

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5635598号
(P5635598)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014.12.3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014.10.24)

(51) Int.Cl.

G05F 1/613 (2006.01)
H01L 33/00 (2010.01)

F 1

G05F 1/613
H01L 33/00

J

請求項の数 108 (全 80 頁)

(21) 出願番号 特願2012-514116 (P2012-514116)
 (86) (22) 出願日 平成22年6月3日 (2010.6.3)
 (65) 公表番号 特表2012-529124 (P2012-529124A)
 (43) 公表日 平成24年11月15日 (2012.11.15)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2010/037206
 (87) 國際公開番号 WO2010/141684
 (87) 國際公開日 平成22年12月9日 (2010.12.9)
 審査請求日 平成25年5月30日 (2013.5.30)
 (31) 優先権主張番号 12/478,293
 (32) 優先日 平成21年6月4日 (2009.6.4)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 12/729,081
 (32) 優先日 平成22年3月22日 (2010.3.22)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 512322416
 ポイント ソミー リミテッド ライアビ
 リティ カンパニー
 アメリカ合衆国, デラウェア州 1990
 4, ドーバー, グリーンツリー ドライブ
 160, スイート 101
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (72) 発明者 シュタインベルグ, アナトリー
 アメリカ合衆国 95120 カリフォル
 ニア, サンホセ, クウェイル クリーカ
 サークル 1191

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 A C 線電力を照明デバイスに供給する装置、方法、およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

A C 電力を受け取るように結合可能な複数の発光ダイオードに電力を供給する方法であつて、

前記複数の発光ダイオードは直列に結合され、かつ発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの各セグメントは1つまたは複数の発光ダイオードを備え、発光ダイオードの前記複数のセグメントは直列に結合され、かつ、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように、対応する複数のスイッチに結合され、

A C 電圧間隔の第1の部分の間に第1のパラメータに応答して、第2のパラメータの値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えること、

前記 A C 電圧間隔の第2の部分の間、第2のパラメータを監視し、前記第2のパラメータの現在の値が前記第2のパラメータの前記記憶されている値と実質的に等しいことに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えること、

前記 A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定することと、

前記 A C 電圧が位相変調されていることに応答して、位相変調された A C 電圧レベルに
対応する発光ダイオードのセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるよ

うに切り替えることと、
を含む方法。

【請求項 2】

A C 電力を受け取るように結合可能な複数の発光ダイオードに電力を供給する方法であつて、

前記複数の発光ダイオードは直列に結合され、かつ発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの各セグメントは1つまたは複数の発光ダイオードを備え、発光ダイオードの前記複数のセグメントは直列に結合され、かつ、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように、対応する複数のスイッチに結合され、

A C 電圧間隔の第1の部分の間に第1のパラメータに応答して、第2のパラメータの値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、

前記 A C 電圧間隔の第2の部分の間、第2のパラメータを監視し、前記第2のパラメータの現在の値が前記第2のパラメータの前記記憶されている値と実質的に等しいことに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることと、

前記 A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定することと、

前記 A C 電圧が位相変調されていることに応答して、前記位相変調された A C 電圧の時間間隔に対応する発光ダイオードのセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、

を含む方法。

【請求項 3】

前記 A C 電圧は整流 A C 電圧を含み、前記方法は、

前記整流 A C 電圧が実質的に零に近い時点を判定することをさらに含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記整流 A C 電圧が実質的に零に近い時点を判定することによって前記 A C 電圧間隔を求めるることをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 A C 電圧間隔の前記第1の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第1の複数の時間間隔を求めることと、

前記 A C 電圧間隔の前記第2の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第2の複数の時間間隔を求めるることとをさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記 A C 電圧間隔の前記第1の部分の間に、前記第1の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、発光ダイオードの次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、

前記 A C 電圧間隔の前記第2の部分の間に、前記第2の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、逆の順序で、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることとをさらに含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第1のパラメータおよび前記第2のパラメータは、時間パラメータ、時間間隔、または時間ベースのパラメータ、またはクロック・サイクル・カウントの少なくとも1つである、請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

【請求項 8】

前記 A C 電圧を整流して整流 A C 電圧を生成することをさらに含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記第1のパラメータは発光ダイオード電流レベルであり、前記第2のパラメータは整流AC入力電圧レベルである、請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

発光ダイオード電流レベルが前記AC電圧間隔の前記第1の部分の間に所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流AC入力電圧レベルの第1の値を求めて記憶し、発光ダイオードの第1のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、

前記発光ダイオード電流レベルを監視することと、

その後、前記発光ダイオード電流レベルが前記AC電圧間隔の前記第1の部分の間に前記所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流AC入力電圧レベルの第2の値を求めて記憶し、発光ダイオードの第2のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることとをさらに含む、請求項9に記載の方法。 10

【請求項 11】

前記整流AC入力電圧レベルを監視することと、

前記整流AC入力電圧レベルが、前記AC電圧間隔の前記第2の部分の間に前記第2の値に達したことに応答して、発光ダイオードの前記第2のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることと、

前記整流AC入力電圧レベルが、前記AC電圧間隔の前記第2の部分の間に前記第1の値に達したことに応答して、発光ダイオードの前記第1のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることとさらに含む、請求項10に記載の方法。 20

【請求項 12】

前記AC電圧間隔の前記第1の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが連続的に所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流AC入力電圧レベルの対応する値を求めて記憶し、かつ発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように連続的に切り替えることと、

前記AC電圧間隔の前記第2の部分の間に、前記整流AC入力電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したことに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることとをさらに含む、請求項9に記載の方法。 30

【請求項 13】

発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることは、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように連続的に切り替えることと逆の順序で行われる、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

発光ダイオード電流レベルが前記AC電圧間隔の前記第1の部分の間に所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流AC入力電圧レベルの第1の値を求めて記憶することと、

前記整流AC入力電圧レベルの前記第1の値が実質的に所定の電圧しきい値以上であることに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることとをさらに含む、請求項9に記載の方法。 40

【請求項 15】

発光ダイオードの次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えた場合に発光ダイオード電流レベルが所定のピーク値に達するのに十分な時間が前記AC電圧間隔の前記第1の部分に残っているかどうかを判定することをさらに含む、請求項1又は請求項 2に記載の方法。

【請求項 16】

前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク値に達するのに十分な時間が前記A 50

C電圧間隔の前記第1の部分に残っていることに応答して、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることをさらに含む、請求項1_5に記載の方法。

【請求項17】

前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク値に達するのに十分な時間が前記AC電圧間隔の前記第1の部分に残っていないときに、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるのを控えることをさらに含む、請求項1_5に記載の方法。

【請求項18】

発光ダイオード電流レベルを監視することと、

10

前記AC電圧間隔の前記第2の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク値よりも所定のマージンだけ高いことに応答して、前記第2のパラメータの新しい値を求めて記憶し、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることとをさらに含む、請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項19】

発光ダイオードの第1の複数のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることと、

発光ダイオードの第2の複数のセグメントを、前記第1の直列発光ダイオード電流経路に並列に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることとをさらに含む、請求項1又は請求項2に記載の方法。

20

【請求項20】

前記直列発光ダイオード電流経路は、第1直列発光ダイオード電流経路であって、

前記AC電圧間隔の第3の部分の間に、発光ダイオードの第2の複数のセグメントを、前記AC電圧間隔の前記第1の部分に形成される前記第1の直列発光ダイオード電流経路とは逆の極性を有する第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることと、

前記AC電圧間隔の第4の部分の間に、発光ダイオードの前記第2の複数のセグメントを前記第2の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることとをさらに含む、請求項1又は請求項2に記載の方法。

30

【請求項21】

発光ダイオードの前記複数のセグメントのうちの発光ダイオードの選択されたセグメントはそれぞれ、異なる色または波長の発光スペクトルを有する発光ダイオードを備える、請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項22】

発光ダイオードの前記選択されたセグメントを選択的に前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えて、対応する照明効果を実現することをさらに含む、請求項2_1に記載の方法。

【請求項23】

発光ダイオードの前記選択されたセグメントを選択的に前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えて、対応する色温度を実現することをさらに含む、請求項2_1に記載の方法。

40

【請求項24】

AC電圧を受け取るように結合可能な装置であって、

整流AC電圧を生成するように構成された整流器と、

直列に結合された複数の発光ダイオードであって、前記複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記複数のセグメントは直列に結合される、複数の発光ダイオードと、

発光ダイオードの前記複数のセグメントに対応して結合され、かつ、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあ

50

るいは前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成された複数のスイッチと、

発光ダイオード電流レベルを検知するように構成された電流センサと、

整流 A C 電圧レベルを検知するように構成された電圧センサと、

複数のパラメータを記憶するように構成されたメモリと、

前記複数のスイッチ、前記メモリ、前記電流センサ、および前記電圧センサに結合されたコントローラであって、整流 A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの対応する値を求めてメモリに記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつ、前記整流 A C 電圧間隔の第 2 の部分の間、前記整流 A C 電圧レベルを監視し、前記整流 A C 電圧レベルの現在の値が前記整流 A C 電圧レベルの記憶されている対応する値に実質的に等しくなったことに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成された、コントローラと、を備え、

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定するように構成され、

前記整流 A C 電圧が位相変調されていることに応答して、前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧レベルに対応する発光ダイオードのセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。

【請求項 25】

A C 電圧を受け取るように結合可能な装置であって、

整流 A C 電圧を生成するように構成された整流器と、

直列に結合された複数の発光ダイオードであって、前記複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記複数のセグメントは直列に結合される、複数の発光ダイオードと、

発光ダイオードの前記複数のセグメントに対応して結合され、かつ、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成された複数のスイッチと、

発光ダイオード電流レベルを検知するように構成された電流センサと、

整流 A C 電圧レベルを検知するように構成された電圧センサと、

複数のパラメータを記憶するように構成されたメモリと、

前記複数のスイッチ、前記メモリ、前記電流センサ、および前記電圧センサに結合されたコントローラであって、整流 A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの対応する値を求めてメモリに記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつ、前記整流 A C 電圧間隔の第 2 の部分の間、前記整流 A C 電圧レベルを監視し、前記整流 A C 電圧レベルの現在の値が前記整流 A C 電圧レベルの記憶されている対応する値に実質的に等しくなったことに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成された、コントローラと、を備え、

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定するように構成され、

前記整流 A C 電圧が位相変調されていることに応答して、前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧レベルの時間間隔に対応する発光ダイオードのセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。

【請求項 26】

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧レベルが実質的に零に近いことに応答して、対応する同期信号を生成するように構成される、請求項 24 又は請求項 25 に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧レベルが実質的に零に近いことを判定することによって、前記整流 A C 電圧間隔を求める、請求項 24 又は請求項 25 に記載の装置。

【請求項 28】

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの第 1 の値を求めて前記メモリに記憶し、発光ダイオードの第 1 のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、前記発光ダイオード電流レベルを監視し、かつ、その後、前記発光ダイオード電流レベルが、前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に前記所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの第 2 の値を求めて前記メモリに記憶し、発光ダイオードの第 2 のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 24 又は請求項 25 に記載の装置。 10

【請求項 29】

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧レベルを監視し、前記整流 A C 電圧レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に前記記憶されている第 2 の値に達したことに応答して、発光ダイオードの前記第 2 のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替え、かつ、前記整流 A C 電圧レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に前記記憶されている第 1 の値に達したことに応答して、発光ダイオードの前記第 1 のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成される、請求項 28 に記載の装置。 20

【請求項 30】

前記コントローラはさらに、前記発光ダイオード電流レベルを監視し、前記発光ダイオード電流レベルが A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に再び前記所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの対応する次の値を求めて前記メモリに記憶し、発光ダイオードの次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 24 又は請求項 25 に記載の装置。 30

【請求項 31】

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧レベルを監視し、前記整流 A C 電圧レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に前記次の整流 A C 電圧レベルに達したことに応答して、発光ダイオードの前記対応する次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成される、請求項 30 に記載の装置。 30

【請求項 32】

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの対応する値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように連続的に切り替え、かつ、前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に、前記整流 A C 電圧レベルが対応する値まで低下したことに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成される、請求項 24 又は請求項 25 に記載の装置。 40

【請求項 33】

前記コントローラはさらに、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることを、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと逆の順序で行うように構成される、請求項 32 に記載の装置。

【請求項 34】

前記コントローラはさらに、発光ダイオードの次のセグメントを前記直列発光ダイオー 50

ド電流経路に含められるように切り替えた場合に前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っているかどうかを判定するように構成される、請求項 2 4 又は請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 3 5】

前記コントローラはさらに、前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っていることに応答して、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつ前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っていないことに応答して、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えないように構成される、請求項 3 4 に記載の装置。 10

【請求項 3 6】

前記コントローラはさらに、発光ダイオード電流レベルを監視し、前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルよりも所定のマージンだけ高いことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの対応する他の値を求めて記憶し、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 2 4 又は請求項 2 5 に記載の装置。 20

【請求項 3 7】

前記コントローラはさらに、発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替え、発光ダイオードの第 2 の複数のセグメントを、前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に並列に第 2 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えるように構成される、請求項 2 4 又は請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 3 8】

発光ダイオードの前記複数のセグメントのうちの発光ダイオードの選択されたセグメントはそれぞれ、異なる色または波長の発光スペクトルを有する発光ダイオードを備える、請求項 2 4 又は請求項 2 5 に記載の装置。 30

【請求項 3 9】

前記コントローラはさらに、発光ダイオードの前記選択されたセグメントを対応する照明効果を実現するように選択的に前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 3 8 に記載の装置。

【請求項 4 0】

前記コントローラはさらに、発光ダイオードの前記選択されたセグメントを対応する色温度を実現するように選択的に前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 3 8 に記載の装置。

【請求項 4 1】

A C 電圧を受け取るように結合可能な装置であって、

直列に結合された第 1 の複数の発光ダイオードであって、前記第 1 の複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントは直列に結合される、第 1 の複数の発光ダイオードと、

制御信号に応答して、発光ダイオードの選択されたセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントに結合された第 1 の複数のスイッチと、

メモリと、

前記第 1 の複数のスイッチおよび前記メモリに結合され、第 1 のパラメータに応答して 50

、 A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、第 2 のパラメータの値を求めて前記メモリに記憶し、第 1 の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、前記 A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、前記第 2 のパラメータの現在の値が実質的に前記第 2 のパラメータの前記記憶されている値と等しいことに応答して、第 2 の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成されるコントローラと、を備え、

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定するように構成され、

前記 A C 電圧が位相変調されていることに応答して、前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの位相変調された A C 電圧レベルに対応するセグメントを、前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。

【請求項 4 2】

A C 電圧を受け取るように結合可能な装置であって、

直列に結合された第 1 の複数の発光ダイオードであって、前記第 1 の複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントは直列に結合される、第 1 の複数の発光ダイオードと、

制御信号に応答して、発光ダイオードの選択されたセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントに結合された第 1 の複数のスイッチと、

メモリと、

前記第 1 の複数のスイッチおよび前記メモリに結合され、第 1 のパラメータに応答して、A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、第 2 のパラメータの値を求めて前記メモリに記憶し、第 1 の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、前記 A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、前記第 2 のパラメータの現在の値が実質的に前記第 2 のパラメータの前記記憶されている値と等しいことに応答して、第 2 の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成されるコントローラと、を備え、

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定するように構成され、

前記 A C 電圧が位相変調されていることに応答して、前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの前記位相変調された A C 電圧レベルの時間間隔に対応するセグメントを、前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。

【請求項 4 3】

前記第 1 のパラメータおよび前記第 2 のパラメータは、時間パラメータ、時間間隔、時間ベースのパラメータ、クロック・サイクル・カウントの少なくとも 1 つを含む、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 4 4】

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分用の発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 1 の複数の時間間隔、および前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 2 の複数の時間間隔を求めるように構成される、請求項 4 3 に記載の装置。

【請求項 4 5】

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分用の発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 1 の複数の時間間隔、および前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 2 の複数の時間間隔を前記メモリから取り込むように構成される、請求項 4 3 に記載の装置。

【請求項 4 6】

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に、前記第 1 の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に、前記第 2 の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、逆の順序で、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成される、請求項 4 5 に記載の装置。 10

【請求項 4 7】

整流 A C 電圧を生成するように構成された整流器をさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 4 8】

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧が実質的に零に近いことを判定することによって前記 A C 電圧間隔を求めるように構成される、請求項 4 7 に記載の装置。 20

【請求項 4 9】

前記コントローラに結合された電流センサと、

前記コントローラに結合された電圧センサとをさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 5 0】

前記第 1 のパラメータは発光ダイオード電流レベルであり、前記第 2 のパラメータは整流 A C 電圧レベルである、請求項 4 9 に記載の装置。

【請求項 5 1】

前記コントローラはさらに、発光ダイオード電流レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの第 1 の値を求めて前記メモリに記憶し、前記第 1 の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの第 1 のセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、その後、前記発光ダイオード電流が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に前記所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの次の値を求めて前記メモリに記憶し、次の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの次のセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 5 0 に記載の装置。 30

【請求項 5 2】

前記コントローラはさらに、前記整流 A C 電圧レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に前記次の値に達したことに応答して、他の制御信号を生成して前記次のセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替え、かつ前記整流 A C 電圧レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に前記第 1 の値に達したことに応答して、前記第 2 の制御信号を生成して前記第 1 のセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成される、請求項 5 1 に記載の装置。 40

【請求項 5 3】

前記コントローラはさらに、前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが連続的に所定のピーク・レベルに達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの対応する値を求めて記憶し、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダ 50

イオード電流経路に含められるように切り替え、かつ前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に、前記整流 A C 電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したことに応答して、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの前記対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるよう切り替えるように構成される、請求項 5_0 に記載の装置。

【請求項 5_4】

前記コントローラはさらに、対応する制御信号を連続的に生成して、前記対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるのと逆の順序で前記対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるよう切り替えるように構成される、請求項 5_3 に記載の装置。 10

【請求項 5_5】

前記コントローラはさらに、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの次のセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替える場合に発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っているかどうかを判定するように構成される、請求項 4_1 又は請求項 4_2 に記載の装置。 20

【請求項 5_6】

前記発光ダイオード電流が前記所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っていることに応答して、前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの前記次のセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 5_5 に記載の装置。 20

【請求項 5_7】

前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルよりも所定のマージンだけ高いことに応答して、前記コントローラはさらに、前記第 2 のパラメータの新しい値を求めて記憶し、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの前記対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、請求項 4_1 又は請求項 4_2 に記載の装置。 30

【請求項 5_8】

前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に並列に第 2 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えるように構成される、請求項 4_1 又は請求項 4_2 に記載の装置。 30

【請求項 5_9】

前記第 2 の直列発光ダイオード電流経路は、前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路と逆の極性を有する、請求項 5_8 に記載の装置。

【請求項 6_0】

前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路を通る第 1 の電流の流れが、前記第 2 の直列発光ダイオード電流経路を通る第 2 の電流の流れとは逆の方向を有する、請求項 5_8 に記載の装置。 40

【請求項 6_1】

前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、前記 A C 電圧の正の極性の間に前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替え、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 2 の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、前記 A C 電圧の負の極性の間に前記第 2 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えるように構成される、請求項 5_8 に記載の装置。

【請求項 6_2】

前記第 1 の複数のスイッチは、複数のバイポーラ接合トランジスタまたは複数の電界効 50

果トランジスタを備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 6 3】

前記第1の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの最後のセグメントの第2の端子に結合される、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 6 4】

前記第1の複数のスイッチに対応して結合された複数の演算増幅器と、

前記第1の複数のスイッチに対応して結合された第2の複数のスイッチと、

前記第1の複数のスイッチに対応して結合された第3の複数のスイッチとを備える複数のトライステート・スイッチをさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。 10

【請求項 6 5】

前記第1の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの前記対応するセグメントの第2の端子に結合される、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 6 6】

第2の複数のスイッチをさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 6 7】

前記第1の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの前記第1のセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第2の端子に結合され、前記第2の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第2の端子に結合され、かつ発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの最後のセグメントの第2の端子に結合される、請求項 6 6 に記載の装置。 20

【請求項 6 8】

電流制限回路をさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 6 9】

調光インターフェース回路をさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。 30

【請求項 7 0】

前記コントローラに結合されたDC電源回路をさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 7 1】

温度保護回路をさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 7 2】

発光ダイオードの前記複数のセグメントのうちの発光ダイオードの選択されたセグメントはそれぞれ、異なる色の発光スペクトルを有する発光ダイオードを備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 7 3】

前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記選択されたセグメントを選択的に前記第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、対応する照明効果を実現するように構成される、請求項 7 2 に記載の装置。 40

【請求項 7 4】

前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記選択されたセグメントを選択的に前記第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、対応する色温度を実現するように構成される、請求項 7 2 に記載の装置。

【請求項 7 5】

前記コントローラはさらに、

第1のセンサに結合可能な第1のアナログ・デジタル変換器と、

第 2 のセンサに結合可能な第 2 のアナログ・デジタル変換器と、
デジタル論理回路と、

前記第 1 の複数のスイッチに対応して結合された複数のスイッチ・ドライバとをさらに備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 7 6】

前記コントローラは複数のアナログ比較器を備える、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 7 7】

前記第 1 のパラメータおよび前記第 2 のパラメータは、以下のパラメータ、すなわち、期間、ピーク電流レベル、平均電流レベル、移動平均電流レベル、瞬間電流レベル、ピーク電圧レベル、平均電圧レベル、移動平均電圧レベル、瞬間電圧レベル、平均出力光学輝度レベル、移動平均出力光学輝度レベル、ピーク出力光学輝度レベル、または瞬間出力光学輝度レベルのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。 10

【請求項 7 8】

前記第 1 のパラメータと前記第 2 のパラメータは同じパラメータである、請求項 4 1 又は請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 7 9】

A C 電圧を受け取るように結合可能な装置であって、

直列に結合された第 1 の複数の発光ダイオードであって、前記第 1 の複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントは直列に結合される、第 1 の複数の発光ダイオードと、 20

発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントに結合され、かつ制御信号に応答して発光ダイオードの選択されたセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成された第 1 の複数のスイッチと、

センサと、

前記第 1 の複数のスイッチおよび前記センサに結合され、第 1 のパラメータに応答して、A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、第 2 のパラメータの値を求め、第 1 の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、前記 A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、前記第 2 のパラメータの現在の値が対応する求められた値に実質的に等しいことに応答して、第 2 の制御信号を生成して発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成される制御回路と、 30 を備え、

前記制御回路はさらに、前記 A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定するように構成され、

前記 A C 電圧が位相変調されていることに応答して、前記制御回路はさらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントのうちの位相変調された A C 電圧レベルに対応するセグメントを、前記第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。 40

【請求項 8 0】

A C 電圧を受け取るように結合可能な装置であって、

直列に結合された第 1 の複数の発光ダイオードであって、前記第 1 の複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントは直列に結合される、第 1 の複数の発光ダイオードと、

発光ダイオードの前記第 1 の複数のセグメントに結合され、かつ制御信号に応答して発光ダイオードの選択されたセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められる 50

ように切り替えるかあるいは前記第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるよう
に切り替えるように構成された第1の複数のスイッチと、

センサと、

前記第1の複数のスイッチおよび前記センサに結合され、第1のパラメータに応答して
、AC電圧間隔の第1の部分の間に、第2のパラメータの値を求め、第1の制御信号を生
成して発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応する
セグメントを前記第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、前記
AC電圧間隔の第2の部分の間に、前記第2のパラメータの現在の値が対応する求められ
た値に実質的に等しいことに応答して、第2の制御信号を生成して発光ダイオードの前記
第1の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを前記第1の直列
発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成される制御回路と、
を備え、

前記制御回路はさらに、前記AC電圧が位相変調されているかどうかを判定するように
構成され、

前記AC電圧が位相変調されていることに応答して、前記制御回路はさらに、対応する
制御信号を生成して、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの前記位相変
調されたAC電圧レベルの時間間隔に対応するセグメントを、前記第1の直列発光ダイオ
ード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。

【請求項81】

前記第1のパラメータおよび前記第2のパラメータは、時間パラメータ、時間間隔、時
間ベースのパラメータ、クロック・サイクル・カウントの少なくとも1つを含む、請求項

79又は請求項80に記載の装置。

20

【請求項82】

前記制御回路はさらに、前記AC電圧間隔の前記第1の部分用の発光ダイオードの第1
の複数のセグメントのうちの発光ダイオードのセグメントの数に対応する第1の複数の時
間間隔を算出するかあるいはメモリから取得し、かつ前記AC電圧間隔の第2の部分用の
発光ダイオードのセグメントの数に対応する第2の複数の時間間隔を算出するかあるいは
メモリから取得するように構成される、請求項81に記載の装置。

【請求項83】

前記制御回路はさらに、前記AC電圧間隔の前記第1の部分の間に、前記第1の複数の
時間間隔の各時間間隔が満了したときに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの
次のセグメントを前記第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、
前記AC電圧間隔の前記第2の部分の間に、前記第2の複数の時間間隔の各時間間隔が満
了したときに、逆の順序で、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記次のセグ
メントを前記第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える、請求
項82に記載の装置。

30

【請求項84】

求められた複数の値を記憶するように構成されたメモリをさらに備える、請求項79又

は請求項80に記載の装置。

【請求項85】

前記第1のパラメータは発光ダイオード電流レベルであり、前記第2のパラメータは電
圧レベルであり、前記制御回路はさらに、前記AC電圧間隔の前記第1の部分の間に、発
光ダイオード電流レベルが連続的に所定のレベルに達したことに応答して、前記AC電圧
レベルの対応する値を求めて前記メモリに記憶し、対応する制御信号を連続的に生成して
発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを前記第1の
直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつ前記AC電圧間隔の前記
第2の部分の間に、前記AC電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したことに応答して、
対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントの
うちの前記対応するセグメントを前記第1の直列発光ダイオード電流経路から除外され
るように切り替えるように構成される、請求項84に記載の装置。

40

50

【請求項 8 6】

前記第1のパラメータと前記第2のパラメータは、電圧レベルまたは電流レベルを含む同じパラメータであり、前記制御回路はさらに、前記AC電圧間隔の前記第1の部分の間に、前記電圧レベルまたは電流レベルが連続的に所定のレベルに達したことに応答して、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを前記第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつ前記AC電圧間隔の前記第2の部分の間に、前記電圧レベルまたは電流レベルが対応するレベルまで低下したことに応答して、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの前記対応するセグメントを前記第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える、請求項 7 9 又は請求項 8 0に記載の装置。

【請求項 8 7】

AC電圧を受け取るように結合可能な装置であって、
整流AC電圧を生成するように構成された整流器と、
直列に結合された複数の発光ダイオードであって、前記複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記複数のセグメントは直列に結合される、複数の発光ダイオードと、
各々が、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの最後のセグメントの第2の端子に結合された複数のスイッチと、

発光ダイオード電流レベルを検知するように構成された電流センサと、
整流AC電圧レベルを検知するように構成された電圧センサと、
複数のパラメータを記憶するように構成されたメモリと、
前記複数のスイッチ、前記メモリ、前記電流センサ、および前記電圧センサに結合され、AC電圧間隔の第1の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに応答して、前記整流AC電圧レベルの対応する値を求めて前記メモリに記憶し、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、AC電圧間隔の第2の部分の間に、前記整流AC電圧レベルの現在の値が前記整流AC電圧レベルの前記記憶されている対応する値に実質的に等しいことに応答して、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成されたコントローラと、を備え、

前記コントローラはさらに、前記AC電圧が位相変調されているかどうかを判定するように構成され、

前記AC電圧が位相変調されていることに応答して、前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの位相変調されたAC電圧レベルに対応するセグメントを、前記第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。

【請求項 8 8】

AC電圧を受け取るように結合可能な装置であって、
整流AC電圧を生成するように構成された整流器と、
直列に結合された複数の発光ダイオードであって、前記複数の発光ダイオードは、直列に結合された発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、発光ダイオードの前記複数のセグメントは直列に結合される、複数の発光ダイオードと、
各々が、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの最後のセグメントの第2の端子に結合された複数のスイッチと、

発光ダイオード電流レベルを検知するように構成された電流センサと、
整流AC電圧レベルを検知するように構成された電圧センサと、
複数のパラメータを記憶するように構成されたメモリと、

10

20

30

40

50

前記複数のスイッチ、前記メモリ、前記電流センサ、および前記電圧センサに結合され、A C 電圧間隔の第1の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したことに対応して、前記整流A C 電圧レベルの対応する値を求めて前記メモリに記憶し、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、A C 電圧間隔の第2の部分の間に、前記整流A C 電圧レベルの現在の値が前記整流A C 電圧レベルの前記記憶されている対応する値に実質的に等しいことに応答して、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように構成されたコントローラと、を備え、

前記コントローラはさらに、前記A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定するように構成され、 10

前記A C 電圧が位相変調されていることに応答して、前記コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの前記第1の複数のセグメントのうちの前記位相変調されたA C 電圧レベルの時間間隔に対応するセグメントを、前記第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるように構成される、装置。

【請求項 8 9】

少なくとも1つのコンピュータ装置による実行に応答して、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に処理をさせる命令を有するコンピュータプログラムであって、

直列に結合された複数の発光ダイオードはA C 電圧を受け取るように結合可能であり、前記複数の発光ダイオードは発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、 20

前記処理は、

A C 電圧間隔の第1の部分の間に第1のパラメータに応答して、第2のパラメータの値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替ることと、

前記A C 電圧間隔の第2の部分の間、第2のパラメータを監視し、前記第2のパラメータの現在の値が前記記憶されている値と実質的に等しいことに応答して、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることを含み、

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、

前記A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定させ、 30

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、

前記A C 電圧が位相変調されているときに、位相変調されたA C 電圧レベルに対応する発光ダイオードのセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えさせる、コンピュータプログラム。

【請求項 9 0】

少なくとも1つのコンピュータ装置による実行に応答して、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に処理をさせる命令を有するコンピュータプログラムであって、

直列に結合された複数の発光ダイオードはA C 電圧を受け取るように結合可能であり、前記複数の発光ダイオードは発光ダイオードの複数のセグメントを形成し、

前記処理は、

A C 電圧間隔の第1の部分の間に第1のパラメータに応答して、第2のパラメータの値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替ることと、

前記A C 電圧間隔の第2の部分の間、第2のパラメータを監視し、前記第2のパラメータの現在の値が前記記憶されている値と実質的に等しいことに応答して、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることを含み、

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、

前記A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定させ、

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、 40

10

20

30

40

50

前記 A C 電圧が位相変調されているときに、前記位相変調された A C 電圧の時間間隔に
対応する発光ダイオードのセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるよ
うに切り替えさせる、コンピュータプログラム。

【請求項 9 1】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
 整流 A C 電圧を生成させ、
 前記整流 A C 電圧が実質的に零に近い時点を判定させる、請求項 8 9 又は請求項 9 0 10
 記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9 2】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、前記整流 A C 電圧が 10
 実質的に零に近い時点を少なくとも一回判定することによって前記 A C 電圧間隔を求めさせ、請求項 9 1 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9 3】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
 前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 1
 の複数の時間間隔を求めさせ、
 前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 2
 の複数の時間間隔を求めさせる、請求項 9 2 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9 4】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
 前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に、前記第 1 の複数の時間間隔の各時間間隔が 20
 満了したときに、発光ダイオードの次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に
 含められるように切り替えさせ、
 前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に、前記第 2 の複数の時間間隔の各時間間隔が
 満了したときに、逆の順序で、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイ
 オード電流経路から除外されるように切り替えさせる、請求項 9 3 に記載のコンピュータ
 プログラム。

【請求項 9 5】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
 前記 A C 電圧を整流して整流 A C 電圧を生成させる、請求項 8 9 又は請求項 9 0 30
 記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9 6】

前記第 1 のパラメータは発光ダイオード電流レベルであり、前記第 2 のパラメータは整
 流 A C 入力電圧レベルである、請求項 9 5 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9 7】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
 発光ダイオード電流レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に所定のピーク値
 に達したことに応答して、前記整流 A C 入力電圧レベルの第 1 の値を求めて記憶させ、発
 光ダイオードの第 1 のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように
 切り替えさせ、
 前記発光ダイオード電流レベルを監視させ、
 その後、前記発光ダイオード電流レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に前 40
 記所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流 A C 入力電圧レベルの第 2 の値を求
 めて記憶させ、発光ダイオードの第 2 のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に
 含められるように切り替えさせる、請求項 9 6 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9 8】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
 前記整流 A C 電圧レベルを監視させ、
 前記整流 A C 電圧レベルが、前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に前記第 2 の値に
 達したことに応答して、発光ダイオードの前記第 2 のセグメントを前記直列発光ダイオー 50

ド電流経路から除外されるように切り替えさせ、

前記整流 A C 電圧レベルが、前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に前記第 1 の値に達したことに応答して、発光ダイオードの前記第 1 のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えさせる、請求項 9_7 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9_9】

前記命令は、さらに、前記少なくとも 1 つのコンピュータ装置に、

前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが連続的に所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの対応する値を求めて記憶させ、かつ発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように連続的に切り替えさせ、

10

前記 A C 電圧間隔の前記第 2 の部分の間に、前記整流 A C 電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したことに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えさせる、請求項 9_6 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 10_0】

発光ダイオードの前記対応するセグメントは、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと逆の順序で、前記直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えられる、請求項 9_9 に記載のコンピュータプログラム。

20

【請求項 10_1】

前記命令は、さらに、前記少なくとも 1 つのコンピュータ装置に、

発光ダイオード電流レベルが前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分の間に所定のピーク値に達したことに応答して、前記整流 A C 電圧レベルの第 1 の値を求めて記憶させ、

前記整流 A C 電圧レベルの前記第 1 の値が実質的に所定の電圧しきい値以上であることに応答して、発光ダイオードの前記対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えさせる、請求項 9_6 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 10_2】

前記命令は、さらに、前記少なくとも 1 つのコンピュータ装置に、

前記 A C 電圧が位相変調されているときに、発光ダイオードの次のセグメントを第 2 のスイッチによって前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるのと同時に第 1 のスイッチによって並列発光ダイオード電流経路を維持させる、請求項 8_9 又は請求項 9_0 に記載のコンピュータプログラム。

30

【請求項 10_3】

前記命令は、さらに、前記少なくとも 1 つのコンピュータ装置に、

発光ダイオードの次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えた場合に発光ダイオード電流レベルが所定のピーク値に達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っているかどうかを判定させる、請求項 8_9 又は請求項 9_0 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 10_4】

前記命令は、さらに、前記少なくとも 1 つのコンピュータ装置に、

前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク値に達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っていることに応答して、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えさせる、請求項 1_0_3 に記載のコンピュータプログラム。

40

【請求項 10_5】

前記命令は、さらに、前記少なくとも 1 つのコンピュータ装置に、前記発光ダイオード電流レベルが前記所定のピーク値に達するのに十分な時間が前記 A C 電圧間隔の前記第 1 の部分に残っていないことに応答して、発光ダイオードの前記次のセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えさせない、請求項 1_0_3 に記載のコ

50

コンピュータプログラム。

【請求項 106】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
発光ダイオード電流レベルを監視させ、

前記AC電圧間隔の前記第2の部分の間に、前記発光ダイオード電流レベルが所定のピーク値よりも所定のマージンだけ高いことに応答して、前記第2のパラメータの新しい値を求めて記憶させ、発光ダイオードの対応するセグメントを前記直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えさせる、請求項89又は請求項90に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 107】

10

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、
発光ダイオードの第1の複数のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えさせ、

発光ダイオードの第2の複数のセグメントを、前記第1の直列発光ダイオード電流経路に並列に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えさせる、請求項89又は請求項90に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 108】

前記命令は、さらに、前記少なくとも1つのコンピュータ装置に、

前記AC電圧間隔の第3の部分の間に、発光ダイオードの第2の複数のセグメントを、前記AC電圧間隔の前記第1の部分に形成される前記直列発光ダイオード電流経路とは逆の極性を有する第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えさせ、

20

前記AC電圧間隔の第4の部分の間に、発光ダイオードの前記第2の複数のセグメントを前記第2の直列発光ダイオード電流経路から除外するように切り替えさせる、請求項89又は請求項90に記載のコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して電力変換に関し、特にAC線電力を発光ダイオード(「LED」)などの照明デバイスに供給するシステム、装置、および方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

固体照明システム(半導体、LED方式の光源)が広く普及しているため、入出力電圧変換比が高く、それに応じてエネルギーを節約することができるLEDドライバのような非常に効率的な電力変換器が要求されている。様々なオフラインLEDドライバが公知であるが、家庭または職場で使用される代表的な(単相)AC線(またはAC主電源)のような交流(「AC」)入力電圧に結合することのできる、ランプまたは家庭照明器具用のソケットのような典型的な「エジソン」型のソケットに利用可能な白熱電球または小形電球型蛍光灯と直接交換するのには適していない。

【0003】

この問題を解決するための初期の試みの結果として得られた従来技術のLEDドライバは、絶縁されておらず、効率が低く、出力が比較的低く、LEDにせいぜい一定の電流を供給するに過ぎず、温度補償を行わず、調光構成を有さず、また従来技術の調光器スイッチとの互換性も有さず、LEDに対して電圧保護も電流保護も施さない。構成要素の数を減らすために、このような変換器が、非常に低いデューティ・サイクル(時比率)で動作する第2の段を有する2段変換器を使用することによって絶縁変圧器なしで構成されることがあり、それによって、最大周波数が制限され、その結果、変換器のサイズが大きくなり(動作周波数が比較的低いため)、最終的に、結合変圧器をなくすという目的が満たされなくなる。他の例では、LEDドライバは高輝度LEDを利用し、そのため、期待される光出力を生成するのに比較的大きい電流が必要であり、システム効率が低下し、エネルギーコストが増大する。

40

50

【 0 0 0 4 】

他の従来技術の L E D ドライバは過度に複雑である。複雑な制御方法を必要とする L E D ドライバや、設計および実現が困難な L E D ドライバや、多数の電子構成要素を必要とする L E D ドライバもある。構成要素が多いとコストがかかり信頼性が低くなる。多くのドライバは、電流モード・レギュレータをパルス幅変調（「 P W M 」）回路におけるランプ補償機能と一緒に使用する。このような電流モード・レギュレータは、比較的多くの機能回路を必要とし、それにもかかわらず、デューティ・サイクルすなわち時比率が 5 0 % を超える連続電流モードで使用されるときに引き続き安定性の問題が生じる。これらの問題を解決するための様々な従来技術の試みでは、コンスタント・オフタイム・ブースト変換器またはヒステリシス・パルス列ブースタが使用された。これらの従来技術の解決策は不安定性の問題に対処したが、これらのヒステリシス・パルス列変換器では、電磁干渉が強くなること、他の電磁互換性要件を満たせないこと、相対的効率が低いことのような他の問題が生じた。他の試みでは、本来の電力変換器段を超えた解決策が実施され、他のフィードバック回路およびその他の回路が追加され、 L E D ドライバがずっと大形になりかつより複雑になる。

10

【 0 0 0 5 】

提案された他の解決策は、検知された電圧に基づいて各回路に好ましい数の L E D を設けるように再構成可能な回路を実現するが、やはり過度に複雑であり、各電流経路に別個の電流調整器があり、経路遮断用にかなりの数のダイオードが必要であるため効率が損なわれる。このような複雑な L E D ドライバ回路は、コストが高く、消費者が典型的な白熱電球または小形電球型蛍光灯の代替品として使用するのに適していない。

20

【 0 0 0 6 】

他の従来技術の L E D 電球代替解決策は、様々な入力電圧レベルに対応することができない。それどころか、それぞれが異なる入力電圧レベル（ 1 1 0 V 、 1 1 0 V 、 2 2 0 V 、 2 3 0 V ）に対応する様々な製品が必要になる。

【 0 0 0 7 】

しかし、典型的な A C 入力電圧レベルは、（ R M S レベルの）分散が大きく、たとえば、 1 1 0 V が前提とされているのに対して 8 5 V から 1 3 5 V までの範囲であるため、上記の問題は世界の多くの地域で重大である。したがって、このような従来技術のデバイスでは、出力輝度が著しく変動し、 8 5 V から 1 3 5 V までの範囲では出力光束の変化が 3 倍になる。出力輝度がこのように変動することは典型的な消費者には受け入れられない。

30

【 0 0 0 8 】

標準的な A C 入力電圧と一緒に使用される従来技術のデバイスの他の重大な問題は、稼働率が低いことであり、印加される A C 電圧が可変であるため、 L E D は A C サイクル全体にわたって通電するわけではない。具体的には、 A C サイクル中に入力電圧が比較的低くなると、 L E D 電流がなくなり、発光が停止する。たとえば、整流 A C サイクルのほぼ中間の 3 分の 1 の間のみ L E D 電流が存在し、 1 8 0 度整流 A C サイクルの最初の 6 0 度および最後の 6 0 度の間には L E D 電流がなくなる場合がある。このような状況では、 L E D 稼働率は 2 0 % 程度に低くなることがあり、これは、特に関連するコストが比較的高い場合には非常に低い稼働率である。

40

【 0 0 0 9 】

消費者用途向けの L E D ドライバに対する従来技術の試みには他の多数の問題がある。たとえば、場合によっては、電流のエクスカーションを制限するのに大形の高価な抵抗器を使用する必要が生じ、それに応じて電力が失われ、かなりの電力が失われることがあり、固体照明に切り替える目的の一部が満たせなくなることがある。

【 0 0 1 0 】

したがって、高輝度用途向けの L E D を含む 1 つまたは複数の L E D に A C 線電力を供給し、同時に L E D ドライバの全体的な小形化およびコスト削減を実現し、 L E D の効率および稼働率を向上させる装置、方法、およびシステムが依然として必要である。このような装置、方法、およびシステムは、比較的広い A C 入力電圧範囲にわたって適切に機能

50

し、一方、過度の内部電圧を生成することも構成要素を高い電圧ストレスまたは過度の電圧ストレスにさらすことにもなしに、所望の出力電圧または電流を供給することができる必要がある。また、このような装置、方法、およびシステムは、入力電力用の A C 線に接続されたときに有効な力率補正を実施する必要がある。また、照明デバイスの輝度、色温度、および色を調節するこのような装置、方法、およびシステムを提供することが望ましい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の例示的な実施形態は、L E D のような非線形負荷への電力の供給に関する多数の利点をもたらす。本発明の様々な例示的な実施形態は、高輝度用途向けの L E D を含む 1つまたは複数の L E D に A C 線電力を供給し、同時に L E D ドライバの全体的な小形化およびコスト削減を実現し、L E D の効率および稼働率を向上させる。例示的な装置実施形態、方法実施形態、およびシステム実施形態は、比較的広い A C 入力電圧範囲にわたって適切に適応しあつ機能し、一方、過度の内部電圧を生成することも構成要素を高い電圧ストレスまたは過度の電圧ストレスにさらすことにもなしに、所望の出力電圧または電流を供給する。また、様々な例示的な装置実施形態、方法実施形態、およびシステム実施形態は、入力電力用の A C 線に接続されたときに有効な力率補正を実施する。例示的な実施形態はまた、L E D の出力でキャパシタンスを大幅に低減させ、それによって信頼性を著しく向上させる。最後に、様々な例示的な装置、方法、およびシステムの実施形態は、輝度、色温度、および照明デバイスの色を調節する機能を実現する。

10

【0012】

ここで、例示的な実施形態のいくつかの重要な利点を強調する必要がある。第 1 に、例示的な実施形態は、力率補正を実施することができ、それによって出力輝度がかなり高くなるとともにエネルギーが著しく節約される。第 2 に、L E D の稼働率がかなり高く、A C サイクルのあらゆる部分の大部分にわたって少なくともいくつかの L E D が使用される。このように稼働率が高いため、L E D の全体的な数を少なくし、それにもかかわらず、より多くの L E D を有する他のデバイスに匹敵する光出力を生成することができる。

20

【0013】

各セグメントが少なくとも 1 つの発光ダイオードを備え、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるあるいは直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように対応する複数のスイッチに結合された、発光ダイオードの複数のセグメントを形成するように直列に結合された、A C 電力を受け取るように結合可能な複数の発光ダイオードに電力を供給する例示的な方法実施形態が開示される。この例示的な方法実施形態は、第 1 のパラメータを監視することと、A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、第 1 のパラメータが第 1 の所定のレベルに達したときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、第 1 のパラメータが第 2 の所定のレベルまで低下したときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることを含む。

30

【0014】

例示的な実施形態では、第 1 のパラメータは直列発光ダイオード電流経路の電流レベルである。様々な例示的な実施形態では、この方法は、直列発光ダイオード電流経路の電流レベルを第 1 の所定のレベルに実質的に一定に維持することを含む。また、様々な例示的な実施形態では、この方法は、A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、第 1 のパラメータが第 3 の所定のレベルに達したときに、発光ダイオードの対応する次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、第 1 のパラメータが第 4 の所定のレベルまで低下したときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることをさらに含む。

40

50

【0015】

様々な例示的な方法実施形態は、A C 電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流が連続的に所定のピーク・レベルに達するときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように連続的に切り替えることと、A C 電圧間隔の第2の部分の間に、整流A C 電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることをさらに含んでもよい。様々な例示的な実施形態では、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることは、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと逆の順序で行われる。

10

【0016】

例示的な実施形態では、時間または時間間隔をパラメータとして利用することができる。たとえば、第1のパラメータおよび第2のパラメータは時間であっても、1つまたは複数の時間間隔であっても、時間ベースのパラメータであっても、1つまたは複数のクロック・サイクル・カウントであってもよい。また、たとえば、例示的な方法実施形態は、A C 電圧間隔の第1の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第1の複数の時間間隔を求めることと、A C 電圧間隔の第2の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第2の複数の時間間隔を求めるることとをさらに含んでよい。このような例示的な実施形態では、この方法は、A C 電圧間隔の第1の部分の間に、第1の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、A C 電圧間隔の第2の部分の間に、第2の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることをさらに含んでよい。

20

【0017】

様々な例示的な方法実施形態は、調光器スイッチなどによってA C 電圧が位相変調されているかどうかを判定することをさらに含んでもよい。このような例示的な方法実施形態は、A C 電圧が位相変調されているときに、位相変調されたA C 電圧レベルに対応する発光ダイオードのセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるか、あるいはA C 電圧が位相変調されているときに、位相変調されたA C 電圧レベルの時間間隔に対応する発光ダイオードのセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることをさらに含んでよい。また、例示的な方法実施形態は、A C 電圧が位相変調されているときに、発光ダイオードの次のセグメントを第2のスイッチによって直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるのと同時に第1のスイッチによって並列発光ダイオード電流経路を維持することをさらに含んでよい。

30

【0018】

様々な例示的な実施形態は、A C 電圧が位相変調されているかどうかを判定することをさらに含んでもよい。この方法は、A C 電圧が位相変調されているときに、位相変調されたA C 電圧レベルに対応する発光ダイオードのセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるか、A C 電圧が位相変調されているときに、位相変調されたA C 電流レベルに対応する発光ダイオードのセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるか、A C 電圧が位相変調されているときに、位相変調されたA C 電圧の時間間隔に対応する発光ダイオードのセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるか、あるいはA C 電圧が位相変調されているときに、発光ダイオードの次のセグメントを第2のスイッチによって直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるのと同時に第1のスイッチによって並列発光ダイオード電流経路を維持することをさらに含んでよい。

40

【0019】

様々な例示的な実施形態は、力率補正を実施することもできる。このような例示的な方法実施形態は、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えた場合に発光ダイオード電流が所定のピーク・レベルに達するのに十

50

分な時間が A C 電圧間隔の第 1 の部分に残っているかどうかを判定することと、発光ダイオード電流が所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間が A C 電圧間隔の第 1 の部分に残っているときに、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることとをさらに含んでよい。同様に、この例示的な方法実施形態は、発光ダイオード電流が所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間が A C 電圧間隔の第 1 の部分に残っていないときに、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えないことをさらに含んでよい。

【 0 0 2 0 】

また、様々な例示的な実施形態では、この方法は、発光ダイオードの複数のセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることと、発光ダイオードの複数のセグメントを、第 1 の直列発光ダイオード電流経路と並列に第 2 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることとをさらに含んでよい。10

【 0 0 2 1 】

例示的な実施形態では、発光ダイオードの複数のセグメントのうちの発光ダイオードの選択されたセグメントはそれぞれ、異なる色または波長の発光スペクトルを有する発光ダイオードを備えてよい。このような例示的な実施形態では、この方法は、発光ダイオードの選択されたセグメントを選択的に直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えて、対応する照明効果を実現し、かつ / あるいは発光ダイオードの選択されたセグメントを選択的に直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えて、対応する色温度を実現することをさらに含んでよい。20

【 0 0 2 2 】

例示的な実施形態では、A C 電圧を受け取るように結合可能な装置であって、整流 A C 電圧を生成する整流器と、発光ダイオードの複数のセグメントを形成するように直列に結合された複数の発光ダイオードと、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの複数のセグメントに対応して結合された複数のスイッチと、発光ダイオード電流レベルを検知する電流センサと、複数のスイッチおよび電流センサに結合され、整流 A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが第 1 の所定の電流レベルまで上昇したときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、整流 A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが第 2 の所定の電流レベルまで低下したときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるコントローラとを備える装置が開示される。30

【 0 0 2 3 】

例示的な実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオード電流レベルを第 1 の所定のレベルに実質的に一定に維持する。A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが第 3 の所定のレベルに達したときに、コントローラはさらに、発光ダイオードの対応する次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが第 4 の所定のレベルまで低下したときに、コントローラはさらに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える。40

【 0 0 2 4 】

このような例示的な装置実施形態では、この装置は、各々が複数のスイッチのうちの対応するスイッチに直列に結合された複数の抵抗器をさらに備えてよい。各抵抗器は、対応するスイッチの高電圧側に結合されても、あるいは対応するスイッチの低電圧側に結合されてもよい。この例示的な装置は、発光ダイオードの複数のセグメントのうちの発光ダイオードの少なくとも 1 つのセグメントと直列に結合されたスイッチおよび抵抗器をさらに備えてよい。

【 0 0 2 5 】

例示的な実施形態では、発光ダイオードの複数のセグメントのうちの発光ダイオードの50

最後のセグメントは常に、直列発光ダイオード電流経路に結合される。コントローラはさらに、対応するノード電圧レベルを受け取るように発光ダイオードの複数のセグメントに結合されてもよい。例示的な他の実施形態では、複数のスイッチのうちの少なくとも1つのスイッチが整流AC電圧を受け取るように整流器に結合される。

【0026】

例示的な他の装置実施形態では、整流AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルに達するときに、コントローラはさらに、整流AC電圧レベルの対応する値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように連続的に切り替えてよく、かつ整流AC電圧間隔の第2の部分の間に、整流AC電圧レベルが対応する値まで低下したときに、コントローラはさらに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替え、この切り替えを、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと逆の順序で行ってよい。10

【0027】

様々な例示的な実施形態では、コントローラはさらに、整流AC電圧が位相変調されているかどうかを判定してよい。このような例示的な方法実施形態では、コントローラは、整流AC電圧が位相変調されているときに、さらに、整流AC電圧レベルに対応する発光ダイオードのセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるか、あるいは整流AC電圧レベルの時間間隔に対応する発光ダイオードのセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えてよい。例示的な他の装置実施形態では、コントローラは、整流AC電圧が位相変調されているときに、さらに、発光ダイオードの次のセグメントを第2のスイッチによって直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるのと同時に第1のスイッチによって並列発光ダイオード電流経路を維持してよい。20

【0028】

様々な例示的な実施形態では、コントローラは、ある形態の力率補正を実施することもできる。このような例示的な装置実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えた場合に発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間が整流AC電圧間隔の第1の部分に残っているかどうかを判定してよい。このような例示的な実施形態では、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間が整流AC電圧間隔の第1の部分に残っているときに、コントローラはさらに、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えてよく、かつ発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間が整流AC電圧間隔の第1の部分に残っていないときに、コントローラはさらに、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えなくてよい。30

【0029】

例示的な他の実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオードの複数のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替え、発光ダイオードの複数のセグメントを、第1の直列発光ダイオード電流経路と並列に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替える。40

【0030】

様々な例示的な実施形態では、この装置は、実質的に約100Hz、120Hz、300Hz、360Hz、または400Hzの整流AC電圧周波数で動作してよい。また、この装置は、各々が複数の発光ダイオードのうちの対応する発光ダイオードに結合され、かつ各々の発光減衰時定数が約2msから3msの間である複数の蛍光体コーティングまたは蛍光体層をさらに備えてよい。

【0031】

例示的な他の装置は、AC電圧を受け取るように結合可能であり、発光ダイオードの第1の複数のセグメントを形成するように直列に結合された第1の複数の発光ダイオードと50

、制御信号に応答して、発光ダイオードの選択されたセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの第1の複数のセグメントに結合された第1の複数のスイッチと、発光ダイオード電流レベルを検知する電流センサと、複数のスイッチおよび電流センサに結合され、AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流レベルに応答して、第1の制御信号を生成し、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、AC電圧間隔の第2の部分の間に、発光ダイオード電流レベルに応答して、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるコントローラとを備える装置である。10

【0032】

例示的な装置実施形態では、この装置は、発光ダイオードの第2の複数のセグメントを形成するように直列に結合された第2の複数の発光ダイオードと、発光ダイオードの第2の複数のセグメントのうちの選択されたセグメントを第2の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは第2の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの第2の複数のセグメントに結合された第2の複数のスイッチとをさらに備えてよく、その場合、コントローラはさらに、第2の複数のスイッチに結合され、さらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの第2の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、第1の直列発光ダイオード電流経路に並列に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替える。第2の直列発光ダイオード電流経路は、第1の直列発光ダイオード電流経路と逆の極性を有してよいか、あるいは第1の直列発光ダイオード電流経路を通る第1の電流の流れが、第2の直列発光ダイオード電流経路を通る第2の電流の流れとは逆の方向を有する。20

【0033】

様々な例示的な実施形態のうちの他の実施形態では、この装置は、電流制限回路、調光インターフェース回路、コントローラに結合されたDC電源回路、および/または温度保護回路をさらに備えてよい。

【0034】

各々が少なくとも1つの発光ダイオードを備える発光ダイオードの複数のセグメントを形成するように直列に結合され、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように、発光ダイオードの複数のセグメントが対応する複数のスイッチに結合された、AC電圧を受け取るように結合可能な複数の発光ダイオードに電力を供給する他の例示的な方法実施形態が開示される。この例示的な方法実施形態は、AC電圧間隔の第1の部分の間に第1のパラメータに応答して、第2のパラメータの値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、AC電圧間隔の第2の部分の間、第2のパラメータを監視し、第2のパラメータの現在の値が記憶されている値と実質的に等しいときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることを含む。30

【0035】

例示的な実施形態では、AC電圧は整流AC電圧を含み、例示的な方法は、整流AC電圧が実質的に零に近い時点を判定することと、同期信号を生成することとをさらに含む。例示的な方法は、整流AC電圧が実質的に零に近い時点を少なくとも1回判定することによってAC電圧間隔を求めることをさらに含んでよい。

【0036】

様々な例示的な実施形態では、この方法は、AC電圧を整流して整流AC電圧を生成することをさらに含んでよい。たとえば、このような例示的な実施形態では、第1のパラメータは発光ダイオード電流レベルであってよく、第2のパラメータは整流AC入力電圧レ40

ベルであってよい。たとえば、LED電流レベル、ピークLED電流レベル、電圧レベル、光学輝度レベルを含む、パラメータの他の組み合わせも請求される発明の範囲内である。このような例示的な実施形態では、この方法は、AC電圧間隔の第1の部分の間に発光ダイオード電流レベルが所定のピーク値に達したときに、整流AC入力電圧レベルの第1の値を求めて記憶し、発光ダイオードの第1のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、発光ダイオード電流レベルを監視することと、その後、発光ダイオード電流がAC電圧間隔の第1の部分の間に所定のピーク値に達したときに、整流AC入力電圧レベルの第2の値を求めて記憶し、発光ダイオードの第2のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることとをさらに含んでよい。(このような所定の値は、事前にオフラインで指定するか、または事前に、直前のACサイクル中のような回路の動作中に指定または算出するような様々な方法で求められてよい)。この例示的な方法は、整流AC電圧レベルを監視することと、整流AC電圧レベルが、AC電圧間隔の第2の部分の間に第2の値に達したときに、発光ダイオードの第2のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることと、整流AC電圧レベルが、AC電圧間隔の第2の部分の間に第1の値に達したときに、発光ダイオードの第1のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることとをさらに含んでもよい。

【0037】

また、様々な例示的な実施形態では、この方法は、AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流が首尾よく所定のピーク・レベルに達したときに、整流AC電圧レベルの対応する値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと、AC電圧間隔の第2の部分の間に、整流AC電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることとをさらに含んでよい。このような例示的な方法実施形態では、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることは、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることと逆の順序であってよい。

【0038】

他の例示的な実施形態では、この方法は、発光ダイオード電流がAC電圧間隔の第1の部分の間に所定のピーク・レベルに達したときに、整流AC入力電圧レベルの第1の値を求めて記憶することと、整流AC入力電圧レベルの第1の値が実質的に所定の電圧しきい値以上であるときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることとをさらに含んでよい。

【0039】

様々な例示的な実施形態では、この方法は、発光ダイオード電流レベルを監視することと、AC電圧間隔の第2の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルよりも所定のマージンだけ高いときに、第2のパラメータの新しい値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えることとをさらに含んでよい。

【0040】

例示的な他の方法実施形態では、この方法は、発光ダイオードの複数のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることと、発光ダイオードの複数のセグメントを、第1の直列発光ダイオード電流経路に並列に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることとをさらに含んでよい。

【0041】

様々な例示的な実施形態は、第1の直列発光ダイオード電流経路がACサイクルの正の部分の間に通電するときに、ACサイクルの負の部分の間に通電することなどのために第1の直列発光ダイオード電流経路とは逆の方向および極性を有する第2の直列発光ダイオード電流経路を実現してもよい。このような例示的な実施形態では、この方法は、AC電

10

20

30

40

50

圧間隔の第3の部分の間に、発光ダイオードの第2の複数のセグメントを、AC電圧間隔の第1の部分に形成される直列発光ダイオード電流経路とは逆の極性を有する第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えることと、AC電圧間隔の第4の部分の間に、発光ダイオードの第2の複数のセグメントを第2の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることをさらに含んでよい。

【0042】

例示的な他の実施形態は、AC電圧を受け取るように結合可能な装置である。例示的な装置は、整流AC電圧レベルを生成する整流器と、発光ダイオードの複数のセグメントを形成するように直列に結合された複数の発光ダイオードと、発光ダイオードの選択されたセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの複数のセグメントに対応して結合された複数のスイッチと、発光ダイオード電流レベルを検知する電流センサと、整流AC電圧レベルを検知する電圧センサと、複数のパラメータを記憶するメモリと、複数のスイッチ、メモリ、電流センサ、および電圧センサに結合され、AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したときに、整流AC電圧レベルの対応する値を求めてメモリに記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、整流AC電圧間隔の第2の部分の間、整流AC電圧レベルを監視し、整流AC電圧レベルの現在の値が整流AC電圧レベルの記憶されている対応する値に実質的に等しいときに、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるコントローラとを備える。10

【0043】

このような例示的な装置実施形態では、整流AC電圧レベルが実質的に零に近いときに、コントローラはさらに、対応する同期信号を生成する。様々な例示的な実施形態では、コントローラはさらに、整流AC電圧レベルは実質的に零に近いことを少なくとも1回判定することによって整流AC電圧間隔を求めてよい。20

【0044】

例示的な実施形態では、発光ダイオード電流レベルが整流AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したときに、コントローラはさらに、整流AC電圧レベルの第1の値を求めてメモリに記憶し、発光ダイオードの第1のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、発光ダイオード電流レベルを監視し、その後、発光ダイオード電流レベルが、整流AC電圧レベルの第1の部分の間に所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したときに、コントローラはさらに、整流AC電圧レベルの第2の値を求めてメモリに記憶し、発光ダイオードの第2のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替える。30

【0045】

このような例示的な装置実施形態では、コントローラはさらに、整流AC電圧レベルを監視し、整流AC電圧レベルが整流AC電圧間隔の第2の部分の間に記憶されている第2の値に達したときに、発光ダイオードの第2のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替え、整流AC電圧レベルが整流AC電圧間隔の第2の部分の間に記憶されている第1の値に達したときに、発光ダイオードの第1のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える。40

【0046】

例示的な他の装置実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオード電流レベルを監視し、発光ダイオード電流レベルが整流AC電圧間隔の第1の部分の間に再び所定のピーク・レベルに達したときに、さらに、整流AC電圧レベルの対応する次の値を求めてメモリに記憶し、発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えてよい。このような例示的な装置実施形態では、コントローラはさらに、整流AC電圧レベルを監視し、整流AC電圧レベルが整流AC電圧間隔の第2の部分50

の間に次の整流 A C 電圧レベルに達したときに、発光ダイオードの対応する次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えてよい。

【 0 0 4 7 】

様々な例示的な実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオード電流レベルを監視し、整流 A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルよりも所定のマージンだけ高いときに、整流 A C 電圧レベルの対応する他の値を求めて記憶し、発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えてよい。

【 0 0 4 8 】

また、様々な例示的実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオードの複数のセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替え、発光ダイオードの複数のセグメントを、第 1 の直列発光ダイオード電流経路に並列に第 2 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えてよい。 10

【 0 0 4 9 】

上述のように、様々な例示的な実施形態では、発光ダイオードの複数のセグメントのうちの発光ダイオードの選択されるセグメントはそれぞれ、異なる色または波長の発光スペクトルを有する発光ダイオードを備えてよい。このような例示的な装置実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオードの選択されたセグメントを対応する照明効果を実現するように選択的に直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつ／あるいは発光ダイオードの選択されたセグメントを対応する色温度を実現するように選択的に直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えてよい。 20

【 0 0 5 0 】

例示的な他の装置実施形態は、やはり A C 電圧を受け取るように結合可能であり、発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを形成するように直列に結合された第 1 の複数の発光ダイオードと、制御信号に応答して、発光ダイオードの選択されたセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントに対応して結合された第 1 の複数のスイッチと、メモリと、複数のスイッチおよびメモリに結合され、第 1 のパラメータに応答して、A C 電圧間隔の第 1 の部分の間に、第 2 のパラメータの値を求めてメモリに記憶し、第 1 の制御信号を生成して発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、A C 電圧間隔の第 2 の部分の間に、第 2 のパラメータの現在の値が実質的に記憶されている値と等しいときに、第 2 の制御信号を生成して発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるコントローラとを備える。 30

【 0 0 5 1 】

例示的な実施形態では、第 1 のパラメータおよび第 2 のパラメータは、時間パラメータ、1 つまたは複数の時間間隔、時間ベースのパラメータ、1 つまたは複数のクロック・サイクル・カウントの少なくとも 1 つを含む。このような例示的な装置実施形態では、コントローラは、さらに、A C 電圧間隔の第 1 の部分用の発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 1 の複数の時間間隔を求める、A C 電圧間隔の第 2 の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 2 の複数の時間間隔を求めてよい。 40

【 0 0 5 2 】

例示的な他の実施形態では、コントローラはさらに、A C 電圧間隔の第 1 の部分用の発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントのうちの発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 1 の複数の時間間隔、および A C 電圧間隔の第 2 の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第 2 の複数の時間間隔をメモリから取り込んでよい。

【 0 0 5 3 】

50

20

30

40

50

このような例示的な実施形態では、コントローラは、AC電圧間隔の第1の部分の間に、第1の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、さらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるよう切り替え、AC電圧間隔の第2の部分の間に、第2の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、逆の順序で、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えてよい。

【0054】

様々な例示的な実施形態では、この装置は、整流AC電圧を生成する整流器をさらに備えてよい。このような例示的な実施形態では、コントローラは、整流AC電圧が実質的に零に近いときに、対応する同期信号を生成してよい。また、このような例示的な実施形態では、コントローラは、整流AC電圧が実質的に零に近いことを少なくとも1回判定することによってAC電圧間隔を求めてよい。10

【0055】

また、様々な例示的な実施形態では、この装置は、コントローラに結合された電流センサと、コントローラに結合された電圧センサとをさらに備えてよい。たとえば、第1のパラメータは発光ダイオード電流レベルであってよく、第2のパラメータは電圧レベルであってよい。

【0056】

このような例示的な実施形態では、発光ダイオード電流がAC電圧間隔の第1の部分の間に所定のピーク・レベルに達したときに、コントローラはさらに、AC電圧レベルの第1の値を求めてメモリに記憶し、第1の制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの第1のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるよう切り替え、その後、発光ダイオード電流がAC電圧間隔の第1の部分の間に所定のピーク・レベルに達したときに、コントローラはさらに、AC電圧レベルの次の値を求めてメモリに記憶し、次の制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの次のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるよう切り替えてよい。AC電圧レベルが整流AC電圧間隔の第2の部分の間に次の値に達したときに、コントローラはさらに、他の制御信号を生成して次のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるよう切り替えてよく、かつAC電圧レベルが整流AC電圧間隔の第2の部分の間に第1の値に達したときに、第2の制御信号を生成して第1のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるよう切り替えてよい。20

【0057】

様々な例示的な実施形態では、整流AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流が連続的に所定のピーク・レベルに達するときに、コントローラはさらに、AC電圧レベルの対応する値を求めて記憶し、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるよう切り替え、かつAC電圧間隔の第2の部分の間に、AC電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したときに、コントローラはさらに、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるよう切り替えてよい。たとえば、コントローラはさらに、対応する制御信号を連続的に生成して、対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるよう切り替えるのと逆の順序で対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるよう切り替えてよい。30

【0058】

様々な例示的な実施形態では、コントローラはさらに、AC電圧が位相変調されているかどうかを判定してよい。このような例示的な実施形態では、コントローラは、AC電圧が位相変調されているときに、さらに、対応する制御信号を生成して、位相変調されたAC電圧レベルおよび/または位相変調されたAC電圧レベルの時間間隔に対応する発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちのセグメントを、第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるよう切り替えてよい。このような例示的な実施形態では、コントロ40
50

ーラはさらに、A C 電圧が位相変調されているときに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの次のセグメントを第2のスイッチによって第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるのと同時に第1のスイッチによって並列した第2の発光ダイオード電流経路を維持してよい。

【 0 0 5 9 】

様々な例示的な実施形態のうちの他の実施形態では、コントローラはさらに、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの次のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替える場合に発光ダイオード電流が所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間がA C 電圧間隔の第1の部分に残っているかどうかを判定して、発光ダイオード電流が所定のピーク・レベルに達するのに十分な時間がA C 電圧間隔の第1の部分に残っている場合、さらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの次のセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えてよい。10

【 0 0 6 0 】

様々な例示的な実施形態のうちの他の実施形態では、A C 電圧間隔の第2の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク・レベルよりも所定のマージンだけ高いときに、コントローラはさらに、第2のパラメータの新しい値を求めて記憶し、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えてよい。

【 0 0 6 1 】

様々な例示的実施形態では、コントローラは、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、第1の直列発光ダイオード電流経路に並列に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えてよい。20

【 0 0 6 2 】

様々な装置実施形態では、この装置は、発光ダイオードの第2の複数のセグメントを形成するように直列に結合された第2の複数の発光ダイオードと、発光ダイオードの第2の複数のセグメントのうちの選択されたセグメントを第2の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは第2の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの第2の複数のセグメントに結合された第2の複数のスイッチとをさらに備えてよく、この場合、コントローラはさらに、第2の複数のスイッチに結合され、さらに、対応する制御信号を生成して、発光ダイオードの第2の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、第1の直列発光ダイオード電流経路と並列に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えてよい。たとえば、第2の直列発光ダイオード電流経路は、第1の直列発光ダイオード電流経路と逆の極性を有してよい。また、たとえば、第1の直列発光ダイオード電流経路を通る第1の電流の流れが、第2の直列発光ダイオード電流経路を通る第2の電流の流れとは逆の方向を有してよい。また、たとえば、コントローラはさらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、A C 電圧の正の極性の間に第1の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替え、さらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの第2の複数のセグメントのうちの複数のセグメントを、A C 電圧の負の極性の間に第2の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替えてよい。30

【 0 0 6 3 】

様々な例示的な装置実施形態では、第1の複数のスイッチは、複数のバイポーラ接合トランジスタまたは複数の電界効果トランジスタを備えてよい。また、様々な例示的な装置実施形態では、この装置は、第1の複数のスイッチに対応して結合された複数の演算増幅器と、第1の複数のスイッチに対応して結合された第2の複数のスイッチと、第1の複数のスイッチに対応して結合された第3の複数のスイッチとを備える複数のトライステート・スイッチをさらに備えてよい。40

【0064】

様々な例示的な実施形態は、様々な切り替え構成または切り替え構造を実現してもよい。様々な例示的な実施形態では、第1の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの最後のセグメントの第2の端子に結合される。様々な例示的な実施形態のうちの他の実施形態では、第1の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第2の端子に結合される。

【0065】

10

様々な例示的な実施形態のうちの他の実施形態では、この装置は、第2の複数のスイッチをさらに備えてよい。このような例示的な実施形態では、第1の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの第1のセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第2の端子に結合されてよく、第2の複数のスイッチの各スイッチは、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第2の端子に結合され、かつ発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの最後のセグメントの第2の端子に結合されてよい。

【0066】

20

他の例示的な実施形態では、発光ダイオードの複数のセグメントのうちの発光ダイオードの選択されたセグメントはそれぞれ、異なる色の発光スペクトルを有する発光ダイオードを備える。このような例示的な実施形態では、コントローラは、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの選択されたセグメントを選択的に第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、対応する照明効果を実現し、かつ／あるいは対応する色温度を実現してよい。

【0067】

30

様々な例示的な実施形態では、コントローラはさらに、第1のセンサに結合可能な第1のアナログ・デジタル変換器と、第2のセンサに結合可能な第2のアナログ・デジタル変換器と、デジタル論理回路と、第1の複数のスイッチに対応して結合された複数のスイッチ・ドライバとをさらに備えてよい。他の例示的な実施形態では、コントローラは複数のアナログ比較器を備えてよい。

【0068】

様々な例示的な実施形態では、第1のパラメータおよび第2のパラメータは、以下のパラメータ、すなわち、期間、ピーク電流レベル、平均電流レベル、移動平均電流レベル、瞬間電流レベル、ピーク電圧レベル、平均電圧レベル、移動平均電圧レベル、瞬間電圧レベル、平均出力光学輝度レベル、移動平均出力光学輝度レベル、ピーク出力光学輝度レベル、または瞬間出力光学輝度レベルのうちの少なくとも1つを含んでよい。また、他の例示的な実施形態では、第1のパラメータと第2のパラメータは、電圧レベルまたは電流レベルのような同じパラメータである。

【0069】

40

例示的な他の装置実施形態は、AC電圧を受け取るように結合可能であり、発光ダイオードの第1の複数のセグメントを形成するように直列に結合された第1の複数の発光ダイオードと、制御信号に応答して発光ダイオードの選択されたセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替えるかあるいは第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるように発光ダイオードの第1の複数のセグメントに結合された第1の複数のスイッチと、少なくとも1つのセンサと、複数のスイッチおよび少なくとも1つのセンサに結合され、第1のパラメータに応答して、AC電圧間隔の第1の部分の間に、第2のパラメータの値を求め、第1の制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、AC電圧間隔の第2の部分の間

50

に、第2のパラメータの現在の値が対応する求められた値に実質的に等しいときに、第2の制御信号を生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの発光ダイオードの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える制御回路とを備える。

【0070】

例示的な実施形態では、制御回路はさらに、AC電圧間隔の第1の部分用の発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの発光ダイオードのセグメントの数に対応する第1の複数の時間間隔を算出するかあるいはメモリから取得し、かつAC電圧間隔の第2の部分用の発光ダイオードのセグメントの数に対応する第2の複数の時間間隔を算出するかあるいはメモリから取得する。このような例示的な実施形態では、制御回路は、AC電圧間隔の第1の部分の間に、第1の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、さらに、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、AC電圧間隔の第2の部分の間に、第2の複数の時間間隔の各時間間隔が満了したときに、逆の順序で、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの次のセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える。
。

【0071】

他の例示的な実施形態では、この装置は、求められた複数の値を記憶するメモリをさらに備える。様々な例示的な実施形態では、第1のパラメータは発光ダイオード電流レベルであり、第2のパラメータは電圧レベルであり、AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流が連続的に所定のレベルに達するときに、制御回路はさらに、AC電圧レベルの対応する値を求めてメモリに記憶し、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつAC電圧間隔の第2の部分の間に、AC電圧レベルが対応する電圧レベルまで低下したときに、コントローラはさらに、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える。例示的な他の実施形態では、第1のパラメータと第2のパラメータは、電圧レベルまたは電流レベルを含む同じパラメータであり、AC電圧間隔の第1の部分の間に、電圧レベルまたは電流レベルが連続的に所定のレベルに達するときに、制御回路はさらに、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、かつAC電圧間隔の第2の部分の間に、電圧レベルまたは電流レベルが対応するレベルまで低下したときに、コントローラはさらに、対応する制御信号を連続的に生成して発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントを第1の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替える。

【0072】

例示的な他の装置実施形態は、AC電圧を受け取るように結合可能であり、整流AC電圧を生成する整流器と、発光ダイオードの複数のセグメントを形成するように直列に結合された複数の発光ダイオードと、各々が、発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの対応するセグメントの第1の端子に結合され、かつ発光ダイオードの第1の複数のセグメントのうちの最後のセグメントの第2の端子に結合された複数のスイッチと、発光ダイオード電流レベルを検知する電流センサと、整流AC電圧レベルを検知する電圧センサと、複数のパラメータを記憶するメモリと、複数のスイッチ、メモリ、電流センサ、および電圧センサに結合され、整流AC電圧間隔の第1の部分の間に、発光ダイオード電流レベルが所定のピーク発光ダイオード電流レベルに達したときに、整流AC電圧レベルの対応する値を求めてメモリに記憶し、対応する制御信号を生成して発光ダイオードの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路に含められるように切り替え、整流AC電圧間隔の第2の部分の間に、整流AC電圧レベルの現在の値が整流AC電圧レベルの記憶されている対応する値に実質的に等しいときに、対応する制御信号を生成して発光ダイオード

10

20

30

40

50

ドの対応するセグメントを直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えるコントローラとを備える。

【0073】

本発明の多数の他の利点および特徴が、本発明についての以下の詳細な説明およびその実施形態、特許請求の範囲、ならびに添付の図面から容易に明らかになろう。

【0074】

本発明の目的、特徴、および利点は、以下の開示を参照し、添付の図面に関連して検討したときにより容易に理解されよう。図面において、同じ参照符号は、様々な図において同一の構成要素を識別するのに使用されており、アルファベット文字を含む参照符号は、様々な図における選択された構成要素実施形態の追加的な種類、例示、または変形例を識別するのに利用されている。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明の教示による第1の例示的なシステムおよび第1の例示的な装置の回路・ブロック図である。

【図2】本発明の教示による第1の例示的な負荷電流波形および入力電圧レベルを示す図である。

【図3】本発明の教示による第2の例示的な負荷電流波形および入力電圧レベルを示す図である。

【図4】本発明の教示による第2の例示的なシステムおよび第2の例示的な装置のブロック回路図である。

【図5】本発明の教示による第3の例示的なシステムおよび第3の例示的な装置のブロック回路図である。

【図6】本発明の教示による第4の例示的なシステムおよび第4の例示的な装置のブロック回路図である。

【図7】本発明の教示による第5の例示的なシステムおよび第5の例示的な装置のブロック回路図である。

【図8】本発明の教示による第6の例示的なシステムおよび第6の例示的な装置のブロック回路図である。

【図9】本発明の教示による第1の例示的な電流制限器を示すブロック回路図である。

【図10】本発明の教示による第2の例示的な電流制限器を示す回路図である。

【図11】本発明の教示による第3の例示的な電流制限器および温度保護回路を示す回路図である。

【図12】本発明の教示による第4の例示的な電流制限器を示す回路図である。

【図13】本発明の教示による第1の例示的なインターフェース回路を示すブロック回路図である。

【図14】本発明の教示による第2の例示的なインターフェース回路を示すブロック回路図である。

【図15】本発明の教示による第3の例示的なインターフェース回路を示すブロック回路図である。

【図16】本発明の教示による第4の例示的なインターフェース回路を示すブロック回路図である。

【図17】本発明の教示による第5の例示的なインターフェース回路を示すブロック回路図である。

【図18】本発明の教示による第1の例示的なDC電源回路を示す回路図である。

【図19】本発明の教示による第2の例示的なDC電源回路を示す回路図である。

【図20】本発明の教示による第3の例示的なDC電源回路を示す回路図である。

【図21】本発明の教示による例示的なコントローラを示すブロック図である。

【図22】本発明の教示による第1の例示的な方法を示す流れ図である。

【図23A】本発明の教示による第2の例示的な方法を示す流れ図である。

10

20

30

40

50

【図23B】本発明の教示による第2の例示的な方法を示す流れ図である。

【図23C】本発明の教示による第2の例示的な方法を示す流れ図である。

【図24】本発明の教示による第7の例示的なシステムおよび第7の例示的な装置のブロック回路図である。

【図25】本発明の教示による第8の例示的なシステムおよび第8の例示的な装置のブロック回路図である。

【図26】本発明の教示による第9の例示的なシステムおよび第9の例示的な装置のブロック回路図である。

【図27】本発明の教示による第10の例示的なシステムおよび第10の例示的な装置のブロック回路図である。

10

【図28】本発明の教示による第11の例示的なシステムおよび第11の例示的な装置のブロック回路図である。

【図29】本発明の教示による第12の例示的なシステムおよび第12の例示的な装置のブロック回路図である。

【図30】本発明の教示による第13の例示的なシステムおよび第13の例示的な装置のブロック回路図である。

【図31A】本発明の教示による第3の例示的な方法を示す流れ図である。

【図31B】本発明の教示による第3の例示的な方法を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0076】

20

本発明には多数の異なる形態の実施形態が可能であるが、本発明の例示的な特定の実施形態について図示し本明細書で説明する。本開示が、本発明の原則を例示するものとみなされるべきであり、本発明を例示される特定の実施形態に制限するものではないことを理解されたい。このため、本発明に整合する少なくとも1つの実施形態について詳しく説明する前に、本発明の用途が構成の細部に限定されず、かつ本発明が上記および以下に記載されるか、図示されるか、あるいは例を挙げて説明する各構成要素の構成に限定されないことを理解されたい。本発明に整合する方法および装置は、他の実施形態が可能であり、様々な方法で実施することができる。また、本明細書で使用される表現および用語と以下に含まれる要約が、説明のためのものであり、限定とみなすべきものではないことを理解されたい。

30

【0077】

図1は、本発明の教示による第1の例示的なシステム50および第1の例示的な装置100の回路・ブロック図である。第1の例示的なシステム50は、電力会社から供給される家庭AC線または他のAC主電源のような、本明細書では同等にAC電力線またはAC電源とも呼ばれる交流(「AC」)線102に結合された第1の例示的な装置100(同等にオフラインAC LEDドライバとも呼ばれる)を含む。そのようなAC電圧または電流に関連して例示的な実施形態について説明するが、請求される発明が以下に詳しく定義される時変電圧または時変電流に適用可能であることを理解されたい。第1の例示的な装置100は、複数のLED140と、複数のスイッチ110(一例としてMOSFETとして示されている)と、コントローラ120と、(第1の)電流センサ115と、整流器105とを備え、適宜、電圧センサ195と、コントローラ120および選択される他の構成要素に電力を供給するDC電源(「Vcc」)とを備える。例示的なDC電源回路125は、様々な構成で実現されてよく、様々な例示的な装置(100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300)内の様々な位置に設けられてよい。例示的ないくつかのDC電源回路125を図18~20を参照して例示し論じる。また、例示的なDC電源125は、限定するものではないが、たとえば、ノード131とノード117の間またはノード131とノード134の間のような様々な方法で例示的な装置に結合されてよい。例示的な電圧センサ195も、様々な構成で実現されてよく、様々な例示的な装置(100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300)内の様々な位置に設けられてよい。

40

50

00) 内の様々な位置に設けられてよい。電圧ドライバ回路として実現される例示的な電圧センサ 195A を図4および5を参照して例示し論じる。また、たとえば、例示的な電圧センサ 195 は、限定するものではないが、たとえば、ノード 131 とノード 117 の間またはその他の位置のような様々な方法で例示的な装置に結合されてよい。また、適宜、様々な期間、電流レベル、または電圧レベルを記憶するメモリ 185 を含めてよく、様々な例示的な実施形態において、コントローラ 120 は、様々な種類のメモリ 185 (たとえば、レジスタ) をすでに含んでいてよく、したがって、メモリ 185 は別個の構成要素でなくてよい。所望の照明効果または選択される照明効果に関する入力用のような(たとえば、光出力のような様々な選択に関するユーザ入力用の)ユーザ・インターフェース 190 を様々な例示的な実施形態におけるオプションとして含めてもよい。別段に図示されていないが、同等の実装形態が、絶縁変圧器を使用することなどによる絶縁を含んでもよく、このような実装形態は請求される発明の範囲内である。
10

【0078】

複数のスイッチ 110 のうちの任意のスイッチ 110 が、図示の n チャネル MOSFET だけでなく、限定ではないが、バイポーラ接合トランジスタ(「BJT」)、p チャネル MOSFET、様々なエンハンスマント・モード FET またはデプレーション・モード FETなどを含む任意の種類のスイッチまたはトランジスタであってよく、かつ選択される実施形態に応じて、任意の種類の複数の他の電源スイッチを回路内で利用してよいことに留意されたい。
20

【0079】

整流器 105 は、ブリッジ整流器として示され、AC 線 102 に結合されており、全(または半)波整流入力電圧(「V_{IN}」)および電流を、LED 140₁、140₂、140₃ ~ 140_n として示され、複数の直列結合セグメント(またはストリング) 175 (LED セグメント 175₁、175₂、175₃ ~ 175_n として示されている)として配置または構成された、複数の直列結合発光ダイオード(LED) 140 の第 1 の発光ダイオード 140₁ に供給する。(整流器 105 は、全波整流器、全波ブリッジ、半波整流器、電気機械整流器、または他の種類の整流器であってよい。) 各 LED セグメント 175 は、図示を容易にするために、対応する 1 つの LED 140 のみを有するように図 1 に示されているが、このような各 LED セグメント 175 が通常、対応する複数の直列結合 LED 140、すなわち、連続的に直列結合された各 LED セグメント 175 内の 1 個 ~ 「m」個の LED 140 を備えることを理解されたい。様々な LED セグメント 175 を同じ(等しい)数の LED 140 または異なる(等しくない)数の LED 140 で構成されてよく、そのようなすべての変形例が同等でありかつ本発明の範囲内であるとみなされることも理解されたい。限定するものではないが、たとえば、例示的な実施形態では、9 つの LED セグメント 175 の各々に 5 つから 7 つもの LED 140 が含まれる。様々な LED セグメント 175、およびそれらを備える対応する LED 140 は、互いに連続的に直列結合され、第 1 の LED セグメント 175₁ が第 2 の LED セグメント 175₂ に直列結合され、第 2 の LED セグメント 175₂ が第 3 の LED セグメント 175₃ に直列結合され、他の LED セグメントについても同様であり、最後から 2 番目の LED セグメント 175_{n-1} が最後の LED セグメント 175_n に直列結合される。
30

【0080】

図示のように、整流器 105 は第 1 の LED 140₁ のアノードに直接結合されている。ただし、図示し以下に詳しく論じる電流制限器回路 280 またはインタフェース回路 240 または DC 電源 125 との結合のような、抵抗または他の構成要素による結合のような他の結合構成も本発明の範囲内である。整流器 105 を使用しない同等の実装形態も利用可能であり、このような実装形態について以下に論じる。電流センサ 115 は、電流センサの例示的な種類として電流検知抵抗器 165 として例示され実施されており、すべての電流センサ変形例は同等であり、本発明の範囲内であるとみなされる。このような電流センサ 115 は、装置 100 内の他の位置に設けられてもよく、そのようなすべての構成変形例が同等であり、請求される発明の範囲内であるとみなされる。電流センサ 115 は
40
50

グランド電位 117 に結合されるように図示されているため、コントローラ 120 の 1 つの入力 160 のみを使用して LED セグメント 175 および / またはスイッチ 110 ('I') を通る電流のレベルのフィードバックを行うことができ、他の実施形態では、限定するものではないが、たとえば、電流検知に利用される 2 つ以上の電圧レベルの入力用のような追加的な入力を利用してもよい。限定するものではないが、たとえば、電流センサ 115 および / または電圧センサ 195 の代わりにまたは電流センサ 115 および / または電圧センサ 195 に加えて（図 7 の第 2 のセンサ 225 などの）光学輝度センサのような他の種類のセンサを利用してもよい。また、電流検知抵抗器 165 は電流制限抵抗器として働いてもよい。コントローラ 120 用の様々な DC 電源 125 を実施することができ、すべてのそのような変形例が同等であり、請求される発明の範囲内であるとみなされる。

10

【0081】

コントローラ 120（および後述の他のコントローラ 120A ~ 120I）は、以下に詳しく論じるように任意の種類の回路を使用して、公知のように実現されてよく、あるいは当技術分野で公知になり、より一般的には制御回路とみなされてよい。限定するものではないが、たとえば、コントローラ 120（および他のコントローラ 120A ~ 120I）または同等の制御回路は、メモリ回路を含んでも含まなくてもよいデジタル回路、アナログ回路、またはデジタル回路とアナログ回路の両方の組み合わせを使用して実現されてよい。コントローラ 120 は、主として切り替え制御を実行し、パラメータの変動（たとえば、LED 140 電流レベル、電圧レベル、光学輝度値など）を監視してそれに応答するのに利用され、かつ調光または色温度制御のような様々な照明効果のうちの任意の照明効果を実現するのに利用されてもよい。

20

【0082】

スイッチ 110 は、スイッチ 110₁、110₂、110₃ ~ 110_{n-1} として示されており、スイッチの例示的な種類としての例示された MOSFET、以下に詳しく論じる他の同等の種類のスイッチ 110 のような任意の種類のスイッチであってよく、そのようなすべての変形例は同等であり、請求される発明の範囲内であるとみなされる。スイッチ 110 は、LED セグメント 175 の端子に対応して結合されている。図示されているように、対応する複数のスイッチ 110 は、各 LED セグメント 175 の端子において（ただし、最後の LED セグメント 175_n は例外である）LED 140 のカソードに一対一対応で結合されている。特に、この例示的な実施形態では、各スイッチ 110 の第 1 の端子（たとえば、ドレーン端子）が各 LED セグメント 175 の対応する LED 140 の対応する端子（この例ではカソード）に結合され、各スイッチ 110 の第 2 の端子（たとえば、ソース端子）が電流センサ 115（あるいはたとえば、グランド電位 117、または他のセンサ、電流制限器（後述）、もしくは他のノード（たとえば 132））に結合されている。各スイッチ 110 のゲートが、出力 150₁、150₂、150₃ ~ 150_{n-1} として示されている（コントローラ 120 の制御下で）コントローラ 120 の対応する出力 150 に結合されている。この第 1 の例示的な装置 100 では、各スイッチ 110 は、電流バイパス機能を実行し、それによって、スイッチ 110 がオンであり通電しているときに、電流は対応するスイッチを通過し、残りの（または対応する）1 つまたは複数の LED セグメント 175 を迂回する。たとえば、スイッチ 110₁ がオンであって通電しており、残りのスイッチ 110 がオフであるときは、電流が LED セグメント 175₁ を通って流れ、LED セグメント 175₂ ~ 175_n を迂回し、スイッチ 110₂ がオンであって通電しており、残りのスイッチ 110 がオフであるときは、電流が LED セグメント 175₁ をおよび 175₂ を通って流れ、LED セグメント 175₃ ~ 175_n を迂回し、スイッチ 110₃ がオンであって通電しており、残りのスイッチ 110 がオフであるときは、電流が LED セグメント 175₁、175₂、および 175₃ を通って流れ、残りの LED セグメント (~ 175_n) を迂回し、オンにされていて通電しているスイッチ 110 がなく（すべてのスイッチ 110 がオフである）ときは、電流がすべての LED セグメント 175₁、175₂、175₃ ~ 175_n を通って流れ。

30

40

50

【0083】

したがって、複数のLEDセグメント 175_1 、 175_2 、 $175_3 \sim 175_n$ は直列に結合されており、複数のスイッチ 110 ($110_1 \sim 110_{n-1}$)に対応して結合されている。選択されるLEDセグメント 175 は、様々なスイッチの状態に応じて、本明細書では同等に直列LED 140 経路とも呼ばれる直列LED 140 電流経路を形成し、それによって、電流が選択されたLEDセグメント 175 を通って流れ、残りの(選択されない)LEDセグメント 175 (技術的には、依然として選択されたLEDセグメント 175 に物理的に結合されるが、残りのLEDセグメント 175 への電流の流れが迂回または方向転換されるため、もはや選択されたLEDセグメント 175 に電気的には結合されていない)を迂回するように結合されてよい。回路構成に応じて、すべてのスイッチ 110 がオフである場合、複数のLEDセグメント 175 のうちのすべてのLEDセグメント 175 が直列LED 140 電流経路を形成するように結合され、すなわち、LEDセグメント 175 への電流の流れのうちで迂回または方向転換される流れはない。図示の回路構成では、回路構成(たとえば、様々なスイッチ 110 の位置)に応じて、複数のLEDセグメント 175 のうちの少なくとも1つのLEDセグメント 175 が、直列LED 140 電流経路を形成するように結合され、すなわち、電流の流れがあるとき、この構成では、常に少なくとも1つのLEDセグメントを通って流れる。

【0084】

コントローラ 120 の制御下で、複数のスイッチ 110 は、電流の流れの観点からは、選択されたLEDセグメント 175 を直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列LED 140 電流経路から除外されるように切り替えるものとみなされてよく、すなわち、LEDセグメント 175 は、スイッチ 110 によって迂回されていないときに直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えられ、スイッチ 110 によってあるいはスイッチ 110 を通して迂回されるときに直列LED 140 電流経路から除外されるように切り替えられる。言い換えれば、LEDセグメント 175 は、LEDセグメント 175 が受け取る電流がスイッチ 110 によって他の場所に迂回されないかあるいは送られていないときには直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えられ、電流がスイッチ 110 によって他の場所に送られるためにLEDセグメント 175 が電流を受け取らないときには直列LED 140 電流経路から除外されるように切り替えられる。

【0085】

同様に、コントローラが、FETまたはBJTとして実現されるときのスイッチ 110 の対応するゲートまたはベースへの比較的高い電圧の信号(2進論理1)、およびやはりFETまたはBJTとして実現されるときのスイッチ 110 の対応するゲートまたはベースへの比較的低い電圧の信号(2進論理0)のような複数のスイッチ 110 への対応する制御信号を生成し、それによって、複数のLEDセグメント 175 のうちの対応するLEDセグメント 175 を選択的に直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列LED 140 電流経路から除外されるように切り替えることを理解されたい。したがって、コントローラ 110 がLEDセグメント 175 を直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列LED 140 電流経路から除外されるように切り替えるための基準が、コントローラが、LEDセグメント 175 を直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列LED 140 電流経路から除外されるように切り替える、複数のスイッチ 110 および/または任意の介在するドライバまたはパッファ回路(図21にスイッチ・ドライバ 405 として示されている)への対応する制御信号を生成することを暗黙的に意味しかつ含むことを理解されたい。

【0086】

この切り替え構成の利点は、デフォルトでは、開路スイッチ障害が生じた場合に、LEDセグメント 175 が直列LED 140 電流経路に入り、それによって照明デバイスを引き続き動作させ出力光を生成せるように、スイッチを通る電流の流れが必要になるのではなく、LEDセグメント 175 が直列LED 140 電流経路に電気的に結合されること

である。

【0087】

しかし、以下に図6を参照して論じる装置400のような様々な例示的な他の実施形態も、限定するものではないが、たとえば、1つまたは複数のLEDセグメント175が第1の直列LED140電流経路に含められるように切り替えられ、1つまたは複数のLEDセグメント175が第2の直列LED140電流経路に含められるように切り替えられ、次いで互いに並列になるように切り替えられるように、LEDセグメント175を、並列LED140電流経路と直列LED140電流経路の両方に含められるように切り替えること、および並列LED140電流経路と直列LED140電流経路の両方から除外するように切り替えることを実現する。したがって、例示的な実施形態の様々な回路構造および切り替えの組み合わせに対応するように、「LED140電流経路」は、直列LED140電流経路もしくは並列LED140電流経路のいずれかもしくは両方、および／またはそれらの任意の組み合わせを意味しかつ含む。当業者には、様々な回路構造に応じて、どのLED140電流経路が直列LED140電流経路で、どれが並列直列LED140電流経路で、どれが両方の組み合わせであるかが認識されよう。
10

【0088】

この切り替え構成が与えられた場合、様々な切り替え方式が可能であり、対応する電流が、任意の数の対応するパターン、量、持続時間、および時間で1つまたは複数のLEDセグメント175に供給され、電流が、1つのLEDセグメント175からいくつかのLEDセグメント175、すべてのLEDセグメント175まで供給される。たとえば、期間 t_1 （たとえば、選択される開始時間および持続時間）の間、スイッチ 110_1 がオンで導電状態であり、残りのスイッチ 110 がオフであり、電流はLEDセグメント 175_1 を通って流れ、LEDセグメント $175_2 \sim 175_n$ を迂回し、期間 t_2 の間、スイッチ 110_2 がオンで導電状態であり、残りのスイッチ 110 がオフであり、電流はLEDセグメント 175_1 および 175_2 を通って流れ、LEDセグメント $175_3 \sim 175_n$ を迂回し、期間 t_3 の間、スイッチ 110_3 がオンで導電状態であり、残りのスイッチ 110 がオフであり、電流はLEDセグメント 175_1 、 175_2 、および 175_3 を通って流れ、残りのLEDセグメント(175_n)を迂回し、期間 t_n の間、オンにされていて通電しているスイッチ 110 がなく（すべてのスイッチ 110 がオフであり）、電流はすべてのLEDセグメント 175_1 、 175_2 、 175_3 、 175_n を通って流れる。
20

【0089】

第1の例示的な実施形態では、実質的に（AC線102によって整流器105を介して供給される）整流AC電圧またはより一般的にはAC電圧に対応し、場合によっては整流AC電圧またはAC電圧に追従し、整流AC電圧が比較的高いときには電流が大部分またはすべてのLEDセグメント175を通じて供給され、整流AC電圧が比較的低くあるいは零に近いときには電流がより少ないLEDセグメント175または1つのLEDセグメント175を通じて供給されるかあるいはLEDセグメント175をまったく通さずに供給されるような（スイッチ 110 を介した）電流の切り替えに関して、複数の期間 $t_1 \sim t_n$ および／または対応する入力電圧レベル(V_{IN}) ($V_{IN1} \sim V_{INn}$) および／または他のパラメータ・レベルが決定される。当業者には、限定するものではないが、たとえば、期間、ピーク電流レベルまたはピーク電圧レベル、平均電流レベルまたは平均電圧レベル、移動平均電流レベルまたは移動平均電圧レベル、瞬間電流レベルまたは瞬間電圧レベル、出力（平均、ピーク、または瞬間）光学輝度レベルのような様々なパラメータ・レベルを同等に利用することでき、かつそのようなあらゆる変形例が請求される発明の範囲内であることが認識されかつ理解されよう。第2の例示的な実施形態では、（選択されるかまたは調光器スイッチとの結合を介して装置100に入力されるかあるいは（任意の）ユーザ・インターフェース190を介してユーザによって入力される）調光のような所望の照明効果に対応し、整流AC電圧が比較的高いときには電流が大部分またはすべてのLEDセグメント175を通じて供給され、より低い整流AC電圧が選択されたときには電流がより少ないLEDセグメント175または1つのLEDセグメント17
30

5を通じて供給されるかあるいはLEDセグメント175をまったく通さずに供給されるような(スイッチ110を介した)電流の切り替えに関して、複数の期間 $t_1 \sim t_n$ および/または対応する入力電圧レベル(V_{IN})($V_{IN1}, V_{IN2} \sim V_{INn}$)および/または他のパラメータ・レベル(たとえば、出力光学輝度レベル)が決定される。たとえば、比較的低いレベルの輝度が選択されたときには、電流が、所定の時間間隔または選択された時間間隔の間比較的少ないLEDセグメント175を通じて供給されるかあるいはどのLEDセグメント175も通さずに供給されてよい。

【0090】

他の例示的な実施形態では、複数のLEDセグメント175は、赤色、緑色、青色、琥珀色のような可視範囲の波長を有する発光のような様々な発光スペクトルを有する様々な種類のLED140で構成されてよい。たとえば、LEDセグメント175₁は赤色LED140で構成されてよく、LEDセグメント175₂は緑色LED140で構成され、LEDセグメント175₃は青色LED140で構成され、他のLEDセグメント175_{n+1}は琥珀色または白色LED140で構成されてよく、他のLEDセグメント175についても同様である。このような例示的な実施形態では、環境光色調節または出力色調節のような他の所望の建築照明効果に対応し、電流が、赤色、緑色、青色、琥珀色のような対応する波長およびそのような波長の対応する組み合わせ(たとえば、赤色と緑色の組み合わせとしての黄色)で対応する発光を生成するように対応するLEDセグメント175を通じて供給されるような(スイッチ110を介した)電流の切り替えに関して、複数の期間 $t_1 \sim t_n$ および/または対応する入力電圧レベル(V_{IN})($V_{IN1}, V_{IN2} \sim V_{INn}$)および/または他のパラメータ・レベルが決定される。当業者には、任意の選択される照明効果を実現するのに利用することができ、すべてが請求される本発明の範囲内であるLED140の無数の切り替えパターンおよび種類が認識されよう。

【0091】

実質的に(A C線102によって整流器105を介して供給される)整流AC電圧に対応し、場合によっては(所定の分散または他の公差または所望の仕様内で)整流AC電圧に追従する(スイッチ110を介した)電流の切り替えに関して複数の期間 $t_1 \sim t_n$ および/または対応する入力電圧レベル(V_{IN})($V_{IN1}, V_{IN2} \sim V_{INn}$)および/または他のパラメータ・レベルが決定される上述の第1の例示的な実施形態では、コントローラ120は、整流AC電圧が比較的高いときには電流が大部分またはすべてのLEDセグメント175を通じて供給され、整流AC電圧が比較的低いあるいは零に近いときには電流がより少ないLEDセグメント175または1つのLEDセグメント175を通じて供給されるかあるいはLEDセグメント175をまったく通さずに供給されるように、電流が供給される直列結合されるLEDセグメント175の数を周期的に調整する。たとえば、選択される実施形態では、LEDセグメント175を通るピーク電流('I_p')は実質的に一定に維持され、それによって、整流AC電圧レベルが高くなり、電流が、現在直列経路に接続されている1つまたは複数のLEDセグメント175を通して所定のピーク電流レベルまたは選択されたピーク電流レベルまで増大すると、他のLEDセグメント175が直列経路に含められるように切り替えられ、逆に、整流AC電圧レベルが低くなるにつれて、現在直列経路に接続されているLEDセグメント175が連続的に直列経路から除外されるように切り替えられ迂回される。LEDセグメント175が経路(直列LED140電流経路)に含められるように切り替えられ、その後LEDセグメント175が経路(直列LED140電流経路)から除外されるように切り替えられることによるLED140を通るこのような電流レベルが図2および3に示されている。特に、図2は、本発明の教示による第1の例示的な負荷電流波形(たとえば全輝度レベル)および入力電圧レベルを示すグラフであり、図3は、本発明の教示による第2の例示的な負荷電流波形(たとえば、より低い輝度レベルまたは調光された輝度レベル)および入力電圧レベルを示すグラフである。

【0092】

図2および3を参照すると、さらに、整流AC線電圧が約零ボルトからそのピーク・レ

10

20

30

40

50

ベルまで上昇する、AC(電圧)間隔の第1の部分としての第1の時間間隔(時間象限「Q1」146と呼ばれる)、および整流AC線電圧がそのピーク・レベルから約零ボルトまで低下する、AC(電圧)間隔の第2の部分としての第2の時間間隔(時間象限「Q2」147と呼ばれる)に分割される、整流60Hz ACサイクル(入力電圧 V_{IN} が点線142として示されている)の第1の半部の間の選択されたLEDセグメント175を通る電流レベルが示されている。AC電圧が整流されるにつれて、整流60Hz ACサイクルの第2の半部の間、時間象限「Q1」146および時間象限「Q2」147ならびに対応する電圧レベルが繰り返される。(整流AC電圧 V_{IN} が理想的で教科書的な例として示されており、実際の使用時にはこの図とは異なる可能性が高いことにも留意されたい。)図2を参照すると、各時間象限Q1およびQ2について、限定するものではないが、たとえば、7つのLEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように切り替えることまたは直列LED140電流経路から除外されるように切り替えることに対応する7つの時間間隔が示されている。時間間隔145₁の間の、ACサイクルの開始時には、スイッチ110₁がオンで通電しており、残りのスイッチ110がオフであり、電流(「 I_S 」)は、LEDセグメント175₁を通って流れ、所定のピーク電流レベルまたは選択されたピーク電流レベル I_p まで上昇する。コントローラ120は、電流センサ115を使用して、電流が I_p に達したときに、スイッチ110₂をオンに切り替え、スイッチ110₁をオフに切り替え、残りのスイッチ110をオフに維持し、それによって時間間隔145₂を開始することによって次のLEDセグメント175₂が電流経路に含められるように切り替える。コントローラ120はまた、様々な例示的な実施形態で例示される電圧センサ195を使用することなどによって、時間間隔145₁の持続時間、またはLEDセグメント175のこの特定の直列組み合わせ(この例では、第1のLEDセグメント175₁のみである)について I_p に達したときの線電圧レベルのような同等のパラメータを測定するかあるいは他の方法で求め、対応する情報をメモリ185または他のレジスタもしくはメモリに記憶する。LEDセグメント175の選択された組み合わせについてのこの間隔情報は、時間パラメータであるか、電圧パラメータであるか、測定可能な他のパラメータであるかにかかわらず、第2の時間象限「Q2」147中に、対応するLEDセグメント175を直列LED140電流経路から除外するように切り替えるのに利用される(概ね逆の順序)。

【0093】

引き続き図2を参照すると分かるように、ACサイクルにおいて時間間隔145₁よりもわずかに遅い時間間隔145₂の間、スイッチ110₂がオンで通電しており、残りのスイッチ110がオフであり、電流(「 I_S 」)は、LEDセグメント175₁および175₂を通って流れ、再び所定のピーク電流レベルまたは選択されたピーク電流レベル I_p まで上昇する。コントローラ120は、電流センサ115を使用して、電流が I_p に達したときに、スイッチ110₃をオンに切り替え、スイッチ110₂をオフに切り替え、残りのスイッチ110をオフに維持し、それによって時間間隔145₃を開始することによって次のLEDセグメント175₃が電流経路に含められるように切り替える。コントローラ120はまた、時間間隔145₂の持続時間、またはLEDセグメント175のこの特定の直列組み合わせ(この例では、LEDセグメント175₁および175₂である)について I_p に達したときの線電圧レベルのような同等のパラメータを測定するかあるいは他の方法で求め、対応する情報をメモリ185または他のレジスタもしくはメモリに記憶する。LEDセグメント175の選択された組み合わせについてのこの間隔情報、すなわち、時間パラメータ、電圧パラメータ、または測定可能な他のパラメータは、第2の時間象限「Q2」147中に、対応するLEDセグメント175を直列LED140電流経路から除外するように切り替えるのに利用される。整流AC電圧レベルが高くなるにつれて、このプロセスは、時間間隔145_nで、すべてのLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられ(すなわち、すべてのスイッチ110がオフになり、迂回されるLEDセグメント175がなくなり)、対応するすべての間隔情報がメモリ185に記憶されるまで継続する。

10

20

30

40

50

【0094】

したがって、整流 A C 線電圧 (V_{IN} 、図 2 および 3 における 142) が高くなるにつれて、追加的な L E D セグメント 175 が電流経路に含められるように切り替えられることによって、整流 A C 線電圧の上昇に応じて利用される L E D 140 の数が増えていく。このように、L E D 140 を使用することは、実質的に A C 線電圧に追従するかあるいは A C 線電圧に対応し、それによって、L E D 140 によって適切な電流を（たとえば、L E D デバイス仕様内に）維持することができ、エネルギー貯蔵デバイスを複雑にすることも電力変換器デバイスを複雑にすることもなしに整流 A C 線電圧を十分に利用することが可能になる。それによって、この装置 100 構成および切り替え方法は、効率を高くし、L E D 140 の稼働率を向上させ、全体的により小形の多数の L E D 140 を使用するのを可能にし、それによって、光出力の効率も高くするとともに放熱および熱管理も向上させる。また、切り替えが頻繁に行われるため、L E D セグメント 175 を直列 L E D 140 電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列 L E D 140 電流経路から除外されるように切り替えることによる出力輝度の変化を平均的な人間の観察者が知覚することはできない。10

【0095】

平衡抵抗器がないとき、切り替えの前から後まで、すなわち、時間象限「Q1」146（整流 A C 電圧が上昇する）の間の電流のジャンプは、数式 1 で表され、20

【0096】

【数 1】

$$\Delta I = \frac{\Delta N}{N + \Delta N} \left(\frac{V_{switch}}{NRd} \right)$$

上式で、「 V_{switch} 」は切り替えが行われるときの線電圧であり、「 Rd 」は 1 つの L E D 140 のダイナミック・インピーダンスであり、「 N 」は、他の L E D セグメント 175 が電流経路に含められるように切り替えられる前の直列 L E D 140 電流経路内の L E D 140 の数であり、「 ΔN 」は、直列 L E D 140 電流経路に含められるように切り替えられる追加的な L E D 140 の数である。電圧が時間象限「Q2」147 の間に低下するときについても同様の数式を導くことができる。（もちろん、この場合、ダイオード電流が零まで低下するため、電流ジャンプによって電流が負になることはない。）数式 1 は、「 N 」を導電する L E D 140 の数と比べて小さくするか、あるいは L E D に比較的高いダイナミック・インピーダンスを持たせるか、あるいはその両方を行うことによって電流ジャンプが低減することを示している。30

【0097】

例示的な実施形態では、第 2 の時間象限「Q2」147 の間に、整流 A C 線形電圧が低下するときに、記憶されている間隔、電圧、またはその他のパラメータ情報をを利用して対応する L E D セグメント 175 を逆の順序で（たとえば、「ミラーリングして」）順次、直列 L E D 140 電流経路から除外されるように切り替え、すなわち、（Q1 の終了時に）直列 L E D 140 電流経路に含められるように切り替えられたすべての L E D セグメント 175 の切り替えを開始し、直列 L E D 140 電流経路内に残る L E D セグメントが 1 つ（L E D セグメント 175₁）だけになるまで対応する L E D セグメント 175 を直列 L E D 140 電流経路から除外されるように切り替えていく。引き続き図 2 を参照すると、時間間隔 148_n、すなわち、A C サイクルのピークまたは頂点に続く間隔の間に、すべての L E D セグメント 175 が直列 L E D 140 電流経路に含められるように切り替えられ（すべてのスイッチ 110 がオフになり、迂回される L E D セグメント 175 がなくなり）、電流（「 I_s 」）は、すべての L E D セグメント 175 を通って流れ、その所定のピーク電流レベルまたは選択されたピーク電流レベル I_p から低下していく。コントローラ 120 は、記憶されている間隔、電圧、または対応する持続時間もしくは電圧レベルのような他のパラメータ情報を使用して、対応する時間が経過するか、あるいは整流 A C 4050

入力電圧が記憶されている電圧レベルまで低下するか、あるいは記憶されている他のパラメータ・レベルに達したときに、スイッチ 110_{n-1} をオンにし、残りのスイッチ 110 をオフに維持し、それによって時間間隔 148_{n-1} を開始することによって、次のLEDセグメント 175_n を電流経路から除外されるように切り替える。次の時間間隔 148_{n-1} の間、LEDセグメント 175_n 以外のすべてのLEDセグメント 175 が依然として直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えられ、電流 I_s は、これらのLEDセグメント 175 を通って流れ、再びその所定のピーク電流レベルまたは選択されたピーク電流レベル I_p から低下していく。コントローラ 120 は、やはり対応する持続時間または電圧レベルのような記憶されている間隔情報を使用して、対応する時間が経過するか、電圧レベルに達するか、あるいは記憶されている他のパラメータ・レベルに達したときに、スイッチ 110_{n-2} をオンにし、スイッチ 110_{n-1} をオフにし、残りのスイッチ 110 をオフに維持し、それによって時間間隔 148_{n-2} を開始することによって、次のLEDセグメント 175_{n-1} を電流経路から除外されるように切り替える。整流AC電圧レベルが低下するにつれて、このプロセスは、時間間隔 148_1 で、直列LED 140 電流経路に残るLEDセグメント 175 が1つだけになるまで継続し、直列LED 140 電流経路に残るLEDセグメント 175 が1つだけになったときに、切り替えプロセスを再開し、次の第1の時間象限「Q1」 146 の間、追加的なLEDセグメント 175 を連続的に直列LED 140 電流経路に含められるように切り替えてよい。10

【0098】

上述のように、様々なパラメータを利用して、持続時間（時間単位であっても、デバイス・クロック・サイクル・カウント単位であってもよい）、電圧レベル、電流レベルのような第2の時間象限「Q2」 147 で切り替え制御に利用される間隔情報を生成することができる。また、時間象限「Q2」 147 で使用される間隔情報は、先行する最新の第1の時間象限「Q1」 146 で求められた情報であってよく、あるいは例示的な他の実施形態によれば、以下に図23を参照して詳しく論じるように、力率補正の増強などが実施されるように調整または修正されてよく、LED 140 の温度としてのしきい値を変更すると、使用時にデジタル・フィルタリングを増強して雑音、供給されるAC線電圧の非対称性、予期されない電圧の上昇または低下、通常の過程での他の電圧変動などを低減させることができる。また、たとえば、力率補正のために、LED 140 の電流レベルが I_p に達するのに十分な時間が所定の間に残っているかどうかなどについての時間の計算および見積もりのような様々な計算を実行してもよい。 I_p を超えるかあるいは超えつつある場合の電流制限、または調光器スイッチのような様々なデバイスとの相互作用に十分な電流を流すことなどのための他の電流管理のような様々な他のプロセスを実行してもよい。2030

【0099】

また、例示的な実施形態では、図2に示されている順次切り替えだけでなく、他の切り替え方式を使用してもよい。たとえば、整流AC電圧レベルの上昇を示す測定値のような実時間情報に基づいて、限定するものではないが、たとえば、2つのLEDセグメント 175 から5つのLEDセグメント 175 に急増するように、追加的なLEDセグメント 175 を電流経路に含められるように切り替えてよく、同様の非順次切り替えを電圧下降などに利用することができ、したがって、順次切り替え、非順次切り替えのような任意の種類の切り替え、および全輝度、調光された輝度、特殊効果、および色温度のような任意の種類の照明効果用の任意の種類の切り替えが、請求される発明の範囲内である。40

【0100】

調光用途用の切り替え変形例のような他の切り替え変形例が図3に示されている。図示のように、追加的なLEDセグメント 175 を、次の第1の時間象限「Q1」 146 の間に直列LED 140 電流経路に含められるように順次切り替えることは実行されず、様々なLEDセグメント 175 の組み合わせが省略される。このような用途では、整流AC入力電圧が位相変調されてよく、たとえば、ACサイクルの各半部の第1の部分（たとえば、 30 度～ 70 度）の間電圧を供給せず、次に、その位相で電圧を急激に上昇させてよい（図3の 143 ）。この場合、時間間隔 145_{n-1} の間に、LEDセグメント 175_n 50

以外のすべての L E D セグメント 175 が直列 L E D 140 電流経路に含められるように切り替えられ、電流 I_s が比較的低速で I_p まで上昇し、それによって、平均 L E D 140 電流が変化し、出力輝度レベルが低下する。別段に図示されていないが、L E D セグメント 175 の同様の省略を Q 2 で実行してよく、その場合、やはり出力輝度レベルが低下する。電子分野の当業者には、例示された切り替えだけでなく、このような輝度調整を実現するために実施することのできる互いに無数の異なる切り替えの組み合わせが認識されよう。例示された切り替え方法だけでなく、各間隔の間の平均電流値の修正、各間隔の間のパルス幅変調を含むこのようなすべての変形例が、請求される発明の範囲内である。

【 0101 】

当業者には、請求される発明の範囲内で実施することのできる無数の異なる切り替え間隔方式および対応する切り替え方式が認識されよう。たとえば、所定の切り替え間隔を各 L E D セグメント 175 について個々に事前に決定するか、あるいは他の方法であらかじめ決定してよく、この切り替え間隔は、他の切り替え間隔と等しくても等しくなくてもよく、切り替え間隔は、各 L E D セグメント 175 について等しくなるように選択またはプログラムされてもよく、切り替え間隔は、望ましい照明効果または選択された照明効果を得ることなどのために各 L E D セグメント 175 について動的に決定されてもよく、電圧レベルまたは電流レベルのような測定されたパラメータのフィードバックに基づいて各 L E D セグメント 175 について動的に決定されてもよく、各 L E D セグメント 175 に等しい電流が供給されるように動的に決定されるかまたは事前に決定されてもよく、望ましい照明効果または選択された照明効果を得ることなどのために各 L E D セグメント 175 に等しくない電流が供給されるように動的に決定されるかまたは事前に決定されてもよい。

【 0102 】

様々な例示的な装置実施形態が、任意の要素であり必須の要素ではない整流器 105 を含むように図示されていることにも留意されたい。当業者には、非整流 A C 電圧または非整流 A C 電流を使用して例示的な実施形態を実現できることが認識されよう。また、例示的な実施形態は、逆極性（すなわち、逆方向）で接続された 1 つまたは複数の L E D セグメント 175 を使用して構成されても、あるいは限定するものではないが、たとえば、1 組の L E D セグメント 175 を第 1 の極性（方向）で接続し、他の 1 組の L E D セグメント 175 を第 2 の極性（方向）で接続し、それによって、各 L E D セグメント 175 が非整流 A C サイクルのそれぞれの異なる半部の間に電流を受け取るように構成されてもよい。引き続きこの例で説明すると、第 1 組の L E D セグメント 175 を非整流 A C サイクルの第 1 の半部の間に第 1 の L E D 140 電流経路を形成するように切り替え、逆方向または逆極性で配置された第 2 組の L E D セグメント 175 を非整流 A C サイクルの第 2 の半部の間に第 2 の L E D 140 電流経路を形成するように（たとえば、順次または他の順序で）切り替えてよい。

【 0103 】

この例についてさらに説明すると、非整流 A C 入力電圧の場合、様々な実施形態は、この場合 Q 1 および Q 2 に分割されている A C サイクルの第 1 の半部について、A C 電圧間隔の第 1 の部分としての Q 1 の間に、発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替え、Q 2 の間に、発光ダイオードの第 1 の複数のセグメントを第 1 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることができる。したがって、様々な実施形態は、この場合上記に対応して Q 3 部分および Q 4 部分（それぞれ Q 1 および Q 2 と同一であるが逆極性を有する）に分割されてよい A C サイクルの第 2 の半部について、A C 電圧間隔の第 3 の部分（Q 3）の間に、発光ダイオードの第 2 の複数のセグメントを、A C 電圧間隔の第 1 の部分に形成された直列発光ダイオード電流経路とは逆の極性を有する第 2 の直列発光ダイオード電流経路を形成するように切り替え、A C 電圧間隔の第 4 の部分（Q 4）の間に、発光ダイオードの第 2 の複数のセグメントを第 2 の直列発光ダイオード電流経路から除外されるように切り替えることができる。このようなすべての変形例が同等であり、請求される発明の範囲内であるとみなされる。

10

20

30

40

50

【0104】

上述のように、例示的な実施形態は、有力なあるいは有効な力率補正を実施することができる。再び図2を参照すると分かるように、例示的な実施形態では、LED140が、入力電圧レベル V_{IN} (149)と実質的にほぼ同時にピーク値(141)に到達することができる。様々な実施形態では、電流を小さくする可能性がある、LEDセグメント175_nのような次のセグメントの切り替えを行う前に、このLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられた場合に I_p に達するのに十分な時間が象限Q1に残っているかどうかを判定することができる。Q1に十分な時間が残っている場合、このLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられ、Q1に十分な時間が残っていない場合、追加的なLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられることはない。後者の場合、実際のピークLED140電流が、LED140または他の回路構成要素に悪影響を与えるのを避けることなどのために対応するしきい値または他の仕様レベルよりも低く維持される場合には、LED140電流がピーク値 I_p を超えることがある(図2には別段に示されていない)。このような過度の電流レベルを回避する様々な電流制限回路について以下に詳しく論じる。

【0105】

図4は、本発明の教示による第2の例示的なシステム250、第2の例示的な装置200、および第1の例示的な電圧センサ195Aを示すブロック・回路図である。第2の例示的なシステム250は、交流(「AC」)線102に結合された(同等地オフラインAC LEDドライバとも呼ばれる)第2の例示的な装置200を備える。第2の例示的な装置200は、複数のLED140と、複数のスイッチ110(一例としてMOSFETとして示されている)と、コントローラ120Aと、電流センサ115と、整流器105と、電流調整器180(例示的な実施形態として、演算増幅器によって実現されるように示されている)と、補助スイッチ111および112とを備え、適宜、検知された入力電圧レベルをコントローラ120Aに供給する第1の例示的な電圧センサ195A(抵抗器130および135を使用する分圧器として示されている)を備える。また、適宜、上述のようにメモリ185および/またはユーザ・インターフェース190を含めてもよい。図示を容易にするために、DC電源回路125は、図4には別段に示されていないが、上記で論じかつ以下により詳しく論じるように任意の回路位置に含めてよい。

【0106】

第2の例示的なシステム250および第2の例示的な装置200は、LEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列LED140電流経路から除外されるように切り替えることに関するかぎり上述の第1のシステム50および第1の装置100と同様に動作するが、異なるフィードバック機構および異なる切り替え実装形態を利用して、LEDセグメント175の組ごとに別々の制御をピーク電流に対して施すことができる(たとえば、LEDセグメント175₁には第1のピーク電流、LEDセグメント175₁および175₂には第2のピーク電流、LEDセグメント175₁、175₂、および175₃には第3のピーク電流、すべてのLEDセグメント175₁～175_nについて第nのピーク電流レベル)。特に、電流センサ115からの測定された電流レベルまたは他の方法で求められた電流レベル I_s のフィードバックが、電流調整を行う演算増幅器として実現される電流調整器180₁、180₂、180₃～180_nとして示されている電流調整器180の対応する反転端子に供給される。LEDセグメント175の対応する各組についての所望のピーク電流レベルまたは選択された電流レベルが、IP₁、IP₂、IP₃～IP_nとして示されており、コントローラ120Aによって(出力170₁、170₂、170₃～170_nを介して)電流調整器180の対応する非反転端子に供給される。各電流調整器180₁、180₂、180₃～180_nの出力が、対応するスイッチ110₁、110₂、110₃～110_nのゲートに結合されており、また、補助スイッチ111(111₁、111₂、111₃～111_n)および112(112₁、112₂、112₃～112_n)はそれぞれ、(スイッチ

10

20

30

40

50

111の場合は出力 172_1 、 172_2 、 $172_3 \sim 172_n$ を介し、スイッチ112の場合は出力 171_1 、 171_2 、 $171_3 \sim 171_n$ を介して)コントローラ120Aに結合されかつコントローラ120Aによって制御されるゲートを有しており、それによってトライステート制御およびより詳細な電流調整が可能である。補助スイッチ111および112のうちでオンになっているスイッチがなく、かつスイッチ110が、電流センサ115からフィードバックされる電流 I_s をコントローラ120から供給されるピーク電流レベルと比較し、それによって、スイッチ110および対応する1組のLEDセグメント175を通る電流をゲーティングする対応する電流調整器180によって制御されるときには、第1の線形制御モードが実行される。補助スイッチ111がオンであり、かつ対応するスイッチ112がオフであるときには第2の飽和制御モードが実行される。補助スイッチ112がオンであり、かつ対応するスイッチ111がオフであり、それによって、電流が対応するスイッチ110を流れないとときには第3の無効制御モードが実行される。第2の例示的なシステム250および第2の例示的な装置200によって実行される制御は、限定ではないが、1組のLEDセグメント175全体を省略することを含め、電流および通電時間を個別に設定して対応する各組のセグメントを駆動するうえで融通性に富んでいる。
10

【0107】

図5は、本発明の教示による第3の例示的なシステム350および第3の例示的な装置300を示すブロック・回路図である。第3の例示的なシステム350は、交流(「AC」)線102に結合された(同等地にオフラインAC LEDドライバとも呼ばれる)第3の例示的な装置300も備える。第3の例示的な装置300は、複数のLED140と、複数のスイッチ110(一例としてMOSFETとして示されている)と、コントローラ120Bと、電流センサ115と、整流器105とを備え、適宜、検知された入力電圧レベルをコントローラ120Bに供給する電圧センサ195(抵抗器130および135を使用する分圧器である電圧センサ195Aとして示されている)を備える。また、適宜、上述のようにメモリ185および/またはユーザ・インターフェース190を含めてもよい。図示を容易にするために、DC電源回路125は、図5には別段に示されていないが、上記で論じかつ以下により詳しく論じるように任意の回路位置に含めてよい。
20

【0108】

3つのスイッチ110および3つのLEDセグメント175が図示されているが、このシステム350および装置300の構成は容易にLEDセグメント175を増やして拡張するかあるいはLEDセグメント175を減らして縮小することができる。また、LEDセグメント 175_1 、 175_2 、および 175_3 にはそれぞれ、1つ、2つ、および4つのLED140が示されているが、任意の所定のLEDセグメント175内のLED140の数はこれらよりも多くても少なくてもよく、互いに等しくても等しくなくてもよく、すべての変形例が請求される発明の範囲内である。この例示的な装置300およびシステム350では、各スイッチ110が対応するLEDセグメント175の対応する各端子に結合され、すなわち、スイッチ 110_1 のドレーンが(LED140₁のアノードの所で)LEDセグメント 175_1 の第1の端子に結合され、かつスイッチ 110_1 のソースが(LED140₁のカソードの所で)LEDセグメント 175_1 の第2の端子に結合され、スイッチ 110_2 のドレーンが(LED140₂のアノードの所で)LEDセグメント 175_2 の第1の端子に結合され、かつスイッチ 110_2 のソースが(LED140₃のカソードの所で)LEDセグメント 175_2 の第2の端子に結合され、スイッチ 110_3 のドレーンが(LED140₄のアノードの所で)LEDセグメント 175_3 の第1の端子に結合され、かつスイッチ 110_3 のソースが(LED140₇のカソードの所で)LEDセグメント 175_3 の第2の端子に結合されている。この回路構成では、スイッチ110は、選択されたLEDセグメント175を迂回するとともに、電流の流れを遮断し、7つのスイッチではなく3つのスイッチ110のみを使用して7つの回路状態を実現するのを可能にする。また、各LEDセグメント175が、ACサイクルの間同じ持続時間にわたって直列LED140電流経路に結合され、かつ各LEDセグメント175が、実質的
30
40
50

に同じであるかあるいは概ね同じである電流を導通させる、各LEDセグメント175について実質的に平衡した仕事量または等しい仕事量のような選択された任意の使用量または仕事量を実現する切り替え間隔を事前に選択するかあるいは動的に決定してよい。

【0109】

表1には、例示的な装置300およびシステム350の様々な回路状態についてまとめている。表1では、「N」がある整数個のLED140に等しいより一般的なケースとして、LEDセグメント175₁は「1N」個のLED140を有し、LEDセグメント175₂は「2N」個のLED140を有し、LEDセグメント175₃は「3N」個のLED140を有しており、最後の列が、LEDセグメント175₁が1つのLED140を有し、LEDセグメント175₂が2つのLED140を有し、LEDセグメント175₃が4つのLED140を有する、図5に示されているより特定のケース(N=1)を示している。

【0110】

【表1】

表1:

状態	スイッチオン	スイッチオフ	LEDセグメント 175オン	N1=N, N2=2N, N3=4N であるときの LED140の 総数	図5の 場合に オンされる LED140の 総数
1	110 ₂ , 110 ₃	110 ₁	175 ₁	N	1
2	110 ₁ , 110 ₃	110 ₂	175 ₂	2N	2
3	110 ₃	110 ₁ , 110 ₂	175 ₁ +175 ₂	3N	3
4	110 ₁ , 110 ₂	110 ₃	175 ₃	4N	4
5	110 ₂	110 ₁ , 110 ₃	175 ₁ +175 ₃	5N	5
6	110 ₁	110 ₂ , 110 ₃	175 ₂ +175 ₃	6N	6
7	None	110 ₁ , 110 ₂ , 110 ₃	175 ₁ +175 ₂ + 175 ₃	7N	7

【0111】

状態1では、電流がLEDセグメント175₁を通って流れ(スイッチ110₁がオフであり、そのバイパス経路で電流が遮断されるため)とともにスイッチ110₂、110₃を通って流れ。状態2では、電流がスイッチ110₁、LEDセグメント175₂、およびスイッチ110₃を通って流れ。状態3では、電流がLEDセグメント175₁、LEDセグメント175₂、およびスイッチ110₃を通って流れ、他の状態についても表1に示されているように電流が流れ。上記に図1および2に関して説明したように、整流AC電圧が高くなるにつれて、直列LED140電流経路に含められるように切り替えられるLED140が多くなり、整流AC電圧が低くなるにつれて、対応する数のLED140が迂回される(直列LED140電流経路から除外されるように切り替えられる)ような切り替え間隔および切り替え状態を例示的な装置300およびシステム350に設定してよく、式1を使用して電流の変化をモデル化することもできるに留意されたい。例示的な装置300およびシステム350のこのようないずれのLEDセグメント175内のLEDセグメント175の数およびLED140の数を変更することによって、対応する任意の照明効果、回路パラメータ(たとえば、電圧レベルまたは電流レベル)などの必要に応じてあるいはそのような照明効果、回路パラメータなどに望ましいように、

20

30

40

50

L E D 1 4 0 の事実上あらゆる組み合わせおよび事実上あらゆる数の L E D 1 4 0 のオン・オフを切り替えることができることにも留意されたい。この例示的な構成では、すべてのスイッチ 1 1 0 を同時にオンにして通電させるべきではないことにも留意されたい。

【 0 1 1 2 】

図 6 は、本発明の教示による第 4 の例示的なシステム 4 5 0 および第 4 の例示的な装置 4 0 0 を示すブロック・回路図である。第 4 の例示的なシステム 4 5 0 は、交流（「 A C 」）線 1 0 2 に結合された（同等地にオフライン A C L E D ドライバとも呼ばれる）第 4 の例示的な装置 4 0 0 も備える。第 4 の例示的な装置 4 0 0 は、複数の L E D 1 4 0 と、複数の（第 1 のまたは「ハイ側」）スイッチ 1 1 0 （一例として M O S F E T として示されている）と、コントローラ 1 2 0 C と、電流センサ 1 1 5 と、整流器 1 0 5 と、複数の（第 2 のまたは「ロー側」）スイッチ 2 1 0 と、複数の分離（またはブロッキング）ダイオード 2 0 5 を備え、適宜、検知された入力電圧レベルをコントローラ 1 2 0 B に供給する電圧センサ 1 9 5 （分圧器である電圧センサ 1 9 5 A として示されている）を備える。また、適宜、上述のようにメモリ 1 8 5 および / またはユーザ・インターフェース 1 9 0 を含めてもよい。

【 0 1 1 3 】

第 4 の例示的なシステム 4 5 0 および第 4 の例示的な装置 4 0 0 は、L E D セグメント 1 7 5 の直列構成と並列構成の両方を無数の組み合わせで実現する。図示および説明を容易にするために、図 6 では 4 つの L E D セグメント 1 7 5 と各 L E D セグメント 1 7 5 内の 2 つの L E D 1 4 0 とが示されているが、当業者には、容易に L E D セグメント 1 7 5 を増やして拡張するかあるいは L E D セグメント 1 7 5 を減らして縮小することができ、かつ任意の所定の L E D セグメント 1 7 5 内の L E D 1 4 0 の数が上記より多くても少なくともよく、互いに等しくても等しくなくてもよく、かつすべての変形例が請求される発明の範囲内であることが認識されよう。しかし、組み合わせによっては、L E D セグメント 1 7 5 の数が均等であることがあることがある。

【 0 1 1 4 】

スイッチ 1 1 0 ₁ 、 1 1 0 ₂ 、 および 1 1 0 ₃ として示されている（第 1 の）各スイッチ 1 1 0 は、図示のように対応する L E D セグメント 1 7 5 の第 1 の L E D 1 4 0 および分離ダイオード 2 0 5 に対応して結合されている。スイッチ 2 1 0 ₁ 、 2 1 0 ₂ 、 および 2 1 0 ₃ として示されている（第 2 の）各スイッチ 2 1 0 は、対応する L E D セグメント 1 7 5 の最後の L E D 1 4 0 および電流センサ 1 1 5 （またはたとえば、グランド電位 1 1 7 もしくは他のセンサもしくは他のノード）に対応して結合されている。各スイッチ 2 1 0 のゲートは、出力 2 2 0 ₁ 、 2 2 0 ₂ 、 および 2 2 0 ₃ として示されているコントローラ 1 2 0 C の対応する出力 2 2 0 に結合されている（かつコントローラ 1 2 0 C の制御下にある）。この第 4 の例示的なシステム 4 5 0 および第 4 の例示的な装置 4 0 0 では、各スイッチ 1 1 0 および 2 1 0 は電流バイパス機能を実行し、それによって、スイッチ 1 1 0 および / または 2 1 0 がオンであり通電しているとき、電流は、対応するスイッチを通って流れ、残りの（または対応する）1 つまたは複数の L E D セグメント 1 7 5 を迂回する。

【 0 1 1 5 】

第 4 の例示的なシステム 4 5 0 および第 4 の例示的な装置 4 0 0 では、任意の L E D セグメント 1 7 5 を個々に制御することも、他の L E D セグメント 1 7 5 に関連して制御することもできる。限定するものではないが、たとえば、スイッチ 2 1 0 ₁ がオンであり、かつ残りのスイッチ 1 1 0 および 2 1 0 がオフであるとき、電流は L E D セグメント 1 7 5 ₁ にのみ供給され、スイッチ 1 1 0 ₁ および 2 1 0 ₂ がオンであり、かつ残りのスイッチ 1 1 0 および 2 1 0 がオフであるとき、電流は L E D セグメント 1 7 5 ₂ にのみ供給され、スイッチ 1 1 0 ₂ および 2 1 0 ₃ がオンであり、かつ残りのスイッチ 1 1 0 および 2 1 0 がオフであるとき、電流は L E D セグメント 1 7 5 ₃ にのみ供給され、スイッチ 1 1 0 ₃ がオンであり、かつ残りのスイッチ 1 1 0 および 2 1 0 がオフであるとき、電流は L E D セグメント 1 7 5 ₄ にのみ供給される。

【0116】

また、限定するものではないが、たとえば、スイッチ 210_2 がオンであって残りのスイッチ 110 および 210 がオフであるときに、電流がLEDセグメント 175_1 およびLEDセグメント 175_2 に直列にのみ供給され、スイッチ 110_2 がオンであって残りのスイッチ 110 および 210 がオフであるときに、電流がLEDセグメント 175_3 およびLEDセグメント 175_4 に直列にのみ供給され、スイッチ 110_1 および 210_3 がオンであって残りのスイッチ 110 および 210 がオフであるときに、電流がLEDセグメント 175_2 およびLEDセグメント 175_3 に直列にのみ供給される、といった具合になど、任意のLEDセグメント 175 が、直列LED 140 電流経路を形成するように任意の直列組み合わせとして構成されてよい。

10

【0117】

また、LEDセグメント 175 の様々な並列組み合わせおよび直列組み合わせも利用可能である。やはり限定するものではないが、たとえば、すべてのスイッチ 110 および 210 がオンであるとき、すべてのLEDセグメント 175 が並列に構成され、それによって複数の並列LED 140 電流経路が形成され、スイッチ 110_2 および 210_2 がオンであり、残りのスイッチ 110 および 220 がオフであるとき、LEDセグメント 175_1 とLEDセグメント 175_2 が互いに直列に接続され、第1の直列LED 140 電流経路を形成し、LEDセグメント 175_3 とLEDセグメント 175_4 が互いに直列に接続され、第2の直列LED 140 電流経路を形成し、この2つの直列組み合わせがさらに互いに並列に組み合わせ（LEDセグメント 175_1 とLEDセグメント 175_2 の直列組み合わせがLEDセグメント 175_3 とLEDセグメント 175_4 の直列組み合わせに並列に接続され）、2つの直列LED 140 電流経路の並列組み合わせを備える並列LED 140 電流経路を形成し、すべてのスイッチ 110 および 210 がオフであるとき、すべてのLEDセグメント 175 が、整流AC電圧に接続されたLED 140 の1つのストリングとして1つの直列LED 140 電流経路を形成するように構成される。

20

【0118】

任意の組み合わせで直列、並列、または直列と並列の両方に結合されるLED 140 の数を増やすことによって整流AC電圧レベルに実質的に追従することなどのために、上述のように、例示的な装置 400 およびシステム 450 のこのような各LEDセグメント 175 内のLEDセグメント 175 の数およびLED 140 の数を変更することによって、対応する任意の照明効果、回路パラメータ（たとえば、電圧レベルまたは電流レベル）などの必要に応じてあるいはそのような照明効果、回路パラメータなどに望ましいように、LED 140 の事実上あらゆる組み合わせおよび事実上あらゆる数のLED 140 のオン・オフを切り替えることができることにも留意されたい。

30

【0119】

図7は、本発明の教示による第5の例示的なシステム 550 および第5の例示的な装置 500 を示すブロック・回路図である。第5の例示的なシステム 550 と第5の例示的な装置 500 は、構造が類似しており、第1の例示的なシステム 50 および第1の例示的な装置 100 と実質的に同様に動作し、第5の例示的なシステムおよび第5の例示的な装置 500 が、（電流センサ 115 に加えて）選択されたフィードバックをコントローラ入力 230 を通してコントローラ $120D$ に供給する（第2の）センサ 225 をさらに備え、電源などの例示的な他の回路位置を示すDC電源回路 $125C$ も備える点が異なる。図7は、入力電圧センサ 195 も概略的に示している。入力電圧センサ 195 は、抵抗器 130 および 135 を使用する分圧器として実現されてもよい。この例示的な実施形態では、DC電源回路 $125C$ は最後のLEDセグメント 175_n に直列に実装されており、第3の例示的なDC電源回路 $125C$ について以下に図20を参照して論じる。

40

【0120】

限定するものではないが、たとえば、第2のセンサ 225 は光学センサまたは熱センサであってよい。引き続き上記の例で説明すると、第2のセンサ 225 が、LED 140 から放出される光に関するフィードバックをコントローラ $120D$ に供給する光学センサで

50

ある例示的な実施形態では、複数のLEDセグメント175は、赤色、緑色、青色、琥珀色のような可視範囲の波長を有する発光のようなそれぞれの異なる発光スペクトラルを有する様々な種類のLED140で構成されてよい。たとえば、LEDセグメント175₁は赤色LED140で構成されてよく、LEDセグメント175₂は緑色LED140で構成されてよく、LEDセグメント175₃は青色LED140で構成されてよく、他のLEDセグメント175_{n-1}は琥珀色または白色LED140で構成されてよく、他のLEDセグメント175についても同様である。上述のように、第2の光学センサ225からのフィードバックを使用するこのような例示的な実施形態では、環境光色調節または出力色調節（すなわち、色温度の調節）のような所望の建築照明効果または選択された建築照明効果に対応し、電流が、赤色、緑色、青色、琥珀色、白色のような対応する波長およびそのような波長の対応する組み合わせ（たとえば、赤色と緑色の組み合わせとしての黄色）で対応する発光を生成するように対応するLEDセグメント175を通じて供給される（スイッチ110を介した）電流の切り替えに関して、コントローラ120Dによって複数の期間t₁～t_nが決定される。当業者には、選択された任意の照明効果を実現するのに使用することができ、すべてが請求される発明の範囲内である無数の切り替えパターンおよび種類が認識されよう。

【0121】

図8は、本発明の教示による第6の例示的なシステム650および第6の例示的な装置600を示すブロック・回路図である。第6の例示的なシステム650は、交流（「AC」）線102に結合された（同時にオフラインAC LEDドライバとも呼ばれる）第6の例示的な装置600を備える。第6の例示的な装置600は、複数のLED140と、複数のスイッチ110（一例としてMOSFETとして示されている）と、コントローラ120Eと、（第1の）電流センサ115と、整流器105とを備え、適宜、検知された入力電圧レベルをコントローラ120に供給する電圧センサ195を備える。また、適宜、上述のようにメモリ185および/またはユーザ・インターフェース190を含めてもよい。

【0122】

任意の構成用として、第6の例示的な装置600は、電流制限器回路260、270、または280をさらに備え、インターフェース回路240を備えてもよく、電圧センサ195を備えてもよく、温度保護回路290を備えてもよい。電流制限器回路260、270、または280は、複数のLED140が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられる間に整流AC電圧が異常に高くなったような場合に、LED140電流が大幅に増大する可能性を防止するのに利用される。電流制限器回路260、270、または280は、能動的であり、コントローラ120Eの制御を受け、場合によってはバイアス電圧または動作電圧を有してよく、あるいは受動的であり、コントローラ120Eおよびバイアス電圧または動作電圧から独立していてよい。電流制限器回路260、270、または280の3つの位置および互いに異なるいくつかの実施形態が図示されているが、任意の所定の装置実装形態に対して電流制限器回路260、270、または280の1つが選択されることを理解されたい。電流制限器回路260は、第6の例示的な装置600の「ロー側」の、電流センサ115（ノード134）とスイッチ110のソース（および最後のLED140_nのカソード）（ノード132）との間に配置されており、同様に、このような電流制限器回路260は電流センサ115とグランド電位117（または整流器105の戻り経路）との間に配置されてもよい。代替構成として、電流制限器回路280は、第6の例示的な装置600の「ハイ側」の、ノード131と直列LED140電流経路の第1のLED140₁のアノードとの間に配置される。他の代替構成として、電流制限器回路270は、第6の例示的な装置600の「ハイ側」と「ロー側」の間に利用され、上部レール（ノード131）とグランド電位117（または電流センサ115のロー側またはハイ側（ノード134）、またはノード131を含む他の回路ノード）との間に結合されてよい。電流制限器回路260、270、または280は、様々な構成で実現されてよく、第6の例示的な装置600（または他の装置100、200、300、400、

10

20

30

40

50

500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置)内の様々な位置に設けられてよい。例示的ないくつかの電流制限器回路260、270、または280について図9~12を参照して例示し論じる。

【0123】

インターフェース回路240は、位相変調調光を行うことができ、かつ適切に動作するのに最小保持電流または最小ラッチ電流を必要とすることがある調光器スイッチ285のような従来技術のスイッチとの後方(または逆)互換性を実現するのに利用される。様々な状況下で、ACサイクル中の様々な時間に、1つまたは複数のLED140はそのような最小保持電流または最小ラッチ電流を流すことも流さないこともあります。したがって、そのような調光器スイッチ285の動作が不適切になる可能性がある。一般に、デバイス製造業者には、第6の例示的な装置600のような照明デバイスが調光器スイッチ285と一緒に利用されるかどうかが事前に分からぬいため、照明デバイスにインターフェース回路240を含めることができる。例示的なインターフェース回路240は一般に、LED140電流を監視し、LED140電流が所定のしきい値(たとえば、50mA)よりも小さい場合、第6の例示的な装置600(または他の装置100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置)により大きい電流を流す。例示的なインターフェース回路240は、様々な構成で実現されてよく、第6の例示的な装置600(または他の装置100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置)内の様々な位置に設けられてよい。例示的ないくつかのインターフェース回路240について図13~17を参照して例示し論じる。

10

【0124】

電圧センサ195は、整流器105からの整流AC電圧の入力電圧レベルを検知するのに利用される。例示的な入力電圧センサ195は、上述のように、抵抗器130および135を使用する分圧器として実現されてもよい。電圧センサ195は、上記に例示された分圧器に加えて、電子分野で公知であるあるいは公知になるように、様々な構成で実現されてよく、かつ第6の例示的な装置600(または他の装置100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置)内の様々な位置に設けられてよく、このようなすべての構成および位置が、同等でありかつ請求される発明の範囲内であるとみなされる。

30

【0125】

温度保護回路290は、温度が所定のしきい値を超えて上昇したことを検出し、そのような温度上昇が生じた場合に、LED140電流を小さくするのに利用され、それによって例示的な装置600を温度に関連する損傷の可能性からある程度保護する働きをする。例示的な温度保護回路290は、様々な構成で実現されてよく、かつ第6の例示的な装置600(または他の装置100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置)内の様々な位置に設けられてよい。例示的な温度保護回路290Aについて、図11を参照して例示し論じる。

30

【0126】

図9は、本発明の教示による第1の例示的な電流制限器260Aを示すブロック・回路図である。例示的な電流制限器260Aは、第6の例示的な装置600(または他の装置100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置)の「ロー側」の、ノード134とノード132との間に実装されており、「能動」電流制限回路である。所定の第1のしきい値電流または動的に決定された第1のしきい値電流レベル(「 I_{TH1} 」)(たとえば、選択された仕様に関する高電流レベルまたは最大電流レベル)が、コントローラ120E(出力265)によって誤差増幅器181の非反転端子に供給され、誤差増幅器181が、(対応する電圧としての)しきい値電流 I_{TH1} を(電流センサ115から)LED140を通る(やはり対応する電圧としての)電流 I_s と比較する。LED140を通る電流 I_s

40

50

がしきい値電流 I_{TH1} よりも小さいとき、誤差増幅器 181 の出力が高くなり、スイッチ 114（パス素子とも呼ぶ）をオン状態に維持するのに十分な高さの出力になり、電流 I_s が流れることが可能になる。LED 140 を通る電流 I_s がしきい値電流 I_{TH1} よりも大きくなると、誤差増幅器 181 の出力が線形モードで低下し、スイッチ 114 を線形モードで制御（またはゲーティング）し、流れる電流 I_s のレベルを低くする。

【0127】

図 10 は、本発明の教示による第 2 の例示的な電流制限器 270A を示すブロック・回路図である。例示的な電流制限器 270A は、第 6 の例示的な装置 600（または他の装置 100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300 のうちの任意の装置）の「ハイ側」（ノード 131）と「ロー側」の間の、ノード 117（電流センサ 115 のロー側）の所およびノード 132（直列接続された最後の LED 140_n のカソード）の所に実装されており、「受動」電流制限回路である。第 1 の抵抗器 271 と第 2 の抵抗器 272 は、ノード 131（たとえば、整流器 105 の正の端子）とスイッチ 116（パス素子とも呼ばれる）のゲートとの間に結合されたバイアス・ネットワークを形成するように直列に結合されており、典型的な動作の間、スイッチ 116 を導電モードでバイアスさせる。NPNトランジスタ 274 が、そのコレクタの所で第 2 の抵抗器 272 に結合され、そのベース - エミッタ接合部を介して電流センサ 115 に結合されている。電流センサ 115（たとえば、抵抗器 165）の両端間の電圧降下がトランジスタ 274 のベース - エミッタ接合部の降伏電圧に達した場合、トランジスタ 274 が通電を開始し、スイッチ 116 を線形モードで制御（またはゲーティング）し、流れる電流 I_s のレベルを低くする。この第 2 の例示的な電流制限器 270A が動作するのに動作（バイアス）電圧を必要としないことに留意されたい。ツエナー・ダイオード 273 がトランジスタ（FET）116 へのゲート - ソース電圧を制限する働きをする。
10
20

【0128】

図 11 は、本発明の教示による第 3 の例示的な電流制限器 270B および温度保護回路 290A を示すブロック・回路図である。例示的な電流制限器 270B は、第 6 の例示的な装置 600（または他の装置 100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300 のうちの任意の装置）の「ハイ側」（ノード 131）と「ロー側」の間の、ノード 117（電流センサ 115 のロー側）の所、ノード 134（電流センサ 115 の「ハイ」側）の所、およびノード 132（直列接続された最後の LED 140_n のカソード）の所に実装されており、「受動」電流制限回路である。第 3 の例示的な電流制限器 270B は、抵抗器 283 と、ツエナー・ダイオード 287 と、トランジスタ（FET）291 および NPNバイポーラ接合トランジスタ（BJT）として示されている 2 つのスイッチまたはトランジスタとを備える。動作時には、トランジスタ（FET）291 は通常、オンであって LED 140 電流を（ノード 132 とノード 134 の間を）通電させ、抵抗器 283 およびツエナー・ダイオード 287 によってバイアスが生成される。（ノード 134 とノード 117 の間の）電流センサ 115 の両端間の電圧がトランジスタ 293 のベース - エミッタ接合部をバイアスさせ、LED 140 電流が所定の限界を超えた場合、この電圧はトランジスタ 293 をオンにするのに十分な高さの電圧になり、ノード 288（およびトランジスタ（FET）291 のゲート）がグランド電位にプルされ、トランジスタ（FET）291 における通電が低下し、それによって LED 140 電流が制限される。ツエナー・ダイオード 287 がトランジスタ（FET）291 へのゲート - ソース電圧を制限する働きをする。
30
40

【0129】

例示的な温度保護回路 290A は、分圧器として構成された第 1 の抵抗器 281 および第 2 の温度依存抵抗器 282 と、ツエナー・ダイオード 289 および 287 と、FET 292 および 291 として示されている 2 つのスイッチまたはトランジスタとを備える。動作温度が高くなるにつれて、抵抗器 282 の抵抗が大きくなり、トランジスタ（FET）292 のゲートに印加される電圧が高くなり、やはりノード 288（およびトランジスタ
50

(FET) 291 のゲート) がグランド電位にプルされ、トランジスタ(FET) 291 における通電が低下し、それによって LED140 電流が制限される。ツエナー・ダイオード 289 がトランジスタ(FET) 292 へのゲート-ソース電圧を制限する働きをする。

【0130】

図12は、本発明の教示による第4の例示的な電流制限器 280A を示すブロック・回路図である。例示的な電流制限器回路 280A は、第6の例示的な装置 600 (または他の装置 100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300 のうちの任意の装置) の「ハイ側」の、ノード 131 と直列 LED140 電流経路の第1の LED140₁ との間に配置され、さらにノード 134 (電流センサ 115 の「ハイ」側) に結合されている。第4の例示的な電流制限器 280A は、抵抗器 301 として実現された第2の電流センサと、ツエナー・ダイオード 306 と、トランジスタ(P型FET) 308 およびトランジスタ(PNPBJT) 309 として示されている2つのスイッチまたはトランジスタと(ノード 134 (電流センサ 115 の「ハイ」側) に結合された任意の第2の抵抗器 302 と)を備える。第2の電流センサ 301 の両端間の電圧がトランジスタ 309 のベース-エミッタ接合部をバイアスさせ、LED140 電流が所定の限界を超えた場合、この電圧がトランジスタ 309 をオンにするのに十分な高さの電圧になり、ノード 307 (およびトランジスタ(FET) 308 のゲート) がより高い電圧にプルされ、トランジスタ(FET) 308 における通電が低下し、それによって LED140 電流が制限される。ツエナー・ダイオード 306 がトランジスタ(FET) 308 へのゲート-ソース電圧を制限する働きをする。
10

【0131】

上述のように、インターフェース回路 240 は、位相変調調光を行うことができ、かつ適切に動作するのに最小保持電流または最小ラッチ電流を必要とすることがある調光器スイッチ 285 のような従来技術のスイッチとの後方 (または逆) 互換性を実現するのに利用される。例示的なインターフェース回路 240 は、様々な構成で実現されてよく、以下に例示し論じる装置を含む例示的な装置 100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300 内の様々な位置に設けられてよい。
20

【0132】

図13は、本発明の教示による第1の例示的なインターフェース回路 240A を示すブロック・回路図である。例示的なインターフェース回路 240A は、第6の例示的な装置 600 (または他の装置 100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300 のうちの任意の装置) の「ハイ側」(ノード 131) と「ロー側」の間の、ノード 134 (電流センサ 115 の「ハイ」側) の所または他のロー側ノード 132 の所に実装されている。第1の例示的なインターフェース回路 240A は、第1および第2のスイッチ 118 および 119 と誤差増幅器 (または比較器) 183 とを備える。スイッチ(FET) 119 として示されているパス素子は、LED140_{P1} ~ 140_{Pn} として示されている (直列 LED140 電流経路に並列接続された) 追加的な1つまたは複数の LED140 に結合され、有用な光出力を生成し、スイッチ 119 の通電時の無効な電力損失を回避する。所定の第2のしきい値電流または動的に決定された第2のしきい値電流レベル ('I_{TH2}) (たとえば、調光器 285 の最小保持電流レベルまたは最小ラッチング電流レベル) が、コントローラ 120E (出力 275) によって誤差増幅器 (または比較器) 183 の非反転端子に供給され、誤差増幅器 183 が、(対応する電圧としての) しきい値電流 I_{TH2} を (電流センサ 115 から) LED140 を通る (やはり対応する電圧としての) 電流 I_s と比較する。コントローラ 120E は、電流センサ 115 から (たとえば、電圧レベルとしての) 電流レベル I_s の情報を受け取る。LED140 を通る電流 I_s が最小保持電流または最小ラッチング電流のようなしきい値電流 I_{TH2} よりも大きいとき、コントローラ 120E は、(スイッチ 119 のゲートに接続された) スイッチ 118 をオンにし、スイッチ 119 を事実上オフにし
40

、第1の例示的なインターフェース回路240Aの電流シンク機能を無効化し、したがって、第1の例示的なインターフェース回路240Aがさらなる電流を流すことはない。LED140を通る電流 I_S が、しきい値電流 I_{TH_2} よりも小さくなり、たとえば、最小保持電流または最小ラッチング電流よりも小さくなると、コントローラ120Eがスイッチ118をオフにし、スイッチ119が誤差増幅器（または比較器）183の出力によって線形モードで動作させられ、さらなる電流 I_S がLED140_{P1}～140_{Pn}およびスイッチ119を通って流れることができる。

【0133】

図14は、本発明の教示による第2の例示的なインターフェース回路240Bを示すプロック・回路図である。例示的なインターフェース回路240Bは、第6の例示的な装置600（または他の装置100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置）の「ハイ側」（ノード131）と「ロー側」の間に実装され、たとえば、電流センサ115（抵抗器165として実現されている）を介してノード134および117の所に結合される。第2の例示的なインターフェース回路240Bは、第1および第2および第3の抵抗器316、317と、（トランジスタ319のゲート電圧をクランプする）ツエナー・ダイオード311と、N型FET319およびトランジスタ（NPNBJT）314として示されている2つのスイッチまたはトランジスタとを備える。LED140を通る電流 I_S が最小保持電流または最小ラッチング電流のようなしきい値電流 I_{TH_2} よりも大きいとき、（抵抗器165として実現された）電流センサ115の両端間に電圧が生成され、トランジスタ314のベース-エミッタ接合部をバイアスさせ、トランジスタ314をオンにして通電させるかあるいはトランジスタ314のオン状態を維持し、それによって、ノード318をノード117の電圧、この場合はグランド電位にプルし、事実上トランジスタ319をオフにして通電しないようにするかあるいはトランジスタ319のオフ状態を維持し、第2の例示的なインターフェース回路240Bの電流シンク機能を無効化し、それによって、第2の例示的なインターフェース回路240Bがさらなる電流を流さないようにする。LED140を通る電流 I_S がしきい値電流 I_{TH_2} よりも小さくなり、たとえば、最小保持電流または最小ラッチング電流よりも小さくなると、（抵抗器165として実現された）電流センサ115の両端間で生成される電圧が、トランジスタ314のベース-エミッタ接合部をバイアスさせるには不十分な電圧になり、トランジスタ314をオン・通電状態にするかあるいはオン・通電状態に維持することができなくなる。抵抗器316の両端間で生成された電圧が、ノード318を高電圧までプルしてトランジスタ319をオンにし、それによって、さらなる電流 I_S が抵抗器317およびトランジスタ319を流れるようにする。

【0134】

図15は、本発明の教示による第3の例示的なインターフェース回路240Cを示す回路図である。例示的なインターフェース回路240Cは、上記に第2の例示的なインターフェース回路240Bについて説明したように構成され配置されてよく、ダイオード311を通る放電経路が生じるのを防止し、かつ電流センサ115（抵抗器165として実現されている）を通過しない電流経路が生じるのを回避する追加的な抵抗器333およびブロッキング・ダイオード336を備える。

【0135】

図16は、本発明の教示による第4の例示的なインターフェース回路240Dを示すプロック・回路図である。例示的なインターフェース回路240Dも、第6の例示的な装置600（または他の装置100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300のうちの任意の装置）の「ハイ側」（ノード131）と「ロー側」の間に実装され、たとえば、電流センサ115（抵抗器165として実現されている）を介してノード134および117の所に結合される。第4の例示的なインターフェース回路240Dは、第1、第2、および第3の抵抗器321、322、および323と、（トランジスタ328のゲート電圧をクランプする）ツエナー・ダイオード324を備える。

10

20

30

40

50

ド324と、ブロッキング・ダイオード326と、演算増幅器（「op amp」）325と、N型FET328およびNPNBJT39として示されている2つのスイッチまたはトランジスタとを備える。op amp325は、電流センサ115（抵抗器165として実現されている）の両端間に発生する電圧差を増幅し、比較的低いインピーダンスまたは抵抗を有する電流センサ115を使用するのを可能にする。LED140を通る電流 I_s が最小保持電流または最小ラッチング電流のようなしきい値電流 I_{TH2} よりも大きいとき、（トランジスタ329のベース-エミッタ接合部をバイアスさせる）この増幅された電圧が、トランジスタ329をオンにして通電させるかあるいはトランジスタ329のオン状態を維持し、それによって、ノード327をノード117の電圧、この場合はグランド電位にプルし、事実上トランジスタ328をオフにして通電しないようにするかあるいはトランジスタ328のオフ状態を維持し、第2の例示的なインターフェース回路240Cの電流シンク機能を無効化し、それによって、第2の例示的なインターフェース回路240Cがさらなる電流を流さないようにする。LED140を通る電流 I_s がしきい値電流 I_{TH2} よりも小さくなり、たとえば、最小保持電流または最小ラッチング電流よりも小さくなると、増幅された電圧が、トランジスタ329のベース-エミッタ接合部をバイアスさせるには不十分な電圧になり、トランジスタ329をオン・通電状態にするかあるいはオン・通電状態に維持することができなくなる。抵抗器321の両端間で生成された電圧が、ノード327を高電圧までプルしてトランジスタ328をオンにし、それによって、さらなる電流 I_s が抵抗器322およびトランジスタ328を流れるようになる。

【0136】

10

図17は、本発明の教示による第5の例示的なインターフェース回路240Eを示すプロック・回路図である。例示的なインターフェース回路240Eは、上記に第4の例示的なインターフェース回路240Dについて説明したように構成され配置されてよく、追加的な抵抗器341およびスイッチ351（コントローラ120によって制御される）を備える。この第5の例示的なインターフェース回路240Eでは、やはり様々なLED175を利用して十分な電流を流し、LED140を通る電流 I_s がしきい値電流 I_{TH2} 以上になるようになる。動作時には、LED140ピーク電流（ I_p ）がしきい値電流 I_{TH2} よりもかなりのあるいは妥当なマージンだけ大きくなり、たとえば、しきい値電流 I_{TH2} の2~3倍になる。しかし、LEDセグメントが直列LED140電流経路に含められるように切り替えられたとき、LED140電流は最初、しきい値電流 I_{TH2} よりも小さい。したがって、LEDセグメント175₁（残りのLEDセグメント175はない）が最初に通電状態であり、かつしきい値電流 I_{TH2} よりも小さい電流を有するとき、コントローラ120はスイッチ351を閉じ、LED140電流がしきい値電流 I_{TH2} よりも大きくなりかつトランジスタ329がノード327を低電位に戻すまでトランジスタ328が抵抗器322にさらなる電流を流すのを可能にする。その後、コントローラはスイッチ351を開位置に維持し、LEDセグメント175₁はLEDセグメント175に十分な電流が維持されるのを可能にする。

【0137】

20

したがって、コントローラ120は、次のLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられたときにLED140電流のレベルがしきい値電流 I_{TH2} よりも小さくなるのを回避するために、LEDセグメント175₂のような次のLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられたときに、2つのスイッチ110、この場合はスイッチ110₁とスイッチ110₂の両方をオンにして通電させ、LEDセグメント175₂で電流が増大する間、LEDセグメント175₁に十分なLED140電流を流れ続けさせる。LEDセグメント175₂にも十分な電流が流れるときには、スイッチ110₁がオフになり、スイッチ110₂のみがオンのままになり、プロセスは残りの各LEDセグメント175について継続する。たとえば、LEDセグメント175₃などの、上記のような次のLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられると、コントローラ120は、2つのスイッチ110、この場合はスイッチ110₂とスイッチ110₃の両方をオ

30

40

50

ンにして通電させ、LEDセグメント_{175₃}で電流が増大する間、LEDセグメント_{175₂}に十分なLED₁₄₀電流を流れ続けさせる。

【0138】

別段に図示されていないが、利用可能な他の種類のインターフェース回路₂₄₀が、LED₁₄₀を通る電流_{I_s}とは無関係に最小保持電流または最小ラッチング電流のようなしきい値電流_{I_{TH₂}}以上の電流を流す定電流源として実現されてよい。

【0139】

図₁₈は、本発明の教示による第1の例示的なDC電源回路_{125A}を示す回路図である。上述のように、例示的なDC電源回路₁₂₅は、例示的な装置_{100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300}内の他の構成要素によって使用されるV_{cc}などのDC電力を供給するのに利用されてよい。例示的なDC電源回路₁₂₅は、本明細書で例示し論じる様々な構成だけでなく非常に様々な構成で実現されてよく、かつ第6の例示的な装置₆₀₀（または他の装置_{100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300}のうちの任意の装置）内の様々な位置に設けられてよく、これらのすべてが同等でありかつ請求される発明の範囲内であるとみなされる。

【0140】

例示的なDC電源回路_{125A}は、ノード₁₃₄（電流センサ₁₁₅の「ハイ」側）の所または他のロー側ノード₁₃₂または₁₁₇の所のような、第6の例示的な装置₆₀₀（または他の装置_{100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300}のうちの任意の装置）の「ハイ側」（ノード₁₃₁）と「ロー側」の間に実装されている。例示的なDC電源回路_{125A}は、LED_{140_{v₁}}、_{140_{v₂}}～_{140_{v_z}}として示されている複数のLED₁₄₀と、複数のダイオード_{361、362}、および₃₆₃と、1つまたは複数のキャパシタ₃₆₄および₃₆₅と、任意のスイッチ₃₆₇（コントローラ₁₂₀によって制御される）とを備える。（整流器₁₀₅からの）整流AC電圧が高くなると、電流がキャパシタ₃₆₅を充電するダイオード₃₆₁、LED_{140_{v_n}}～_{140_{v_z}}、およびキャパシタ₃₆₄を充電するダイオード₃₆₂を通じて供給される。出力電圧_{V_{cc}}はノード₃₆₆（すなわち、キャパシタ₃₆₄）に供給される。LED_{140_{v_n}}～_{140_{v_z}}としては、実質的に安定した電圧降下または所定の電圧降下（たとえば_{18V}）を発生させ、かつ他の発光源を構成するLED₁₄₀が選択される。（整流器₁₀₅からの）整流AC電圧が低くなると、キャパシタ₃₆₅は、比較的高い電圧を有することができ、やはり他の発光源を構成しかつ他の場合には消散される可能性がある発光のエネルギーを利用し、光出力効率を高める働きをするLED_{140_{v₁}}～_{140_{v_m}}を通して放電することができる。出力電圧_{V_{cc}}が所定の電圧レベルまたはしきい値よりも高くなった場合、コントローラ₁₂₀によって過電圧保護を実行することができ、それによってスイッチ₃₆₇を閉じて電圧レベルを低下することができる。

【0141】

図₁₉は、本発明の教示による第2の例示的なDC電源回路を示す回路図である。例示的なDC電源回路_{125B}は、ノード₁₃₄（電流センサ₁₁₅の「ハイ」側）の所または他のロー側ノード₁₃₂または₁₁₇の所のような、第6の例示的な装置₆₀₀（または他の装置_{100、200、300、400、500、700、800、900、1000、1100、1200、1300}のうちの任意の装置）の「ハイ側」（ノード₁₃₁）と「ロー側」の間に実装されている。例示的なDC電源回路_{125B}は、スイッチまたはトランジスタ（N型MOSFETとして例示されている）₃₇₄と、抵抗器₃₇₁と、ダイオード₃₇₃と、ツエナー・ダイオード₃₇₂と、キャパシタ₃₇₆と、任意のスイッチ₃₇₇（コントローラ₁₂₀によって制御される）とを備える。スイッチまたはトランジスタ（MOSFET）₃₇₄は、抵抗器₃₇₁の両端間に生成される（かつツエナー・ダイオード₃₇₂によってクランプされる）電圧によって通電するようにバイアスされ、それによって、電流が、キャパシタ₃₇₆を充電するダイオード₃₇₃を通じて供給され

10

20

30

40

50

る。出力電圧 V_{CC} はノード 378（すなわち、キャパシタ 376）に供給される。出力電圧 V_{CC} が所定の電圧レベルまたはしきい値よりも高くなつた場合、コントローラ 120 によって過電圧保護を実行することができ、それによってスイッチ 377 を閉じて電圧レベルを低下することができる。

【0142】

図 20 は、本発明の教示による第 3 の例示的な DC 電源回路 125C を示す回路図である。例示的な DC 電源回路 125C は、上記に図 5 を参照して論じたように最後の LED セグメント 175n に直列に実装されている。例示的な DC 電源回路 125C は、スイッチまたはトランジスタ（N 型 MOSFET として示されている）381 と、比較器（または誤差増幅器）382 と、分離ダイオード 386 と、キャパシタ 385 と、抵抗器 383 および 384（分圧器として構成されている）と、ツエナー・ダイオード 387 とを備え、コントローラ 120 から供給される基準電圧 V_{REF} を使用する。動作時には、電流が分離ダイオード 386 を通つて流れ、キャパシタ 385 を充電し、出力電圧 V_{CC} がノード 388（キャパシタ 385）に供給され、ツエナー・ダイオード 387 が、過渡電流を減衰させ、起動時のキャパシタ 385 のオーバーフローを回避する。ツエナー・ダイオード 387 は一般に、最大 LED 140 電流と一致する定格電流を有する必要がある。分圧器として構成された抵抗器 383 および 384 は、比較器 382 によって使用される出力電圧 V_{CC} を検知するのに利用される。出力電圧 V_{CC} が所定のレベル（コントローラ 120 から供給される基準電圧 V_{REF} に相当する）よりも低いとき、比較器 382 はトランジスタ（またはスイッチ）381 をオフにし、それによって、LED 140 電流の大部分によってキャパシタ 385 が充電される。出力電圧 V_{CC} が所定のレベル（基準電圧 V_{REF} に相当する）に達すると、比較器 382 はトランジスタ（またはスイッチ）381 をオンにし、LED 140 電流にキャパシタ 385 を迂回させる。キャパシタ 385 は、バイアス源用のエネルギー（出力電圧 V_{CC} ）を供給するときに、充電率よりも実質的に低い率で放電するように構成される。また、様々な時間に、トランジスタ（またはスイッチ）381 がオフに切り替えられて新しいサイクルを開始すると、比較器 382 がまた、あるヒステリシスを有するように構成されて高周波数切り替えを回避し、キャパシタ 385 の両端間の AC リップルが、電子分野の当業者には容易に決定することができるキャパシタンスの値および比較器 382 のヒステリシスによって低減される。

【0143】

図 21 は、本発明の教示による例示的なコントローラ 120F を示すブロック図である。例示的なコントローラ 120F は、デジタル論理回路 460 と、複数のスイッチ・ドライバ回路 405 と、アナログ - デジタル（「A / D」）変換器 410 および 415 とを備え、適宜、（たとえば、メモリ 185 に加えてあるいはメモリ 185 の代わりに）メモリ回路 465 と、調光器制御回路 420 と、比較器 425 および同期信号発生器 430 と、 V_{CC} 発生器 435（他の場所に他の DC 電源回路を設けないとき）と、パワーオン・リセット回路 445 と、不足電圧検出器 450 と、過電圧検出器 455 と、クロック 440（外部または他の回路に設けられてもよい）も含んでよい。別段に図示されていないが、追加的な構成要素（たとえば、充電ポンプ）を利用して、たとえばバッファ回路として実現することのできるスイッチ・ドライバ回路 405 に電力を供給することができる。上述の他の DC 電力発生回路、DC 電力保護回路、および DC 電力制限回路に加えてあるいはその代わりに実現されるような、パワーオン・リセット回路 445、 V_{CC} 発生器 435、不足電圧検出器 450、および過電圧検出器 455 などの様々な任意の構成要素を必要に応じてあるいは望ましいように実現することができる。

【0144】

A / D 変換器 410 は、電流センサ 115 に結合されており、LED 140 電流に対応するパラメータ測定値（たとえば、電圧レベル）を受け取り、パラメータ測定値を、特に LED 140 電流が所定のピーク・レベル I_p に達しているかどうかをデジタル論理回路 460 が判定する際に使用されるデジタル値に変換する。A / D 変換器 415 は、入力電圧センサ 195 に結合されており、整流 AC 入力電圧 V_{IN} に対応するパラメータ測定値

10

20

30

40

50

(たとえば、電圧レベル)を受け取り、パラメータ測定値を、やはり特に、上述のように、LEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように切り替えるかそれとも直列LED140電流経路から除外されるように切り替えるかをデジタル論理回路460が判定する際に使用されるデジタル値に変換する。メモリ465(またはメモリ185)は、Q2の間のLEDセグメント175の切り替えを決定するのに使用される間隔、電圧、または他のパラメータ情報を記憶するのに利用される。デジタル論理回路460は、デジタル入力値をLED140電流、整流AC入力電圧レベル V_{IN} 、および/または(クロック440を介して)時間間隔情報に使用して、複数のスイッチ・ドライバ回路405(各スイッチ110、210、またはコントローラ120の制御を受ける様々な他のスイッチに対応するスイッチ・ドライバ回路405₁、405₂、405₃～405_nとして示されている)を制御して、 V_{IN} に実質的に追従するかあるいは所望の照明効果(たとえば、調光または色温度調節)を実現するように、かつ以下に図23に関して論じるように、様々なLEDセグメント175を上述のように直列LED140電流経路に含められるように切り替えるかまたは直列LED140電流経路から除外されるように切り替える(あるいは、様々な並列経路に含められるように切り替えるかまたは様々な並列経路から除外されるように切り替える)のを制御する。

【0145】

たとえば、上記に第1の方法について述べたように、コントローラ120は(比較器425、同期信号発生器430、およびデジタル論理回路460を使用して)、象限Q1が開始したことを判定し、整流AC入力電圧 V_{IN} がほぼ零であるかあるいは実質的に零に近い(他の場合には負から正への零交差であってよく、非整流AC入力電圧の場合は正から負への零交差であってよい)(図2および3では144として示されており、本明細書では同等に実質的な零電圧または零交差と呼ばれることもある)ときに対応する同期信号(または同期パルス)を生成することができ、かつ対応するクロック・サイクル・カウントまたは時間値をメモリ465(またはメモリ185)に記憶することができる。象限Q1の間に、コントローラ120は(デジタル論理回路460を使用して)、LED140電流が直列LED140電流経路内の1つまたは複数のLEDセグメント175について所定のピーク値 I_p に達したときに生じる整流AC入力電圧 V_{IN} のデジタル値をメモリ465に記憶し、対応する信号を複数のスイッチ・ドライバ回路405に供給して次のLEDセグメント175が電流経路に含められるように切り替えられるのを制御し、これらの測定および情報の記憶を、各LEDセグメント175が連続的に電流経路に含められるように切り替えられるたびに繰り返すことができる。したがって、やはり、(LEDセグメント175の第2の組を形成するように)電流経路に含められるように切り替えられる次のLEDセグメント175を含む1組のLEDセグメント175の最低電圧レベルに実質的に等しい、次のLEDセグメント175を電流経路に含められるように切り替える前の現在の(すなわち、第1の)組のLEDセグメント175の最高電圧レベルに相当する電圧レベルが記憶される。象限Q2の間に、整流AC入力電圧 V_{IN} が低下するにつれて、LED140電流が所定の1組のLEDセグメント175について所定のピーク値 I_p から低下していく、その後、各LEDセグメント175が連続的に直列LED140電流経路から除外されるように切り替えられるたびにLED140電流が所定のピーク値 I_p まで上昇していく。したがって、象限Q2の間に、コントローラ120は(デジタル論理回路460を使用して)、第2組のLEDセグメント175の最低電圧レベルに相当する、LED140電流が直前に第1組のLEDセグメント175の所定のピーク値 I_p に達したときに生じた整流AC入力電圧 V_{IN} のデジタル値をメモリ465から取り込み、対応する信号を複数のスイッチ・ドライバ回路405に供給してLEDセグメント175をLEDセグメント175の第2組から除外されるように切り替えるのを制御し、それによつて、第1組のLEDセグメント175同士が接続され、LED140電流がその電圧レベルでの所定のピーク値 I_p に戻り、各LEDセグメント175が連続的に電流経路から除外されるように切り替えるたびにこれらの測定および情報取り込みを繰り返すことができる。

10

20

30

40

50

【0146】

また、たとえば、上記に第2の、時間ベースの方法に関して述べたように、コントローラ120はまた（比較器425、同期信号発生器430、およびデジタル論理回路460を使用して）、象限Q1が開始したことを判定し、整流AC入力電圧 V_{IN} がほぼ零であるかあるいは実質的に零に近いときに対応する同期信号を生成することができ、かつ対応するクロック・サイクル・カウントまたは時間値をメモリ465（またはメモリ185）に記憶することができる。象限Q1の間に、コントローラ120は（デジタル論理回路460を使用して）、LED140電流が直列LED140電流経路内の1つまたは複数のLEDセグメント175について所定のピーク値 I_p に達したときの時間（たとえば、クロック・サイクル・カウント）のデジタル値をメモリ465に記憶し、対応する信号を複数のスイッチ・ドライバ回路405に供給して次のLEDセグメント175が電流経路に含められるように切り替えられるのを制御し、これらの測定、時間カウント、および情報の記憶を、各LEDセグメント175が連続的に電流経路に含められるように切り替えられるたびに繰り返すことができる。コントローラ120は（デジタル論理回路460を使用して）さらに、 I_p に達したときのクロック・カウントから切り替え時のクロック・カウントを引くことなどによって、所定の1組のLEDセグメント175が切り替え後に I_p に達するのにかかった持続時間（クロック・サイクル数または時間間隔）のような対応する間隔情報を記憶することができる。したがって、所定の（第1の）組のLEDセグメント175の切り替え時間と、次の（第2の）組のLEDセグメントの切り替え時間に相当する所定の（第1の）組のLEDセグメント175が I_p に到達した時間とに相当する時間・間隔情報が記憶される。象限Q2の間に、整流AC入力電圧 V_{IN} が低下するにつれて、LED140電流が所定の1組のLEDセグメント175について所定のピーク値 I_p から低下していく、その後、各LEDセグメント175が連続的に直列LED140電流経路から除外されるように切り替えられるたびにLED140電流が所定のピーク値 I_p まで上昇していく。したがって、象限Q2の間に、コントローラ120は（デジタル論理回路460を使用して）、対応する間隔情報をメモリ465（またはメモリ185）から取り込み、次のLEDセグメント175を直列LED140電流経路から除外されるように切り替えるべき時間またはクロック・サイクル・カウントを算出し、対応する信号を複数のスイッチ・ドライバ回路405に供給してLEDセグメント175をLEDセグメント175の第2組から除外されるように切り替えるのを制御し、それによって、第1組のLEDセグメント175同士が接続され、LED140電流が所定のピーク値 I_p に戻り、各LEDセグメント175が連続的に電流経路から除外されるように切り替えるたびにこれらの測定、計算、および情報取り込みを繰り返すことができる。

【0147】

例示的な電圧ベースの方法と例示的な時間ベースの方法の両方の場合に、コントローラ120は（デジタル論理回路460を使用して）、力率補正を実施することもできる。上記に図2および3を参照して述べたように、整流AC入力電圧 V_{IN} がQ1の終了時にピーク値（149）に達したときに、LED140電流も実質的に同時に所定のピーク値 I_p に達することが電力効率上望ましいと考えられる。したがって、コントローラ120は（デジタル論理回路460を使用して）、電流の減少を生じさせる可能性がある、LEDセグメント175_nのような次のセグメントに対する切り替えを行う前に、現在の1組のLEDセグメント175が I_p に達したときに次の1組のLEDセグメント175が電流経路に含められるように切り替えられる場合にこの1組のLEDセグメント175が I_p に達するのに十分な時間がQ1に残っているかどうかを判定することができる。（デジタル論理回路460を使用した）コントローラ120の計算によって、Q1に十分な時間が残っていることが分かった場合、コントローラ120は、複数のスイッチ・ドライバ回路405への対応する信号を生成し、それによって、次のLEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように切り替え、Q1に十分な時間が残っていない場合、追加的なLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられることはない。後者の場合、実際のピークLED140電流が、上記で論じたよ

10

20

30

40

50

うに過度の電流レベルを回避するためにやはり様々な電流制限回路によって制限されることがある L E D 1 4 0 または他の回路構成要素に悪影響を与える可能性を避けることなどのために対応するしきい値または他の仕様レベルよりも低く維持される場合には、L E D 1 4 0 電流がピーク値 I_p を超えることがある（図 2 には別段に示されていない）。

【 0 1 4 8 】

コントローラ 1 2 0 は、概して直前の Q 1 で行われた最新の 1 組の測定および判定に基づいて Q 2 で利用される時間、間隔、電圧、およびその他のパラメータによって適応的に実施されてもよい。したがって、L E D セグメント 1 7 5 が直列 L E D 1 4 0 電流経路から除外されるように切り替えられるときに、L E D 1 4 0 電流が過度に大きくなり、たとえば、所定のピーク値 I_p を超えるかあるいは所定のピーク値 I_p を所定のマージンだけ超えた場合、その L E D セグメント 1 7 5 が再び直列 L E D 1 4 0 電流経路に含められるように切り替えられ、L E D 1 4 0 電流が I_p よりも低いレベルまたは I_p に所定のマージンを加えたレベルよりも低いレベルに戻される。実質的にこれと同時に、コントローラ 1 2 0 は（デジタル論理回路 4 6 0 を使用して）、時間、間隔、電圧、または他のパラメータ情報を調整し、たとえば、時間間隔を延ばす（増分する）か、あるいはその L E D セグメント 1 7 5 を次の Q 2 で使用できるように直列 L E D 1 4 0 電流経路から除外されるように切り替える電圧レベルを低下させる（減分する）。 10

【 0 1 4 9 】

例示的な実施形態では、コントローラ 1 2 0 は、整流 A C 電圧 V_{I_N} を検知し、整流 A C 電圧 V_{I_N} が実質的に零になったこと（零交差）に対応する同期パルスを生成することができる。コントローラ 1 2 0 は（デジタル論理回路 4 6 0 を使用して）、2 つの同期パルス（ほぼまたは概ね電力線周波数の 2 倍に反比例する整流周期）間の時間を測定または算出し、次いで整流周期を 2 で割って各象限 Q 1 および Q 2 の持続時間を求め、Q 1 が終了する点を近似することができる。 I_p に達したときに必ず L E D セグメント 1 7 5 を切り替えるわけではない実施形態の場合、他の実施形態では、各象限は、L E D セグメント 1 7 5 の数「n」に対応する概ねまたは実質的に等しい間隔に分割されてよく、それによって、各切り替え時間が実質的に同じになる。コントローラ 1 2 0 は次に、Q 1 の間に、複数のスイッチ・ドライバ回路 4 0 5 への対応する信号を生成し、それによって、対応する間隔の間連続する L E D セグメント 1 7 5 を直列 L E D 1 4 0 電流経路に含められるように切り替え、次に、Q 2 では、複数のスイッチ・ドライバ回路 4 0 5 への対応する信号を生成し、それによって、新しい Q 1 が次の同期パルスで開始するように、上述のように逆の（ミラー）順序で、対応する間隔の間連続する L E D セグメント 1 7 5 を直列 L E D 1 4 0 電流経路から除外されるように切り替える。 20

【 0 1 5 0 】

L E D セグメント 1 7 5 の数「n」に対応する実質的に等しい間隔を作成するかあるいは割り当てるだけでなく、そのような間隔を割り当てる様々な他の方法があり、それらの方法のすべてが請求される発明の範囲内であり、限定するものではないが、たとえば、任意の所望の照明効果を実現する様々な L E D セグメント 1 7 5 に不均一な間隔期間を割り当てる、上述のように電流フィードバックまたは電圧フィードバックを使用した動的割り当て、各 L E D セグメント 1 7 5 に実質的に等しい電流を供給し、それによって、各セグメントを全体的にほぼ同等に使用すること、各 L E D セグメント 1 7 5 に不均一な電流を供給して任意の所望の照明効果を実現するかあるいは A C 線性能または A C 線効率を最適化するかまたは向上させることができることが挙げられる。 40

【 0 1 5 1 】

他の調光方法も請求される発明の範囲内である。図 3 から明らかなように、整流 A C 電圧 V_{I_N} が実質的に零であること（または零交差）を使用して象限 Q 1 および Q 2 の持続時間を求める方法は、整流 A C 電圧 V_{I_N} の第 1 の部分を切り取るかあるいは除外する位相変調調光状況では異なる。したがって、連続する同期パルス（零交差）間の時間を、5 0 H z A C 線については 1 0 m s 、 6 0 H z A C 線については 8 . 3 6 m s のようなメモリ 4 6 5 （またはメモリ 1 8 5 ）に記憶されている値と比較することができる。連続 50

する同期パルス（零交差）間の時間がメモリ 465（またはメモリ 185）に記憶されている関連する値または選択された値とほぼ同じであるかまたは実質的に同じである（所定の分散内）とき、典型的な非調光用途であることが分かり、前述のように動作を進めてよい。連続する同期パルス（零交差）間の時間がメモリ 465（またはメモリ 185）に記憶されている関連する値または選択された値（このような値に所定の分散またはしきい値を加えるかあるいはそのような値からの所定の分散またはしきい値を引いた値）よりも短いとき、調光用途であることが分かる。連続する同期パルス（零交差）間の時間とメモリ 465（またはメモリ 185）に記憶されている関連する値または選択された値との上記の比較または差に基づいて、LED セグメント 175 の対応する切り替えシーケンスを判定するかあるいはメモリ 465（またはメモリ 185）から取り込むことができる。たとえば、この比較は、45 度位相変調を示すことができ、したがって、上記に図 3 を参照して例示し論じたように、省略すべき間隔はいくつかを示すことができる。他の例として、1 組の LED セグメント 175 全体が直列 LED 140 電流経路に含められるように切り替えられ、任意の調光が選択された位相変調によって直接実行されてよい。

【0152】

このような調光用途の場合、高輝度 LED のような様々な種類の LED 140 についてかなり明確に説明できることにも留意されたい。特に、LED としては、LED 電流が零からその許容最大電流まで変化するときに LED の電圧が（可能なら）2:1 よりも大きく変化する特性を有し、したがって、AC 線の位相変調によって照明デバイスを調光することができる LED を選択してよい。「N 個の」 LED が通電しており、整流 AC 電圧 V_{IN} が上昇し、電流が I_p に達したときに次の LED セグメント 175 が直列 LED 140 電流経路に含められるように切り替えられると仮定すると、切り替えが行われる直前の電圧は（数式 2）で表され、

$$V_{LED} = V_{IN} = N (V_{FD} + I_p * R_d)$$

上式で、LED が電圧 (V_{FD}) プラス抵抗器モデルとしてモデル化されることを使用する。さらに N 個の LED がオンに切り替えられた後、電圧は（数式 3）のようになる。

$$V_{IN} = (N + N) (V_{FD} + I_{after} R_d)$$

（数式 2 および 3 の）2 つの線電圧 V_{IN} を等しく設定すると、（数式 4）が得られる。

【0153】

【数 2】

$$I_{after} = \frac{(NI_p R_d - \Delta NV_{FD})}{N + \Delta N} \left(\frac{1}{R_d} \right)$$

【0154】

したがって、次の LED セグメント 175 の LED 140 がオンにされた後の電流を正にするために、 $N I_p R_d > N V_{FD}$ であり、さらに、電流が常駐調光器のラッチング電流 (I_{LATCH}) よりも大きいままであることを望む場合、（数式 5）が得られる。

【0155】

【数 3】

$$\frac{(NI_p R_d - \Delta NV_{FD})}{N + \Delta N} \left(\frac{1}{R_d} \right) > I_{LATCH} \approx 50mA.$$

【0156】

数式 5 から、「 I_{max} 」と呼ばれ、次の LED セグメント 175 が切り替えられるときに所望の I_{LATCH} 電流をもたらす I_p の値を導くことができる（数式 6）。

【0157】

10

20

30

40

【数4】

$$I_{\max} = \frac{I_{LATCH} R_d (N + \Delta N) + \Delta N V_{FD}}{N R_d}$$

【0158】

数式(1)から、セグメント切り替え時の $I_p = I_{\max}$ の値が求められる(数式7)

。

【0159】

【数5】

$$I_{\max} = \frac{\frac{V_{IN}}{N} - V_{FD}}{R_d}$$

10

【0160】

数式6および7を互いに等しく設定すると、LEDセグメント175で I_{LATCH} 電流を生成するしきい値入力電圧「 V_{INT} 」の値を求めることができる(数式8)。

$$V_{INT} = N (F_{FD} + I_{\max} R_d)$$

【0161】

数式2～8は、コントローラ120(およびその変形例120A～120E)の制御下で様々な例示的な装置(100、200、300、400、500、600)内で実現することができる、追加的なブリーディング抵抗器なしに壁調光器とのドライバ・インターフェースを制御するプロセスの理論的な背景を示している。この制御方法を実施するために、デバイス製造業者、販売業者、エンド・ユーザなどによって、セグメント内の様々なLEDセグメント175を構成するLED140の数、順方向電圧降下(各LED140についての順方向電圧降下または選択されるLEDセグメント175当たりの総降下量)、動的抵抗 R_d 、限定するものではないが、たとえば、調光器(285)ラッチ電流 I_{LATCH} 、セグメントのピーク電流 I_p 、および(次のLEDセグメント175が切り替えられた後で) I_{LATCH} に等しい最小電流をもたらすLEDセグメント175の最大電流のような動作パラメータを含む装置(100、200、300、400、500、600)の1つまたは複数の動作パラメータまたは特性がメモリ185に記憶される。また、(LED140電流経路に含められるように切り替えられるときの)各LEDセグメント175およびLEDセグメント175の組み合わせについての入力電圧 V_{INT} の値を数式8を使用して算出してメモリ185に記憶することができ、あるいはコントローラ120による動作時に動的に求めて(後述の第1の例示的な方法の一部として)メモリに記憶することができる。ピーク電流および最大電流のようなこれらの様々なパラメータおよび/または特性は、あらゆるLEDセグメント175について同じであっても、各LEDセグメント175に固有のパラメータおよび/または特性であってもよい。

20

【0162】

図22は、(1つまたは複数の装置(100、200、300、400、500、600)が結合されてよい)調光器スイッチ285を適切に動作させるのに十分な最小電流を維持するこの制御方法を実施する、本発明の教示による第1の例示的な方法を示す流れ図である。この方法は、開始ステップ601で開始し、ステップ605で、通常、コントローラ120によって、現在のアクティブなLEDセグメント175の入力電圧 V_{INT} の値のような、上記の様々なパラメータのうちの1つまたは複数が、メモリ185から取り込まれるかあるいは他の方法で取得される。コントローラ120は次いで、ステップ610で、LEDセグメント175を(回路構造に応じて常に直列LED140電流経路内に位置する可能性がある第1のLEDセグメント175の場合を除いて)LED140電流経路に含められるように切り替え、ステップ615で、LED140電流経路を通る電流を監視する。ステップ620で、LED140電流経路を通る電流がピーク電流 I_p (電流センサ115を使用して求められる)に達すると、ステップ625で、入力電圧 V_{I}

30

40

50

Nが測定または検知され（やはり電圧センサ195を使用して求められる）、ステップ630で、測定された入力電圧{V_{IN}}がしきい値入力電圧_{V_{INT}}（事前にメモリ185に記憶されメモリ185から取り込まれるパラメータの1つ）と比較される。この比較に基づいて、ステップ635で、測定された入力電圧_{V_{IN}}がしきい値入力電圧_{V_{INT}}以上であるとき、ステップ640で、コントローラ120は次のLEDセグメント175をLED140電流経路に含められるように切り替える。ステップ635で、測定された入力電圧_{V_{IN}}がしきい値入力電圧_{V_{INT}}よりも小さいとき、コントローラ120は次のLEDセグメント175をLED140電流経路に含められるように切り替えることをせず（すなわち、現在LED140電流経路内に位置するLEDセグメント175を使用して引き続き装置を動作させる）、引き続き入力電圧_{V_{IN}}を監視し、ステップ625に戻り、測定された入力電圧_{V_{IN}}がしきい値入力電圧_{V_{INT}}以上になったときに（ステップ635）次のLEDセグメント175をLED140電流経路に含められるように切り替える（ステップ640）。ステップ640に続いて、ステップ645で、電源がオフにされていないとき、ステップ615に戻って別のLEDセグメント175に対してこの方法が繰り返され、電源がオフにされているとき、この方法は、リターン・ステップ651で終了することができる。
10

【0163】

図23は、本発明の教示による第2の例示的な方法を示す流れ図であり、整流AC電圧_{V_{IN}}に追従するかあるいは調光のような所望の照明効果を実現する方法の有用な概要を示している。この方法の判定ステップ、計算ステップ、および制御ステップはたとえば、コントローラ120内の状態マシンとして実施されてよい。ステップの多くは、図23に示されているシーケンスに加えて、すべてが同等でありかつ請求される発明の範囲であるとみなされる、切り替え方法を開始する様々な異なる方法によって、同時におよび／または任意の数の異なる順序で行われてよい。
20

【0164】

特に、説明を容易にするために、図23に示された方法は、1つまたは複数の零交差、すなわち、整流AC電圧_{V_{IN}}が実質的に零に等しいことを1回または複数回連続的に判定することから始まる。この判定周期の間、すべてのLEDセグメント175が電流経路に含められるように切り替えられても、電流経路に含められるように切り替えられるLEDセグメント175が1つもなくても、1つまたは複数のLEDセグメント175が電流経路に含められるように切り替えられてもよい。電子分野の当業者には、いくつかについては以下でも論じられる無数の他の開始方法があることが認識されよう。
30

【0165】

この方法は、電源オンなどの開始ステップ501から始まり、ステップ505で、整流AC電圧_{V_{IN}}が実質的に零に等しい（たとえば、零交差）かどうかが判定される。整流AC電圧_{V_{IN}}が実質的に零に等しい場合、この方法は、ステップ510で、時間測定（たとえば、クロック・サイクルをカウントすること）を開始し、かつ／あるいは同期信号または同期パルスを生成する。ステップ505で、整流AC電圧_{V_{IN}}が実質的に零に等しくない場合、この方法は次の零交差を待つ。例示的な実施形態では、ステップ515で、測定判定を容易にするために、整流AC電圧_{V_{IN}}が実質的に零に等しいときに、ステップ505および510が第2の（またはそれよりも多くの）零交差に対して繰り返される。この方法は次に、ステップ520で、整流AC間隔（周期）を求め、ステップ525で、整流AC間隔（周期）の第1の半部の持続時間、すなわち第1の象限Q1、および上述のようにQ1がLEDセグメント175の数に対応するいくつかの等しい時間間に分割されたときに得られるようなあらゆる切り替え間隔を求める。この方法は次に、ステップ530で、上述のように零交差情報によって示されるような、輝度調整が行われているかどうかの判定を行うこともできる。輝度調整が行われる場合、この方法は、ステップ535で、図3を参照して論じたように省略できるセグメントの組の数のようなLEDセグメント175の最初の組と、ステップ540で、選択された数のLEDセグメント175を電流経路に含められるように切り替えるための、零交差に続く間隔（位相変調）に対応す
40
50

る)とを判定することができる。ステップ540に続いて、あるいは輝度調整が行われていないとき、あるいは輝度調整が行われているが整流AC電圧 V_{IN} に追従している場合、この方法は、一般に実質的に同時に実行されるステップ545および551に進む。

【0166】

ステップ545で、この方法は、時間(たとえば、クロック・サイクル・カウント)または電圧もしくは他の測定済みパラメータを求め、対応する値をメモリ465(またはメモリ185)に記憶する。上述のように、これらの値はQ2で利用することができる。ステップ551で、この方法は、所望のシーケンスまたは時間間隔、電圧レベル、その他の測定パラメータ、または所望の照明効果に対応する数のLEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように切り替える。この方法は次に、ステップ555で、Q1が終了する(すなわち、時間が、整流AC間隔(周期)の2分の1の時間に十分に近いかあるいは等しく、たとえば、Q1の終了時刻から所定の時間以内である)ことを時間または時間間隔が示しているかどうかを判定し、ステップ560で、直列LED140電流経路に含められるように切り替えてよいLEDセグメント175が残っているかどうかを判定する。Q1がまだ終了せず、LEDセグメント175が残っているとき、この方法は、ステップ565で、LED140電流が所定のピーク値 I_p に達しているかどうかを判定する(あるいは時間ベースの制御を使用して、現在の間隔が経過したかどうかを判定する)。ステップ565で、LED140電流が所定のピーク値 I_p に達していないとき(あるいは現在の間隔が経過していないとき)、この方法はステップ555に戻る。ステップ565で、LED140電流が所定のピーク値 I_p に達しているとき(あるいは現在の間隔が経過しているとき)、この方法は、ステップ570で、次のLEDセグメント175が直列LED140電流経路に含められるように切り替えられる場合に I_p に達するのに十分な時間がQ1に残っているかどうかを判定する。ステップ570で、 I_p に達するのに十分な時間がQ1に残っているとき、ステップ545および551に戻ってこの方法が繰り返され、時間(たとえば、クロック・サイクル・カウント)、または電圧もしくは他の測定パラメータが求められて対応する値が記憶され(ステップ545)、次のLEDセグメント175が電流経路に含められるように切り替えられる(ステップ551)。

【0167】

ステップ555で、Q1が終了する(すなわち、ステップ555で、時間が、整流AC間隔(周期)の2分の1の時間に十分に近いかあるいは等しいか、あるいはステップ560で、電流経路に含められるように切り替えるべきLEDセグメント175が残っていないとき、あるいはステップ570で、次のLEDセグメント175を電流経路に含められるように切り替えてLED140電流を I_p に到達させるのに十分な時間がQ1に残っていないとき、この方法は、Q2、すなわち、整流AC間隔(周期)の第2の半部を開始する。ステップ555、560、または570に続いて、この方法は、ステップ575で、電圧レベル、時間間隔、その他の測定パラメータを求める。この方法は次に、ステップ580で、現在求められている電圧レベル、時間間隔、その他の測定パラメータが、対応する1組のLEDセグメント175についての対応する記憶されている値に達しているかどうか、たとえば、整流AC電圧 V_{IN} が、最後のLEDセグメント175_nを電流経路に含められるように切り替えることに対応するメモリに記憶されている電圧レベルまで低下しているかどうかを判定し、そのような値またはレベルに達している場合、この方法は、ステップ585で、対応するLEDセグメント175を直列LED140電流経路から除外されるように切り替える。

【0168】

この方法は次に、ステップ590で、LED140電流が I_p よりも大きい所定のしきい値(すなわち、 I_p に所定のマージンを加えた値)まで増大しているかどうかを判定する。LED140電流が I_p よりも大きい所定のしきい値まで増大している場合、この方法は、ステップ595で、直前に直列LED140電流経路から除外されるように切り替えられた対応するLEDセグメント175を再び直列LED140電流経路に含められる

10

20

30

40

50

ように切り替え、ステップ 602 で、上述のように、電圧レベル、時間間隔、その他の測定パラメータの新しい値のような、その LED セグメント 175 または時間間隔の新しいパラメータ（たとえば、電圧レベルの求められた値または増分された時間値）を求めて記憶する。この方法は次に、ステップ 606 で、所定の期間にわたって待機し、その後 LED セグメント 175 を再び電流経路から除外されるように切り替える（ステップ 585 に戻る）ことができ、あるいはステップ 606 の代わりに、ステップ 580 に戻り、現在求められている電圧レベル、時間間隔、その他の測定パラメータが、対応する 1 組の LED セグメント 175 についての対応する新たに記憶された値に達しているかどうかを判定することができ、この方法が繰り返される。ステップ 590 で、LED 140 電流が I_P よりも大きい所定のしきい値まで増大していないとき、この方法は、ステップ 611 で、残りの LED セグメント 175 または残りの時間間隔が Q2 にあるかどうかを判定し、残りの LED セグメント 175 または残りの時間間隔がある場合、ステップ 575 に戻って上記のことを繰り返し、引き続き次の LED セグメント 175 を電流経路から除外されるように切り替える。直列 LED 140 電流経路から除外されるように切り替えるべき残りの LED セグメント 175 がないかあるいは Q2 に時間間隔が残っていないとき、この方法は、ステップ 616 で、零交差があるかどうか、すなわち、整流 AC 電圧 V_{IN} が実質的に零に等しいかどうかを判定する。零交差が生じており、かつステップ 621 で電源がオフにされていないとき、この方法は、次の Q1 を開始し、ステップ 510 に戻り（あるいはステップ 520 またはステップ 545 および 551）、ステップ 621 で電源がオフにされているとき、この方法は、リターン・ステップ 626 で終了することができる。

【0169】

上述のように、この方法は零交差が生じたときに開始することに限定されない。たとえば。この方法は、整流 AC 電圧 V_{IN} のレベルおよび / または実質的に零整流 AC 電圧 V_{IN} からの持続時間、時間間隔、その他の測定パラメータを求め、そのパラメータに対応する数の LED セグメント 175 を電流経路に含められるように切り替えてよい。また、この方法は、連続する電圧測定値または時間測定値に基づいて、整流 AC 間隔（周期）の Q1 部分（電圧の上昇）であるかそれとも Q2 部分（電圧の低下）であるかを判定し、引き続きそれぞれ、対応する LED セグメント 175 を電流経路に含められるように切り替えるかあるいは電流経路から除外されるように切り替える。あるいは、この方法は、（たとえば、パワーオン・リセットを介して）実質的にすべての LED セグメント 175 が直列 LED 140 電流経路に含められるように切り替えられているかあるいは結合されている状態から開始し、整流 AC 電圧 V_{IN} が実質的に零に等しくかつ Q1 が開始することを示す同期パルスを待ち、次に、図 23 の方法のステップ 520 から、様々な計算を実行し、その電圧レベル、時間間隔、その他の測定パラメータ、または所望の照明効果に対応する数の LED セグメント 175 の切り替えを開始する。

【0170】

図 23 には別段に示されていないが、調光用途の場合、ステップ 545 および 551 が他の特徴を伴うことがある。位相変調調光によって AC 間隔の 90 度以上が切り取られるような、Q1 時間間隔がない調光状況がある。そのような状況では、Q2 電圧または時間間隔を Q1 で取得された対応する情報から導くことはできない。様々な例示的な実施形態では、コントローラ 120 は、LED セグメント 175 の数に対応する時間間隔のようなデフォルト値をメモリ（185、465）から取得し、これらのデフォルト値を最初 Q2 で使用し、Q2 の間に、AC 入力電圧および直列 LED 140 電流経路を通る LED 140 電流を監視することによってこれらの値を修正または「訓練」する。たとえば、コントローラ 120 は、これらの値を、メモリに記憶されているデフォルト値から、Q2 の間に I_P に達するまで、LED セグメント 175 が電流経路から除外されるように切り替えられるたびに増分し、次に、対応する新しい電圧値を記憶する。

【0171】

図 24 は、本発明の教示による第 7 の例示的なシステム 750 および第 7 の例示的な装置 700 を示すブロック図である。第 7 の例示的なシステム 750 は、AC 線 102 に結

10

20

30

40

50

合された第7の例示的な装置700（同等地にオフラインAC LEDドライバとも呼ばれる）を備える。第7の例示的な装置700は、複数のLED140と、複数のスイッチ310（一例としてnチャネル・エンハンスマントFETとして示されている）と、コントローラ120Gと、（第1の）電流センサ115と、整流器105も備える。また、図24には別段に示されていないが、適宜、上述のようにメモリ185および／またはユーザ・インターフェース190を含めてよい。第7の例示的な装置700は、追加的な電圧センサ（センサ195など）も電源（Vcc125）も必要としない。ただし、これらの構成要素を必要に応じて利用してよい。

【0172】

第7の例示的な装置700（および以下に論じる他の装置800、900、1000、1100、1200、1300）は主として、直列LED140電流経路の電流調整を行い、かつ電流パラメータを利用して各LEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように切り替えるか直列LED140電流経路から除外されるように切り替えるのに利用される。第7の例示的な装置700（および以下に論じる他の装置800、900、1000、1100、1200、1300）は、主としてコントローラ120の位置およびコントローラ120に供給されるフィードバックの種類に関して第1の装置100と異なり、いくつかの装置（1100、1200、および1300）は、異なる切り替え回路構成を利用する。特に、コントローラ120Gは、異なる回路位置を有し、電流センサ115から入力（入力160、161）を受け取るだけでなく、入力電圧V_{IN}の入力（入力162）を受け取り、LEDセグメント175同士間の各ノード電圧の入力（フィードバック）（入力320）を受け取る。この例示的な実施形態では、コントローラ120Gは、たとえば、これらのノード電圧のいずれかによってあるいはいずれかを介して電力を供給されてよい。コントローラ120Gは、このような電圧・電流情報を使用して、力率、光生成輝度、効率、およびトライアック・ベースの調光器スイッチとの相互作用を最大にする任意の電流波形を生成するように線形モードまたはスイッチ・モード（あるいはその両方）で制御することができるFETスイッチ310用のゲート（またはバイアス）電圧を生成する。たとえば、コントローラ120Gは、FETスイッチ310のゲート電圧を生成して、Q1とQ2の両方の間、LEDセグメント175の様々な組み合わせについて実質的に一定の電流レベルを維持する。引き続きこの例で説明すると、コントローラ120Gは、FETスイッチ310₁のゲート電圧を生成して、LEDセグメント175₁からなる直列LED140電流経路で50mAの電流を生成し、その後、FETスイッチ310₂のゲート電圧を生成して、LEDセグメント175₁およびLEDセグメント175₂からなる直列LED140電流経路で75mAの電流を生成し、その後、FETスイッチ310の零ゲート電圧を生成するかあるいはFETスイッチ310のゲート電圧を生成せず、すべてのLEDセグメント174からなる直列LED140電流経路で100mAの電流を生成する。このような所望の電流レベルのパラメータまたは比較レベルは、一例としてメモリ185に記憶される（別段に図示されていない）か、あるいはやはり一例として、アナログ回路を通じて供給されてよい。この回路トポロジーでは、コントローラ120Gは、上記のことによって直列LED140電流経路内の電流レベルを制御し、FETスイッチ310の対応する線形制御または切り替え制御を行ってQ1およびQ2の間電流の任意の所望のレベルを維持し、限定するものではないが、たとえば、入力電圧／電流レベルに直接追従するか、あるいは入力電圧／電流レベルに段階的に追従するか、あるいは一定の電流レベルを維持する。また、電流センサ115からのフィードバックだけでなく、様々なノード電圧を利用してFETスイッチ310のこのような線形制御および／または切り替え制御を行うこともできる。nチャネルFETを使用するように図示されているが、任意の他の種類のスイッチ、トランジスタ（たとえば、PFET、BJT（n-p-nまたはp-n-p）、またはスイッチヒトランジスタの組み合わせ（たとえば、ダーリントン・デバイス）を同等に利用できる（他の装置800、900、1000、1100、1200、1300に関しても同様である）ことに留意されたい。

【0173】

10

20

30

40

50

図25は、本発明の教示による第8の例示的なシステム850および第8の例示的な装置800を示すブロック・回路図である。第8の例示的な装置800は、抵抗器340がFETスイッチ310に直列に接続され、かつ対応する電圧レベルまたは電流レベルがコントローラ120Hにフィードバックとして供給され(入力330)、それによって、各LEDセグメント175を通る電流レベルのような追加的な情報がコントローラ120Hに供給され、かつLEDセグメント175としてのスイッチ310が、直列LED140電流経路に含められるように切り替えられるかあるいは直列LED140電流経路から除外されるように切り替えられてよい点で第7の例示的な装置700と異なる。各プランチ(LEDセグメント175)内の電流レベルを測定することによって、有利なことに(たとえば、抵抗器165と比べて)比較的小さい抵抗340を利用できることができる。電力消費を低減させることができる。したがって、選択される実施形態に応じて、(電流センサ115としての)このような抵抗器165は省略されてよい(別段に図示されていない)。

【0174】

図26は、本発明の教示による第9の例示的なシステム950および第9の例示的な装置900を示すブロック・回路図である。第9の例示的な装置900は、抵抗器345が、ロー電圧側ではなく「ハイ側」でFETスイッチ310に直列に接続される点で第8の例示的な装置800と異なる。この例示的な実施形態では、直列抵抗器345(ロー側抵抗器340よりも比較的大きい抵抗を有する)は、対応するFETスイッチ310がオンにされたときに直列抵抗器345のプランチ内のインピーダンスを高くするのに利用され、このことを利用して、電磁干渉('EMI')性能を向上させ、追加的なEMIフィルタ(別段に図示されていない)を不要にすることができる。

【0175】

図27は、本発明の教示による第10の例示的なシステム1050および第10の例示的な装置1000を示すブロック・回路図である。第10の例示的な装置1000は、すべてのLEDセグメント175が利用される(どのLEDセグメント175も迂回されない)ときに、どちらも直列LED140電流経路内のLEDセグメント175に直列に結合されたスイッチ 310_n (nチャネルFETとしても図示されている)と直列抵抗器 340_n を利用して、直列LED140電流経路で追加的な電流制御が行われる点で第8の例示的な装置800と異なる。スイッチ 310_n および直列抵抗器 340_n を利用して電流制限を行うことができ、この場合、コントローラ120Iがスイッチ 310_n に対応するゲート電圧を供給し(一般に線形モードで供給する。ただし、スイッチ・モードを利用してよい)、直列抵抗器 340_n によって行われる電流制限に加えて、直列LED140電流経路に所望の電流レベルを維持する。このことは、特に入力電圧 V_{IN} が高くなり過ぎた場合にも有用であり、 V_{IN} の入力(入力162)および(入力330_nにおける直列抵抗器 340_n からの)ノード電圧のフィードバックによって、コントローラ120Iは、スイッチ 310_n のゲート電圧を調整することによって、過度の電流が直列LED140電流経路内のLEDセグメント175を通って流れるのを防止することができる。また、この回路トポロジーでは、他の抵抗器(抵抗器165または他の抵抗器340)の値を余剰の値にしてもより小さくしてもよく、それにもかかわらず、コントローラ120Iは所望の性能を発揮するのに十分な情報を有し、したがって、選択される実施形態に応じて、(電流センサ115としての)抵抗器165を省略してよい(別段に図示されていない)。スイッチ 310_n および直列抵抗器 340_n が、直列LED140電流経路の底部または終端だけでなく、他のLEDセグメント175同士の間、または直列LED140電流経路の頂部もしくは始端、または正もしくは負の電圧レール上のような第10の例示的な装置1000内の他の場所にも配置されてよいことにも留意されたい。

【0176】

図28は、本発明の教示による第11の例示的なシステム1150および第11の例示的な装置1100を示すブロック・回路図である。第11の例示的な装置1100は、直列LED140電流経路が常に最後のLEDセグメント175_nを含むようにFETスイ

10

20

30

40

50

ツチ 310 同士が (LED セグメント 175 の第 1 の LED140 の対応するアノードの所で) 接続される点で第 7 の例示的な装置 700 と異なる。最後の LED セグメント 175_n は、直列 LED140 電流経路において、最後にオンにされる LED セグメント 175 ではなく、最初にオンにされ通電する LED セグメント 175 である。第 11 の例示的な装置 1100 の回路トポロジーは他の利点を有し、すなわち、コントローラ 120G 用の電力は、最後の LED セグメント 175_n で得られるノード電圧から供給することができ、様々な電圧レベルおよび電流レベルをこのノードで監視することもでき、場合によっては適宜、直列 LED140 電流経路内の他のノードからの電圧レベルのフィードバックがなくなり、さらにコントローラ 120G の構成が簡略化される。

【0177】

10

図 29 は、本発明の教示による第 12 の例示的なシステム 1250 および第 12 の例示的な装置 1200 を示すブロック・回路図である。上記に第 8 の例示的な装置 800 について論じたように、第 12 の例示的な装置 1200 は、抵抗器 340 が FET スイッチ 310 に直列に接続され、かつ対応する電圧レベルまたは電流レベルがコントローラ 120H にフィードバックとして供給され (入力 330) 、それによって、各 LED セグメント 175 を通る電流レベルのような追加的な情報がコントローラ 120H に供給され、かつ LED セグメント 175 としてのスイッチ 310 が、直列 LED140 電流経路に含められるように切り替えられるかあるいは直列 LED140 電流経路から除外されるように切り替えられてよい点で第 11 の例示的な装置 700 と異なる。各プランチ (LED セグメント 175) 内の電流レベルを測定することによって、有利なことに (たとえば、抵抗器 165 と比べて) 比較的小さい抵抗 340 を利用することができ、電力消散を低減させることができる。また、この回路トポロジーでは、他の抵抗器 (抵抗器 165 など) の値を余剰の値にしてもより小さくしてもよく、それにもかかわらず、コントローラ 120I は所望の性能を発揮するのに十分な情報を有し、したがって、選択される実施形態に応じて、(電流センサ 115 としての) 抵抗器 165 または他の抵抗器 340 を省略してよい (別段に図示されていない)。やはり別段に図示されていないが、前述のように、抵抗器 345 はスイッチ 310 のハイ側で (抵抗器 340 の代わりに) 利用されてよい。

【0178】

20

図 30 は、本発明の教示による第 13 の例示的なシステム 1350 および第 13 の例示的な装置 1300 を示すブロック・回路図である。上記に第 10 の例示的な装置 1000 について論じたように、第 13 の例示的な装置 1300 は、すべての LED セグメント 175 が利用される (どの LED セグメント 175 も迂回されない) ときに、どちらも直列 LED140 電流経路内の LED セグメント 175 に直列に結合されたスイッチ 310_n (_n チャネル FET としても図示されている) と直列抵抗器 340_n を利用して、直列 LED140 電流経路で追加的な電流制御が行われる点で第 12 の例示的な装置 1200 と異なる。スイッチ 310_n および直列抵抗器 340_n を利用して電流制限を行うことができ、この場合、コントローラ 120I がスイッチ 310_n に対応するゲート電圧を供給し (一般に線形モードで供給する。ただし、スイッチ・モードを利用してよい) 、直列抵抗器 340_n によって行われる電流制限に加えて、直列 LED140 電流経路に所望の電流レベルを維持する。このことは、特に入力電圧 V_{IN} が高くなり過ぎた場合にも有用であり、V_{IN} の入力 (入力 162) および (入力 330_n における直列抵抗器 340_n からの) ノード電圧のフィードバックによって、コントローラ 120I は、スイッチ 310_n のゲート電圧を調整することによって、過度の電流が直列 LED140 電流経路内の LED セグメント 175 を通って流れるのを防止することができる。また、この回路トポロジーでは、他の抵抗器 (抵抗器 165 または他の抵抗器 340) の値を余剰の値にしてもより小さくしてもよく、それにもかかわらず、コントローラ 120I は所望の性能を発揮するのに十分な情報を有し、したがって、選択される実施形態に応じて、(電流センサ 115 としての) 抵抗器 165 を省略してよい (別段に図示されていない)。スイッチ 310_n および直列抵抗器 340_n が、直列 LED140 電流経路の底部または終端だけではなく、他の LED セグメント 175 同士の間、または直列 LED140 電流経路の頂部もし

40

50

くは始端、または正もしくは負の電圧レール上のような第13の例示的な装置1300内の他の場所にも配置されてよいことにも留意されたい。

【0179】

本明細書で説明する様々な装置では、いずれの場合も、第1の直列LED140電流経路が、LEDセグメント175₁、LEDセグメント175₂～LEDセグメント175_mのうちの1つまたは複数のLEDセグメントを備え、第2の直列LED140電流経路が、LEDセグメント175_{m+1}、LEDセグメント175_{m+2}～LEDセグメント175_nのうちの1つまたは複数のLEDセグメントを備える、などの2つ以上の直列LED140電流経路の並列組み合わせも実現できることにも留意されたい。上記に図6を参照して論じたように、LEDセグメント175の多くの異なる並列組み合わせが利用可能である。当業者には、いずれのLEDセグメント175構成についても、容易に並列LED140ストリングおよびLEDセグメント175を増やして拡張するかあるいはLEDセグメント175を減らして縮小することができ、かつ任意の所定のLEDセグメント175内のLED140の数が上記より多くても少なくてもよく、互いに等しくても等しくなくてもよく、かつすべての変形例が請求される発明の範囲内であることが認識されよう。10

【0180】

並列に配置されたLED140の複数のストリングを使用して、場合によっては単一の直列LED140電流経路で利用されるLED140の定格電力を高めることに加えて、システム用のより高い電力を供給することもできる。切り替え可能な直列LED140電流経路回路トポロジーのこのような並列組み合わせの他の利点は、LEDセグメント175ごとの異なる数のLED140および様々な検知抵抗器値をAC線電流波形の高調波低減を向上させるように設定することによって並列LEDストリングの電流波形にスキューを施す機能である。また、電力定格を低減させる場合に、最大動作温度に達するときの電力を低下させるように選択された任意の直列LED140電流経路をオフにし遮断してもよい。20

【0181】

これらの様々な装置実施形態およびシステム実施形態のいずれでも、白色LED140に加えてあるいは白色LED140の代わりに、様々なカラーLED140を使用することによって、光色調補正を実施できることに留意されたい。たとえば、LEDセグメント175内の1つまたは複数のLED140は緑色、赤色、または琥珀色であってよく、ローカルに配置されても、リモートに配置されても、中央に配置されてもよいコントローラ120が、選択されたLEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように接続するかあるいは選択されたLEDセグメント175を迂回することによって色混合および色調節が行われる。30

【0182】

上述の様々な装置およびシステムが様々な条件下で動作可能であることも留意されたい。たとえば、上述の様々な装置およびシステムは、3つの位相条件を使用し、すなわち、それぞれ60Hz線または50Hz線からの120Hz整流器出力または100Hz整流器出力だけでなく、360Hz整流器出力または300Hz整流器出力を使用して動作することもできる。同様に、上述の様々な装置およびシステムは、400Hz入力電圧源を使用する航空機のような他のシステムでも動作する。また、減衰時定数が実質的に約2～3msである比較的長い減衰型の蛍光体をLED140と一緒に利用してもよく、それによって、励起された蛍光体からの発光が複数のACサイクルにおけるLED140光出力を平均化し、それによって光出力の知覚されるリップルの大きさが小さくなる。40

【0183】

様々な装置700、800、900、1000、1100、1200、および1300は、上述の電流制御に加えて、上記に装置100、200、300、400、500、および600に関して説明したように動作してもよい。たとえば、LEDセグメント175を直列LED140電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列LED140

50

電流経路から除外されるように切り替える動作は、コントローラ入力 320 における様々なノード電圧のような電圧レベルに基づいて実行されてよい。また、たとえば、力率補正などのために、LED セグメント 175 を直列 LED140 電流経路に含められるように切り替えるかあるいは直列 LED140 電流経路から除外されるように切り替える動作を、上述のように、ピーク電流レベルに達するのに十分な時間がある時間間隔に残っているかどうかに基づいて実行してもよい。簡単に言えば、上記に装置 100、200、300、400、500、および 600 に関して説明した様々な制御方法はいずれも、様々な装置 700、800、900、1000、1100、1200、および 1300 のどの装置と一緒に利用してもよい。

【0184】

10

本明細書で説明した様々なコントローラ 120 はいずれも、デジタル論理および／または自動アナログ制御回路のいずれかまたは両方を使用して実現されてよいことにも留意されたい。また、様々なコントローラ 120 は、パラメータ値を記憶するのにいかなる種類のメモリ 185 も使用しなくてよい。その代わり、比較に使用されるパラメータは、限定するものではないが、たとえば抵抗器の抵抗値のような様々な構成要素に関して選択された値によって具体化または決定されてよい。トランジスタのような構成要素は、電流検知機能を実行することができる結合された抵抗器で対応する電圧が生成されたときにオンになる比較機能を実行してもよい。

【0185】

20

図 31 は、本発明の教示による第 3 の例示的な方法を示す流れ図であり、有用な概要を示している。この方法は、開始ステップ 705 から始まり、ステップ 710 で、ある LED セグメント 175 が直列 LED140 電流経路に含められるように切り替えられる。少なくとも 1 つの LED175 が常に直列 LED140 電流経路内に位置するときにステップ 710 を省略してもよい。ステップ 715 で、直列 LED140 電流経路を通る電流が監視または検知される。ステップ 720 で、測定または検知された電流が所定の電流レベルよりも小さいとき、ステップ 715 に戻ってこの方法が繰り返される。ステップ 720 で、測定または検知された電流が所定の電流レベル以上であるときは、ステップ 725 で、次の LED セグメント 175 が直列 LED140 電流経路に含められるように切り替えられる。ステップ 730 で、すべての LED セグメント 175 が直列 LED140 電流経路に含められるように切り替えられているとき、あるいはステップ 735 で、最大電圧レベルまたは最大電流レベルに達しているかまたは整流 AC 間隔の第 1 の半部 (Q1) が経過した (Q1 が終了した) とき、この方法は、ステップ 740 で、直列 LED140 電流経路を通る電流レベルを監視する。ステップ 745 で、測定または検知された電流が所定の電流レベルよりも大きいとき、ステップ 740 に戻ってこの方法が繰り返される。ステップ 745 で、測定または検知された電流が所定の電流レベル以下であるとき、ステップ 755 で、次の LED セグメント 175 が直列 LED140 電流経路から除外されるように切り替えられる。直列 LED140 電流経路内の複数の LED セグメント 175 が残っているとき、ステップ 740 に戻ってこの方法が繰り返される。ステップ 760 で、1 つを除くすべての LED セグメント 175 が直列 LED140 電流経路から除外されるように切り替えられており、かつステップ 765 で、電源がオフにされていないとき、ステップ 715 に戻ってこの方法が繰り返され、ステップ 760 で、直列 LED140 電流経路から除外されるように切り替えられていない LED セグメント 175 が複数あるか、あるいはステップ 765 で、電源がオフにされているとき、この方法は、リターン・ステップ 770 で終了することができる。

【0186】

40

上記に指摘したように、コントローラ 120 (および 120A ~ 120I) は、任意の種類のコントローラまたはプロセッサであってよく、本明細書で論じる機能を実行するようになされた任意の種類のデジタル論理として具体化されてよい。語コントローラまたはプロセッサが本明細書で使用されるときは、コントローラまたはプロセッサは、単一の集積回路 (「IC」) の使用を含んでよく、あるいは複数の集積回路、またはコントローラ

50

、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ（「DSP」）、並列プロセッサ、多重コア・プロセッサ、カスタムIC、特定用途向け集積回路（「ASIC」）、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（「FPGA」）、アダプティブ・コンピューティングIC、関連するメモリ（RAM、DRAM、ROMなど）、ならびに他のICおよび構成要素のような互いに接続、配置、もしくはグループ化された他の構成要素の使用を含んでよい。したがって、本明細書では、語コントローラまたはプロセッサは、単一のIC、またはカスタムIC、ASIC、プロセッサ、マイクロプロセッサ、コントローラ、FPGA、アダプティブ・コンピューティングICの配列、または本明細書で論じた機能を実行する集積回路の何らかの他のグループ化と、マイクロプロセッサ・メモリまたは追加的なRAM、DRAM、SDRAM、SRAM、MRAM、ROM、FLASH、EPROM、もしくはE²PROMのような関連する任意のメモリとを同等に意味しかつ含むものと理解すべきである。コントローラまたはプロセッサ（コントローラ120（および120A～120I）など）は、それに関連するメモリと一緒に、前述および後述のように、本発明の方法を実行するように（プログラミング、FPGA相互接続、またはハード配線を介して）なされてよいあるいは構成されてよい。たとえば、この方法は、関連するメモリ465（および/またはメモリ185）ならびに他の同等の構成要素を含むコントローラ120に、後でコントローラまたはプロセッサが動作している（すなわち、電源がオンであり機能している）ときに実行できる1組のプログラム命令またはその他のコード（または同等の構成もしくはその他のプログラム）としてプログラムされかつ記憶されてよい。同様に、コントローラまたはプロセッサが全体的または部分的にFPGA、カスタムIC、および/またはASICとして実施されてよいとき、FPGA、カスタムICまたはASICは、本発明の方法を実施するように設計、構成、および/またはハード配線されてよい。たとえば、コントローラまたはプロセッサは、それぞれ、メモリ185に関連して本発明の方法を実施するようにプログラムされるか、設計されるか、なされるか、もしくは構成されたコントローラ、マイクロプロセッサ、DSP、および/またはASICの配列として実現されてよい。

【0187】

データ・レポジトリ（またはデータベース）を含んでよいメモリ185、465は、任意のコンピュータまたは他の機械可読データ記憶媒体内に設けられ、現在公知であるあるいは将来利用可能になる、メモリ・デバイスまたは情報を記憶もしくは伝送するその他の記憶デバイスもしくは通信デバイスを含み、限定ではないが、揮発性であっても非揮発性であってもよく、脱着可能であっても脱着不能であってもよい、メモリ集積回路（「IC」）または集積回路のメモリ部分（コントローラまたはプロセッサIC内の情報中のメモリなど）を含み、RAM、FLASH、DRAM、SDRAM、SRAM、MRAM、FeRAM、ROM、EPROM、またはE²PROM、あるいは磁気ハード・ドライブ、光学ドライブ、磁気ディスクまたはテープ・ドライブ、ハード・ディスク・ドライブ、その他の機械可読記憶媒体またはメモリ媒体、たとえば、フロッピー（登録商標）・ディスク、CD-ROM、CD-RW、デジタル・バーサティル・ディスク（DVD）、または他の光学メモリ、あるいは選択される実施形態に応じて公知であるかまたは公知になる任意の他の種類のメモリ、記憶媒体、またはデータ記憶装置もしくはデータ記憶回路を含むがこれらに限定されない任意の数の形態で具体化されてよい。また、このようなコンピュータ可読媒体には、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラム・モジュール、またはデータ信号もしくは変調信号内のその他のデータを具体化する任意の形態の通信媒体が含まれる。メモリ185、465は、様々なルックアップ・テーブル、パラメータ、係数、その他の情報およびデータ、（本発明のソフトウェアの）プログラムまたは命令、およびデータベース・テーブルのようなその他の種類のテーブルを記憶するようになされてよい。

【0188】

上記に指摘したように、コントローラまたはプロセッサは、本発明のソフトウェアおよびデータ構造を使用して、たとえば、本発明の方法を実行するようにプログラムされてよ

10

20

30

40

50

い。したがって、本発明のシステムおよび方法は、このようなプログラミングを行うか、あるいは上述のコンピュータ可読媒体内に具体化される1組の命令および/またはメタデータのようなその他の命令を下すソフトウェアとして具体化されてよい。また、メタデータは、ルックアップ・テーブルまたはデータベースの様々なデータ構造を定義するのに利用されてもよい。このようなソフトウェアは、限定するものではないが、たとえば、ソース・コードまたはオブジェクト・コードの形態であってよい。ソース・コードはさらに、何らかの形態の命令またはオブジェクト・コード（アセンブリ言語命令または構成情報を含む）にコンパイルされてよい。本発明のソフトウェア、ソース・コード、またはメタデータは、C、C++、SystemC、ISA、XML、Java（登録商標）、Brew、SQLおよびその変形例（たとえば、SQL99またはSQLの独自バージョン）、DB2、Oracle、または本明細書で論じた機能を実行し、様々なハードウェア定義言語もしくはハードウェア・モデリング言語（たとえば、Verilog、VHDL、RTL）および結果として得られるデータベース・ファイル（たとえば、GDSII）を含む任意の他の種類のプログラミング言語のような任意の種類のコードとして具体化されてよい。したがって、本明細書で同等に使用される「構成」、「プログラム構成」、「ソフトウェア構成」、または「ソフトウェア」は、任意の構文またはシグネチャを有し、（たとえば、コントローラ120を含むプロセッサまたはコンピュータにインスタンス化またはロードされて実行されるときに）指定された関連する機能または方法を実現するかあるいは実現するものと解釈できる任意の種類の任意のプログラミング言語を意味し指す。

【0189】

10

本発明のソフトウェア、メタデータ、または他のソース・コードおよび結果として得られる任意のビット・ファイル（オブジェクト・コード、データベース、またはルックアップ・テーブル）は、コンピュータまたはその他の機械可読データ記憶媒体のいずれかのような任意の有形の記憶媒体内に、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラム・モジュール、または上記にメモリ185、465、たとえば、フロッピー（登録商標）・ディスク、CD-ROM、CD-RW、DVD、磁気ハード・ドライブ、光学ドライブ、または上述のような任意の種類のデータ記憶装置もしくはデータ記憶媒体に関して論じたようなその他のデータとして具体化されてよい。

【0190】

20

LEDのような非線形負荷に電力を供給する本発明の例示的な実施形態の多数の利点は、容易に明らかになろう。様々な例示的な実施形態は、高輝度用途向けのLEDを含む1つまたは複数のLEDにAC線電力を供給し、同時に、LEDドライバの全体的な小形化およびコスト削減を実現し、LEDの効率および稼働率を向上させる。例示的な装置実施形態、方法実施形態、およびシステム実施形態は、比較的広いAC入力電圧範囲にわたって適切に適応しつつ機能し、一方、過度の内部電圧を生成することも、構成要素を高い電圧ストレスまたは過度の電圧ストレスにさらすことなしに、所望の出力電圧または出力電流を供給する。また、様々な装置実施形態、方法実施形態、およびシステム実施形態は、入力電力用のAC線に接続されたときに有効な力率補正を実施する。最後に、様々な装置実施形態、方法実施形態、およびシステム実施形態は、照明デバイスの輝度、色温度、および色を調節する機能を実現する。

30

【0191】

40

本発明をその特定の実施形態に関して説明したが、これらの実施形態は、本発明を例示するものに過ぎず、本発明を制限するものではない。本明細書の説明では、本発明の各実施形態を完全に理解できるように、電子構成要素、電子接続および構造接続、材料、および構造変形例のような多数の特定の詳細が示されている。しかし、当業者には、本発明の実施形態を、1つまたは複数の特定の詳細なしで実施することができるか、あるいは他の装置、システム、アセンブリ、構成要素、材料、部品などと一緒に実施することができることが認識されよう。他の例では、本発明の各実施形態の態様を曖昧にするのを避けるために、公知の構造、材料、または動作については、特に詳細に図示しておらず、また詳述してもいない。また、様々な図は、縮尺通りに描かれてはおらず、限定とみなされるべき

50

ではない。

【 0 1 9 2 】

本明細書において「一実施形態」、「実施形態」、または特定の「実施形態」が言及されている個所は、その実施形態に関連して説明する特定の特徴、構造、または特性が、本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれ、必ずしもすべての実施形態に含まれるわけではなく、さらに必ずしも同じ実施形態を指すわけではないことを意味する。さらに、本発明の任意の特定の実施形態の特定の特徴、構造、または特性は、任意の適切な方法で、かつ選択された特徴の使用を含み、それに対応する他の特徴の使用を含まない、1つまたは複数の他の実施形態との適切な任意の組み合わせで組み合わされてよい。また、特定の用途、状況、または材料を本発明の必須の範囲および趣旨に適合させるために多数の修正がなされてよい。本明細書の教示を考慮することによって、本明細書で説明し図示した本発明の実施形態の他の変形例および修正例が実現可能であり、かつこれらの変形例および修正例が本発明の趣旨および範囲の一部とみなされることを理解されたい。10

【 0 1 9 3 】

特定の用途に応じて好都合なように、図示された要素のうちの1つまたは複数の要素をより別々にあるいは一体的に実現するか、あるいは場合によっては除去するかまたは動作不能にすることも可能であることも理解されよう。特に、互いに離散した構成要素が分離しているのかそれとも組み合わされているのかが不明確であるかあるいは識別できない実施形態では、各構成要素の一体的に形成された組み合わせも本発明の範囲内である。また、「結合している（c o u p l i n g ）」または「結合可能な（c o u p l a b l e ）」のような変形形態を含め、本明細書で語「結合された（c o u p l e d ）」が使用されることは、一体的に形成された構成要素および他の構成要素を介してまたは他の構成要素を通じて結合される構成要素を含む、任意の直接的または間接的な電気的、構造的、または磁気的な結合、接続、または取り付け、あるいはそのような直接的または間接的な電気的、構造的、または磁気的な結合、接続、または取り付けのための適応または機能を意味しあつ含む。20

【 0 1 9 4 】

語「L E D」およびその複数形「L E D s」が、本発明のために本明細書で使用されるときは、電気信号に応答して放射を生成することができる任意のエレクトロルミネセント・ダイオードまたは他の種類のキャリア注入式または接合式システムを含み、電流または電圧に応答して、可視スペクトルまたは紫外線もしくは赤外線のような他のスペクトル内の、任意の帯域幅または任意の色もしくは色温度の光を発する様々な半導体または炭素ベースの構造、発光ポリマー、有機L E Dなどを限定ではないが含むものと理解されたい。30

【 0 1 9 5 】

本明細書では、語「A C」は、任意の波形（正弦、自乗正弦、整流、整流正弦、方形、矩形、三角形、のこぎり歯形、不規則など）および任意のD Cオフセットを有する交流電流または対応する交流電圧レベルを含む、任意の形態の時変電流または時変電圧を示し、かつ調光器スイッチから得られるような、裁断波の交流電流もしくは交流電圧または正相もしくは逆相の変調交流電流もしくは変調交流電圧のような任意の変形例を含んでよい。本明細書では、語「D C」は、変動するD C（整流A Cから得られるようなD C）と実質的に一定の電圧D Cまたは一定の電圧D C（電池、電圧レギュレータ、またはキャパシタによってフィルタリングされた電力から得られるようなD C）との両方を示す。40

【 0 1 9 6 】

図示の実施形態についての上記の説明および添付の図では、同期ダイオードまたは同期整流器（たとえば、制御信号によってオン・オフを切り替えられるリレーまたはM O S F E Tまたはその他のトランジスタ）あるいは他の種類のダイオードを、本発明の範囲内で、標準的なダイオードの代わりに使用してよいことを理解されたい。本明細書で提示された例示的な実施形態は一般に、グランドに対して正の出力電圧を生成するが、本発明の教示は、負の出力電圧を生成する電力変換器にも適用され、半導体およびその他の偏光構成要素を逆転させることによって補トポロジーが構成されてよい。50

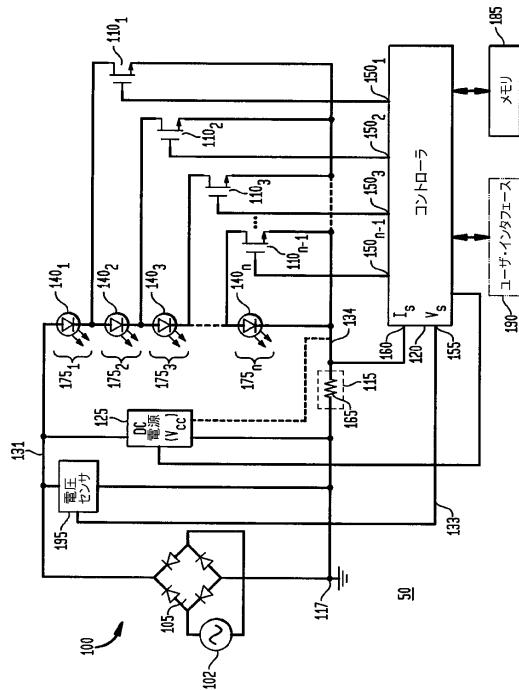
【0197】

さらに、図面／図中のあらゆる信号矢印は、他に特に指摘がないかぎり、例示的なものに過ぎず、限定的なものではないとみなすべきである。各ステップの構成要素の組み合わせも、特に分離能力または組み合わせ能力が不明確であるか予測可能である場合には本発明の範囲内と考えられる。離接語「または、もしくは、あるいは（or）」は、本明細書および特許請求の範囲内で使用されるとき、他の特に指摘がないかぎり、概して、接続語の意味と離接語の意味との両方を有する（かつ「排他的 or （exclusive or）」の意味に制限されない）「および／または、かつ／あるいは（and/or）」を意味するものである。「a」、「and」、および「the」は、本明細書の説明および特許請求の範囲内で使用されるとき、文脈によって複数形が含まれないことが示されないかぎり複数形を含む。また、「in」が本明細書の説明および特許請求の範囲内で使用されるとき、「in」の意味は、文脈によって「on」を含まないことが明確に示されないかぎり「in」と「on」とを含む。

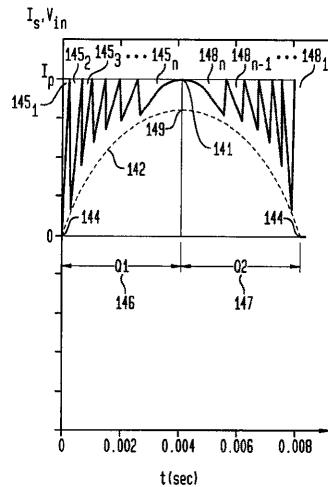
【0198】

本発明の例示された実施形態についての上記の説明は、概要または要約に記載された内容を含み、網羅的なものでも、本発明を本明細書で開示された厳密な形態に限定するものでもない。上記のことから、多数の変形例、修正例、および代替例が対象となっており、これらの変形例、修正例、および代替例を本発明の新規の概念の趣旨および範囲から逸脱せずに実施できることが認識されよう。本明細書で例示された特定の方法および装置に対する限定は意図されておらず、またそのような限定を推定すべきでないことを理解されたい。もちろん、添付の特許請求の範囲によって、このようなすべての修正例が特許請求の範囲内に含められる。

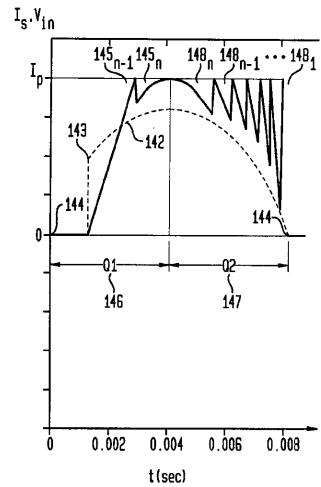
【図1】



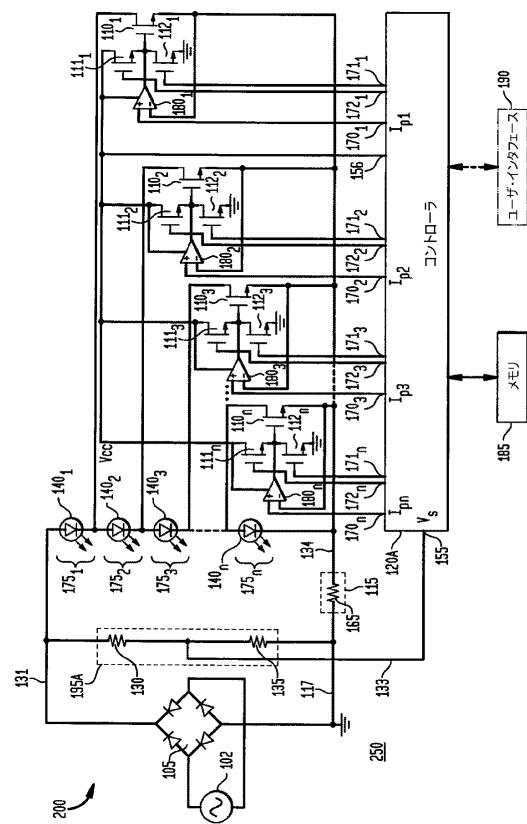
【図2】



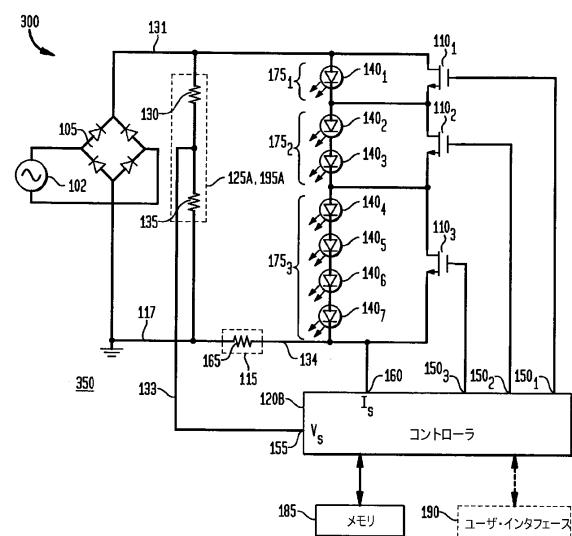
【図3】



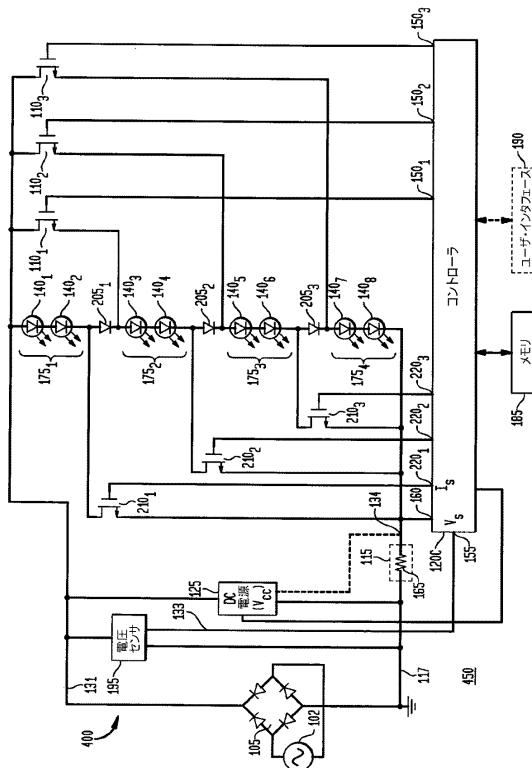
【図4】



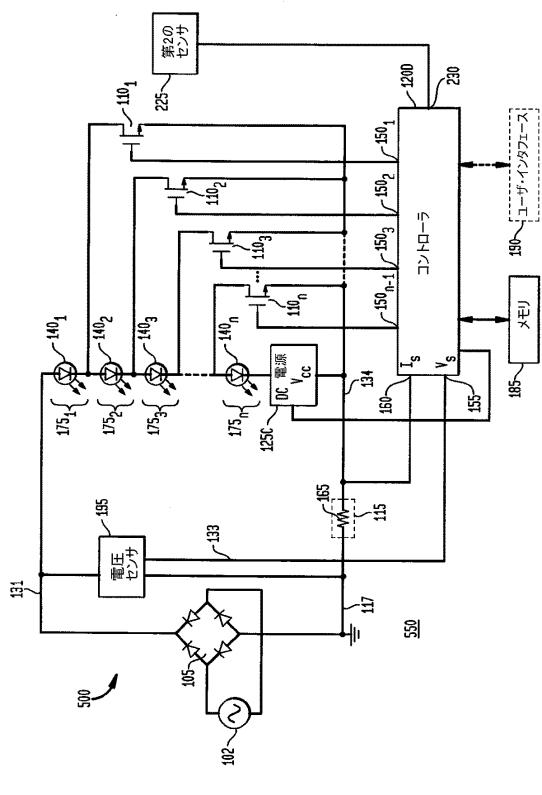
【図5】



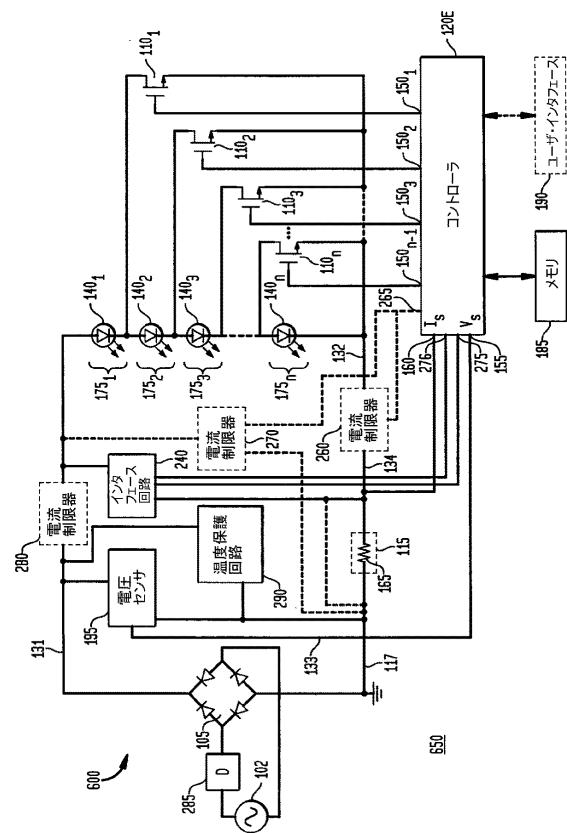
【図6】



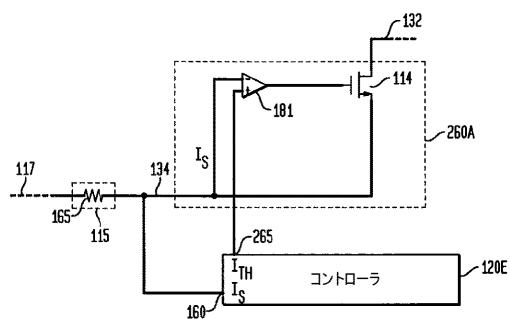
【 四 7 】



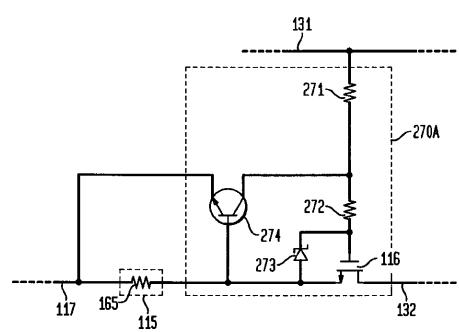
【 四 8 】



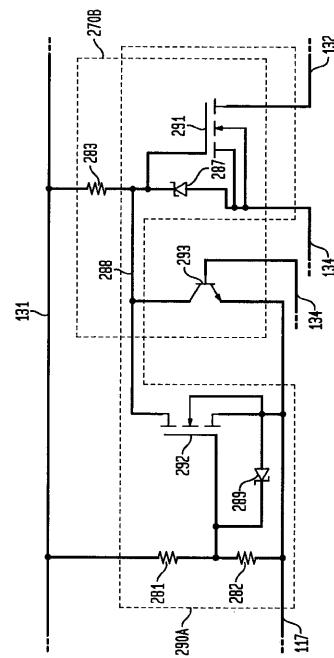
【 図 9 】



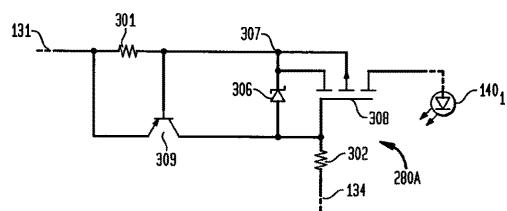
【図10】



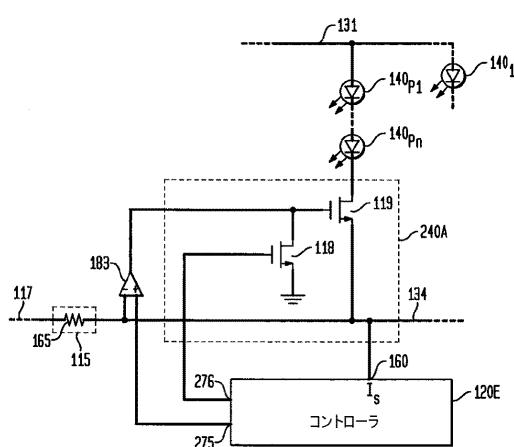
【 図 1 1 】



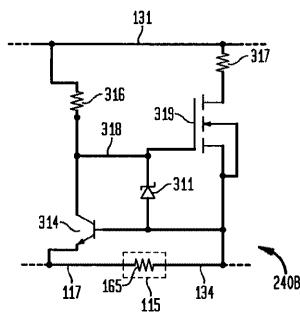
【図12】



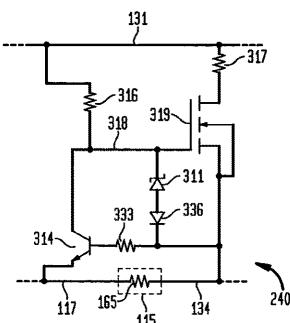
【図13】



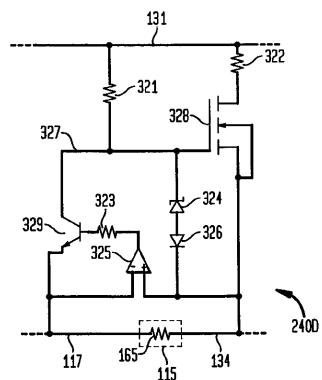
【図14】



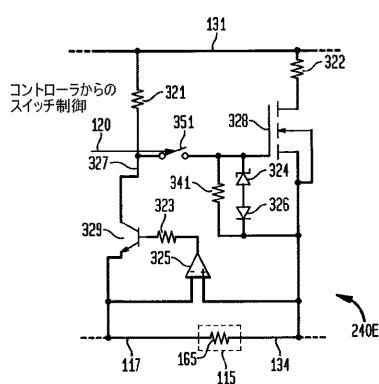
【図15】



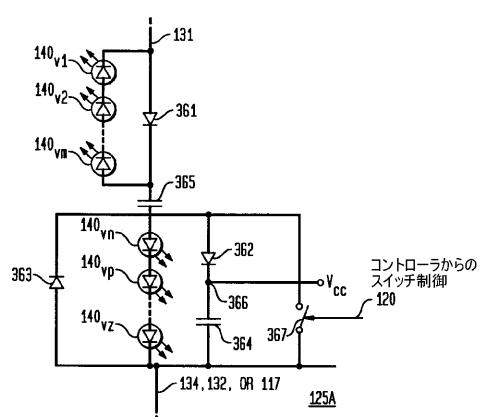
【図16】



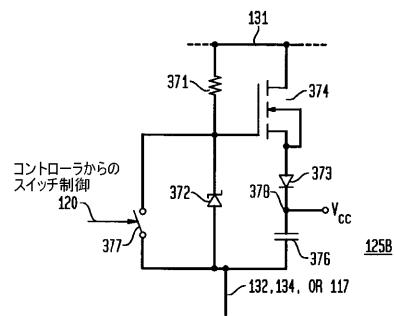
【図17】



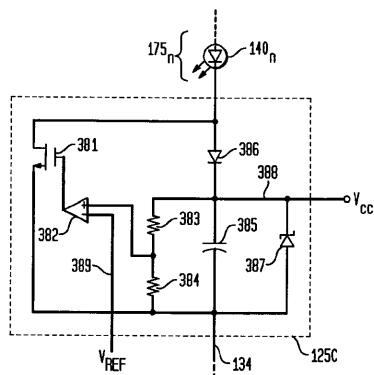
【図18】



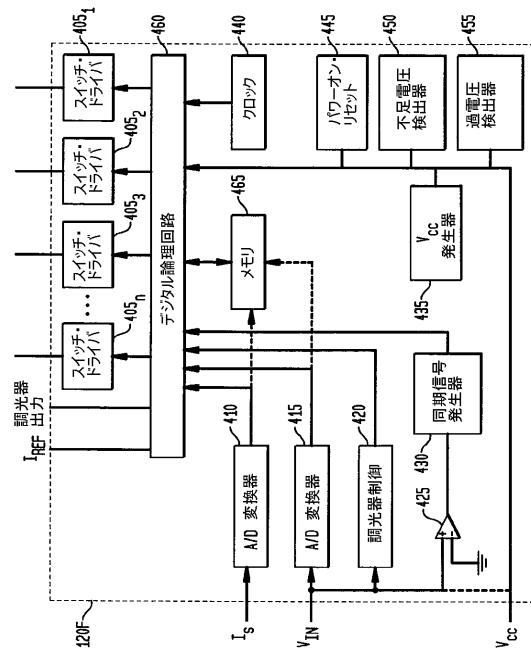
【図19】



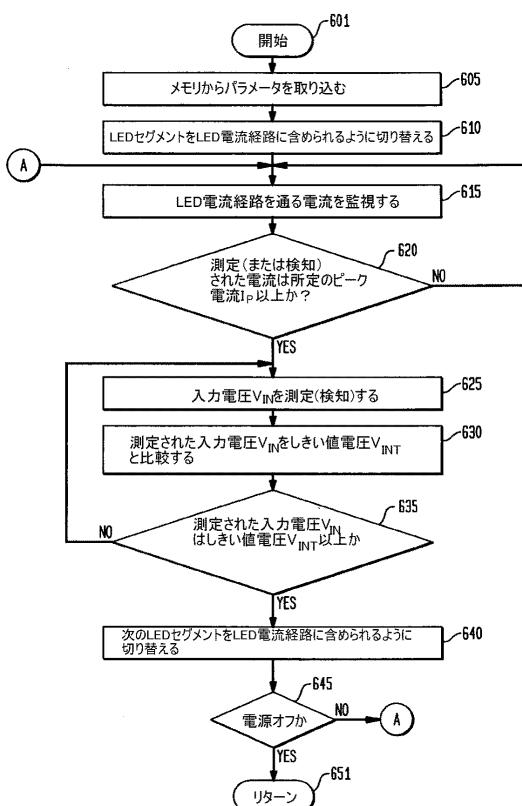
【図20】



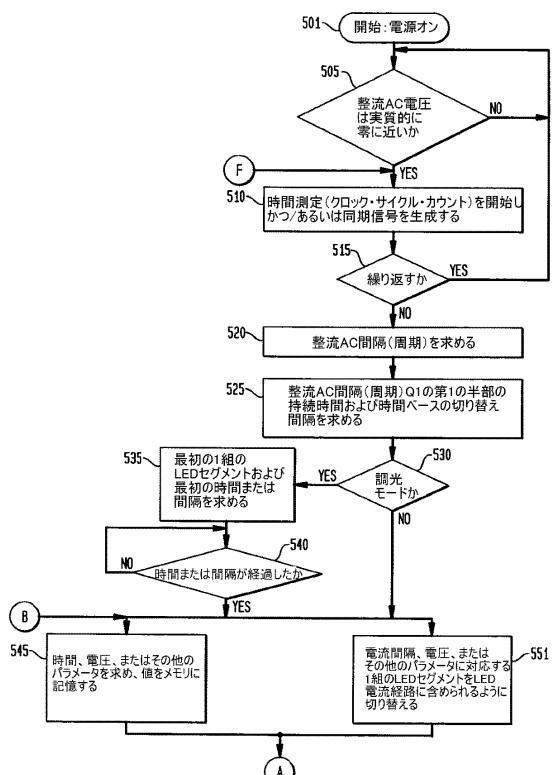
【図21】



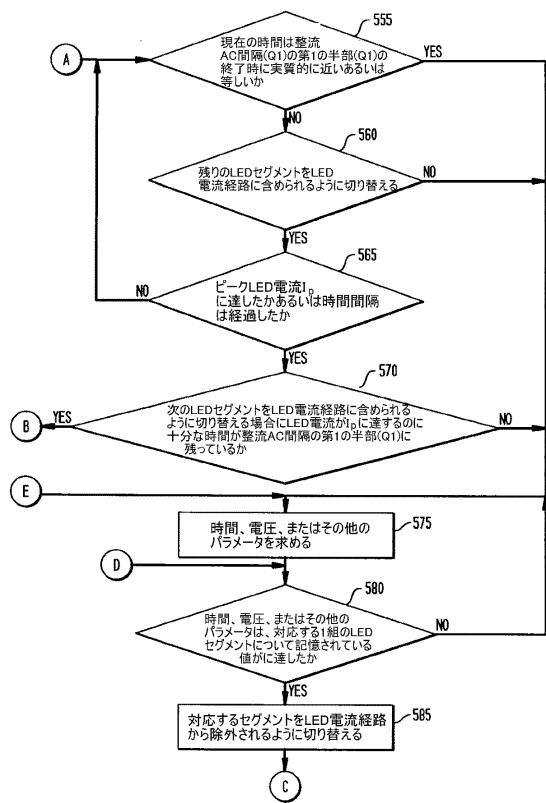
【図22】



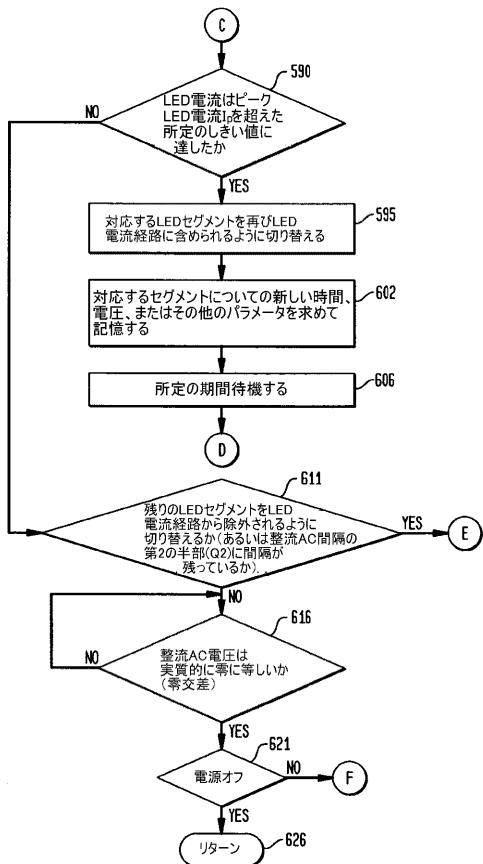
【図23A】



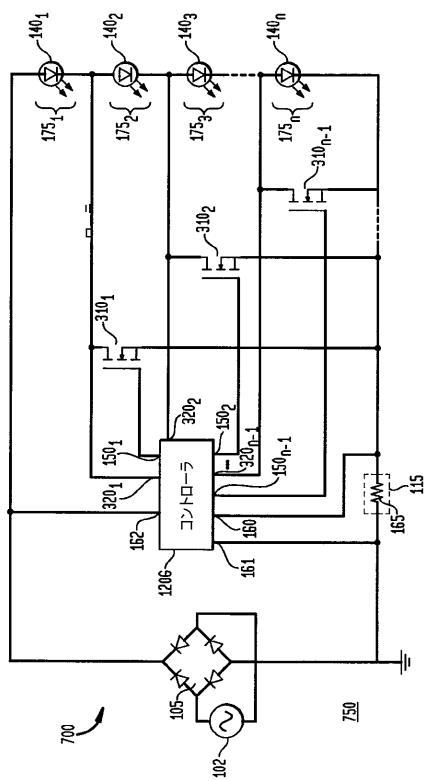
【図23B】



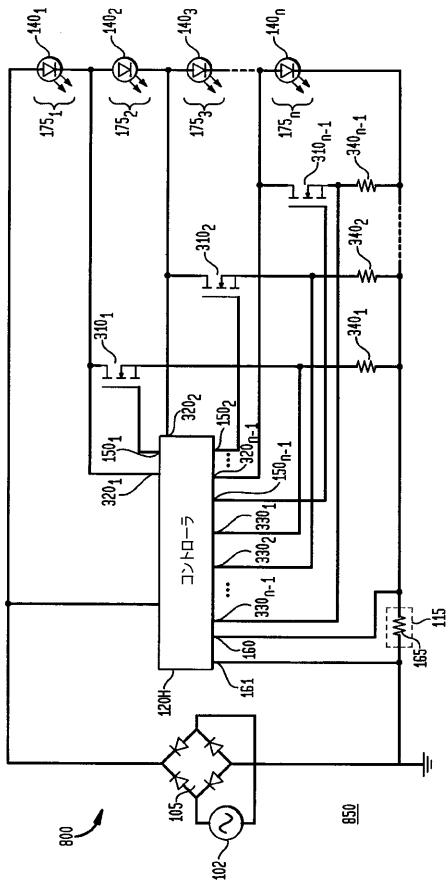
【図23C】



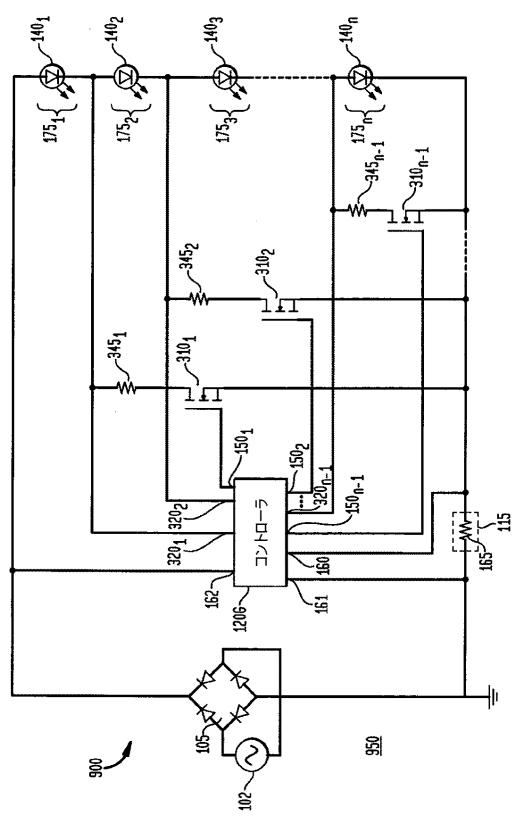
【図24】



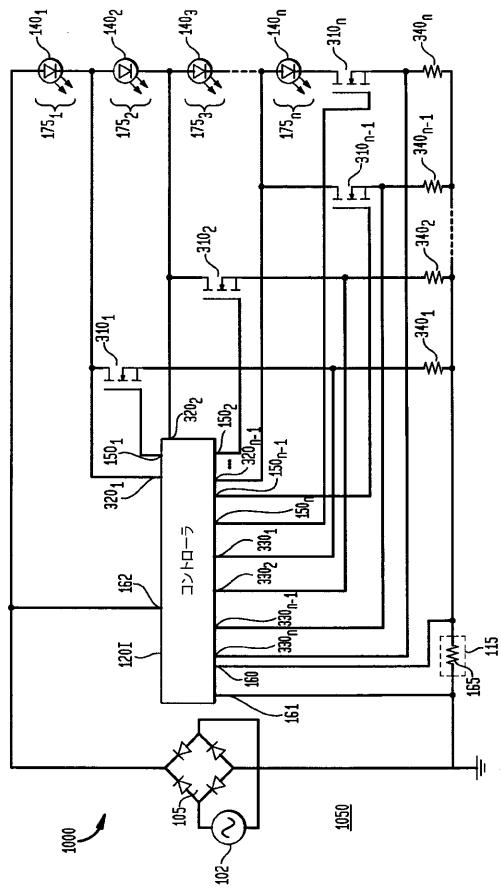
【図25】



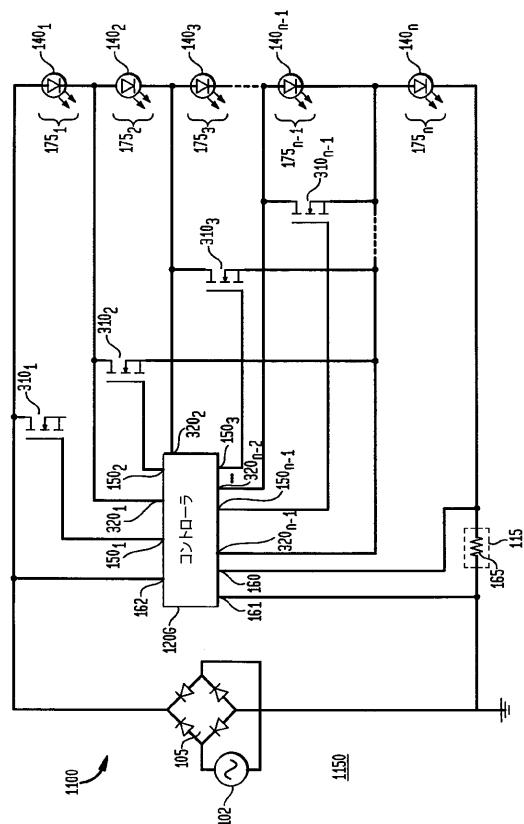
【図26】



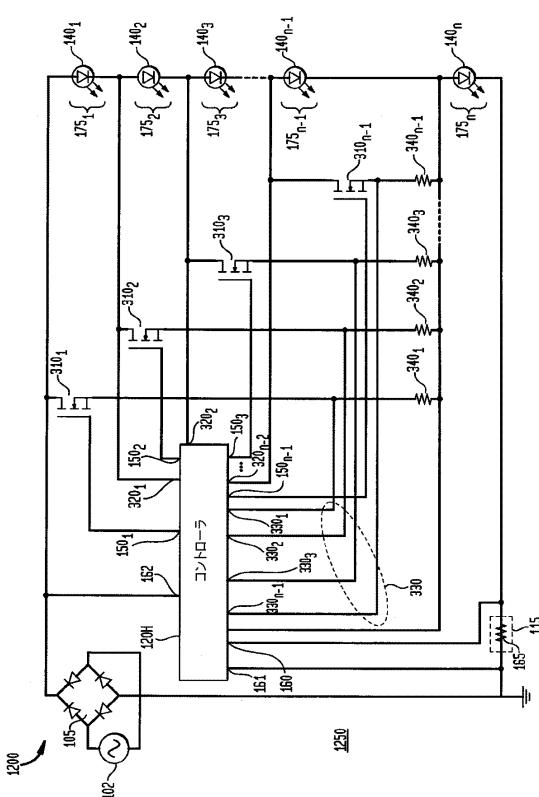
【図27】



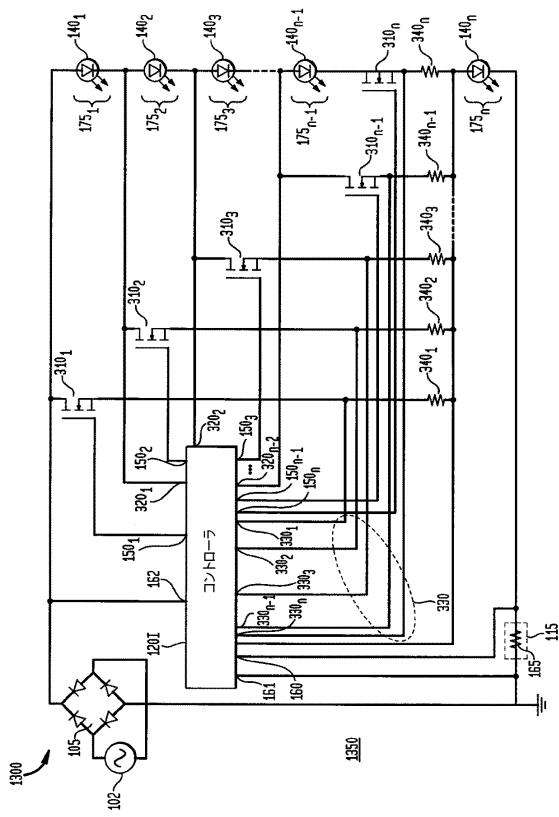
【図28】



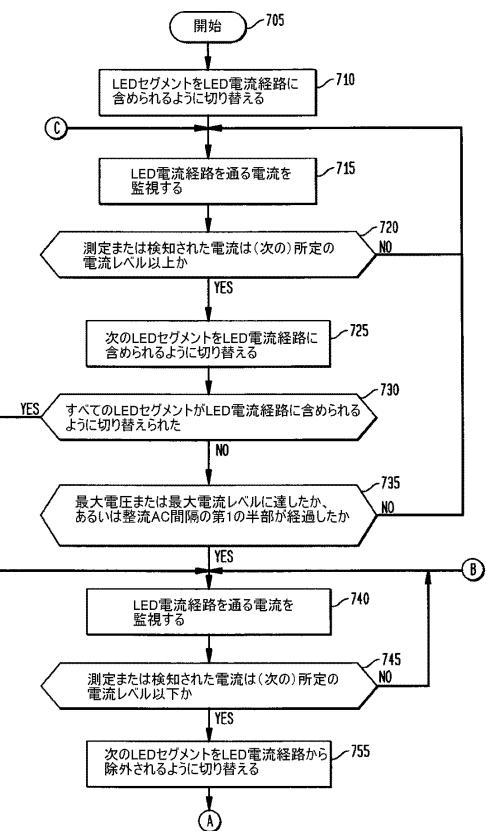
【図29】



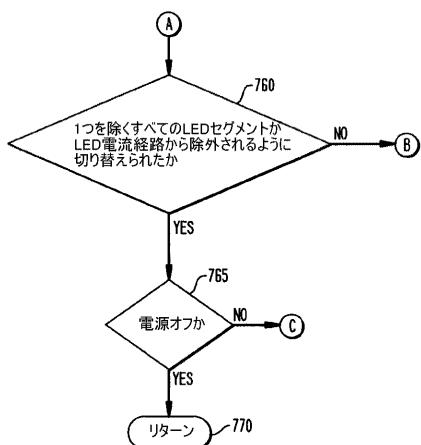
【図30】



【図31A】



【図31B】



フロントページの続き

(72)発明者 チョウ , ドンシェン

アメリカ合衆国 95129 カリフォルニア , サンホセ , キンタイア ウェイ 1355

(72)発明者 ロドリゲス , ハリー

アメリカ合衆国 95020 カリフォルニア , ギルロイ , フットヒル アヴェニュー 1052

5

(72)発明者 イーソン , マーク

アメリカ合衆国 95023 カリフォルニア , ホリスター , モンテ ヴィスタ ドライブ 16
70

(72)発明者 レーマン , ブラッドリー , エム .

アメリカ合衆国 02478 マサチューセッツ , ベルモント , スクール ストリート 384

(72)発明者 ドライヤー , スティーブン , エフ .

アメリカ合衆国 95054 カリフォルニア , サンタクララ , フリーダム サークル 3920
, スイート 102

(72)発明者 ライアダン , トーマス , ジェー .

アメリカ合衆国 94022 カリフォルニア , ロスアルトス , コロネード アヴェニュー 17
6

審査官 下原 浩嗣

(56)参考文献 特開2006-147933(JP,A)

特表2008-544569(JP,A)

特開2003-317989(JP,A)

特開2006-244848(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G05F 1/613

H01L 33/00