

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5091567号
(P5091567)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月21日(2012.9.21)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 L	33/00	(2010.01)	HO 1 L 33/00 J
HO 2 M	3/07	(2006.01)	HO 2 M 3/07
HO 2 M	3/00	(2006.01)	HO 2 M 3/00 H
HO 5 B	37/02	(2006.01)	HO 5 B 37/02 L
			HO 5 B 37/02 J

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-178937 (P2007-178937)
 (22) 出願日 平成19年7月6日(2007.7.6)
 (65) 公開番号 特開2009-16685 (P2009-16685A)
 (43) 公開日 平成21年1月22日(2009.1.22)
 審査請求日 平成22年7月2日(2010.7.2)

(73) 特許権者 000116024
 ローム株式会社
 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (72) 発明者 北川 篤
 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
 (72) 発明者 小宮 邦裕
 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 瀬川 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子の駆動回路および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の発光素子を駆動する駆動回路であって、
 前記複数の発光素子ごとに設けられ、対応する発光素子のアノードが接続されるべき複数の駆動端子と、

入力電圧を昇圧する昇圧回路と、

前記複数の発光素子ごとに設けられ、一端が前記駆動端子を介して対応する前記発光素子に接続される複数の定電流源と、

前記複数の定電流源ごとに設けられ、対応する定電流源に対して、前記入力電圧と前記昇圧回路の出力電圧のいずれかを選択的に出力する複数のスイッチと、

前記複数の駆動端子の電圧を個別に監視し、各駆動端子の電圧にもとづいて、対応する前記スイッチの接続状態を制御する制御回路と、

を備え、ひとつの半導体基板上に集積化されることを特徴とする駆動回路。

【請求項 2】

前記制御回路は、前記各駆動端子に接続される定電流源の両端間の電圧にもとづいて、その定電流源に対応する前記スイッチの接続状態を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の駆動回路。

【請求項 3】

前記制御回路は、前記複数の駆動端子ごとに設けられ、対応する定電流源の両端間の電圧を所定のしきい値電圧と比較する複数のコンパレータを含み、各コンパレータの出力に

もとづいて、対応するスイッチの接続状態を切りかえることを特徴とする請求項 2 に記載の駆動回路。

【請求項 4】

前記制御回路は、前記複数の駆動端子ごとに設けられた複数のコンパレータを含み、各コンパレータの出力にもとづいて、対応するスイッチの接続状態を切りかえ、

各コンパレータは、駆動端子に対応するスイッチが前記入力電圧を出力するとき、駆動端子の電圧と前記入力電圧の電位差を、所定の第 1 しきい値電圧と比較し、駆動端子に対応するスイッチが前記昇圧回路の出力電圧を出力するとき、駆動端子の電圧と前記昇圧回路の出力電圧の電位差を、所定の第 2 しきい値電圧と比較することを特徴とする請求項 1 に記載の駆動回路。

10

【請求項 5】

各コンパレータは、対応するスイッチが前記入力電圧を出力するとき、対応する駆動端子の電圧を、前記入力電圧から前記第 1 しきい値電圧だけ低下した電圧と比較し、対応するスイッチが前記昇圧回路の出力電圧を出力するとき、対応する駆動端子の電圧を、前記昇圧回路の出力電圧から前記第 2 しきい値電圧だけ低下した電圧と比較することを特徴とする請求項 4 に記載の駆動回路。

【請求項 6】

前記昇圧回路は、複数の昇圧率が切りかえ可能なチャージポンプ回路であって、

前記制御回路はさらに、前記複数の駆動端子の電圧にもとづいて、前記チャージポンプ回路の昇圧率を切りかえることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の駆動回路。

20

【請求項 7】

前記昇圧回路は、スイッチングレギュレータであって、

前記制御回路はさらに、前記複数の駆動端子の電圧にもとづいて、フィードバックにより前記スイッチングレギュレータの出力電圧を調節することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の駆動回路。

【請求項 8】

電池と、

複数の発光素子と、

前記電池の電圧を入力電圧として受け、前記複数の発光素子を駆動する請求項 1 から 5 のいずれかに記載の駆動回路と、

30

を備えることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の発光素子を駆動するための駆動回路に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話、PDA (Personal Digital Assistants) などの電池駆動型の電子機器には、液晶のバックライトに用いられる LED (Light Emitting Diode) のように、電池の出力電圧よりも高い電圧を必要とするデバイスが搭載される。例えば、これらの電子機器には Liイオン電池が多く用いられ、その出力電圧は通常 3.5 V 程度、満充電時においても 4.2 V 程度である。一方、LED はその駆動電圧として電池電圧よりも高い電圧を必要とする。このように、電池電圧よりも高い電圧が必要とされる場合、スイッチングレギュレータやチャージポンプ回路を用いて電池電圧を昇圧し、LED などの負荷回路を駆動するために必要な電圧を得ている。特許文献 1 には関連技術が開示される。

40

【特許文献 1】特開 2005 - 260110 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

50

特許文献1の回路では、RGB3色のLEDのうち、GおよびBについては、昇圧された電圧で駆動し、Rについては、電池電圧と昇圧された電圧を切りかえて駆動する。

【0004】

本発明はこうした状況下においてなされたものであり、その目的は、複数の発光素子を高効率で駆動可能な駆動回路の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のある態様は、複数の発光素子を駆動する駆動回路に関する。この駆動回路は、複数の発光素子ごとに設けられ、対応する発光素子のアノードが接続されるべき複数の駆動端子と、入力電圧を昇圧する昇圧回路と、複数の発光素子ごとに設けられ、一端が対応する駆動端子に接続された複数の定電流源と、複数の定電流源ごとに設けられ、対応する定電流源に対して、入力電圧と昇圧回路の出力電圧のいずれかを選択的に出力する複数のスイッチと、複数の駆動端子の電圧を個別に監視し、各駆動端子の電圧にもとづいて、対応するスイッチの接続状態を制御する制御回路と、を備え、ひとつの半導体基板上に集積化される。

10

【0006】

この態様によると、発光素子ごとに、電池電圧と昇圧回路の出力電圧とを切りかえて駆動できるため、効率を高めることが可能となる。さらに、発光素子を駆動するための定電流源を、発光素子のアノード側に設けることにより、端子の数の増加を抑制でき、回路面積の増大を抑制できる。

20

【0007】

制御回路は、各駆動端子に接続される定電流源の両端間の電圧にもとづいて、その定電流源に対応するスイッチの接続状態を制御してもよい。

【0008】

制御回路は、複数の駆動端子ごとに設けられ、対応する定電流源の両端間の電圧を所定のしきい値電圧と比較する複数のコンパレータを含んでもよい。制御回路は、各コンパレータの出力にもとづいて、対応するスイッチの接続状態を切りかえてもよい。

【0009】

制御回路は、複数の駆動端子ごとに設けられた複数のコンパレータを含み、各コンパレータの出力にもとづいて、対応するスイッチの接続状態を切りかえてもよい。各コンパレータは、駆動端子に対応するスイッチが入力電圧を出力するとき、駆動端子の電圧と入力電圧の電位差を、所定の第1しきい値電圧と比較し、駆動端子に対応するスイッチが昇圧回路の出力電圧を出力するとき、駆動端子の電圧と昇圧回路の出力電圧の電位差を、所定の第2しきい値電圧と比較してもよい。

30

【0010】

各コンパレータは、対応するスイッチが入力電圧を出力するとき、対応する駆動端子の電圧を、入力電圧から第1しきい値電圧だけ降下した電圧と比較し、対応するスイッチが昇圧回路の出力電圧を出力するとき、対応する駆動端子の電圧を、昇圧回路の出力電圧から第2しきい値電圧だけ降下した電圧と比較してもよい。

この場合、スイッチの接続状態にかかわらず、スイッチおよび定電流源に発生する電圧降下を、しきい値電圧と比較することができる。

40

【0011】

昇圧回路は、複数の昇圧率が切りかえ可能なチャージポンプ回路であって、制御回路はさらに、複数の駆動端子の電圧にもとづいて、チャージポンプ回路の昇圧率を切りかえてもよい。

【0012】

昇圧回路は、スイッチングレギュレータであって、制御回路はさらに、複数の駆動端子の電圧にもとづいて、フィードバックによりスイッチングレギュレータの出力電圧を調節してもよい。

【0013】

50

本発明の別の態様は、電子機器である。この電子機器は、電池と、複数の発光素子と、電池の電圧を入力電圧として受け、複数の発光素子を駆動する上述のいずれかの駆動回路と、を備える。

【0014】

なお、以上の構成要素の任意の組合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のもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る駆動回路によれば、発光素子を高効率に駆動できる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0016】

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。

【0017】

本明細書において、「部材Aと部材Bが接続」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や、部材Aと部材Bが、電気的な接続状態に影響を及ぼさない他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

20

同様に、「部材Aと部材Bの間に部材Cが設けられた状態」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、電気的な接続状態に影響を及ぼさない他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

【0018】

図1は、本発明の実施形態に係る発光装置200を示す回路図である。発光装置200は、携帯電話端末やPDAなどの電子機器に搭載され、液晶パネルのバックライトや照明、着信表示用のイルミネーションとして利用される。発光装置200は、発光素子として複数のLED2a~2c(以下、必要に応じてLED2と総称する)と、LEDを駆動するための駆動回路100と、電源としての電池112と、を備える。電池112は二次電池であり、充電状態に応じて値の変化する電池電圧Vbatを出力する。駆動回路100は、電池電圧Vbatを電源として受け、LED2a~2cを駆動する。以下、LED2a~2cが、順方向電圧がVf=3.4V程度の白色LEDであり、電池112が、3V~4.2V程度の電池電圧Vbatを出力するリチウムイオン電池ものとして説明する。

30

【0019】

駆動回路100は、その主要部がひとつの半導体基板上に集積化されている。駆動回路100は、入力端子102と、出力端子104と、複数のLED駆動端子(以下、LED端子106a~106cといい、必要に応じてLED端子106と総称する)と、を備える。入力端子102には、電池電圧Vbatが入力電圧として供給される。出力端子104には、出力キャパシタC1が接続されており、電池電圧Vbatを昇圧して得られる昇圧電圧Voutが現れる。LED端子106a~106cは、複数のLED2a~2cごとに設けられる。LED端子106a~106cそれぞれには、対応するLED2a~2cのアノードが接続される。

40

【0020】

駆動回路100は、昇圧回路10、定電流源12a~12c、スイッチ14a~14c、制御回路20を備える。昇圧回路10は、入力電圧Vbatを昇圧する回路であり、チャージポンプ回路やスイッチングレギュレータが好適に利用できる。以下、昇圧回路10は昇圧率が1.5倍のチャージポンプ回路であるとする。なお、LED2およびそれに対応する定電流源12、スイッチ14の数は3個に限定されず、任意であってよい。

【0021】

定電流源12a~12c(以下、必要に応じて定電流源12と総称する)は、複数のL

50

LED 2 a ~ 2 c ごとに設けられる。定電流源 1 2 a ~ 1 2 c それぞれは、その一端が対応する LED 端子 1 0 6 a ~ 1 0 6 c を介して、LED 2 a ~ 2 c と接続される。

【 0 0 2 2 】

複数のスイッチ 1 4 a ~ 1 4 c は、複数の定電流源 1 2 a ~ 1 2 c ごとに設けられる。スイッチ 1 4 a ~ 1 4 c は、対応する定電流源 1 2 a ~ 1 2 c に対して、入力電圧 V_{bat} と昇圧回路 1 0 の出力電圧 V_{out} のいずれかを選択的に出力する。スイッチ 1 4 a ~ 1 4 c の接続状態は、個別に制御可能となっている。以下、スイッチ 1 4 が入力電圧 V_{bat} 側にオンした状態を、第 1 状態 1 といい、出力電圧 V_{out} 側にオンした状態を、第 2 状態 2 という。

【 0 0 2 3 】

制御回路 2 0 は、複数の LED 端子 1 0 6 a ~ 1 0 6 c の電圧（以下、LED 電圧 $V_{led_a} \sim V_{led_c}$ という）を個別に監視し、各 LED 端子 1 0 6 a ~ 1 0 6 c の LED 電圧 $V_{led_a} \sim V_{led_c}$ にもとづいて、対応するスイッチ 1 4 a ~ 1 4 c の接続状態を制御する。

【 0 0 2 4 】

制御回路 2 0 によるスイッチ 1 4 の制御について説明する。制御回路 2 0 は、初期状態において、すべてのスイッチ 1 4 a ~ 1 4 c を第 1 状態 1 にセットし、入力電圧 V_{bat} 側にオンさせる。

【 0 0 2 5 】

LED 2 を所望の輝度で発光させるためには、その輝度に対応する電流を供給する必要がある。定電流源 1 2 がその輝度に対応する定電流を安定に供給するためには、定電流源 1 2 内部の電流経路上に設けられたトランジスタが、定電流領域で動作する必要がある。つまり、定電流源 1 2 の両端間の電圧（つまり電圧降下） V が、あるしきい値電圧 V_{th} 以上確保されている必要がある。定電流領域とは、ドレイン電流（コレクタ電流）がドレインソース間電圧（コレクタエミッタ間電圧）に依存しない領域を意味し、電界効果トランジスタの飽和領域、バイポーラトランジスタの活性領域に相当する。定電流源 1 2 が安定動作する電圧は、定電流回路の形式や使用するトランジスタの種類、サイズに依存するが、ここでは両端間の電圧 V が、 $V_{th} (= 0.2 V)$ 以上のときに安定した定電流を生成可能であるとする。

【 0 0 2 6 】

制御回路 2 0 は、LED 端子 1 0 6 a ~ 1 0 6 c の LED 電圧 $V_{led_a} \sim V_{led_c}$ をモニタして、定電流源 1 2 a ~ 1 2 c それぞれに、 $V_{th} (= 0.2 V)$ 以上の電圧降下が発生しているかをチェックする。電池 1 1 2 が満充電状態（ $V_{bat} > \sim 4 V$ ）であれば、LED 2 の順方向電圧 V_f は 3 . 4 V であるから、スイッチ 1 4 による電圧降下を無視した場合、定電流源 1 2 c ~ 1 2 c の両端間の電圧 V は 0 . 6 V 程度となり、いずれもしきい値電圧 $V_{th} (= 0.2 V)$ より大きくなる。実際には、オン抵抗に起因するスイッチ 1 4 の電圧降下を差し引いた電圧が、定電流源 1 2 の両端間の電圧 V となる。以下、説明の簡略化のため、スイッチ 1 4 のオン抵抗は無視する。

【 0 0 2 7 】

入力電圧 V_{bat} が 3 . 6 V を下回り、その結果たとえば、定電流源 1 2 c の両端間の電圧 V がしきい値電圧 $V_{th} (= 0.2 V)$ を下回った場合、その定電流源 1 2 c に対応するスイッチ 1 4 c の接続状態を第 2 状態 2 とし、昇圧回路 1 0 の出力電圧 V_{out} 側に切りかえる。入力電圧 V_{bat} が 3 . 6 V のとき、昇圧回路 1 0 の出力電圧 V_{out} は 5 . 4 V となるから、定電流源 1 2 c の両端間の電圧 V は、再び 0 . 2 V 以上となり、安定した定電流を LED 2 c に供給できる。

【 0 0 2 8 】

本実施の形態によれば、LED 2 ごとに、入力電圧 V_{bat} または昇圧回路 1 0 の出力電圧 V_{out} を切りかえて駆動するため、高効率を実現することができる。

【 0 0 2 9 】

具体的な数値を用いて、実施の形態の効率改善について説明する。同じ白色 LED であ

10

20

30

40

50

っても、順方向電圧 V_f にはばらつきが存在し、均一ではない。たとえば、同じ電流が流れた状態で、LED 2 a、2 b、2 c の順方向電圧 V_f はそれぞれ、3.2 V、3.4 V、3.6 V となるかもしれない。このとき電池電圧 V_{bat} が 3.6 V とすると、定電流源 1 2 a、1 2 b、1 2 c の両端間の電圧 V はそれぞれ、0.4 V、0.2 V、0 V であるから、LED 2 c は駆動できないが、LED 2 a、2 b は駆動可能である。この場合に、本実施の形態に係る駆動回路 1 0 0 によれば、LED 2 c のみを昇圧回路 1 0 で駆動し、LED 2 a、2 b は入力電圧 V_{bat} で駆動することができる。

【0030】

LED 2 a ~ 2 c に流れる電流をそれぞれ I_{o1} 、 I_{o2} 、 I_{o3} とすると、電池 1 1 2 から入力端子 1 0 2 に流れ込む入力電流 I_{in} は、

$$I_{in} = I_{o1} \times 1.0 + I_{o2} \times 1.0 + I_{o3} \times 1.5$$

となる。 I_{o3} のみ 1.5 が乗算されているのは、チャージポンプ回路の昇圧率が 1.5 倍だからである。 $I_{o1} = I_{o2} = I_{o3} = 20 \text{ mA}$ とすれば、入力電流 I_{in} は、70 mA となる。

【0031】

もし仮に、複数のスイッチ 1 4 a ~ 1 4 c を設けずに、単一のスイッチを設けて、すべての定電流源 1 2 a ~ 1 2 c に対して、入力電圧 V_{bat} または出力電圧 V_{out} を、一括して切りかえて供給した場合を考える。この場合、すべての LED をチャージポンプ回路の出力電圧 V_{out} で駆動する必要があるから、入力電流 I_{in} は、

$$I_{in} = I_{o1} \times 1.5 + I_{o2} \times 1.5 + I_{o3} \times 1.5$$

となる。 $I_{o1} = I_{o2} = I_{o3} = 20 \text{ mA}$ とすれば、入力電流 I_{in} は、90 mA である。本実施の形態では、入力電流 I_{in} は 70 mA であったから、20 mA もの電流を削減することが可能となる。チャージポンプ回路の昇圧率がさらに高ければ、この効果はより一層顕著となる。

【0032】

また本実施の形態によれば、定電流源 1 2 a ~ 1 2 c の電圧降下を小さくすることができる。つまり、単一のスイッチしか設けない場合、定電流源 1 2 a、1 2 b、1 2 c の電圧降下はそれぞれ、2.2 V、2.0 V、1.8 V となって、無駄な電力が消費されることになる。一方、本実施の形態では、LED 2 c のみが昇圧回路 1 0 の出力電圧 V_{out} で駆動されるから、定電流源 1 2 a、1 2 b、1 2 c の電圧降下はそれぞれ、0.4 V、0.2 V、1.8 V となり、消費電力が低減される。

【0033】

このように本実施の形態に係る駆動回路 1 0 0 によれば、LED 2 ごとにスイッチ 1 4 を設け、すべての定電流源 1 2 の両端間の電圧 V を個別に監視することにより、消費電流を低減して高効率駆動が可能となる。

【0034】

さらに、本実施の形態では、定電流源 1 2 a ~ 1 2 c を LED 2 a ~ 2 c のアノード側に設けている。その結果、複数のスイッチ 1 4 a ~ 1 4 c を設けた場合でも、端子数の増加を抑制することができる。

【0035】

もし定電流源 1 2 を LED 2 のカソード側に設けた場合、LED 2 a ~ 2 c それぞれのカソードを、駆動回路 1 0 0 内部の定電流源 1 2 a ~ 1 2 c に接続するために、3 つの端子を新たに追加する必要がある。つまり駆動回路 1 0 0 には、入力端子 1 0 2、出力端子 1 0 4 に加えて、3 つのアノード用端子と 3 つのカソード用端子の計 8 個の端子が必要とされる。これに対して、図 1 の回路では、定電流源 1 2 を LED 2 のアノード側に設けるため、計 5 個の端子を設ければよく、3 個の端子を削減することが可能となる。LED が n 個 (n は整数) 設けられている場合、 n 個の端子が削減できることは容易に理解でき、したがって LED 2 の個数が多いほど、回路面積の増大を抑制することができる。

【0036】

図 2 (a)、(b) は、制御回路 2 0 の構成例を示す回路図である。図 2 (a) の制御

10

20

30

40

50

回路20aは、コンパレータ22a、抵抗R1a、電流源24aを含む。制御回路20aは、LED2aを駆動する定電流源12aの両端間の電圧Vを監視する回路であり、同様の回路が、LED2b、2cにも設けられている。

【0037】

抵抗R1aの一端は、スイッチ14aの一端と接続される。すなわち、抵抗R1aの一端には、スイッチ14aの接続状態に応じて、入力電圧Vbatまたは昇圧回路10の出力電圧Voutのいずれか一方が印加される。抵抗R1aの他端と接地端子間には、定電流Ic1を生成する電流源24aが設けられる。定電流Ic1によって、抵抗R1aには、電圧降下Vth(=R1a×Ic1)が発生する。Vth=0.2Vとなるように、抵抗R1aおよび定電流Ic1を調節する。コンパレータ22は、抵抗R1aの他端と、LED電圧Vled_aを比較する。

10

【0038】

すなわち、コンパレータ22は、定電流源12aの両端間の電圧Vと、抵抗R1aの電圧降下Vth(=0.2V)を比較し、 $V < V_{th}$ のとき、スイッチ14aを入力電圧Vbat側に接続し、 $V > V_{th}$ のとき、スイッチ14aを昇圧回路10の出力電圧Vout側に接続する。

【0039】

図2(a)の制御回路20aによれば、定電流源12aの両端間の電圧Vにもとづいて、スイッチ14aの接続状態を好適に制御することができる。

【0040】

20

図2(b)の制御回路20bは、第1抵抗R2、第2抵抗R3、第1電流源28、第2電流源29、3入力コンパレータ26a~26c(3入力コンパレータ26と総称する)、を含む。

【0041】

3入力コンパレータ26は、LED端子106に対応するスイッチ14が入力電圧Vbatを出力するとき、LED電圧Vledと入力電圧Vbatの電位差V'を、所定の第1しきい値電圧Vth2と比較する。また、LED端子106に対応するスイッチ14が昇圧回路10の出力電圧Voutを出力するとき、LED電圧Vledと昇圧回路10の出力電圧Voutの電位差V'を、所定の第2しきい値電圧Vth3と比較する。

【0042】

30

3入力コンパレータ26は、対応するスイッチ14が入力電圧Vbatを出力するとき、対応するLED電圧Vledを、入力電圧Vbatから第1しきい値電圧Vth2だけ降下した電圧Vx2と比較する。また、3入力コンパレータ26は、対応するスイッチ14が昇圧回路10の出力電圧Voutを出力するとき、対応するLED電圧Vledを、昇圧回路10の出力電圧Voutから第2しきい値電圧Vth3だけ降下した電圧Vx3と比較する。

【0043】

具体的には、第1抵抗R2の一端は入力端子102に接続されて、入力電圧Vbatが印加されている。第1定電流Ic2を生成する第1電流源28は第1抵抗R2の他端と接地端子間に設けられている。第1抵抗R2には、電圧降下Vth2(=Ic2×R2)が発生する。したがって、第1抵抗R2と第1電流源28の接続ノードの電圧Vx2は、(Vbat-Vth2)となる。

40

【0044】

一方、第2抵抗R3の一端は出力端子104に接続されて、昇圧回路10の出力電圧Voutが印加されている。第2定電流Ic3を生成する第2電流源29は第2抵抗R3の他端と接地端子間に設けられている。第2抵抗R3には、電圧降下Vth3(=Ic3×R3)が発生する。したがって、第2抵抗R3と第2電流源29の接続ノードの電圧Vx3は、(Vout-Vth3)となる。

【0045】

3入力コンパレータ26a~26cは、2つの反転入力端子と、1つの非反転入力端子

50

を備える。3入力コンパレータ26a~26cは、2つの反転入力端子のうち、選択された一方の端子の電圧と、非反転入力端子の電圧を比較する回路である。3入力コンパレータ26aの2つの反転入力端子には、電圧($V_{bat} - V_{th2}$)と、電圧($V_{out} - V_{th3}$)が入力される。3入力コンパレータ26b、26cも同様である。3入力コンパレータ26a~26cそれぞれの非反転入力端子には、LED電圧 $V_{led_a} \sim V_{led_c}$ が印加されている。

【0046】

スイッチ14aが入力電圧 V_{bat} 側にオンしているとき、LED電圧 V_{led_a} は、

$$V_{led_a} = V_{bat} - V'$$

で与えられる。ここで V' は、スイッチ14aおよび定電流源12aの両端間の電圧であり、スイッチ14aの電圧降下と、定電流源12aの電圧降下の和となっている。

【0047】

また、スイッチ14aが昇圧回路10の出力電圧 V_{out} 側にオンしているとき、LED電圧 V_{led_a} は、

$$V_{led_a} = V_{out} - V'$$

で与えられる。

【0048】

3入力コンパレータ26は、スイッチ14aの接続状態に応じて、LED電圧 V_{led_a} を、いずれの反転入力端子の電圧と比較するかを切りかえる。すなわち、スイッチ14aが入力電圧 V_{bat} 側にオンする第1状態1においては、入力電圧 V_{bat} を基準として生成される電圧($V_{bat} - V_{th2}$)を選択して、LED電圧 V_{led_a} と比較する。逆に、スイッチ14aが出力電圧 V_{out} 側にオンする第2状態2においては、出力電圧 V_{out} を基準として生成される電圧($V_{out} - V_{th2}$)を選択して、LED電圧 V_{led_a} と比較する。

【0049】

その結果、第1状態1においては、電圧($V_{bat} - V'$)と、電圧($V_{bat} - V_{th2}$)が比較され、結果として、電圧降下 V' としきい値電圧 V_{th2} を比較することができる。同様に、第2状態2においては、電圧($V_{out} - V'$)と、電圧($V_{out} - V_{th3}$)が比較され、結果として、電圧降下 V' としきい値電圧 V_{th3} を比較することができる。

【0050】

オン抵抗に起因してスイッチ14aに生ずる電圧降下を、 V_{on} とする。このとき、 $V_{th2} = V_{th3} = (V_{on} + V_{th})$ となるように設定することによって、定電流源12aの両端間の電圧 V を、しきい値電圧 V_{th} と比較することができる。たとえば、 $V_{on} = 0.2V$ 、 $V_{th} = 0.2V$ であれば、 $V_{th2} = V_{th3} = 0.4V$ に設定すればよい。

【0051】

3入力コンパレータ26b、26cについても、3入力コンパレータ26aと同様に動作する。

【0052】

図2(a)の回路では、LEDごとに電流源24および抵抗 R_1 を設ける必要があるため、LEDが n 個の場合、抵抗 R_1 が n 個、電流源24が n 個必要となる。これに対して、図2(b)の回路によれば、LEDの個数が増加しても、第1抵抗 R_2 、第2抵抗 R_3 、第1電流源28、第2電流源29を設ければよいため、回路面積を削減できる。

【0053】

次に図1に戻り、昇圧回路10が、昇圧率が切りかえ可能なチャージポンプ回路である場合について説明する。この場合、制御回路20はさらに、複数のLED電圧 V_{led} にもとづいて、チャージポンプ回路の昇圧率を切りかえる。ここでは、昇圧率は1倍、1.5倍、2倍で切りかえられるものとする。図3は、発光装置200の第1の動作シ

10

20

30

40

50

ーケンスを示すフローチャートである。なお、図3および後述の図4のフローチャートにおいて、各処理の順序は適宜変更しても構わない。

【0054】

まず、回路が起動すると、チャージポンプ回路の昇圧率 α を最低値(1倍)に設定し、すべてのスイッチ14を、第1状態 1に設定する(S100)。続いて、LED2a~2cを駆動した状態で、各スイッチ14の両端間の電圧 V を監視する。監視の結果、 $V > V_{th}$ の場合(S102のN)、監視を継続する。

【0055】

いずれかの定電流源12において、 $V < V_{th}$ となると(S102のY)、その定電流源12に接続されるスイッチ14の状態をチェックする(S104)。チェックの結果、そのスイッチ14が第1状態 1であれば(S104のY)、第2状態 2に設定し(S106)、ステップS102に戻る。

【0056】

もし、ステップS104において、スイッチが第2状態 2であれば(S104のN)、チャージポンプ回路の昇圧率 α を、1段階上昇させる(S108)。つまり、それまでの昇圧率 α を保持しておき、1倍であれば1.5倍に、1.5倍であれば2倍に変更する。以上の制御は、制御回路20にステートマシンの機能を設けることにより実現可能である。

【0057】

次に、昇圧回路10がスイッチングレギュレータである場合について説明する。スイッチングレギュレータの場合、制御回路20は複数の定電流源12のうち、両端間の電圧 V が最小のものが、所定の目標値 V_{ref} と一致するようにフィードバックによりスイッチングを制御する。この目標値は、しきい値電圧 V_{th} と同値、あるいはそれより大きな値に設定する。

【0058】

図3のフローチャートにもとづいた処理によれば、チャージポンプ回路の昇圧率 α の切りかえ制御と、各スイッチ14の制御を好適に実行できる。

【0059】

図4は、発光装置200の第2の動作シーケンスを示すフローチャートである。図4のフローチャートのステップS120、S122、S124、S126は、図3のフローチャートのS100、S102、S104、S106にそれぞれ対応するため説明を省略する。

【0060】

ステップS124において、スイッチが第1状態 1であった場合(S124のY)、スイッチを第2状態 2に切りかえる(S126)。ステップS124において、スイッチが第2状態 2であった場合(S124のN)、第2状態に設定されるスイッチ14に対応する定電流源12の両端間の電圧 V が目標値 V_{ref} に一致するよう、フィードバックによりスイッチングレギュレータを制御する(S128、S130)。

【0061】

具体的には、まず、第2状態 2に設定されるスイッチ14が複数あった場合、それらのスイッチ14に対応する定電流源12の両端間の電圧 V のうち、最小のものを選択する(S128)。この処理は最小値回路を利用すればよい。

【0062】

そして、選択された両端間の電圧 V をフィードバック電圧として、パルス幅変調やパルス周波数変調を利用して、電圧 V が目標値 V_{ref} に一致するようにスイッチングレギュレータを制御する(S130)。なお、スイッチングレギュレータの制御回路の構成は公知であるため、詳しい説明を省略する。

【0063】

図4のフローチャートにもとづいた処理によれば、スイッチングレギュレータのフィードバック制御と、各スイッチ14の制御を好適に実行できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

上記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の組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。以下、こうした変形例について説明する。

【 0 0 6 5 】

実施の形態では、LED 2 a ~ 2 c がいずれも白色LEDの場合を説明したが、本発明はこれに限定されず、それぞれ異なる色のLEDを用いてもよい。異なる色のLEDを用いる場合、順方向電圧V_fの値がさらに異なるため、本発明の効果をさらに享受できる。

また、発光素子はLEDに限定されず、有機EL素子や半導体レーザなどであってもよい。

10

【 0 0 6 6 】

実施の形態にもとづき、特定の語句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離脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 7 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る発光装置を示す回路図である。

【 図 2 】 図 2 (a)、(b) は、制御回路の構成例を示す回路図である。

【 図 3 】 発光装置の第 1 の動作シーケンスを示すフローチャートである。

【 図 4 】 発光装置の第 2 の動作シーケンスを示すフローチャートである。

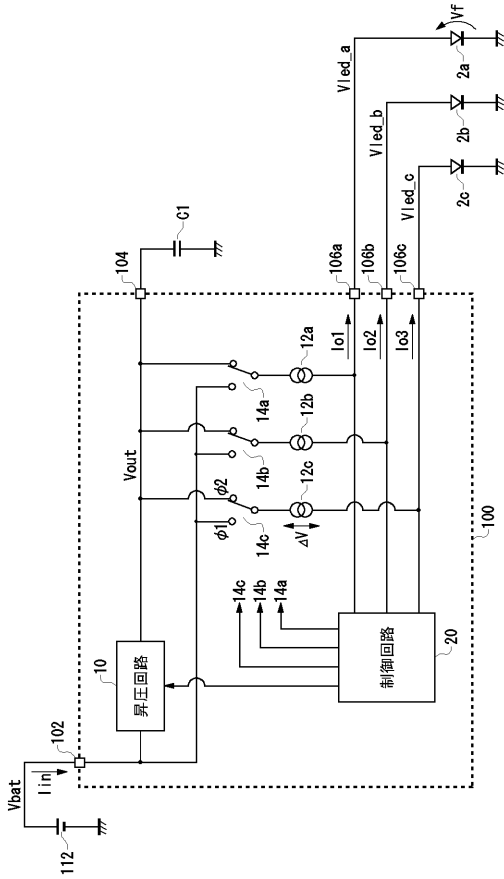
20

【 符号の説明 】

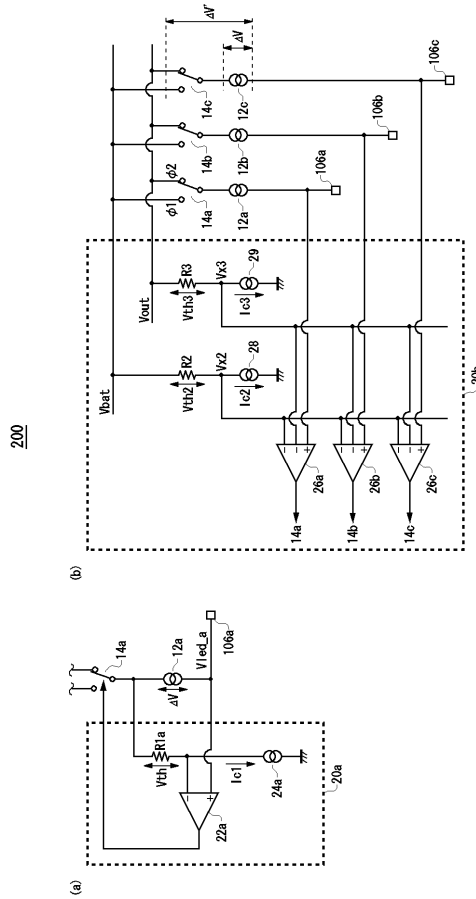
【 0 0 6 8 】

2 ... LED、10 ... 昇圧回路、12 ... 定電流源、14 ... スイッチ、20 ... 制御回路、22 ... コンパレータ、24 ... 電流源、R1 ... 抵抗、26 ... 3入力コンパレータ、R2 ... 第1抵抗、R3 ... 第2抵抗、28 ... 第1電流源、29 ... 第2電流源、100 ... 駆動回路、102 ... 入力端子、104 ... 出力端子、106 ... LED端子、112 ... 電池、200 ... 発光装置、C1 ... 出力キャパシタ。

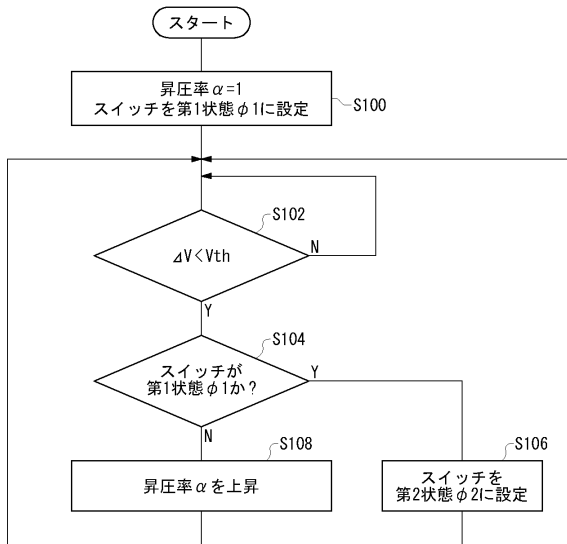
【図1】



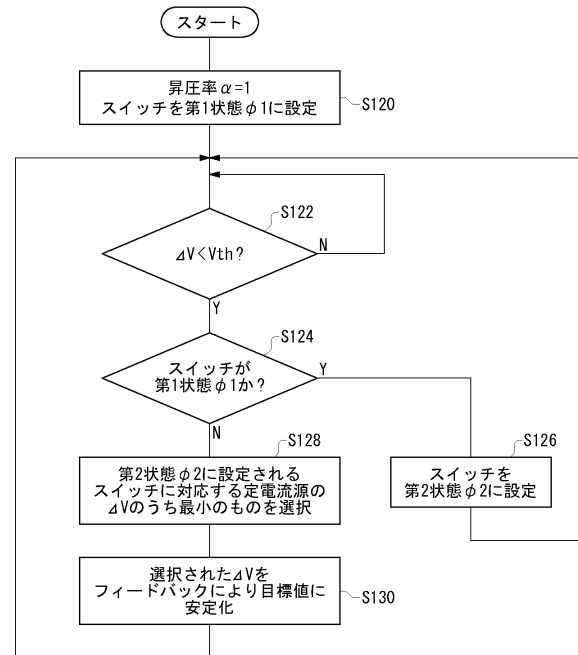
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-260110(JP,A)
特開2003-158299(JP,A)
特開2007-134405(JP,A)
国際公開第2006/057213(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00-33/64