

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5322849号
(P5322849)

(45) 発行日 平成25年10月23日(2013.10.23)

(24) 登録日 平成25年7月26日(2013.7.26)

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

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-193901 (P2009-193901)
 (22) 出願日 平成21年8月25日 (2009.8.25)
 (65) 公開番号 特開2011-49197 (P2011-49197A)
 (43) 公開日 平成23年3月10日 (2011.3.10)
 審査請求日 平成24年7月31日 (2012.7.31)

(73) 特許権者 593165487
 学校法人金沢工業大学
 石川県野々市市扇が丘7番1号
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (72) 発明者 坂本 康正
 石川県石川郡野々市町扇が丘7番1号 学
 校法人金沢工業大学内
 審査官 芝沼 隆太

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードの駆動回路、それを用いた発光装置および照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直列に接続された複数の発光ダイオードを含む発光ダイオードアレイを駆動する駆動回路であって、

前記発光ダイオードアレイに駆動電圧を供給する電源と、

前記発光ダイオードアレイの駆動経路上であって、前記発光ダイオードアレイの一端と基準電圧端子の間に直列に設けられた第1トランジスタおよび第1抵抗と、

前記発光ダイオードアレイの他端と前記第1トランジスタの制御端子の間に設けられた定電流源と、

前記第1トランジスタの制御端子と前記基準電圧端子の間に設けられ、その制御端子に前記第1抵抗の電圧降下に応じた電圧が印加された第2トランジスタと、

前記発光ダイオードアレイの前記他端と前記第1トランジスタの制御端子の間に、前記定電流源と直列に設けられた第2抵抗と、

を備えることを特徴とする駆動回路。

【請求項2】

前記第1トランジスタと第1抵抗の接続点と、前記第1トランジスタの制御端子との間に設けられた第3抵抗をさらに備え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】

前記第1トランジスタは電界効果トランジスタであり、前記第2トランジスタはバイポーラトランジスタであることを特徴とする請求項1または2に記載の駆動回路。

10

20

【請求項 4】

直列に接続された複数の発光ダイオードを含む発光ダイオードアレイと、前記発光ダイオードアレイを駆動する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の駆動回路と、を備えることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の発光装置を備えることを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオードの駆動技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、蛍光灯に代えて、高効率、長寿命が期待される発光ダイオード (Light Emitting Diode、以下、LED と略す) を照明器具として利用する技術が提案されている。たとえば特許文献 1 には、商用交流電圧を整流し、平滑キャパシタを含む平滑回路によって平滑化して、負荷である LED のアレイに供給する LED 点灯装置が開示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 273267 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

商用交流電圧は、100V や 200V 程度の所定の定格電圧で供給されるが、実際には変動することが知られている。LED アレイを安定した輝度で駆動するためには、LED アレイの駆動経路上に定電流回路を設け、駆動電流を一定として輝度を安定化させる必要がある。商用交流電圧を平滑化して LED アレイを駆動する場合、商用交流電圧が定電流回路の動作電圧より低下すると、所望の輝度を得るために必要な駆動電流を生成できなくなってしまう。

【0005】

30

この問題を解決するために、商用交流電圧が低下することを前提として、定格時における定電流回路の両端間の電圧 (電圧降下) をマージンを付加して高く設計することも考えられる。しかしながらこの場合、定電流回路における消費電力が大きくなってしまいう別の問題が発生する。この観点から、低電圧で動作可能な定電流回路 (駆動回路) が望まれている。

【0006】

また、定電流回路として LED アレイに直列に接続された定電流ダイオードを用いる場合、LED アレイに供給できる駆動電流が、定電流ダイオードの定格電流に制限されるといった問題が発生する。

【0007】

40

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的のひとつは、安定した輝度で LED を駆動する技術の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のある態様は、直列に接続された複数の発光ダイオードを含む発光ダイオードアレイを駆動する駆動回路に関する。駆動回路は、発光ダイオードアレイに駆動電圧を供給する電源と、発光ダイオードアレイの駆動経路上であって、発光ダイオードアレイの一端と基準電圧端子の間に直列に設けられた第 1 トランジスタおよび第 1 抵抗と、発光ダイオードアレイの他端と第 1 トランジスタの制御端子の間に設けられた定電流源と、第 1 トランジスタの制御端子と基準電圧端子の間に設けられ、その制御端子に第 1 抵抗の電圧降下

50

に応じた電圧が印加された第2トランジスタと、を備える。

【0009】

この態様によれば、発光ダイオードアレイに、電源電圧に依存しない安定した駆動電流を供給することができる。また駆動回路における主たる電力損失は、第1トランジスタおよび第2抵抗によって発生し、その電力は、駆動電流と、第1トランジスタおよび第2抵抗の合成抵抗の積で与えられるところ、この態様では、第1トランジスタおよび第2抵抗の電圧降下を小さくでき、消費電力を低減できる。

【0010】

ある態様の駆動回路は、発光ダイオードアレイの他端と第1トランジスタの制御端子の間に、定電流源と直列に設けられた第2抵抗をさらに備えてもよい。

10

この態様によれば、定電流源を保護することができる。

【0011】

ある態様の駆動回路は、第1トランジスタと第1抵抗の接続点と、第1トランジスタの制御端子との間に設けられた第3抵抗をさらに備えてもよい。この態様によれば、第1トランジスタのゲートソース間電圧(ベースエミッタ間電圧)をクランプすることができ、駆動回路を好適に保護することができる。

【0012】

第1トランジスタは電界効果トランジスタであり、第2トランジスタはバイポーラトランジスタであってもよい。

【0013】

20

本発明の別の態様も、発光ダイオードアレイの駆動回路に関する。この駆動回路は、発光ダイオードアレイに駆動電圧を供給する電源と、発光ダイオードアレイの駆動経路上であって、発光ダイオードアレイの一端と基準電圧端子の間に直列に設けられた第1トランジスタおよび第1抵抗と、発光ダイオードアレイの他端と第1トランジスタの制御端子の間に、定電流源の代わりに設けられた第2抵抗と、第1トランジスタの制御端子と基準電圧端子の間に設けられ、その制御端子に第1抵抗の電圧降下に応じた電圧が印加された第2トランジスタと、を備える。

【0014】

駆動回路は、発光ダイオードアレイの他端と第1トランジスタの制御端子の間に、第2抵抗と直列に設けられた定電流源をさらに備えてもよい。

30

【0015】

本発明のさらに別の態様は、発光装置である。この装置は、直列に接続された複数の発光ダイオードを含む発光ダイオードアレイと、発光ダイオードアレイを駆動する上述のいずれかの態様の駆動回路と、を備える。

【0016】

本発明のさらに別の態様は、照明装置である。この装置は、上述の発光装置を備える。

【0017】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本発明の表現を、方法、装置などの中で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

40

【0018】

本発明によれば、電源電圧の変動に対し、安定した輝度でLEDを駆動できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施の形態に係る発光装置の構成を示す回路図である。

【図2】図1の駆動回路の電圧電流特性を示す図である。

【図3】変形例に係る駆動電流生成部の構成を示す回路図である。

【図4】図3の第1トランジスタの動作特性を示す図である。

【図5】別の変形例に係る駆動電流生成部の構成を示す回路図である。

【図6】別の変形例に係る駆動電流生成部の構成を示す回路図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0020】

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。

【0021】

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。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、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。

10

【0022】

図1は、実施の形態に係る発光装置200の構成を示す回路図である。発光装置200は、LEDアレイ2と、駆動回路100を備える。発光装置200はたとえば室内照明、車両のヘッドライト、電光掲示板などとして利用可能であるが、その用途は特に限定されない。

【0023】

LEDアレイ2は、直列に接続された n 個(n は2以上の整数)のLEDモジュール4_1~4_n(以下、単にLED4と総称する)を備える。図1において各LED4は単一のLEDとして示されているが、それぞれが、直列および/または並列に接続された複数のLEDを含んでもよい。各LED4は、その内部に直列に接続されるLEDの個数に応じた順方向電圧 V_f を有している。高輝度が得られるハイパワー用のLED4としては、 $V_f = 10.4V$ ($350mA$)程度のものが、ローパワー用のLED4としては、 $V_f = 3V$ 程度のものが市販されている。以下では、 $V_f = 10V$ 程度のハイパワー用のLED4を用いる場合について説明する。

20

【0024】

駆動回路100はLEDアレイ2を駆動する。具体的には、駆動電圧 V_{drv} を供給し、LEDアレイ2に流れる駆動電流 I_{drv} を輝度に応じて設定、制御する。

30

【0025】

駆動回路100は、基本的な構成要素として、駆動電流生成部10、電源30を備える。

【0026】

電源30は、LEDアレイ2に駆動電圧 V_{drv} を供給する。たとえば電源30は、交流電源34、整流回路36、平滑用キャパシタ C_s を含む。交流電源34は交流電圧 V_{ac} を生成し、整流回路36は交流電圧 V_{ac} を整流する。整流回路36としてたとえばダイオードブリッジを用いてもよい。この場合、整流回路36によって交流電圧 V_{ac} が全波整流される。交流電圧 V_{ac} として、商用交流電圧を利用する場合、交流電源34は駆動回路100の外部に設けられる。

40

【0027】

整流回路36の出力端子には、平滑用キャパシタ C_s が接続される。平滑用キャパシタ C_s により、全波整流された交流電圧 V_{ac} が平滑化されて、直流の駆動電圧 V_{drv} が生成される。定格 $100V$ の交流電圧 V_{ac} を整流して得られる駆動電圧 V_{drv} は、 $141V$ 程度となる。

【0028】

LEDアレイ2に含まれるLED4の個数 n は、順方向電圧 V_f と、駆動電圧 V_{drv} の関係に応じて設計される。 $V_{drv} = 141V$ 、 $V_f = 9.5V$ のとき、 $n = 14$ となる。

50

【 0 0 2 9 】

駆動電流生成部 1 0 は、L E D アレイ 2 に供給する駆動電流 I_{drv} を発生する。駆動電流生成部 1 0 は、第 1 トランジスタ 1 2、第 2 トランジスタ 1 4、第 1 抵抗 R_1 、定電流源 1 6 を含む。

【 0 0 3 0 】

第 1 トランジスタ 1 2 および第 1 抵抗 R_1 は、L E D アレイ 2 の駆動経路上であって、L E D アレイ 2 の一端（第 2 端子） P_2 と基準電圧端子（接地端子） P_3 の間に直列に設けられる。第 1 抵抗 R_1 は、可変抵抗素子であることが望ましい。この場合、第 1 抵抗 R_1 の抵抗値を調節することで、駆動電流 I_{drv} を調節することができる。

【 0 0 3 1 】

具体的には第 1 トランジスタ 1 2 は N チャンネル M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) である。第 1 トランジスタ 1 2 のドレインは L E D アレイ 2 の第 2 端子 P_2 と接続され、そのソースは第 1 抵抗 R_1 と接続される。

【 0 0 3 2 】

定電流源 1 6 は、L E D アレイ 2 の他端（第 1 端子 P_1 ）と第 1 トランジスタ 1 2 の制御端子（ゲート）の間に設けられる。定電流源 1 6 は、所定の定電流 I_{c1} を生成する。定電流源 1 6 はたとえば C R D (CRD:Current Regulative Diode) であってもよい。この場合回路を簡素化できる。あるいはその他の構成の定電流源を用いてもよい。

【 0 0 3 3 】

第 2 トランジスタ 1 4 は、たとえば N P N 型バイポーラトランジスタであり、第 1 トランジスタ 1 2 の制御端子（ゲート）と基準電圧端子 P_3 の間に設けられ、その制御端子（ベース）に第 1 抵抗 R_1 の電圧降下 V_{R1} に応じた電圧が印加される。つまり第 2 トランジスタ 1 4 のベースエミッタ間には、第 1 抵抗 R_1 の電圧降下 V_{R1} が印加されている。

【 0 0 3 4 】

以上が発光装置 2 0 0 の基本的な構成である。

【 0 0 3 5 】

図 2 は、図 1 の駆動回路 1 0 0 の電圧電流特性を示す図である。図 2 は 3 つの領域に分けて考えることができる。

【 0 0 3 6 】

(I) 第 1 領域

駆動電圧 V_{drv} が L E D アレイのしきい値電圧より低い領域では、L E D アレイ 2 がオンしないため、駆動電流 I_{drv} は実質的にゼロである。

【 0 0 3 7 】

(II) 第 2 領域

駆動電圧 V_{drv} が L E D アレイのしきい値電圧を越えると、L E D アレイ 2 に駆動電流 I_{drv} が流れ始める。第 1 抵抗 R_1 には、駆動電流 I_{drv} に比例した電圧降下 $V_{R1} = I_{drv} \times R_1$ が発生する。駆動電圧 V_{drv} の上昇とともに、第 2 トランジスタ 1 4 のオンの程度が強まっていく。第 2 領域において、駆動電流 I_{drv} は、L E D アレイ 2 の電圧電流特性に従って増加する。

【 0 0 3 8 】

(III) 第 3 領域

駆動電流が所望の電流値に到達すると、第 1 抵抗 R_1 の電圧降下 V_{R1} は 0 . 7 V 付近で安定化される。その結果、第 1 トランジスタ 1 2 のバイアス電圧は一定となり、それとともに駆動電流 I_{drv} が広範囲にわたり一定に保たれる。

【 0 0 3 9 】

以上が発光回路 1 0 0 の動作である。

駆動電流生成部 1 0 は、第 1 抵抗 R_1 の電圧降下 V_{R1} が 0 . 7 V に達すると、安定的な駆動電流 I_{drv} を L E D アレイ 2 に供給することができる。つまり駆動電流生成部 1 0 の電圧降下を従来よりも小さくすることができ、消費電力を低減することができる。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

駆動電流 I_{drv} に着目すると、その値は、定電流源 16 が生成する定電流 I_c に影響されず、幅広い範囲の駆動電流 I_{drv} を安定的に生成することができる。

【0041】

さらに第1トランジスタ12のバイアス状態が、第1抵抗R1および第2トランジスタ14によって安定化されているため、熱暴走が起こりにくいという利点を有する。

【0042】

図3は、変形例に係る駆動電流生成部10aの構成を示す回路図である。駆動電流生成部10aは、図1の駆動電流生成部10に加えて、第2抵抗R2および第3抵抗R3をさらに備える。

【0043】

第2抵抗R2は、LEDアレイ2の第1端子P1と第1トランジスタ12の制御端子(ゲート)の間に、定電流源16と直列に設けられる。図1では、LEDアレイ2の両端間の電圧が、ほとんど定電流源16に印加されることになる。したがって、駆動電圧 V_{drv} が100Vを越えるようなアプリケーションでは、定電流源16に非常に高い耐圧が要求される。これに対して図3の変形例では、LEDアレイ2の両端間の電圧の約半分が、第2抵抗R2に印加されるため、定電流源16に印加される電圧を低下させることができ、定電流源16の耐圧を下げるができる。別の観点から見れば、第2抵抗R2を設けることにより定電流源16を過電圧から保護することができる。

【0044】

第3抵抗R3は、第1トランジスタ12と第1抵抗R1の接続点(つまり第1トランジスタ12のソース)と、第1トランジスタ12の制御端子(ゲート)の間に設けられる。定電流源16により生成された定電流 I_c は、第2トランジスタ14と第3抵抗R3に分歧する。定電流 I_c は、第2トランジスタ14がオフした状態では第3抵抗R3に流れ、第2トランジスタ14がオンすると第2トランジスタ14に流れる。

【0045】

図4は、図3の第1トランジスタ12の動作特性を示す図である。縦軸は第1トランジスタ12のゲートソース間電圧 V_{gs} を、横軸は駆動電圧 V_{drv} を示す。実線が図3の回路の、破線が図1の回路の特性である。下図は上図の縦軸を拡大した図である。

【0046】

まず破線を参照して、第3抵抗R3を設けない図1の回路の動作を説明する。第3抵抗R3を設けない場合、駆動電圧 V_{drv} の上昇にともなって、第1トランジスタ12のゲートソース間電圧 V_{gs} は上昇していく。したがってゲートソース間の絶対最大定格が想定されるゲートソース間電圧 V_{gs} よりも高いトランジスタを選択する必要があり、設計の自由度が低いという問題があった。また駆動電圧 V_{drv} が100Vを越えるようなアプリケーションでは、第1トランジスタ12の信頼性が損なわれるおそれもある。

【0047】

続いて実線を参照し、第3抵抗R3を設けた図3の回路の動作を説明する。第2トランジスタ14がオフした状態では、定電流源16が生成した定電流 I_c は第3抵抗R3に流れる。つまり、第1トランジスタ12のゲートソース間電圧 V_{gs} は、抵抗値R3と電流値 I_c の積 ($R3 \times I_c$) で与えられる。図3では、 $R3 \times I_c = 7V$ となり、ゲートソース間電圧 V_{gs} を抑制できる。

【0048】

駆動電圧 V_{drv} があるしきい値を越えると、LEDアレイ2がオンし、第1トランジスタ12に電流が流れ、第1抵抗R1の電圧降下 V_{R1} が0.7V程度に安定化され、第2トランジスタ14がオンする。第2トランジスタ14がオンすると、定電流源16が生成した定電流 I_c は、第3抵抗R3ではなく第2トランジスタ14に流れ、実質的に図1の回路と等価となる。

【0049】

つまり第3抵抗R3を設けることにより、第2トランジスタ14がオフ状態のとき、第1トランジスタ12のゲートソース間電圧 V_{gs} をクランプすることができ、第1トラン

10

20

30

40

50

ジスタ 12 を保護することができる。

【0050】

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の組み合わ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。

【0051】

当業者であれば、図1の回路において、NチャンネルMOSFETとPチャンネルMOSFETの置換、NPN型バイポーラトランジスタとPNP型バイポーラトランジスタの置換が可能であることが理解できる。

10

【0052】

図5は、別の変形例に係る駆動電流生成部10bの構成を示す回路図である。図5の駆動電流生成部10bは、図3の駆動電流生成部10aのトランジスタを置換し、天地反転した構成となっている。図5の駆動電流生成部10bを使用し、図3の駆動電流生成部10aと同様の機能、作用、効果を得ることができる。

【0053】

図6は、さらに別の変形例に係る駆動電流生成部10cの構成を示す回路図である。駆動電流生成部10cは、図3の駆動電流生成部10aに加えて、第4抵抗R4、第5抵抗R5をさらに備える。第2トランジスタ14の制御端子(ベース)には、第1抵抗R1の電圧降下VR1に応じた電圧として、電圧降下VR1を抵抗R4、R5によって分圧した電圧が印加されている。また第1抵抗R1を可変抵抗素子とするかわりに、第4抵抗R4が可変抵抗素子となっている。第5抵抗R5を可変抵抗素子としてもよい。

20

【0054】

図6の駆動電流生成部10cによっても、図3の駆動電流生成部10aと同様の機能、作用、効果を得ることができる。

【0055】

図3、図5、図6の回路において、定電流源16を省略した構成も、本発明の態様として有効である。あるいは図3、図5、図6の回路において、第2抵抗R2を省略した構成も本発明の態様として有効である。

【0056】

実施の形態にもとづき、具体的な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逸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。

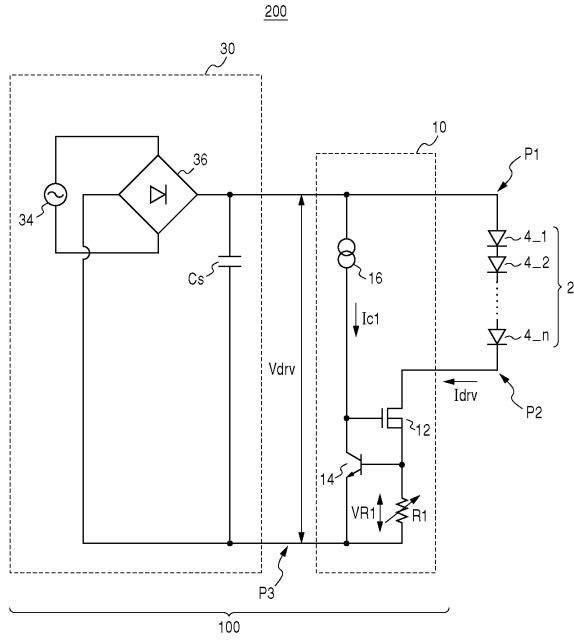
30

【符号の説明】

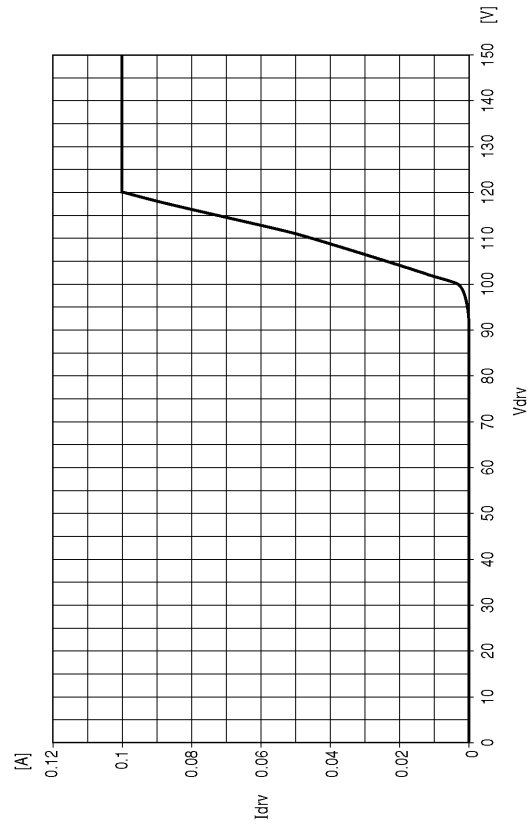
【0057】

100...駆動回路、2...LEDアレイ、4...LED、P1...第1端子、P2...第2端子、P3...基準電圧端子、10...駆動電流生成部、12...第1トランジスタ、14...第2トランジスタ、16...定電流源、R1...第1抵抗、R2...第2抵抗、R3...第3抵抗、30...電源、Cs...平滑キャパシタ、36...整流回路、200...発光装置。

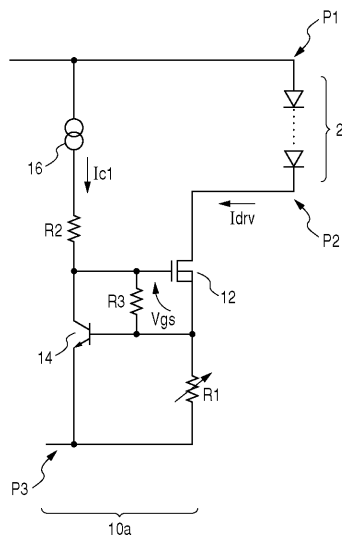
【図 1】



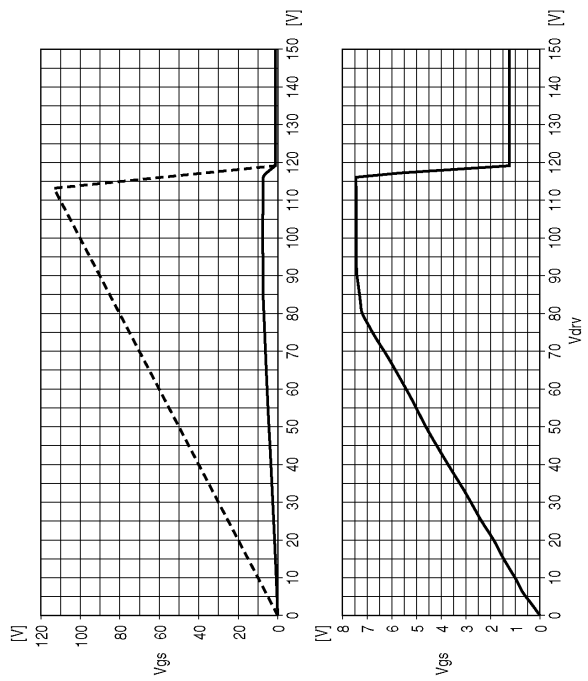
【図 2】



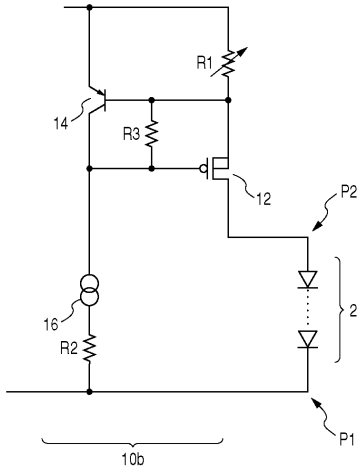
【図 3】



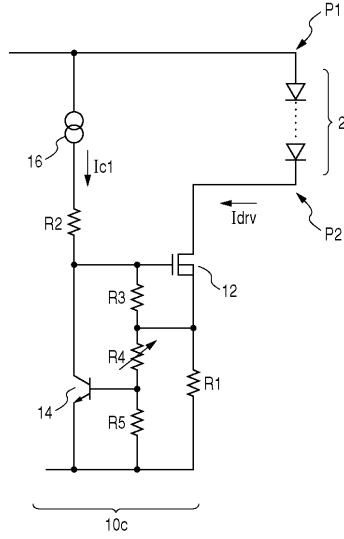
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-59676(JP,A)
特開2004-227951(JP,A)
特表2008-509523(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00 - 33/64
H05B 37/00 - 39/10