

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4818738号
(P4818738)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月9日(2011.9.9)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/00 (2010.01) H O 1 L 33/00 J

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2006-12603 (P2006-12603)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成18年1月20日(2006.1.20)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2007-194478 (P2007-194478A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成19年8月2日(2007.8.2)	(74) 代理人	100101454
審査請求日	平成20年8月4日(2008.8.4)		弁理士 山田 卓二
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100091524
			弁理士 和田 充夫
		(74) 代理人	100098280
			弁理士 石野 正弘
		(74) 代理人	100125874
			弁理士 川端 純市

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

チョークコイルと、

電圧源の高電位端子に配線のみを介して直接接続されたアノードと、前記チョークコイルの一端に配線のみを介して直接接続されたカソードとを有する少なくとも1つの発光ダイオードと、

前記チョークコイルの他端に接続されたアノードと、前記発光ダイオードのアノードに接続されたカソードとを有し、前記チョークコイルに発生する逆起電力を前記発光ダイオードに供給する整流ダイオードと、

前記発光ダイオードに流れる電流を制御するスイッチング駆動回路とを備え、

前記スイッチング駆動回路は、

前記チョークコイルの他端に接続されたドレインと、前記電圧源の低電位端子に接続されたソースと、ゲートとを有し、前記発光ダイオードへの電流の印加/非印加を決定するスイッチング素子と、

前記スイッチング素子のオン/オフのタイミングを制御して前記発光ダイオードに流れる電流を制御する制御回路ブロックとを備え、

前記制御回路ブロックは、

前記スイッチング素子のソースとドレインとの間の電圧を所定の検出基準電圧と比較することにより、前記スイッチング素子に流れる電流を検出する電流検出回路を備え、

前記電圧源は、交流電圧を出力する交流電源と、前記交流電圧を整流する整流回路とを

10

20

備え、

前記制御回路ブロックは、

前記整流回路に一端を接続された定電流源と、

前記定電流源の他端に接続され、前記定電流源の出力電圧が所定値以上であれば起動信号を出力し、前記定電流源の出力電圧が所定値未満であれば停止信号を出力するレギュレータと、

前記発光ダイオードに流れる電流が一定になるように、前記電流検出回路の出力信号に基づいて前記スイッチング素子を所定の発振周波数で断続的にオン/オフ制御する制御回路と、

前記レギュレータからの起動信号及び停止信号に基づいて、前記制御回路の起動と停止を制御する起動/停止回路と、

を有することを特徴とする発光ダイオード駆動装置。

【請求項2】

チョークコイルと、

電圧源の高電位端子に配線のみを介して直接接続されたアノードと、前記チョークコイルの一端に配線のみを介して直接接続されたカソードとを有する少なくとも1つの発光ダイオードと、

前記チョークコイルの他端に接続されたアノードと、前記発光ダイオードのアノードに接続されたカソードとを有し、前記チョークコイルに発生する逆起電力を前記発光ダイオードに供給する整流ダイオードと、

前記発光ダイオードに流れる電流を制御するスイッチング駆動回路とを備え、

前記スイッチング駆動回路は、

前記チョークコイルの他端に接続されたドレインと、前記電圧源の低電位端子に接続されたソースと、ゲートとを有し、前記発光ダイオードへの電流の印加/非印加を決定するスイッチング素子と、

前記チョークコイルの他端と前記スイッチング素子のドレインとの間の接続点に接続されたドレインと、ソースと、前記スイッチング素子のゲートに接続されたゲートとを有し、かつ前記スイッチング素子に流れる電流よりも小さくかつ前記スイッチング素子に流れる電流に対して一定の電流比の電流が流れる他のスイッチング素子と、

前記スイッチング素子及び前記他のスイッチング素子が連動してオン/オフするように当該オン/オフのタイミングを制御して前記発光ダイオードに流れる電流を制御する制御回路ブロックとを備え、

前記制御回路ブロックは、

前記他のスイッチング素子のソースに接続された一端と、前記電圧源の低電位端子に接続された他端とを有する電流検出抵抗と、

前記電流検出抵抗の両端電圧を所定の検出基準電圧と比較することにより、前記スイッチング素子に流れる電流を検出する電流検出回路とを備え、

前記電圧源は、交流電圧を出力する交流電源と、前記交流電圧を整流する整流回路とを備え、

前記制御回路ブロックは、

前記整流回路に一端を接続された定電流源と、

前記定電流源の他端に接続され、前記定電流源の出力電圧が所定値以上であれば起動信号を出力し、前記定電流源の出力電圧が所定値未満であれば停止信号を出力するレギュレータと、

前記発光ダイオードに流れる電流が一定になるように、前記電流検出回路の出力信号に基づいて前記スイッチング素子を所定の発振周波数で断続的にオン/オフ制御する制御回路と、

前記レギュレータからの起動信号及び停止信号に基づいて、前記制御回路の起動と停止を制御する起動/停止回路と、

を有することを特徴とする発光ダイオード駆動装置。

10

20

30

40

50

【請求項 3】

チョークコイルと、

電圧源の高電位端子に配線のみを介して直接接続されたアノードと、前記チョークコイルの一端に配線のみを介して直接接続されたカソードとを有する少なくとも 1 つの発光ダイオードと、

前記チョークコイルの他端に接続されたアノードと、前記発光ダイオードのアノードに接続されたカソードとを有し、前記チョークコイルに発生する逆起電力を前記発光ダイオードに供給する整流ダイオードと、

前記発光ダイオードに流れる電流を制御するスイッチング駆動回路とを備え、

前記スイッチング駆動回路は、

前記チョークコイルの他端に接続されたドレインと、前記電圧源の低電位端子に接続されたソースと、ゲートとを有し、前記発光ダイオードへの電流の印加/非印加を決定するスイッチング素子と、

前記スイッチング素子のオン/オフのタイミングを制御して前記発光ダイオードに流れる電流を制御する制御回路ブロックとを備え、

前記制御回路ブロックは、

前記スイッチング素子に流れる電流に対応する電圧を所定の検出基準電圧と比較することにより、前記スイッチング素子に流れる電流を検出する電流検出回路と、

一定値に至るまで徐々に増加するように、前記検出基準電圧を発生して前記電流検出回路に出力するソフトスタート回路とを備え、

前記電圧源は、交流電圧を出力する交流電源と、前記交流電圧を整流する整流回路とを備え、

前記制御回路ブロックは、

前記整流回路に一端を接続された定電流源と、

前記定電流源の他端に接続され、前記定電流源の出力電圧が所定値以上であれば起動信号を出力し、前記定電流源の出力電圧が所定値未満であれば停止信号を出力するレギュレータと、

前記発光ダイオードに流れる電流が一定になるように、前記電流検出回路の出力信号に基づいて前記スイッチング素子を所定の発振周波数で断続的にオン/オフ制御する制御回路と、

前記レギュレータからの起動信号及び停止信号に基づいて、前記制御回路の起動と停止を制御する起動/停止回路と、

を有することを特徴とする発光ダイオード駆動装置。

【請求項 4】

前記発光ダイオードを静電気破壊から保護する素子を、前記発光ダイオードと並列に前記発光ダイオードの両端子に接続することを特徴とする請求項 1 から 3 までのうちのいずれか 1 つに記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項 5】

前記発光ダイオードは、発光素子とコンデンサが並列接続されて構成されることを特徴とする請求項 1 から 3 までのうちのいずれか 1 つに記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項 6】

前記発光ダイオードは、発光素子と、前記発光素子のアノード端子とカソード端子との間に逆並列接続されたツェナーダイオードとで構成されることを特徴とする請求項 1 から 3 までのうちのいずれか 1 つに記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項 7】

前記レギュレータと前記電圧源の低電位端子との間に接続されたコンデンサを更に有することを特徴とする請求項 1 から 6 までのうちのいずれか 1 つに記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項 8】

前記制御回路ブロックは、前記整流回路から出力された電圧を検出し、検出した電圧を

10

20

30

40

50

所定値と比較することにより、前記発光ダイオードの発光または消光を制御する発光信号又は消光信号を前記起動／停止回路に出力する入力電圧検出回路を更に有し、

前記起動／停止回路は、前記レギュレータが停止信号を出力している場合は前記停止信号を前記制御回路に出力し、前記レギュレータが起動信号を出力している場合は、前記入力電圧検出回路の発光信号又は消光信号を前記制御回路に出力することを特徴とする請求項 1 から 7 までのうちのいずれか 1 つに記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項 9】

前記入力電圧検出回路は、前記整流回路の出力電圧が直接又は前記整流回路と前記入力電圧検出回路の間に挿入された抵抗を介して印加される、直列に接続された複数の抵抗と、

前記複数の抵抗によって分圧された直流電圧をプラス入力端子に入力され、基準となる入力基準電圧をマイナス入力端子に入力されるコンパレータと、

を有することを特徴とする請求項 8 に記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項 10】

前記入力電圧検出回路は、前記整流回路の出力電圧が直接又は前記整流回路と前記入力電圧検出回路の間に挿入された抵抗を介して印加され、第 1 の分圧電圧及び前記第 1 の分圧電圧よりも低い第 2 の分圧電圧を出力する複数の抵抗と、

前記第 1 の分圧電圧をプラス入力端子に入力し、基準となる入力基準電圧をマイナス入力端子に入力する第 1 のコンパレータと、

前記第 2 の分圧電圧をマイナス入力端子に入力し、前記入力基準電圧をプラス入力端子に入力する第 2 のコンパレータと、

前記第 1 及び第 2 のコンパレータの出力信号を入力する AND 回路と、

を有することを特徴とする請求項 8 に記載の発光ダイオード駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオード（LED）駆動装置に関する。特に LED 照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光ダイオードを駆動するための発光ダイオード駆動装置が開発され、実用化されている。図 13 を用いて、特許文献 1 の従来の発光ダイオード駆動回路について説明する。従来の発光ダイオード駆動回路は、発光ダイオード 102 と、発光ダイオード 102 に直列接続されたコイル 103 と、発光ダイオード 102 とコイル 103 に対して並列に接続されたダイオード 104 を有する。ダイオード 104 は、コイル 103 に生じた逆起電力を発光ダイオード 102 に供給するために設けられる。

【0003】

さらに、発光ダイオード 102、コイル 103、およびダイオード 104 にパルス電圧を印加する直流電源 101 が設けられる。発光ダイオード 102 と直流電源 101 との間には、直流電源 101 の出力電圧の印加／非印加を切り替えるスイッチング素子 105 が接続される。スイッチング素子 105 は、例えばスイッチング・トランジスタと発振器で構成される。また、ダイオード 104 は、逆バイアスが印加されるように、カソード側が直流電源 101 の正極側に接続される。

【0004】

従来の発光ダイオード駆動回路は、スイッチング素子 105 がオンのときに、直流電源 101 の出力電圧を発光ダイオード 102 に印加して、発光ダイオード 102 を発光させ、スイッチング素子 105 がオフのとき、コイル 103 の逆起電力を利用して、発光ダイオード 102 を発光させる。

【特許文献 1】特開 2001 - 8443 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のように構成された従来の発光ダイオード駆動装置には、以下の問題がある。発光ダイオード102は容量性の負荷である。また市販されている発光ダイオードは、静電気による破壊を防ぐために、発光素子にコンデンサやツェナーダイオードが静電保護素子として並列接続されていることが多い。そのため、スイッチング素子105がオンして電流遮断期間から電流流通期間に移行し、コイル103の低電位側端子P2の電位変動が大きくなったときに、発光ダイオード102の寄生容量や、静電保護素子として並列接続されているコンデンサやツェナーダイオードの寄生容量に、瞬間的に大きな電流が流れる。このため、瞬時的に発光ダイオード102の順方向電圧が低くなる。発光ダイオード102の両端電圧が変動することにより、発光ダイオードはノイズ発生源となる。この現象は、スイッチング素子105がオンする度に発生するため、直流電源101に伝達される雑音端子電圧が増大する。また、発光ダイオード102の順方向電圧が低くなると、寄生容量に電流が流れ、発光ダイオード102に流れる電流が小さくなり、十分な発光輝度が得られない。

10

【0006】

本発明は、上記問題に鑑み、簡易な構成で雑音端子電圧を低減できる発光ダイオード駆動装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、少なくとも1つの発光ダイオードと、チョークコイルと、前記発光ダイオードへの電流の印加/非印加を切り換えるスイッチング素子と前記スイッチング素子のオン/オフのタイミングを制御して前記発光ダイオードに流れる電流を制御する制御回路ブロックとを備えたスイッチング駆動回路と、を有し、前記発光ダイオードと前記スイッチング駆動回路との間に前記チョークコイルを接続することを特徴とする発光ダイオード駆動装置である。

20

【0008】

上記の発光ダイオード駆動装置は、チョークコイルに発生する逆起電力を発光ダイオードに供給する整流ダイオードを更に有する。

【0009】

上記のように構成された本発明の発光ダイオード駆動装置によれば、スイッチング素子がオンして電流遮断期間から電流流通期間に移行したときの、チョークコイルと発光ダイオードとの接続点の電位変動は小さい。そのため、発光ダイオードの寄生容量に電流が流れない。また、発光ダイオードの発光素子に、静電保護素子としてコンデンサやツェナーダイオードが並列接続されている場合であっても、コンデンサやツェナーダイオードの寄生容量にも電流が流れない。発光ダイオードの両端電圧は安定し、発光ダイオードの順方向電圧が瞬時的に低下することは無くなる。その結果、発光ダイオードから発生するノイズが減少し、電圧源に伝達される雑音端子電圧を低減できる。さらに、発光ダイオードの寄生容量に流れる電流を大幅に減少できることにより、電力変換効率の高い発光ダイオード駆動装置を実現できる。

30

40

【0010】

上記の発光ダイオード駆動装置において、前記発光ダイオードは、アノード端子を電圧源に接続され、前記チョークコイルは、一端を前記発光ダイオードのカソード端子に接続され、前記整流ダイオードは前記発光ダイオードのアノード端子と前記チョークコイルの他端とに接続され、前記スイッチング駆動回路は、前記チョークコイルの他端と基準電位との間に接続されても良い。

【0011】

また、上記の発光ダイオード駆動装置において、前記発光ダイオードは、カソード端子を基準電位に接続され、前記チョークコイルは、一端を前記発光ダイオードのアノード端子に接続され、前記整流ダイオードは前記発光ダイオードのカソード端子と前記チョーク

50

コイルの他端とに接続され、前記スイッチング駆動回路は、電圧源と前記チョークコイルの他端との間に接続されても良い。発光ダイオードのカソード端子が基準電位に固定されることにより、アノード端子には発光ダイオードの順方向電圧以上の電圧は印加されないため、発光ダイオードの取り外しや取替え時に安全に作業することができる。

【 0 0 1 2 】

前記発光ダイオードを静電気破壊から保護する素子を、前記発光ダイオードと並列に前記発光ダイオードの両端子に接続しても良い。静電気破壊から保護する素子を取り付けることにより、静電気やサージ電圧に対して発光ダイオードを損傷させることなく、雑音端子電圧を低減できる発光ダイオード駆動装置を実現できる。また静電破壊保護回路が挿入されている発光ダイオード製品を使用してもよい。発光ダイオードの両端電圧はスイッチ素子がオフからオンに切り替わる瞬間に変動しないため、雑音端子電圧を低減できる。

10

【 0 0 1 3 】

前記発光ダイオードは、発光素子とコンデンサが並列接続されて構成されても良い。前記発光ダイオードは、発光素子と、前記発光素子のアノード端子とカソード端子との間に逆並列接続されたツェナーダイオードとで構成されても良い。電圧源が交流電圧を出力する交流電源の場合は、前記交流電圧を整流する整流回路を更に有しても良い。

【 0 0 1 4 】

前記制御回路ブロックは、前記整流回路に一端を接続された定電流源と、前記定電流源の他端に接続され、前記定電流源の出力電圧が所定値以上であれば起動信号を出力し、前記定電流源の出力電圧が所定値以下であれば停止信号を出力するレギュレータと、前記スイッチング素子に流れる電流を検出する電流検出回路と、前記発光ダイオードに流れる電流が一定になるように、前記電流検出回路の出力信号に基づいて前記スイッチング素子を所定の発振周波数で断続的にオン/オフ制御する制御回路と、前記レギュレータからの起動信号及び停止信号に基づいて、前記制御回路の起動と停止を制御する起動/停止回路と、を有しても良い。

20

【 0 0 1 5 】

前記レギュレータに一端を接続され、他端を前記整流回路の基準電位又は前記ダイオードのカソード端子と前記チョークコイルの接続点に接続されたコンデンサを更に有しても良い。

【 0 0 1 6 】

レギュレータを有することにより、制御回路の動作中の基準電圧を一定に保つことができ、スイッチング素子の安定した制御を実現できる。

30

【 0 0 1 7 】

また基準電圧が所定値よりも小さい間、制御回路はスイッチング素子のオン/オフ制御を実施しない。基準電圧が所定値に達してから制御回路が動作を開始するように制御するため、制御回路は安定した動作をすることが出来る。

【 0 0 1 8 】

前記制御回路ブロックは、前記整流回路から出力された電圧を検出し、検出した電圧を所定値と比較することにより、前記発光ダイオードの発光または消光を制御する発光信号又は消光信号を前記起動/停止回路に出力する入力電圧検出回路を更に有し、前記起動/停止回路は、前記レギュレータが停止信号を出力している場合は前記停止信号を前記制御回路に出力し、前記レギュレータが起動信号を出力している場合は、前記入力電圧検出回路の発光信号又は消光信号を前記制御回路に出力しても良い。

40

前記入力電圧検出回路は、前記整流回路の出力電圧が直接又は前記整流回路と前記入力電圧検出回路の間に挿入された抵抗を介して印加される、直列に接続された複数の抵抗と、前記複数の抵抗によって分圧された直流電圧をプラス入力端子に入力され、基準となる入力基準電圧をマイナス入力端子に入力されるコンパレータと、を有しても良い。以上のような構成にすることにより、交流電源の周波数の倍周期中（一般商用電源を使用した場合は $100\text{Hz} / 120\text{Hz}$ ）で、発光ダイオードを発光させる期間と消光させる期間を正確に規定できる。また、整流回路と入力電圧検出回路の間に挿入された抵抗の抵抗値を

50

変更することにより、整流回路の出力する電圧の変化に対して、スイッチング素子のオン／オフ制御が可能となる電圧レベルを任意に設定できる。これにより安全で複雑な光度調整が可能な、電力変換効率の高い発光ダイオード駆動装置を実現できる。

【0019】

前記入力電圧検出回路は、前記整流回路の出力電圧が直接又は前記整流回路と前記入力電圧検出回路の間に挿入された抵抗を介して印加され、第1の分圧電圧及び前記第1の分圧電圧よりも低い第2の分圧電圧を出力する複数の抵抗と、前記第1の分圧電圧をプラス入力端子に入力し、基準となる入力基準電圧をマイナス入力端子に入力するコンパレータと、前記第2の分圧電圧をマイナス入力端子に入力し、前記入力基準電圧をプラス入力端子に入力するコンパレータと、前記第1及び第2のコンパレータの出力信号を入力するAND回路と、を有しても良い。以上のような構成にすることにより、整流回路の出力する電圧の変化に対して、スイッチング素子のオン／オフ制御が可能となる電圧レベルの上限値と下限値を正確に設定できる。また、整流回路と入力電圧検出回路の間に挿入された抵抗の抵抗値を変更することにより、整流回路の出力する電圧の変化に対して、スイッチング素子のオン／オフ制御が可能となる電圧レベルの上限値と下限値を任意に設定できる。また抵抗に高抵抗を使用することにより、入力電圧検出回路の抵抗による電力損失を少なくすることができる。

10

【0020】

前記電流検出回路は、前記スイッチング素子のオン電圧を基準となる検出基準電圧と比較することにより前記スイッチング素子に流れる電流を検出しても良い。これにより、電力損失を低減して、スイッチング素子の電流、すなわち発光ダイオードに流れる電流のピーク値を検出することができる。電力変換効率の高い発光ダイオード駆動用半導体回路を実現できる。

20

【0021】

前記スイッチング駆動回路は、前記チョークコイルと前記スイッチング素子との接続点に一端を接続され、前記制御回路から前記スイッチング素子と同一の制御をされてスイッチング動作し、前記スイッチング素子に流れる電流よりも小さく、且つ前記スイッチング素子に流れる電流に対して一定の電流比の電流が流れる他のスイッチング素子と、前記他のスイッチング素子の他端と基準電位との間に直列接続された抵抗と、を更に有し、前記電流検出回路は、前記抵抗の両端電圧を基準となる検出基準電圧と比較することにより前記スイッチング素子の電流を検出しても良い。

30

【0022】

この発明によれば、抵抗により直接大電流を検出しないため、電力損失を低減して、スイッチング素子の電流すなわち発光ダイオードに流れる電流のピーク値を検出できる。電力変換効率の高い発光ダイオード駆動用半導体回路を実現できる。

【0023】

前記電流検出回路に接続された外部検出端子を更に有し、前記外部検出端子に入力される前記検出基準電圧の値を変えることにより、前記スイッチング素子の断続的なオンオフ制御におけるオン期間を変えて、前記発光ダイオードに流れる定電流レベルを調整しても良い。これにより、調光機能を有する、電力変換効率の高い発光ダイオード駆動装置を実現できる。

40

【0024】

前記検出基準電圧を入力される外部検出端子と前記電流検出回路との間にソフトスタート回路を接続し、前記ソフトスタート回路は、前記起動／停止回路から発光信号を入力すると、前記検出基準電圧を一定値に至るまで徐々に増加するように出力しても良い。これにより、起動時に発生する突入電流を防止でき、且つ発光ダイオードの光度を徐々に高くすることができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、雑音端子電圧を低減する発光ダイオード駆動装置を実現できるという

50

有利な効果が得られる。

また、本発明によれば、入力電圧の変動に影響されずに、定電流駆動が可能な発光ダイオード駆動装置を実現できる。

さらに、本発明によれば、調光制御が可能な、高電力変換効率の発光ダイオード駆動装置を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下本発明の実施をするための最良の形態を具体的に示した実施形態について、図面を参照して説明する。

【0027】

《第1の実施形態》

図1から図4を用いて、本発明の第1の実施形態の発光ダイオード駆動装置について説明する。図1に、第1の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す。第1の実施形態の発光ダイオード駆動装置は、発光ダイオード(LED)2と、発光ダイオード2のカソード端子に一端を接続されたチョークコイル3、及びアノード端子をチョークコイル3の他端に接続され、カソード端子を直流電源1の高電位端子と発光ダイオード2のアノード端子とに接続された整流ダイオード4を有する。整流ダイオード4は、チョークコイル3に発生する逆起電力を発光ダイオード2に供給する。発光ダイオード2のアノード端子は、電圧源である直流電源1の高電位端子に接続される。発光ダイオード2は、複数の発光ダイオードが直列接続された発光ダイオード群である。しかし、発光ダイオード2の数は図1に限定されず、1個以上の発光ダイオードであれば良い。

【0028】

発光ダイオード駆動装置は、発光ダイオードに流れる電流を制御するスイッチング駆動回路5をさらに有する。スイッチング駆動回路5は、チョークコイル3に一端を接続され、他端を直流電源1の低電位端子に接続されて、直流電源1の出力電圧の印加/非印加を切り替えるスイッチング素子6、及びスイッチング素子6の制御端子に接続して、スイッチング素子6のオン/オフのタイミングを制御する制御回路ブロック7を有する。制御回路ブロック7は、所定の発振周波数で断続的にスイッチング素子6のオン/オフを制御する。

【0029】

本実施形態の発光ダイオード駆動装置は、従来と異なり、チョークコイル3を発光ダイオード2とスイッチング駆動回路5との間に接続している。

【0030】

次に、本実施形態の発光ダイオード駆動装置の動作を、図2を参照して説明する。図2は、上から、直流電源1の出力電圧 V_{IN} の波形、スイッチング素子6の高電位側端子と基準電位との間の電圧 V_D の波形、スイッチング素子6に流れる電流 I_D の波形、発光ダイオード2に流れる電流 I_{LED} の波形、発光ダイオード2の順方向電圧 V_{LED} の波形(すなわち発光ダイオード2のアノード端子とカソード端子の電圧差波形)をそれぞれ表している。

【0031】

制御回路ブロック7で決定された所望のタイミングに基づいてスイッチング素子6がオフからオンに移行すると、直流電源1の出力電圧 V_{IN} は発光ダイオード2及びチョークコイル3に印加され、スイッチング素子6の電圧 V_D はスイッチング素子6のオン電圧 V_{on} まで低下する。すなわち、チョークコイル3とスイッチング素子6の接続点L1の電圧は、スイッチング素子6のオン電圧 V_{on} まで急に低下する。

【0032】

スイッチング素子6がオンの間、発光ダイオード2 チョークコイル3 スwitchング素子6の経路に電流が流れ、発光ダイオード2に流れる電流 I_{LED} の波形は、直流電源1の出力電圧 V_{IN} とチョークコイル3のインダクタンス値Lで決定される、時間と共に増加する傾きを持った電流波形となる。

【 0 0 3 3 】

発光ダイオード 2 のアノード端子には、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} が常時印加されている。発光ダイオード 2 のカソード端子の電圧（接続点 L 2 の電圧）は、スイッチング素子のオン／オフに関わらず、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} から発光ダイオード 2 に電流 I_{LED} が流れることにより発生する電位差（発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} ）分だけ低下した電圧（ $V_{IN} - V_{LED}$ ）になる。よって、スイッチング素子 6 がオンした瞬間に、発光ダイオード 2 の両端子電位は大きく変動しない。

【 0 0 3 4 】

発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} は、スイッチング素子 6 がオンのとき、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の増加に伴い緩やかに増加する。そのため、発光ダイオード 2 の両端子間電位差は緩やかに広がる。

10

【 0 0 3 5 】

次にスイッチング素子 6 がオフすると、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} の印加が遮断されるため、チョークコイル 3 に逆起電力が発生する。チョークコイル 3 の逆起電力により、チョークコイル 3 整流ダイオード 4 発光ダイオード 2 チョークコイル 3 の経路に電流が流れる。発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の波形は、整流ダイオード 4 の順方向電圧 V_F と発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} の合計電圧（ $V_F + V_{LED}$ ）とチョークコイル 3 のインダクタンス値 L で決定される、時間と共に減少する傾きをもった電流波形となる。

【 0 0 3 6 】

20

スイッチング素子 6 がオフの間、チョークコイルの両端子間電位差は発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} と整流ダイオード 4 の順方向電圧 V_F の合計値（ $V_{LED} + V_F$ ）となる。発光ダイオード 2 とチョークコイル 3 との接続点 L 2 の電圧は、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} から発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} だけ低下した電圧（ $V_{IN} - V_{LED}$ ）で固定されているため、チョークコイル 3 とスイッチング素子 6 の接続点 L 1 の電圧は、発光ダイオード 2 とチョークコイル 3 の接続点 L 2 の電圧（ $V_{IN} - V_{LED}$ ）にチョークコイル 3 の両端子に発生する電位差分（ $V_{LED} + V_F$ ）を足した電圧（ $V_{IN} + V_F$ ）まで瞬時に上昇する。

【 0 0 3 7 】

一方、発光ダイオード 2 とチョークコイル 3 との接続点 L 2 の電圧は、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} から発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} だけ低下した電圧（ $V_{IN} - V_{LED}$ ）で固定されているため、スイッチング素子 6 がオフした瞬間、発光ダイオード 2 の両端子電位は大きく変動しない。

30

【 0 0 3 8 】

スイッチング素子 6 がオフの間、順方向電圧 V_{LED} は発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の減少に伴い緩やかに減少するため、発光ダイオード 2 の両端子間電位差は緩やかに狭まる。

【 0 0 3 9 】

上記のように、スイッチング素子 6 がオン・オフを切り替えたとき、チョークコイル 3 とスイッチング素子 6 の接続点 L 1 の電圧は大きく変動するが、発光ダイオード 2 とチョークコイル 3 の接続点 L 2 の電圧は、大きく変動しない。

40

【 0 0 4 0 】

本実施形態の発光ダイオード駆動装置のスイッチング素子 6 がオフ オン オフした際の各部の電圧波形を図 3（a）に示す。本実施形態と比較するため、図 3（b）に、図 1 3 に示されるような従来の発光ダイオード駆動装置のスイッチング素子 105 がオフ オン オフした際の各部の電圧波形を示す。図 3（a）及び図 3（b）の縦軸は、スイッチング素子の両端子間電圧 V_D の波形、発光ダイオードに流れる電流 I_{LED} の波形、発光ダイオードの両端子間電圧 V_{LED} の波形を示している。スイッチング素子の両端子間電圧 V_D の波形の表示は 20 V / div、発光ダイオードに流れる電流 I_{LED} の波形の表示は 100 mA / div、発光ダイオードの両端子間電圧 V_{LED} の波形の表示は 5 V /

50

divである。横軸は時間を示し、400ns/divである。

【0041】

図3(a)より明らかなように、本実施形態による発光ダイオード駆動装置はスイッチング素子6がオン/オフした瞬間に、発光ダイオード2の両端子間電圧 V_{LED} は変動しない。一方、図3(b)より明らかなように、従来の発光ダイオード駆動装置はスイッチング素子がオンした瞬間に発光ダイオードの両端子間電圧 V_{LED} は約9Vから約6Vに急峻に変動している。また、従来の発光ダイオード駆動装置はスイッチング素子がオフした瞬間に発光ダイオードの両端子間電圧 V_{LED} は約8Vから約11Vに急峻に変動している。

【0042】

本実施形態のようにスイッチング素子6と発光ダイオード2との間にチョークコイル3を接続すれば、スイッチング素子6がオン/オフを切り替えたときにチョークコイル3とスイッチング素子6の接続点L1の電位が大きく変動しても、発光ダイオード2の両端子間電位は大きく変動しない。そのため、発光ダイオードの寄生容量に大きな電流が充電されることは無い。

【0043】

図4(a)に、本実施形態の発光ダイオード駆動装置が発生する雑音端子電圧波形を示す。本実施形態と比較するため、図4(b)に、図13に示されるような従来の発光ダイオード駆動装置が発生する雑音端子電圧波形を示す。図4(a)及び図4(b)の横軸はノイズ周波数を示し、縦軸は雑音端子電圧を示す。図4(a)及び図4(b)から明らかなように、本実施形態は、従来と比較して、1MHz以上の周波数領域におけるノイズレベルが顕著に低減している。

【0044】

本実施形態のようにスイッチング素子6と発光ダイオード2との間にチョークコイル3を接続すれば、スイッチング素子6がオン/オフを切り替えたときに、発光ダイオード2の両端子間電位は大きく変動しない。そのため、発光ダイオード6がノイズ源にならず、直流電源1に伝達される雑音端子電圧を低減することができる。

【0045】

なお、発光ダイオード2を静電気破壊から保護する素子を、発光ダイオード2と並列に発光ダイオードの両端子に接続しても良い。例えば、静電破壊防止用として、発光ダイオード2と並列にコンデンサを接続しても良いし、発光ダイオード2と逆並列にツェナーダイオードを接続しても良い。又は、予めコンデンサやツェナーダイオードなどの静電破壊防止素子が発光素子と共に挿入されている発光ダイオード製品を使用しても良い。このような場合であっても、本実施形態と同様の効果が得られる。

【0046】

なお本実施形態の図1においては、電圧源としての直流電源1を使用した。これに限定されるものではなく、交流電源と交流電圧を整流する整流回路を使用してもよい。また整流回路の高電位側と低電位側に平滑コンデンサを接続しても良い。以降に示す実施の形態においても同様である。

【0047】

《第2の実施形態》

図5及び図6を用いて、本発明の第2の実施形態の発光ダイオード駆動装置について説明する。図5に、第2の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す。第2の実施形態の発光ダイオード駆動装置に含まれる構成要素は、第1の実施形態の発光ダイオード駆動装置に含まれる構成要素と同一であるが、各構成要素の接続関係が以下のように異なる。

【0048】

本実施形態のスイッチング駆動回路5のスイッチング素子6は、一端を直流電源1の高電位側端子に接続され、他端をチョークコイル3の一端に接続される。チョークコイル3の他端は発光ダイオード2のアノード端子に接続される。整流ダイオード4は、カソード端子をスイッチング素子6とチョークコイル3との間に接続され、アノード端子を発光ダ

10

20

30

40

50

イオード 2 のカソード端子に接続される。発光ダイオード 2 のカソード端子と整流ダイオード 4 のアノード端子は、直流電源 1 の低電位側端子に接続される。

【 0 0 4 9 】

次に、本実施形態の発光ダイオード駆動装置の動作を図 6 を参照して説明する。図 6 は、上から、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} の波形、スイッチング素子 6 の低電位側端子と基準電位端子間の電圧 V_S の波形、スイッチング素子 6 に流れる電流 I_D の波形、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の波形、発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} の波形（すなわちアノード端子とカソード端子の電圧差波形）をそれぞれ表している。

【 0 0 5 0 】

制御回路ブロック 7 で決定された所望のタイミングに基づいてスイッチング素子 6 がオンすると、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} がチョークコイル 3 及び発光ダイオード 2 に印加される。スイッチング素子 6 の低電位側端子と基準電位間の電圧 V_S の波形は、スイッチング素子 6 のオン電圧 V_{on} 分だけ低下した電圧（ $V_{IN} - V_{on}$ ）になる。スイッチング素子 6 チョークコイル 3 発光ダイオード 2 の経路に電流が流れ、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の波形は、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} とチョークコイル 3 のインダクタンス値 L で決定される、時間と共に増加する傾きを持った波形となる。

【 0 0 5 1 】

スイッチング素子 6 がオフすると、直流電源 1 の出力電圧 V_{IN} の印加が遮断されるため、チョークコイル 3 に逆起電力が発生する。この逆起電力によりチョークコイル 3 発光ダイオード 2 整流ダイオード 4 チョークコイル 3 の経路に電流が流れる。発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の波形は、整流ダイオード 4 の順方向電圧 V_F と発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} の合計電圧（ $V_F + V_{LED}$ ）とチョークコイル 3 のインダクタンス値 L で決定される、時間と共に減少する傾きをもった波形となる。

【 0 0 5 2 】

発光ダイオード 2 のカソード端子は直流電源 1 の低電位側端子に接続されており、常に基準電位である。

【 0 0 5 3 】

スイッチング素子 6 がオンすると、スイッチング素子 6 とチョークコイル 3 の接続点 L_1 の電圧は直流電源の出力電圧 V_{IN} からスイッチング素子 6 のオン電圧 V_{on} 分低下した電圧（ $V_{IN} - V_{on}$ ）まで上昇する。

【 0 0 5 4 】

一方、チョークコイル 3 と発光ダイオード 2 の接続点 L_2 の電圧は、スイッチング素子 6 がオフしている間に、チョークコイル 3 の逆起電力によって発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} により発生している電位差（発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} ）で固定されている。そのため、スイッチング素子 6 がオンした瞬間に発光ダイオード 2 の両端子間の電位が大きく変動することはない。スイッチング素子 6 がオンの間、発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} は、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の増加に伴い緩やかに増加するため、発光ダイオード 2 の両端子間電位差は緩やかに広がる。

【 0 0 5 5 】

スイッチング素子 6 がオフすると、チョークコイル 3 に発生する逆起電力によってチョークコイル 3 の両端子間電位差は、発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} と整流ダイオード 4 の順方向電圧 V_F の合計値（ $V_{LED} + V_F$ ）となる。チョークコイル 3 と発光ダイオード 2 の接続点 L_2 の電圧は、直流電源 1 の基準電位から発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} だけ高い電圧（ V_{LED} ）で固定されているため、スイッチング素子 6 とチョークコイル 3 の接続点 L_1 の電圧は、接続点 L_2 の電圧（ V_{LED} ）からチョークコイル 3 の両端子に発生する電位差分（ $V_{LED} + V_F$ ）を引いた電圧（ $-V_F$ ）まで瞬時に降下する。

【 0 0 5 6 】

しかし、接続点 L_2 の電圧は、直流電源 1 の基準電位から発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} だけ高い電圧（ V_{LED} ）で固定されているため、スイッチング素子 6 がオフ

10

20

30

40

50

した瞬間に発光ダイオード 2 の両端子電位は大きく変動しない。スイッチング素子 6 がオフの間、発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} は、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の減少に伴い緩やかに減少するため、発光ダイオード 2 の両端子間電位差は緩やかに狭まる。

【 0 0 5 7 】

このように、スイッチング素子 6 のオン/オフが切り替わるとき、スイッチング素子 6 の低電位側端子と基準電位間の電圧 V_S が大きく変動しても、発光ダイオード 2 の両端子間電位 V_{LED} は大きく変動しないため、発光ダイオードの寄生容量に大きな電流は充電されない。発光ダイオード 6 がノイズ源となることはなく、直流電源 1 に伝達される雑音端子電圧を低減することができる。

10

【 0 0 5 8 】

また、本実施形態では、発光ダイオード 2 がスイッチング駆動回路 5 の低電位側と直流電源 1 の基準電位との間に接続されているため、発光ダイオード 2 のカソード端子の電圧は基準電位に固定される。発光ダイオード 2 のアノード端子には、発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} 以上の電圧が印加されないため、発光ダイオードの取り外し、取替え時に安全に作業することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、静電破壊防止用としてコンデンサを発光ダイオード 2 と並列に接続した場合や、発光ダイオード 2 と逆並列にツェナーダイオードを接続した場合、又は予めコンデンサやツェナーダイオードなどの静電破壊防止素子が挿入されている発光ダイオード製品を使用した場合にも本実施形態と同様の効果が得られる。

20

【 0 0 6 0 】

《 第 3 の実施形態 》

図 7 及び図 8 を用いて、本発明の第 3 の実施形態の発光ダイオード駆動装置について説明する。図 7 に、第 3 の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す。第 3 の実施形態は、第 1 の実施形態の制御回路ブロック 7 の一例を具体的に示すものである。

【 0 0 6 1 】

また、第 3 の実施形態における電圧源は第 1 の実施形態と異なり、交流電圧を発生する交流電源 8 を用い、交流電源 8 に整流回路 9 が接続される。整流回路 9 は、本実施形態において全波整流回路であり、全波整流した直流電圧 V_{IN} を出力する。整流回路 9 の高電位側は、発光ダイオード 2 のアノード端子と整流ダイオード 4 のカソード端子に接続され、整流回路 9 の低電位側はスイッチング駆動回路 5 の低電位側端子 $GND - SRC E$ に接続される。

30

【 0 0 6 2 】

本実施形態のスイッチング駆動回路 5 は、入力端子 IN 、高電位側端子 DRN 、低電位側端子 $GND - SRC E$ 、及び基準電圧端子 VCC を有する。入力端子 IN は、整流回路 9 の高電位側に接続され、直流電圧 V_{IN} を印加される。高電位側端子 DRN は、チョークコイル 3 と整流ダイオード 4 のアノード端子の接続点に接続される。低電位側端子 $GND - SRC E$ は、制御回路ブロック 7 のグランド端子 GND と接続されてグランド電位（基準電位）となる。本実施形態の発光ダイオード駆動装置において、基準電圧端子 VCC と低電位側端子 $GND - SRC E$ との間にコンデンサ 10 が接続される。

40

【 0 0 6 3 】

スイッチング駆動回路 5 は、スイッチング素子 6 と制御回路ブロック 7 とを有する。スイッチング素子 6 は、高電位側端子 DRN と低電位側端子 $GND - SRC E$ との間に接続される。スイッチング素子 6 の制御端子は、制御回路ブロック 7 の出力端子 $GATE$ に接続される。

【 0 0 6 4 】

本実施形態の制御回路ブロック 7 は、直流電圧 V_{IN} を入力し一定の基準電圧 V_{CC} をし出力するための定電流源 14 及びレギュレータ 19、スイッチング素子 6 に流れる電流を検出する電流検出回路 12、基準電圧 V_{CC} を印加されて駆動し、電流検出回路 12 の

50

出力に基づいてスイッチング素子 6 のオン / オフを制御する制御回路 70、並びに、直流電圧 V_{IN} に基づいて制御回路 70 の動作を制限する入力電圧検出回路 18 及び起動 / 停止回路 11、を有する。制御回路ブロック 7 は、さらにスイッチング駆動回路 5 の入力端子 IN に接続された入力端子 V_J を有する。

【0065】

定電流源 14 は入力端子 V_J とレギュレータ 19 の一端との間に接続される。なお、定電流源 14 に接続される入力端子 V_J は、スイッチング駆動回路 5 の入力端子 IN の代わりに高電位側端子 DRN に接続されても良い。定電流源 14 は電圧 V_J をレギュレータ 19 に出力する。

【0066】

10

レギュレータ 19 の他端は基準電圧端子 V_{CC} に接続され、基準電圧端子 V_{CC} に基準電圧 V_{cc} を出力する。レギュレータ 19 は、電圧 V_J を所定の電圧値である起動電圧 (図 8 の起動電圧 V_{cc0}) と比較して、電圧 V_J が起動電圧より小さければ電圧 V_J をそのまま基準電圧 V_{cc} として出力し、電圧 V_J が起動電圧 V_{cc0} 以上であれば一定の電圧値 V_{cc0} の基準電圧 V_{cc} を出力する。基準電圧 V_{cc} はコンデンサ 14 に蓄積される。制御回路ブロック 7 の内部回路は、基準電圧 V_{cc} が電圧値 V_{cc0} に達すると動作を開始する。

【0067】

さらに、レギュレータ 19 は電圧 V_J が起動電圧 V_{cc0} よりも小さければ、停止信号であるロウ (L) 信号を起動 / 停止回路 11 に出力し、起動 / 停止回路 11 がスイッチング素子 6 のオン / オフ制御を開始しないように制御する。また、レギュレータ 19 は電圧 V_J が起動電圧 V_{cc0} 以上であれば、起動信号であるハイ (H) 信号を起動 / 停止回路 11 に出力し、起動 / 停止回路 11 がスイッチング素子 6 のオン / オフ制御を開始するように制御する。

20

【0068】

制御回路ブロック 7 は、さらにグランド電位となるグランド端子 GND を有する。グランド端子 GND は、スイッチング駆動回路 5 の低電位側端子 $GND - SRC E$ に接続される。

【0069】

入力電圧検出回路 18 は、入力端子 IN とグランド端子 GND との間に直列に接続された抵抗 15 及び抵抗 16 と、抵抗 15 及び抵抗 16 の中間接続点の電圧を所定値である入力基準電圧 V_{st} と比較するコンパレータ 17 とを有する。抵抗 15 及び抵抗 16 は、入力端子 IN に入力された直流電圧 V_{IN} を分圧し、分圧電圧 V_{IN18} を出力する。コンパレータ 17 のプラス入力端子は、抵抗 15 及び抵抗 16 の中間接続点に接続されて、分圧電圧 V_{IN18} を入力する。コンパレータ 17 のマイナス入力端子は、入力基準電圧 V_{st} を入力する。コンパレータ 17 は分圧電圧 V_{IN18} が入力基準電圧 V_{st} より小さければロウ (L) 信号を出力し、分圧電圧 V_{IN18} が入力基準電圧 V_{st} 以上であればハイ (H) 信号を出力する。入力電圧検出回路 18 の出力するロウ信号は、発光ダイオード 2 を消光させるための消光信号であり、ハイ信号は発光ダイオード 2 を発光させるための発光信号である。コンパレータ 17 の出力端子は起動 / 停止回路 11 に接続される。

30

40

【0070】

起動 / 停止回路 11 は、レギュレータ 19 と入力電圧検出回路 18 のコンパレータ 17 の出力端子から出力される信号を入力する。起動 / 停止回路 11 の出力は、制御回路 70 の AND 回路 20 に接続される。起動 / 停止回路 11 は、レギュレータ 19 から停止信号を入力している間は停止信号を AND 回路 20 に出力し、レギュレータ 19 から起動信号を入力している間は入力電圧検出回路 18 の発光信号又は消光信号を AND 回路 20 に出力する。すなわち、起動 / 停止回路 11 は、レギュレータ 19 と入力電圧検出回路 18 から入力された信号が両方ハイ信号のときにハイ信号を出力し、入力された信号のいずれかがロウ信号であればロウ信号を出力する。

【0071】

50

電流検出回路 12 は、プラス入力端子を高電位側端子 D R N に接続されて、スイッチング素子 6 のオン電圧 V_{on} を入力し、マイナス入力端子に基準となる検出基準電圧 V_{sn} を入力するコンパレータである。電流検出回路 12 は、オン電圧 V_{on} が検出基準電圧 V_{sn} よりも小さければロウ信号を出力し、オン電圧 V_{on} が検出基準電圧 V_{sn} 以上であればハイ信号を出力する。スイッチング素子 6 のオン電圧 V_{on} を電流検出回路 12 の検出基準電圧 V_{sn} と比較することにより、スイッチング素子 6 に流れる電流 I_D は検出される。

【0072】

制御回路 70 は、発振器 13、AND 回路 20 及び 24、OR 回路 23、RS フリップフロップ回路 22、及びオン時ブランキングパルス発生器 21 を有する。

10

【0073】

発振器 13 は、マックスデューティ信号 M X D T Y とクロック信号 C L K とを出力する。スイッチング素子 6 の発振周波数及び M A X オンデューティは、発振器 13 のクロック信号 C L K 及びマックスデューティ信号 M X D T Y により規定される。

【0074】

AND 回路 24 の入力端子は、電流検出回路 12 の出力端子とオン時ブランキングパルス発生器 14 の出力端子に接続され、AND 回路 24 の出力端子は OR 回路 23 の一方の入力端子に接続される。

【0075】

OR 回路 23 は他方の入力端子には、発振器 13 のマックスデューティ信号 M X D T Y の反転信号が入力される。

20

【0076】

RS フリップフロップ回路 22 は、リセット信号端子 R を OR 回路 23 の出力端子に接続され、セット信号端子 S に発振器 13 のクロック信号 C L K を入力される。

【0077】

AND 回路 20 の入力端子は、起動/停止回路 11 と、発振器 13 のマックスデューティ信号 M X D T Y を出力する出力端子と、RS フリップフロップ回路 22 の出力端子 Q に接続される。

【0078】

制御回路ブロック 7 は、スイッチング素子 6 の制御端子に接続される出力端子 G A T E を有し、AND 回路 20 の出力端子が出力端子 G A T E に接続される。

30

【0079】

オン時ブランキングパルス発生器 21 は、一端を AND 回路 20 と出力端子 G A T E との接続点に接続される。オン時ブランキングパルス発生器 21 は、AND 回路 20 の出力信号を入力し、スイッチング素子 6 がオフからオンに切り替わってからある一定の時間（例えば数百 n s e c）ロウ信号を出力する。オン時ブランキングパルス発生器 21 は、それ以外はハイ信号を出力する。本実施形態は、オン時ブランキングパルス発生器 21 の出力信号と電流検出回路 12 の出力信号を AND 回路 24 に入力することで、スイッチング素子 6 のオフ状態からオン状態に移行するときに発生するリングングによるスイッチング素子 6 のオン/オフ制御の誤動作を防いでいる。

40

【0080】

次に、図 8 を用いて、本実施形態の発光ダイオード駆動装置の動作を説明する。図 8 は本実施形態の発光ダイオード駆動装置における、整流回路 9 の出力する直流電圧 V_{IN} の波形と、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の波形と、基準電圧 V_{CC} の波形を示した図である。図 8 の横軸は、時間である。整流回路 9 の出力する直流電圧 V_{IN} は、図 8 のように交流電圧を全波整流した波形となる。

【0081】

直流電圧 V_{IN} が入力端子 I N を介して入力端子 V J に印加されると、定電流源 14 の出力する電圧 V_J は電圧 V_{IN} の上昇とともに上昇する。電圧 V_J が上昇すると、レギュレータ 19 により基準電圧 V_{cc} は上昇する。基準電圧 V_{cc} が起動電圧 V_{cc0} に達す

50

るまでの間、レギュレータ 19 は停止信号であるロウ信号を起動 / 停止回路 11 に出力しているため、スイッチング素子 6 のオン / オフ制御は行われない (停止期間 T_3)。

【 0082 】

電圧 V_J が起動電圧 V_{CC0} に達すると、レギュレータ 19 は電圧値 V_{CC0} の基準電圧 V_{CC} を出力し、制御回路ブロック 7 の内部回路は動作を開始する (起動期間 T_4)。発振器 13 はマックスデューティ信号 $MAXDTY$ とクロック信号 CLK の出力を開始する。レギュレータ 19 は起動信号であるハイ信号を起動 / 停止回路 11 に出力する。これによりスイッチング素子 6 の制御が開始される。すなわち起動 / 停止回路 11 は入力電圧検出回路 18 から出力される発光信号又は消光信号に基づいて、発光ダイオード 2 の発光期間 T_1 又は消光期間 T_2 を制御する。

10

【 0083 】

入力電圧検出回路 18 のコンパレータ 17 は分圧電圧 V_{IN18} が入力基準電圧 V_{St} に達すると、起動 / 停止回路 11 に発光信号としてハイ信号を出力し、起動 / 停止回路 11 はハイ信号を AND 回路 20 に出力する (発光期間 T_1)。これにより、制御回路 70 によるスイッチング素子 6 のオン・オフが制御され、発光ダイオード 2 は発光する。

【 0084 】

本実施形態において、電圧 V_J が電圧値 V_{CC0} に達する時の電圧 V_{IN} の電圧値 V_{IN2} よりも分圧電圧 V_{IN18} が基準電圧 V_{St} に達する時の電圧 V_{IN} の電圧値 V_{IN1} のほうが高くなるように設定する。

【 0085 】

20

入力電圧検出回路 18 のコンパレータ 17 は、分圧電圧 V_{IN18} が入力基準電圧 V_{St} を下回ると、起動 / 停止回路 11 に消光信号としてロウ信号を出力し、起動 / 停止回路 11 はロウ信号を AND 回路 20 に出力する (消光期間 T_2)。これによりスイッチング素子 6 はオフ状態に保たれ、発光ダイオード 2 は消光する。

【 0086 】

すなわち、分圧電圧 V_{IN18} が入力基準電圧 V_{St} 以上の発光期間 T_1 に、スイッチング素子 6 の断続的なオン / オフ制御は実行され、発光ダイオード 2 は発光する。分圧電圧 V_{IN18} が入力基準電圧 V_{St} 以下の消光期間 T_2 に、スイッチング素子 6 のオン / オフ制御は停止され、発光ダイオード 2 は消光する。定電流 I_{LED} は発光期間 T_1 に発光ダイオード 2 に流れ、消光期間 T_2 には流れない。

30

【 0087 】

レギュレータ 19 の出力する基準電圧 V_{CC} はコンデンサ 10 に蓄積される。レギュレータ 19 は電圧 V_J が起動電圧 V_{CC0} 以上になる起動期間 T_4 の間、基準電圧 V_{CC} が常に一定の電圧 V_{CC0} になるように制御する。また、レギュレータ 19 は、電圧 V_{IN} が小さくなり電圧 V_J が再度電圧値 V_{CC0} よりも小さくなる起動期間 T_5 において、基準電圧 V_{CC} が低下しないようにコンデンサ 10 の容量値を適切に設定する。基準電圧 V_{CC} が起動電圧 V_{CC0} に保たれている起動期間 T_4 及び T_5 の間、スイッチング素子 6 のオン / オフ制御がなされ、発光ダイオード 2 は発光 / 消光を繰り返す。

【 0088 】

次に、発光期間 T_1 における、本実施形態の発光ダイオード駆動装置の定電流出力動作について説明する。発光期間 T_1 における各電圧・各電流の波形は、図 2 のようになる。図 2 は、直流電源 1 の出力する直流電圧 V_{IN} の波形、スイッチング素子 6 の高電位側端子と基準電位間の電圧 V_D の波形、スイッチング素子 6 に流れる電流 I_D の波形、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の波形、発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} の波形 (すなわちアノード端子とカソード端子の電圧差波形) を示す。

40

【 0089 】

発光期間 T_1 における、スイッチング素子 6 の発振周波数及び MAX オンデューティは、発振器 13 のクロック信号 CLK 及びマックスデューティ信号 $MAXDTY$ により規定される。

【 0090 】

50

スイッチング素子 6 がオンの間、スイッチング素子 6 の電圧 V_D は電圧値 V_{on} となる。オン電圧 V_{on} が電圧値 V_{sn} に達すると、電流検出回路 12 はハイレベルの信号を出力する。このハイレベルの信号は、AND 回路 24 を介して OR 回路 23 に入力され、OR 回路 23 はハイレベルの信号を出力する。また、オン電圧 V_{on} が電圧値 V_{sn} に達しなくても、マックスデューティ信号 $MXDTY$ の反転信号がハイレベルとなると、OR 回路 23 はハイレベルの信号を出力する。このハイレベルの信号は、RS フリップフロップ 22 のリセット信号端子 R に入力される。RS フリップフロップ 22 はリセットし、AND 回路 20 にロウレベルの信号を出力する。AND 回路 20 がロウレベルの信号を出力することにより、スイッチング素子 6 はオフ状態になる。

【0091】

10

発振器 13 のクロック信号 CLK が RS フリップフロップ 22 のセット信号端子 S に入力されると、スイッチング素子 6 はオン状態になる。

【0092】

オン時ブランキングパルス発生器 21 は、スイッチング素子 6 がオフからオンに切り替わってからある一定の時間ロウ信号を出力する。ロウ信号は、AND 回路 24 に入力されるため、スイッチング素子 6 のオン/オフの制御は、電流検出回路 12 の出力信号に影響されない。一定の時間が経過すると、オン時ブランキングパルス発生器 21 はハイ信号を出力する。スイッチング素子 6 のオン/オフは、電流検出回路 12 の出力信号に基づいて、制御される。

【0093】

20

スイッチング素子 6 のオン電圧 V_{on} が電圧値 V_{sn} に達するか、又はマックスデューティ信号 $MXDTY$ の反転信号がハイレベルとなると、OR 回路 23 はハイレベルの信号を出力し、RS フリップフロップ 22 はリセットする。これにより、再びスイッチング素子 6 はオフ状態になる。

【0094】

即ち、スイッチング素子 6 のオンデューティは、発振器 13 のマックスデューティ信号 $MXDTY$ の反転信号と電流検出回路 12 の出力信号が入力された OR 回路 23 の出力信号により規定される。

【0095】

以上のように、制御回路ブロック 7 によるスイッチング素子 6 の断続的なオン/オフ制御が図 8 の発光期間 T_1 になされると、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} は図 2 に示すようになる。

30

【0096】

スイッチング素子 6 がオンのとき、発光ダイオード 2、チョークコイル 3、スイッチング素子 6 の向きに電流 I_{LED} が発光ダイオード 2 に流れる。スイッチング素子 6 がオフのとき、電流 I_{LED} はチョークコイル 3、整流ダイオード 4、発光ダイオード 2 の閉ループを流れる。そのため、チョークコイル 3 に流れる電流（即ち、発光ダイオード 2 に流れる電流）は図 2 の電流 I_{LED} に示すような波形となる。

【0097】

発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} は、スイッチング素子 6 がオンのとき発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の増加に伴い緩やかに増加し、スイッチング素子 6 がオフのとき発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} の減少に伴い緩やかに減少する。

40

【0098】

スイッチング素子 6 がオンしたとき、チョークコイル 3 とスイッチング素子 6 の接続点 L1 の電圧は、スイッチング素子 6 のオン電圧 V_{on} まで低下する。しかし、発光ダイオード 2 とチョークコイル 3 の接続点 L2 の電圧は、大きく変動しないため、スイッチング素子 6 がオンした瞬間に、発光ダイオード 2 の両端子電位が大きく変動することはない。

【0099】

スイッチング素子 6 がオフしたとき、チョークコイル 3 に発生する逆起電力により、チョークコイルの両端子間電位差は発光ダイオード 2 の順方向電圧 V_{LED} と整流ダイオード

50

ド4の順方向電圧 V_F の合計値($V_{LED}+V_F$)となる。発光ダイオード2とチョークコイル3との接続点L2の電圧は、直流電源1の出力電圧 V_{IN} から発光ダイオード2の順方向電圧 V_{LED} だけ低下した電圧($V_{IN}-V_{LED}$)で固定されているため、チョークコイル3とスイッチング素子6の接続点L1の電圧は、ダイオード2とチョークコイル3との接続点L2の電圧($V_{IN}-V_{LED}$)にチョークコイル3の両端子に発生する電位差分($V_{LED}+V_F$)を足した電圧($V_{IN}+V_F$)まで瞬時に上昇する。しかし、発光ダイオード2とチョークコイル3の接続点L2の電圧は、大きく変動しないため、スイッチング素子6がオフした瞬間に発光ダイオード2の両端子電位が大きく変動することはない。

【0100】

10

本実施形態のようにスイッチング素子6と発光ダイオード2との間にチョークコイル3を接続すれば、スイッチング素子6がオン/オフを切り替えたときにチョークコイル3とスイッチング素子6の接続点L1の電位が大きく変動しても、発光ダイオード2の両端子間電位は大きく変動しない。そのため、発光ダイオードの寄生容量に大きな電流が充電されることは無い。また、発光ダイオード6がノイズ源にならず、直流電源1に伝達される雑音端子電圧を低減することができる。

【0101】

なお、図7においては、検出基準電圧 V_{sn} は所定の電圧値であったが、検出基準電圧 V_{sn} を外部から入力するための外部検出端子(図示せず)をスイッチング駆動回路5に設けても良い。この場合、検出基準電圧 V_{sn} の電圧値を任意に設定し変更することにより、スイッチング素子6に流れる電流 I_D のピーク電流値を変えることができる。これにより、発光ダイオード2に流れる電流 I_{LED} の電流値を変えることができ、調光機能を有する発光ダイオード駆動装置を実現できる。

20

【0102】

また、入力基準電圧 V_{st} は所定の電圧値であったが、入力基準電圧 V_{st} を外部から入力するための外部接続端子(図示せず)をスイッチング駆動回路5に設けても良い。入力基準電圧 V_{sn} の電圧値を任意に設定し変更することにより、発光ダイオード2に電流 I_{LED} が流れる発光期間 T_1 の長さを簡単に調整できる。

【0103】

また、交流電源8に商用電源を使用した場合、倍周期中(100Hz/120Hz)で発光期間 T_1 と消光期間 T_2 を簡単に調整でき、白色発光ダイオードの色度と光度を簡単に調整できる。

30

【0104】

本実施形態の発光ダイオード駆動装置を使用した場合、さらに以下の効果がある。本実施形態のスイッチング駆動回路は、電力供給のための抵抗が不要なため、起動時の電力損失がない。一般的に、スイッチング駆動回路に対する電力供給は、入力電圧(高電圧)から直流的に抵抗を介して行われる。この電力供給は起動・停止のみならず、通常動作中も同じように行われるため、抵抗での電力損失が発生する。しかし、本実施の形態の構成によれば、このような抵抗は不要である。

【0105】

40

スイッチング素子6に流れる電流 I_D は、スイッチング素子6のオン電圧 V_{on} を電流検出回路12により検出するため、従来のような電流を検出するための検出抵抗が不要となり、検出抵抗による電力損失は発生しない。

【0106】

また、図7において、スイッチング駆動回路5中のスイッチング素子6と制御回路ブロック7を同一基板上に形成することで、発光ダイオード駆動装置の更なる小型化が実現できる。これは、以降に示す実施の形態においても同様である。

【0107】

また、図7において、交流電圧を整流する手段として全波整流回路9を使用したか、半波整流回路を使用しても同様の効果が得られるのは明白である。これは、以降に示す実施

50

の形態においても同様である。

【0108】

なお、スイッチング素子6の高電位側端子DRNと低電位側端子GND-SRCEにツェナーダイオードなどのクランプ回路を並列接続してもよい。制御回路ブロック7によるスイッチング素子6の断続的なオン/オフ制御において、スイッチング素子6がオン状態からオフ状態へ移行するときに、スイッチング素子6の高電位側電圧VDが、配線容量や配線インダクタンスで生ずるリンギングによりスイッチング素子6の耐圧を超える電圧となる場合がある。この場合、スイッチング素子6の破壊につながるおそれがある。このような場合に、スイッチング素子6の耐圧よりも低いクランプ電圧を有するクランプ回路を並列に接続することで、スイッチング素子6の電圧VDをこのクランプ電圧でクランプし、スイッチング素子6の破壊を防ぐことが可能になる。これにより、更に安全性の高い発光ダイオード駆動装置を実現できる。以下の実施の形態においても同様に、クランプ回路を追加することで同様の効果を得ることができる。

10

【0109】

なお、スイッチング素子6がオフ状態からオン状態に移行する過渡状態において、整流ダイオード4の逆回復時間(Trr)が遅いと電力損失が大きくなるため、本実施形態の整流ダイオード4の逆回復時間(Trr)は100ns以下である。

【0110】

《第4の実施形態》

図9を用いて、本発明の第4の実施形態の発光ダイオード駆動装置について説明する。図9に、第4の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す。第4の実施形態は、第2の実施形態の制御回路ブロック7の一例を具体的に示すものである。すなわち、スイッチング駆動回路5は、整流回路9の高電位側とチョークコイル3の一端との間に接続され、チョークコイル3の他端は発光ダイオード2のアノード端子に接続される。第4の実施形態の制御回路ブロック7の内部回路は、第3の実施形態の制御回路ブロック7の内部回路と同一である。

20

【0111】

第4の実施形態における電圧源は第3の実施形態と同様に、交流電圧を発生する交流電源8を用い、交流電源8に整流回路9が接続される。整流回路9は、本実施形態において全波整流回路であり、全波整流した直流電圧VINを出力する。

30

【0112】

本実施形態において、整流回路9の高電位側は、スイッチング駆動回路5の入力端子IN及び高電位側端子DRNに接続される。スイッチング駆動回路5の低電位側端子GND-SRCEはチョークコイル3の一端と整流ダイオード4のカソード端子に接続される。チョークコイル3の他端は発光ダイオード2のアノード端子に接続される。発光ダイオード2のカソード端子と整流ダイオード4のアノード端子は整流回路9の低電位側端子に接続される。

【0113】

スイッチング駆動回路5の低電位側端子GND-SRCEは、制御回路ブロック7のグランド端子GNDに接続されて、スイッチング駆動回路5の基準電位となる。基準電圧端子VCCと低電位側端子GND-SRCEの間にコンデンサ10が接続される。

40

【0114】

以上のように構成することにより、スイッチング駆動回路5を発光ダイオード2より高電位側に配置する回路構成においても、第3の実施形態と同一のスイッチング駆動回路7を使用することができる。本実施形態は、第3の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0115】

《第5の実施形態》

図10及び図11を用いて、本発明の第5の実施形態の発光ダイオード駆動装置について説明する。図10に、第5の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す。本実施形態の

50

発光ダイオード駆動装置は、図 7 に示す第 3 の実施形態と比較して、以下の点が異なる。

【 0 1 1 6 】

本実施形態の発光ダイオード駆動装置は、入力端子 I_N と整流回路 9 の間に接続される抵抗 28 を更に有する。

【 0 1 1 7 】

また、スイッチング駆動回路 5 は、入力端子 I_N とは別に、直流電圧 V_{IN} を抵抗 28 を介さずに入力するための入力端子 $JFET$ を有する。入力端子 $JFET$ に入力端子 V_J が接続され、定電流源 14 は直流電圧 V_{IN} を入力する。

【 0 1 1 8 】

本実施形態の入力電圧検出回路 27 は、入力端子 I_N とグランド端子 GND との間に直列に接続された 3 つの抵抗 29、30、31 と、抵抗 29 と抵抗 30 の接続点から出力される第 1 の分圧電圧 V_{H27} をプラス入力端子に入力し、入力基準電圧 V_{st} をマイナス入力端子に入力する第 1 のコンパレータ 32 と、抵抗 30 と抵抗 31 の接続点から出力される第 2 の分圧電圧 V_{L27} をマイナス入力端子に入力し、入力基準電圧 V_{st} をプラス入力端子に入力する第 2 のコンパレータ 33 と、第 1 のコンパレータ 32 および第 2 のコンパレータ 33 の出力端子に入力端子を接続される AND 回路 34 を有する。AND 回路 34 の出力端子は起動 / 停止回路 11 に接続される。ここで、第 1 の分圧電圧 V_{H27} と第 2 の分圧電圧 V_{L27} には、常に $V_{H27} > V_{L27}$ の関係がある。

【 0 1 1 9 】

本実施形態の制御回路ブロック 7 は、スイッチング素子 25 と抵抗 26 を更に有する。スイッチング素子 25 は、スイッチング素子 6 と並列に接続される。スイッチング素子 25 には、スイッチング素子 6 に流れる電流よりも小さい、一定の電流比の電流が流れる。スイッチング素子 25 の高電位側はスイッチング素子 6 の高電位側に接続される。スイッチング素子 25 の制御端子は、スイッチング素子 6 の制御端子と共通に制御回路ブロック 7 の出力端子 $GATE$ に接続される。抵抗 26 は、スイッチング素子 25 の低電位側とグランド端子 GND との間に接続される。

【 0 1 2 0 】

電流検出回路 12 は、スイッチング素子 25 に流れる電流を抵抗 26 の両端の電圧で検出して、検出基準電圧 V_{sn} と比較する。

【 0 1 2 1 】

本実施形態のスイッチング駆動回路 5 は外部検出端子 SN をさらに有し、外部検出端子 SN に入力される検出基準電圧 V_{sn} を、電流検出回路 12 に出力する。

【 0 1 2 2 】

上記以外の構成については、本実施形態は、図 7 に示す第 3 の実施形態と同じである。

【 0 1 2 3 】

このように構成される本実施形態の発光ダイオード駆動装置の動作について、図 11 を参照して説明する。図 11 は、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} 、第 1 の分圧電圧 V_{H27} 、及び第 2 の分圧電圧 V_{L27} の波形を示す図であり、横軸は時間 t を示す。

【 0 1 2 4 】

第 1 の分圧電圧 V_{H27} が入力基準電圧 V_{st} に達するまでの消光期間 T_{2A} において、第 1 のコンパレータ 32 は信号レベルがロウレベルの信号を出力する。一方、第 2 の分圧電圧 V_{L27} は入力基準電圧 V_{st} よりも低いたため、第 2 のコンパレータ 33 は信号レベルがハイレベルの信号を出力する。2 つのコンパレータ 32、33 の出力信号が入力される AND 回路 34 の出力信号はロウレベルとなり、起動 / 停止回路 11 は AND 回路 13 に消光信号であるロウ信号を出力する。制御回路ブロック 7 はスイッチング素子 6 の制御を停止する（消光期間 T_{2A} ）。

【 0 1 2 5 】

直流電圧 V_{IN} が上昇し、第 1 の分圧電圧 V_{H27} が入力基準電圧 V_{st} に達すると、第 1 のコンパレータ 32 は信号レベルがハイレベルの信号を出力する。一方、第 2 の分圧電圧 V_{L27} は入力基準電圧 v_{st} よりも低いたため、第 2 のコンパレータ 33 は信号レベ

10

20

30

40

50

ルがハイレベルの信号を出力する。２つのコンパレータ３２、３３の出力信号が入力されるＡＮＤ回路３４の出力信号はハイレベルとなり、起動／停止回路１１はＡＮＤ回路１３に発光信号であるハイ信号を出力する。制御回路ブロック８によるスイッチング素子６の断続的なオン／オフ制御が開始され、発光ダイオードは発光する（発光期間Ｔ１）。

【０１２６】

さらに直流電圧 V_{IN} が上昇し、第２の分圧電圧 V_{L27} が入力基準電圧 V_{st} に達すると、コンパレータ３３は信号レベルがロウレベルの信号を出力する。一方、第１の分圧電圧 V_{H27} は入力基準電圧 V_{st} よりも高いため、第１のコンパレータ３２は信号レベルがハイレベルの信号を出力し続ける。２つのコンパレータ３２、３３の出力信号が入力されるＡＮＤ回路３４の出力信号はロウレベルとなり、起動／停止回路１１はＡＮＤ回路１３に消光信号であるロウ信号を出力する。制御回路ブロック８はスイッチング素子６の制御を停止する（消光期間Ｔ２Ｂ）。

10

【０１２７】

その後、直流電圧 V_{IN} が下降すると、再び第２の分圧電圧 V_{L27} は入力基準電圧 V_{st} を下回り、スイッチング素子６は発振状態となる（発光期間Ｔ１）。

【０１２８】

そして、第１の分圧電圧 V_{H27} が入力基準電圧 V_{st} を下回ると、スイッチング素子６は停止状態となる（消光期間Ｔ２Ａ）。

【０１２９】

すなわち、図１１に示すように、第１の分圧電圧 V_{H27} が入力基準電圧 V_{st} よりも小さい消光期間Ｔ２Ａ、制御回路ブロック７はスイッチング素子６のオン／オフ制御を停止して、スイッチング素子６のオフ状態を保持するため、発光ダイオード２は消光する。一方、第１の分圧電圧 V_{H27} が入力基準電圧 V_{st} よりも高く、かつ第２の分圧電圧 V_{L27} が入力基準電圧 V_{st} よりも低い発光期間Ｔ１は、制御回路ブロック７によるスイッチング素子６のオン／オフ制御がなされ、発光ダイオードは発光する。さらに第２の分圧電圧 V_{L27} が入力基準電圧 V_{st} よりも高い消光期間Ｔ２Ｂ、制御回路ブロック７はスイッチング素子６のオン／オフ制御を停止して、スイッチング素子６のオフ状態を保持するため、発光ダイオード２は消光する。

20

【０１３０】

本実施形態によれば、第１の実施形態及び第３の実施形態の効果に加え、さらに下記の効果を有する。直流電圧 V_{IN} の変化に対して、スイッチング素子６のオン／オフ制御が可能となる電圧レベルの上限値と下限値を設定できる。入力電圧検出回路２７は異常な高電圧が印加されたときの保護回路となり、本実施形態はより安全な発光ダイオード駆動装置を実現することができる。

30

【０１３１】

また、抵抗２８の抵抗値を変更することにより、直流電圧 V_{IN} の変化に対して、スイッチング素子６のオン／オフ制御が可能な電圧レベルの上限値と下限値を任意に設定できる。これにより、より安全で複雑な光度調整が可能な発光ダイオード駆動装置を実現できる。また抵抗２８に高抵抗を使用することにより、入力電圧検出回路２７の抵抗２９、３０、３１で発生する電力損失を少なくすることができる。

40

【０１３２】

なお、本実施形態の入力電圧検出回路２７は、３つの直列接続された抵抗を有し、第１の分圧電圧 V_{H27} と第２の分圧電圧 V_{L27} を生成したが、これに限らず、入力電圧検出回路２７の内部構成は、直流電圧 V_{IN} の変化に対して、スイッチング素子６のオン／オフ制御が可能となる電圧レベルの上限値と下限値を規定できるような構成とすればよい。

【０１３３】

また、抵抗２８を使用しない場合は、入力端子ＩＮと入力端子ＪＦＥＴは共通化することができる。その場合、入力電圧検出回路２７の抵抗２９の高電位側と入力端子ＶＪは同じ入力端子ＩＮ（又はＪＦＥＴ）に接続することができる。

50

【 0 1 3 4 】

なお、整流回路 9 の高電位側と低電位側に平滑コンデンサ（図示せず）を接続しても良い。整流回路 9 の高電位側と低電位側に平滑コンデンサを追加した場合、直流電圧 V_{IN} はあるリップル電圧幅を持った直流電圧とみなすことができる。このような場合、入力電圧検出回路 27 は整流回路 9 や平滑コンデンサが破壊して直流電圧 V_{IN} が異常な電圧となったときに、スイッチング駆動回路 5 を停止させ、スイッチング駆動回路 5 を保護する保護回路として作用する。

【 0 1 3 5 】

なお、本実施形態における抵抗 26 及びスイッチング駆動回路 5 の内部回路の構成は、図 9 に示す第 4 の実施形態においても適用できる。

10

【 0 1 3 6 】

《 実施の形態 6 》

図 12 を用いて、本発明の第 6 の実施形態の発光ダイオード駆動装置について説明する。図 12 に、第 6 の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す。本実施形態の発光ダイオード駆動装置は、ソフトスタート回路 35 と調光用制御回路 36 とを追加したことが、図 10 に示す第 5 の実施形態と異なり、それ以外の構成については第 5 の実施形態と同様である。

【 0 1 3 7 】

ソフトスタート回路 35 は、外部検出端子 S_N と電流検出回路 12 との間に接続される。ソフトスタート回路 35 は、起動 / 停止回路 11 ととも接続される。ソフトスタート回路 35 は起動 / 停止回路 11 から発光信号であるハイ（H）信号を入力されると、検出基準電圧 V_{sn} を一定値に至るまで徐々に増加するように出力する。以上のような構成にすることにより、起動時に発生する突入電流を防止できる。検出基準電圧 V_{sn} を徐々に増加させることにより、発光ダイオード 2 に流れる電流 I_{LED} を徐々に高くすることができる。これにより、発光ダイオードの光度を徐々に上げることができる。

20

【 0 1 3 8 】

調光用制御回路 36 は外部検出端子 S_N に接続される。調光用制御回路 36 として、例えば 8 ビットマイコンを使用した場合、外部からの信号に応じて 256 段階調光が可能になる。

【 0 1 3 9 】

また、基準電圧端子 V_{CC} とグランド端子 GND との間に、固定抵抗と可変抵抗を直列に接続し、2 つの抵抗で分圧された電圧を外部検出端子 S_N に入力すると、可変抵抗値を変更することにより、無段階調光が可能となる。

30

【 0 1 4 0 】

本実施形態によれば、第 1 から第 5 の実施形態の効果に加え、さらに簡易な構成で調光機能を有する発光ダイオード駆動装置を実現するという有利な効果が得られる。

【 0 1 4 1 】

なお、本実施形態におけるソフトスタート回路 35 と調光用制御回路 35 は、図 9 に示す第 4 の実施形態においても適用できる。

【 産業上の利用可能性 】

40

【 0 1 4 2 】

本発明は、発光ダイオードを使用した装置・機器全般に利用可能であり、特に LED 照明機器として有用である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 4 3 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【 図 2 】 第 1 の実施形態における各電圧及び各電流の波形を示す図

【 図 3 】 (a) 第 1 の実施形態における発光ダイオードの電圧及び電流を示す図、(b) 従来技術における発光ダイオードの電圧及び電流を示す図

【 図 4 】 (a) 第 1 の実施形態の発光ダイオード駆動装置が発生する雑音端子電圧波形を

50

示す図、(b)従来技術の発光ダイオード駆動装置が発生する雑音端子電圧波形を示す図

【図5】本発明の第2の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【図6】第2の実施形態における各電圧及び各電流の波形を示す図

【図7】本発明の第3の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【図8】第3の実施形態において、発光ダイオードに電流が流れる期間を示す図

【図9】本発明の第4の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【図10】本発明の第5の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【図11】第5の実施形態において、発光ダイオードに電流が流れる期間を示す図

【図12】本発明の第6の実施形態の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【図13】従来技術による発光ダイオード駆動装置の概略の構成を示す図

10

【符号の説明】

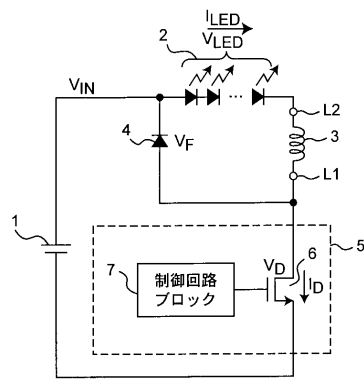
【0144】

- 1 直流電源
- 2 発光ダイオード
- 3 チョークコイル
- 4 整流ダイオード
- 5 スイッチング駆動回路
- 6、25 スイッチング素子
- 7 制御回路ブロック
- 8 交流電源
- 9 整流回路
- 10 コンデンサ
- 11 起動/停止回路
- 12 電流検出回路
- 13 発振器
- 14 定電流源
- 15、16、26、28、29、30、31 抵抗
- 17、32、33 コンパレータ
- 18、27 入力電圧検出回路
- 19 レギュレータ
- 20、24、34 AND回路
- 21 オン時ブランキングパルス発生器
- 22 RSフリップフロップ
- 23 OR回路
- 35 ソフトスタート回路
- 36 調光用制御回路
- 70 制御回路

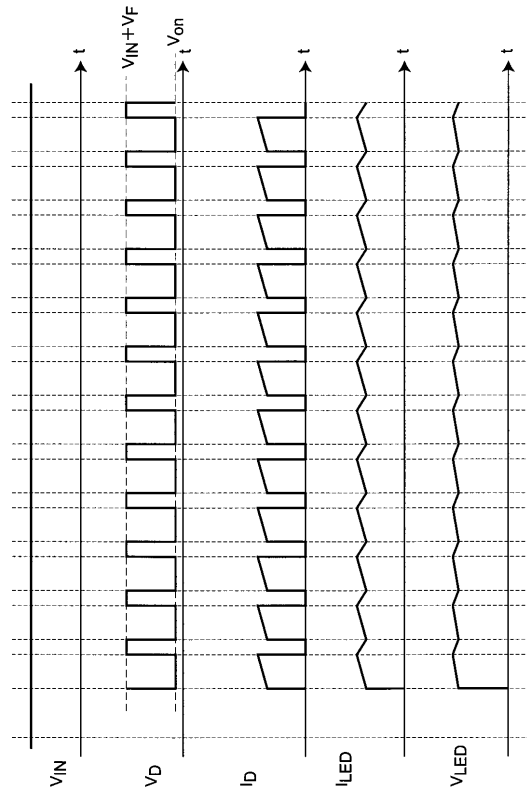
20

30

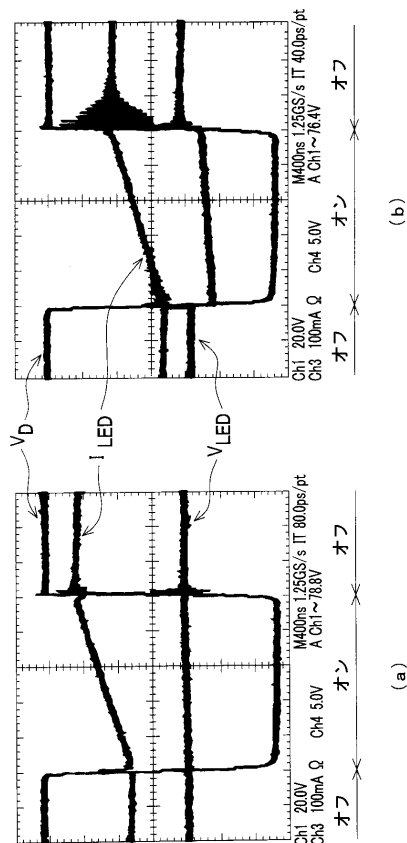
【図 1】



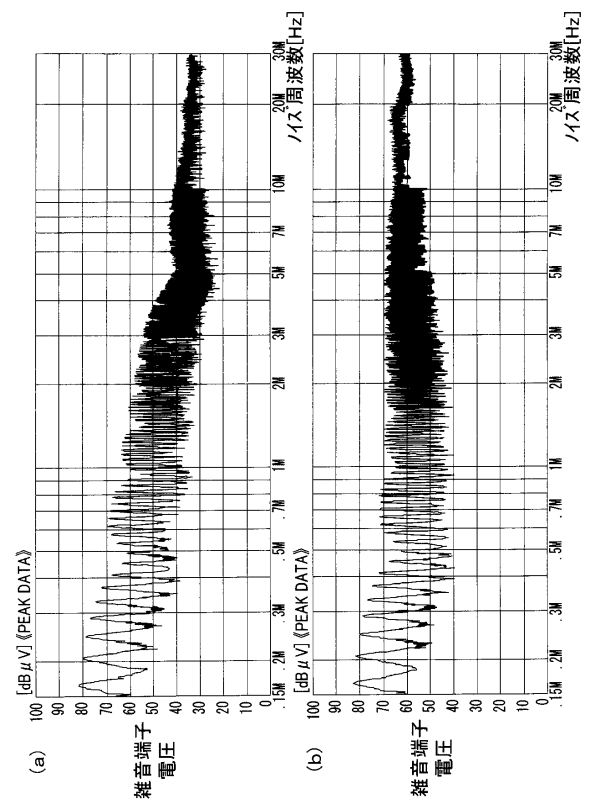
【図 2】



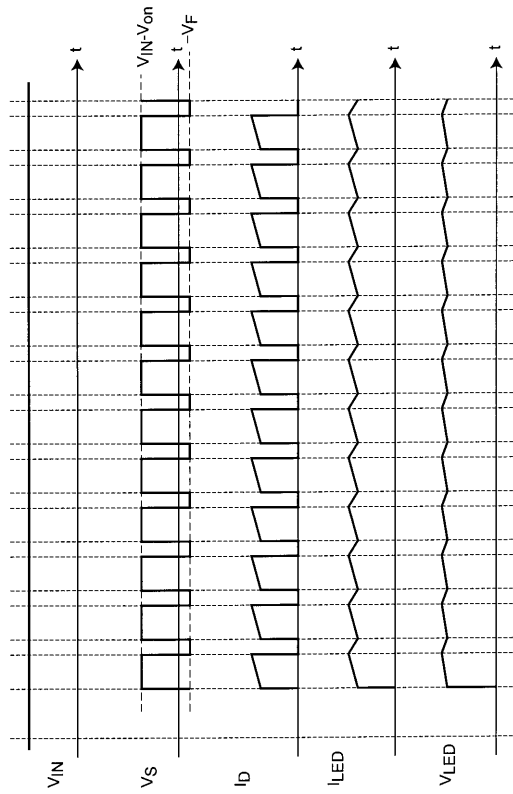
【図 3】



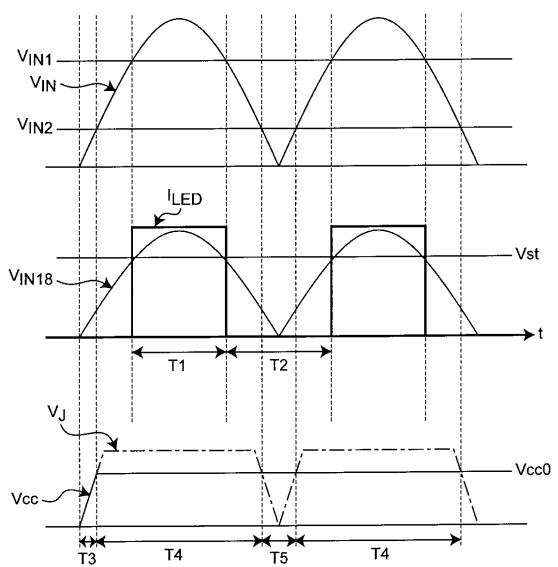
【図 4】



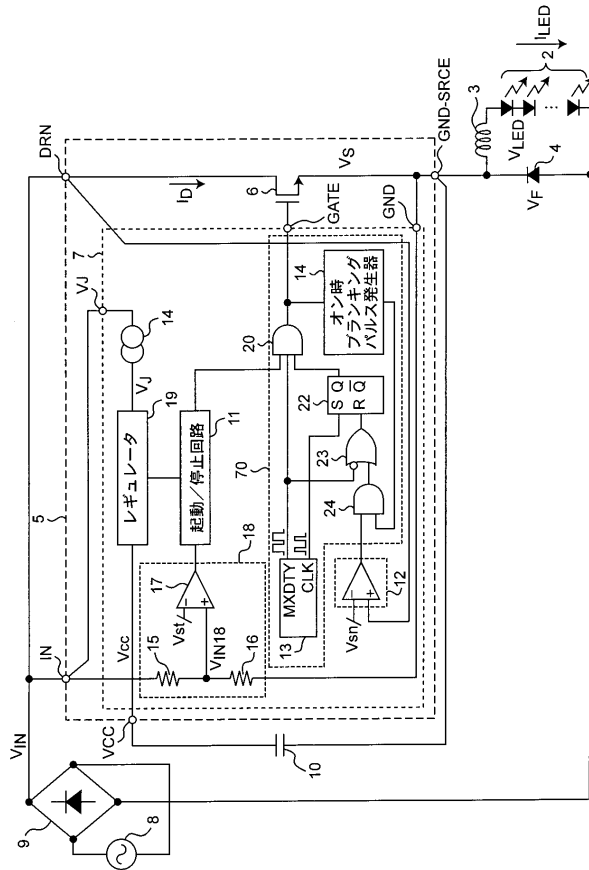
【 図 6 】



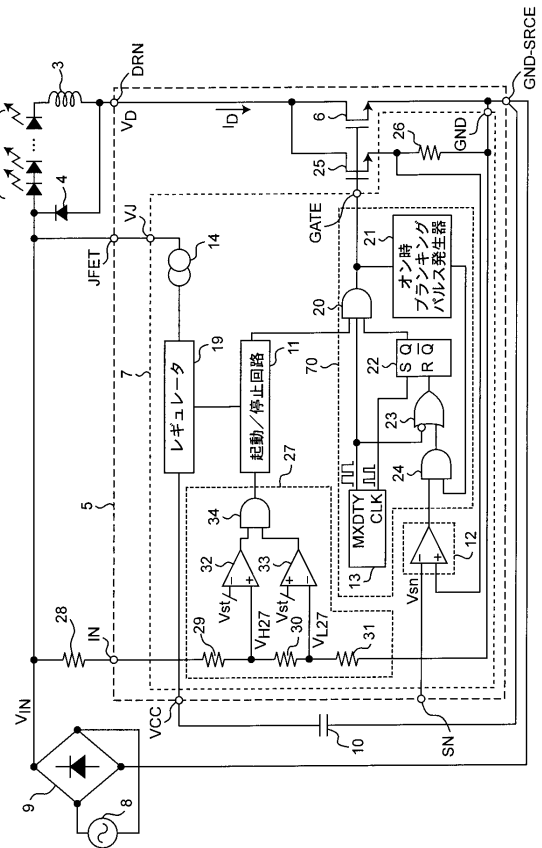
【 図 8 】



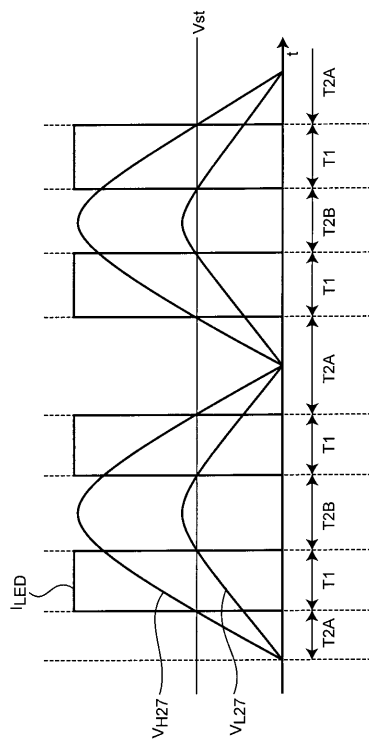
【図 9】



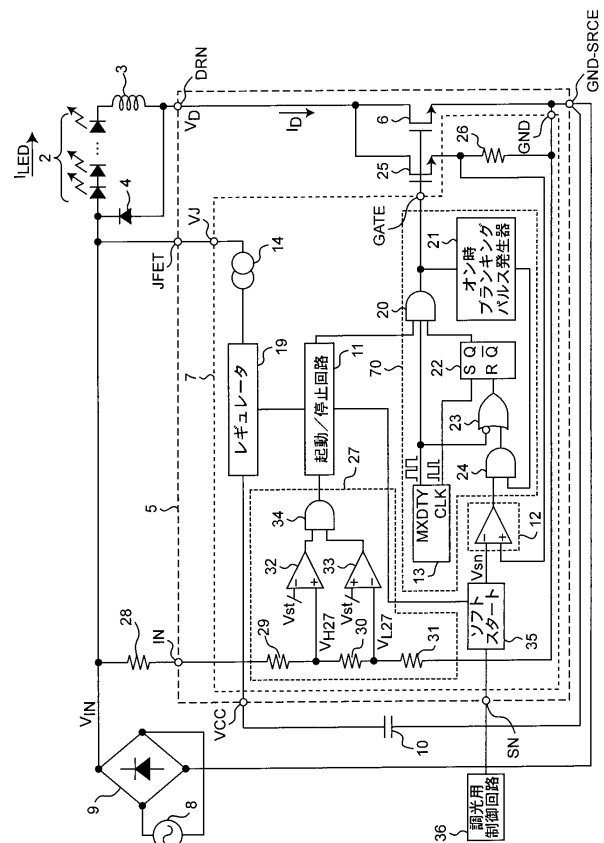
【図 10】



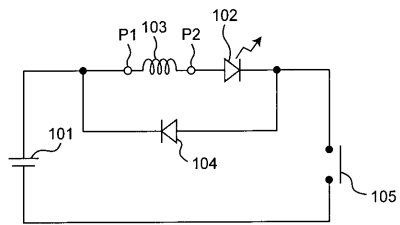
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 國松 崇
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 荒川 竜太郎
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 八谷 佳明
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 福井 穰
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内

審査官 小林 謙仁

- (56)参考文献 国際公開第２００１／０４５４７０（ＷＯ，Ａ１）
特開２００４－２１４１４４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００４／０５７９２１（ＷＯ，Ａ１）
特開２００５－１９０７５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１５１６７９（ＪＰ，Ａ）

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