

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-41299

(P2019-41299A)

(43) 公開日 平成31年3月14日(2019.3.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04B 10/116 (2013.01)	H04B 10/116	3 K 2 7 3
H04B 10/564 (2013.01)	H04B 10/564	5 K 1 0 2
H05B 37/02 (2006.01)	H05B 37/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-162883 (P2017-162883)	(71) 出願人	314012076
(22) 出願日	平成29年8月25日 (2017. 8. 25)		パナソニックIPマネジメント株式会社
			大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
		(74) 代理人	100109210
			弁理士 新居 広守
		(74) 代理人	100137235
			弁理士 寺谷 英作
		(74) 代理人	100131417
			弁理士 道坂 伸一
		(72) 発明者	後藤 弘通
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	西野 博之
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

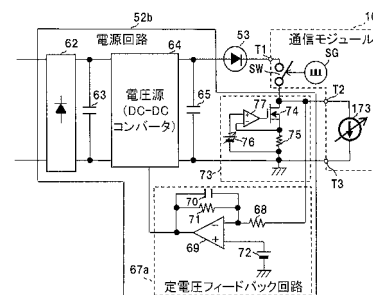
(54) 【発明の名称】 照明光通信装置および通信モジュール

(57) 【要約】

【課題】 スイッチの断続による明るさの低下を軽減し、小型化および低コスト化に適した照明光通信装置を提供する。

【解決手段】 照明光通信装置は、照明光を発する負荷回路53および断続スイッチSWと直列に接続され、自身を流れる電流が、調光比に基づいて定められた第1設定値となるよう制御することによって調光する調光回路73と、調光回路73にかかる電圧を一定にするためのフィードバック信号を電圧源64に供給する定電圧フィードバック回路67aと、調光回路73と並列に接続され、調光回路73を流れる電流において断続スイッチSWの断続によって第1設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に負荷回路53に供給する補充回路173とを備える。

【選択図】 図1A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

照明光を発する発光ダイオードを含む負荷回路と、

前記負荷回路と直列に接続され、可視光通信用の 2 値の通信信号に応じて断続する断続スイッチと、

前記負荷回路および前記断続スイッチと直列に接続され、自身を流れる電流が、調光比に基づいて定められた第 1 設定値を超えないように制御することによって調光する調光回路と、

前記負荷回路、前記断続スイッチおよび前記調光回路からなる直列回路に直流電圧を供給する電圧源と、

前記調光回路にかかる電圧を一定にするためのフィードバック信号を前記電圧源に供給する定電圧フィードバック回路と、

前記調光回路と並列に接続され、前記調光回路を流れる電流において前記断続スイッチの断続によって前記第 1 設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に前記負荷回路に供給する補充回路とを備える
照明光通信装置。

【請求項 2】

前記調光回路は、前記第 1 設定値に対応する第 1 基準値を生成する第 1 基準源を有し、

前記第 1 基準源は、前記調光比に応じて前記第 1 基準値を生成し、

前記補充回路は、前記補充電流に対応する第 2 基準値を生成する第 2 基準源を有し、

前記第 2 基準源は、前記調光比および前記オンデューティ比に応じて前記第 2 基準値を生成する

請求項 1 に記載の照明光通信装置。

【請求項 3】

前記第 2 基準源は、次式を満たす前記補充電流に対応する前記第 2 基準値を生成し、

$$I_s = I_{op} \times (100 / D_{on} - 1)$$

ここで、 I_s は前記補充電流、 I_{op} は前記第 1 設定値、 D_{on} は可視光通信時の前記通信信号のオンデューティ比（単位は %）である

請求項 2 に記載の照明光通信装置。

【請求項 4】

前記第 2 基準源は、

前記断続スイッチの両端のうちの電位の高い方の一端、または、前記負荷回路の両端のうちの電位の低い方の一端に接続されたアノード端子を有するダイオードと、

前記ダイオードのカソード端子の電圧を分圧する複数の抵抗を有する抵抗回路と、

前記抵抗回路により分圧された電圧を平滑する 1 つ以上の容量素子を有する容量回路とを備え、

前記抵抗回路および容量回路によって分圧および平滑された分圧値を、前記第 2 基準値として生成する

請求項 2 または 3 に記載の照明光通信装置。

【請求項 5】

前記負荷回路は、前記電圧源の出力端子と前記断続スイッチの一端との間に直列に接続され、

前記第 2 基準源は、前記断続スイッチと前記負荷回路との接続点の電位から前記第 2 基準値を生成する

請求項 2、3 または 4 に記載の照明光通信装置。

【請求項 6】

前記第 2 基準源は、

電圧源の出力端のうちの電位の高い方の一端に接続されたカソード端子を有するツェナーダイオードと、

前記ツェナーダイオードのアノード端子の電圧を分圧する複数の抵抗を有する抵抗回路

10

20

30

40

50

と、

前記抵抗回路により分圧された電圧を平滑する１つ以上の容量素子有する容量回路とを備え、

前記抵抗回路および容量回路によって分圧および平滑された分圧値を、前記第２基準値として生成する

請求項２または３に記載の照明光通信装置。

【請求項７】

前記照明光通信装置は、前記通信信号を生成する信号発生回路を有し、

前記信号発生回路、前記調光回路および前記補充回路のグランド電位は共通であり、

前記断続スイッチは当該グランド電位を基点に駆動される

10

請求項１～６の何れか１項に記載の照明光通信装置。

【請求項８】

前記負荷回路、前記調光回路、前記第１基準源、前記電圧源および前記定電圧フィードバック回路を有する照明器具と、

前記断続スイッチ、前記補充回路および前記第２基準源を有する通信モジュールとを備え、

前記通信モジュールは前記照明器具に着脱可能である

請求項１～７の何れか１項に記載の照明光通信装置。

【請求項９】

可視光通信機能を有しない照明器具に付加され、可視光通信機能を追加する通信モジュールであって、

20

前記照明器具は、

照明光を発する発光ダイオードを含む負荷回路と、

前記負荷回路および前記断続スイッチと直列に接続され、自身を流れる電流が、調光比に基づいて定められた第１設定値を超えないように制御することによって調光する調光回路と、

を備え、

前記通信モジュールは、

前記負荷回路および前記調光回路と直列に接続される断続スイッチと、

前記照明光を変調するために前記断続スイッチの断続を制御する２値の通信信号を発生する信号発生回路と、

30

前記調光回路と並列に接続され、前記調光回路を流れる電流において前記断続スイッチの断続によって前記第１設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に前記負荷回路に供給する補充回路とを備える

通信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、照明光通信装置および通信モジュールに関する。

【背景技術】

40

【０００２】

従来、発光ダイオード（LED：Light Emitted Diode）を光源として備える照明器具において、照明光の強度を変調することによって信号を送信する可視光通信が提案されている。

【０００３】

たとえば、特許文献１は、情報送信機能を備えた調光型の照明装置において、光量が少ない場合のフリッカおよび通信速度を改善する構成を提案している。

【０００４】

特許文献２は、光源を流れる電流を分流して発熱を分散し、光源に定電流を流す構成を提案している。

50

【0005】

また、特許文献3は、照明光を用いた可視光通信において、非通信時と通信時とで照明の明るさを一定にする照明光通信用電源を提案している。

【0006】

さらに、特許文献4は、照明光を100%変調したときに光源を流れるパルス状の電流に生じるオーバーシュートを低減する技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2015-216580号公報

10

【特許文献2】特開2014-82226号公報

【特許文献3】特開2010-283616号公報

【特許文献4】特開2017-139211号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来技術によれば、可視光通信の通信時には光源を流れる電流を断続することから、非通信時と比べて光源を流れる平均電流が減少して明るさが低下する。また、通信時においては通信信号のオンデューティが小さければ小さい程明るさが低下する。特許文献3は、通信時と非通信時とで照明の明るさを一定にすることを開示しているが、そのための構成が複雑である。

20

【0009】

そこで本発明は、小型化および低コスト化に適した回路構成により、可視光通信時におけるスイッチの断続による明るさの低下を軽減する照明光通信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の諸課題に鑑みて、本発明の照明光通信装置は、照明光を発する発光ダイオードを含む負荷回路と、前記負荷回路と直列に接続され、可視光通信用の2値の通信信号に応じて断続する断続スイッチと、前記負荷回路および前記断続スイッチと直列に接続され、自身を流れる電流が、調光比に基づいて定められた第1設定値を超えないように制御することによって調光する調光回路と、前記負荷回路、前記断続スイッチおよび前記調光回路からなる直列回路に直流電圧を供給する電圧源と、前記調光回路にかかる電圧を一定にするためのフィードバック信号を前記電圧源に供給する定電圧フィードバック回路と、前記調光回路と並列に接続され、前記調光回路を流れる電流において前記断続スイッチの断続によって前記第1設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に前記負荷回路に供給する補充回路とを備える。

30

【0011】

また、本発明の通信モジュールは、前記負荷回路および前記調光回路と直列に接続される断続スイッチと、前記照明光を変調するために前記断続スイッチの断続を制御する2値の通信信号を発生する信号発生回路と、前記調光回路と並列に接続され、前記調光回路を流れる電流において前記断続スイッチの断続によって前記第1設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に前記負荷回路に供給する補充回路とを備える。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、可視光通信における断続スイッチの断続による明るさの低下を軽減することができる。しかも、小型化および低コスト化に適している。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1A】図1Aは、実施の形態1における照明光通信装置の構成例を示す回路図である

50

。

【図 1 B】図 1 B は、可視光通信機能を有しない照明器具の構成例を示す回路図である。

【図 2】図 2 は、実施の形態 1 における通信モジュールの構成例を示す回路図である。

【図 3】図 3 は、実施の形態 1 における調光回路、補充回路および負荷回路のそれぞれを流れる電流を示す説明図である。

【図 4】図 4 は、実施の形態 1 における調光比に対する第 1 設定値および第 2 設定値の設定例を示す図である。

【図 5】図 5 は、実施の形態 1 における調光比に対する第 2 基準値の設定例を示す図である。

【図 6】図 6 は、実施の形態 2 における照明光通信装置の構成例を示す回路図である。

10

【図 7】図 7 は、実施の形態 2 における照明光通信装置における各部の信号波形の例を示す図である。

【図 8 A】図 8 A は、実施の形態 2 における、オンデューティ比が 90 % のときの調光比に対する LED 電流、調光回路の電流および補充回路の電流を示す図である。

【図 8 B】図 8 B は、実施の形態 2 における、オンデューティ比が 75 % のときの調光比に対する LED 電流、調光回路の電流および補充回路の電流を示す図である。

【図 8 C】図 8 C は、実施の形態 2 における、オンデューティ比が 60 % のときの調光比に対する LED 電流、調光回路の電流および補充回路の電流を示す図である。

【図 9】図 9 は、実施の形態 3 における照明光通信装置の構成例を示す回路図である。

【図 10】図 10 は、実施の形態 3 における照明光通信装置における各種信号波形の例を示す図である。

20

【図 11 A】図 11 A は、実施の形態 3 における、オンデューティ比が 90 % のときの調光比に対する LED 電流、調光回路の電流および補充回路の電流を示す図である。

【図 11 B】図 11 B は、実施の形態 3 における、オンデューティ比が 75 % のときの調光比に対する LED 電流、調光回路の電流および補充回路の電流を示す図である。

【図 11 C】図 11 C は、実施の形態 3 における、オンデューティ比が 60 % のときの調光比に対する LED 電流、調光回路の電流および補充回路の電流を示す図である。

【図 12】図 12 は、実施の形態 4 における照明光通信装置の構成例を示す回路図である。

。

【図 13】図 13 は、実施の形態 4 における照明光通信装置の他の構成例を示す回路図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示す。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及びおよび接続形態等は、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、より好ましい形態を構成する任意の構成要素として説明する。

【0015】

40

(実施の形態 1)

以下、実施の形態 1 に係る照明光通信装置について説明する。

【0016】

実施の形態 1 における照明光通信装置は、調光機能を有するが可視光通信機能を有しない照明器具に対して通信モジュールを追加することによって可視光通信機能を付加した照明光通信装置を例として説明する。

【0017】

ここで、調光機能は、ユーザ操作等に基づいて照明光の明るさを変更する機能であり、例えば最も明るい点灯状態を調光比 100 %、最も暗い消灯状態を調光比 0 % で表す。各実施の形態の調光機能は、光源を流れる電流量のアナログ的な調整によって照明光の明る

50

さを調整するものとする。言い換えれば、デジタル的に電流を断続することによって調光するものではない。

【0018】

また、可視光通信機能は、照明光の明るさを変調することによって2値の通信信号を照明光に重畳することをいう。各実施の形態における可視光通信は、変調率100%つまり2値の通信信号を照明光の点灯と消灯の2状態に対応させて、光源を流れる電流をデジタル的に断続する変調を行うものとする。

【0019】

[1.1 照明光通信装置の構成]

図1Aは、実施の形態1における照明光通信装置の構成例を示す回路図である。同図の照明光通信装置は、照明光の明るさを変更する調光機能と可視光通信機能とを有する照明装置であって、可視光通信における電流の断続による明るさの低下を軽減するために、可視光通信時に光源に補充電流を追加するよう構成されている。そのため照明光通信装置は、電源回路52b、負荷回路53、および、通信モジュール10を備える。

10

【0020】

電源回路52bは、定電圧フィードバック機能を有する電源回路であって、整流ブリッジ62、コンデンサ63、電圧源64、第1平滑コンデンサ65、定電圧フィードバック回路67a、および、調光回路73を備える。

【0021】

定電圧フィードバック回路67aは、入力抵抗68、増幅器69、コンデンサ70、抵抗71および基準電圧源72を備える。

20

【0022】

調光回路73は、MOSFETであるトランジスタ74、ソース抵抗75、誤差増幅器77、および、第1基準源76を備える。

【0023】

通信モジュール10は、信号発生回路SG、断続スイッチSW、および、補充回路173を備える。

【0024】

電源回路52bは、商用電源（例えば、交流100V）を整流ブリッジ62で全波整流し、コンデンサ63で平滑した後、電圧源64で直流電圧に変換する。電圧源の出力端子間に平滑コンデンサ65が接続されている。また平滑コンデンサ65と並列に、負荷回路53と、断続スイッチSWと、調光回路73とからなる直列回路が接続されている。

30

【0025】

電圧源64は、DC-DCコンバータであって、負荷回路53、断続スイッチSWおよび調光回路73からなる直列回路に直流電圧を供給する。

【0026】

定電圧フィードバック回路67aは、調光回路73にかかる電圧を一定にするためのフィードバック信号を電圧源64に出力する。このフィードバック信号は、調光回路73にかかる電圧と基準電圧源72の基準電圧との誤差を示す。電圧源64は、フィードバック信号に基づいて調光回路73にかかる電圧を一定にするように制御する。

40

【0027】

調光回路73は、負荷回路53および断続スイッチSWと直列に接続され、自身を流れる電流が、調光比に基づいて定められた第1設定値を超えないように制御することによって調光する。言い換えれば、調光回路73は、自身を流れる電流が、第1設定値を超えないように制限する。第1設定値は、第1基準源76に生成される第1基準値に対応する。すなわち、第1基準値に対応する第1設定値を定めることができる。

【0028】

第1基準源76は、ユーザ操作等に基づく調光比に応じて可変の第1基準値を生成する。このように第1基準源76は、第1基準値を可変とすることで負荷電流の調整つまり調光を可能としている。

50

【0029】

負荷回路53は、照明光を発する複数の発光ダイオードを含む光源である。負荷回路53は、アノード側の端子とカソード側の端子を有する。アノード側の端子は、電圧源64の電位の高い方の出力端子に接続され、カソード側の端子は、断続スイッチSWの一端に接続される。

【0030】

断続スイッチSWは、負荷回路53と直列に接続され、電圧源64から負荷回路53に供給される電流を、信号発生回路SGからの2値の通信信号に従って断続する。断続スイッチSWの断続によって、照明光が変調される、つまり照明光に通信信号が重畳される。

【0031】

信号発生回路SGは2値の通信信号を発生する。2値の通信信号は、例えば、照明光通信装置または通信モジュール等を識別するためのID信号であって、繰り返し発生されてもよい。なお、信号発生回路SGは、外部の装置からの入力信号に応じて、2値の通信信号を発生するものでもよい。

【0032】

補充回路173は、調光回路73と並列に接続され、調光回路73を流れる電流において断続スイッチSWの断続によって上記の第1設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に負荷回路53に供給する。このとき、補充回路173は、断続スイッチSWのオンデューティ比及び調光回路73を流れる電流の大きさに応じて、補充電流の大きさを制御する。これにより、可視光通信時の明るさの低下を軽減する。補充回路173は、電流値を可変に制御できる電流源として構成される。

【0033】

調光回路73について補足すれば、当該調光回路73は負荷回路53及び断続スイッチSWと直列に接続され、負荷回路53に流れる電流の大きさが第1設定値を超えないように抑制する。この調光回路73はトランジスタ74、ソース抵抗75、誤差増幅器77、第1基準源76で構成される。誤差増幅器77のプラス入力端子には第1基準源76が接続され、マイナス入力端子にはトランジスタ74のソース端子が接続される。ソース端子の電位は、ソース抵抗75の電圧降下に相当し、調光回路73自身を流れる電流の大きさを示す。誤差増幅器77は、ソース端子の電位と第1基準値との誤差をトランジスタ74のゲート信号として出力する。トランジスタ74を流れる電流は、ゲート信号によって第1設定値を超えないように制限される。第1設定値は、第1基準源76に生成される第1基準値に対応して定まる。それゆえ、第1基準源76からプラス入力端子に入力される第1基準値を可変することで負荷回路53の電流を調整し、負荷回路53が発する照明光の調光が可能である。なお調光回路73はこの構成に限定されるものではない。

【0034】

定電圧フィードバック回路67aについて補足すれば、調光回路73に印加される電圧を、入力抵抗68を介して誤差増幅器69のマイナス入力端子に接続すると共に、当該誤差増幅器69のプラス端子には基準電圧源72が接続される。また、誤差増幅器69の出力端子と当該誤差増幅器のマイナス入力端子間には利得調整用の抵抗71と、位相補償用のコンデンサ70が接続される。

【0035】

[1.2 補充回路および通信モジュールの構成]

次に、補充回路173の回路構成例および通信モジュール10について説明する。

【0036】

図2は、実施の形態1における通信モジュール10の構成例を示す回路図である。この通信モジュール10は、断続スイッチSWと、信号発生回路SGと、補充回路173とを備える。

【0037】

補充回路173は、調光回路73と類似の構成であり、トランジスタ174、ソース抵抗175、誤差増幅器177、および第2基準源176を備える。誤差増幅器177のプ

10

20

30

40

50

ラス入力端子は第2基準源176に接続され、マイナス入力端子はMOSFET74のソース端子に接続される。第2基準源176は、補充電流に対応する第2基準値を生成する。つまり、第2基準源176は、断続スイッチSWのオンデューティ比及び負荷回路53を流れる電流の大きさに応じた第2基準値を生成する。

【0038】

また、通信モジュール10は、端子T1～T3を介して、可視光通信機能を有しない既存の照明器具に追加可能である。図1Bは、可視光通信機能を有していないが調光機能を有する照明器具の構成例を示すブロック図である。既存の照明器具には図1Bのような構成をものが多く存在する。

【0039】

例えば、図1Bのような照明器具に、図2の通信モジュール10を接続することにより、図1Aの照明光通信装置を得ることができる。具体的には、図1Bの照明器具の負荷回路53と調光回路73とを接続する配線の一部を切断して端子T1、T2を追加し、さらにグラウンド線に端子T3を追加し、負荷回路53および調光回路73に対して通信モジュール10の断続スイッチSWを端子T1およびT2を介して直列に接続し、さらに、調光回路73に対して、補充回路173を端子T2およびT3を介して並列に接続すればよい。

【0040】

[1.3 照明光通信装置の動作]

次に、上記の照明光通信装置の動作説明として、特に調光回路73、補充回路173および負荷回路53のそれぞれを流れる電流について説明する。

【0041】

図3は、実施の形態1における調光回路73、補充回路173および負荷回路53のそれぞれを流れる電流を示す説明図である。同図の(a)、(b)および(c)における縦軸は電流の大きさを、横軸は時間を示す。同図の(a)は、調光回路73を流れる電流*i*₁を示す。同図の(b)は補充回路173を流れる電流*i*₂を示す。同図の(c)は負荷回路53を流れる電流つまりLED電流を示す。LED電流は、電流*i*₁と電流*i*₂の加算値になる。

【0042】

同図の(a)の電流値*I*_{op}は、調光比に応じて定められた第1設定値である。電流*i*₁は、断続スイッチSWが断続しない場合つまり可視光通信していない場合には電流値*I*_{op}の直流となる。可視光通信している場合にはLED電流が断続スイッチSWによって断続され、調光回路73の電流*i*₁は、図3の(a)のように矩形波になる。同図のTは断続スイッチSWが断続する1周期を、*T*_{on}は1周期内のオンの期間を、*T*_{off}は1周期内のオフの期間を示す。オンの期間*T*_{on}では電流値*I*_{op}の電流が流れ、OFFの期間*T*_{off}では同図の(a)のハッチングした部分Aのように、電流が流れない。つまり、可視光通信している場合の調光回路73の電流*i*₁は、非断続時と比べて周期*T*毎に部分Aの分だけ減少する。部分Aは、電流値*I*_{op}と、可視光通信時に調光回路を流れる電流*i*₁の平均電流*I*_{ave}との差分に相当する。

【0043】

この平均電流*I*_{ave}は次のように表される。

【0044】

$$I_{ave} = I_{op} \times D_{on} / 100$$

【0045】

ここで、 $D_{on} = 100 \times T_{on} / T$ であり、オンデューティ比である。

【0046】

すなわち、可視光通信している場合の調光回路73の平均電流*I*_{ave}は、オフ期間の分だけ、電流値*I*_{op}よりも減少し、もし補充回路173が補充しなければ、減少した分だけ明るさも低下することになる。

【0047】

10

20

30

40

50

可視光通信時の明るさを非可視光通信時と同じにするためには、その減少分に相当する電流を補充する必要がある。つまり、図3の(c)に示すように、減少した部分Aに相当する部分Bを補充電流としてLED電流に追加する必要がある。部分Bの電流値を補充電流値 I_s とすると、以下のように表される。

【0048】

$$I_s = I_{op} \times (100 / D_{on} - 1) = I_{op} \times D_{off} / D_{on} \cdots (式1)$$

【0049】

$D_{off} = 100 \times T_{off} / T$ であり、オフデューティ比である。図3の(a)、(b)および(c)のオンデューティ比は、いずれも通信信号のオンデューティ比と同じものとする。

10

【0050】

この式を満たすように、補充回路173を流れる電流 i_2 は、図3の(b)に示すように、オン期間では電流値 I_s になり、オフ期間では0になる。補充電流値 I_s は、図2では第2基準源176の第2基準値に対応して定められる。第2基準値は、調光比およびオンデューティ比に応じて定めることができる。

【0051】

図3の(c)に示すように、負荷回路53を流れる電流つまりLED電流は($i_1 + i_2$)であり、その平均電流は I_{op} になる。

【0052】

次に、照明光通信装置における調光比、電流値 I_{op} 、補充電流値 I_s の数値例について説明する。

20

【0053】

図4は、実施の形態1における照明光通信装置の調光比、電流値 I_{op} および補充電流値 I_s の数値例を示す図である。

【0054】

同図の調光比は、100%から0%まで10%刻みで11段階の例を示している。調光比は、調光回路73の第1基準値によって定められる。

【0055】

電流値 I_{op} は、調光回路73の第1基準値に対応する第1設定値として定められ、調光比に比例して定められる。同図の電流値 I_{op} (つまり第1設定値)の数値は、調光回路73のソース抵抗75が1Ωであると仮定した場合の第1基準値(単位はmV)と読み替えることができる。

30

【0056】

補充電流値 I_s は、補充回路173の第2設定値として定められる。図4は、オンデューティ比 D_{on} が90%、75%、60%および45%の各場合における補充電流値 I_s を記している。

【0057】

負荷回路53を流れるLED電流は、例えば図4で調光比が50%でオンデューティ比 D_{on} が75%である場合には、図3の(c)のように、オン期間では($I_{op} + I_s = 125 + 41.7 = 166.7$ mA)の電流が流れ、オフ期間では流れない。この場合のLED電流の平均値は、調光比50%での第1設定値と同じ125 mAとなり、非可視光通信時も可視光通信時と同程度の明るさにすることができる。また、図4の電流値 I_s (つまり第2設定値)の数値についても、補充回路173のソース抵抗175が1Ωであると仮定した場合の第2基準値(単位はmV)と読み替えることができる。

40

【0058】

また図5は、図4の調光比に対する補充電流値 I_s の数値例をグラフ化した図である。縦軸の補充電流値は補充回路173の第2設定値として定められる。また、同図の補充電流値は、ソース抵抗175が1Ωであると仮定した場合の第2基準値(単位はmV)と読み替えることができる。

【0059】

50

[1. 4 その他、効果等]

以上説明してきたように本実施の形態における照明光通信装置は、照明光を発する発光ダイオードを含む負荷回路 5 3 と、負荷回路 5 3 と直列に接続され、可視光通信用の 2 値の通信信号に応じて断続する断続スイッチ S W と、負荷回路 5 3 および断続スイッチ S W と直列に接続され、自身を流れる電流が、調光比に基づいて定められた第 1 設定値となるよう制御することによって調光する調光回路 7 3 と、負荷回路 5 3、断続スイッチ S W および調光回路 7 3 からなる直列回路に直流電圧を供給する電圧源 6 4 と、調光回路 7 3 にかかる電圧を一定にするためのフィードバック信号を電圧源 6 4 に供給する定電圧フィードバック回路 6 7 a と、調光回路 7 3 と並列に接続され、調光回路 7 3 を流れる電流において断続スイッチ S W の断続によって第 1 設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に負荷回路 5 3 に供給する補充回路 1 7 3 とを備える。

【 0 0 6 0 】

これによれば、通信時の明るさの低下を軽減することができる。また、断続のオンデューティ比に大きさに関わりなく、通信時の明るさの低下を軽減することができる。

【 0 0 6 1 】

ここで、調光回路 7 3 は、第 1 設定値に対応する第 1 基準値を生成する第 1 基準源 7 6 を有し、第 1 基準源は、調光比に応じて第 1 基準値を生成し、補充回路 1 7 3 は、補充電流に対応する第 2 基準値を生成する第 2 基準源 1 7 6 を有し、第 2 基準源は、調光比およびオンデューティ比に応じて第 2 基準値を生成してもよい。

【 0 0 6 2 】

ここで、第 2 基準源 1 7 6 は、次式を満たす補充電流に対応する第 2 基準値を生成してもよい。

【 0 0 6 3 】

$$I_s = I_{op} \times (100 / D_{on} - 1) \quad \cdots (式 1)$$

【 0 0 6 4 】

式中の I_s は補充電流、 I_{op} は第 1 設定値、 D_{on} は可視光通信時の通信信号のオンデューティ比（単位は %）である。

【 0 0 6 5 】

これによれば、調光比が変更された場合であっても、通信信号のオンデューティ比が変更された場合であっても、可視光通信による明るさの低下を軽減することができる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施の形態における通信モジュール 1 0 は、可視光通信機能を有しない照明器具に付加され、可視光通信機能を追加する通信モジュールである。前記照明器具は、照明光を発する発光ダイオードを含む負荷回路 5 3 と、負荷回路 5 3 および断続スイッチ S W と直列に接続され、自身を流れる電流が、調光比に基づいて定められた第 1 設定値を超えないように制御することによって調光する調光回路 7 3 と、を備える。通信モジュール 1 0 は、負荷回路 5 3 および調光回路 7 3 と直列に接続される断続スイッチ S W と、照明光を変調するために断続スイッチ S W の断続を制御する 2 値の通信信号を発生する信号発生回路 S G と、調光回路 7 3 と並列に接続され、調光回路 7 3 を流れる電流において断続スイッチ S W の断続によって第 1 設定値から減少した分に相当する補充電流を、可視光通信時に負荷回路 5 3 に供給する補充回路 1 7 3 とを備える。

【 0 0 6 7 】

これによれば、通信モジュール 1 0 を小型化および低コスト化することができ、既存の照明器具に容易に追加することが可能である。また、可視光通信における断続スイッチ S W の断続による明るさの低下を軽減することができる。

【 0 0 6 8 】

（実施の形態 2）

実施の形態 2 では、補充回路 1 7 3 の第 2 基準源 1 7 6 を簡単な回路構成で具体化した例について説明する。

【 0 0 6 9 】

〔 2. 1 照明光通信装置の構成〕

図 6 は、実施の形態 2 における照明光通信装置の構成例を示す回路図である。同図の照明光通信装置は、図 1 A および図 2 と比較して、通信モジュール 10 内の補充回路 173 の回路構成が異なっている。以下、同じ点は説明を繰り返さないで、異なる点を中心に説明する。

【 0070 】

補充回路 173 は、図 2 の補充回路 173 と比べて第 2 基準源 176 の回路構成をより具体化している点異なっている。

【 0071 】

第 2 基準源 176 は、ダイオード 78、抵抗回路および容量回路を備える。

10

【 0072 】

ダイオード 78 は、断続スイッチ SW の両端のうちの電位の高い方の一端、または、負荷回路 53 の両端のうちの電位の低い方の一端に接続されたアノード端子を有する。

【 0073 】

抵抗回路は、ダイオード 78 のカソード端子の電圧を分圧する複数の抵抗 79、81 および 82 を有する。抵抗 79、81 および 82 は、ダイオード 78 のカソード端子とグラウンドとの間に直列に接続されている。

【 0074 】

容量回路は、抵抗回路により分圧された電圧を平滑する 1 つ以上の容量素子を有する。1 つ以上の容量素子は、コンデンサ 80、83 を含む。コンデンサ 80 は、抵抗 81 と抵抗 82 とからなる直列回路に並列に接続され、この直列回路にかかる分圧を平滑し保持する。また、容量回路は、断続スイッチ SW の両端のうちの電位の高い方の一端の電圧を分圧した値、つまり、抵抗 81 および抵抗 82 にかかる分圧値を、オフ期間に積分する作用を有する。したがって、この分圧値は、オフ期間が長ければ大きくなる。

20

【 0075 】

コンデンサ 83 は、抵抗 82 に並列に接続され、抵抗 82 にかかる分圧値を平滑し保持する。コンデンサ 83 に保持される分圧値は、誤差増幅器 177 のプラス入力端子の入力レンジに適合するようスケールされたものであり、第 2 基準値として誤差増幅器 177 のプラス入力端子に入力される。

【 0076 】

このように、第 2 基準源 176 は、断続スイッチ SW の両端のうちの電位の高い方の一端の電圧を、抵抗回路および容量回路によって分圧、積分および平滑化し、平滑化された分圧値を第 2 基準値として生成する。この分圧値は、調光比およびオンデューティ比が反映された値をとる。すなわち、この分圧値は、調光比が高ければ高くなり、オンデューティ比が小さければ（つまりオフデューティ比が大きければ）高くなる。よって、この分圧値は、上記（式 1）を満たす補充電流値 I_s に対応する第 2 基準値とすることができる。

30

【 0077 】

〔 2. 2 照明光通信装置の動作〕

次に、図 6 の補充回路 173 の動作説明として、シミュレーションした結果について説明する。

40

【 0078 】

図 7 は、実施の形態 2 における照明光通信装置における各部の信号波形の例を示す図である。同図では、調光比 100%、80%、60%、40% の 4 つのケースについて、通信信号、LED 電流、調光回路 73 を流れる電流 i_1 、補充回路 173 を流れる電流 i_2 、および第 2 基準値それぞれの信号波形を示す。

【 0079 】

シミュレーションでは、第 1 平滑コンデンサ 65 は $55 \mu F$ とし、通信信号は、周波数 2.4 kHz、オンデューティ比 75% としている。

【 0080 】

LED 電流は、負荷回路 53 を流れる電流であり、調光回路 73 を流れる電流 i_1 と、

50

補充回路 173 を流れる電流 i_2 とを加算した値になる。

【0081】

第2基準値は、断続スイッチ SW のソース抵抗 75 を 1Ω としたときの値を示している。

【0082】

図7において、通信信号に応じて LED 電流が断続されるが、オン期間に流れる LED 電流、電流 i_1 および電流 i_2 それぞれの電流値は図4で示した値と合致していることが分かる。すなわち、断続による平均電流の減少分は、電流 i_2 つまり補充電流により LED 電流に補充され、各々の調光状態における非断続時の LED 電流に等しい平均電流値が得られている。これにより、可視光通信の為の断続動作による明るさ及び調光特性への影響を軽減することができる。

10

【0083】

図7の電流 i_1 は、調光回路 73 の第1基準源 76 により設定された第1基準値に対応する第1設定値の電流である。本シミュレーションでは、非断続時の調光比 100% のときの電流 i_1 を 250mA に設定しているので、断続スイッチ SW の ON 期間の電流 i_1 は 250mA となる。図7では、通信信号のオンデューティ比を 75% としているので電流 i_1 の平均値は 187.5mA となり、調光状態では 250mA に各調光比を掛けた値となる。

【0084】

図7の電流 i_2 は、断続によって減少する電流 i_1 の平均電流を補充する補充電流である。補充電流の値は、図4の値と合致していることが読取れる。補充電流の値は補充回路 173 の第2基準値によって設定される。図7では、トランジスタ 174 のソース抵抗 175 の値を 1Ω に設定しているので、第2基準値（単位は mV）をそのまま補充電流の電流値（単位は mA）として読むことができる。

20

【0085】

図6に示したダイオード 78、抵抗 79、抵抗 81、抵抗 82、コンデンサ 80、コンデンサ 83 から成る第2基準源で第2基準値を生成することにより適切な補充電流が得られることは、以下からも明らかである。既に図3で示したように LED 電流の流れている期間 T_{on} は出力電圧が低下し、流れていない期間 T_{off} で元の値に戻る動作を繰り返す、断続によって出力電圧に ΔV_o の脈動を生じる。この脈動電圧 ΔV_o は、電流の流れていない期間 T_{off} が長いほど、また LED 電流が大きいほど大きくなる。よって、当該脈動電圧 ΔV_o を第2基準値に利用すれば、適切な補充電流が得られることが分かる。断続スイッチ SW の両端には、LED 電流の流れている期間 T_{on} に出力電圧から LED 負荷 53 のカットオン電圧を減じた電圧が印加される。当該カットオン電圧は LED 負荷構成によって決まる固定値なので、上記出力の脈動電圧 ΔV_o は OFF 時の断続スイッチ SW の両端に顕著に現われる。当該脈動電圧 ΔV_o を分圧し平滑することによって、理想の第2基準値を得ることができる。

30

【0086】

図8A～図8Cは、実施の形態2における、オンデューティ比が 90%、75%、60% のときの調光比に対する LED 電流、調光回路の電流 i_1 および補充回路の電流 i_2 を示す図である。縦軸は、LED 電流、調光回路の電流 i_1 および補充回路の電流 i_2 それぞれの平均電流を示す。横軸は調光比を示す。

40

【0087】

図8Aは断続のオンデューティ比を 90% とした場合、図8Bは 75% とした場合、図8Cは 60% とした場合に対応する。図8A～図8Cにおいて、LED 電流の線図は同じ結果となっている。すなわち、LED 電流の平均値は、調光比に応じて変化するが、断続のオンデューティ比が変化しても一定に維持されていることを示す。図8A～図8Cには電流 i_1 と電流 i_2 とを併せてプロットしており、LED 電流に含まれる電流 i_1 と電流 i_2 の割合が分かる。断続のオンデューティ比が小さくなるほど、電流 i_2 つまり補充電流の割合が増えてくることが読取れる。このように補充回路 173 の電流 i_2 は、補充電

50

流として、調光回路 73 の電流 i_1 の減少分を補充して、LED 電流の減少を抑えている。

【0088】

[2.3 その他、効果等]

以上説明してきたように本実施の形態における照明光通信装置において、第2基準源176は、断続スイッチSWの両端のうちの電位の高い方の一端、または、負荷回路53の両端のうちの電位の低い方の一端に接続されたアノード端子を有するダイオード78と、ダイオード78のカソード端子の電圧を分圧する複数の抵抗79、81、82を有する抵抗回路と、抵抗回路により分圧された電圧を平滑する1つ以上の容量素子（例えばコンデンサ80および82）を有する容量回路とを備え、抵抗回路および容量回路によって分圧および平滑された分圧値を、第2基準値として生成する。

10

【0089】

これによれば、調光比およびオンデューティ比を直接検知しなくても、調光比およびオンデューティ比に応じた適正な第2基準値を生成することができる。しかも、第2基準源176の回路構成を簡単することができ、小型化、低コスト化することができる。

【0090】

ここで、負荷回路53は、電圧源64の出力端子と断続スイッチSWの一端との間に直列に接続され、第2基準源176は、断続スイッチSWと負荷回路53との接続点の電位から第2基準値を生成してもよい。

【0091】

20

（実施形態3）

本実施の形態では、補充回路173の第2基準源176を簡単な回路構成で具体化した例について説明する。

【0092】

[3.1 照明光通信装置の構成]

図9は、実施の形態3における照明光通信装置の構成例を示す回路図である。同図の照明光通信装置は、図6と比較して、通信モジュール10内の第2基準源176の回路構成が異なっている。以下、同じ点は説明を繰り返さないで、異なる点を中心に説明する。

【0093】

図9の第2基準源176が図6と異なっている点は、第2基準源176が分圧し平滑化する元の電位が、負荷回路53と断続スイッチSWの接続点の電位ではなく、第1平滑コンデンサ65の高い方の電位である点である。

30

【0094】

第2基準源176は、ツェナーダイオード184、抵抗179、抵抗181、抵抗182、コンデンサ180、コンデンサ183を備える。この第2基準源176は、第1平滑コンデンサ65の両端に印加される電圧を、ツェナーダイオード184を介して分圧及び平滑して第2基準値を生成する。

【0095】

[3.2 照明光通信装置の動作]

次に、図9の補充回路173の動作をシミュレーションした結果について説明する。

40

【0096】

図10は、実施の形態3における照明光通信装置における各部の信号波形の例を示す図である。また、図11A～図11Cは、実施の形態3における、オンデューティ比が90%、75%、60%のときの調光比に対するLED電流、調光回路の電流 i_1 および補充回路の電流 i_2 を示す図である。

【0097】

図10は、実施の形態2のシミュレーション結果を示した図7とほぼ同じ結果を示している。また、図11A～11Cは、実施の形態2のシミュレーション結果を示した図8A～図8Cとほぼ同じ結果を示している。LED電流の平均電流は、調光比に応じて変化するが、断続のオンデューティ比が変化しても一定に維持される。また、断続のオンデュー

50

ティ比が小さくなるほど、電流 i_2 つまり補充電流の割合が増えている。このように補充回路 173 の電流 i_2 は、補充電流として、調光回路 73 電流 i_1 の減少分を補充して、LED 電流の減少を抑えている。

【0098】

図 9 では、補充回路 173 の第 2 基準値の生成に当たり、電圧源 64 の出力の脈動電圧 ΔV_o を第 1 平滑コンデンサ 65 の両端から直接得ている。第 1 平滑コンデンサ 65 の両端電圧には少なくとも負荷回路 53 のカットオン電圧以上の直流成分が含まれるので、その部分をカットするためにツェナーダイオード 184 が用いられる。ツェナーダイオード 184 のツェナー電圧を、LED 負荷のカットオン電圧付近の値で調整することによって、補充回路 173 においてより精密な第 2 基準値を生成できる。

10

【0099】

[3.3 その他、効果等]

以上説明してきたように本実施の形態における照明光通信装置において、第 2 基準源 176 は、電圧源の出力端のうちの電位の高い方の一端に接続されたカソード端子を有するツェナーダイオード 184 と、ツェナーダイオード 184 のアノード端子の電圧を分圧する複数の抵抗 179、181、182 を有する抵抗回路と、抵抗回路により分圧された電圧を平滑する 1 つ以上の容量素子（例えばコンデンサ 180 および 183）を有する容量回路とを備え、抵抗回路および容量回路によって分圧および平滑された分圧値を、第 2 基準値として生成する。

【0100】

20

これによれば、調光比およびオンデューティ比を直接検知しなくても、調光比およびオンデューティ比に応じた適正な第 2 基準値を生成することができる。しかも、第 2 基準源 176 の回路構成を簡単することができ、小型化、低コスト化することができる。

【0101】

（実施の形態 4）

本実施の形態では断続スイッチ SW の具体的構成を示すとともに、断続スイッチ SW および信号発生回路 SG を補充回路 173 に含めた構成例について説明する。断続スイッチ SW と補充回路 173 のスイッチ素子であるトランジスタ 174 とはカスケード接続である。実施の形態 1～3 では、断続スイッチ SW とトランジスタ 174 とを駆動する際の基準点が同じとは限らない。もし、基準点が異なり個別に駆動電源を設ければ回路規模が大きくなりコストの課題も生じ得る。

30

【0102】

[4.1 照明光通信装置の構成]

図 12 は、実施の形態 4 における照明光通信装置の構成例を示す回路図である。同図の補充回路 173 は、実施の形態 2 で示した図 6 と比べて、断続スイッチ SW および信号発生回路 SG とが補充回路 173 に取り込まれている点が主に異なっている。以下異なる点を中心に説明する。

【0103】

補充回路 173 は、トランジスタ 174、ソース抵抗 175、第 2 基準源 176、誤差増幅器 177、断続スイッチ SW、信号発生回路 SG、スイッチトランジスタ 84、抵抗 31、抵抗 32 を備える。この補充回路 173 は、図 6 の補充回路 173 と比べて、断続スイッチ SW、信号発生回路 SG、スイッチトランジスタ 84、抵抗 31、抵抗 32 が追加された点が異なっている。

40

【0104】

断続スイッチ SW は、MOSFET であり、負荷回路 53 と直列に接続され、調光回路 73 と補充回路 173 とからなる並列回路に直列に接続される。断続スイッチ SW のゲート端子は、抵抗 32 を介して信号発生回路 SG に接続され、信号発生回路 SG から通信信号がゲート制御信号として入力される。また、断続スイッチ SW のゲート端子は、プルダウン抵抗としての抵抗 31 を介してグラント線に接続されている。

【0105】

50

実施の形態 4 では断続スイッチ S W でのゲート駆動信号（つまり通信信号）の基準点と補充回路 1 7 3 の制御基準点とをグランド電位に共通にして構成される。この結果、通信モジュール 1 0 内の信号発生回路 S G および補充回路 1 7 3 において個別に駆動電源を設ける必要がなくなるので、通信モジュール 1 0 の小型化および低コスト化に有利となる。

【0106】

一般に、カスケード接続のスイッチ素子を同一基準点から駆動する場合、通常互いの動作が干渉し、安定した駆動が難しい。実施の形態 4 において同一基準点からの駆動が可能なのは、一方のスイッチ素子であるトランジスタ 1 7 4 が定電流回路を構成し、しかもその両端電位がフィードバック制御によって一定に維持される為である。

【0107】

すなわち、カスケード接続された断続スイッチ S W およびトランジスタ 1 7 4 の一方（つまりトランジスタ 1 7 4）がスイッチング動作ではなく増幅領域でのスタティックな動作を行うため、互いの動作が干渉することが回避できる。

【0108】

図 1 3 は、実施の形態 4 における照明光通信装置の他の構成例を示す回路図である。同図の照明光通信装置は、図 1 2 と比べて、図 6 の第 2 基準源 1 7 6 ではなく図 9 の第 2 基準源 1 7 6 を有する点が異なっている。図 1 2 と図 1 3 とは実施の形態 2 と 3 にそれぞれ対応している。この点以外は、同じであり、図 1 3 の照明光通信装置も、断続スイッチ S W でのゲート駆動信号の基準点と補充回路 1 7 3 の制御基準点とをグランド電位に共通にしている。

【0109】

[4. 2 その他、効果等]

以上説明してきたように実施の形態 4 における照明光通信装置は、通信信号を生成する信号発生回路 S G を有し、信号発生回路 S G、調光回路 7 3 および補充回路 1 7 3 のグランド電位は共通であり、断続スイッチ S W は当該グランド電位を基点に駆動される。

【0110】

これによれば、信号発生回路 S G および補充回路 1 7 3 において個別に駆動電源を設ける必要がなくなるので、通信モジュール 1 0 の小型化および低コスト化することができる。

【0111】

なお、各実施の形態における調光機能は、アナログ的に電流量を調整することを前提として説明したが、デジタル的に電流を断続することによって調光するようにしてもよい。ただし、デジタル的に電流を断続する調光による断続の周波数は、可視光通信による断続の周波数より 1 桁以上遅くすべきである。

【0112】

以上、本発明に係る照明光通信装置および通信モジュールについて、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、実施の形態に限定されるものではない。本発明の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、実施の形態および変形例における一部の構成要素を任意に組み合わせて構築される別の形態も、本発明の範囲内に含まれる。

【0113】

例えば、上記実施の形態に係る照明光通信装置に含まれる各回路の一部又は全ては集積回路である L S I として実現されてもよい。これらは個別に 1 チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように 1 チップ化されてもよい。

【0114】

また、集積回路化は L S I に限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。L S I 製造後にプログラムすることが可能な F P G A (F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y)、又は L S I 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

【0115】

つまり、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPUまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。

【0116】

また、上記回路図に示す回路構成は、一例であり、本発明は上記回路構成に限定されない。つまり、上記回路構成と同様に、本発明の特徴的な機能を実現できる回路も本発明に含まれる。例えば、上記回路構成と同様の機能を実現できる範囲で、ある素子に対して、直列又は並列に、スイッチング素子（トランジスタ）、抵抗素子、又は容量素子等の素子を接続したのも本発明に含まれる。言い換えると、上記実施の形態における「接続される」とは、2つの端子（ノード）が直接接続される場合に限定されるものではなく、同様の機能が実現できる範囲において、当該2つの端子（ノード）が、素子を介して接続される場合も含む。

10

【0117】

また、ハイレベルおよびローレベルにより表される論理レベル又はオンおよびオフにより表されるスイッチング状態は、本発明を具体的に説明するために例示するものであり、例示された論理レベル又はスイッチング状態の異なる組み合わせにより、同等な結果を得ることも可能である。

【0118】

また、ブロック図における機能ブロックの分割は一例であり、複数の機能ブロックを一つの機能ブロックとして実現したり、一つの機能ブロックを複数の分割したり、一部の機能を他の機能ブロックに移してもよい。また、類似する機能を有する複数の機能ブロックの機能を単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

20

【0119】

以上、一つまたは複数の態様に係る照明光通信装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つまたは複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

30

【符号の説明】

【0120】

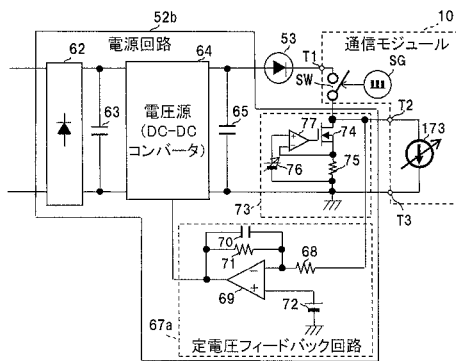
- 10 通信モジュール
- 53 負荷回路
- 64 電圧源
- 67a 定電圧フィードバック回路
- 73 調光回路
- 76 第1基準源
- 78 ダイオード
- 79 抵抗
- 80 コンデンサ（容量素子）
- 81 抵抗
- 82 抵抗
- 83 コンデンサ（容量素子）
- 173 補充回路
- 176 第2基準源
- 179 抵抗
- 180 コンデンサ（容量素子）
- 181 抵抗
- 182 抵抗

40

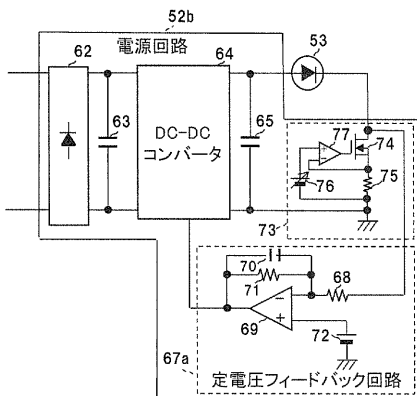
50

- 183 コンデンサ（容量素子）
 184 ツェナーダイオード
 SW 断続スイッチ
 SG 信号発生回路

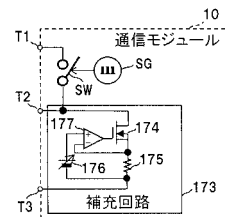
【図 1 A】



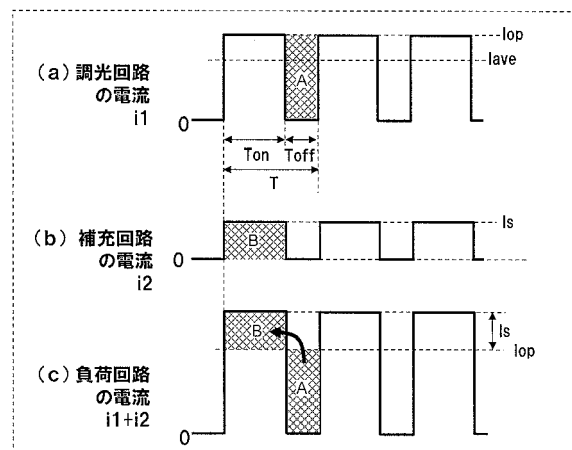
【図 1 B】



【図 2】



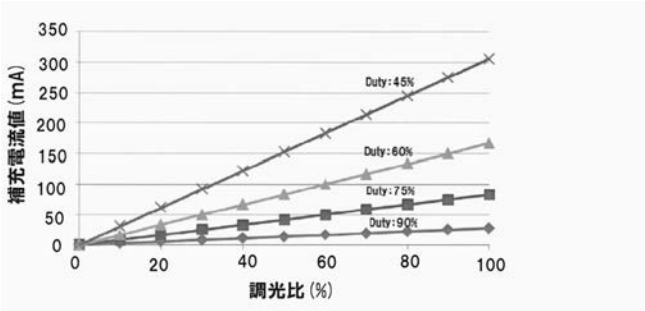
【図 3】



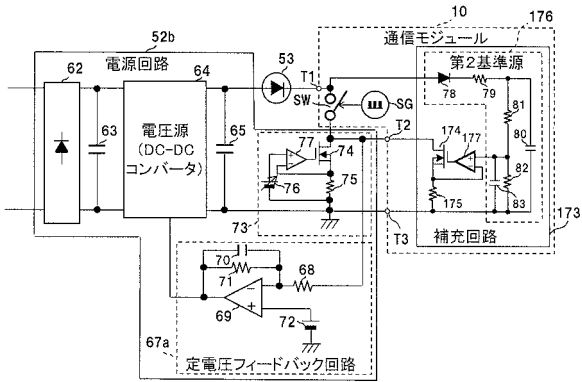
【図 4】

調光比	電流値 i_{op} (第1設定値)	電流補充値 i_s (第2設定値)				
		Don=90%	Don=75%	Don=65%	Don=45%	
(%)	(mA)					
100	250	27.8	83.3	166.7	305.6	
90	225	25.0	75.0	150.0	275.0	
80	200	22.2	66.7	133.3	244.4	
70	175	19.4	58.3	116.7	213.9	
60	150	16.7	50.0	100.0	183.3	
50	125	13.9	41.7	83.3	152.8	
40	100	11.1	33.3	66.7	122.2	
30	75	8.3	25.0	50.0	91.7	
20	50	5.6	16.7	33.3	61.1	
10	25	2.8	8.3	16.7	30.6	
0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	

【図 5】



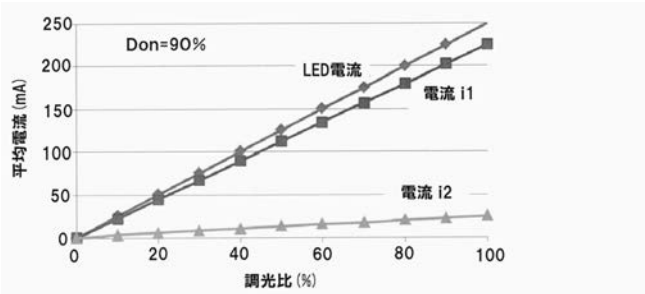
【図 6】



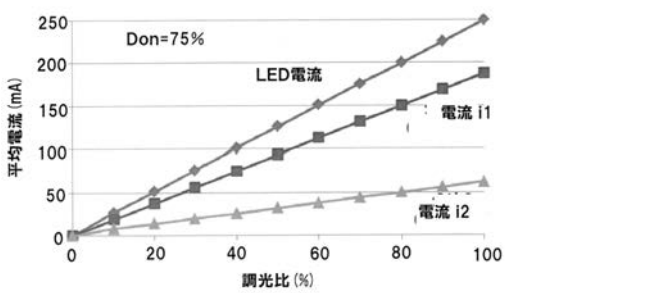
【図 7】



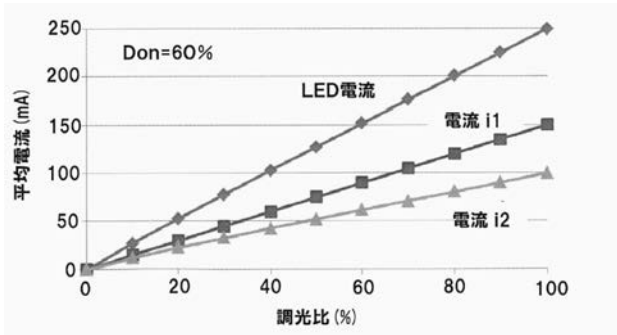
【図 8 A】



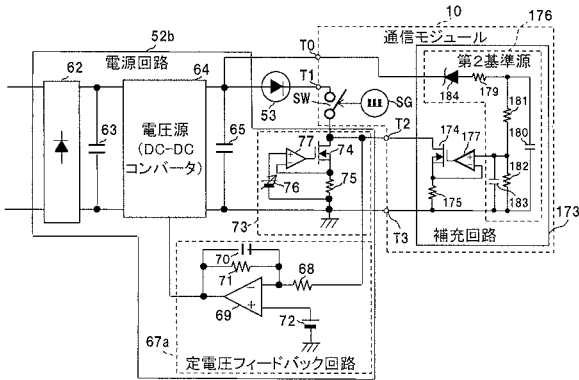
【図 8 B】



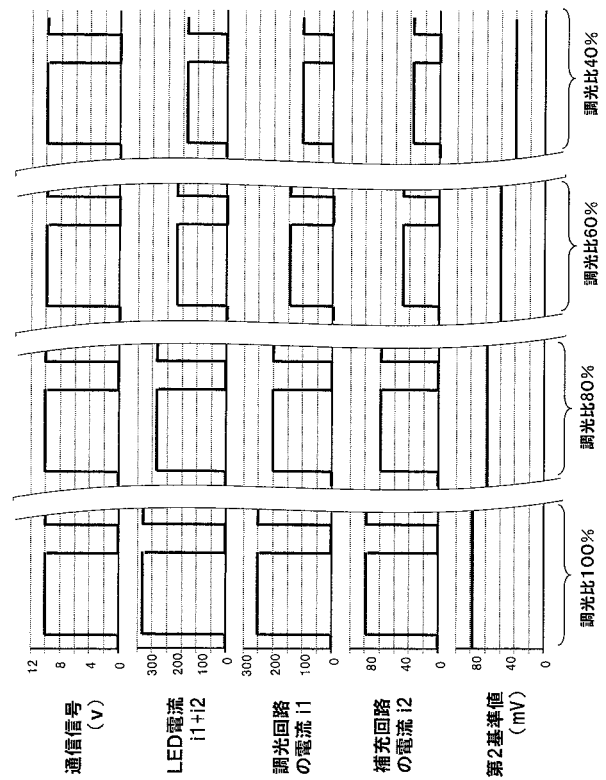
【図 8 C】



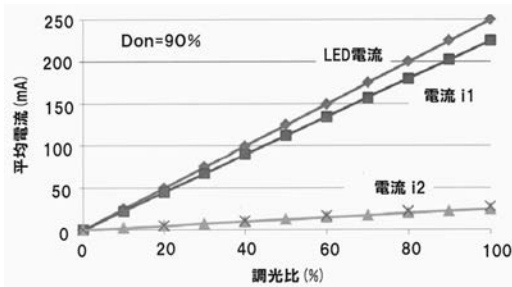
【図 9】



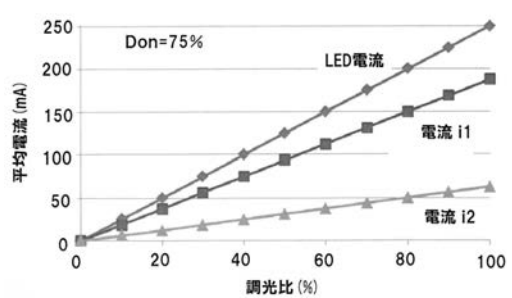
【図 10】



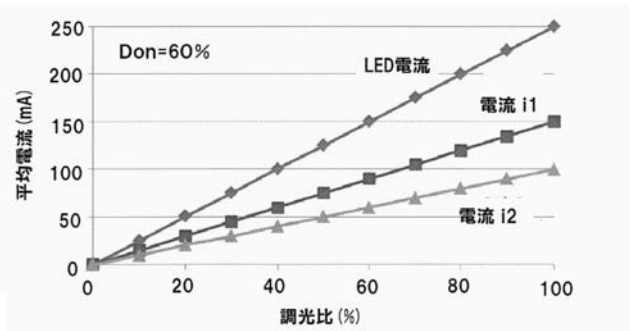
【図 11 A】



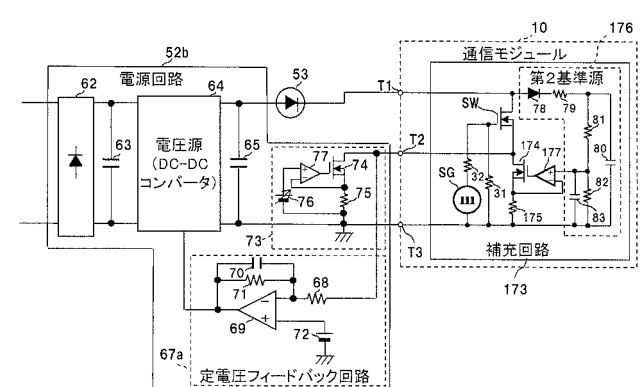
【図 11 B】



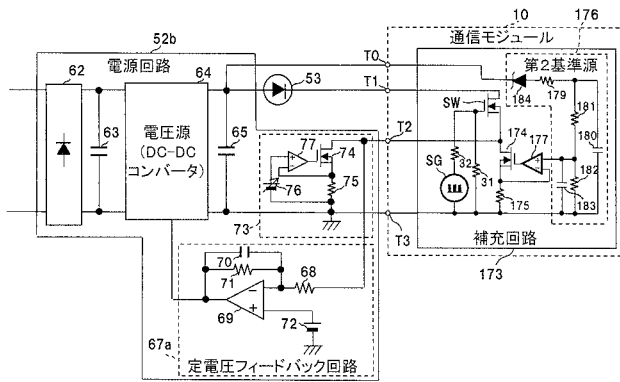
【図 11 C】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 和雄

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 木戸 正二郎

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 武田 輝人

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

F ターム(参考) 3K273 PA09 QA01 QA24 RA02 TA04 TA08 TA15 TA28 TA37 TA39

TA59 UA15 UA17 UA22 UA27

5K102 AA15 AA21 AA51 AH01 AH23 AH26 AL23 AN05 MA01 MB13

MC23 MC30 PB02 RD00