

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5319048号  
(P5319048)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl. F I  
G09G 3/14 (2006.01) G09G 3/14 J

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-222844 (P2005-222844)	(73) 特許権者	593219551
(22) 出願日	平成17年8月1日(2005.8.1)		リニアール テクノロジー コーポレイション
(65) 公開番号	特開2006-48047 (P2006-48047A)		Linear Technology Corporation
(43) 公開日	平成18年2月16日(2006.2.16)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 95035, ミルピタス, マッカーシー ブールバード 1630
審査請求日	平成19年10月11日(2007.10.11)		
(31) 優先権主張番号	10/911, 703	(74) 代理人	100064746
(32) 優先日	平成16年8月5日(2004.8.5)		弁理士 深見 久郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の発光装置を駆動するための回路および方法、ならびにレギュレータを制御するための回路

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

各発光装置がそれぞれのバイアス回路によってバイアスされる出力ノードに接続される複数の並列に結合される発光装置を駆動するための回路であって、

前記出力ノードに印加される出力電圧を調整するように構成されるレギュレータと、  
前記それぞれのバイアス回路から信号を受取り、応答して、バイアスされている前記発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを検出するように構成される検出回路と、

前記検出回路に結合され、最高の順電圧降下を有する前記発光装置のその1つを駆動するために有効な実質的に最低の出力電圧を生成するように前記レギュレータを制御するための制御信号を生成するように構成される制御回路とを含み、

前記信号は各々、各バイアス回路の対応するノードの電圧を示し、前記対応するノード間で最高電圧を保持するノードはバイアスされている前記発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを示し、

前記検出回路は前記最高電圧を検出するように構成され、

前記制御回路は、前記検出回路によって検出された前記最高電圧を所定の基準電圧と比較し、応答して、前記制御信号を生成するように構成され、

前記基準電圧は、前記レギュレータを調整して、最高の順電圧降下を有する前記発光装置のその1つを駆動するための実質的に最低の出力電圧を生成するように選択され、

前記制御回路は、

前記最高電圧と前記基準電圧との間の差に基づいて前記制御信号として電流をソースま

10

20

たはシンクするように構成される第1の相互コンダクタンス増幅器と、

前記出力ノードの前記出力電圧が所定の電圧を超えるとときに前記第1の相互コンダクタンス増幅器からソースされている所定の量の電流をシンクするように構成される第2の相互コンダクタンス増幅器とを含む、回路。

【請求項2】

各発光装置がそれぞれのバイアス回路によってバイアスされる、そこに複数の発光装置が並列に接続される出力ノードに供給される出力電圧を調整するためのレギュレータを制御するための回路であって、

前記それぞれのバイアス回路から信号を受取り、応答して、前記信号に基づいてバイアスされている前記発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを検出するように構成される検出回路と、

10

前記検出回路に結合され、最高の順電圧降下を有する前記発光装置のその1つを駆動するために有効な実質的に最低の電圧を生成するように前記レギュレータを調整するための制御信号を生成するように構成される制御回路とを含み、

前記信号は各々、各バイアス回路の対応するノードの電圧を示し、前記対応するノード間で最高電圧を保持するノードはバイアスされている前記発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを示し、

前記検出回路は前記最高電圧を検出するように構成され、

前記制御回路は、前記検出回路によって検出された前記最高電圧を所定の基準電圧と比較し、応答して、前記制御信号を生成するように構成され、

20

前記基準電圧は、前記レギュレータを調整して、最高の順電圧降下を有する前記発光装置のその1つを駆動するための実質的に最低の出力電圧を生成するように選択され、

前記制御回路は、

前記最高電圧と前記基準電圧との間の差に基づいて前記制御信号として電流をソースまたはシンクするように構成される第1の相互コンダクタンス増幅器と、

前記出力ノードの前記出力電圧が所定の電圧を超えるとときに前記第1の相互コンダクタンス増幅器からソースされている所定の量の電流をシンクするように構成される第2の相互コンダクタンス増幅器とを含む、回路。

【請求項3】

前記検出回路は、そのベースがそれぞれ前記バイアス回路から前記信号を受取って前記最高電圧に対応する電圧を出力する複数のNPNトランジスタを含むOR回路を含む、請求項1または2に記載の回路。

30

【請求項4】

前記バイアス回路は各々、電流ミラーを構成するための第1および第2のMOSトランジスタおよび増幅器を含み、

前記第1のMOSトランジスタは、基準電流を与える電流源に結合されるとともに前記増幅器の非反転入力に結合されるドレインと、接地に結合されるソースと、前記増幅器の出力に結合されるゲートとを有し、

前記第2のMOSトランジスタは、発光装置を介して前記出力ノードに接続されるとともに前記増幅器の反転入力に接続されるドレインと、接地に結合されるソースと、前記増幅器の前記出力に結合されるゲートとを有し、

40

前記基準電流は、電流が前記出力ノードに接続される前記発光装置を流れるように前記第2のMOSトランジスタによってKの利得でミラーされ、前記増幅器は、前記第1のMOSトランジスタのドレイン電圧およびゲート電圧が、前記第2のMOSトランジスタのドレイン電圧およびゲート電圧に等しくなるように維持し、

前記基準電圧は各バイアス回路の前記増幅器がその高利得通常モード範囲で動作できるように最高の可能な電圧になるようにセットされる、請求項1または2に記載の回路。

【請求項5】

前記対応するノードは前記第1および第2のMOSトランジスタの前記ゲート電圧を得るように結合される、請求項4に記載の回路。

50

## 【請求項 6】

前記発光装置は発光ダイオードである、請求項 1 または 2 に記載の回路。

## 【請求項 7】

前記発光ダイオードは白色発光ダイオードである、請求項 6 に記載の回路。

## 【請求項 8】

前記レギュレータはインダクタベースの DC - DC コンバータである、請求項 1 または 2 に記載の回路。

## 【請求項 9】

前記インダクタベースの DC - DC コンバータはバックブースト DC - DC コンバータである、請求項 8 に記載の回路。

10

## 【請求項 10】

前記第 2 の相互コンダクタンス増幅器は、過度の電圧が前記出力ノードに印加されるのを防ぐためのクランプ回路である、請求項 1 または 2 に記載の回路。

## 【請求項 11】

出力ノードに並列に接続され、各々が発光装置をバイアスするためのそれぞれのバイアス回路に直列に接続される複数の発光装置を駆動するための方法であって、

前記出力ノードに印加される出力電圧を調整するステップと、

前記それぞれのバイアス回路から信号を受取るステップと、

前記信号に基づいてバイアスされている前記発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを検出するステップと、

20

前記出力電圧が最高の順電圧降下を有する前記発光装置のその 1 つを駆動するための最低電圧を達成するように前記調整するステップを制御するための制御信号を生成するステップとを含み、

前記信号は各々、各バイアス回路の対応するノードの電圧を示し、前記対応するノード間で最高電圧を保持するノードはバイアスされている前記発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを示し、

前記検出するステップは前記最高電圧を検出し、

前記方法は、前記検出するステップで検出された前記最高電圧を所定の基準電圧と比較するステップをさらに含み、前記基準電圧は最高の順電圧降下を有する前記発光装置のその 1 つを駆動するための実質的に最低の出力電圧を生成するように選択され、

30

前記生成するステップは、前記最高電圧と前記基準電圧との間の差に基づいて前記制御信号を生成し、

前記生成するステップは、前記最高電圧と前記基準電圧との間の差に基づいて前記制御信号として電流をソースまたはシンクするステップを含み、

前記方法は、

前記出力ノードの前記出力電圧が所定の電圧を超えるかどうかを決定するステップと、

前記出力電圧が前記所定の電圧を超えるとときに前記生成するステップによってソースされている所定の量の電流をシンクするステップとをさらに含む、方法。

## 【請求項 12】

前記バイアス回路は各々、電流ミラーを構成するための第 1 および第 2 の MOS トランジスタおよび増幅器を含み、

40

前記第 1 の MOS トランジスタは、基準電流を与える電流源に結合されるとともに前記増幅器の非反転入力に結合されるドレインと、接地に結合されるソースと、前記増幅器の出力に結合されるゲートとを有し、

前記第 2 の MOS トランジスタは、発光装置を介して前記出力ノードに接続されるとともに前記増幅器の反転入力に接続されるドレインと、接地に結合されるソースと、前記増幅器の前記出力に結合されるゲートとを有し、

前記基準電流は、電流が前記出力ノードに接続される前記発光装置を通して流れるように前記第 2 の MOS トランジスタによって K の利得でミラーされ、前記増幅器は、前記第 1 の MOS トランジスタのドレイン電圧およびゲート電圧が、前記第 2 の MOS トランジ

50

スタのドレイン電圧およびゲート電圧に等しくなるように維持し、

前記方法はさらに、

各バイアス回路の前記増幅器がその高利得通常モード範囲で動作できるように最高の可能な電圧を前記基準電圧としてセットするステップをさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記受取るステップは、前記バイアス回路の各々から前記第 1 および第 2 の MOS トランジスタの前記ゲート電圧を得る、請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この開示は、発光ダイオードなどの複数の発光装置を駆動するための回路および方法に関し、特にすべての発光装置を駆動するために有効な最低電圧が生成される複数の発光装置を駆動するために電圧を調整するための新規の回路および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

関連技術の説明

白色発光ダイオード (LED) は PDA (携帯情報端末) および携帯電話などのハンドヘルド装置のディスプレイに広く使用されている。白色 LED の特徴の 1 つはそれらの比較的大きな順電圧降下であり、実際、白色 LED の順電圧降下はバッテリー電圧に比較的近い。したがって、白色 LED の駆動の効率は、たとえば、ハンドヘルドの用途におけるバッテリー寿命を延長するために重要な要因である。

20

【0003】

ハンドヘルドの用途で白色 LED を駆動するための現代の技術は、2 つの種類のレギュレータ、つまり、チャージポンプとインダクタベースの昇圧コンバータとのうちの 1 つを用いる。どちらの種類のリギュレータも LED をバイアスするために必要なより高い電圧に入力電圧 (たとえば、リチウムイオンバッテリー) を「ステップアップさせる」。チャージポンプは、入力電圧に「ステップアップ」の量に乗じたものに等しい出力電圧で最高の効率を実現する。白色 LED の用途では、白色 LED を駆動するために必要な電圧が最高の効率を実現される出力電圧より低い場合、チャージポンプによって生成される付加的な電圧は実効的な効率損失を表わす。このため、白色 LED の用途のチャージポンプの実効的な効率は入力電圧に大きく依存する ( $1/V_{in}$  とともに変動する)。マルチモードチャージポンプは、付加的な回路および費用という犠牲を払って実効的な効率を改善する。一方、インダクタベースの DC - DC コンバータは、マルチモードチャージポンプを含むチャージポンプで実現可能なものより高いレベルの性能を達成できることが知られている。インダクタベースの DC - DC コンバータの中では、入力および出力の電圧範囲の点で、バックブースト DC - DC コンバータが最も強力であると見なされている。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

白色 LED ディスプレイを実現する際、たとえば、複数の白色 LED はレギュレータの出力に直列または並列に接続される。複数の LED の直列接続は、完璧な電流整合をもたらすが、白色 LED を駆動するためにレギュレータがはるかに高い出力電圧を生成することを必要とする。この仕組みは、より高い電圧に耐えるためにより高価な構成要素を必要とするという欠点を有する。さらに、インダクタベースの DC - DC コンバータが用いられる場合、入力電圧比に対する高い出力での効率が低減する。直列接続は、よく知られた「クリスマスツリーの明かりの問題」も有する。1 つの構成要素での障害が列全体に影響する。一方、複数の LED を並列に駆動すると高電圧の問題は排除され、より高い効率が実現可能であるが、良好な電流整合を実現するために安定化が必要である。

【課題を解決するための手段】

50

## 【 0 0 0 5 】

## 発明の概要

開示される主題は、最低の有効駆動電圧を生成することによって、白色発光ダイオード（LED）などの複数の、並列に接続された発光装置を駆動するときに電力効率を最大限にする。

## 【 0 0 0 6 】

開示される主題は、複数の、並列に接続された発光装置を駆動するときに電力効率を最大限にするように構成かつ選択された要素を含む回路も提供する。

## 【 0 0 0 7 】

開示の一面では、駆動回路は、そこに複数の発光装置が並列に接続される電源ノードに供給される電源電圧を調整するためのレギュレータを制御する。バイアス回路はそれぞれの発光装置と直列に接続される。駆動回路は、それぞれのバイアス回路から信号を受取り、応答して、バイアスされている発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを信号に基づいて検出するように構成される検出回路を含んでもよい。駆動回路は、検出回路に結合され、かつ最高の順電圧降下を有する発光装置のその1つを駆動するために有効な実質的に最低の電圧を生成するようにレギュレータを制御するための制御信号を生成するように構成される制御回路をさらに含む。

10

## 【 0 0 0 8 】

一実施例では、信号は各々、各バイアス回路の対応するノードの電圧を示す。ノード間で最高電圧を保持する対応するノードは、バイアスされている発光装置のうちのどれが最高の順電圧降下を有するかを示す。検出回路は最高電圧を検出するように構成されてもよく、そのベースがそれぞれバイアス回路から信号を受取って、最高電圧に対応する電圧を出力する複数のNPNトランジスタを含むOR回路を含んでもよい。

20

## 【 0 0 0 9 】

制御回路は、検出回路によって検出された最高電圧を所定の基準電圧と比較し、応答して、制御信号を生成するように構成されてもよい。制御回路は、最高電圧と基準電圧との差に基づいて制御信号として電流をソースまたはシンクするように構成される第1の相互コンダクタンス増幅器であってもよい。基準電圧は、レギュレータを制御して最高の順電圧降下を有する発光装置の1つを駆動するために実質的に最低の出力電圧を生成するように選択される。

30

## 【 0 0 1 0 】

駆動回路は、出力ノードの出力電圧が所定の電圧を超えるとときに第1の相互コンダクタンス増幅器からソースされている所定の量の電流をシンクするように構成される第2の相互コンダクタンス増幅器を含んでもよい。

## 【 0 0 1 1 】

またはこれに代えて、検出回路は、ノード間で最低電圧を保持する対応するノードがバイアスされている発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを示すときに最低電圧を検出するように構成されてもよい。この場合、検出回路は、そのベースがそれぞれバイアス回路から信号を受取って最低電圧に対応する電圧を出力する複数のPNPトランジスタを含むOR回路を含んでもよい。

40

## 【 0 0 1 2 】

制御回路は、検出回路によって検出された最低電圧を所定の基準電圧と比較し、応答して制御信号を生成するように構成されてもよい。基準電圧は、レギュレータを制御して最高の順電圧降下を有する発光装置のうちのその1つを駆動するために有効な実質的に最低の出力電圧を生成するように選択される。

## 【 0 0 1 3 】

駆動回路は、検出回路と制御回路との間に接続され、検出回路からの最低電圧を出力ノードの出力電圧をスケールダウンすることによって得られたスケールダウン電圧と比較して最高電圧を選択するためのセレクトタを含んでもよい。制御回路は、セレクトタによって選択された最高電圧を基準電圧と比較するように構成されてもよい。

50

## 【 0 0 1 4 】

この開示の別の局面では、入力ノードおよび検出回路を含む検出回路が提供される。入力ノードはそれぞれ複数の発光装置に直列に接続されるバイアス回路から信号を受取るように配置され、発光装置は電源ノードに並列に接続される。検出回路は、バイアスされている発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかを検出するように入力ノード上の信号に応答する。

## 【 0 0 1 5 】

この開示のさらに別の局面では、電源ノードに並列に接続され、各々が発光装置をバイアスするためのそれぞれのバイアス回路に直列に接続される複数の発光装置を駆動するための方法が提供される。電源ノードに印加される電源電圧は調整される。それぞれのバイアス回路からの信号が受取られ、その信号に基づいて、バイアスされている発光装置のどれが最高の順電圧降下を有するかが検出される。応答して、電源電圧が最高の順電圧降下を有する発光装置のその1つを駆動するために有効な最低の電圧を達成するように、調整するステップを制御するための制御信号が生成される。

10

## 【 0 0 1 6 】

この発明の付加的な利点は、この発明を実行するのに企図される最良の形態を例示することによってこの発明の好ましい実施例が図示され説明される、以下の詳細な説明から当業者には容易に明らかとなるであろう。理解されるように、この発明は他のさまざまな実施例が可能であり、そのいくつかの詳細は、この発明の範囲を離れることなく、さまざまな明白な点で変形可能である。したがって、図面および説明は本質的に例示的なものであり、制限的なものではないと見なされるべきである。

20

## 【 0 0 1 7 】

この発明を、同様の番号が類似の要素を示す添付の図面で、限定ではなく例によって示す。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 8 】

## 詳細な説明

図1は、白色LEDなどの複数のLEDを駆動するための駆動回路の基本構成を示す。駆動回路10は、そこに複数のLED  $D_1$  から  $D_n$  が並列に接続される出力ノード14に印加される出力電圧を調整するレギュレータ12を含む。LED  $D_1$  から  $D_n$  の各々は、LED  $D_1$  から  $D_n$  に対する電流を制御するために電流源 ( $I_{SRC1}, \dots, I_{SRCn}$ ) などのバラストと直列に接続されてもよい。

30

## 【 0 0 1 9 】

LED  $D_1$  から  $D_n$  の各々にわたる順電圧降下は、通常の製造のばらつきまたは等しくない電流バイアスのために互いに異なり得る。レギュレータ12は、したがって、高い電力効率を維持するためのできるだけ低い大きさで、LED  $D_1$  から  $D_n$  のすべてをバイアスするのに十分に高い出力電圧を生成しなければならない。この開示で用いられる原則は、バイアスされているLED  $D_1$  から  $D_n$  のどれが最高の順電圧降下を有するかを決定することによって最高の電力効率を獲得し、かつ最高の順電圧降下を備えたLEDに基づいてすべてのLED  $D_1$  から  $D_n$  を制御することである。

40

## 【 0 0 2 0 】

図1では、コントローラ16は、バイアスされている複数のLED  $D_1$  から  $D_n$  のどれが最高の順電圧降下を有するかを決定する。次に、コントローラ16は、そのような特定のLED上で調整ループを閉じるために制御信号を生成する。コントローラ16は、最高の順電圧降下を備えたLEDを駆動するために有効な最低電圧が出力ノード14に印加されるようにレギュレータ12を制御する。この最低の出力電圧は、できるだけ低い、すべてのLED  $D_1$  から  $D_n$  を有効に駆動(バイアス)するのに十分に高い大きさの駆動電圧を表わす。

## 【 0 0 2 1 】

説明した実施例は、駆動電流を各装置に提供するためにLED  $D_1$  から  $D_n$  の各々に直

50

列の従来の安定電流源を実現する。例として、図2は、LED  $D_1$ への電流を制御するための電流源  $I_{SRCn}$ の実施例を示す。電流源  $I_{SRCn}$ はn型MOSトランジスタ  $T_1$ および  $T_2$ 、ならびに増幅器Aを含んでもよく、これらはともにLED  $D_1$ をバイアスするための電流ミラーを構成する。

【0022】

トランジスタ  $T_1$ のドレインは増幅器Aの非反転入力に接続され、トランジスタ  $T_2$ のドレインは増幅器Aの反転入力に接続され、増幅器Aの出力はともに繋がれるトランジスタ  $T_1$ および  $T_2$ のゲートに接続される。抵抗  $R_{GATE}$ は安定のために含まれ、電流源  $I_{SRCn}$ のDC動作に影響しない。

【0023】

基準電流  $I_{ref}$ は、プログラム電流  $K I_{ref}$ がLED  $D_1$ を通して流れるように、トランジスタ  $T_1$ および  $T_2$ によって利得Kでミラーされる。増幅器Aは、トランジスタ  $T_1$ のゲート電圧をサーボ制御して、それが基準電流  $I_{ref}$ でバイアスされるように保ち、トランジスタ  $T_1$ のドレイン電圧をトランジスタ  $T_2$ のドレイン電圧に適合させる。これによって、トランジスタ  $T_2$ は低い絶対ドレイン電圧で三極管または線形領域で動作しつつ、同時にトランジスタ  $T_1$ のドレイン電流に適合することが可能である。当業者には、係数Kはトランジスタ  $T_1$ 、 $T_2$ の幾何学的形状の関数であることが理解される。

【0024】

この電流源  $I_{SRCn}$ は、低いドロップアウト動作のために特別に設計されている。なぜなら、それはトランジスタ  $T_2$ が低い絶対ドレイン電圧で動作するのを可能にするからである。この電流源をこの開示の仕組みと組み合わせることで、電流源に渡る電圧をできるだけ低いが、そのLEDが定格レベルで発光するように制御するのに十分大きく維持することによって、非常に有効な駆動電圧調整が実現可能である。

【0025】

この実施例では、MOSトランジスタは、図示のように特定の電流ミラー回路を形成するために使用される。しかしながら、当業者には、たとえば、バイポーラトランジスタを用いることによって、または異なる回路のトポロジを使用することによって、異なる構成を備えた電流ミラーが実現可能であることが理解されるであろう。

【0026】

図3は、図1に示される駆動回路10の例示的な実施例のさらに詳細な図である。図3を参照すると、制御回路16は、各々が図2に示される電流源  $I_{SRCn}$ と同じ構成を有するそれぞれの電流源  $I_{SRC1}$ から  $I_{SRCn}$ から信号を受取るように構成される。上述のように、制御回路16は、LED  $D_1$ から  $D_n$ のどれが最高の順電圧降下を有するかをまず決定する。そのような決定では、ドレインおよびゲートの電圧は線形であり、それぞれLEDの順電圧降下の逆関数であるため、これらトランジスタのドレイン電圧またはゲート電圧は監視することができる。図示の実施例では、制御回路16は、それぞれの電流源  $I_{SRC1}$ から  $I_{SRCn}$ でトランジスタ  $T_2$ のゲート電圧  $GATE_1$ から  $GATE_n$ を受取って、LEDのどれが最高の順電圧降下を有するかを検出する。電流源  $I_{SRC1}$ から  $I_{SRCn}$ の各々は同じ基準電流  $I_{ref}$ からバイアスされるため、ゲート電圧  $GATE_1$ から  $GATE_n$ 間の最高のゲート電圧は、電流源  $I_{SRC1}$ から  $I_{SRCn}$ のいずれかのトランジスタ  $T_2$ の最低の相当するドレイン電圧に対応する。これは、LEDのどれが最高の順電圧降下を有するかを識別する。たとえば、典型的なドレイン電圧は50mVから100mVである。

【0027】

LEDのどれが最高の順電圧降下を有するかを決定するために実現される検出回路は、上述の構成に限定されないことが理解される。たとえば、用いられる電流源のトポロジに応じて他の構成が可能である。

【0028】

最大のゲート電圧の決定を行なうために、コントローラ16は、最大電圧検出器(またはセクタ)20および相互コンダクタンス増幅器22ならびに24を含んでもよい。最大電圧検出器20は、それぞれの電流源  $I_{SRC1}$ から  $I_{SRCn}$ からゲート電圧  $GATE_1$ から

10

20

30

40

50

$GATE_n$ を受取り、かつゲート電圧 $GATE_1$ から $GATE_n$ のうちの最高のものを検出するように構成される。最大電圧検出器20は、検出された最高のゲート電圧に対応する電圧 $GATE_{max}$ を出力する。最大電圧検出器20からの電圧 $GATE_{max}$ は、相互コンダクタンス増幅器22の非反転入力に供給され、そこで反転入力基準電圧 $V_{ref1}$ を受取る。相互コンダクタンス増幅器22の出力は、ノード30でキャパシタ $C_1$ に接続される。ノード30と接地との間に接続されるキャパシタ $C_1$ は、調整ループのための補正キャパシタであり、LED  $D_1$ から $D_n$ に供給するために電圧 $V_{OUT}$ の調整を実行するバックブーストDC-DCコンバータ12aに制御電圧 $V_c$ を提供する。

#### 【0029】

基準電圧 $V_{ref1}$ は、調整ループを制御して、最高の電圧降下を有するLED  $D_1$ から $D_n$ の1つを駆動するために有効な実質的に最低の出力電圧を生成するように選択される。電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ が用いられる場合、基準電圧 $V_{ref1}$ は、電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ の各々の増幅器Aの内部特性に基づいて決定することができる。上述のように、電圧 $GATE_{max}$ は、電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ のいずれかのトランジスタ $T_1$ および $T_2$ 間からの最低のドレイン電圧に対応する。言い換えると、ゲート電圧が高いほど、ドレイン電圧は低い。したがって、最高の可能な電圧は、電圧 $GATE_{max}$ が基準電圧 $V_{ref1}$ に等しいときに増幅器Aが高利得通常モード範囲、すなわち、活性領域で動作できるという条件で、基準電圧 $V_{ref1}$ として選択することができる。さもなければ、電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ の各々は、トランジスタ $T_2$ が最低の絶対ドレイン電圧で動作しつつ、トランジスタ $T_1$ のドレイン電流に適合するのを可能にできない。増幅器Aがその出力通常モード範囲内でより高い領域で動作できるように基準電圧 $V_{ref1}$ をセットすることが望ましい。

#### 【0030】

調整ループは、電圧 $GATE_{max}$ が基準電圧 $V_{ref1}$ に等しくなるように、ノード14の出力電圧 $V_{OUT}$ をある電圧にサーボ制御する。電圧 $GATE_{max}$ が基準電圧 $V_{ref1}$ より高いとき、相互コンダクタンス増幅器22は電流をノード30にソースする。一方、電圧 $GATE_{max}$ が基準電圧 $V_{ref1}$ より低いとき、相互コンダクタンス増幅器22はノード30から電流をシンクする。したがって、バックブーストDC-DC回路12aのための制御電圧 $V_c$ は、相互コンダクタンス増幅器22のソースおよびシンク電流に応じて変動する。

#### 【0031】

駆動回路10は、LED  $D_1$ より $D_n$ のいずれかが開放されている場合に起こり得る出力電圧の暴走を防止するためにアクティブクランプとして提供される相互コンダクタンス増幅器24をさらに含んでもよい。相互コンダクタンス増幅器24は、反転入力抵抗 $R_1$ および $R_2$ の接続に結合され、非反転入力基準電圧 $V_{ref2}$ に結合されている。相互コンダクタンス増幅器24は、電圧 $V_{OUT}$ が $[V_{ref2}(R_2 + R_1) / R_1]$ に上昇するときに、1つまたは複数の開放されたLEDで増幅器22がソースする最大の電流と同等の大きさの電流のシンクを増幅器が開始するように設計されてもよい。 $[V_{ref2}(R_2 + R_1) / R_1]$ のレベルは、予想されるLEDの順電圧から十分に離されるため、増幅器24は通常の動作で干渉しない。基準電圧 $V_{ref2}$ 、および抵抗 $R_1$ ならびに $R_2$ は、駆動回路10に適合される条件に適合するように決定することができる。

#### 【0032】

バックブーストDC-DCコンバータ12aは、最高の順電圧降下を有するその特定のLEDに最低の駆動電圧を生成するように相互コンダクタンス増幅器22によって制御される制御電圧 $V_c$ を供給される。一般に、バックブーストDC-DCコンバータは、バックモード、ブーストモードまたはバックブーストモードで動作する。バックモードでは、コンバータは入力電圧より低い出力電圧を調整する。ブーストモードでは、レギュレータは入力電圧より大きい出力電圧を調整する。バックおよびブーストモードでは、内部スイッチのすべてより少ないものが、出力電圧を調整して電力を節約するためにオンオフ切換えされる。バックブーストモードでは、スイッチのすべてが、入力電圧より大きいか、小さいか、またはそれに等しい値に出力電圧を調整するようにオンオフ切換えされる。バックブーストDC-DCコンバータは米国特許第6,166,527号の詳細に開示され、

10

20

30

40

50

これをここに引用により援用する。当然ながら、他の種類のインダクタベースのDC-DCコンバータおよびチャージポンプも、バックブーストDC-DCコンバータの代わりに、駆動回路10に適合することができる。

【0033】

さらに、駆動回路10は、ノード14と接地との間に接続され、DC出力電圧を保持する出力バイパスキャパシタとして働くキャパシタ $C_2$ を含んでもよい。バックブーストDC-DCコンバータ12aが電流を運ばないとき、キャパシタ $C_2$ は電流を負荷、すなわち、LED  $D_1$ から $D_n$ に運ぶ。

【0034】

図4は、最大電圧検出器20および相互コンダクタンス増幅器22および24の回路構成の例を示し、これらは電源電圧 $V_{cc}$ とGNDとの間に提供される。

10

【0035】

最大電圧検出器20は、複数のNPNトランジスタ $Q_{G1}$ から $Q_{G12}$ を含むOR回路を含む。図4では、最大電圧検出器20は12の電流源があると仮定して構成される。トランジスタ $Q_{G1}$ から $Q_{G12}$ のすべてのベースはそれぞれ潜在的に異なる電圧、すなわち、それぞれの電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ からのゲート電圧 $GATE_1$ から $GATE_n$ に繋がれる。トランジスタ $Q_{G1}$ から $Q_{G12}$ のすべてのエミッタはともに繋がれる。最大電圧検出器20では、最も高いトランジスタ $Q_{G1}$ から $Q_{G12}$ のうちのその1つのベース電圧は、接続されるエミッタの電圧を決定するものである(図3に示される $GATE_{max}$ )。たとえば、トランジスタ $Q_{G1}$ のベースが他のベースより100mV高い電圧であるとき、トランジスタ $Q_{G1}$ は電流 $I_3$ を導き、他のものは実質的にオフされる。したがって、DCレベルシフトされた最高ゲート電圧、 $GATE_{max}$ が得られる。

20

【0036】

相互コンダクタンス増幅器22は、テール電流 $I_1$ を備えたNPN差動対トランジスタ $Q_1$ および $Q_2$ によって実現され、相互コンダクタンス増幅器24は、同様にテール電流 $I_2$ を備えたNPN差動対トランジスタ $Q_3$ および $Q_4$ によって実現される。

【0037】

図4の最大電圧検出器20によって生成されるDCレベルシフトされた $GATE_{max}$ 電圧は、相互コンダクタンス増幅器22の非反転入力に結合される。図4では、 $GATE_{max}$ 電圧は、最高のゲート電圧、すなわち、 $GATE_{max} = V_{IN} - V_{BE}$ を受取るトランジスタ $Q_{G1}$ から $Q_{G12}$ の1つによってレベルシフトされる。電流源 $I_4$ でバイアスされているトランジスタ $Q_{REF}$ は、基準電圧 $V_{REF1}$ を( $V_{ref1} - V_{BE}$ )にレベルシフトするため、 $GATE_{max}$ 電圧および基準電圧 $V_{ref1}$ は、相互コンダクタンス増幅器22によって適切に比較される。

30

【0038】

トランジスタの対 $M_1 \sim M_2$ 、 $M_3 \sim M_4$ および $M_5 \sim M_6$ は、制御電圧 $V_c$ をバックブーストDC-DCコンバータ12aに生成するように、ノード30で電流の適切な加算を行なうための電流ミラーを構成する。トランジスタ $Q_1$ のコレクタ電流は、単一利得でトランジスタ $M_1$ および $M_2$ によってミラーされ、これはノード30へソースする電流を表わす。トランジスタ $Q_2$ のコレクタ電流は、単一利得でトランジスタ $M_3$ および $M_4$ によってミラーされ、単一利得でトランジスタ $M_5$ および $M_6$ によって再度ミラーされ、これはノード30からシンクする電流を表わす。ノード30にソースする電流 $M_2$ がノード30からシンクする電流 $M_6$ に等しいときにバランス点を得られる。そのような場合、トランジスタ $Q_1$ および $Q_2$ のコレクタ電流は等しく、したがって、 $GATE_{max}$ 電圧および基準電圧 $V_{ref1}$ は等しい。この条件では、LED  $D_1$ から $D_n$ を駆動するための最低電圧がバックブーストDC-DCコンバータ12aによって出力ノード14に印加される。

40

【0039】

上述のように、駆動回路10は、最高の順電圧降下を有するその特定のLEDに基づいてLED  $D_1$ から $D_n$ を駆動する。駆動回路10は、最高の順電圧降下を有するそのような特定のLEDを駆動するのに有効な最低電圧になるように出力電圧を制御する。電圧は

50

その特定のLEDに対して最低であるが、その電圧はすべての並列に接続されるLEDを駆動するのに十分に高い。したがって、複数のLEDを駆動するための電力効率は改善される。なぜなら、すべてのLEDを駆動する最低の有効駆動電圧が出力ノード14に印加されるからである。さらに、図2に示されるようなバックブーストDC-DCコンバータおよび低ドロップアウト電流源を用いることにより、電力効率を最大限にすることができる。

#### 【0040】

##### 代替の実施例

図5は、同じ目的でゲート電圧ではなく、電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ 内でトランジスタ $T_1$ および $T_2$ のドレイン電圧を利用する駆動回路10の代替の実施例を示す。説明したように、電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ 間の最低のドレイン電圧は、バイアスされているLED $D_1$ から $D_n$ のどれが最高の順電圧降下を有するかを識別する。

#### 【0041】

図5を参照すると、駆動回路40は、図2の電流源 $I_{SRCn}$ のそれぞれのトランジスタ $T_1$ および $T_2$ 間でドレイン電圧 $DRAIN_1$ から $DRAIN_n$ の最低のものを検出するように最低電圧検出器(またはセレクタ)42を含む。したがって、最低のドレイン電圧に対応する電圧 $DRAIN_{min}$ は最低電圧検出器42から出力される。最低電圧検出器42は、複数のPNPトランジスタを含むOR回路を使用することにより実現することができ、これは図4に示される最大電圧検出器20の構成に相補的な構成である。

#### 【0042】

駆動回路40は、最小電圧検出器42からの電圧 $DRAIN_{min}$ 、および電圧分割器を形成する抵抗 $R_3$ および $R_4$ の出力電圧 $V_{OUT}$ を分割することによって得られるスケールダウン電圧を受取る最大電圧検出器44をさらに含む。最大電圧検出器44は、電圧 $DRAIN_{min}$ およびスケールダウン電圧のうちの高いものを検出または選択する。以下にさらに詳細に説明するように、この最大電圧検出器44はアクティブクランプとして作用する。最大電圧検出器44の出力は、その非反転入力基準電圧 $V_{ref3}$ に結合される相互コンダクタンス増幅器46の反転入力に提供される。図3および図4の増幅器22と同様に、相互コンダクタンス増幅器46は、バックブーストDC-DCコンバータ12aを制御するために、基準電圧 $V_{ref3}$ と最大電圧検出器44からの出力との間の差に応じて電流をノード30に提供する。

#### 【0043】

基準電圧 $V_{ref3}$ は、調整ループを制御して、最高の順電圧降下を有するそのLEDを有効に駆動するための実質的に最低の出力電圧を生成するように選択される。電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ が用いられる場合、基準電圧 $V_{ref3}$ は、電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ のいずれかの増幅器Aの内部特性に基づいて決定することができる。ドレイン電圧が低いほど、最高の順電圧降下を有するLEDを駆動するために必要な駆動電圧は低い。したがって、最大電圧検出器44からの出力電圧(電圧 $DRAIN_{min}$ またはスケールダウン電圧)が基準電圧 $V_{ref3}$ に等しくなるときに増幅器Aがその高利得通常モード範囲、すなわち、活性領域で動作できるという条件で、最低の可能な電圧を基準電圧 $V_{ref3}$ として選択することができる。さもなければ、電流源 $I_{SRC1}$ から $I_{SRCn}$ は、トランジスタ $T_2$ が低い絶対ドレイン電圧で動作しつつトランジスタ $T_1$ のドレイン電流に適合するのを可能にできない。増幅器Aがその入力通常モード範囲内のより低い範囲で動作できるように基準電圧 $V_{ref3}$ をセットすることが望ましい。

#### 【0044】

最大電圧検出器44は、過度の電圧が出力ノード14に印加されるのを防ぐ。LED $D_1$ から $D_n$ のうちの1つが開放されているとき、ドレイン電流 $DRAIN_1$ から $DRAIN_n$ の対応するものは接地へ急落し、応答して、最低電圧検出器42からの電圧 $DRAIN_{min}$ は接地電圧になる。接地電圧が相互コンダクタンス増幅器46に入力される場合、増幅器はより多くの電流をノード30にソースする。これによって、バックブーストDC-DCコンバータ12aからの出力は増加する。しかしながら、電圧 $DRAIN_1$ からD

10

20

30

40

50

$R A I N_n$ のうちの1つが接地に急落しても、最大電圧検出器44は、接地電圧を有する電圧 $D R A I N_{min}$ ではなくスケールダウン電圧を選択する。したがって、スケールダウン電圧は相互コンダクタンス増幅器46に入力され、調整ループは適切に維持される。

【0045】

上述のように、駆動回路40は2つの異なる調整ループを使用する。第1の調整ループは最低電圧検出器42からの電圧 $D R A I N_{min}$ に基づいて制御される。第2の調整ループは最大電圧検出器44に入力されるスケールダウン電圧に基づいて制御される。

【0046】

電圧分割器を形成する抵抗 $R_3$ および $R_4$ の値は、調整ループを適切に調整するために基準電圧 $V_{ref3}$ に応じて選択できることが理解されるであろう。

10

【産業上の利用可能性】

【0047】

さらに、上述の実施例では、駆動回路は、白色LEDなどの複数のLEDを駆動する文脈で説明されている。しかしながら、開示される主題は、白色LEDに限定されず、これらに限らないが、赤色および青色LEDを含む任意の種類の発光装置を駆動するために適用することができる。

【0048】

この開示では、この発明の好ましい実施例のみを図示および説明しているが、その多様性のいくつかの例も図示および説明されている。この発明は、他のさまざまな組合せおよび環境で使用することができ、かつここに示される発明の概念の範囲内で変更または変形が可能であることが理解される。

20

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】複数のLEDを駆動するための駆動回路の基本構成を示すブロック図である。

【図2】各LEDをバイアスするための低ドロップアウト電流源の回路図である。

【図3】図1に示される駆動回路の詳細な回路図である。

【図4】図3に示される最大電圧検出器および相互コンダクタンス増幅器の詳細な回路図である。

【図5】駆動回路の代替の実施例を示す回路図である。

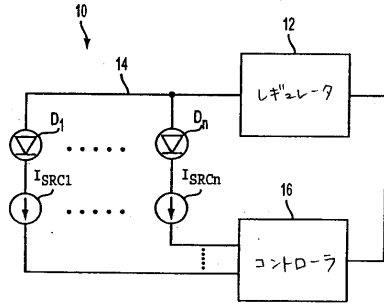
【符号の説明】

30

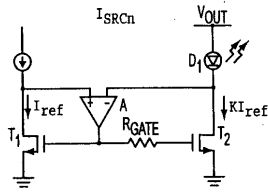
【0050】

10 駆動回路、12 レギュレータ、14 出力ノード。

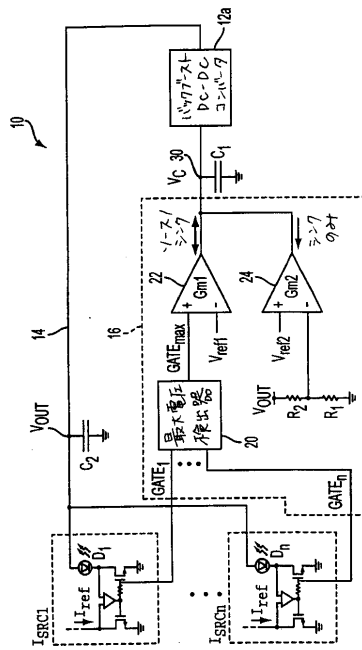
【図1】



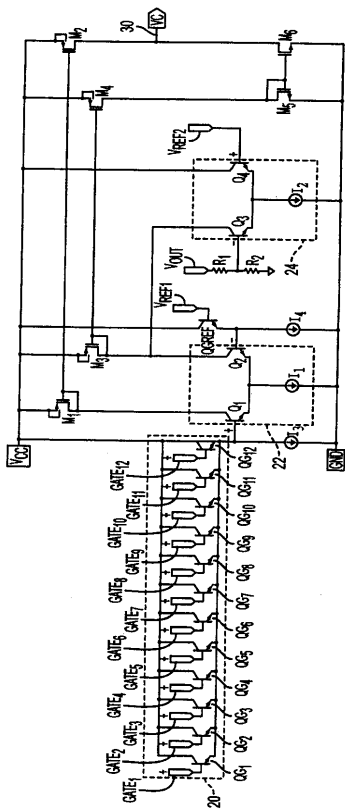
【図2】



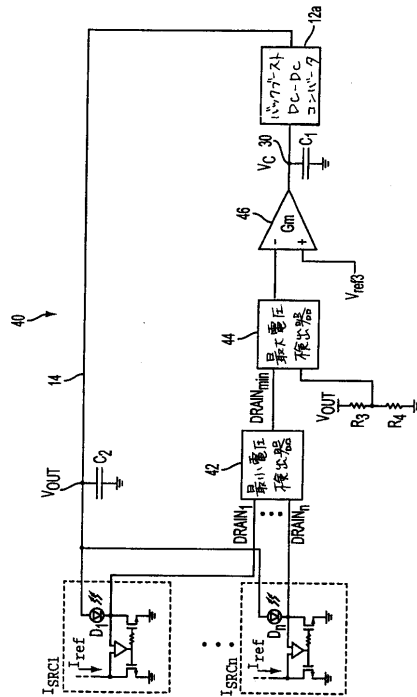
【図3】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100096781  
弁理士 堀井 豊
- (74)代理人 100098316  
弁理士 野田 久登
- (74)代理人 100109162  
弁理士 酒井 将行
- (72)発明者 マーク・アール・ピチュニック  
アメリカ合衆国、02421 マサチューセッツ州、レキシントン、リンカン・ストリート、39
- (72)発明者 スティーブン・エル・マーティン  
アメリカ合衆国、01852 マサチューセッツ州、ローウェル、ロングメドー・ドライブ、105

審査官 小川 浩史

- (56)参考文献 特開2003-332624(JP,A)  
特開2004-6533(JP,A)  
特開2004-85751(JP,A)  
特開2002-351399(JP,A)  
米国特許出願公開第2004/0233144(US,A1)  
特開2005-107003(JP,A)  
特開2005-318787(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G09G 3/14