

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6500657号  
(P6500657)

(45) 発行日 平成31年4月17日(2019.4.17)

(24) 登録日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(51) Int.Cl.

H05B 37/02 (2006.01)

F 1

H05B 37/02  
H05B 37/02

J

G

請求項の数 11 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-137811 (P2015-137811)  
 (22) 出願日 平成27年7月9日 (2015.7.9)  
 (65) 公開番号 特開2017-21954 (P2017-21954A)  
 (43) 公開日 平成29年1月26日 (2017.1.26)  
 審査請求日 平成30年6月18日 (2018.6.18)

(73) 特許権者 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (73) 特許権者 390014546  
 三菱電機照明株式会社  
 神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号  
 (74) 代理人 100082175  
 弁理士 高田 守  
 (74) 代理人 100106150  
 弁理士 高橋 英樹  
 (74) 代理人 100142642  
 弁理士 小澤 次郎  
 (72) 発明者 江口 健太郎  
 神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号  
 三菱電機照明株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LED点灯装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

L E D のアノードに負荷電流を供給して前記 L E D を点灯させる電源回路と、  
 前記 L E D のカソードとグランド端子の間に直列接続された第 1 抵抗と、  
 一端および他端を有し、前記一端が前記 L E D のカソードと前記第 1 抵抗の接続点に接続された第 2 抵抗と、  
 一端および他端を有し、前記一端に前記 L E D のアノード電圧に応じた電圧が印加される第 3 抵抗と、

前記第 2 抵抗の前記他端と前記第 3 抵抗の前記他端とを接続した接続点の電圧、又は前記第 2 抵抗の前記他端の電圧と前記第 3 抵抗の前記他端の電圧とを乗算した電圧と、予め定めた所定値と、の差を前記電源回路にフィードバックするエラーアンプと、

前記第 2 抵抗と並列に接続し、前記第 2 抵抗の前記一端に印加される電圧が予め定めた電圧を上回ると、前記電源回路の出力に上限を設けるように前記第 2 抵抗の前記他端の電圧を調整する第 1 リミッタ回路と、

前記 L E D の負荷電圧に上限を設ける第 2 リミッタ回路と、  
 を備え、

前記電源回路は、前記 L E D の点灯中に前記差を減少させるように出力を制御する L E D 点灯装置。

## 【請求項 2】

前記第 1 リミッタ回路は、前記第 2 抵抗の前記一端に印加される電圧が予め定めた電圧

を上回ったときに、前記第2抵抗の前記他端に電圧を加算する請求項1に記載のLED点灯装置。

**【請求項3】**

前記第1リミッタ回路は、前記第2抵抗に並列接続された第1ツエナーダイオードを含む請求項1に記載のLED点灯装置。

**【請求項4】**

前記第2リミッタ回路は、アノードが前記第3抵抗の前記他端と接続し、前記カソードに前記LEDのアノードに応じた電圧を受けるツエナーダイオードを含む請求項2または3に記載のLED点灯装置。

**【請求項5】**

LEDのアノードに負荷電流を供給して前記LEDを点灯させる電源回路と、

前記LEDのカソードとグランド端子の間に直列接続された第1抵抗と、

一端および他端を有し、前記一端が前記LEDのカソードと前記第1抵抗の接続点に接続された第2抵抗と、

一端および他端を有し、前記一端に前記LEDのアノード電圧に応じた電圧が印加される第3抵抗と、

前記第2抵抗の前記他端と前記第3抵抗の前記他端とを接続した接続点の電圧、又は前記第2抵抗の前記他端の電圧と前記第3抵抗の前記他端の電圧とを乗算した電圧と、予め定めた所定値と、の差を前記電源回路にフィードバックするエラーアンプと、

前記第3抵抗の前記一端の電圧が基準電圧を下回らないように、前記第3抵抗の前記一端の電圧に下限を設ける第3リミッタ回路と、

前記LEDの負荷電圧に上限を設ける第4リミッタ回路と、

を備え、

前記電源回路は、前記LEDの点灯中に前記差を減少させるように出力を制御するLED点灯装置。

**【請求項6】**

前記第3リミッタ回路は、

前記LEDのアノード電圧と基準電圧を比較するコンパレータと、

前記アノード電圧が前記基準電圧以上の場合には前記第3抵抗の前記一端に前記アノード電圧を印加し、前記アノード電圧が前記基準電圧を下回る場合には前記第3抵抗の前記一端に前記基準電圧を印加するように接続を切り替える切替回路と、

を含む請求項5に記載のLED点灯装置。

**【請求項7】**

前記第3リミッタ回路は、

一端が前記LEDのアノードと接続し、他端が前記第3抵抗の前記一端に接続したリミッタ抵抗と、

エミッタが前記第3抵抗と前記リミッタ抵抗の接続点に接続され、コレクタが前記LEDのアノードに接続されたトランジスタと、

前記接続点の電圧に応じた電圧をリファレンス端子に受け、前記トランジスタのベースに出力電圧を印加するシャントレギュレータと、

を含む請求項5に記載のLED点灯装置。

**【請求項8】**

前記第3リミッタ回路は、

一端が前記LEDのアノードと接続され、他端が前記第3抵抗の一端と接続された第1リミッタ抵抗と、

前記第3抵抗と前記第1リミッタ抵抗とが接続された第1接続点にカソードが接続されたダイオードと、

一端が前記LEDのアノードと接続され、他端が前記ダイオードのアノードに接続された第2リミッタ抵抗と、

前記ダイオードのアノードと前記第2リミッタ抵抗の前記他端とが接続された第2接続

10

20

30

40

50

点にカソードが接続され、グランド端子にアノードが接続されたツェナーダイオードと、を含む請求項 5 に記載の L E D 点灯装置。

**【請求項 9】**

前記第 4 リミッタ回路は、前記第 3 抵抗の前記他端の電圧に応じた電圧をアノードに受け、前記カソードに前記 L E D のアノードに応じた電圧を受けるツェナーダイオードを含む請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の L E D 点灯装置。

**【請求項 10】**

L E D のアノードに負荷電流を供給して前記 L E D を点灯させる電源回路と、前記負荷電流を検知する第一検知手段と、前記 L E D に印加される負荷電圧を検知する第二検知手段と、

10

前記第二検知手段で検知した値が予め定めた下限値を下回らないときには前記第二検知手段で検知した値を出力し、前記第二検知手段で検知した値が前記下限値を下回るときは前記下限値を出力する低電圧リミッタと、

前記第一検知手段で検知した値と、前記低電圧リミッタが出力した値と、を加算または乗算した値を出力する演算手段と、

前記演算手段の出力する値に上限を設ける高電圧リミッタと、前記高電圧リミッタの制限を受けた前記演算手段からの出力値と、予め定めた所定値との差を前記電源回路にフィードバックする比較手段と、

を備え、

前記電源回路は、前記 L E D の点灯中に前記差を減少させるように出力を制御する L E D 点灯装置。

20

**【請求項 11】**

前記比較手段、前記低電圧リミッタ、および前記高電圧リミッタがマイコンに内蔵された請求項 10 に記載の L E D 点灯装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、L E D 点灯装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

30

L E D はダイオードの特性を持ち、負荷電圧に対する負荷電流の変化率が急峻である。従って、定電圧では明るさが制御しにくいため、一般的に L E D は定電流で駆動される。図 12 は L E D を定電流制御した場合の温度変化時の特性を示す図である。低温で L E D の負荷電圧が上昇すると、負荷電流は一定でも上昇した負荷電圧により電力が増加する。また、光出力は負荷電流に比例するが、温度による変化の方が大きいため、定電流でも低温で明るく、高温で暗くなる。

**【0003】**

非常灯の光源として L E D を定電流で駆動した場合、低温ではバッテリの容量が低下するが、L E D の消費電力が増加するため、バッテリの持続時間が悪化する。光出力は低温で明るくなっているため、無駄に消費電力を増やしている。一方、高温では光出力が減少するが、定電流制御では対応できない。

40

**【0004】**

これに対して、L E D を定電力で駆動することが考えられる（例えば、特許文献 1 ~ 3 参照）。図 13 は L E D を定電力制御した場合の温度変化時の特性を示す図である。定電力制御の場合、低温時は負荷電圧が上昇した分、負荷電流を減らして電力を一定とするため、バッテリの持続時間を増やせる。光出力は減少するが、元々 L E D の温度特性で明るさが増加しているため、必要な明るさは確保でき、無駄な光出力の増加を抑えることができる。一方、高温時は負荷電圧が減少するため負荷電流が増加する。これによって光出力が増加するが、L E D の温度特性で明るさが減少しているため、これを補う動作となる。ただし、一般的に L E D の温度特性の方が大きいため、定電力制御では完全には補いきれ

50

ない。

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0005】**

【特許文献1】特開2010-15887号公報

【特許文献2】特開2009-231147号公報

【特許文献3】特開2015-5410号公報

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0006】**

定電力制御ではLEDのばらつき、温度特性、故障、あるいは断線などで負荷電流が変化した場合にそれに応じて負荷電圧が変化する。同様に負荷電圧が変化した場合にそれに応じて負荷電流が変化する。特に電流がゼロになる開放時、電圧がゼロになる短絡時にそれぞれ電圧、電流が最大になる。この時の最大値が部品の定格を超えない様に過電流及び過電圧から保護する必要がある。

**【0007】**

特開2009-231147号公報に記載の点灯装置は、電圧リミット及び電流リミットを行うための回路として、比較器およびダイオードオア回路を備えている。しかしながら、この公報に記載の回路では、正常なLED電圧検出信号に対して、電圧リミッタ検出信号または電流リミッタ検出信号がダイオードオア回路により割り込むという回路動作となる。ダイオードオア回路により3つの検出信号のうち最大値のみが制御回路へと入力されるので、電圧リミッタと電流リミッタのいずれか一方のみが動作し、これらが両方同時に動作することはできない。このような逐一的なリミッタ動作は、定電力制御を行う観点からはいまだ改善の余地を残すものであった。

**【0008】**

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的は定電力制御を行うとともに過電流及び過電圧から保護することができるLED点灯装置を得るものである。

**【課題を解決するための手段】**

**【0009】**

第1の発明にかかるLED点灯装置は、LEDのアノードに負荷電流を供給して前記LEDを点灯させる電源回路と、前記LEDのカソードとグランド端子の間に直列接続された第1抵抗と、一端および他端を有し、前記一端が前記LEDのカソードと前記第1抵抗の接続点に接続された第2抵抗と、一端および他端を有し、前記一端に前記LEDのアノード電圧に応じた電圧が印加される第3抵抗と、前記第2抵抗の前記他端と前記第3抵抗の前記他端とを接続した接続点の電圧、又は前記第2抵抗の前記他端の電圧と前記第3抵抗の前記他端の電圧とを乗算した電圧と、予め定めた所定値との差を前記電源回路にフィードバックするエラーアンプと、前記第2抵抗と並列に接続し、前記第2抵抗の前記一端に印加される電圧が予め定めた電圧を上回ると、前記電源回路の出力に上限を設けるよう前記第2抵抗の前記他端の電圧を調整する第1リミッタ回路と、前記LEDの負荷電圧に上限を設ける第2リミッタ回路と、を備え、前記電源回路は、前記LEDの点灯中に前記差を減少させるように出力を制御する。

**【0010】**

第2の発明にかかるLED点灯装置は、LEDのアノードに負荷電流を供給して前記LEDを点灯させる電源回路と、前記LEDのカソードとグランド端子の間に直列接続された第1抵抗と、一端および他端を有し、前記一端が前記LEDのカソードと前記第1抵抗の接続点に接続された第2抵抗と、一端および他端を有し、前記一端に前記LEDのアノード電圧に応じた電圧が印加される第3抵抗と、前記第2抵抗の前記他端と前記第3抵抗の前記他端とを接続した接続点の電圧又は前記第2抵抗の前記他端の電圧と前記第3抵抗の前記他端の電圧とを乗算した電圧と、予め定めた所定値との差を前記電源回路にフィ

10

20

30

40

50

ードバックするエラーアンプと、前記第3抵抗の前記一端の電圧が基準電圧を下回らないように、前記第3抵抗の前記一端の電圧に下限を設ける第3リミッタ回路と、前記LEDの負荷電圧に上限を設ける第4リミッタ回路と、を備え、前記電源回路は、前記LEDの点灯中に前記差を減少させるように出力を制御する。

#### 【0011】

第3の発明にかかるLED点灯装置は、LEDのアノードに負荷電流を供給して前記LEDを点灯させる電源回路と、前記負荷電流を検知する第一検知手段と、前記LEDに印加される負荷電圧を検知する第二検知手段と、前記第二検知手段で検知した値が予め定めた下限値を下回らないときには前記第二検知手段で検知した値を出力し、前記第二検知手段で検知した値が前記下限値を下回るときには前記下限値を出力する低電圧リミッタと、前記第一検知手段で検知した値と、前記低電圧リミッタが出力した値と、を加算または乗算した値を出力する演算手段と、前記演算手段の出力する値に上限を設ける高電圧リミッタと、前記高電圧リミッタの制限を受けた前記演算手段からの出力値と、予め定めた所定値との差を前記電源回路にフィードバックする比較手段と、を備え、前記電源回路は、前記LEDの点灯中に前記差を減少させるように出力を制御する。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

第1～3の発明によれば、定電力制御を行うLED点灯装置において、リミッタの動作が反映された後の値が加算または乗算された算出値を、電源回路にフィードバックすることができる。これにより、電流リミッタと電圧リミッタの両方を同時に作動させることができ、リミッタされた許容範囲内で最大電力を設定可能な定電力制御を実現することができる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

【図1】本発明の実施の形態1に係るLED点灯装置を示す図である。

【図2】LEDに流れる負荷電流と負荷電圧の加算と乗算の関係を示す図である。

【図3】図2における負荷電圧の使用範囲を拡大した図である。

【図4】本発明の実施の形態2に係るLED点灯装置を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態3に係るLED点灯装置を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態3に係る低電圧リミッタ回路の動作を説明するための図である。

30

【図7】本発明の実施の形態4に係るLED点灯装置を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態4に係る低電圧リミッタ回路の動作を説明するための図である。

【図9】本発明の実施の形態5に係るLED点灯装置を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態6に係るLED点灯装置を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態において乗算器を用いる場合の一例として実施の形態1に係るLED点灯装置を変形した図である。

【図12】LEDを定電流制御した場合の温度変化時の特性を示す図である。

【図13】LEDを定電力制御した場合の温度変化時の特性を示す図である。

40

【図14】本発明の実施の形態6に係るLED点灯装置が有するマイコンの機能ブロック図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0014】

本発明の実施の形態に係るLED点灯装置について図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

#### 【0015】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係るLED点灯装置を示す図である。電源回路1はLEDのアノードに負荷電流を供給してLEDを点灯させる。抵抗R1がLEDのカソード

50

とグランド端子（GND）の間に接続されている。

【0016】

抵抗R2の一端がLEDのカソードと抵抗R1との接続点に接続されている。抵抗R3の一端がLEDのアノードに接続され、抵抗R3の他端が抵抗R2の他端に接続されている。

【0017】

エラーアンプ2は抵抗R2と抵抗R3の接続点の電圧 $V_{in}$ を電源回路1にフィードバックする。エラーアンプ2は差動増幅回路であり、負極入力から電圧 $V_{in}$ を入力し、正極入力から基準電圧 $V_{ref}$ を入力する。エラーアンプ2の負極入力と出力との間にコンデンサC1が接続されている。

10

【0018】

電源回路1は、インダクタL1、MOSFETなどのスイッチング素子Q1、ダイオードD1、及び平滑コンデンサC2を有するチョッパ回路である。インダクタL1の一端がバッテリ3に接続されている。スイッチング素子Q1は、インダクタL1の他端とグランド端子（GND）の間に接続されている。ダイオードD1のアノードがインダクタL1の他端に接続され、ダイオードD1のアノードとインダクタL1の他端との接続点とスイッチング素子Q1のドレインが接続されている。平滑コンデンサC2の正極がダイオードD1のカソードに接続され、負極がグランド端子（GND）に接続されている。

【0019】

スイッチング素子Q1は制御回路4により制御される。スイッチング素子Q1をオン／オフさせると、スイッチング素子Q1のオン期間にインダクタL1に蓄積されたエネルギーが、スイッチング素子Q1のオフ期間にダイオードD1を介して放出される。そして、バッテリ3の出力電圧にインダクタL1から放出されるエネルギーが重畠される形で平滑コンデンサC2が充電されるため、平滑コンデンサC2の両端電圧をバッテリ3の出力電圧よりも昇圧することができる。

20

【0020】

制御回路4は、エラーアンプ2の出力に応じてスイッチング素子Q1のオン／オフの周波数又はデューティ比を制御する。これにより、電源回路1は、抵抗R2と抵抗R3の接続点の電圧 $V_{in}$ が一定になるように出力を制御する。なお、制御回路4は、制御IC、又はCPU、システムLSI等の処理回路により実現される。また、複数の処理回路が連携して上記機能を実行してもよい。

30

【0021】

実施の形態1に係るLED点灯装置は、電流リミッタ回路10を備えている。電流リミッタ回路10は、抵抗R2に並列に接続している。具体的には、コンパレータ11の正極入力が抵抗R2と抵抗R1との接続点に接続されている。コンパレータ11の負極入力には予め定めた電圧が印加されている。コンパレータ11の出力は抵抗R4の一端に接続し、抵抗R4の他端は、抵抗R2の他端と抵抗R3の他端とが接続する接続点に接続している。

【0022】

ツエナーダイオードDZ2および抵抗R5の直列回路が、R3に並列に接続されている。このツエナーダイオードDZ2および抵抗R5の直列回路は、本発明にかかる「電圧リミッタ回路」に相当している。

40

【0023】

LEDの負荷電流は抵抗R1に印加される電圧に対応し、LEDの負荷電圧は抵抗R3に印加される電圧に対応する。このため、抵抗R2と抵抗R3の接続点の電圧 $V_{in}$ はLEDの負荷電流と負荷電圧の加算に対応する。従って、エラーアンプ2はLEDの負荷電流と負荷電圧の加算を電源回路1にフィードバックする。一方、電力は負荷電流と負荷電圧の乗算である。図2はLEDの負荷電流と負荷電圧の加算と乗算の関係を示す図である。図2に示すように、加算を一定にする制御（加算一定制御）と乗算を一定にする制御（乗算一定制御）は異なる。

50

## 【0024】

しかし、LEDを負荷とした場合、負荷電圧の変化範囲は数V程度と小さい。図3は、図2における負荷電圧の使用範囲を拡大した図である。図3に示すように、負荷電圧の使用範囲内では乗算一定制御を加算一定制御によって近似することができる。また、負荷電圧の使用範囲外では乗算一定制御のカーブから加算一定制御が外れるが、加算一定制御の方が電力が低くなる方向に外れるため、安全である。

## 【0025】

電流リミッタ回路10は、抵抗R2の一端に印加される電圧が予め定めた電圧を上回ると抵抗R2の他端に電圧を加算することで、過電流保護を実現する。具体的には、コンパレータ11は、抵抗R2の一端に印加される電圧（すなわち抵抗R1とLEDのカソードの接続点の電圧）が予め定めた電圧を上回ったときにハイとなる。コンパレータ11がハイとなることで、コンパレータ11の出力電圧が抵抗R2の他端に加算される。その結果、電圧Vinを増大させて電源回路1の出力を低下させようとする回路動作が得られる。すなわち、エラーアンプ2により加算値（または後述するように乗算値）としての電圧Vinが電源回路1にフィードバックされることで、定電力制御が実現される。この電圧Vinを一定に保つために、電圧Vinが増加したときにはその増加分を減らすように電源回路1が出力を低下させる。過電流発生時には、電流リミッタ回路10が電圧Vinを上げるように働くので、電流リミッタ回路10による電圧加算分だけ電圧Vinがより大きな値として算出される。よって、過電流発生時には、増加補正した電圧Vinによって、電源回路1の出力を下げる方向にフィードバックをかけることができる。その結果、電流リミッタ回路10の電圧加算により負荷電流に上限を設けることができる。好ましくは、電流リミッタ回路10は、負荷電圧がある値以下となっている場合には、負荷電圧にかかわらず負荷電流がある上限値で固定されるように、負荷電流の上限を設けることが好ましい。具体的には、電流リミッタ回路10の電圧加算によって電圧Vinが増加補正され、図3に示すごとく、負荷電圧にかかわらず負荷電流をある上限で止めるように電源回路1の出力を制限することが好ましい。

## 【0026】

過電圧からの保護を行うために、LEDの負荷電圧が一定値を超えた場合にツェナーダイオードDZ2がオンする。ツェナーダイオードDZ2の動作点は使用範囲の外に設け、電力を低下させる方向に変化させることで故障を避け安全な動作となるように設定する。特開2009-231147号公報の図に記載されるようにコンパレータを用いて電圧リミッタ回路を組む必要が無いので、簡素な構成で電圧のリミッタ回路を構成することができる。

## 【0027】

以上説明したように、本実施の形態ではLEDの負荷電流と負荷電圧を加算した値を電源回路1にフィードバックすることで、簡単な回路構成によりLEDを定電力制御できる。

## 【0028】

また、エラーアンプ2に入力される電圧Vinは以下の式で求められる。

$$Vin = \frac{r3}{r2+r3} * IF * r1 + \frac{r2}{r2+r3} * VF \quad (\text{式1})$$

ここで、LEDの負荷電流と負荷電圧をそれぞれIF, VF、抵抗R1, R2, R3の抵抗値をそれぞれr1, r2, r3とする。

## 【0029】

これらのパラメータにおいて下記の式で抵抗R2, R3の抵抗値r2, r3を決定すれば、この負荷電圧VF付近ではP' = 0となり、電力Pが一定となる。従って、電力Pおよび抵抗R1の抵抗値r1に関わらず定電力制御を行うことができる。また、定数設計が簡単にできる。

$$r2 = \frac{Vin}{2VF - Vin} * r3 \quad (\text{式2})$$

## 【0030】

また、負荷電圧を求めるための抵抗R3に並列にツェナーダイオードDZ2を接続し、負荷電圧が一定値を超えた場合にツェナーダイオードDZ2をオンさせる。これにより、LED、抵抗R1、電源回路1内の素子を過電圧から保護することができる。

## 【0031】

実施の形態2.

図4は、本発明の実施の形態2に係るLED点灯装置を示す図である。実施の形態2にかかるLED点灯装置は、電流リミッタ回路10をツェナーダイオードDZ1に置換している点、および図1ではツェナーダイオードDZ2に抵抗R5を直列接続しているが図4ではこれを省略する変形を行っておりツェナーダイオードDZ2単体で電圧リミッタ回路を構成している点を除き、図1に示す実施の形態1にかかるLED点灯装置と同様の回路構成を備えている。したがって、以下の説明では実施の形態1と同一または相当する構成については同一の符号を付して説明を行うとともに、実施の形態1との相違点を中心に説明し、共通事項は説明を簡略化ないしは省略する。

10

## 【0032】

実施の形態2では、ツェナーダイオードDZ1が抵抗R2に並列に接続されている。過電流から保護するために、負荷電流が一定値を超えた場合にツェナーダイオードDZ1をオンさせる。ツェナーダイオードDZ1の動作点は使用範囲の外に設け、電力を低下させる方向に変化させることで故障を避け安全な動作となるように設定する。ツェナーダイオードDZ1がオンとなれば抵抗R2の両端の電圧が一定に保持されるので、抵抗R2の他端の電圧を一定値に制限でき、電圧Vinを制限することができる。電圧Vinを制限することで、電源回路1の出力が制限されるので、過電流発生時に電源回路1が出力を増加させないように上限を設けることができる。

20

## 【0033】

以上説明したように、実施の形態2では、負荷電流と負荷電圧を求めるための抵抗R2、R3にそれぞれ並列にツェナーダイオードDZ1、DZ2を接続し、負荷電流及び負荷電圧がそれぞれ一定値を超えた場合にツェナーダイオードDZ1、DZ2をオンさせる。これにより、簡単な回路構成で、LED、抵抗R1、電源回路1内の素子を過電流及び過電圧から保護することができる。また、特開2009-231147号公報の図に記載されるようにコンパレータを3つ並列に接続するような複雑な回路を組む必要が無いので、簡素な構成で電流および電圧のリミッタ回路を構成することができる。

30

## 【0034】

実施の形態3.

図5は、本発明の実施の形態3に係るLED点灯装置を示す図である。本実施の形態では、図4に示す実施の形態2のツェナーダイオードDZ1、DZ2の代わりに高電圧リミッタ回路5と低電圧リミッタ回路6が設けられている。また、抵抗R2と抵抗R3の接続点とエラーアンプ2の間に抵抗R4が接続されている。その他の構成は実施の形態2と同様である。

40

## 【0035】

高電圧リミッタ回路5は抵抗R2と抵抗R3の接続点とLEDのアノードの間に接続されている。高電圧リミッタ回路5は直列に接続されたツェナーダイオードDZ3と抵抗R5を有する。低電圧リミッタ回路6は抵抗R3の一端に接続され、低電圧リミッタ回路6はコンパレータ7と切替回路8を有する。コンパレータ7はLEDのアノード電圧と基準電圧Vthを比較する。切替回路8は、アノード電圧が基準電圧Vth以上の場合には抵抗R3の一端にアノード電圧を印加し、アノード電圧が基準電圧Vthを下回る場合には抵抗R3の一端に基準電圧Vthを印加するように接続を切り替える。これにより、低電圧リミッタ回路6は抵抗R3の一端の電圧が基準電圧Vthを下回らないように制限する

50

。

### 【0036】

また、過電圧から保護するために、負荷電圧が一定値を超えた場合に高電圧リミッタ回路5のツエナーダイオードDZ3をオンさせ、LEDの負荷電圧の上限を設定する。ツエナーダイオードDZ3の動作点は使用範囲の外に設け、電力を低下させる方向に変化させることで故障を避け安全な動作となるように設定する。

### 【0037】

また、低電圧リミッタ回路6は抵抗R3の一端の電圧が基準電圧Vthを下回らないように制限する。図6は、本発明の実施の形態3に係る低電圧リミッタ回路の動作を説明するための図である。ここで、抵抗R1の抵抗値を1K、抵抗R2の抵抗値を4.0367K、抵抗R3の抵抗値を440K、基準電圧Vthを34V、基準電圧Vrefを0.8V、定電力値を17.7Wとした。

10

### 【0038】

LEDの負荷電圧が48Vから30Vまで低下する場合において、基準電圧Vth=34Vまではコンパレータ7は”H”を出力する。これに応じて切替回路8は抵抗R3の一端にLEDのアノード電圧を印加する。

### 【0039】

その後、LEDの負荷電圧が基準電圧Vth=34Vを下回ると、コンパレータ7は”L”を出力し、切替回路8は抵抗R3の一端に基準電圧Vthを印加する。この結果、LEDの負荷電圧が34Vを下回っても、抵抗R3の一端に34Vが入力される。

20

### 【0040】

LEDの負荷電流が増加していくと負荷電圧が低下していくため、定電力制御だけでは過電流を防げない。そこで、抵抗R3の一端の電圧が基準電圧よりも低下しないように低電圧リミッタ回路6が制限することで、LEDの負荷電流は一定値(0.495A)よりも大きくならない。この結果、過電流から保護することができる。

### 【0041】

以上説明したように、本実施の形態ではLEDの負荷電流と負荷電圧を加算した値を電源回路1にフィードバックすることで簡単な回路構成によりLEDを定電力制御できる。

### 【0042】

また、高電圧リミッタ回路5がLEDの負荷電圧の上限を設定することで過電圧から保護することができる。さらに、低電圧リミッタ回路6により抵抗R3の一端の電圧が基準電圧Vthを下回らないように制限する。これにより過電流から保護することができる。

30

### 【0043】

実施の形態4。

図7は、本発明の実施の形態4に係るLED点灯装置を示す図である。図5に示す実施の形態3の低電圧リミッタ回路6の代わりに低電圧リミッタ回路9を設けている。その他の構成は実施の形態3と同様である。

### 【0044】

低電圧リミッタ回路9は抵抗R6、R7、R8、MOSFETなどのトランジスタQ2、シャントレギュレータ21、およびバイアス抵抗R21を有する。抵抗R6はLEDのアノードと抵抗R3の一端の間に接続されている。トランジスタQ2のエミッタが抵抗R3と抵抗R6の接続点に接続され、コレクタがLEDのアノードに接続されている。バイアス抵抗R21の一端はトランジスタQ2のコレクタと接続し、バイアス抵抗R21の他端はトランジスタQ2のベースとシャントレギュレータ21のカソードとの接続点に接続している。シャントレギュレータ21は、抵抗R3と抵抗R6の接続点の電圧を抵抗R7、R8で分圧したものをリファレンス電圧として入力し、バイアス抵抗R21から供給される電流により、トランジスタQ2のベースに出力電圧を印加する。

40

### 【0045】

図8は、本発明の実施の形態4に係る低電圧リミッタ回路の動作を説明するための図である。ここで、抵抗R1の抵抗値を1K、抵抗R2の抵抗値を4.0367K、抵抗R

50

3の抵抗値を22K、抵抗R6の抵抗値を418K、シャントレギュレータ21の基準電圧を3.06V、リファレンス電圧V<sub>ref</sub>を0.8V、定電力値を17.8Wとした。

#### 【0046】

LEDの負荷電圧が48Vから低下する場合、抵抗R3と抵抗R6の接続点の電圧も低下するが、シャントレギュレータ21の出力電圧よりも高い場合はそのままエラーアンプ2に送られる。この時、シャントレギュレータ21は、リファレンス電圧が閾値より高いため、出力電圧を下げる方向に動作する。従って、トランジスタQ2のベース電圧が低下し、ベース・エミッタが逆方向にバイアスされるため、シャントレギュレータ21の出力電圧はトランジスタQ2のエミッタには発生しない。例えばトランジスタQ2のベース電圧は1V程度、エミッタ電圧2~3Vである。10

#### 【0047】

その後、LEDの負荷電圧が30V程度まで低下し、抵抗R3と抵抗R6の接続点の電圧がシャントレギュレータ21の出力電圧を下回ると、トランジスタQ2のベース・エミッタ間が導通し、抵抗R3と抵抗R6の接続点にはシャントレギュレータ21の出力電圧が発生する。従って、LEDの負荷電圧が基準電圧を下回っても、低電圧リミッタ回路9は抵抗R3の一端にシャントレギュレータ21の出力電圧が入力される。この結果、低電圧リミッタ回路9は抵抗R3の一端の電圧が基準電圧を下回らないように制限する。これにより実施の形態1~3と同様の効果を得ることができる。20

#### 【0048】

また、実施の形態4では、実施の形態3の切替回路8をトランジスタQ2のベース・エミッタ間ダイオードによるダイオードオアで代用し、実施の形態3のコンパレータ7と基準電圧源をシャントレギュレータ21で代用している。従って、コンパレータを使用しないため、コンパレータそのものと電源回路を省略することができる。また、電源回路が無いため、電源電圧の増減による制約が無い。そして、トランジスタQ2が電圧を受け持つため、基準電圧を低く設定することができ、低圧なシャントレギュレータを使用することができる。さらに、出力用バッファと切替回路をトランジスタQ2で兼用するため、回路が簡略化される。20

#### 【0049】

実施の形態5。30

図9は、本発明の実施の形態5に係るLED点灯装置を示す図である。図5に示す実施の形態3の低電圧リミッタ回路6の代わりに低電圧リミッタ回路22を設けている。その他の構成は実施の形態3と同様である。

#### 【0050】

低電圧リミッタ回路22は抵抗R6, R9, ダイオードD5、およびツェナーダイオードDZ4を有する。抵抗R6はLEDのアノードと抵抗R3の一端の間に直列に接続されている。ダイオードD5のカソードが抵抗R3と抵抗R6の接続点に接続され、ダイオードD5のアノードがツェナーダイオードDZ4のカソードに接続されている。ツェナーダイオードDZ4のアノードはグランド端子に接続している。40

#### 【0051】

ここで実施の形態5の回路設計方法の一例を説明すると、降伏電圧が5.1VであるツェナーダイオードDZ4を選定して、抵抗R9とツェナーダイオードDZ4のカソードの接続点が5.1Vで維持されるように構成しておく。抵抗R3と抵抗R6の接続点の電圧が例えば通常7V程度となるように抵抗R3, R6を選定しておく。ダイオードD5のアノードに5.1Vが印加され、ダイオードD5のカソードに7V程度の電圧が印加されているときには、ダイオードD5に逆バイアスがかかっている。その後、LEDの負荷電圧が低下し、例えば抵抗R3と抵抗R6の接続点の電圧が7Vから4.5Vを下回るまで下がったとする。この場合、ダイオードD5のアノードの電圧5.1Vから0.6Vの電圧降下分を差し引いた4.5Vが抵抗R3と抵抗R6の接続点に供給され続けるので、抵抗R3の一端に印加される電圧に下限を設けることができる。これにより、低電圧リミッタ50

回路 9 は抵抗 R 3 の一端の電圧が基準電圧を下回らないように制限する。これにより実施の形態 1 ~ 4 と同様の効果を得ることができる。

#### 【0052】

また、実施の形態 3 などと比較して、トランジスタあるいはシャントレギュレータなどの回路部品を含まないので、回路構成が簡素化されているという利点もある。

#### 【0053】

実施の形態 6 .

図 10 は、本発明の実施の形態 6 にかかる LED 点灯装置を示す図であり、マイコン 3 4 を用いた LED 点灯装置を示す図である。この実施の形態 6 は、実施の形態 1 ~ 5 に係る回路を集積化した LED 点灯装置を提供するものである。マイコン 3 4 は、実施の形態 1 ~ 5 における、抵抗 R 1 ~ R 3 による電圧検知機能、エラーアンプ 2 の機能、制御回路 4 の機能、低電圧リミッタ回路 6、9、22 の機能、高電圧リミッタ回路 5 の機能を内部に取り込んだものであり、これらの機能をそれぞれ実行するプログラムを内部のメモリに予め記憶している。なお、実施の形態 6 の電源回路 101 は、実施の形態 1 ~ 5 における昇圧チョッパ回路部分（電源回路 1 のうちインダクタ L 1、スイッチング素子 Q 1、ダイオード D 1、およびコンデンサ C 2 で構成される部分）であり、マイコン 3 4 の外側に設けられている。電源回路 1 に含まれていた制御回路 4 はマイコン 3 4 側に搭載されている。抵抗 R 1、R 3 は、マイコン 3 4 の外側に設けられている。

10

#### 【0054】

マイコン 3 4 は、メモリおよびメモリに記憶されたプログラムを実行する CPU を備える形態、あるいはシステム LSI 等の処理回路の形態で実現される。また、メモリ、CPU、および処理回路の少なくとも 1 種が複数個組み合わされてマイコン 3 4 を構成しても良く、複数の処理回路などが連携して上記機能を実行してもよい。マイコン 3 4 は、公知のデジタル制御電源用マイコンが備えるのと同様の構成を含んでおり、入出力インターフェース、A / D 変換器、デジタル演算を行うためのプロセッサ、各種の揮発性・不揮発性メモリ、オシレータ、スイッチング素子のオンオフ制御に用いる PWM 信号を生成するためのパルス幅モジュレータ、および各種周辺回路を含む。

20

#### 【0055】

図 14 は、実施の形態 6 に係る LED 点灯装置が有するマイコン 3 4 の機能ブロック図である。一例として、マイコン 3 4 は、A / D 変換部、高電圧リミッタ機能部、低電圧リミッタ機能部、フィードバック機能部（以下、FB 機能部）、PWM 信号生成機能部を備えている。FB 機能部は、演算機能部および比較機能部を備えている。これらの機能部ごとの処理がモジュール化されたプログラムを内蔵不揮発性メモリに記憶しておき、プロセッサで実行することにより、マイコン 3 4 の機能を実現してもよい。以下、説明の便宜上、各機能ごとに機能部を分けつつマイコン 3 4 の処理内容について一例を説明する。

30

#### 【0056】

（処理 S 1）まずマイコン 3 4 は、抵抗 R 1 の一端からの電圧をインターフェースを介して取得することで LED の負荷電流に応じた電圧 V<sub>in</sub>1 を取得する。また、マイコン 3 4 は、抵抗 R 3 および R 102 の分圧回路で分圧された電圧をインターフェースを介して取得することで、LED の負荷電圧に応じた電圧 V<sub>in</sub>2 を取得する。

40

#### 【0057】

（処理 S 2）次に、電圧 V<sub>in</sub>1、V<sub>in</sub>2 は、マイコン 3 4 内部において A / D 変換部によってデジタル値 V<sub>in</sub>1'、V<sub>in</sub>2' に変換される。

#### 【0058】

（処理 S 3）次に、LED 負荷電流に応じた電圧 V<sub>in</sub>1 を A / D 変換したデジタル値 V<sub>in</sub>1' がマイコン 3 4 の低電圧リミッタ機能部に入力される。低電圧リミッタ機能部の動作は、実施の形態 3 ~ 5 で述べた低電圧リミッタ回路 6、9、22 の入出力動作と同様である。つまり、低電圧リミッタ機能部は、V<sub>in</sub>1' と下限値とを比較し、V<sub>in</sub>1' が下限値以上であるときには V<sub>in</sub>1' そのものを出力し、V<sub>in</sub>1' が下限値を下回るときには下限値そのものを出力する。

50

## 【0059】

(処理S4) また、LED負荷電圧に応じた電圧 $V_{in2}$ をA/D変換したデジタル値 $V_{in2}'$ が高電圧リミッタ機能部に入力される。高電圧リミッタ機能部は、実施の形態1~5で述べた高電圧リミッタ回路5、9、22の入出力動作と同様である。高電圧リミッタ機能部は、デジタル値 $V_{in2}'$ と予め定めた降伏電圧値 $V_{DZ}'$ と比較する。降伏電圧値 $V_{DZ}'$ は、上記実施の形態1および2にかかるツエナーダイオードDZ2および実施の形態3~5で用いた高電圧リミッタ回路5における降伏電圧と同様の観点から設定された値である。

## 【0060】

高圧リミッタ機能部は、上記実施の形態1および2にかかるツエナーダイオードDZ2および実施の形態3~5で用いた高電圧リミッタ回路5と同様の機能を果たす。この点について実施の形態1~5の回路動作を先ず説明すると、例えば図7に示す高電圧リミッタ回路5が有するツエナーダイオードDZ3の降伏電圧と同じ役割を降伏電圧値 $V_{DZ}'$ が果たしている。LED電圧が上がりツエナーダイオードDZ3が導通すると、LED電圧の検出に用いられる抵抗R6, R3に対して、高電圧リミッタ回路5を構成する抵抗R5およびツエナーダイオードDZ3が並列に接続される。並列接続の結果、この経路のインピーダンスがツエナーダイオードDZ3の非導通時よりも下がる。インピーダンスが下がることで、同じLED電圧でも、抵抗R6, R3、R5およびツエナーダイオードDZ3で構成される並列回路の電流が増加するので、エラーアンプ2の負極入力電圧が上がる。その結果、その負極入力電圧の增加分を減らすように帰還がかかり、電源回路1は出力を低下させる。このように、実施の形態1~5では、回路全体の動作として高電圧リミッタがかかるようになっている。

10

20

30

## 【0061】

実施の形態6にかかる高電圧リミッタ機能部もこれと同様の機能を発揮するために、 $V_{in2}'$ と $V_{DZ}'$ とを比較し、その比較結果に応じて下記のいずれかの動作をする。まず、 $V_{in2}'$ が $V_{DZ}'$ よりも低いときには( $V_{in2}' < V_{DZ}'$ )、入力された $V_{in2}'$ がそのまま $V_{hi}$ として出力される。LEDが正常であればLED電圧は $V_{DZ}'$ よりも低くなるように $V_{DZ}'$ が設定される。従って、LEDが正常の特性を示している間は、高電圧リミッタ機能部は $V_{in2}'$ をそのまま出力する。一方、 $V_{in2}'$ が $V_{DZ}'$ 以上となったときには( $V_{in2}' > V_{DZ}'$ )、入力された $V_{in2}'$ よりも大きな値を出力値 $V_{hi}$ として出力する。この時に高電圧リミッタ機能部が出力する値は予め記憶された所定値であってもよく、今回の $V_{in2}'$ に係数をかけて演算されてもよい。いずれにしろ、出力値 $V_{hi}$ が $V_{in2}'$ よりも大きく算出されることで、「例えば図7のツエナーダイオードDZ3が導通したことでインピーダンスが下がり、同じLED電圧でも、抵抗R6, R3、R5およびツエナーダイオードDZ3で構成される並列回路の電流が増加し、エラーアンプ2の負極入力電圧が上がる」という回路動作に近似した制御を行うことができる。出力値 $V_{hi}$ が大きめに算出されることで、後述するフィードバック機能部で電源回路101の出力を下げようとする処理が行われるからである。

## 【0062】

(処理S5) 次に、低電圧リミッタ機能部の出力値 $V_{lo}$ と、高電圧リミッタ機能部の出力値 $V_{hi}$ とが、フィードバック機能部における演算機能部に入力される。演算機能部は、 $V_{lo}$ と $V_{hi}$ との加算値としての算出値 $V_{inc}'$ を出力する。なお、加算ではなく積算(乗算)した値を算出値 $V_{inc}'$ としてもよい。

40

## 【0063】

(処理S6) 次に、この算出値 $V_{inc}'$ と、予め定められた参照電圧デジタル値 $V_{ref}'$ とが比較機能部で比較され、その差分 $V_{in}'$ が算出される。この差分 $V_{in}'$ がフィードバック機能部の出力となり、PWM信号生成機能部に入力される。

## 【0064】

(処理S7) 差分 $V_{in}'$ がプラスであれば、PWM信号生成機能部は、LEDに供給する電力を下げるためにスイッチング素子Q1に与えるべきオン/オフ信号の周波数又

50

はデューティ比を減らす。逆にその差分  $V_{in'}$  がマイナスであれば、PWM信号生成機能部は、LEDに供給する電力を上げるためにスイッチング素子Q1に与えるべきオン/オフ信号の周波数又はデューティ比を上げる。差分  $V_{in'}$  に基づいてフィードバック的に調整されたPWM信号  $V_{out}$  が、インターフェースを介してスイッチング素子Q1の制御端子に供給される。

#### 【0065】

以上の処理により過電流および過電圧に対する保護を行いつつ定電流制御が可能なマイコン34が提供される。

#### 【0066】

変形例 .

10

実施の形態1では抵抗R1、R2、およびR3を接続することで負荷電圧と負荷電流を加算した電圧  $V_{in}$  を生成し、この電圧  $V_{in}$  をエラーアンプ2で電源回路1にフィードバックしている。これにより、簡単な回路構成によりLEDを定電力制御できる。しかしながら、本発明はこれに限らず、図11のように負荷電圧と負荷電流の乗算器30（具体的には専用ICかマイコン）を用いても良い。図11は、本発明の実施の形態において乗算器を用いる場合の一例として実施の形態1に係るLED点灯装置を変形した図である。抵抗R2の他端と抵抗R3の他端と接続する乗算器30を設けている点を除き、図1と同様の回路である。乗算器30の出力は、エラーアンプ2に入力される。なお、実施の形態2～5においても同様に乗算器30を設けてよい。

#### 【0067】

20

なお、上述した実施の形態1、2にかかるLED点灯装置が、前記第1の発明にかかるLED点灯装置の具体的な実施形態に相当しており、上述した実施の形態3～5にかかるLED点灯装置が、前記第2の発明にかかるLED点灯装置の具体的な実施形態に相当している。上述した実施の形態6にかかる点灯装置が、前記第3の発明にかかるLED点灯装置の具体的な実施形態に相当している。

#### 【0068】

実施の形態1、2にかかるLED点灯装置によれば、過電流時に電流リミッタ回路10が電圧を調整することにより定電力制御に用いる電圧  $V_{in}$  を補正することができ過電流保護を確実に行うとともに、ツエナーダイオードDZ2（電圧リミッタ回路）で過電圧から回路を確実に保護することができる。定電力制御では、出力電力を一定に保つように電源回路1がその出力を変化させる。過電流発生時に第1リミッタ回路が電圧を調整することで、電源回路1の出力を制限することができる。これにより、定電力制御において、過電流の発生時に負荷電流の上限を設けるように電源回路1の出力を制限する動作を実現できる。

30

#### 【0069】

実施の形態3～5にかかるLED点灯装置によれば、過電流時に低電圧リミッタ回路6、9、22が電圧を制限することにより定電力制御に用いる電圧値  $V_{in}$  の減少を抑制することができ過電流を確実に保護するとともに、高電圧リミッタ回路5で過電圧から回路を確実に保護することができる。過電流の発生が推測されるアノード電圧低下時に、低電圧リミッタ回路6、9、22が第3抵抗R3一端の電圧低下に制限を設ける。第3抵抗R3の一端の電圧に下限が設けられることで、過電流発生時の電圧  $V_{in}$  が小さくなりすぎることが防止される。よって、過電流発生時にもかかわらず電源回路1の出力を増加させるようなフィードバック制御が行われることを抑制することができる。これにより、定電力制御において、過電流の発生時に負荷電流の上限を設けるように電源回路1の出力を制限する動作を実現できる。

40

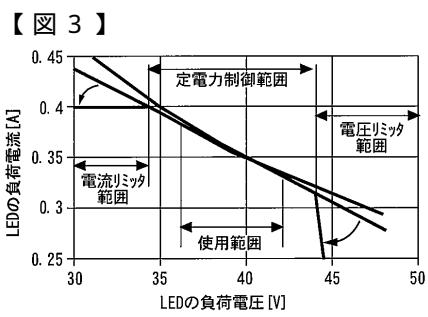
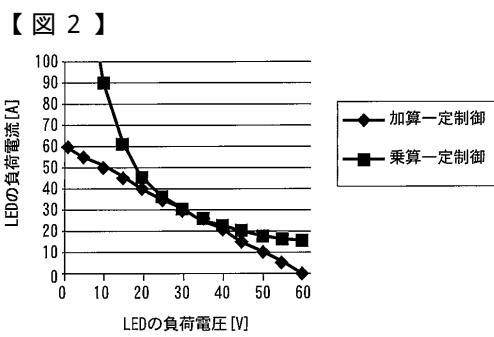
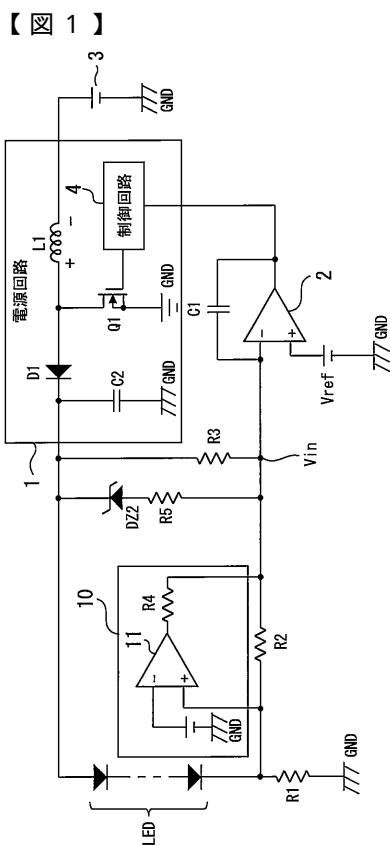
#### 【符号の説明】

#### 【0070】

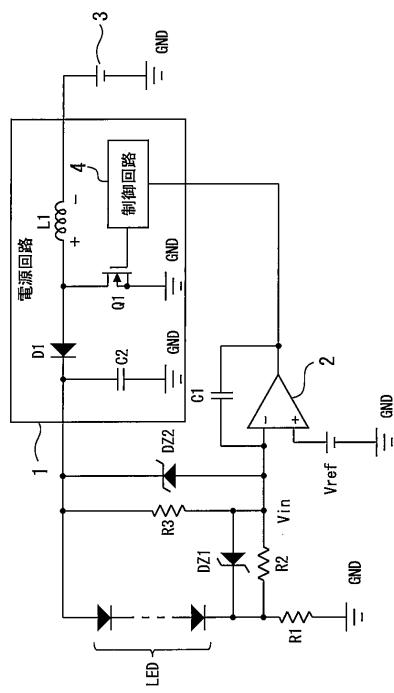
1 電源回路、2 エラーアンプ、3 バッテリ、4 制御回路、5 高電圧リミッタ回路、6、9、22 低電圧リミッタ回路、7 コンパレータ、8 切替回路、10 電流リミッタ回路、21 シャントレギュレータ、11 コンパレータ、30 乗算器、34

50

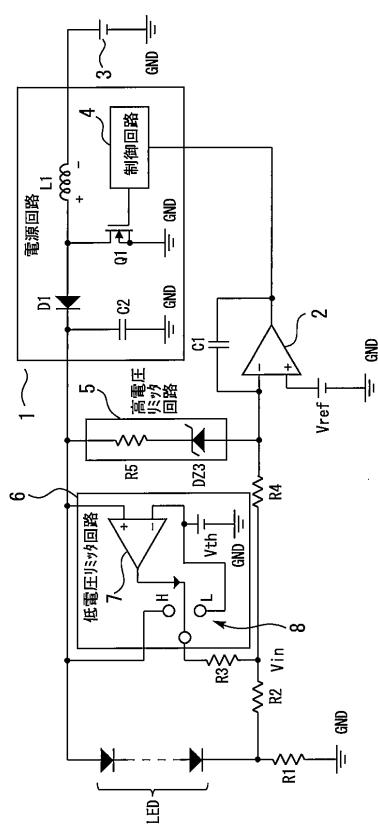
マイコン、C1 コンデンサ、C2 平滑コンデンサ、D1 ダイオード、D5 ダイオード、DZ1, DZ2, DZ3, DZ4 ツエナーダイオード、L1 インダクタ、Q1 スイッチング素子、Q2 テランジスタ、R21 バイアス抵抗



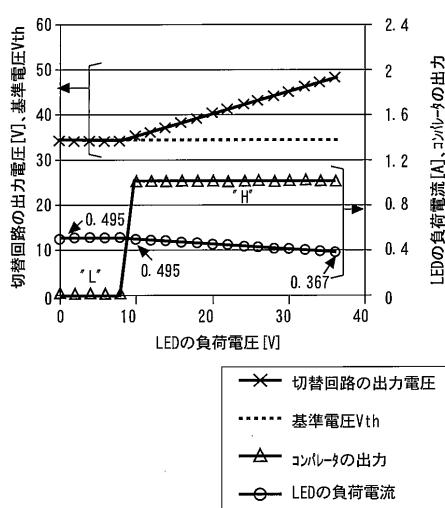
【図4】



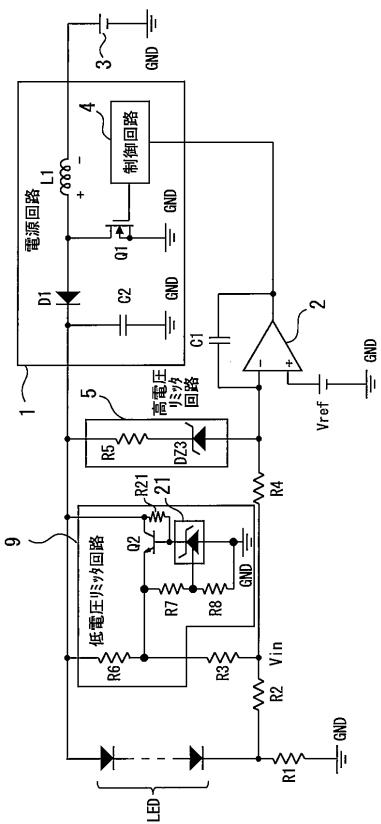
【図5】



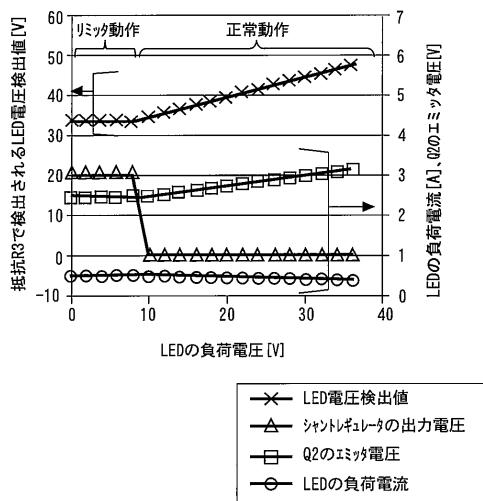
【図6】



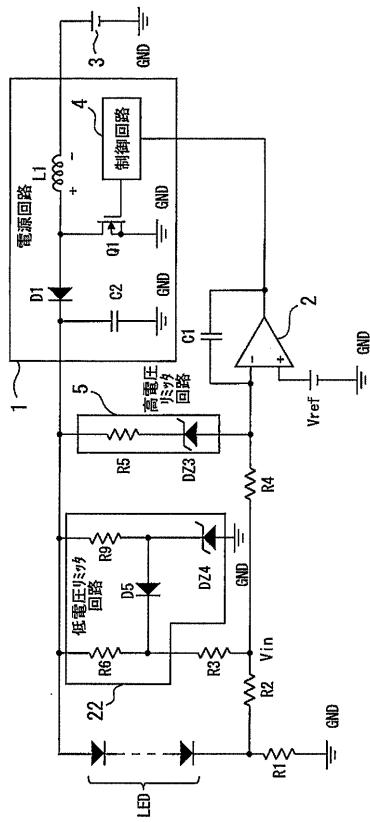
【図7】



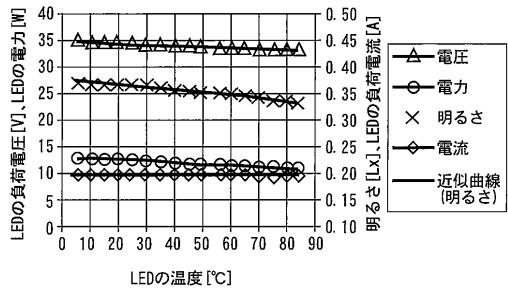
【図 8】



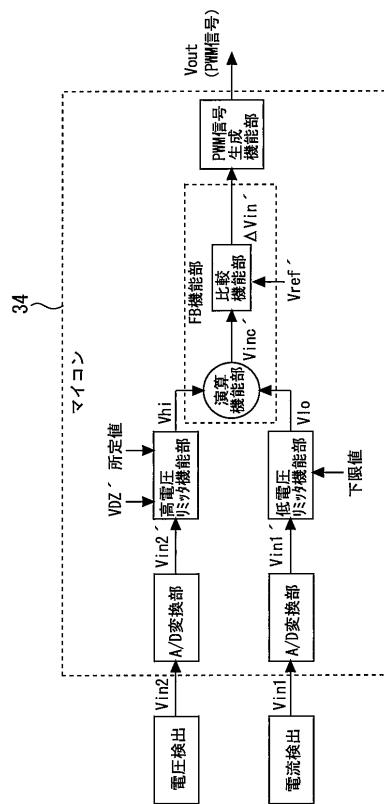
【図 9】



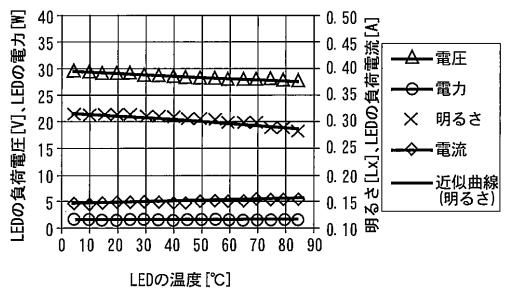
【図12】



【図14】



【図13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 今 吉 ちづる

神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号 三菱電機照明株式会社内

(72)発明者 篠田 健吾

神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号 三菱電機照明株式会社内

審査官 安食 泰秀

(56)参考文献 特開2006-85993(JP,A)

特開2010-15887(JP,A)

特開2009-231147(JP,A)

特開2015-5410(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 37/02