

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5536075号
(P5536075)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int. Cl.	F I
HO 5 B 37/02 (2006.01)	HO 5 B 37/02 J
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/14 A
HO 1 L 33/00 (2010.01)	HO 5 B 37/02 L
	HO 1 L 33/00 J

請求項の数 20 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2011-530602 (P2011-530602)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成21年10月2日 (2009.10.2)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2012-505507 (P2012-505507A)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(43) 公表日	平成24年3月1日 (2012.3.1)	(74) 代理人	100070150
(86) 国際出願番号	PCT/IB2009/054323		弁理士 伊東 忠彦
(87) 国際公開番号	W02010/041183	(74) 代理人	100091214
(87) 国際公開日	平成22年4月15日 (2010.4.15)		弁理士 大貫 進介
審査請求日	平成24年9月28日 (2012.9.28)	(74) 代理人	100107766
(31) 優先権主張番号	61/104,570		弁理士 伊東 忠重
(32) 優先日	平成20年10月10日 (2008.10.10)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変な色及び／又は色温度の光を供給するよう単一のレギュレータ回路により複数の光源を制御する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スイッチ電流を導く第1のブランチと、フリーホイール電流を導く第2のブランチと、負荷電流を導く第3のブランチとを有するバックレギュレータ回路と、

前記バックレギュレータ回路の前記第1のブランチに配置される少なくとも1つの第1のLEDと、

前記バックレギュレータ回路の前記第2のブランチに配置される少なくとも1つの第2のLEDと

を有する照明装置。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの第1のLEDは、第1のスペクトルを有する第1の放射を発生させるよう構成され、

前記少なくとも1つの第2のLEDは、前記第1のスペクトルとは異なる第2のスペクトルを有する第2の放射を発生させるよう構成される、

請求項1に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記少なくとも1つの第1のLED及び前記少なくとも1つの第2のLEDのうち一方は、少なくとも1つの赤色LEDを有し、

前記少なくとも1つの第1のLED及び前記少なくとも1つの第2のLEDのうち他方は、少なくとも1つの青色LEDを有する、

10

20

請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの第 1 の LED は、少なくとも 1 つの第 1 の白色 LED を有し、
前記少なくとも 1 つの第 2 の LED は、少なくとも 1 つの第 2 の白色 LED を有する、
請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 5】

前記バックレギュレータ回路は、ソース電圧を受け取り、更に、前記第 3 のブランチに
配置される少なくとも 1 つの負荷と、調整された負荷電圧及び調整された負荷電流のうちの
少なくとも一方を前記少なくとも 1 つの負荷へ供給する少なくとも 1 つのフィードバック
制御回路とを有し、

10

当該照明装置は、更に、前記第 1 の放射の第 1 の強さ及び前記第 2 の放射の第 2 の強さを
制御するように前記バックレギュレータ回路への前記ソース電圧を変化させる少なく
とも 1 つのユーザインターフェースを有する、

請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの負荷は、第 3 の放射を発生させる少なくとも 1 つの第 3 の LED
を有する、

請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの第 1 の LED 及び少なくとも 1 つの第 2 の LED のうちの一方は

20

、少なくとも 1 つの赤色 LED を有し、

前記少なくとも 1 つの第 1 の LED 及び前記少なくとも 1 つの第 2 の LED のうちの他
方は、少なくとも 1 つの青色 LED を有し、

前記少なくとも 1 つの第 3 の LED は、少なくとも 1 つの白色 LED を有する、

請求項 6 に記載の照明装置。

【請求項 8】

前記フィードバック制御回路は、前記少なくとも 1 つの負荷への前記調整された負荷電
圧又は前記調整された負荷電流の値を決定する基準電圧を有し、

前記少なくとも 1 つのユーザインターフェースは、前記第 1 の放射の前記第 1 の強さ、
前記第 2 の放射の前記第 2 の強さ、及び前記第 3 の放射の第 3 の強さを制御するよう
に前記バックレギュレータ回路への前記ソース電圧及び前記フィードバック制御回路の前記基
準電圧を変化させるよう構成される、

30

請求項 6 に記載の照明装置。

【請求項 9】

バックレギュレータ回路の第 1 の電流ブランチにおける少なくとも 1 つの第 1 の LED
へ供給される第 1 の電流と、前記バックレギュレータ回路の第 2 の電流ブランチにおける
少なくとも 1 つの第 2 の LED へ供給される第 2 の電流とを制御する方法であって：

前記少なくとも 1 つの第 1 の LED へ供給される前記第 1 の電流の第 1 の大きさを増大
させ、同時に、前記少なくとも 1 つの第 2 の LED へ供給される前記第 2 の電流の第 2 の
大きさを減少させるよう、前記バックレギュレータ回路の DC ソース電圧を変化させるス
テップ

40

を有する方法。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの第 1 の LED は第 1 のスペクトルの第 1 の放射を発生し、前記少
なくとも 1 つの第 2 の LED は第 2 のスペクトルの第 2 の放射を発生し、

前記 DC ソース電圧を変化させることで、前記第 1 の放射及び前記第 2 の放射の混合に
よって形成される複合放射の少なくとも 1 つの光学特性を変化させる

請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記 DC ソース電圧を変化させることで、前記複合放射の色及び色温度のうちの少なく

50

とも一方を変化させる、

請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記バックレギュレータ回路は少なくとも 1 つの第 3 の L E D を有し、

前記少なくとも 1 つの第 3 の L E D は第 3 のスペクトルの第 3 の放射を発生し、

前記第 3 の放射の大きさは、前記 D C ソース電圧を変化させることに応答して変化しない、

請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 3】

可変 D C 電源；

前記可変 D C 電源へ結合され、少なくとも 1 つのスイッチ及び少なくとも 1 つの第 1 の L E D を有するスイッチブランチ；

フィルタリング回路；

負荷ブランチ；及び

フィードバック制御回路

を有し、

前記フィルタリング回路は：

前記少なくとも 1 つのスイッチへ結合される少なくとも 1 つのインダクタ；

前記少なくとも 1 つのインダクタへ結合される少なくとも 1 つのフィルタキャパシタ；

及び

前記少なくとも 1 つのインダクタ及び前記少なくとも 1 つのフィルタキャパシタへ結合され、フリーホイールブランチを形成する少なくとも 1 つの第 2 の L E D

を有し、

前記フィードバック制御回路は、調整された電圧又は調整された電流を前記負荷ブランチへ供給するよう前記少なくとも 1 つのスイッチのデューティサイクルを変更し、該デューティサイクルの変更により、前記少なくとも 1 つの第 1 の L E D により発生した第 1 の光の第 1 の大きさと、前記少なくとも 1 つの第 2 の L E D によって発生した第 2 の光の第 2 の大きさとが変わる、

装置。

【請求項 1 4】

前記少なくとも 1 つのスイッチの前記デューティサイクルの変更は、前記可変 D C 電源によって生成されるソース電圧出力の変化に応答して起こる、

請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記負荷ブランチにおいて接続される少なくとも 1 つの第 3 の L E D を更に有し、

前記少なくとも 1 つの第 3 の L E D は、実質的に白色の光として第 3 の光を発生させる

、

請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 の光は実質的に赤色の光であり、前記第 2 の光は実質的に青色の光である、

請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記第 1 の光、前記第 2 の光、及び前記第 3 の光は、当該装置から発せられる複合の実質的に白色の光を形成するよう結合され、

前記少なくとも 1 つのスイッチの前記デューティサイクルを変更することで、前記複合の実質的に白色の光の色温度が変化する、

請求項 1 6 に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記可変 D C 電源の出力を変化させるよう構成される少なくとも 1 つのユーザインターフェースを更に有する、

10

20

30

40

50

請求項 13 に記載の装置。

【請求項 19】

前記少なくとも 1 つのユーザインターフェースは、更に、前記フィードバック制御回路の少なくとも一部を変化させるよう構成される、

請求項 18 に記載の装置。

【請求項 20】

前記少なくとも 1 つのユーザインターフェースの動作は、前記フィードバック制御回路の前記少なくとも一部及び前記可変 DC 電源の出力を同時に変化させる、

請求項 19 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、1 又はそれ以上の光源に供給される電力を制御することを対象とする。より具体的には、本願で開示される様々な発明の方法及び装置は、所望の照明効果（例えば、調光、可変色、及び / 又は可変色温度制御）を生じさせるよう 1 又はそれ以上の発光ダイオード（LED）に電力を供給する改良されたスイッチングレギュレータ回路に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタル照明技術、すなわち、例えば LED 等の半導体光源に基づく照明は、従来の蛍光灯、HID ランプ、及び白熱灯の代替を提供する。LED には、高いエネルギー変換及び光学効率や、より低い動作コスト等を含め多くの機能上の利点及び長所がある。LED 技術における近年の進歩は、多くの用途で様々な照明効果を可能にする効率的且つロバスタな広範囲の光源を提供している。これらの光源を具現する設備の一部は、例えば、参照により本願に援用される米国特許第 6016038 号明細書（特許文献 1）及び米国特許第 6211626 号明細書（特許文献 2）で詳細に論じられているように、異なる色（例えば、赤、緑及び青）を生成することができる 1 又はそれ以上の LED と、様々な色及び色変化照明効果を発生させるために LED の出力を独立に制御するプロセッサとを有する照明モジュールを特色とする。

20

【0003】

30

DC - DC コンバータは、DC 入力電圧を受け取って、DC 出力電圧を負荷へ供給する従来の電気装置である。一般に、DC - DC コンバータは、調整された DC 出力電圧又は電流（負荷電圧又は負荷電流）を、幾つかの場合において出力電圧とは異なる調整されていない DC ソース電圧に基づいて、負荷へ供給するよう構成される。例えば、バッテリーが約 12 ボルトの調整されていない電圧を有する DC 電源を供給する多くの自動車用途において、DC - DC コンバータは、調整されていない 12 ボルト DC をソースとして受けて、車内の様々な電子回路（計装アクセサリ、エンジン制御、照明、ラジオ / ステレオ等）を駆動するよう調整された出力電圧又は電流を供給するために用いられてよい。DC 出力電圧は、バッテリーからのソース電圧よりも低く若しくは高く、又は該ソース電圧と同じであってよい。

40

【0004】

より一般的に、DC - DC コンバータは、例えばバッテリー等の様々な DC 電源のいずれかによって供給される調整されていない電圧を、所与の負荷を駆動するためのより適切な調整された電圧へと変換するために用いられてよい。幾つかの場合において、調整されていない DC ソース電圧は、ブリッジ整流器 / フィルタ回路配置によって整流及びフィルタ処理を行われる、例えば 120 V rms / 60 Hz AC ライン電圧等の AC 電源から得られる。この場合に、関連する潜在的に危険な電圧を考えると、保護絶縁部品（例えば、変圧器）が、安全な動作を確かにするよう DC - DC コンバータで用いられてよい。

【0005】

図 1 は、DC 負荷電圧 $V_{1,oad}$ 及び調整された負荷電流 $I_{1,oad}$

50

d) を、より高い調整されていない DC ソース電圧 V_{source} に基づいて供給するよう構成される従来のステップダウン DC - DC コンバータ 100 の回路図を表す。例となる照明用途において、負荷 104 は、1 又はそれ以上の LED 等の光源であってよい。調整されていないソース電圧 V_{source} は、公称値近くの比較的小さい範囲にわたってわずかに（且つランダムに）変化すると期待される。しかし、従来の DC - DC コンバータ構成において、ソース電圧 V_{source} は、意図的には変更されない。図 1 のステップダウンコンバータは、広くバック (buck) コンバータとも呼ばれる。

【0006】

図 1 のバックコンバータのような DC - DC コンバータは、選択的にエネルギーがエネルギー蓄積デバイスに保存されることを可能にする飽和スイッチとして動作するよう構成されるトランジスタ又は同等のデバイスを用いる（例えば、図 1 におけるトランジスタスイッチ 122 及びインダクタ 124 を参照されたい。）。図 1 は、かかるトランジスタスイッチをバイポーラ接合トランジスタ (BJT) として表しているが、電界効果トランジスタ (FET) も様々な DC - DC コンバータ実施においてスイッチとして用いられてよい。このようなトランジスタスイッチを用いるおかげで、DC - DC コンバータは、広く、その一般的な機能により、スイッチングレギュレータとも呼ばれる。

【0007】

具体的に、図 1 の回路におけるトランジスタスイッチ 122 は、比較短い期間インダクタ 124 の両端に調整されていない DC ソース電圧 V_{source} を周期的に印加するよう動作する（図 1 及び後の図において、別なふうに示されない限り、単一のインダクタは、所望のインダクタンスを提供するよう様々な直列 / 並列構成のいずれかで配置される 1 又はそれ以上の実際のインダクタを図式的に表すよう描写される。）。トランジスタスイッチがオンである、すなわち、閉じられている（すなわち、ソース電圧 V_{source} をインダクタへ送る）期間の間、電流は印加電圧に基づいてインダクタを流れ、インダクタはその磁界においてエネルギーを保持する。トランジスタスイッチが閉じられている場合にインダクタ電流 I_L が負荷電流 I_{load} を超えるならば、エネルギーはフィルタキャパシタ 126 にも保持される。スイッチがオフされる、すなわち、開かれる（すなわち、DC ソース電圧がインダクタから取り除かれる）場合、インダクタに保持されているエネルギーは、負荷 102 及びフィルタキャパシタ 126 に送られる。フィルタキャパシタ 126 は、インダクタ 124 とともに機能して、比較的滑らかな DC 電圧 V_{load} を負荷 102 に供給する（すなわち、インダクタ電流 I_L が負荷電流 I_{load} よりも小さい場合に、キャパシタは、インダクタのエネルギー保持サイクル間の、負荷へ本質的に連続なエネルギーを供給する差を供給する。）。連続モードにおいて、インダクタに保持されているエネルギーの全てが負荷又はキャパシタのいずれかに送られるわけではない。

【0008】

より具体的に、図 1 において、トランジスタスイッチ 122 がオンである場合に、電圧 $V_L = V_{load} - V_{source}$ がインダクタ 124 の両端に印加される。この印加電圧は、 $V_L = L \cdot dI_L / dt$ の関係に基づいて、線形に増大する電流 I_L がインダクタを通過して（そして、負荷及びキャパシタへ）流れるようにする。トランジスタスイッチ 122 がオフされる場合に、インダクタを通る電流 I_L は同じ方向で流れ続け、このとき、フリーホイール (freewheeling) ダイオード 120 は、回路を完結するよう導通する。電流がフリーホイールダイオード 128 を流れている限り、インダクタ両端の電圧 V_L は $V_{load} - V_x$ で一定であり、インダクタ電流 I_L を、エネルギーがインダクタの磁界からキャパシタ及び負荷へ供給されるにつれて、線形に減少させる。図 2 は、上述されるスイッチング動作の間の図 1 の回路の様々な信号波形を表す図である。

【0009】

従来の DC - DC コンバータは、広く連続モード及び不連続モードと呼ばれる異なるモードで動作するよう構成されてよい。連続動作モードにおいて、インダクタ電流 I_L は、トランジスタスイッチの一連のスイッチングサイクルの間、ゼロを上回ったままであり、一方、不連続モードにおいて、インダクタ電流は、所与のスイッチングサイクルの開始

10

20

30

40

50

時にゼロから始まり、そのスイッチングサイクルの終了前にゼロに戻る。図1の回路の幾分単純化された更なる情報分析を提供するよう、以下の議論は、連続モード動作を考え、差し当たり、スイッチがオンである（導通している）場合にトランジスタスイッチでは電圧降下は存在せず、且つ、ダイオードが電流を導いている間フリーホイールダイオード128に存在する電圧降下は無視可能であるとする。これを考慮して、一連のスイッチングサイクルにわたるインダクタ電流の変化は、図3を用いて試験されてよい。

【0010】

図3は、2つの連続するスイッチングサイクルにインダクタを通る電流 I_L と、トランジスタスイッチ122の動作に基づく図1に示される点での電圧 V_x （先と同じく、フリーホイールダイオード128の両端での電圧降下は無視される。）とが重ね合わされているグラフである。図3において、水平軸は時間 t を表し、完全なスイッチングサイクルは時間期間 T によって表されている。なお、トランジスタスイッチのオン時間は t_{on} と示され、トランジスタスイッチのオフ時間は t_{off} と示される（すなわち、 $T = T_{on} + t_{off}$ ）。

10

【0011】

定常状態動作のために、当然、スイッチングサイクルの開始時及び終了時におけるインダクタ電流 I_L は、符号 I_0 によって図3において見られるように、本質的に同じである。従って、 $V_L = L \cdot dI_L / dt$ の関係から、1スイッチングサイクルにわたる電流の変化 dI_L はゼロであり、次の式によって与えられてよい：

【0012】

【数1】

$$dI_L = 0 = \frac{1}{L} \left(\int_0^{t_{on}} (V_{source} - V_{load}) dt + \int_{t_{on}}^T (-V_{load}) dt \right)$$

20

この式は、次のように単純化する：

【0013】

【数2】

$$(V_{source} - V_{load})t_{on} - (V_{load})(T - t_{on}) = 0$$

30

又は

$$\frac{V_{load}}{V_{source}} = \frac{t_{on}}{T} = D$$

なお、 D は、トランジスタスイッチのデューティサイクル、すなわち、スイッチがオンしてエネルギーがインダクタに蓄えられるのを可能にするスイッチングサイクル毎の時間の割合として定義される。上記から、ソース電圧に対する出力電圧の比は D に比例することが分かる。すなわち、図1の回路におけるスイッチのデューティサイクルを変化させることによって、負荷電圧 V_{load} は、ソース電圧 V_{source} に対して変化しうるが、最大デューティサイクル D が1であるので、ソース電圧を超えることはできない。

40

【0014】

装置100において、負荷104は1又はそれ以上のLEDであってよく、これらのLEDが発生させる放射の強さ又は輝度は、所与の時間期間にわたってLEDへ与えられる平均電力に比例する。従って、LEDが発生させる放射の強さを変化させるための技術の1つには、LEDへ供給される電力を変調することがある。電力は、所与の時間期間において伝送されるエネルギーの量（すなわち、 $P = dW / dt$ ）として定義されるので、負荷に与えられる電力 P は、次のように表されてよい：

【0015】

50

【数3】

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{\frac{1}{2}L(I_p)^2}{T} = \frac{1}{2}L(I_p)^2 f$$

なお、 $f = 1/T$ は、トランジスタスイッチ122のスイッチング周波数である。上記から、負荷104に与えられる電力は、インダクタ124のインダクタンス L を鑑み、スイッチング周波数 f 及びピークインダクタ電流 I_p の一方又は両方を変化させることによって変調されてよいことは明らかである。ピークインダクタ電流 I_p は、トランジスタスイッチ122のデューティサイクル D によって決定される。しかし、当然、実際には、周波数とLED輝度との間の関係は、上記の式によって示されるように線形でなくともよい。むしろ、スイッチング周波数が増大する場合に、LEDへの平均電流は、リップルの量又はピーク・ツー・ピーク偏位が小さくなるにつれて、増大する。しかし、平均電流がピーク値に近づくにつれて、リップルの量は小さく、スイッチング周波数における更なる増大は収穫逓減 (diminishing returns) をもたらさう。

10

【0016】

従って、先に述べられているように、図1の従来のバックコンバータは、具体的に、ソース電圧 V_{source} よりも低い電圧 V_{load} を負荷104へ供給するよう構成されている。図1に示される負荷電圧 V_{load} 又は負荷電流 I_{load} の安定性を確かにするよう、バックコンバータは、トランジスタスイッチ122の動作を制御するフィードバック制御回路130を用いて、負荷電圧又は負荷電流を調整する。一般に、フィードバック制御回路130の様々な構成要素のための電力は、DCソース電圧 V_{source} から、又は、代替的に、他の独立した電源から、得られてよい。

20

【0017】

負荷電圧及び負荷電流の一方又は両方が調整されてよく、一方、異なるタイプの負荷は、より容易に、電圧調整又は電流調整に役立つことができる。例えば、1つの例となる負荷としてLEDを考えると、幾つかの用途において、(例えば、異なるタイプのLEDのための異なる順方向電圧、及び/又は、負荷を構成するLEDの異なる数及び配置のために)負荷電圧よりもむしろ負荷電流を調整することが好ましいことがある。従って、主として例示のために、図1に示されるフィードバック制御回路は、例となるLEDに基づく負荷の電流調整のために構成されている。しかし、当然、ここで論じられているスイッチングレギュレータ回路のいずれについても、負荷電圧及び負荷電流の一方又は両方が、負荷電圧及び/又は負荷電流を表す1又はそれ以上の適切な値を導出することによって、フィードバック制御回路130を介して調整されてよい。

30

【0018】

例えば、図1のフィードバック制御回路130において、負荷電流 I_{load} は、比較的小さい抵抗を有する接地抵抗 R_{sample} を負荷104と直列に配置することによって、サンプリングされてよい。抵抗 R_{sample} の両端で測定される電圧 V_{sample} は、負荷電流を表すフィードバック制御回路130への入力として与えられてよい(代替的に、負荷電流 I_{load} よりむしろ負荷電圧 V_{load} が、負荷104と並列に配置されている分圧器(図示せず。)を介して電圧 V_{sample} を発生させることによって、サンプリングされてよい。)。サンプリング電圧 V_{sample} は、例えば演算増幅器132等の電圧コンパレータを用いて、フィードバック制御回路130において基準電圧 V_{ref} と比較されてよい。基準電圧 V_{ref} は、所望の調整された負荷電圧 V_{load} 又は調整された負荷電流 I_{load} の安定したスケール表現である。演算増幅器132は、 V_{sample} 及び V_{ref} の比較に基づいて誤差信号134を生成し、この誤差信号の大きさは、最終的に、トランジスタスイッチ122の動作を制御する。

40

【0019】

より具体的に、誤差信号134は、パルス幅変調器136の制御電圧として働く。パル

50

ス幅変調器 136 は、更に、発振器 138 によって供給される周波数 $f = 1 / T$ を有するパルスストリームを受ける。従来の DC - DC コンバータにおいて、パルスストリームのための例となる周波数 f は、約 50 kHz から 100 kHz までの範囲を含むが、これに制限されない。負荷が 1 又はそれ以上の LED を有するところの実施に関して、LED から発せられる光は、トランジスタスイッチ 122 のスイッチング周波数がヒトの目によって検出可能な周波数よりも大きい（例えば、約 100 Hz よりも大きい）限り、連続であると認識され得る。すなわち、LED によって生成される光の観測者は、不連続なオン/オフサイクル（広くフリッカ効果と呼ばれる。）を認識せず、代わりに、目の積分機能は、本質的に連続した照明を認識する。パルス幅変調器 136 は、パルスストリーム及び誤差信号 134 の両方を用いて、トランジスタスイッチ 122 のデューティサイクルを制御するオン/オフ制御電圧信号 140 を供給するよう構成される。本質的に、パルスストリームのパルスは、パルス幅変調器 136 にトランジスタスイッチをオンさせるトリガとして働き、誤差信号 134 は、どれくらい長くトランジスタスイッチがオンのままであるか（すなわち、時間期間 t_{on} の長さ、ひいては、デューティサイクル D ）を決定する。

【0020】

例えば、サンプリングされた出力電圧 V_{sample} が V_{ref} よりも高いことを誤差信号 134 が示す（すなわち、誤差信号 134 が相対的に低い値を有する）場合は、パルス幅変調器 136 は、相対的に短い持続期間のオンパルス、すなわち、より低いデューティサイクルを制御信号 140 に与えて、トランジスタスイッチ 122 がオンである間、相対的に少ないエネルギーをインダクタに供給するよう構成される。対照的に、 V_{sample} が V_{ref} よりも低いことを誤差信号 134 が示す（すなわち、誤差信号 134 が相対的に高い値を有する）場合は、パルス幅変調器 136 は、相対的に長い持続期間のオンパルス、すなわち、より高いデューティサイクルを制御信号 140 に与えて、トランジスタスイッチ 122 がオンである間、相対的に多いエネルギーをインダクタに供給するよう構成される。従って、誤差信号 134 を介して制御信号 140 のオンパルスの持続期間を変調することによって、負荷電圧 V_{load} 又は負荷電流 I_{load} は、フィードバック制御回路 130 によって、 V_{ref} によって表される所望の負荷電圧又は電流に接近させるよう調整される。

【0021】

図 1 に示されるもののような従来のバックコンバータにおいて、（負荷電圧及び/又は負荷電流に対する変化を介して）負荷に対する 1 又はそれ以上の動作特性を変更する/変化させるために、フィードバック制御回路 130 へのアクセスが、基準電圧 V_{ref} を調整するために必要とされる。基準電圧 V_{ref} の調整により、調整される負荷電流 I_{load} （又は、必要に応じて、負荷電圧 V_{load} ）の変化が生ずる。 V_{ref} の調整は、ユーザインターフェース 150 によって行われてよい。ユーザインターフェース 150 は、例えば、基準電圧 V_{ref} を変化させるために用いられるポテンショメータ又はデジタル-アナログコンバータ（DAC）等のアナログ又はデジタル装置であってよい。当然、結果として生じる V_{load} 又は I_{load} の如何なる変化も、複数の部品を有する負荷の全ての構成要素に同様に作用する。例えば、様々な直列/並列配置のいずれかで相互接続されている複数の LED を有する LED に基づく負荷において、各 LED の動作電圧及び電流は、バックレギュレータ回路の状態を変化させること（例えば、 V_{ref} に対する変化）によって、同様に影響を及ぼされる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0022】

【特許文献 1】米国特許第 6016038 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6211626 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

10

20

30

40

50

本出願人は、スイッチングレギュレータ回路を内蔵する照明装置の所望の光出力を調整することは、($V_{r_e f}$ を変更するために) 必ずしもフィードバック制御ループへのアクセスを必要としないことを認識し理解している。より一般的に、本出願人は、LEDに基づく照明装置の部分として用いられるスイッチングレギュレータ回路(例えば、バックレギュレータ回路)の様々な電流経路が、夫々、かかる回路における負荷の従来の配置に加えて、又はその代替として、多用途の、更に簡単な可変色及び/又は色温度照明装置を提供するように、LEDに基づく負荷を実現するのに適していると考えられてよいことを認識し理解している。

【0024】

上記を鑑み、本開示は、単一のスイッチングレギュレータ回路によって駆動される1又はそれ以上のLEDによって発せられる可変な色又は可変な色温度の光を提供する発明の方法及び装置を対象とする。

【課題を解決するための手段】

【0025】

ここで更に詳細に論じられるように、単一のスイッチングレギュレータ回路を介して複数の異なるスペクトルLEDを制御することは、LEDドライバ回路の複雑さ、サイズ及び費用の低減を含むが、これらに限られない多くの利点を提供する。従来技術に従う色混合用途において、異なるスペクトルのLEDは、一般に、複合スペクトルにより生ずる光の色又は色温度を変化させるよう別々に制御される必要がある。これを達成するために、通常は、異なるスペクトルを有するLEDの夫々又はLEDのグループの夫々を個別に変更するよう、従来の実施においては、1つのスイッチングレギュレータ回路が必要とされる。対照的に、ここで開示される様々な実施形態は、単一のスイッチングレギュレータ回路を用いて、異なるスペクトルを有する複数のLEDのある程度の可変制御を可能にする。

【0026】

1つの態様において、スイッチングレギュレータ回路を内蔵する照明装置からの光出力は、前記スイッチングレギュレータ回路に印加されるソース電圧を変化させることによって調整されてよい。このようなシステムは、光出力を調整するためにスイッチングレギュレータ回路のフィードバック制御回路と連動するよう別個のハードウェア又は制御配線に必要性を打ち消す。ここで開示される様々な実施形態に従う方法及び装置の幾つかの例となる実施において、異なるスペクトルのLEDは、単に、スイッチングレギュレータ回路に供給されるDCソース電圧のレベルを調整することによって、LEDに供給される夫々の駆動電流、従って、複合スペクトルからの光の、結果として得られる色又は色温度の調整を助けるようバックレギュレータ回路の様々な電流ブランチに戦略的に配置されている。

【0027】

幾つかに実施形態は、イッチ電流を導く第1のブランチと、フリーホイール電流を導く第2のブランチと、負荷電流を導く第3のブランチとを有するバックレギュレータ回路を用いる照明装置を対象とする。前記バックレギュレータ回路は、更に、当該バックレギュレータ回路の前記第1のブランチ及び/又は前記第2のブランチに配置される少なくとも1つの第1のLEDを有する。

【0028】

幾つかの実施形態は、バックレギュレータ回路の第1の電流ブランチにおける少なくとも1つの第1のLEDへ供給される第1の電流と、前記バックレギュレータ回路の第2の電流ブランチにおける少なくとも1つの第2のLEDへ供給される第2の電流とを制御する方法を対象とする。当該方法は、前記少なくとも1つの第1のLEDへ供給される前記第1の電流の第1の大きさを増大させ、同時に、前記少なくとも1つの第2のLEDへ供給される前記第2の電流の第2の大きさを減少させるよう、前記バックレギュレータ回路のDCソース電圧を変化させるステップを有する。

【0029】

10

20

30

40

50

幾つかの実施形態は、可変DC電源と、前記可変DC電源へ結合されるスイッチブランチと、フィルタリング回路と、負荷ブランチと、フィードバック制御回路とを有する装置を対象とする。前記スイッチブランチは、少なくとも1つのスイッチ及び少なくとも1つの第1のLEDを有する。前記フィルタリング回路は、前記少なくとも1つのスイッチへ結合される少なくとも1つのインダクタと、前記少なくとも1つのインダクタへ結合される少なくとも1つのフィルタキャパシタと、前記少なくとも1つのインダクタ及び前記少なくとも1つのフィルタキャパシタへ結合され、フリーホイールブランチを形成する少なくとも1つの第2のLEDとを有する。前記フィードバック制御回路は、調整された電圧又は調整された電流を前記負荷ブランチへ供給するよう前記少なくとも1つのスイッチのデューティサイクルを変更し、該デューティサイクルの変更により、前記少なくとも1つの第1のLEDにより発生した第1の光の第1の大きさと、前記少なくとも1つの第2のLEDによって発生した第2の光の第2の大きさとが変わる。

10

【0030】

本開示の目的のためにここで使用されるように、用語「LED」は、電気信号に応答して放射を発生させることができる何らかのエレクトロルミネセントダイオード又は他のタイプのキャリア注入/接合に基づくシステムを含むと理解されるべきである。このように、用語「LED」は、電流に応答して発光する様々な半導体に基づく構造体、発光ポリマ、有機発光ダイオード(OLED)、エレクトロルミネセントストリップ等を含むが、これらに限られない。具体的に、用語「LED」は、赤外線スペクトル、紫外線スペクトル、及び可視スペクトル(一般に、約400ナノメートルから約700ナノメートルまでの放射は長を含む。)の様々な部分の1又はそれ以上において放射を発生させるよう構成されうる全てのタイプの発光ダイオード(半導体及び有機発光ダイオードを含む。)をいう。LEDの幾つかの例には、様々なタイプの赤外線LED、紫外線LED、赤色LED、青色LED、緑色LED、黄色LED、琥珀色LED、橙色LED、及び白色LED(以下で更に論じられる。)が含まれるが、これらに限られない。また、当然に、LEDは、所与のスペクトル(例えば、狭帯域幅、広帯域幅)のための様々な帯域幅(例えば、半値全幅)と、所与の一般職カテゴリ内の様々な主波長とを有する放射を発生させるよう構成及び/又は制御されてよい。

20

【0031】

例えば、本質的に白色光を発生させるよう構成されるLED(例えば、白色LED)の1つの実施は、本質的に白色光を形成するよう組み合わせて混合するエレクトロルミネセンスの異なるスペクトルを夫々発する多数のダイを有してよい。他の実施において、白色光LEDは、第1のスペクトルを有するエレクトロルミネセンスを異なる第2のスペクトルに変換するリン光体材料を伴ってよい。この実施の一例において、比較的短い波長及び狭いバンド幅スペクトルを有するエレクトロルミネセンスは、リン光体材料を励起して、幾分より幅が広いスペクトルを有するより長い波長の放射を発する。

30

【0032】

また、当然に、用語「LED」は、LEDの物理的及び/又は電気的なパッケージタイプを制限しない。例えば、上述されたように、LEDは、様々な放射スペクトルを夫々発するよう構成されている複数のダイ(個々に制御可能であっても又は制御不可能であってもよい。)を有する単一の発光デバイスをいう。また、LEDは、LED(例えば、何らかのタイプの白色LED)の欠くことのできない部分と考えられるリン光体を伴ってよい。一般に、用語「LED」は、パッケージドLED、非パッケージドLED、表面実装型LED、チップオンボード型LED、Tパッケージ実装型LED、ラジアルパッケージLED、パワーパッケージLED、何らかのタイプの包装及び/又は光学素子(例えば、拡散レンズ)を有するLEDをいう。

40

【0033】

用語「光源」は、LEDに基づく光源(上記の1又はそれ以上のLEDを含む。)、白熱光源(例えば、フィラメントランプ、ハロゲンランプ)、蛍光灯、リン光体光源、高輝度放電光源(例えば、ナトリウム灯、水銀灯、及びメタルハライドランプ)、レーザ、他

50

のタイプのエレクトロルミネセント光源、ピロ - ルミネセント光源（例えば、フレイム）、キャンドル - ルミネセント光源（例えば、ガスマントル、カーボンアーク放射源）、フォト - ルミネセント光源（例えば、ガス放電光源）、電子飽和を用いる陰極線ルミネセント光源、ガルバノ - ルミネセント光源、結晶ルミネセント光源、カイン - ルミネセント光源、サーモ - ルミネセント光源、トリボルミネセント光源、音ルミネセント光源、放射線ルミネセント光源、及びルミネセントポリマを含むが、それらに限られない様々な放射線源のいずれか1つ又はそれ以上をいうと解されるべきである。

【0034】

所与の光源は、可視スペクトル内の電磁放射、可視スペクトル外の電磁放射、又はそれらの組合せを発生させるよう構成されてよい。従って、用語「光」及び「放射」は、ここでは同義的に使用される。然るに、光源は、1又はそれ以上のフィルタ（例えば、色フィルタ）、レンズ、又は他の光学部品を不可欠の構成要素として有してよい。また、当然に、光源は、表示、ディスプレイ、及び/又は照明を含むが、これらに限られない様々な用途のために構成されてよい。「照明源」は、屋内又は屋外空間を有効に照らすのに十分な強さを有する放射を発生するよう具体的に構成される光源である。これに関連して、「十分な強さ」は、周辺照明（例えば、間接的に認識され、又は、全体的若しくは部分的に認識される前に様々な介在面の1又はそれ以上で反射される光）を提供するよう空間又は環境において生成される可視スペクトルにおける十分な放射電力をいう（しばしば、単位「ルーメン」が、放射電力又は「光束」に関して、全ての方向における光源からのトータルの光出力を表すために用いられる。）。

【0035】

用語「スペクトル」は、1又はそれ以上の光源によって生成される放射の1又はそれ以上の何らかの周波数（又は波長）をいうと解されるべきである。然るに、用語「スペクトル」は、可視的な範囲における周波数（又は波長）のみならず、赤外線、紫外線、及び電磁スペクトル全体の他の領域における周波数（又は波長）にも言及する。また、所与のスペクトルは、比較的狭い帯域幅（例えば、本質的に数個の周波数又は波長成分しか有さないFWHM）又は比較的広い帯域幅（例えば、様々な相対強さを有する複数の周波数又は波長成分）を有してよい。また、当然に、所与のスペクトルは、二以上の他のスペクトルの混合の結果（例えば、複数の光源から夫々発せられた放射の混合）であってよい。

【0036】

本開示のために、用語「色」は、用語「スペクトル」と同義的に用いられる。しかし、用語「色」は、一般に、主として観測者によって認知可能である放射の特性に言及するために使用される（なお、この使用は、当該用語の適用範囲を限定するよう意図されない）。然るに、用語「異なる色」は、異なる波長成分及び/又は帯域幅を有する複数のスペクトルを暗にいう。また、当然に、用語「色」は、白色及び非白色の光と関連して使用されてよい。

【0037】

用語「色温度」は、一般に、白色光に関連してここでは使用されるが、この使用は、当該用語の適用範囲を限定するよう意図されない。色温度は、本質的に、白色光の特定の色成分又は陰影（例えば、赤色調、青色調）をいう。所与の放射サンプルの色温度は、通常、問題の放射サンプルと本質的に同じスペクトルを放射する黒体放射体のケルビン温度（K）に従って特徴付けられる。黒体放射体の色温度は、一般に、約700K（通常、ヒトの目に最初に見えるものと考えられる。）から1000K超の範囲内にあり、白色光は、一般に、約1500～2000Kの色温度で認知される。

【0038】

一般に、色温度が低ければ、白色光は、より顕著な赤色成分、すなわち、暖色（warmer feel）を有し、一方、色温度が高ければ、白色光は、より顕著な青色成分、すなわち、寒色を有する。一例として、火は約1800Kの色温度を有し、従来の白熱電球は約2848Kの色温度を有し、早朝の日光は約3000Kの色温度を有し、曇った真昼の空は約10000Kの色温度を有する。約3000Kの色温度を有する白色光の下で見られるカ

10

20

30

40

50

ラー画像は比較的赤みがかった色調を有し、一方、約10000Kの色温度を有する白色光の下で見られる同じカラー画像は比較的青みがかった色調を有する。

【0039】

用語「照明備品」は、ここでは、特定のフォームファクタ、アセンブリ、又はパッケージにおける1又はそれ以上の照明ユニットの実施又は配置に言及するために使用される。用語「照明ユニット」は、ここでは、同じ又は異なったタイプの1又はそれ以上の光源を有する装置に言及するために使用される。所与の照明ユニットは、光源のための様々な配置、筐体/ハウジングの配置及び形状、及び/又は、電氣的及び機械的な接続構成のいずれか1つを有してよい。更に、所与の照明ユニットは、任意に、光源の動作に関連する様々な他のコンポーネント(例えば、制御回路)を伴ってよい(例えば、かかるコンポーネントを有し、かかるコンポーネントに結合され、及び/又は、かかるコンポーネントとともにパッケージ化される)。「LEDに基づく照明ユニット」は、単独で、又は他のLEDに基づかない光源と組み合わせて、上記LEDに基づく光源を有する照明ユニットをいう。「マルチチャンネル照明ユニット」は、異なる放射スペクトルを夫々発生させるよう構成される少なくとも2つの光源を有するLEDに基づく又はLEDに基づかない照明ユニットをいい、夫々の異なる光源スペクトルは、マルチチャンネル照明ユニットの「チャンネル」と呼ばれてよい。

10

【0040】

用語「コントローラ」は、ここでは、一般に、1又はそれ以上の光源の動作に関連する様々な装置を記載するために使用される。コントローラは、ここで論じられる様々な機能を実行するよう様々な方法で(例えば、専用のハードウェアにより)実施されてよい。「プロセッサ」は、ここで論じられる様々な機能を実行するようソフトウェア(例えば、マイクロコード)を用いてプログラムされ得る1又はそれ以上のマイクロプロセッサを用いるコントローラの一例である。コントローラは、プロセッサを用いても、又は用いなくとも実施されてよく、また、一部の機能を実行する専用のハードウェア及び他の機能を実行するプロセッサ(例えば、1又はそれ以上のプログラムされたマイクロプロセッサ及び関連する回路)の組合せとして実施されてよい。本開示の様々な実施形態で用いられるコントローラ構成要素の例には、従来のマイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)があるが、これらに限られない。

20

30

【0041】

様々な実施において、プロセッサ又はコントローラは、1又はそれ以上の記憶媒体(一般にここでは「メモリ」と呼ばれる。例えば、RAM、PROM、EPROM及びEEPROM等の揮発性及び不揮発性のコンピュータメモリ、フロッピー(登録商標)ディスク、コンパクトディスク、光ディスク、磁気テープ等)を伴ってよい。幾つかの実施において、記憶媒体は、1又はそれ以上のプロセッサ及び/又はコントローラで実行される場合に、ここで論じられる機能の少なくとも一部を実行する1又はそれ以上のプログラムによりエンコードされてよい。様々な記憶媒体は、プロセッサ若しくはコントローラ内に固定されてよく、又は、それに記憶されている1又はそれ以上のプログラムがここで論じられる本発明の様々な態様を実施するようプロセッサ若しくはコントローラにロードされ得るよう、可搬型であってよい。用語「プログラム」又は「コンピュータプログラム」は、ここでは、一般的に、1又はそれ以上のプロセッサ又はコントローラをプログラムするために用いられるあらゆる種類のコンピュータコード(例えば、ソフトウェア又はマイクロコード)に言及するために使用される。

40

【0042】

用語「アドレス可能」は、自身を含む複数のデバイスを対象とする情報を受信し、そのデバイスを対象とした特定の情報に選択的に応答するよう構成されるデバイス(例えば、概して、光源、照明ユニット又は設備、1又はそれ以上の光源又は照明ユニットに付随するコントローラ又はプロセッサ、他の照明に関連しないデバイス等)に言及するために使用される。用語「アドレス可能」は、しばしば、複数のデバイスが幾つかの通信媒体を介

50

して結合されているネットワーク環境（すなわち、後述する「ネットワーク」）に関連して用いられる。

【0043】

1つのネットワーク実施において、ネットワークに結合されている1又はそれ以上のデバイスは、（例えば、マスタ/スレーブの関係で）ネットワークに結合されている1又はそれ以上のデバイスのためのコントローラとして働いてよい。他の実施において、ネットワーク環境は、ネットワークに結合されているデバイスの1又はそれ以上を制御するよう構成される1又はそれ以上の専用のコントローラを有してよい。一般に、ネットワークに結合されている複数のデバイスは、夫々、通信媒体上に存在するデータへのアクセスを有してよい。しかし、所与のデバイスは、例えば、そのデバイスに割り当てられている1又はそれ以上の特定の識別子（例えば、「アドレス」）に基づいて、ネットワークと選択的にデータを交換する（すなわち、ネットワークからデータを受信し、及び/又は、ネットワークへデータを送信する）よう構成される点で、「アドレス可能」であってよい。

10

【0044】

用語「ネットワーク」は、ここでは、ネットワークに結合されているいずれかの2又はそれ以上のデバイスの間及び/又は複数のデバイス間の（例えば、デバイス制御、データ記憶、データ交換等のための）情報の伝送を助ける2又はそれ以上のデバイス（コントローラ又はプロセッサを有する。）のあらゆる相互接続に言及するために使用される。容易に理解されるように、複数のデバイスを相互接続するのに適したネットワークの様々な実施は、様々なネットワークトポロジのいずれかを含み、且つ、様々な通信プロトコルのいずれかを用いてよい。更に、本開示に従う様々なネットワークにおいて、2つのデバイス間のいずれか1つの接続は、2つのシステム間の専用接続、又は、代替的に、非専用接続を表してよい。2つのデバイスを対象とする情報を伝送することに加えて、かかる非専用接続は、必ずしも2つのデバイスのどちらも対象としない情報を伝送してよい（例えば、オープンネットワーク接続）。

20

【0045】

ここで使用される用語「ユーザインターフェース」は、ユーザとデバイスとの間の通信を可能にする1又はそれ以上のデバイスとユーザ又はオペレータとの間のインターフェースをいう。本開示の様々な実施において用いられるユーザインターフェースの例には、スイッチ、ポテンショメータ、ボタン、ダイヤル、スライダ、マウス、キーボード、キーパッド、様々な種類のゲームコントローラ（例えば、ジョイスティック）、トラックボール、表示スクリーン、様々なタイプのグラフィカルユーザインターフェース（GUI）、タッチスクリーン、マイクロフォン、及び、ヒトが生み出す何らかの形の刺激を受け取って、これに応答して信号を発生させる他のタイプのセンサがあるが、これらに限られない。

30

【0046】

当然、以下でより詳細に論じられる前述の概念及び付加的な概念の全ての組合せ（このような概念は相互に矛盾しないとする。）は、ここで開示される発明の主題の一部として考えられる。具体的に、本開示の最後に現れる請求される主題の全ての組合せは、ここで開示される発明の主題の一部として考えられる。また、当然に、参照により援用される開示のいずれかに現れる、ここで明示的に用いられる用語は、ここで開示される具体的な概念と最も一致した意味を与えられるべきである。

40

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】従来のステップダウン又はバックタイプのDC-DCコンバータの回路図である。

【図2】図1のDC-DCコンバータに関連する様々な動作信号を表す図である。

【図3】図1のコンバータにおける2つの連続するスイッチング動作の間の、設置に対するインダクタの一方の端子への印加電圧及びインダクタ電流を具体的に表す図である。

【図4A】本発明の幾つかの実施形態に従う、スイッチングレギュレータ回路の3つのブランチにおいてLEDを有する照明装置の回路図である。

50

【図4B】本発明の幾つかの実施形態に従う、図4AのスイッチブランチにおけるLEDが赤色LEDであり、フリーホイールブランチにおけるLEDが青色LEDであり、負荷ブランチにおけるLEDが白色LEDである場合のシミュレーション結果の図である。

【図4C】本発明の幾つかの実施形態に従う、図4AのスイッチブランチにおけるLEDが青色LEDであり、フリーホイールブランチにおけるLEDが赤色LEDであり、負荷ブランチにおけるLEDが白色LEDである場合のシミュレーション結果の図である。

【図5】本発明の幾つかの実施形態に従う、スイッチングレギュレータ回路のスイッチブランチ及びフリーホイールブランチにおいてLEDを有する照明装置の回路図である。

【図6A】本発明の幾つかの実施形態に従う、スイッチングレギュレータ回路のスイッチブランチ及びフリーホイールブランチにおいてLEDを有する照明装置の回路図である。

【図6B】本発明の幾つかの実施形態に従う、図6Aのスイッチブランチが赤色LEDである場合のシミュレーション結果の図である。

【図7】本発明の幾つかの実施形態に従う、スイッチングレギュレータ回路のフリーホイールブランチ及び負荷ブランチにおいてLEDを有する代替の照明装置の回路図である。

【図8】本発明の幾つかの実施形態に従う、スイッチングレギュレータ回路に供給されるソース電圧と、フィードバック制御回路における基準電圧とを同時に変更するためのユーザインターフェースを有する照明装置の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

図面において、全般的に、同じ参照符号は、異なる図の全てにわたって同じ部分を表している。また、図面は、必ずしも実寸ではなく、本発明の原理を例示するために強調されている。

【0049】

従来のスイッチングレギュレータ回路は、本質的に安定した動作電力を供給するよう、調整された電圧又は電流を1又はそれ以上の負荷（例えば、1又はそれ以上のLED）へ供給する。しかし、従来のスイッチングレギュレータ回路に組み込まれている照明装置は、可変な色又は色温度制御を含む可変な光出力の範囲を提供するよう、その能力が制限されていることがある。すなわち、通常、このような可変な色又は色温度制御は、単一のレギュレータ回路を用いて実現され得ない。更に、従来のスイッチングレギュレータ回路の負荷を構成する1又はそれ以上のLEDによって発せられる光出力を変化させることは、（フィードバック制御回路の基準電圧、ひいては、スイッチングレギュレータ回路のデューティサイクルを調整するよう）レギュレータ回路のフィードバック制御回路へのアクセスを提供するために、一般に、追加的なハードウェア及び/又は制御配線を必要とする。

【0050】

上記の制限に関わらず、本出願人は、従来のスイッチングレギュレータ回路が、レギュレータ回路の異なる電流経路又はブランチにおいて1又はそれ以上のLEDを戦略的に挿入して、夫々の異なる電流ブランチにおけるLEDへ供給される電流量に対してある程度多用な制御を提供するよう変更されてよいことを認識し理解している。一般的に言えば、ここで開示される概念に従って、1又はそれ以上のLEDのような例となる負荷は、それでもなおLEDに基づく照明装置に様々な利点を提供するよう、負荷へ電力を供給するために従来ならば使用されていないスイッチングレギュレータ回路の1又はそれ以上の電流ブランチに配置されてよい。

【0051】

例えば、ここで開示される幾つかの実施形態及び実施は、単に、電力を回路に供給するDCソース電圧のレベルを変化させることによって、単一のスイッチングレギュレータ回路の異なるブランチに配置されている異なるスペクトルのLEDに供給される駆動電流を変更する方法及び装置を対象とする。DCソース電圧はDC電源によって供給されてよく、又は、DCソース電圧は、DC出力電圧からライン電圧を絶縁するよう整流器及びフィルタに結合されているACライン電圧等の回路要素のその他適切な組合せによって供給されてよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

図 4 A は、本発明の一実施形態に従う、バックタイプのスイッチングレギュレータ回路 2 0 5 を有する L E D に基づく照明装置 2 0 0 を表す。図 4 A に示されているバックレギュレータ回路 2 0 5 は、図 1 に示されている従来のバックレギュレータとは幾つかの顕著な点において異なるが、バックレギュレータ回路 2 0 5 の機能全般は、図 1 に関して上述された機能と同じである。図 4 A の装置において、バックレギュレータ回路 2 0 5 は少なくとも 3 つの電流ブランチを有する。本議論のために、「負荷ブランチ」は、負荷電圧 V_{load} を印加され且つ負荷電流 I_{load} が流れている作動負荷が通常配置されている第 1 のブランチ 1 6 0 をいう。「スイッチブランチ」は、トランジスタスイッチ 1 2 2 と、インダクタ 1 2 4 及びフィルタキャパシタ 1 2 6 を有する L C 回路との間の、回路 2 0 5 の第 2 のブランチ 1 7 0 をいう。トランジスタスイッチ 1 2 2 が閉じられる（導通している）場合に、電流 I_s がスイッチブランチを通過して流れる。「フリーホイールブランチ」は、フリーホイールダイオードが従来のバックレギュレータ（図 1 を参照されたい。）では通常配置される、回路 2 0 5 の第 3 のブランチ 1 8 0 をいう。

10

【 0 0 5 3 】

従来のスイッチングレギュレータにおいて通常負荷が配置される電流ブランチはここでは「負荷ブランチ」と呼ばれるが、本発明の様々な実施形態は、負荷ブランチ 1 6 0 における 1 又はそれ以上の負荷に加えて、又は該負荷に代えて、スイッチブランチ 1 7 0 及びフリーホイールブランチ 1 8 0 の一方又は両方における L E D 等の 1 又はそれ以上の作動負荷の配置を考えている。

20

【 0 0 5 4 】

より具体的には、本出願人は、バックレギュレータ回路の負荷ブランチに配置されている負荷は、ソース電圧 V_{source} における比較的小さい変動によっては本質的に影響されない調整された電圧又は電流を供給されるが、回路の他の電流ブランチに配置されている負荷は、バックコンバータが連続モードで動作する場合に、ソース電圧のレベルに依存すると認識し理解している。例えば、スイッチブランチにおける時間平均電流 $\langle I_s \rangle$ はソース電圧 V_{source} に反比例し、一方、フリーホイールブランチにおける時間平均電流 $\langle I_F \rangle$ はソース電圧 V_{source} に比例する。このようなバックレギュレータの特性は、スイッチングレギュレータ回路のスイッチブランチ、負荷ブランチ及びフリーホイールブランチのうちの少なくとも 2 つにおける異なるスペクトルを有する複数の L E D の戦略的な挿入によって、照明装置によって発せられる可変な色又は色温度の光を生成するよう照明装置において利用されてよい。

30

【 0 0 5 5 】

例えば、図 4 A の照明装置は、スイッチブランチ 1 7 0 における、第 1 の駆動電流 I_s を供給される 1 又はそれ以上の第 1 の L E D 2 1 0 と、フリーホイールブランチ 1 8 0 における、第 2 の駆動電流 I_F を供給される 1 又はそれ以上の第 2 の L E D 2 2 0 と、負荷ブランチ 1 6 0 における、第 3 の駆動電流 I_{load} を供給される 1 又はそれ以上の第 3 の L E D 2 3 0 とを更に有する。簡単のために 1 つの L E D しか図 4 A におけるバックコンバータ回路の各ブランチには示されないが、当然、装置は、回路ブランチの一部又は全てにおいて複数の L E D を有してよく、複数の L E D は、所与のブランチにおける様々な L E D に供給される駆動電流が所望の照明効果を提供するのに十分であるように、直列、並列、直並列の様々な配置のいずれかにおいて相互に接続されてよい。

40

【 0 0 5 6 】

1 つの態様において、可変な光出力は、従来のバックレギュレータにおいて通常考えられる範囲を超えた範囲にわたってバックレギュレータ回路 2 0 5 に供給される D C ソース電圧 V_{source} を意図的に変化させることによって、図 4 A の照明装置により達成されてよい。様々な実施形態によって考えられる V_{source} の電圧範囲は、負荷電圧 V_{load} の約 1.1 から 10 倍であり、これは、10 から 90 % のデューティサイクルを達成する。しかし、電圧範囲は、大部分は、選択される回路部品の電圧定格に基づいて制限され、インダクタのインダクタンス値は、何らかの所望の電圧範囲を許容するよう選

50

扱われてよい。様々な実施形態において、以下で更に論じられるように、ポテンショメータ又はDAC等のアナログ又はデジタルのユーザインターフェース(UI)610が、照明装置から発せられる光の色又は色温度における所望の変化を引き出すのに適した所定の動作範囲にわたってソース電圧 V_{source} を調整するために使用されてよい。

【0057】

図4Aの装置において、フィードバック制御回路130は、調整された負荷電流 I_{load} をLED230に供給するようトランジスタスイッチ122の1又はそれ以上の動作特性を制御するために使用されてよい。例えば、LED230に供給される電流 I_{load} は、図1に関連して上述されたように、負荷電流における変動が検出される場合にトランジスタスイッチ122のスイッチング周波数又はデューティサイクルを制御することによって調整されてよい。ここで開示される様々な照明装置は、サンプリングされた負荷電流 I_{load} と比較されるフィードバック制御回路130における基準電圧 V_{ref} の設定点を定めるよう較正されてよい。基準電圧 V_{ref} を設定するための基準は、基準電圧の設定点がバックレギュレータ回路の様々なブランチにおけるLEDの感度範囲を定義することができる場合に、特定の照明装置に依存してよい。

10

【0058】

具体的に、基準電圧の接点の決定(最終的に、調整された負荷電流を定める。)に寄与する幾つかの要因は、バックレギュレータ回路の各ブランチにおけるLEDの種類及び数を含むが、これらに限られない。例えば、20mAの駆動電流を用いると、赤色LEDの順方向電圧(例えば、1.8~2.2V)は青色LEDの順方向電圧(例えば、3.6~4V)のおおよそ半分である。このように、所望の照明効果の期待とともに、バックレギュレータ回路の様々なブランチにおける異なるタイプのLEDの数及び配置の組合せは、どのようにフィードバック制御回路130が所望の照明効果を達成するよう構成されるかを定めることができる。

20

【0059】

上述されたように、連続モードで動作するバックレギュレータ回路に関し、ソース電圧 V_{source} に対する負荷電圧 V_{load} の比は、次の関係:

$$V_{load} / V_{source} = t_{on} / T = D$$

30

に従って、トランジスタスイッチのデューティサイクルに関連する。ここで、Dは、トランジスタスイッチのデューティサイクルであり、 t_{on} は、スイッチが導通している時間量であり、Tは、1スイッチング周期の時間である(すなわち、 $T = t_{on} + t_{off}$)。上記の関係及び図4Aから明らかなように、フリーホイールブランチ180におけるLEDに関し、フリーホイールLED220に供給される時間平均電流 $\langle I_F \rangle$ は、トランジスタスイッチ122のデューティサイクルに依存する。より具体的に、ソース電圧 V_{source} が増大するにつれ、フィードバック制御回路130は制御信号140をトランジスタスイッチ122に送信して、(t_{on} を減少させることによって)そのデューティサイクルを増大させ、一定の負荷電流 I_{load} を保つようにする。フリーホイールLED220は、トランジスタスイッチが導通していないスイッチング周期の一部の間(すなわち、 t_{off} の間)、アクティブにされるので、ソース電圧 V_{source} の増大はデューティサイクルの減少(すなわち、 t_{off} の増大)を引き起こす。これにより、更なる電力がレギュレータ回路のフリーホイールブランチにおけるLED220に供給されるようになる。

40

【0060】

対照的に、スイッチブランチ170におけるLEDに関し、スイッチLED210に供給される電力はソース電圧 V_{source} に反比例する。すなわち、ソース電圧 V_{source} が増大すると、トランジスタスイッチ122のデューティサイクル、すなわち、導通時間(t_{on})が減少する。スイッチ導通時間 t_{on} の減少は、スイッチLED210に供給される時間平均電流 $\langle I_S \rangle$ の減少をもたらすと同時に、スイッチLED21

50

0への電力も減少させる。このように、ソース電圧 V_{source} を増大させることによって、スイッチブランチ170におけるLEDへ供給される電力は減少し、フリーホイールブランチ180におけるLEDへ供給される電力は増大し、負荷ブランチ160におけるLEDへ供給される電力は、バックレギュレータ回路によって供給される調整された負荷電流 I_{load} により、比較的一定のままである。反対に、ソース電圧 V_{source} が減少する場合は、スイッチブランチ170におけるLEDへ供給される電力は増大し、フリーホイールブランチ180におけるLEDへ供給される電力は減少する。

【0061】

ソース電圧とスイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180の夫々における時間平均駆動電流との間の上記関係は、連続モードで動作するバックレギュレータ回路に少なくとも部分的に依存する。上述されたように、従来のバックレギュレータ回路は、連続モード又は不連続モードのいずれで動作してもよい。図3において表されているように、連続モードの間、インダクタ124を通して流れる電流は、トランジスタスイッチ122のスイッチング周期でゼロに下がらない。対照的に、トランジスタスイッチ122のデューティサイクルが極めて低く、それにより、 t_{off} が t_{on} よりもずっと長い場合は、トランジスタスイッチ122が閉じられる場合に少量のエネルギーしかインダクタ124に保持されず、このエネルギーは、トランジスタスイッチ122が開く場合に、直ちに消散し、インダクタ124を通して流れる電流が、スイッチング周期のオフ部分の間ゼロに下がることを可能にするとともに、レギュレータ回路が不連続モードで動作するようにする。スイッチングレギュレータ回路が不連続モードで動作する場合、フリーホイールブランチ180における電流は期間 t_{off} の間ゼロになる。従って、スイッチング周期の一部の間フリーホイールLED220へ供給される駆動電流がこのように十分でないことは、フリーホイールブランチ180におけるLEDの予測不可能な又は好ましくない性能をもたらす。

【0062】

図4Aに示されるバックレギュレータ回路のスイッチブランチ170、フリーホイールブランチ180、及び負荷ブランチ160のうちの2又はそれ以上において、異なるスペクトルの放射を発生させるLEDを配置することによって、可変な色及び/又は色温度の照明効果が、単一のレギュレータ回路を用いて達成され得る。例えば、1つの例となる実施形態において、負荷ブランチ160におけるLED230は、本質的に白色の光を発生してよく、スイッチブランチ170におけるLED210は、本質的に赤色の光を発生してよく、フリーホイールブランチ180におけるLED220は、本質的に青色の光を発生してよい。

【0063】

より具体的には、1又はそれ以上の赤色LEDがスイッチブランチ170に配置され、且つ、1又はそれ以上の青色LEDがフリーホイールブランチ180に配置される場合に、ソース電圧 V_{source} の増大は、トランジスタスイッチ122のデューティサイクルにおける対応する減少をもたらす。このデューティサイクルの減少は、フリーホイールLED220へ供給される電力の増大(より青色の光)と、スイッチLED210へ供給される電力の減少(より赤色でない光)とを生じさせ、結果として、照明装置200から出力される複合光の色温度における認知される増大をもたらす。すなわち、照明装置200の複合光出力は、更なる青色スペクトル成分を有する更に冷たい温度を有すると認識されてよい。図4Bは、どのような相関色温度(CCT)がソース電圧 V_{source} (図4Bにおける V_{in})の関数として変化するかを実証することによって、この実施形態に対応するシミュレーションの結果を示す。平均スイッチ経路電流は入力電圧の増大と共に減少し、且つ、平均フリーホイールダイオード経路電流は入力電圧の増大と共に増大するので、照明装置からの光出力は、ソース電圧が増大するにつれて、より高いCCTを有して、赤みが減っている、すなわち、より寒色であるよう現れる。

【0064】

他の実施形態において、スイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180に

10

20

30

40

50

おけるLEDの色が反対にされてよく、それにより、スイッチブランチ170におけるLED210は、本質的に青色の光を発生し、フリーホイールブランチ180におけるLED220は、本質的に赤色の光を発生する。これらの実施形態のいずれにおいても、ソース電圧 V_{source} の変化は、存在する場合に夫々のブランチにおけるLEDによって生成される複合スペクトルにより生ずる照明装置200から発せられる概して白色の光の認知される色温度を変化させる効果を有してよい。

【0065】

より具体的には、この実施形態において、この例におけるソース電圧 V_{source} の減少は、スイッチブランチ170における赤色LEDへ供給される電力が増大し、且つ、フリーホイールブランチ180における青色LEDへ供給される電力が減少するので、トランジスタスイッチ122のデューティサイクルの対応する増大と、照明装置200から発せられる複合白色光の色温度の認知される低下とをもたらす。図4Cは、どのように相関色温度(CCT)がソース電圧 V_{source} (図4Cにおける V_{in})の関数として変化するのかを実証することによって、この実施形態に対応するシミュレーションの結果を示す。平均スイッチ経路電流は入力電圧の増大と共に減少し、且つ、平均フリーホイールダイオード経路電流は入力電圧の増大と共に増大するので、照明装置からの光出力は、ソース電圧が増大するにつれて、より低いCCTを有して、より赤みがかかる、すなわち、より暖色であるよう現れる。

【0066】

赤色、青色、又は白色の光を発生するLEDしか図4Aの装置に関連して論じられていないが、様々な出力スペクトルを有するLEDが装置の異なるブランチにおけるいずれかの組合せにおいて使用されてよく、発明実施形態の様相はこの点において限定されないと容易に理解されるべきである。例えば、負荷ブランチにおけるLEDは赤色LED、青色LED及び緑色LEDの組合せを有してよく、負荷LEDの組合せが相前後してアクティブにされる場合に、負荷LEDは本質的に白色の光を発生するよう見える。

【0067】

他の実施形態において、図5に示される照明装置300は、スイッチブランチ170における少なくとも1つの第1の色を有するLED210と、バックレギュレータ回路205のフリーホイールブランチ180における、少なくとも1つの第2の色を有するLED220とを有する。この実施形態において、図4Aに示されるLED230に代えて、負荷抵抗310は又はその他適切な負荷要素が負荷ブランチ160に挿入されてよい。バックコンバータの適切な働きを確かにするために、抵抗性負荷は、インダクタ124が常に電流を伝える(すなわち、連続モードが保たれる)ことを確かにするよう公称値を有してよい。抵抗性負荷の公称値は、所望の入力電圧と、スイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180を通る電流とを考慮することによって、決定されてよい。例えば、12Vの公称DCソース電圧 V_{source} を用いてスイッチLED210及びフリーホイールLED220の夫々へ500mAの平均電流を供給することが望まれる実施形態において、フィードバック制御回路130は、(6VDC出力を前提として)50%デューティサイクルでトランジスタスイッチ122を動作させるよう構成されてよい。この例で、LEDに必要とされる出力電流は $2 \times 500 \text{ mA} = 1 \text{ A}$ の出力電流であり、負荷抵抗310の公称値は $6 \text{ V} / 1 \text{ A} = 6 \text{ オーム}$ であってよく、負荷抵抗310は、たった6ワットの電力しか消散しない。インダクタ124を通る電流フローが連続的でない場合、負荷電圧 V_{load} 又は負荷電流 I_{load} の有効な調整は可能でなくなり、従って、幾つかの用途には受け入れられないことがある。

【0068】

図5の実施例において、スイッチLED210は第1の色を有してよく、フリーホイールLED220は第2の色を有してよい。例えば、共通陰極二色(緑-赤)LEDに関し、赤色LEDは、LED210として、スイッチブランチ170で接続されてよく、緑色LEDは、LED220として、フリーホイールブランチ180において接続されてよい。上述されたように、スイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180にお

10

20

30

40

50

るLEDの夫々に供給される電力は、トランジスタスイッチ122のデューティサイクルが、調整された電流 I_{load} を負荷 R_1 に供給するようフィードバック制御回路130によって自動的に調整される場合に、回路に供給されるソース電圧 V_{source} の関数である。

【0069】

図5における回路の動作の一例において、ソース電圧 V_{source} が負荷電圧 V_{load} の2倍である場合、トランジスタスイッチのデューティサイクルは50%であり、スイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180におけるLEDの夫々に供給される電力はおおよそ等しい(なぜなら、 $t_{on} = t_{off}$)。この場合に、照明装置300からの認知される複合光は、略等しい電力がスイッチブランチ170における赤色LED及びフリーホイールブランチ180における緑色LEDに供給されるので、橙色である。しかし、ソース電圧 V_{source} が増大するにつれ、フィードバック制御回路130は、安定した負荷電圧 V_{load} 又は負荷電流 I_{load} を保つようトランジスタスイッチ122のデューティサイクルを減じる(すなわち、 t_{on} を減じる)ように、トランジスタスイッチ122の制御信号を供給する。トランジスタスイッチ122のデューティサイクルの減少は、スイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180におけるLEDに対して相対する効果を有する。スイッチLED210へ供給される電力は、 t_{on} が減少するにつれて減少し、結果として、スイッチLED210から発せられる赤色光の強さは弱まる。対照的に、フリーホイールLED220へ供給される電力は、 t_{on} が減少する(t_{off} が増大する)につれて増大し、結果として、フリーホイールLED220から発せられる緑色光の強さは強まる。このように、ソース電圧の増大時に照明装置300から発せられる認知される複合光は、存在する場合にスイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180におけるLEDによって発せられる光の混合スペクトルにより、圧倒的に緑色として現れる。対照的に、ソース電圧 V_{source} の減少は、複合光出力が圧倒的に赤色として現れる認知される色変化をもたらす。

【0070】

容易に理解されるように、如何なる適切なカラーLEDも、所望の照明効果に依存して、照明装置300におけるスイッチLED210及びフリーホイールLED220に使用されてよく、二色(赤-緑)LEDに係る上記の例は、単に例示のために与えられている。例えば、スイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180の両方における1又はそれ以上のLEDは、本質的に白色の光として認知される光を発してよい。しかし、スイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180の一方のブランチにおけるLEDは、認知される“より暖かな”色温度を有してよく、他方のブランチにおけるLEDは、認知される“より冷たい”色温度を有してよい(例えば、LED210は、“暖かい”白色光に対応する第1のスペクトルを有する第1の放射を発生させる1又はそれ以上の第1の白色LEDを有してよく、LED220は、“冷たい”白色に対応する第2のスペクトルを有する第2の放射を発生させる1又はそれ以上の第2の白色LEDを有してよい。あるいは、その逆の場合も考えられる。)。この例となる構成において、ソース電圧 V_{source} に対する変化は、照明装置におけるLEDによって生成される光の複合スペクトルの認知される色温度を増大又は低減してよい。

【0071】

更なる他の実施形態は、1又はそれ以上のLEDが、必ずしもスイッチブランチ170及びフリーホイールブランチ180の両方においてではなく、スイッチブランチ170又はフリーホイールブランチ180において接続されてよい照明装置を対象とする。図6Aに示されるように、照明装置400は、第1のLED210がスイッチブランチ170において接続され、第2のLED230が負荷ブランチ160において接続されるバックレギュレータ回路205を有する。フリーホイールダイオード128は、従来のバックコンバータにおいて通常使用されている、高速な回復時間を有するダイオードであってよい。図6Aに基づく1つの例となる実施において、スイッチブランチ170におけるLED210は緑色LEDであってよく、負荷ブランチ160におけるLED230は黄色LED

であってよい。ソース電圧 V_{source} の変更は、フィードバック制御回路 130 に、調整された負荷電流 I_{load} を負荷ブランチ 160 における LED 230 へ供給するようトランジスタスイッチ 122 のデューティサイクルを然るべく変化させる。この構成における照明装置 400 から発せられる認知される複合光は、ソース電圧 V_{source} が変化すると、黄色から緑色の連続スペクトルに沿って然るべく変化しうる。

【0072】

図 6 A に表される回路の少なくとも 1 つの利点は、スイッチブランチ 170 における LED を通る最大電力の到達が、ソース電圧 V_{source} を、回路の電力消費を制限しながら、依然としてバックレギュレータ回路が連続モードで動作するのに十分な電圧を供給し、且つ、負荷ブランチ 160 における LED へ適切な電力を供給することができる小さい値まで減少させることによって、実現されることである。このような低電力実施形態は、様々な照明環境において有用であり、かかる実施形態の実施は、あらゆる点で限定されない。

【0073】

図 6 B は、図 6 A に示される照明装置 400 のスイッチブランチ 170 における LED が赤色 LED である場合に、相関色温度に対するソース電圧の影響を実証するシミュレーションの結果を表す。図 6 B に示されるように、ソース電圧 V_{source} (図 6 B における V_{in}) が増大するにつれて、平均スイッチ経路電流は減少する。このように、照明装置による光出力は、ソース電圧が高いほどより高い CCT を有して、より赤色でない、すなわち、寒色であるよう現れる。

【0074】

照明装置の上記実施形態における回路部品は、如何なる適切な値を有してもよい。例えば、図 4 B、図 4 C 及び図 6 B のシミュレーションにおいて、回路部品は次の値を有する： $R_{sample} = 0.5$ 、インダクタ 124 = 220 μ H、キャパシタ 126 = 1 μ F、及び制御 IC は L4976D であった。当然、これらの値は単なる例示であり、ここで記載される照明装置の回路部品は他の適切な値を有してもよい。

【0075】

他の実施形態において、図 1 に示される従来のバックコンバータのフリーホイールダイオード 128 は、図 7 に表されるように、LED 220 により置換されてよい。照明装置 500 のこのような構成は、同様の照明効果が、回路のスイッチブランチにおいて追加の LED を接続して複雑さを増すことなく、図 6 A に示される照明装置 400 に関連して上述されたように生じることを可能にしてよい。すなわち、照明装置 500 は、照明装置 400 に関して上述されたように、単一の色次元に沿って変化するよう照明装置から発せられる認知される複合光の発生を助ける。例えば、フリーホイール LED 220 に供給される電力はソース電圧 V_{source} に比例するので、ソース電圧の増大は、所望の照明効果を生成するようフリーホイール LED 220 に供給される電力の増大をもたらす。

【0076】

ここまでで論じられた例となる実施形態は、バックレギュレータ回路 205 の 2 又はそれ以上のブランチにおいて 1 又はそれ以上の LED を有するが、更なる他の実施形態において、LED はスイッチブランチ 170 又はフリーホイールブランチ 180 のいずれか一方において接続されてよく、何らかの適切な値を有する負荷抵抗又は他の適切な抵抗デバイスはバックレギュレータ回路の負荷ブランチにおいて接続されてよい。負荷抵抗又は他の抵抗デバイスの目的は光を発生することではなく、むしろ、(例えば、連続モードにおける)バックレギュレータ回路の適切な動作を可能にし、且つ、所望のデューティサイクルを設定するのに役立つことである。かかる実施形態において、ソース電圧 V_{source} の変動は、存在する場合に LED へ供給される電力を、上記の原理に従って然るべく増大又は減少させる。そのようなものとして、ソース電圧 V_{source} の変動は、必ずしもスイッチブランチ 170 及びフリーホイールブランチ 180 の両方でなくとも、スイッチブランチ 170 又はフリーホイールブランチ 180 のいずれか一方において 1 又はそれ以上の LED を有する照明装置から発せられる光について、認知される調光効果をもたら

10

20

30

40

50

す。

【0077】

印加されるソース電圧 V_{source} の変動に基づいて変更される可変な色及び/又は色温度特性を有する複合光を発生させるようここで記載される少なくとも一部の発明実施形態は、所望の照明効果を生じるようソース電圧が意図的に変更されることを必要とする。そのようなものとして、上述されるように、幾つかの実施形態は、図4～7に表されるように、ソース電圧を変化させるよう少なくとも1つのユーザインターフェース (UI) 610を有してよい。1つの適切なユーザインターフェース610は、制御可能な電圧源212に接続されている可変抵抗又はポテンショメータ等のアナログデバイスを有してよい。ポテンショメータの値を調整することによって、トランジスタスイッチ122に印加されるソース電圧は、然るべく調整されてよい。代替的に、ユーザインターフェース610は、デジタル-アナログコンバータ (DAC) 及び/又はマイクロプロセッサを含むがこれらに限られないデジタルデバイスを有してよく、更に、ユーザインターフェース610は、ソース電圧 V_{source} を可変的に制御するよう、何らかの適切な方法で様々な実施形態の照明装置へ接続されてよい。

10

【0078】

幾つかの実施形態において、ユーザインターフェース610は、図8に示されるように、可変電圧源212及びフィードバック制御回路130の両方と連動するよう構成されてよい。このような配置は、LEDを内蔵する照明システムを介して、多数の他の照明効果とともに、白熱光源のシミュレーションを助けることができる。例えば、白熱光源が減光される場合に、一般に、放射光の認知される色温度も低下し、それにより、光は、より赤みがかった、すなわち暖色特性を有するよう見える。幾つかの実施において、フィードバック制御回路130における設定点 (基準電圧 V_{ref}) 及びソース電圧 V_{source} の両方を制御することは、スイッチングレギュレータ回路の負荷ブランチに配置されているLEDの減光と、スイッチングレギュレータ回路のスイッチブランチ及びフリーホイールブランチにおけるLEDの動作により照明装置から発せられる複合光の色温度の同時の増大/低下とを可能にする。

20

【0079】

具体的に、本質的に白色の光を発するLEDが負荷ブランチ160に挿入され、赤色LEDがスイッチブランチ170に挿入され、青色LEDがフリーホイールブランチ180に挿入されている図4Aに表される上記例を考える。ユーザインターフェース610は、フィードバック制御回路130における設定点 (例えば、 V_{ref}) を調整するよう構成されてよく、かかる設定の調整により、負荷ブランチにおけるLEDに供給される電力は減少し、負荷LEDによって発せられる白色光の認知される輝度を低減させる (すなわち、減光を生じさせる)。同時に、ソース電圧は低減されてよく、それによって、スイッチブランチにおける赤色LEDへ供給される時間平均駆動電流 $\langle I_s \rangle$ は増え、フリーホイールブランチにおける青色LEDに供給される時間平均駆動電流 $\langle I_f \rangle$ は減る。結果として得られる複合光出力は、光出力の総体的な輝度が減少するにつれて、より赤色のスペクトル特性を有する更に暖かな色温度を伴う本質的に白色の光であってよい。反対に、設定点は、負荷ブランチにおけるLEDに供給される電力を増大させて、それらの強さを強めるようユーザインターフェース610を介して調整されてよく、同時に、ソース電圧は、照明装置の複合光出力が、より青色のスペクトル特性を有する更に冷たい色温度を有すると認識される白色光であるように、増大してよい。ユーザインターフェース内の回路は、スイッチングレギュレータ回路の動作を連続モードで保つように、フィードバック制御回路130における設定点及び/又はソース電圧が調整され得る程度に対して制限を課してよい。このような概念は、(スイッチブランチ及びフリーホイールブランチの一方のみに配置される) 1又はそれ以上のLEDによって生成される赤色スペクトル及び青色スペクトルの一方のみを用いて用いられてよい。

30

40

【0080】

幾つかの実施形態において、ここで開示される1又はそれ以上の照明装置のユーザイン

50

ターフェース610は、ネットワーク構成における1又はそれ以上の照明装置の相互接続を助けるようアドレス可能なプロセッサを更に有してよい。ネットワーク接続において、所与の照明装置に印加されるソース電圧 V_{source} （及び任意に基準電圧 V_{ref} ）は、その所与の照明装置を特別に対象としたアドレッシングされた照明コマンドに応答して、個別的に制御可能であってよい。かかる照明コマンドは、様々な方法においてネットワーク上で送信されてよく、幾つの場合では、ネットワークを形成するよう結合されている複数のこのような照明装置を制御する中央コントローラから生じてよい。より具体的に、ネットワーク環境において、制御コマンドは、1又はそれ以上の照明装置を含む多種多様なデバイスに与えられてよく、制御コマンドは、アドレス可能な照明装置ごとに、所望のソース電圧（及び/又は基準電圧）に関する情報を含んでよい。所与の装置のプロセッサは、そのプロセッサを対象とした特定の情報/データを識別してよく、該プロセッサは、（例えば、ユーザインターフェース610の部分としてのDACの調整を介して）然るべく照明装置のソース電圧（又は任意に基準電圧）を制御するよう情報/データを処理してよい。当然、本開示の様々な実施形態に従い且つネットワーク環境のために構成される照明装置は、DMX、RS-232、X10及びDALIを含むがこれらに限られない様々な通信プロトコルのいずれかに応答してよい。

【0081】

幾つかの発明実施形態がここで記載及び図示されてきたが、当業者は、ここで記載される利点の1若しくはそれ以上及び/又は結果を得ること及び/又は機能を実行すること等のための様々な他の手段及び/又は構造に容易に想到可能であり、このような変形及び/又は改良の夫々は、ここで記載される発明に係る実施形態の適用範囲内にあると見なされる。より一般的には、ここで記載される全てのパラメータ、寸法、材料、及び構成は例示であるよう意図され、実際のパラメータ、寸法、材料、及び/又は構成が、発明に係る技術が使用される具体的な用途に依存することは、当業者にとって明らかである。当業者は、ここで記載される具体的な実施形態と等価な多数のものを認識し、又は、ただの決まり切った実験によって確かめることができる。従って、当然、上記の実施形態は、単なる一例として提示され、添付の特許請求の範囲及びそれと等価なものの適用範囲内で、発明の実施形態は、具体的に記載及び請求されているものとは違うふうに行われてよい。本開示の実施形態は、ここで記載される夫々の個々の機能、システム、項目、材料、キット、及び方法を対象とする。更に、2又はそれ以上のこのような機能、システム、項目、材料、キット、及び/又は方法の如何なる組合せも、このような特徴、システム、項目、材料、キット、及び/又は方法が相互に矛盾していない場合は、本開示の発明範囲内に含まれる。

【0082】

ここで定義され、使用される全ての定義は、辞書の定義、参照により援用される文献における定義、及び/又は定義される用語の当たり前の定義を含むと理解されるべきである。

【0083】

明細書及び特許請求の範囲で使用されている不定冠詞「1つの(a又はan)」は、別段明示されない限り、「少なくとも1つ」を意味すると解されるべきである。

【0084】

明細書及び特許請求の範囲で使用される「及び/又は」という表現は、そのように結合されている要素、すなわち、幾つの場合において接続詞的に存在し且つ他の場合において選言的に存在する要素のいずれか一方又は両方を意味すると解されるべきである。「及び/又は」を有して挙げられている複数の要素は、同じように、すなわち、そのように結合されている要素の「1又はそれ以上」と、解されるべきである。任意に、他の要素が、「1又はそれ以上」によって具体的に特定されている要素以外に、これらの具体的に特定されている要素に関連しようとしなかりと、存在してよい。このように、限定されない例として、「A及び/又はB」との言及は、例えば「有する(comprising)」等の制約のない語とともに使用される場合に、一実施形態ではAのみ（任意にB以外の要素を含む。

10

20

30

40

50

)、他の実施形態ではBのみ(任意にA以外の要素を含む。)、更なる他の実施形態ではA及びBの両方(任意に他の要素を含む。)等を表すことができる。

【0085】

明細書及び特許請求の範囲で用いられるように、「又は(若しくは)」は、上記の「及び/又は」と同じ意味を有すると解されるべきである。例えば、列挙される事項を分ける場合に、「又は」又は「及び/又は」は、包含的である、すなわち、多数の要素及び任意に更なる挙げられていない事項の少なくとも1以上の包含と解釈されるべきである。「ただ1つ」又は「まさに1つ」、あるいは、特許請求の範囲で使用される場合に、「から成る」といったような明らかに正反対を示す語は、多数のリストのうちまさに1つの要素の包含を表す。一般に、ここで使用される語「又は(若しくは)」は、「いずれか一方」、
10 「一方」、「ただ1つ」又は「まさに1つ」といった排他的な用語が負荷される場合に、排他的な代替(すなわち、「両方ではなく一方又は他方」)を示すだけで解されるべきである。

【0086】

明細書及び特許請求の範囲で用いられるように、「少なくとも1つの」という表現は、1又はそれ以上の要素のリストに関連して、このリストに含まれるいずれの要素の1又はそれ以上から選択される少なくとも1つを意味するが、必ずしもリスト内で具体的に挙げられているありとあらゆる要素のうち少なくとも1つを含むとは限らず、かつ、リストに含まれる要素の何らかの組合せを排除しない。この定義は、また、「少なくとも1つの」という表現によって言及される要素のリスト内で具体的に特定されている以外の要素が
20 、具体的に特定されているそれらの要素に関連があろうとなかろうと、任意に存在してよいことを可能にする。このように、制限されない例として、「A及びBのうち少なくとも1つ」(又は、同等に「A又はBの少なくとも1つ」、又は、同等に「A及び/又はBの少なくとも1つ」)は、一実施形態において、任意に、Bが存在せず(任意に、B以外の要素を含んでよい。)1よりも多いAを含む少なくとも1つ、他の実施形態で、任意に、Aが存在せず(任意に、A以外の要素を含んでよい。)1よりも多いBを含む少なくとも1つ、更なる他の実施形態で、任意に、1よりも多いAを含む少なくとも1つ、及び、任意に、1よりも多いBを含む(任意に他の要素を含んでよい。)少なくとも1つ等を表すことができる。

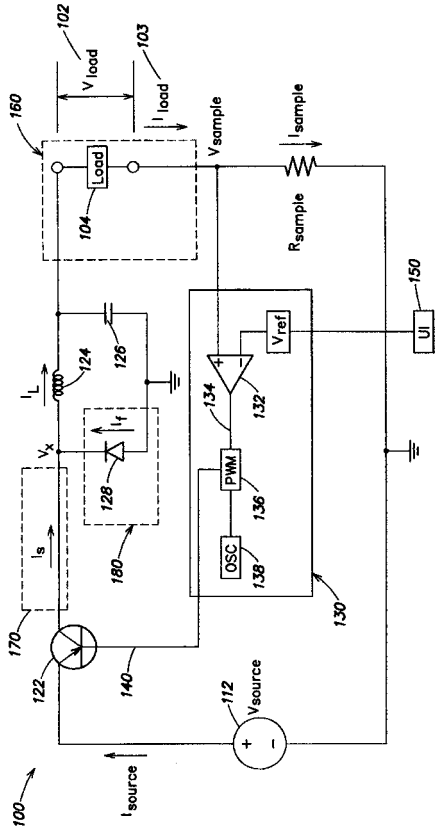
【0087】

また、当然に、別段明示されない限り、1よりも多いステップ又は動作を含む本願で請求される如何なる方法においても、方法の他のステップ又は動作は、必ずしも、方法のステップ又は動作が挙げられている順序に制限されない。

【0088】

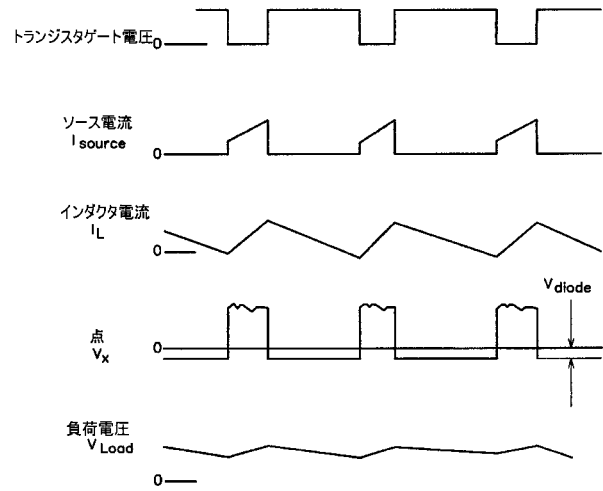
特許請求の範囲及び上記明細書中記載において、「有する、含む、保持する、伴う、備える、持つ、から成る(comprising、including、carrying、having、containing、involving、holding、composed of)」等の全ての移行句は、制限がない、すなわち、「含む」を意味するが、それに限定されないと解されるべきである。移行句「から成る(composed of)」及び「本質的に~から成る(consisting essentially of)」のみは、夫々、
40 閉鎖的又は半閉鎖的な移行句である。

【図1】



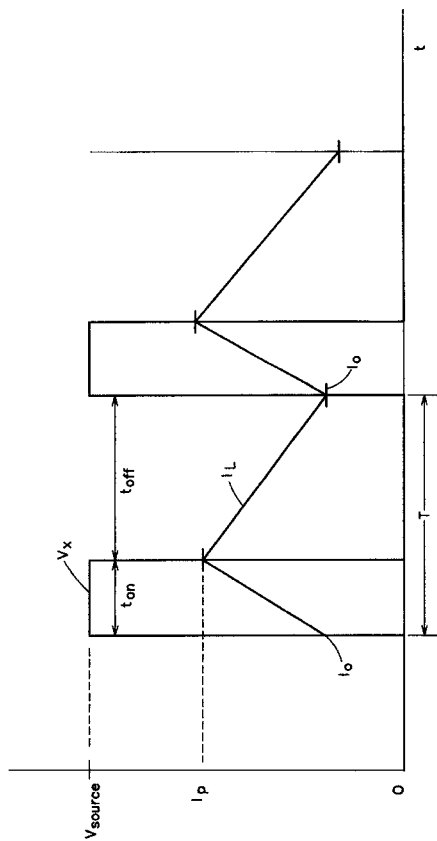
(先行技術)

【図2】



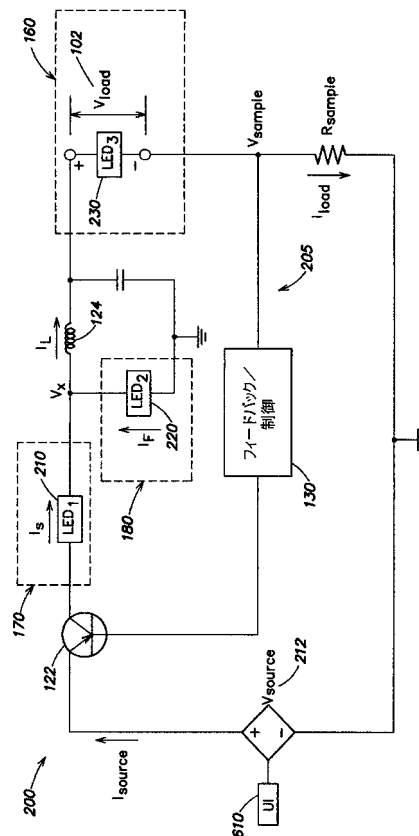
(先行技術)

【図3】

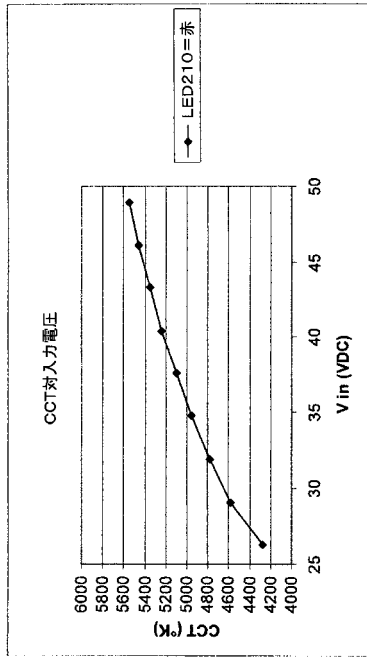


(先行技術)

【図4A】



【 図 6 B 】



【 図 7 】

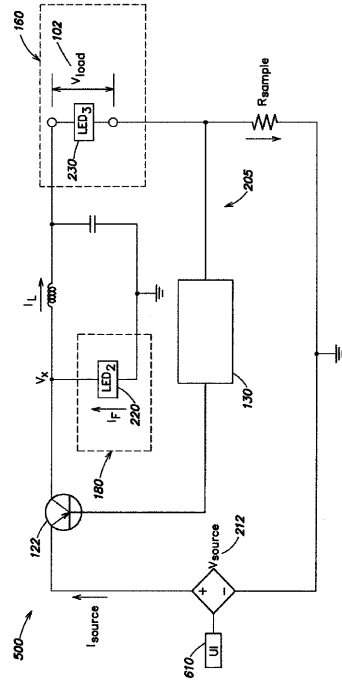


FIG. 7

【 図 8 】

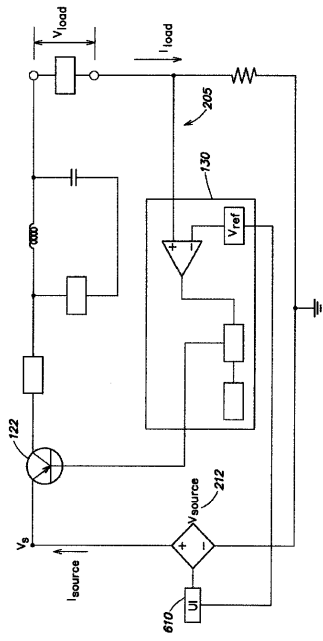


FIG. 8

フロントページの続き

(72)発明者 モス, ティモシー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 10510-8001 ブライアクリフ・マナー スカーボロ
・ロード 345 ピー・オー・ボックス 3001

審査官 関 信之

(56)参考文献 特開2002-008409(JP, A)

特開2007-142057(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 37/02

H01L 33/00

H01L 51/50