

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6163061号
(P6163061)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl. F I
HO2M 3/155 (2006.01) HO2M 3/155 H
HO5B 37/02 (2006.01) HO5B 37/02 J

請求項の数 25 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-189291 (P2013-189291)	(73) 特許権者	000116024
(22) 出願日	平成25年9月12日(2013.9.12)		ローム株式会社
(65) 公開番号	特開2015-56974 (P2015-56974A)		京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(43) 公開日	平成27年3月23日(2015.3.23)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成28年8月3日(2016.8.3)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100133215
			弁理士 真家 大樹
		(72) 発明者	佐々木 義和
			京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		審査官	北嶋 賢二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子の駆動回路、その制御回路、制御方法、およびそれを用いた発光装置および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光素子の駆動回路の制御回路であって、
 前記駆動回路は、
 前記発光素子と直列に接続された調光スイッチおよび電流検出抵抗と、
 前記発光素子、前記調光スイッチおよび前記電流検出抵抗の両端間に出力電圧を供給するDC/DCコンバータと、
 を備え、
 前記制御回路は、
 調光パルス信号が点灯区間を指示するとき前記調光スイッチをオンし、前記調光パルス信号が消灯区間を指示するとき前記調光スイッチをオフする調光ドライバと、
 前記電流検出抵抗の電圧降下に応じた第1電流検出信号と、前記発光素子の目標輝度を指示する調光電圧との誤差に応じたフィードバック電圧を生成する誤差増幅器と、
 前記点灯区間から前記消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間より長い場合に、前記出力電圧に応じた電圧検出信号をサンプルホールドし、サンプルホールドした値に応じたしきい値電圧を生成するしきい値電圧生成部と、
 前記フィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するデューティコントローラと、
 前記消灯区間において、前記しきい値電圧と前記電圧検出信号を比較するコンパレータと、

10

20

(i) 前記点灯区間において、前記ゲートパルス信号に応じて前記DC/DCコンバータをスイッチングするとともに、(ii) 前記消灯区間において、前記コンパレータの比較結果に応じてスイッチング状態と停止状態を遷移し、(ii-1) 前記スイッチング状態において前記ゲートパルス信号に応じて前記DC/DCコンバータをスイッチングし、(ii-2) 前記停止状態において前記DC/DCコンバータのスイッチングを停止するゲートドライバと、

を備えることを特徴とする制御回路。

【請求項2】

前記最小時間は、前記DC/DCコンバータのスイッチング周期の所定数倍であることを特徴とする請求項1に記載の制御回路。

10

【請求項3】

前記調光パルス信号は、前記消灯区間においてオフレベル、前記点灯区間においてオンレベルをとり、

前記しきい値電圧生成部は、

前記調光パルス信号の前記オンレベルの長さが前記最小時間より長いときにアサートされる許可信号を生成する許可信号生成部と、

前記許可信号がアサートされた状態で、前記調光パルス信号が前記オンレベルから前記オフレベルに遷移すると、サンプリング信号をアサートするサンプリング制御部と、

を含み、

前記しきい値電圧生成部は、前記サンプリング信号がアサートされると、前記電圧検出信号をサンプリングすることを特徴とする請求項1または2に記載の制御回路。

20

【請求項4】

前記許可信号生成部は、前記調光パルス信号が前記オフレベルから前記オンレベルに遷移すると経時測定を開始し、前記調光パルス信号が前記オンレベルから前記オフレベルに遷移するより前に、前記最小時間が経過すると、前記許可信号をアサートすることを特徴とする請求項3に記載の制御回路。

【請求項5】

前記許可信号生成部は、

前記調光パルス信号が前記オフレベルから前記オンレベルに遷移するとカウントを開始し、前記調光パルス信号が前記オンレベルから前記オフレベルに遷移するとリセットされ、カウント値が前記最小時間に応じた値に達すると前記許可信号をアサートするカウンタを含むことを特徴とする請求項3または4に記載の制御回路。

30

【請求項6】

前記カウンタは、前記DC/DCコンバータのスイッチング周期に応じたクロック信号をカウントすることを特徴とする請求項5に記載の制御回路。

【請求項7】

前記調光パルス信号は、前記消灯区間においてローレベル、前記点灯区間においてハイレベルをとり、

前記許可信号のハイレベルがアサートに対応づけられ、

前記サンプリング制御部は、

前記調光パルス信号を反転するインバータと、

前記インバータの出力と前記許可信号の論理積をとり、前記サンプリング信号を生成するANDゲートと、

を含むことを特徴とする請求項3に記載の制御回路。

40

【請求項8】

前記点灯区間から前記消灯区間に遷移するとき、前記フィードバック電圧をサンプルホールドするフィードバック電圧保持部をさらに備え、

前記デューティコントローラは、(i) 前記点灯区間において、前記フィードバック電圧に応じて前記ゲートパルス信号のデューティ比を調節し、(ii) 前記消灯区間において、前記フィードバック電圧保持部によりホールドされたフィードバック電圧に応じて前記

50

ゲートパルス信号のデューティ比を調節することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の制御回路。

【請求項 9】

ひとつの半導体基板に一体集積化されることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の制御回路。

【請求項 10】

発光素子の駆動回路であって、
前記発光素子と直列に接続された調光スイッチおよび電流検出抵抗と、
前記発光素子、前記調光スイッチおよび前記電流検出抵抗の両端間に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、
前記調光スイッチをスイッチングするとともに、前記 DC / DC コンバータを制御する請求項 1 から 9 のいずれかに記載の制御回路と、
を備えることを特徴とする駆動回路。

10

【請求項 11】

発光素子と、
前記発光素子を駆動する駆動回路と、
を備え、
前記駆動回路は、
前記発光素子と直列に接続された調光スイッチおよび電流検出抵抗と、
前記発光素子、前記調光スイッチおよび前記電流検出抵抗の両端間に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、
前記調光スイッチをスイッチングするとともに、前記 DC / DC コンバータを制御する請求項 1 から 9 のいずれかに記載の制御回路と、
を備えることを特徴とする発光装置。

20

【請求項 12】

液晶パネルと、
前記液晶パネルのバックライトとして設けられた発光素子と、
前記発光素子を駆動する駆動回路と、
を備え、
前記駆動回路は、
前記発光素子と直列に接続された調光スイッチおよび電流検出抵抗と、
前記発光素子、前記調光スイッチおよび前記電流検出抵抗の両端間に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、
前記調光スイッチをスイッチングするとともに、前記 DC / DC コンバータを制御する請求項 1 から 9 のいずれかに記載の制御回路と、
を備えることを特徴とする電子機器。

30

【請求項 13】

N 個 (N は自然数) の発光素子を駆動する駆動回路の制御回路であって、
前記駆動回路は、
前記 N 個の発光素子の共通接続された第 1 端子に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、
前記 N 個の発光素子に対応づけられ、それぞれが対応する前記発光素子の第 2 端子と接続され、所定の駆動電流を生成するオン状態と前記駆動電流を停止するオフ状態とが切りかえ可能に構成された、N 個の電流源と、
を備え、
前記制御回路は、
前記 N 個の発光素子それぞれに対応する N 個の調光パルス信号を生成し、N 個の調光パルス信号に応じて、前記 N 個の電流源の前記オン状態と前記オフ状態を切りかえる調光制御部と、
前記 N 個の発光素子の前記第 2 端子の電圧のうち最も低い電圧と所定の基準電圧の誤差

40

50

に応じたフィードバック電圧を生成する誤差増幅器と、

前記N個の調光パルス信号のうち少なくともひとつが前記オン状態を指示する点灯区間から、前記N個の調光パルス信号のすべてが前記オフ状態を指示する消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間より長い場合に、前記出力電圧に応じた電圧検出信号をサンプルホールドし、サンプルホールドした値に応じたしきい値電圧を生成するしきい値電圧生成部と、

前記フィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するデューティコントローラと、

前記消灯区間において、前記しきい値電圧と前記電圧検出信号を比較するコンパレータと、

10

(i) 前記点灯区間において、前記ゲートパルス信号に応じて前記DC/DCコンバータをスイッチングするとともに、(ii) 消灯区間において、コンパレータの比較結果に応じてスイッチング状態と停止状態を遷移し、(ii-1) スwitching状態においてゲートパルス信号に応じてDC/DCコンバータをスイッチングし、(ii-2) 停止状態においてDC/DCコンバータのスイッチングを停止するゲートドライバと、

を備えることを特徴とする制御回路。

【請求項14】

前記最小時間は、前記DC/DCコンバータのスイッチング周期の所定数倍であることを特徴とする請求項13に記載の制御回路。

【請求項15】

20

前記調光制御部は、前記N個の調光パルス信号のすべてがオフ状態を指示するときにアサートされ、少なくともひとつがオン状態を指示するときネゲートされる全チャンネルオフ信号を生成し、

前記しきい値電圧生成部は、

前記全チャンネルオフ信号が前記最小時間より長くネゲートされるときに、アサートされる許可信号を生成する許可信号生成部と、

前記許可信号がアサートされた状態で、前記全チャンネルオフ信号がアサートされると、サンプリング信号をアサートするサンプリング制御部と、

を含み、

前記しきい値電圧生成部は、前記サンプリング信号がアサートされると、前記電圧検出信号をサンプリングすることを特徴とする請求項13または14に記載の制御回路。

30

【請求項16】

前記許可信号生成部は、前記全チャンネルオフ信号がネゲートされると経時測定を開始し、前記全チャンネルオフ信号がアサートされるより前に、前記最小時間が経過すると、前記許可信号をアサートすることを特徴とする請求項15に記載の制御回路。

【請求項17】

前記許可信号生成部は、

前記全チャンネルオフ信号がネゲートされるとカウントを開始し、前記全チャンネルオフ信号がアサートされるとリセットされ、カウント値が前記最小時間に応じた値に達すると前記許可信号をアサートするカウンタを含むことを特徴とする請求項15または16に記載の制御回路。

40

【請求項18】

前記カウンタは、前記DC/DCコンバータのスイッチング周期に応じたクロック信号をカウントすることを特徴とする請求項17に記載の制御回路。

【請求項19】

前記点灯区間から前記消灯区間に遷移するとき、前記フィードバック電圧をサンプルホールドするフィードバック電圧保持部をさらに備え、

前記デューティコントローラは、(i) 前記点灯区間において、前記フィードバック電圧に応じて前記ゲートパルス信号のデューティ比を調節し、(ii) 前記消灯区間において、前記フィードバック電圧保持部によりホールドされたフィードバック電圧に応じて前記

50

ゲートパルス信号のデューティ比を調節することを特徴とする請求項 13 から 18 のいずれかに記載の制御回路。

【請求項 20】

ひとつの半導体基板に一体集積化されることを特徴とする請求項 13 から 19 のいずれかに記載の制御回路。

【請求項 21】

N 個の発光素子の駆動回路であって、

前記 N 個の発光素子の共通接続された第 1 端子に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、

前記 N 個の発光素子に対応づけられ、それぞれが対応する前記発光素子の第 2 端子と接続され、所定の駆動電流を生成するオン状態と前記駆動電流を停止するオフ状態とが切りかえ可能に構成された、N 個の電流源と、

前記 N 個の電流源および前記 DC / DC コンバータを制御する請求項 13 から 20 のいずれかに記載の制御回路と、

を備えることを特徴とする駆動回路。

10

【請求項 22】

N 個の発光素子と、

前記 N 個の発光素子を駆動する駆動回路と、

を備え、

前記駆動回路は、

前記 N 個の発光素子の共通接続された第 1 端子に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、

前記 N 個の発光素子に対応づけられ、それぞれが対応する前記発光素子の第 2 端子と接続され、所定の駆動電流を生成するオン状態と前記駆動電流を停止するオフ状態とが切りかえ可能に構成された、N 個の電流源と、

前記 N 個の電流源および前記 DC / DC コンバータを制御する請求項 13 から 20 のいずれかに記載の制御回路と、

を備えることを特徴とする発光装置。

20

【請求項 23】

液晶パネルと、

前記液晶パネルのバックライトとして設けられた N 個の発光素子と、

前記 N 個の発光素子を駆動する駆動回路と、

を備え、

前記駆動回路は、

前記 N 個の発光素子の共通接続された第 1 端子に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、

前記 N 個の発光素子に対応づけられ、それぞれが対応する前記発光素子の第 2 端子と接続され、所定の駆動電流を生成するオン状態と前記駆動電流を停止するオフ状態とが切りかえ可能に構成された、N 個の電流源と、

前記 N 個の電流源および前記 DC / DC コンバータを制御する請求項 13 から 20 のいずれかに記載の制御回路と、

を備えることを特徴とする電子機器。

30

【請求項 24】

発光素子の駆動回路の制御方法であって、

前記駆動回路は、

前記発光素子と直列に接続された調光スイッチおよび電流検出抵抗と、

前記発光素子、前記調光スイッチおよび前記電流検出抵抗の両端間に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、

を備え、

前記制御方法は、

40

50

調光パルス信号が点灯区間を指示するとき前記調光スイッチをオンし、前記調光パルス信号が消灯区間を指示するとき前記調光スイッチをオフするステップと、

前記電流検出抵抗の電圧降下に応じた第1電流検出信号と、前記発光素子の目標輝度を指示する調光電圧との誤差に応じたフィードバック電圧を生成するステップと、

前記点灯区間から前記消灯区間に遷移するとき、前記フィードバック電圧をサンプルホールドするステップと、

前記点灯区間から前記消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間より長い場合に、前記出力電圧に応じた電圧検出信号をサンプルホールドし、サンプルホールドした値に応じたしきい値電圧を生成するステップと、

前記点灯区間において、前記フィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するステップと、

前記消灯区間において、ホールドされたフィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するステップと、

前記消灯区間において、前記しきい値電圧と前記電圧検出信号を比較し、比較結果を示す比較信号を生成するステップと、

前記点灯区間において、前記ゲートパルス信号に応じて前記DC/DCコンバータをスイッチングするステップと、

前記消灯区間において、前記比較信号に応じて間欠的に、前記ゲートパルス信号に応じて、前記DC/DCコンバータをスイッチングするステップと、

を備えることを特徴とする制御方法。

【請求項25】

N個の発光素子の駆動回路の制御方法であって、

前記駆動回路は、

前記N個の発光素子の共通接続された第1端子に出力電圧を供給するDC/DCコンバータと、

前記N個の発光素子に対応づけられ、それぞれが対応する前記発光素子の第2端子と接続され、所定の駆動電流を生成するオン状態と前記駆動電流を停止するオフ状態とが切り替え可能に構成された、N個の電流源と、

を備え、

前記制御方法は、

前記N個の発光素子それぞれに対応するN個の調光パルス信号を生成するステップと、

前記N個の調光パルス信号に応じて、前記N個の電流源の前記オン状態と前記オフ状態を切りかえるステップと、

前記N個の発光素子の前記第2端子の電圧のうち最も低い電圧と所定の基準電圧の誤差に応じたフィードバック電圧を生成するステップと、

N個の調光パルス信号のうち少なくともひとつが前記オン状態を指示する点灯区間から、前記N個の調光パルス信号のすべてが前記オフ状態を指示する消灯区間に遷移するとき、前記フィードバック電圧をサンプルホールドするステップと、

前記点灯区間から前記消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間より長い場合に、前記出力電圧に応じた電圧検出信号をサンプルホールドし、サンプルホールドした値に応じたしきい値電圧を生成するステップと、

前記点灯区間において、前記フィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するステップと、

前記消灯区間において、ホールドされたフィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するステップと、

前記消灯区間において、前記しきい値電圧と前記電圧検出信号を比較し、比較結果を示す比較信号を生成するステップと、

前記点灯区間において、前記ゲートパルス信号に応じて前記DC/DCコンバータをスイッチングするステップと、

前記消灯区間において、前記比較信号に応じて間欠的に、前記ゲートパルス信号に応じ

10

20

30

40

50

て、前記DC/DCコンバータをスイッチングするステップと、
を備えることを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子の駆動回路に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶パネルのバックライトや照明機器として、LED（発光ダイオード）をはじめとする発光素子が利用される。特許文献1、2には関連技術が開示される。

10

【0003】

図1は、本発明者が検討した発光装置100rの回路図である。発光装置100rは、LEDストリング102と、駆動回路200rと、を備える。LEDストリング102は、直列に接続された複数のLEDを含む。駆動回路200rは、LEDストリング102に駆動電流 I_{LED} を供給し、駆動電流 I_{LED} の電流量に応じてその輝度を制御する（アナログ調光）。また駆動回路200rは、点灯区間と消灯区間を交互に繰り返す間欠動作を行い、そのデューティ比に応じてLEDストリング102の輝度を制御する（PWM調光）。

【0004】

駆動回路200rは、DC/DCコンバータ202、抵抗 R_1 、 R_2 、PWM調光用のトランジスタ（調光スイッチ）M2、電流検出抵抗 R_{s2} および制御回路300rを備える。

20

【0005】

LEDストリング102のカソードと接地ラインの間には、調光スイッチM2および電流検出抵抗 R_{s2} が直列に設けられる。調光スイッチM2はPWM調光を行うために設けられ、点灯区間において調光スイッチM2がオン、消灯区間において調光スイッチM2がオフする。点灯区間において電流検出抵抗 R_{s2} には、駆動電流 I_{LED} に比例した電圧降下（電流検出信号 V_{s2} ）が発生する。電流検出信号 V_{s2} は、制御回路300rの電流検出（ISENSE）端子にフィードバックされる。

【0006】

30

DC/DCコンバータ202は、インダクタ L_1 、整流ダイオードD1、スイッチングトランジスタM1、出力キャパシタC1、電流検出抵抗 R_{s1} を含み、制御回路300rとともに昇圧型DC/DCコンバータを構成する。入力ライン204には、入力電圧 V_{IN} が入力され、出力ライン206には、LEDストリング102のアノードが接続される。制御回路300rは、スイッチングトランジスタM1をスイッチングすることにより、LEDストリング102のアノードに昇圧された出力電圧 V_{OUT} を供給する。電流検出抵抗 R_{s1} には、スイッチングトランジスタM1のオン区間においてインダクタ L_1 に流れるコイル電流 I_{L1} に比例した電圧降下（電流検出信号） V_{s1} が発生する。電流検出信号 V_{s1} は、制御回路300rの電流検出（CS）端子にフィードバックされる。

【0007】

40

抵抗 R_1 および R_2 は、出力電圧 V_{OUT} を分圧し、電圧検出信号 V_{OV_P} を生成する。電圧検出信号 V_{OV_P} は、制御回路300rの過電圧保護（OVP）端子に入力される。

【0008】

制御回路300rは、誤差増幅器302、スイッチ304、デューティコントローラ306、ゲートドライバ308、調光ドライバ310、フィードバック電圧保持部312、しきい値電圧生成部314、コンパレータ316、を備える。

【0009】

制御回路300rは、目標輝度に応じてパルス幅変調された調光パルス信号PWMを生成する。たとえば調光パルス信号PWMのハイレベルが点灯区間に、ローレベルが消灯区

50

間に対応する。調光ドライバ310は、調光パルス信号PWMにもとづいて調光スイッチM2をスイッチングする。

【0010】

誤差増幅器302はgmアンプであり、電流検出信号Vs2と調光制御電圧V_{ADIM}の誤差を増幅し、誤差に応じた電流を生成する。フィードバック(FB)端子には、位相補償用の抵抗R_{FB}およびキャパシタC_{FB}が接続される。スイッチ304は、調光パルス信号PWMがハイレベルのときオンし、ローレベルのときオフする。したがって調光パルス信号PWMがハイレベルの点灯区間において、FB端子に生ずるフィードバック電圧V_{FB}は、電流検出信号Vs2と調光制御電圧V_{ADIM}の誤差がゼロとなるように調節される。

10

【0011】

デューティコントローラ306は、ゲートパルス信号S1を生成する。デューティコントローラ306は、点灯区間において、少なくともフィードバック電圧V_{FB}にもとづいてゲートパルス信号S1のデューティ比を調節する。デューティコントローラ306は、たとえば電流モードのパルス変調器であり、ゲートパルス信号S1のデューティ比に、電流検出信号Vs1、すなわちコイル電流I_{L1}を反映させてもよい。

【0012】

ゲートドライバ308は、ゲートパルス信号S1にもとづいて、スイッチングトランジスタM1をスイッチングする。

20

【0013】

消灯区間において、スイッチングトランジスタM1のスイッチングを完全に停止すると、出力電圧V_{OUT}が低下するおそれがある。そこで制御回路300rは、消灯区間において、スイッチングトランジスタM1をスイッチングすることにより、出力電圧V_{OUT}を一定レベルに維持する。これを電圧保持機能という。フィードバック電圧保持部312、しきい値電圧生成部314、コンパレータ316は、電圧保持機能のために設けられる。

【0014】

フィードバック電圧保持部312は、調光パルス信号PWMがローレベルに遷移すると、つまり点灯区間から消灯区間に遷移すると、フィードバック電圧V_{FB}をサンプルホールドする。しきい値電圧生成部314は、調光パルス信号PWMがローレベルに遷移すると、つまり点灯区間から消灯区間に遷移すると、電圧検出信号V_{OVp}をサンプルホールドする。

30

【0015】

消灯期間において、デューティコントローラ306は、フィードバック電圧保持部312によりサンプルホールドされたフィードバック電圧V_{FB_H}に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号S1を生成する。

【0016】

しきい値電圧生成部314は、消灯期間の間、サンプルホールドされた電圧検出信号V_{OVp}に応じたしきい値電圧V_{TH}を出力する。コンパレータ316は消灯期間において、電圧検出信号V_{OVp}をしきい値電圧V_{TH}と比較し、比較信号S2を生成する。ゲートドライバ308は消灯期間において、V_{OVp} < V_{TH}のとき、ゲートパルス信号S1に応じてスイッチングトランジスタM1をスイッチングし、V_{OVp} > V_{TH}のとき、スイッチングトランジスタM1のスイッチングを停止する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献1】特開2008-186668号公報

【特許文献2】特開2013-105628号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 1 8 】

本発明者は、かかる発光装置 1 0 0 r について検討した結果、以下の課題を認識するに至った。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、図 1 の発光装置 1 0 0 r の動作波形図である。図 2 には、調光パルス信号 PWM のデューティ比が徐々に低下するときの動作が示される。

しきい値電圧 V_{TH} を、直前にサンプリングされた電圧検出信号 V_{OVp} 以下に設定する場合を考える。この場合、調光パルス信号 PWM のサイクルごとにしきい値電圧 V_{TH} が低下していき、それとともに出力電圧 V_{OUT} が低下していく。つまり電圧保持機能が無効となる。出力電圧 V_{OUT} が低下すると、LED ストリング 1 0 2 に対する駆動電圧が不足し、LED ストリング 1 0 2 の輝度が目標値より小さくなり、やがて点灯不能となる可能性もある。

10

【 0 0 2 0 】

また、しきい値電圧 V_{TH} を、直前にサンプリングされた電圧検出信号 V_{OVp} より高く設定する場合においても、出力電圧 V_{OUT} が低下していく状況が生じることが確認された。

【 0 0 2 1 】

本発明に係る課題に鑑みてなされたものであり、そのある態様の例示的な目的のひとつは、PWM 調光の輝度を時間とともに低下させる状況においても、出力電圧 V_{OUT} を有効に保持可能な制御回路の提供にある。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 2 】

本発明のある態様は、発光素子の駆動回路の制御回路に関する。駆動回路は、発光素子と直列に接続された調光スイッチおよび電流検出抵抗と、発光素子、調光スイッチおよび電流検出抵抗の両端間に出力電圧を供給する DC / DC コンバータと、を備える。制御回路は、調光パルス信号が点灯区間を指示するとき調光スイッチをオンし、調光パルス信号が消灯区間を指示するとき調光スイッチをオフする調光ドライバと、電流検出抵抗の電圧降下に応じた第 1 電流検出信号と、発光素子の目標輝度を指示する調光電圧との誤差に応じたフィードバック電圧を生成する誤差増幅器と、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間より長い場合に、出力電圧に応じた電圧検出信号をサンプルホールドし、サンプルホールドした値に応じたしきい値電圧を生成するしきい値電圧生成部と、フィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するデューティコントローラと、消灯区間において、しきい値電圧と電圧検出信号を比較するコンパレータと、(i) 点灯区間において、ゲートパルス信号に応じて DC / DC コンバータをスイッチングするとともに、(ii) 消灯区間において、コンパレータの比較結果に応じてスイッチング状態と停止状態を遷移し、(ii-1) スwitching 状態においてゲートパルス信号に応じて DC / DC コンバータをスイッチングし、(ii-2) 停止状態において前記 DC / DC コンバータのスイッチングを停止するゲートドライバと、を備える。

30

【 0 0 2 3 】

この態様によると、調光パルス信号のデューティ比が徐々に低下する状況において、デューティ比がある値まで低下すると、しきい値電圧生成部による電圧検出信号のサンプリングが行われなくなり、しきい値電圧は、最後にサンプリングされた電圧検出信号に応じたレベルに維持される。これにより、しきい値電圧が低下し続けるのを防止でき、出力電圧を適切なレベルに維持できる。

40

【 0 0 2 4 】

最小時間は、DC / DC コンバータのスイッチング周期の所定数倍であってもよい。

この場合、最小時間を DC / DC コンバータのスイッチング周期を単位として定めることができるため、幅広いスイッチング周期 (周波数) において、出力電圧を適切なレベルに維持できる。

【 0 0 2 5 】

50

調光パルス信号は、消灯区間においてオフレベル、点灯区間においてオンレベルをとってもよい。しきい値電圧生成部は、調光パルス信号のオンレベルの長さが最小時間より長いときにアサートされる許可信号を生成する許可信号生成部と、許可信号がアサートされた状態で、調光パルス信号がオンレベルからオフレベルに遷移すると、サンプリング信号をアサートするサンプリング制御部と、を含んでもよい。しきい値電圧生成部は、サンプリング信号がアサートされると、電圧検出信号をサンプリングしてもよい。

【0026】

許可信号生成部は、調光パルス信号がオフレベルからオンレベルに遷移すると経時測定を開始し、調光パルス信号がオンレベルからオフレベルに遷移するより前に、最小時間が経過すると、許可信号をアサートしてもよい。

10

【0027】

許可信号生成部は、調光パルス信号がオフレベルからオンレベルに遷移するとカウントを開始し、調光パルス信号がオンレベルからオフレベルに遷移するとリセットされ、カウント値が最小時間に応じた値に達すると許可信号をアサートするカウンタを含んでもよい。

【0028】

カウンタは、DC/DCコンバータのスイッチング周期に応じたクロック信号をカウントしてもよい。

この場合、しきい値電圧が更新されなくなる最小時間を、DC/DCコンバータのスイッチング周期を単位として定めることができるため、幅広いスイッチング周期（周波数）に対応できる。加えて、デューティコントローラが使用するオシレータを、カウンタによる時間測定に流用することができるため、別にオシレータを設ける必要がなくなり、回路規模を小さくできる。

20

【0029】

調光パルス信号は、消灯区間においてローレベル、点灯区間においてハイレベルをとってもよい。許可信号のハイレベルがアサートに対応づけられてもよい。サンプリング制御部は、調光パルス信号を反転するインバータと、インバータの出力と許可信号の論理積をとり、サンプリング信号を生成するANDゲートと、を含んでもよい。

【0030】

ある態様の制御回路は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、フィードバック電圧をサンプルホールドするフィードバック電圧保持部をさらに備えてもよい。デューティコントローラは、(i)点灯区間において、フィードバック電圧に応じてゲートパルス信号のデューティ比を調節し、(ii)消灯区間において、フィードバック電圧保持部によりホールドされたフィードバック電圧に応じてゲートパルス信号のデューティ比を調節してもよい。

30

【0031】

本発明の別の態様は、発光素子の駆動回路に関する。駆動回路は、発光素子と直列に接続された調光スイッチおよび電流検出抵抗と、発光素子、調光スイッチおよび電流検出抵抗の両端間に出力電圧を供給するDC/DCコンバータと、調光スイッチをスイッチングするとともに、DC/DCコンバータを制御する上述のいずれかの制御回路と、を備えてもよい。

40

【0032】

本発明の別の態様は、発光装置に関する。発光装置は、発光素子と、発光素子を駆動する上述の駆動回路と、を備えてもよい。

【0033】

本発明の別の態様は、電子機器に関する。電子機器は、液晶パネルと、液晶パネルのバックライトとして設けられた発光素子と、発光素子を駆動する上述の駆動回路と、を備えてもよい。

【0034】

本発明の別の態様は、N個（Nは自然数）の発光素子を駆動する駆動回路の制御回路に

50

関する。駆動回路は、N個の発光素子の共通接続された第1端子に出力電圧を供給するDC/DCコンバータと、N個の発光素子に対応づけられ、それぞれが対応する発光素子の第2端子と接続され、所定の駆動電流を生成するオン状態と駆動電流を停止するオフ状態とが切りかえ可能に構成された、N個の電流源と、を備える。制御回路は、N個の発光素子それぞれに対応するN個の調光パルス信号を生成し、N個の電流源のオン状態とオフ状態を切りかえる調光制御部と、N個の発光素子の第2端子の電圧のうち最も低い電圧と所定の基準電圧の誤差に応じたフィードバック電圧を生成する誤差増幅器と、N個の調光パルス信号のうち少なくともひとつがオン状態を指示する点灯区間から、N個の調光パルス信号のすべてがオフ状態を指示する消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間より長い場合に、出力電圧に応じた電圧検出信号をサンプルホールドし、サンプルホールドした値に応じたしきい値電圧を生成するしきい値電圧生成部と、フィードバック電圧に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号を生成するデューティコントローラと、消灯区間において、しきい値電圧と電圧検出信号を比較するコンパレータと、(i)点灯区間において、ゲートパルス信号に応じてDC/DCコンバータをスイッチングするとともに、(ii)消灯区間において、コンパレータの比較結果に応じてスイッチング状態と停止状態を遷移し、(ii-1)スイッチング状態においてゲートパルス信号に応じてDC/DCコンバータをスイッチングし、(ii-2)停止状態において前記DC/DCコンバータのスイッチングを停止するゲートドライバと、を備える。

10

【0035】

この態様によると、点灯区間が徐々に短くなる状況において、点灯区間が最小時間まで短くなると、しきい値電圧生成部による電圧検出信号のサンプリングが行われなくなり、しきい値電圧は、最後にサンプリングされた電圧検出信号に応じたレベルに維持される。これにより、しきい値電圧が低下し続けるのを防止でき、出力電圧を適切なレベルに維持できる。

20

【0036】

最小時間は、DC/DCコンバータのスイッチング周期の所定数倍であってもよい。

この場合、しきい値電圧が更新されなくなる最小時間を、DC/DCコンバータのスイッチング周期を単位として定めることができるため、幅広いスイッチング周期(周波数)において、出力電圧を適切なレベルに維持できる。

【0037】

調光制御部は、N個の調光パルス信号がオフ状態を指示するときにアサートされ、少なくともひとつがオン状態を指示するときネゲートされる全チャンネルオフ信号を生成してもよい。しきい値電圧生成部は、全チャンネルオフ信号が最小時間より長くネゲートされるときに、アサートされる許可信号を生成する許可信号生成部と、許可信号がアサートされた状態で、全チャンネルオフ信号がアサートされると、サンプリング信号をアサートするサンプリング制御部と、を含んでもよい。しきい値電圧生成部は、サンプリング信号がアサートされると、電圧検出信号をサンプリングしてもよい。

30

【0038】

許可信号生成部は、全チャンネルオフ信号がネゲートされると経時測定を開始し、全チャンネルオフ信号がアサートされるより前に、最小時間が経過すると、許可信号をアサートしてもよい。

40

【0039】

許可信号生成部は、全チャンネルオフ信号がネゲートされるとカウントを開始し、全チャンネルオフ信号がアサートされるとリセットされ、カウント値が最小時間に応じた値に達すると許可信号をアサートするカウンタを含んでもよい。

【0040】

カウンタは、DC/DCコンバータのスイッチング周期に応じたクロック信号をカウントしてもよい。

この場合、最小時間をDC/DCコンバータのスイッチング周期を単位として定めることができるため、幅広いスイッチング周期(周波数)において出力電圧を適切なレベルに

50

維持できる。加えて、デューティコントローラが使用するオシレータを、カウンタによる時間測定に流用することができるため、別にオシレータを設ける必要がなくなり、回路規模を小さくできる。

【0041】

ある態様の制御回路は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、フィードバック電圧をサンプルホールドするフィードバック電圧保持部をさらに備えてもよい。デューティコントローラは、(i)点灯区間において、フィードバック電圧に応じてゲートパルス信号のデューティ比を調節し、(ii)消灯区間において、フィードバック電圧保持部によりホールドされたフィードバック電圧に応じてゲートパルス信号のデューティ比を調節してもよい。

10

【0042】

本発明の別の態様は、N個の発光素子を駆動する駆動回路に関する。駆動回路は、N個の発光素子の共通接続された第1端子に出力電圧を供給するDC/DCコンバータと、N個の発光素子に対応づけられ、それぞれが対応する発光素子の第2端子と接続され、所定の駆動電流を生成するオン状態と駆動電流を停止するオフ状態とが切りかえ可能に構成された、N個の電流源と、N個の電流源およびDC/DCコンバータを制御する上述のいずれかの制御回路と、を備えてもよい。

【0043】

本発明の別の態様は、発光装置に関する。発光装置は、N個の発光素子と、N個の発光素子を駆動する上述の駆動回路と、を備えてもよい。

20

【0044】

本発明の別の態様は、電子機器に関する。電子機器は、液晶パネルと、液晶パネルのバックライトとして設けられたN個の発光素子と、N個の発光素子を駆動する上述の駆動回路と、を備えてもよい。

【0045】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0046】

本発明のある態様によれば、PWM調光の輝度を時間とともに低下させる状況においても、DC/DCコンバータの出力電圧を有効に保持できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明者が検討した発光装置の回路図である。

【図2】図1の発光装置の動作波形図である。

【図3】第1の実施の形態に係る発光装置の回路図である。

【図4】しきい値電圧生成部の構成例を示す回路図である。

【図5】図5(a)、(b)は、図4のしきい値電圧生成部の動作波形図である。

【図6】図3の発光装置の動作波形図である。

【図7】第2の実施の形態に係る発光装置の回路図である。

40

【図8】図7の発光装置を備える電子機器を示す回路図である。

【図9】図8の電子機器を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

【0049】

50

本明細書において、「部材 A が、部材 B と接続された状態」とは、部材 A と部材 B が物理的に直接的に接続される場合のほか、部材 A と部材 B が、それらの電気的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

同様に、「部材 C が、部材 A と部材 B の間に設けられた状態」とは、部材 A と部材 C、あるいは部材 B と部材 C が直接的に接続される場合のほか、それらの電気的な接続状態に実質的な影響を及ぼさない、あるいはそれらの結合により奏される機能や効果を損なわない、その他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

【 0 0 5 0 】

(第 1 の実施の形態)

図 3 は、第 1 の実施の形態に係る発光装置 1 0 0 の回路図である。発光装置 1 0 0 は、発光素子である LED ストリング 1 0 2 および駆動回路 2 0 0 を備える。LED ストリング 1 0 2 は、直列に接続された複数の LED を有する。駆動回路 2 0 0 は、図 1 の駆動回路 2 0 0 r と同様に、LED ストリング 1 0 2 と直列に接続された調光スイッチ M 2 および電流検出抵抗 R_{s2} と、DC / DC コンバータ 2 0 2 と、制御回路 3 0 0 と、を備える。DC / DC コンバータ 2 0 2 は、LED ストリング 1 0 2、調光スイッチ M 2、電流検出抵抗 R_{s2} の両端間に出力電圧 V_{OUT} を供給する。制御回路 3 0 0 は、ひとつの半導体基板に一体集積化された機能 IC であり、調光スイッチ M 2 および DC / DC コンバータ 2 0 2 を制御する。「一体集積化」とは、回路の構成要素のすべてが半導体基板上に形成される場合や、回路の主要構成要素が一体集積化される場合が含まれ、回路定数の調節用に一部の抵抗やキャパシタなどが半導体基板の外部に設けられていてもよい。

【 0 0 5 1 】

制御回路 3 0 0 は、図 1 の制御回路 3 0 0 r と同様に、誤差増幅器 3 0 2、スイッチ 3 0 4、デューティコントローラ 3 0 6、ゲートドライバ 3 0 8、調光ドライバ 3 1 0、フィードバック電圧保持部 3 1 2、しきい値電圧生成部 3 1 4、コンパレータ 3 1 6 を備える。

【 0 0 5 2 】

制御回路 3 0 0 は、調光パルス信号 PWM に応じて調光スイッチ M 2 をスイッチングする。調光パルス信号 PWM は、点灯区間においてオンレベル（たとえばハイレベル）、消灯区間においてオフレベル（たとえばローレベル）をとる。調光パルス信号 PWM は、制御回路 3 0 0 の内部で生成されてもよいし、外部のプロセッサにより生成されてもよい。

【 0 0 5 3 】

調光ドライバ 3 1 0 は、調光パルス信号 PWM がオンレベルのとき調光スイッチ M 2 をオン、調光パルス信号 PWM がオフレベルのとき調光スイッチ M 2 をオフする。

【 0 0 5 4 】

誤差増幅器 3 0 2 は、電流検出抵抗 R_{s2} の電圧降下に応じた第 1 電流検出信号 V_{s1} と発光素子 1 0 2 の目標輝度を指示する調光電圧 V_{ADM} との誤差を増幅し、誤差に応じたフィードバック電圧 V_{FB} を生成する。スイッチ 3 0 4 は、点灯区間すなわち調光パルス信号 PWM がオンレベルのときオン、消灯区間すなわち調光パルス信号 PWM がオフレベルのときオフする。

【 0 0 5 5 】

フィードバック電圧保持部 3 1 2 は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、フィードバック電圧 V_{FB} をサンプルホールドする。具体的には、フィードバック電圧保持部 3 1 2 は、調光パルス信号 PWM がオンレベルからオフレベルに遷移するエッジ（ネガティブエッジ）を利用して、フィードバック電圧 V_{FB} をサンプリングしてもよい。

【 0 0 5 6 】

デューティコントローラ 3 0 6 は、(i) 点灯区間つまり調光パルス信号 PWM がオンレベルの期間において、フィードバック電圧 V_{FB} に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号 S 1 を生成し、(ii) 消灯区間つまり調光パルス信号 PWM がオフレベルの期間において、フィードバック電圧保持部 3 1 2 によりサンプルホールドされたフィードバ

10

20

30

40

50

ック電圧 V_{FB_H} に応じたデューティ比を有するゲートパルス信号 S_1 を生成する。デューティコントローラ 306 の構成および変調方式は特に限定されない。たとえばデューティコントローラ 306 は、ピーク電流モードあるいは平均電流モードのパルス幅変調器を含んでもよい。この場合、デューティコントローラ 306 は、デューティ比に電流検出抵抗 R_{s1} の電圧降下 V_{s1} を反映させてもよい。あるいはデューティコントローラ 306 は、電圧モードのパルス変調器を含んでもよい。

【0057】

本実施の形態において、しきい値電圧生成部 314 の構成および動作が、図 1 のしきい値電圧生成部 314 と異なっている。図 3 のしきい値電圧生成部 314 は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、つまり調光パルス信号 PWM がオンレベルからオフレベルに遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間 T_{MIN} より長い場合に、出力電圧 V_{OUT} に応じた電圧検出信号 V_{OV_P} をサンプルホールドする。またしきい値電圧生成部 314 は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間 T_{MIN} より短い場合には、電圧検出信号 V_{OV_P} を新たにサンプリングせず、既にサンプリングされた値をホールドし続ける。しきい値電圧生成部 314 は、ホールドしている電圧検出信号 V_{OV_P} に応じたしきい値電圧 V_{TH} を生成する。

10

【0058】

コンパレータ 316 は、消灯区間において、しきい値電圧 V_{TH} と電圧検出信号 V_{OV_P} を比較し、比較結果を示す比較信号 S_2 を生成する。コンパレータ 316 はヒステリシスコンパレータであってもよい。

20

【0059】

ゲートドライバ 308 は、(i) 点灯区間において、ゲートパルス信号 S_1 に応じて DC/DC コンバータ 202 のスイッチングトランジスタ M_1 をスイッチングする。またゲートドライバ 308 は (ii) 消灯区間において、コンパレータ 316 の比較結果を示す比較信号 S_2 に応じて、(ii-1) ゲートパルス信号に応じて DC/DC コンバータをスイッチングするスイッチング状態と、(ii-2) スwitching を停止する停止状態と、を繰り返す。

【0060】

図 4 は、しきい値電圧生成部 314 の構成例を示す回路図である。

しきい値電圧生成部 314 は、サンプリング信号生成部 320、サンプルホールド回路 340 を備える。

30

【0061】

サンプリング信号生成部 320 は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、つまり調光パルス信号 PWM がオンレベルからオフレベルに遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間 T_{MIN} より長い場合に、サンプリング信号 S_4 をアサート（たとえばハイレベル）する。

【0062】

サンプリング信号生成部 320 は、許可信号生成部 322、サンプリング制御部 328 を含む。

【0063】

許可信号生成部 322 は、調光パルス信号 PWM のオンレベル（ハイレベル）の長さが最小時間 T_{MIN} より長いときに、許可信号 S_3 をアサートする。図 4 の許可信号生成部 322 は、調光パルス信号 PWM がオフレベル（ローレベル）からオンレベル（ハイレベル）に遷移すると、つまりポジティブエッジが発生すると、経時測定を開始する。そして許可信号生成部 322 は、調光パルス信号 PWM がオンレベル（ハイレベル）からオフレベル（ローレベル）に遷移するより前に、つまり調光パルス信号 PWM のネガティブエッジより前に、最小時間 T_{MIN} が経過すると、許可信号 S_3 をアサートする。

40

【0064】

具体的には許可信号生成部 322 は、オシレータ 324 およびカウンタ 326 を含む。オシレータ 324 は、所定の周期のクロック信号 CK を生成する。カウンタ 326 は、調

50

光パルス信号 P W M がオフレベル（ローレベル）からオンレベル（ハイレベル）に遷移すると、つまり調光パルス信号 P W M のポジティブエッジが発生すると、クロック信号 C K のカウントを開始する。カウンタ 3 2 6 は、調光パルス信号 P W M がオンレベル（ハイレベル）からオフレベル（ローレベル）に遷移すると、つまり調光パルス信号 P W M のネガティブエッジが発生すると、リセットされる。カウンタ 3 2 6 は、そのカウント値が最小時間 $T_{M I N}$ に応じた値に達すると、許可信号 S 3 をアサートする。なお、許可信号生成部 3 2 2 の構成は図 4 のそれには限定されない。許可信号生成部 3 2 2 はアナログタイマーを用いて構成してもよい。

【 0 0 6 5 】

サンプリング制御部 3 2 8 は、許可信号 S 3 がアサートされた状態で、調光パルス信号 P W M がオンレベル（ハイレベル）からオフレベル（ローレベル）に遷移すると、つまり調光パルス信号 P W M のネガティブエッジが発生すると、サンプリング信号 S 4 をアサート（たとえばハイレベル）する。サンプリング制御部 3 2 8 の構成は特に限定されないが、たとえば、サンプリング制御部 3 2 8 は、調光パルス信号 P W M を反転するインバータ 3 3 0 と、インバータ 3 3 0 の出力 # P W M（# は論理反転を示す）と許可信号 S 3 の論理積をとりサンプリング信号 S 4 を出力する A N D ゲート 3 3 2 と、を含む。

【 0 0 6 6 】

図 5（ a ） 、 （ b ） は、図 4 のしきい値電圧生成部 3 1 4 の動作波形図である。図 5（ a ） は、調光パルス信号 P W M のパルス幅 が最小時間 $T_{M I N}$ より長いとき、図 5（ b ） は、調光パルス信号 P W M のパルス幅 が最小時間 $T_{M I N}$ より短いときを示す。

【 0 0 6 7 】

好ましくは、最小時間 $T_{M I N}$ は、 D C / D C コンバータ 2 0 2 のスイッチング周期の所定数倍である。電流モードあるいは電圧モードのデューティコントローラ 3 0 6 は、スイッチング周期を有する周期信号を生成するオシレータを含む。そこでしきい値電圧生成部 3 1 4 は、デューティコントローラ 3 0 6 において生成される周期信号（もしくはそれと分周、逡倍関係にある周期信号）をクロック信号 C K として利用し、最小時間 $T_{M I N}$ を測定してもよい。

【 0 0 6 8 】

クロック信号 C K と、デューティコントローラ 3 0 6 の周期信号を別々の信号とする場合、デューティコントローラ 3 0 6 のオシレータとは別に、オシレータ 3 2 4 が必要となるが、クロック信号 C K と周期信号を同一の信号とすれば、許可信号生成部 3 2 2 のオシレータ 3 2 4 を省略できる。

【 0 0 6 9 】

加えて、クロック信号 C K とデューティコントローラ 3 0 6 の周期信号を相互に無関係な別々の信号とする場合、最小時間 $T_{M I N}$ が、 D C / D C コンバータ 2 0 2 のスイッチング周期（周波数）に依存せずに一定となる。一方、発光装置 1 0 0 の設計者にとっては、最小時間 $T_{M I N}$ がスイッチング周期と連動した方が設計が容易となる場合もある。つまり、クロック信号 C K とデューティコントローラ 3 0 6 の周期信号を、同一の信号とすれば、最小時間 $T_{M I N}$ は、 D C / D C コンバータの周波数によらずに、常に D C / D C コンバータのスイッチングの N 周期（ N はカウンタ 3 2 6 のカウント値）の長さとなる。あるいはクロック信号 C K とデューティコントローラ 3 0 6 の周期信号が、逡倍もしくは分周関係にある場合も同様である。したがって、発光装置 1 0 0 の設計者は、最小時間 $T_{M I N}$ を、スイッチング周期を単位として管理することができる。

【 0 0 7 0 】

サンプルホールド回路 3 4 0 は、サンプリング信号 S 4 がアサートされると、電圧検出信号 $V_{O V P}$ をサンプリングし、サンプリングした電圧に応じたしきい値電圧 $V_{T H}$ を生成する。

【 0 0 7 1 】

図 4 のサンプルホールド回路 3 4 0 は、 A / D コンバータ 3 4 2、レジスタ 3 4 4、 D / A コンバータ 3 4 6 を含む。 A / D コンバータ 3 4 2 は、サンプリング信号 S 4 がアサ

10

20

30

40

50

ートされると、電圧検出信号 $V_{OV P}$ をサンプリングし、デジタル値 S_5 に変換する。デジタル値 S_5 は、レジスタ 344 に書き込まれ、保持される。D/Aコンバータ 346 は、レジスタ 344 のデジタル値 S_5 をアナログ電圧に変換し、しきい値電圧 V_{TH} を出力する。

【0072】

A/Dコンバータ 342、D/Aコンバータ 346 を高精度に構成すると、回路規模が大きくなる。そこでA/Dコンバータ 342、D/Aコンバータ 346 は、1LSBが0.1V程度となる精度で構成してもよい。この場合、それぞれに、無視できない量子化誤差が存在するため、 $V_{OV P}$ と V_{TH} を完全に一致させることは難しいが、サンプルホールド回路 340 は、 $V_{OV P}$ になるべく近い V_{TH} を生成するよう構成される。たとえば
A/Dコンバータ 342 は、 $V_{OV P}$ を超えない最大値を示すデジタルデータ S_5 を生成し、D/Aコンバータ 346 は、デジタルデータ S_5 をアナログ電圧 V_{TH} に変換してもよい。この場合、 V_{TH} $V_{OV P}$ の関係が成り立つ。

10

【0073】

サンプルホールド回路 340 は、キャパシタおよびスイッチで構成されるアナログサンプルホールド回路であってもよい。この場合も、 V_{TH} $V_{OV P}$ が成り立つ。なお、サンプルホールド回路 340 にレベルシフト回路を組み込み、 $V_{TH} > V_{OV P}$ となるようしきい値電圧 V_{TH} を生成してもよい。

【0074】

以上がしきい値電圧生成部 314 の構成である。続いて、図3の発光装置 100 の動作を説明する。

20

【0075】

図6は、図3の発光装置 100 の動作波形図である。図2と同様に調光パルス信号 PWM のデューティ比は時間とともに小さく、つまり点灯区間は時間とともに短くなっていく。

【0076】

最初の調光パルス信号 PWM のパルス幅 (点灯区間) t_1 は、最小時間 T_{MIN} より長い。したがって、時刻 t_1 の調光パルス信号 PWM のネガティブエッジのタイミングで、しきい値電圧生成部 314 は電圧検出信号 $V_{OV P}$ をサンプルホールドし、しきい値電圧 V_{TH} を更新する。

30

【0077】

2 個目の調光パルス信号 PWM のパルス幅 t_2 は、最小時間 T_{MIN} より短い。したがって続く調光パルス信号 PWM のネガティブエッジのタイミング t_2 において、サンプリング信号 S_4 はアサートされず、しきい値電圧生成部 314 による電圧検出信号 $V_{OV P}$ のサンプリングは行われぬ。その結果、しきい値電圧 V_{TH} は、前回の値 V_{TH1} が維持される。その後、3 個目、4 個目の調光パルス信号 PWM のパルス幅 t_3 、 t_4 も最小時間 T_{MIN} より短い。したがって各調光パルス信号 PWM のネガティブエッジのタイミング t_3 、 t_4 においても、サンプリング信号 S_4 はアサートされず、しきい値電圧生成部 314 による電圧検出信号 $V_{OV P}$ のサンプリングは行われぬ。その結果、しきい値電圧 V_{TH} は、元の値 V_{TH1} が維持される。

40

【0078】

このように、図3の発光装置 100 によれば、調光パルス信号 PWM のデューティ比を徐々に低下させた場合でも、しきい値電圧 V_{TH} が低下していくのを防止できる。これにより、電圧検出信号 $V_{OV P}$ 言い換えれば出力電圧 V_{OUT} を、LEDストリング 102 を目標輝度で発光しうる電圧レベルに保持することができる。

【0079】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態は、単一のLEDストリング 102 を駆動する駆動回路 200 について説明した。第2の実施の形態では、複数チャンネルのLEDストリング 102 を駆動する駆動回路 200 a について、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

50

【 0 0 8 0 】

図 7 は、第 2 の実施の形態に係る発光装置 1 0 0 a の回路図である。発光装置 1 0 0 a は、ひとつまたは複数の LED スtring 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ N および駆動回路 2 0 0 a を備える。

【 0 0 8 1 】

駆動回路 2 0 0 a は、DC / DC コンバータ 2 0 2 および制御回路 3 0 0 a を備える。本実施の形態では、複数の電流源 CS 1 ~ CS N が制御回路 3 0 0 a に内蔵されるが、それらの一部あるいは全部は、制御回路 3 0 0 a に外付けされてもよい。

【 0 0 8 2 】

DC / DC コンバータ 2 0 2 は、複数の LED スtring 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ N の共通接続された一端（アノード）に出力電圧 V_{OUT} を供給する。

10

【 0 0 8 3 】

複数の電流源 CS 1 ~ CS N は、複数の LED スtring 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ N に対応づけられる。各電流源 CS __ i (1 ≤ i ≤ N) は、対応する LED スtring 1 0 2 __ i の第 2 端子（カソード）と接続され、所定の駆動電流 I_{LED_i} を生成するオン状態と駆動電流 I_{LED_i} を停止するオフ状態とが切りかえ可能に構成される。

【 0 0 8 4 】

制御回路 3 0 0 a は、図 3 の制御回路 3 0 0 に加えて、調光制御部 3 5 0 を備える。3 5 0 は、複数の LED スtring 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ N それぞれに対応する複数の調光パルス信号 PWM 1 ~ PWM N を生成する。そして調光制御部 3 5 0 は、複数の調光パルス信号 PWM 1 ~ PWM N に応じて、複数の電流源 CS 1 ~ CS N のオン状態とオフ状態を切りかえる。

20

【 0 0 8 5 】

また調光制御部 3 5 0 は、複数の調光パルス信号 PWM 1 ~ PWM N のすべてがオフ状態を指示するときにはアサート（たとえばハイレベル）され、少なくともひとつがオン状態を指示するときネゲート（たとえばローレベル）される全チャンネルオフ信号 PWM __ ALL __ L を生成する。全チャンネルオフ信号 PWM __ ALL __ L は、複数の調光パルス信号 PWM 1 ~ PWM N の否定論理和を生成する NOR ゲートにより生成してもよい。

【 0 0 8 6 】

誤差増幅器 3 0 2 は、複数の LED スtring 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ N の第 2 端子（カソード）LED 1 ~ LED N の電圧 $V_{LED_1} \sim V_{LED_N}$ のうち最も低い電圧と所定の基準電圧 V_{REF} の誤差に応じたフィードバック電圧 V_{FB} を生成する。

30

【 0 0 8 7 】

本実施の形態において、複数の調光パルス信号 PWM 1 ~ PWM N のうち少なくともひとつがオン状態を指示する区間を点灯区間という。また複数の調光パルス信号 PWM 1 ~ PWM N のすべてがオフ状態を指示する状態を消灯区間という。点灯区間において、全チャンネルオフ信号 PWM __ ALL __ L がネゲートされ、消灯区間において、全チャンネルオフ信号 PWM __ ALL __ L はアサートされる。

【 0 0 8 8 】

フィードバック電圧保持部 3 1 2 a は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、つまり全チャンネルオフ信号 PWM __ ALL __ L がアサートされると、フィードバック電圧 V_{FB} をサンプルホールドする。

40

【 0 0 8 9 】

しきい値電圧生成部 3 1 4 a は、点灯区間から消灯区間に遷移するとき、直前の点灯区間が最小時間 T_{MIN} より長い場合に、出力電圧 V_{OUT} に応じた電圧検出信号 V_{OV_P} をサンプルホールドし、サンプルホールドした値に応じたしきい値電圧 V_{TH} を生成する。たとえばしきい値電圧生成部 3 1 4 a は、全チャンネルオフ信号 PWM __ ALL __ L を利用して、この処理を行うことができる。

【 0 0 9 0 】

より具体的には、しきい値電圧生成部 3 1 4 a は、図 4 と同様に構成できる。すなわち

50

許可信号生成部 322 は、全チャンネルオフ信号 PWM__ALL__L がネゲートされると経時測定を開始し、全チャンネルオフ信号 PWM__ALL__L がアサートされるより前に、最小時間 T_{MIN} が経過すると、許可信号 S3 をアサートすればよい。

【0091】

第2の実施の形態に係る駆動回路 200a によっても、第1の実施の形態と同様に、調光パルス信号 PWM のデューティ比を徐々に低下させた場合でも、しきい値電圧 V_{TH} が低下していくのを防止できる。これにより、電圧検出信号 V_{OV} 言い換えれば出力電圧 V_{OUT} を、LED スtring 102 を目標輝度で発光しうる電圧レベルに保持することができる。

【0092】

最後に、実施の形態に係る発光装置を用いた電子機器を説明する。

図8は、図7の発光装置 100a を備える電子機器 500 を示す回路図である。電子機器 500 は、ノートPC やディスプレイ装置、テレビ受像器など、商用交流電源からの電力を受けて動作するデバイスである。

【0093】

電子機器 500 は、発光装置 100 に加えて、整流回路 502、平滑コンデンサ 504、DC/DC コンバータ 506、LCD パネル 508 を備える。発光装置 100 は、LCD パネル 508 のバックライトとして使用される。

【0094】

整流回路 502 は、商用交流電圧 V_{AC} を整流する。平滑コンデンサ 504 は、整流された電圧を平滑化し、直流電圧 V_{DC} を生成する。DC/DC コンバータ 506 は直流電圧 V_{DC} を降圧する。発光装置 100 は、DC/DC コンバータ 506 からの直流電圧 V_{IN} を受けて動作する。

【0095】

図9は、図8の電子機器 500 を示す斜視図である。図9の電子機器 500 は、エッジライト型のディスプレイ装置である。LCD パネル 508 の背面には、複数の導光板 510__1 ~ 510__N が配置される。4チャンネルのLED String 102__1 ~ 102__4 は、対応する導光板 510__1 ~ 510__N を照射するように配置される。そのほか、電子機器 500 の筐体 512 の内部には、図8の整流回路 502、平滑コンデンサ 504、DC/DC コンバータ 506、制御回路 300 等が内蔵されるが、図9では図示しない。

【0096】

なお、発光装置を用いたバックライトは、(i) 図8のエッジライト型であってもよいし、(ii) LED String 102 がLCD パネル 508 の背面に配置される直下型であってもよい。また、図3の発光装置 100 を用いてもよい。

【0097】

以上、本発明について、実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセス、それらの組み合わせには、さまざまな変形例が存在しうる。以下、こうした変形例について説明する。

【0098】

実施の形態ではインダクタを用いた非絶縁型のDC/DC コンバータ 202 について説明したが、本発明はトランスを用いた絶縁型のDC/DC コンバータにも適用可能である。また整流ダイオード D1 に変えてトランジスタを備える同期整流型であってもよい。またスイッチングトランジスタ M1 はバイポーラトランジスタであってもよい。

【0099】

実施の形態では、発光装置 2 のアプリケーションとして電子機器を説明したが、用途は特に限定されず、照明などにも利用できる。

【0100】

また、本実施の形態において、ハイレベル、ローレベルの論理信号の設定は一例であって、インバータなどによって適宜反転させることにより自由に変更することが可能である

10

20

30

40

50

。たとえば負論理系では、アサートをローレベル、ネゲートをハイレベルに割り当ててもよい。

【 0 1 0 1 】

実施の形態にもとづき、具体的な用語を用いて本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用を示しているにすぎず、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を逸脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が認められる。

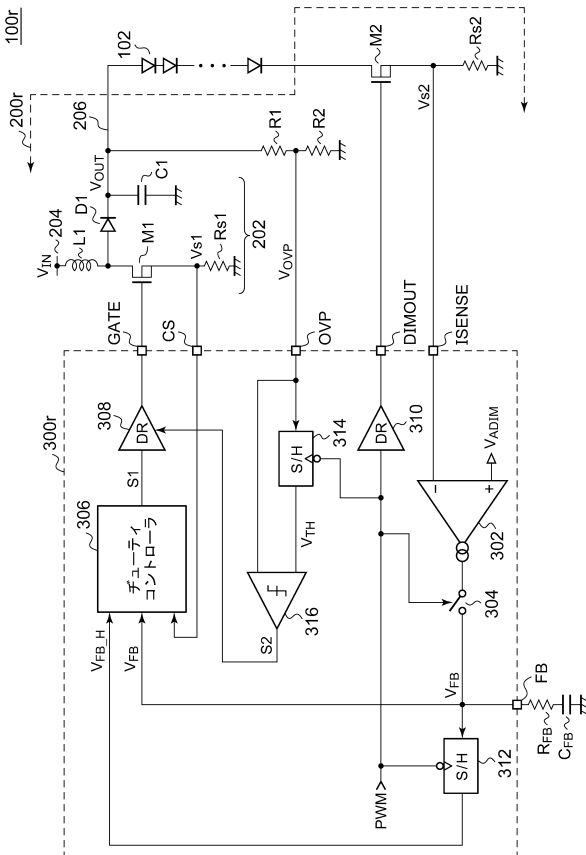
【 符号の説明 】

【 0 1 0 2 】

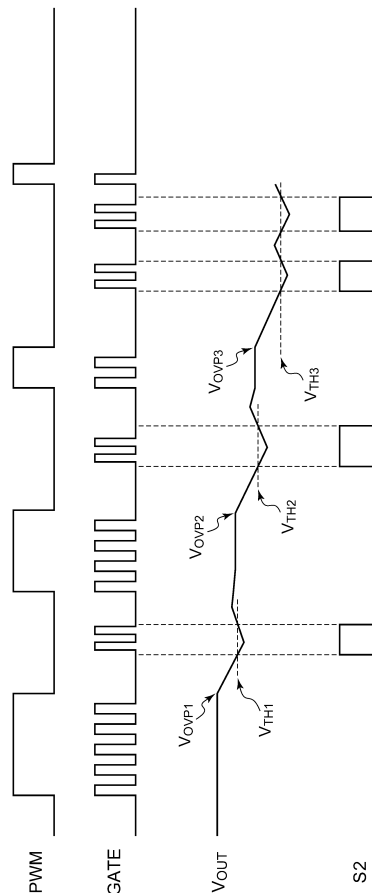
1 0 0 ... 発光装置、 1 0 2 ... LEDストリング、 2 0 0 ... 駆動回路、 2 0 2 ... DC / DCコンバータ、 2 0 4 ... 入力ライン、 2 0 6 ... 出力ライン、 3 0 0 ... 制御回路、 3 0 2 ... 誤差増幅器、 3 0 4 ... スイッチ、 3 0 6 ... デューティコントローラ、 3 0 8 ... ゲートドライバ、 3 1 0 ... 調光ドライバ、 3 1 2 ... フィードバック電圧保持部、 3 1 4 ... しきい値電圧生成部、 3 1 6 ... コンパレータ、 3 2 0 ... サンプリング信号生成部、 3 2 2 ... 許可信号生成部、 3 2 4 ... オシレータ、 3 2 6 ... カウンタ、 3 2 8 ... サンプリング制御部、 3 3 0 ... インバータ、 3 3 2 ... ANDゲート、 3 4 0 ... サンプルホールド回路、 3 4 2 ... A / Dコンバータ、 3 4 4 ... レジスタ、 3 4 6 ... D / Aコンバータ、 3 5 0 ... 調光制御部、 PWM ... 調光パルス信号、 M 2 ... 調光スイッチ、 R s 2 ... 電流検出抵抗、 S 1 ... ゲートパルス信号、 S 2 ... 比較信号、 S 3 ... 許可信号、 S 4 ... サンプリング信号、 L 1 ... インダクタ、 C 1 ... 出力キャパシタ、 D 1 ... 整流ダイオード、 M 1 ... スイッチングトランジスタ。

10

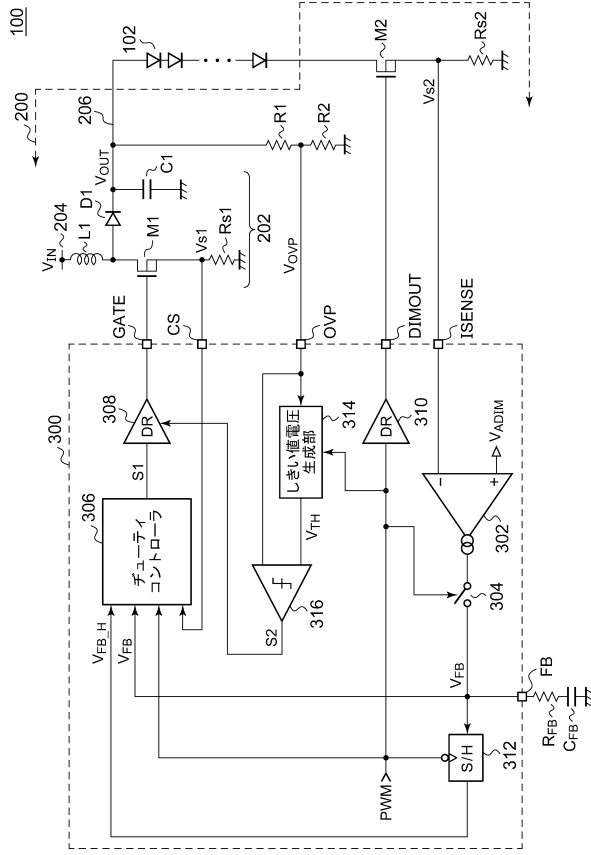
【 図 1 】



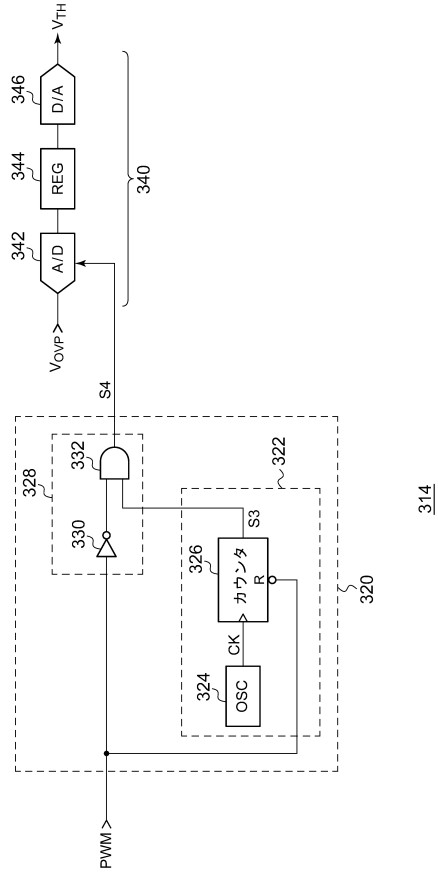
【 図 2 】



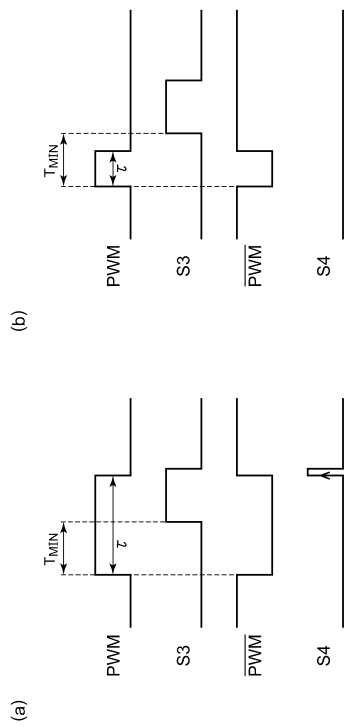
【図3】



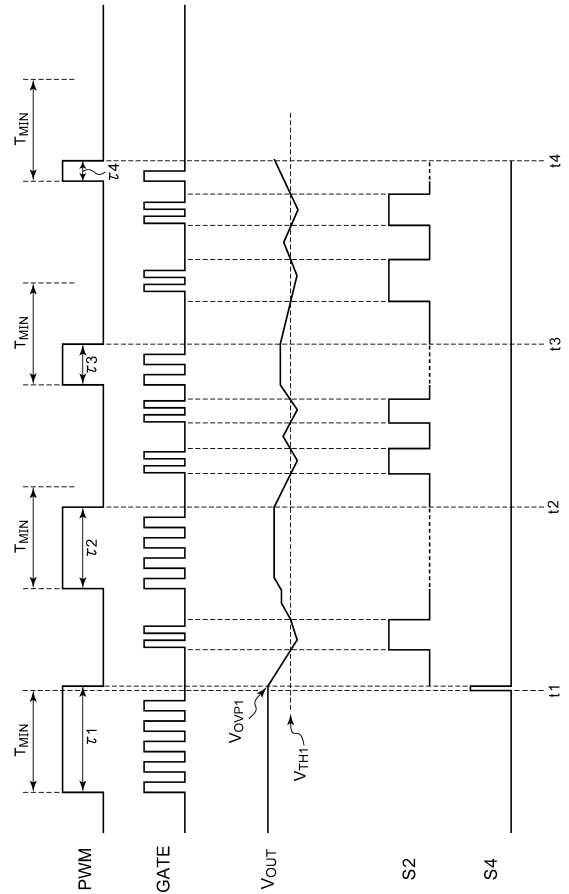
【図4】



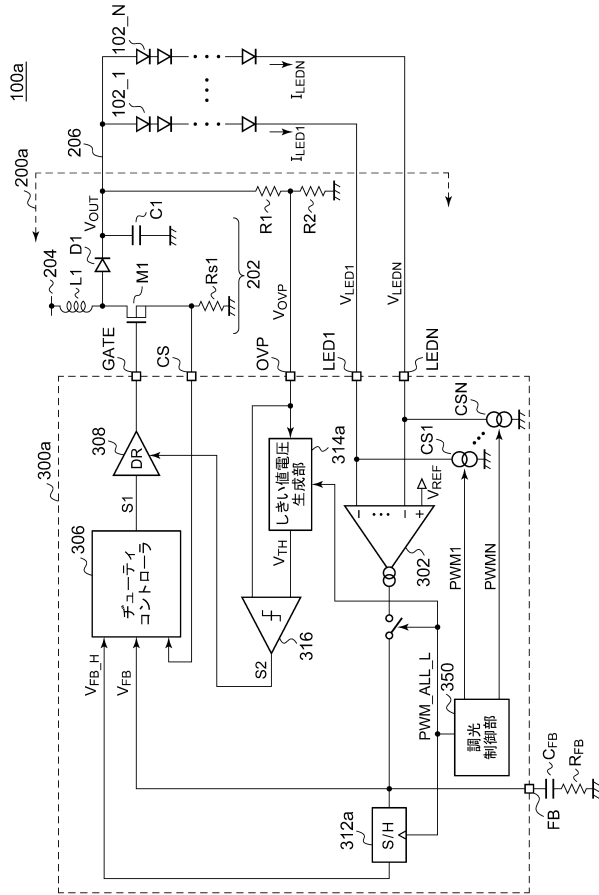
【図5】



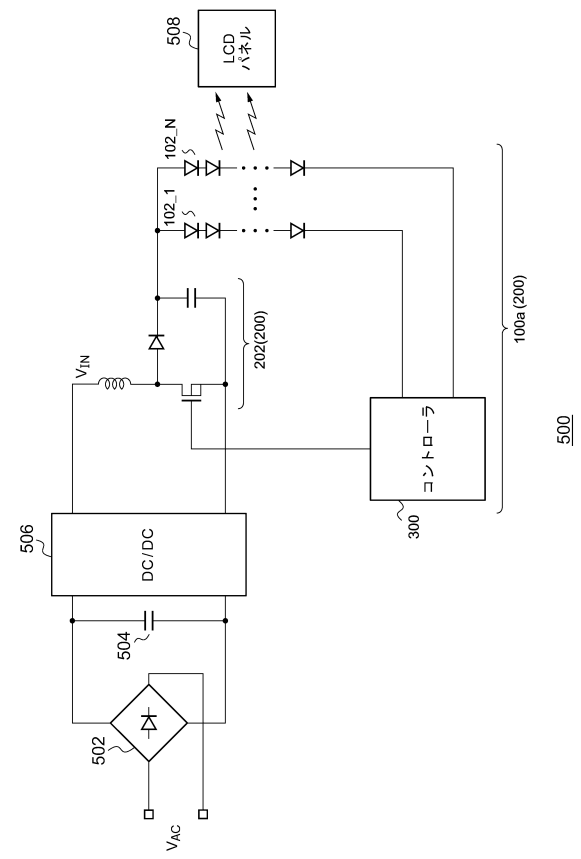
【図6】



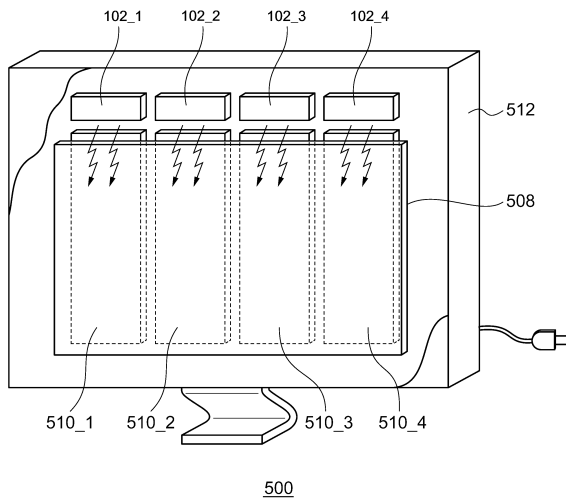
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-105628(JP,A)
特開2012-157172(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 3/155
H05B 37/02