.5	37.5	37.5	37.5

\*1: IF-VF特性より算出(ここでは概算)

\*2: (6) 電力=(1) × (100%-(2)) × (5)+(2) × (3) × (4)

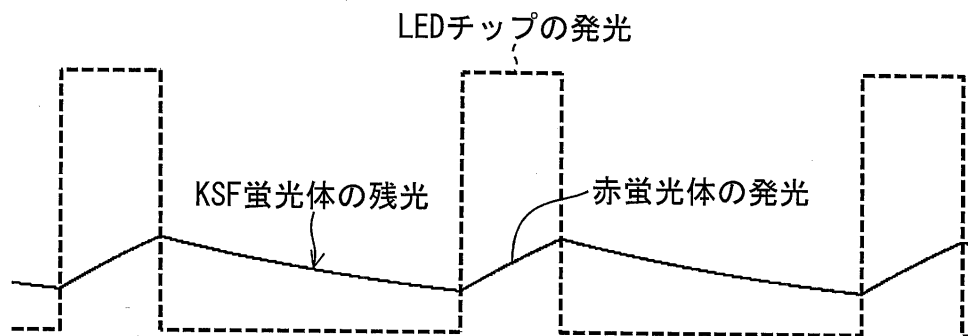
[図18]

図 18

	LED駆動回路 130	LED駆動回路 34
(1) オフセット電流 (mA)	0	2
(2) PWM1 Duty (%)	25	25
(7) PWM2 Duty (%)	—	25
(3) IF (mA)	50	44.9
(4) VF1 <sup>(*1)</sup> (V)	3.0	2.95
(5) オフセット電流の VF2 <sup>(*1)</sup> (V)	—	2.4
(6) 電力 <sup>(*2)</sup> (mW)	37.5	37.5

[図19]

図 19



PWM周期 : 8.33ms (120Hz)

PWM Duty : 25%

KSFの光量 100%

[図20]

図 20

