

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2024-502722

(P2024-502722A)

(43)公表日 令和6年1月23日(2024.1.23)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 B 45/44 (2020.01)	H 0 5 B 45/44	3 K 2 7 3
H 0 1 L 33/00 (2010.01)	H 0 1 L 33/00	J 5 F 2 4 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全33頁)

(21)出願番号	特願2023-536154(P2023-536154)	(71)出願人	500507009
(86)(22)出願日	令和3年11月30日(2021.11.30)		ルミレッズ リミテッド ライアビリティ
(85)翻訳文提出日	令和5年8月8日(2023.8.8)		カンパニー
(86)国際出願番号	PCT/US2021/061260		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5
(87)国際公開番号	WO2022/132425		1 3 1 サン ホセ ウェスト トリンブル
(87)国際公開日	令和4年6月23日(2022.6.23)		ロード 3 7 0
(31)優先権主張番号	17/123,010	(74)代理人	100107766
(32)優先日	令和2年12月15日(2020.12.15)		弁理士 伊東 忠重
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA( AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(74)代理人	100135079
			弁理士 宮崎 修
		(72)発明者	ロベス ジュリア, アントニオ
			ドイツ連邦共和国 5 2 0 6 8
			フィリップスシュトラッセ 8
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 外れ値マイクロLEDを駆動する電圧供給振幅変調

(57)【要約】

マイクロ発光ダイオード(LED)ダイには、様々な順電圧を有するマイクロLEDのマトリックスを含めることができる。駆動されない又は駆動が不十分なuLEDの数を減らす方法は、電源が、最小電圧(V<sub>MIN</sub>)及び最大電圧(V<sub>MAX</sub>)を有する交流電圧(V<sub>LED</sub>)を供給するステップであって、V<sub>MIN</sub>は、複数のマイクロ発光ダイオード(uLED)ドライバを使用してuLEDダイの複数のuLEDを駆動するのに十分であるステップと；uLEDドライバに結合したコントローラが、複数のuLEDのうちのV<sub>MIN</sub>より大きい順電圧(V<sub>f</sub>)を有するuLEDを識別するステップと；コントローラが、uLEDのV<sub>f</sub>がパルス幅変調(PWM)オン時間のV<sub>LED</sub>よりも小さくなるように、uLEDのPWMオン時間の立ち上がりエッジの時間変更するステップと；を含むことができる。

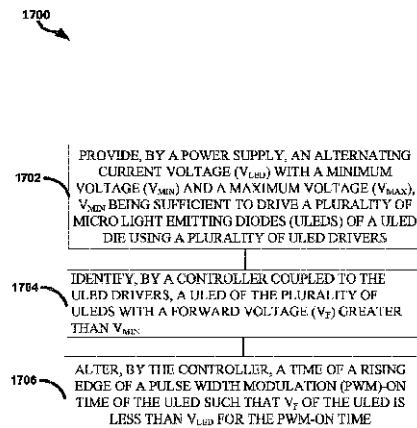


FIG. 17

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

方法であって、当該方法は、

電源が、最小電圧 ( $V_{MIN}$ ) 及び最大電圧 ( $V_{MAX}$ ) を有する交流電圧 ( $V_{LED}$ ) を供給するステップであって、 $V_{MIN}$  は、複数のマイクロ発光ダイオード ( $uLED$ ) ドライバを使用して  $uLED$  ダイの複数の  $uLED$  を駆動するのに十分である、ステップと、

前記  $uLED$  ドライバに結合したコントローラが、前記複数の  $uLED$  のうちの  $V_{MIN}$  より大きい順電圧 ( $V_f$ ) を有する 1 つの  $uLED$  を識別するステップと、

前記コントローラが、前記  $uLED$  の  $V_f$  がパルス幅変調 (PWM) オン時間の  $V_{LED}$  よりも小さくなるように、前記  $uLED$  の前記 PWM オン時間の立ち上がりエッジの時間を変更するステップと、を含む、

方法。

## 【請求項 2】

前記コントローラが、前記立ち上がりエッジの前記時間を変更する前に、前記  $uLED$  の前記 PWM オン時間が、前記  $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することをさらに識別するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記コントローラが、 $V_f$  が  $V_{LED}$  よりも小さい時間量が、前記 PWM オン時間よりも短いことを識別するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記 PWM オン時間を短縮し、前記  $uLED$  の前記  $uLED$  ドライバにおけるピクセルドライバのピーク電流を増大させるステップをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記コントローラが、同じ周波数を維持しながら  $V_{MAX}$  及び  $V_{MIN}$  の大きさを増大させるステップをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記  $uLED$  の前記 PWM オン時間が、前記  $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することを識別するステップは、前記  $uLED$  のデューティサイクルに基づいて、前記 PWM オン時間の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジに対応するそれぞれの時間を決定するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記  $uLED$  の前記 PWM オン時間が、前記  $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することを識別するステップは、 $V_{LED}$  が  $V_{MAX}$  又は  $V_{MIN}$  に等しい時間を示す参照時間及び周波数を使用して、前記立ち上がりエッジ又は前記立ち下がりエッジの時間のいずれかが、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満となる時間と重複することを識別するステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

$V_{MIN}$  よりも大きい  $V_f$  を有する前記  $uLED$  ダイの前記  $uLED$  の駆動電流が、前記  $uLED$  の平均駆動電流が目標平均電力まで駆動されるように修正される、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 9】

システムであって、当該システムは、

最小電圧 ( $V_{MIN}$ ) 及び最大電圧 ( $V_{MAX}$ ) を有する交流電圧 ( $V_{LED}$ ) を供給するように構成された電源であって、 $V_{MIN}$  は、マイクロ発光ダイオード ( $uLED$ ) ダイの  $uLED$  ドライバを使用して前記  $uLED$  ダイの  $uLED$  の大部分を駆動するのに十分である、電源と、

前記  $uLED$  ドライバに結合したコントローラと、を含み、

該コントローラは、

前記  $uLED$  のうちの順電圧 ( $V_f$ ) が  $V_{MIN}$  より大きい  $uLED$  を識別し、前記  $u$

10

20

30

40

50

LEDの $V_f$ がPWMオン時間の $V_{LED}$ よりも小さくなるように、前記uLEDのパルス幅変調(PWM)の立ち上がりエッジの時間を変更するように構成される、システム。

【請求項10】

前記コントローラは、前記立ち上がりエッジの前記時間を変更する前に、前記uLEDの前記PWMオン時間が、前記 $V_{LED}$ が $V_f$ 未満である時間と重複することを識別するようにさらに構成される、請求項9に記載のシステム。

【請求項11】

前記コントローラは、 $V_f$ が $V_{LED}$ よりも小さい時間量が前記PWMオン時間よりも短いことを識別するようにさらに構成される、請求項9に記載のシステム。

10

【請求項12】

前記コントローラは、前記PWMオン時間を短縮し、前記uLEDの前記uLEDドライバにおけるピクセルドライバのピーク電流を増大させるようにさらに構成される、請求項11に記載のシステム。

【請求項13】

前記コントローラは、同じ周波数を維持しながら $V_{MAX}$ 及び $V_{MIN}$ の大きさを増大させるようにさらに構成される、請求項11に記載のシステム。

【請求項14】

前記uLEDの前記PWMオン時間が、前記 $V_{LED}$ が $V_f$ 未満である時間と重複することを識別することは、前記uLEDのデューティサイクルに基づいて、前記PWMオン時間の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジに対応するそれぞれの時間を決定することを含む、請求項9に記載のシステム。

20

【請求項15】

前記uLEDの前記PWMオン時間が、前記 $V_{LED}$ が $V_f$ 未満である時間と重複する時間を識別することは、 $V_{LED}$ が $V_{MAX}$ 又は $V_{MIN}$ に等しい時間を示す参照時間及び周波数を使用して、前記立ち上がりエッジ又は前記立ち下がりエッジの時間のいずれかが、前記 $V_{LED}$ が $V_f$ 未満となる時間と重複することを識別することを含む、請求項14に記載のシステム。

【請求項16】

命令を含むマシン可読媒体であって、前記命令がマシンによって実行されると、該マシンに、

30

最小電圧( $V_{MIN}$ )及び最大電圧( $V_{MAX}$ )を有する交流電圧( $V_{LED}$ )を供給することであって、 $V_{MIN}$ は、マイクロ発光ダイオード(uLED)ダイのuLEDドライバを使用して前記uLEDダイのマイクロ発光ダイオード(uLED)の大部分を駆動するのに十分である、ことと、

複数のuLEDのうちの順電圧( $V_f$ )が $V_{MIN}$ より大きいuLEDを識別することと、

前記uLEDの $V_f$ がパルス幅変調(PWM)オン時間の $V_{LED}$ よりも小さくなるように、前記uLEDの前記PWMオン時間の立ち上がりエッジの時間を変更することと、を含む動作を実行させる、

40

マシン可読媒体。

【請求項17】

前記動作は、前記立ち上がりエッジの前記時間を変更する前に、前記uLEDの前記PWMオン時間が、前記 $V_{LED}$ が $V_f$ 未満である時間と重複することを識別することをさらに含む、請求項16に記載のマシン可読媒体。

【請求項18】

前記動作は、 $V_f$ が $V_{LED}$ よりも小さい時間量が、前記PWMオン時間よりも短いことを識別することをさらに含む、請求項16に記載のマシン可読媒体。

【請求項19】

前記動作は、前記PWMオン時間を短縮することと、前記uLEDの前記uLEDドラ

50

イバにおけるピクセルドライバのピーク電流を増大させることをさらに含む、請求項 18 に記載のマシン可読媒体。

【請求項 20】

前記動作は、同じ周波数を維持しながら  $V_{MAX}$  及び  $V_{MIN}$  の大きさを増大させることをさらに含む、請求項 18 に記載のマシン可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

本願は、2020年12月15日に提出した米国特許出願第17/123,010号に対する優先権の利益を主張するものであり、この出願はその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本発明は、異常に高い順電圧によって生じる暗収差を低減又は除去するように構成された発光機器及び発光機器制御システムに関する。

【背景技術】

【0003】

家庭用又は商業用照明等のいくつかの用途では、照明のユーザエクスペリエンスが非常に重要である。自動車照明も、ユーザエクスペリエンスが非常に重要なアプリケーションである。発光ダイオード(LED)の順電圧が電圧供給より高い場合に、LEDは期待通りに動作しない可能性がある。このようなLEDは、点灯しているLEDの中で黒い点又はより暗い点として現れることがある。

【図面の簡単な説明】

【0004】

図面は、いくつかの実施形態による、1つ又は複数の発光ダイオード(LED)から放射される光を変更できる制御システムを含む、機器、システム、又は方法の様々な図を示す。「前」、「後」、「上」、「側」という用語、及び他の方向に関する用語は、機器及びシステム及び他の要素を説明する際の便宜のためにのみ使用しており、いかなる意味でも限定として解釈すべきではない。

【図1】一例として、マイクロLED(uLED)のマトリックスを含むダイを駆動するためのシステムの一実施形態の論理ブロック図である。

【図2】一例として、駆動されない及び/又は駆動が不十分なuLEDを含むuLEDダイの一実施形態の斜視図である。

【図3】一例として、ドライバ回路の電気効率対uLEDの順電圧( $V_f$ )のグラフである。

【図4】一例として、uLEDのマトリックス及び対応するドライバ回路を含むパッケージの一実施形態の概念的なブロック図である。

【図5】一例として、uLEDピクセル(uLEDドライバ回路及び対応するuLED)の一実施形態の回路図である。

【図6】一例として、uLEDの典型的なマトリックスについての、uLEDの順電圧( $V_f$ )対デューティサイクルのグラフである。

【図7】一例として、uLEDのマトリックスを駆動するために外れ値ピクセル $V_f$ を考慮するシステムの一実施形態の論理回路図である。

【図8】一例として、変調電圧供給( $V_{LED}$ )及び対応するuLED応答のグラフである。

【図9】一例として、一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフである。

【図10】一例として、外れ値uLED(外れ値は時間の少なくとも一部において $V_f > V_{LED}$ として規定される)の一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフである。

【図11】一例として、外れ値uLEDの一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフである。

【図12】一例として、外れ値 uLED の一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフである。

【図13】一例として、uLED の PWM オン期間中に  $uLED \ V_f < V_{LED}$  となるのを保証するように、uLED オン時間を変更する前後の外れ値 uLED の一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフである。

【図14】一例として、uLED オン時間を変更する前後の外れ値 uLED の一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフである。

【図15】一例として、uLED オン時間を変更する前後の外れ値 uLED の実施形態の電気パラメータ対時間のグラフである。

【図16】一例として、uLED の PWM オン期間を調整するためのシステムの一実施形態のブロック図である。 10

【図17】一例として、uLED マトリックスダイを駆動する方法の一実施形態の図である。

【図18】例えば図6～図17に関して議論したようなシステムサポート機能のチップレベル実装の実施形態をより詳細に示す図である。

【図19】一例として、uLED パッケージに含めることができる回路を含むシステムの論理ブロック図である。

【図20】一例として、1つ又は複数の実施形態を実装するためのマシン（例えば、コンピュータシステム）の一実施形態のブロック図である。

【発明を実施するための形態】 20

【0005】

uLED ダイ上のマイクロLED（「uLED」として表される場合もある）のアレイ等のコンパクトなピクセル化LEDは、大きなモノリシック領域を含むことができる。uLEDアレイは、ヘッドライト、テールライト、パーキングライト、フォグランプ、又は方向指示灯等の自動車照明に使用することができる。このような用途は、単なる例であり、uLEDアレイの他の多くの用途が可能である。

【0006】

uLEDアレイは、個々のピクセルの輝度を制御するためのドライバ電子機器とハイブリッド化したuLEDのダイを含むことができる。ドライバ電子機器は、例えば、相補型金属酸化物半導体（CMOS）材料又はプロセス、或いは他の半導体製造プロセスを使用して製造することができる。 30

【0007】

いくつかの実施形態では、ドライバ電子機器は線形駆動方式を実施することができる。線形駆動方式は、このような制御電子機器、特に大型uLEDアレイ構成にとって実用的な解決策である。ただし、線形駆動方式では、安定したuLED電流供給と許容可能な熱損失との両方を提供する等、ドライバ電子機器への電圧供給を制御するための特別な注意が必要である。全てのピクセルドライバがコンプライアンス電圧を超えて動作することを保証するため、ドライバ電子機器への電圧供給は、通常、アレイ内のuLEDの最も高い順電圧（ $V_f$ ）よりも高く設定される。

【0008】 40

モノリシックuLEDチップの利点は、uLED集団の間の順電圧（ $V_f$ ）の狭い分散（例えば、標準偏差 < 100ミリボルト）に有利なことである。この順電圧（ $V_f$ ）の均一性により、供給される電圧とuLEDの順電圧（ $V_f$ ）との間の電圧差を小さくする等して、熱損失が低減される。残念ながら、順電圧（ $V_f$ ）が過度に高い（例えば、20%、25%、又はその程度の割合、又はそれらの間の割合がuLEDの平均順電圧（ $V_f$ ）より高い）、小さいながらも関連性のある外れ値（outlier）uLEDのグループが依然として存在する。

【0009】

十分な電圧供給を提供するための1つの解決策は、外れ値を含む、ダイ上の全てのuLEDに対して最高の $V_f$ より大きい（又は等しい）供給電圧を提供することを含む。この 50

解決策を使用すると、外れ値を含む全ての u L E D が適切に駆動される。ただし、ドライバ電子機器の電圧降下が平均して増大するため、熱損失が増大する（実際のケースでは、法外なレベルに達する場合もある）。

【 0 0 1 0 】

別の解決策は、外れ値の u L E D を考慮しない。このような外れ値のスキップにより、供給電圧を低く保つことができるため、u L E D の間の順電圧 ( $V_f$ ) のばらつきが狭いというメリットが得られる。この解決策では、1つ又は複数の  $V_f$  の外れ値を考慮して電圧供給電圧を増大させる解決策と比較して、熱損失が減少する。ただし、このような解決策を使用すると、いくつかの外れ値の u L E D が駆動されない及び / 又は駆動が不十分になる (underdriven) 可能性がある。このような駆動されない及び / 又は駆動が不十分な u L E D は、u L E D アレイ上に暗いスポットとして現れることがある。いくつかの用途では、特に駆動されない又は駆動が不十分な u L E D が目に見える状態のままである場合に、外れ値の母集団 (bigger population) が大きくなると、法外な状態になる可能性がある。

10

【 0 0 1 1 】

実施形態は、対応する u L E D が熱損失に殆ど影響を与えずに点灯できるように、外れ値の u L E D ドライバに電圧コンプライアンスを提供する（例えば、単純な）駆動スキームを含むことができる。実施形態によって提供される利点は、線形駆動方式で駆動されるピクセル化マトリックス L E D の以下の課題：(1) マトリックス u L E D の費用効果の高い駆動方式を提供する；(2) ドライバの効率限界を克服する；(3) 電圧コンプライアンスの制限を克服する；又は、(4) 外れ値により電圧コンプライアンス又は駆動効率が損なわれる場合に、ピクセル集団全体に亘る順電圧の分散に対処する；ことの1つ又は複数に対処することができる。

20

【 0 0 1 2 】

図 1 は、一例として、u L E D 制御システム 1 0 0 の一実施形態の図を示す。示されるシステム 1 0 0 は、複数の L E D ドライバによって分配された電力を u L E D 1 0 4 のマトリックスに供給する電圧供給 1 0 2 を含む。電圧供給 1 0 2 は、一定の直流 (D C) 電圧  $V_{L E D 1 0 6}$  及び一定の参照電圧  $V_{G N D 1 0 8}$  を供給する。電圧供給 1 0 2 は、電圧供給を  $V_{L E D 1 0 6}$  の D C レベルに固定することができる。この電圧は、負荷ライン応答 (u L E D 1 0 4 のアレイの負荷) によって動的に変化しない。こうして、 $V_{L E D 1 0 6}$  は、電流ドライバ信号のパルス幅変調 (P W M) オン期間中に動的に変化しない。

30

【 0 0 1 3 】

前述したように、 $V_{L E D 1 0 6}$  が u L E D 1 0 4 のアレイの外れ値ピクセルを考慮するように設定される場合に、u L E D のドライバにおける熱損失は高くなる（法外に高くさえなる）。逆に、 $V_{L E D 1 0 6}$  が外れ値 u L E D の  $V_f$  を考慮せずに設定される場合に、外れ値 u L E D は駆動されないか、又は駆動が不十分なままになり得る。このような駆動されない又は駆動が不十分な L E D は、u L E D 1 0 4 のマトリックス内に暗い点として現れる可能性がある。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、一例として、外れ値 u L E D の  $V_f$  を考慮せずに駆動される u L E D 2 0 0 のアレイの実施形態の図を示す。図から分かるように、いくつかの u L E D は駆動されないか、又は駆動が不十分なままであり、その結果、u L E D 2 0 0 のアレイ内に黒いスポット又はより暗いスポット 2 2 0 が生じる。

40

【 0 0 1 5 】

図 3 は、一例として、効率対外れ値 u L E D の数 (u L E D アレイ 2 0 0 内の全ての u L E D の % として) のグラフの一実施形態の図を示す。図から分かるように、外れ値とみなされるピクセルの割合が増大すると、ドライバ回路の電気効率が低下する。目標は、電気効率を、例えば、85%、80%、或いはそれ以上又はそれ以下のパーセンテージ、又はそれらの間のパーセンテージに保つことであり得る。電気効率は、出力電力を供給電力で割ったものとして規定される。例えば、外れ値  $V_f$  が、u L E D 1 0 4 のマトリックス

50

内のLEDの母数に対して20%だけ増大すると、駆動効率は86%（外れ値を考慮しない参照効率）から72%まで低下する。

【0016】

図4は、一例として、uLED104のマトリックスに電氣的に結合した電気バックプレーンを含むシステム400の一実施形態の論理ブロック図を示す。電気バックプレーンは、uLEDドライバ444及び電力供給回路を含む。uLEDドライバ444の線形ドライババージョンの更なる詳細は、図5に関して提供する。電力供給回路には、電源からの $V_{LED106}$ 及び参照電圧 $V_{GND108}$ が含まれる。 $V_{LED106}$ は、電源プレーン442に供給される。 $V_{GND108}$ は、接地プレーン440に提供される。uLEDドライバ444は、電源プレーン442から $V_{LED106}$ を使用して電力を供給される。uLEDドライバ444は、電気相互接続446を介して、uLED104のマトリックス内の個々のuLED又はLEDのグループの制御を行う。uLEDドライバ444は、uLEDがオンであるかオフであるか、デューティサイクル、又はuLED104の他の電力制御を制御することができる。

10

【0017】

uLED104のマトリックスは、電気相互接続446を介してuLEDドライバ444に電氣的に結合される。uLED104のマトリックスは、他の電気相互接続448を介して接地プレーン440に電氣的に結合される。誘電体450が、uLEDドライバ444を接地プレーン440から電氣的且つ物理的に分離する。すなわち、誘電体450は、uLEDドライバ444と接地プレーン440との間に（例えば、直接的に）、及び接地プレーン440と電源プレーン442との間に（例えば、直接的に）位置する。

20

【0018】

図5は、一例として、uLEDドライバ444とuLEDマトリックス104のuLED550を含むシステム500の一実施形態の論理回路図を示す。uLEDドライバ444は、電気相互接続446上の電気信号554を制御する。uLEDドライバ444は、電気信号554を制御することによって、電流がuLED550に流れるのを禁止又は許可することができる。この制御を使用して、uLEDドライバ444は、個々のuLED550又はuLED550のグループがオンであるかどうか、いつオンになるか、及びuLEDのデューティサイクルを制御することができる。

30

【0019】

他のuLED駆動方式の限界を克服し、uLED104のマトリックスの電気効率を高めるために、いくつかの改良した駆動方式を提供する。実施形態は、個別にアドレス指定可能なピクセルを含むuLEDダイを考慮する。uLEDダイは、PWMモードで動作する線形ドライバアーキテクチャを含むuLEDドライバ444を含む。制御方式は、少なくとも部分的に、uLEDのパルス幅変調（PWM）制御信号の位相をランダム化することによって、電圧供給102によって駆動される高調波電流及び総二乗平均平方根（RMS）を最小化又は低減するのに役立つ。

【0020】

実施形態は、電圧供給102を含むことができ、その出力電圧は、十分な帯域幅応答で負荷（例えば、負荷のコントローラ1660（図16を参照））によって動的に変調及び制御され得る。実施形態は、uLED104のマトリックスの実行前又は実行中に、外れ値ピクセルを識別することができる（例えば、感知電圧によって、そのように分類できる（図16を参照））制御スキームを含むことができる。コントローラ1660は、電圧供給102からの電圧を、ドライバのPWM信号のサイクル毎又は数サイクル毎に指定した電圧値まで増大させることができる。より高い電圧は、外れ値のピクセルの順電圧（ $V_f$ ）の分布の関数として指定することができる。

40

【0021】

実施形態は、ドライバのPWM信号のサイクル毎又は数サイクル毎に、電圧供給を繰り返し（例えば、所定の間隔等で定期的に）指定した電圧値まで増大させる制御方式を含むことができる。このより高い設定電圧は、外れ値ピクセルの順電圧（ $V_f$ ）の関数として

50

指定することができる。LEDの順電圧 ( $V_f$ ) は、LEDが点灯している間のLEDの両端の電圧降下である。

【0022】

実施形態は、識別した外れ値ピクセルのランダムPWM位相制御を電源電圧の増大と同期させることができる制御方式を含むことができる。実施形態は、少なくとも供給電圧の上昇によって確立される期間中にコンプライアンス電圧が満たされるように、電源によって供給される電圧の上昇を外れ値ピクセルのPWM信号と同期させる制御方式を含むことができる。実施形態は、外れ値ピクセルの変更可能な設定電流を含む制御方式を提供することができる。

【0023】

温度勾配は、大面積マトリックスアレイにおいて重要な検討事項である。典型的なデューティサイクルマップは、順電圧の変化が高電力密度の領域と低電力密度の領域の間で大幅に変化し、結果として $V_f$ スプレッドが150mVを超える ( $V_{f\text{ spread}} > 150\text{ mV}$ ) ような電力密度分布及び温度分布を表す。製造プロセスによる $V_f$ のばらつきが加わると、 $V_f$ スプレッドが400mVを超える場合がある。このようなピクセル構成のデューティサイクルの関数として必要な電圧コンプライアンスをプロットすると、デューティサイクルの増大とともに $V_f$ が減少することが明らかになる。

【0024】

図6は、一例として、uLEDの順電圧 ( $V_f$ ) 対uLED104 (例えば、図1を参照) の典型的なマトリックスのデューティサイクルのグラフ600を示す。図から分かるように、順電圧 ( $V_f$ ) は一般にデューティサイクルとともに減少する。この傾向の理由は、順電圧 ( $V_f$ ) が温度の上昇とともに低下し、デューティサイクルが高くなるほどuLEDが (一般に) 熱くなるためである。 $V_f$ 、温度、及びデューティサイクルの間の関係を利用して、供給電圧を印加し、異なるデューティサイクルでuLEDをより最適に駆動することができる。これらの関係には、例えば、高デューティサイクルで動作するuLEDは温度が高く高温になるため、 $V_f$ が低くなる傾向があり、そして低デューティサイクルで動作するuLEDは低温で動作するため、 $V_f$ が高くなる傾向がある。

【0025】

いくつかの例示的な負荷ライン660、662、664が図6に示される。負荷ラインの傾きが急になるほど (負荷ライン660の傾きが負荷ライン662の傾きより大きい等)、電圧コンプライアンス条件を満たさないuLEDの数が多くなることに留意されたい (例えば、 $V_{LED} > V_f$  のとき、負荷ライン660、662、664が $V_{LED}$ を表すことに留意されたい)。こうして、これらのピクセルは、設定電流レベル未満で駆動される。本明細書で議論する実施形態は、 $V_{LED}$ によって駆動されない外れ値uLEDの数と、 $V_{LED}$ が長時間に亘って高過ぎることによる温度の問題との間のバランスをとる。

【0026】

図7は、一例として、uLED104のマトリックスを駆動するために外れ値ピクセル $V_f$ を考慮するシステム700の一実施形態の論理回路図を示す。システム700は図1のシステム100と同様であり、システム700は、制御コマンド760を電圧供給102に供給する回路を含む。制御コマンド760は、電圧供給102が次の電圧供給期間においてより高い電圧を供給することを示す。制御コマンド760は、uLEDドライバ444に結合したコントローラ1660 (図9を参照) によって発行され得る。電圧供給102によって供給される電圧 ( $V_{LED}$ ) は、ドライバ444によって生成されるPWM電流の変調信号と同一又は類似の変調信号を確立するための十分に動的な制御帯域幅を含む。

【0027】

図8は、一例として、変調電圧供給 (例えば、図1の $V_{LED}106$ ) 及び対応するuLED応答のグラフ800を示す。uLED応答は、期間886のデューティサイクルによって表される。図8の変調した供給電圧 ( $V_{LED}106$ ) は、uLEDのコンプライアンス電圧 (順電圧 ( $V_f$ ) 884) を超える電圧レベル ( $V_{MIN}884$  と  $V_{MAX}8$

10

20

30

40

50



80と)の間で振動する。こうして、そのようなuLEDは、ドライバ444によってサイクル期間内の任意の場所でトリガされ得るランダムな位相シフトを有するパルス幅変調(PWM)電力信号を期間886に受信する。矢印888はランダムな位相シフトを示す。

#### 【0028】

$V_{MIN884}$ 及び $V_{MAX880}$ の例は、uLEDの材料に依存する。InGaNブルーの場合に、 $V_{MIN884}$ は約2.5Vであり得、 $V_{MAX880}$ は約5Vになり得る。AlInGaPの場合に、 $V_{MIN884}$ は約1.5Vであり得、 $V_{MAX880}$ は約4Vになり得る。他の材料では、異なる $V_{MIN884}$ 及び $V_{MAX880}$ を有し得る。

#### 【0029】

uLEDの順電圧が $V_{MIN884}$ を超える場合に、異なる状況が発生する。そのようなuLEDは外れ値(outlier)とみなされる。このようなuLEDの場合に、コントローラ1660(図16を参照して以下に説明する)は、uLEDのオン状態を監視し、uLEDのオン時間が、 $V_f > V_{LED}$ の時間間隔内に収まらないのを保証するのに役立ち得る。コントローラ1660は、uLEDが、動作に十分な電圧を有し、再び $V_{LED} < V_f$ になるまで許容される限り多くのオン時間を得ることができるようにする等、ドライバ444への信号のタイミングを変更することができる。図9~図15は、 $V_{LED106}$ の変調周期の少なくとも一部において $V_f > V_{LED}$ である実施形態によって扱われるいくつかのシナリオを議論している。変調周期は、 $V_{LED} = V_{MAX}$ 又は $V_{LED} = V_{MIN}$ となる連続する時間の間の時間である。

#### 【0030】

$V_{LED} > V_f$ である期間の一部(図9~図13では無効化フェーズ(phase)と表示される)の前又は後のいずれかに位相をシフトする選択肢がある場合に、その位相は、無効化フェーズの前、後、又は無効化フェーズの組合せのいずれかにシフトすることができる。uLEDのオン位相を無効化期間の前後に分割することで、補正した位相を1つのPWM期間に亘ってより均一に分布させることができる。この均一な分布により、二乗平均平方根(RMS)及び高調波電流が低くなる。期間を無効化フェーズの前後に分割するような変更は、いくつかの図に提供される。

#### 【0031】

図9は、一例として、一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフ900を示す。電気パラメータには、 $V_{LED106}$ 、補正前のuLEDのPWMオン時間990、及び補正後のuLEDのPWMオン時間992が含まれる。uLEDの無効化フェーズ994には、uLEDの順電圧が供給電圧 $V_{LED}$ よりも大きい( $V_f > V_{LED}$ )期間が含まれる。

#### 【0032】

コントローラ1660は、uLEDの $V_f882$ 、 $V_{MAX880}$ 、 $V_{MIN884}$ 、電圧供給102によって提供される $V_{LED106}$ の周波数、及びuLEDのデューティサイクルを示すデータにアクセスすることができる。コントローラ1660は、このデータを使用して、uLEDを駆動させるコマンドをドライバ444にいつ送信するかを決定することができる。このコマンドにより、ドライバ444がuLEDをオンにすることができる。uLEDのPWMオン時間990が、uLEDの順電圧882が電圧供給 $V_{LED}$ よりも大きい( $V_f > V_{LED}$ )期間(無効化フェーズ994)と重ならないようにコマンドを発行することができる。PWMオン時間992は、無効化フェーズ994と重ならない調整したPWMオン時間を示す。PWMオン時間の調整は、矢印996及び998によって示される。

#### 【0033】

図10は、一例として、外れ値uLED(外れ値は、時間の少なくとも一部に関して $V_f > V_{LED}$ として規定される)の実施形態の電気パラメータ対時間のグラフ1000を示す。図10のuLEDは、単一サイクル( $V_{LED} = V_{MAX}$ 又は $V_{LED} = V_{MIN}$ の間の時間)に亘る $V_{LED106}$ の上り傾斜又は下り傾斜において、 $V_f > V_{LED}$ である時間量よりも短い期間に対応するデューティサイクル1010を含む。このような場合

10

20

30

40

50

に、コントローラ 1660 は、補正後の PWM オン期間 1012 が時間  $V_f = V_{LED}$  付近で終了するか、又は時間  $V_f = V_{LED}$  付近で始まるように、uLED ドライバ 444 に uLED を駆動させるコマンドを発行することができる。図 11 の例では、以下でより詳細に説明するが、コントローラ 1660 は、時間  $V_f = V_{LED}$  付近で終了するように PWM オン期間 1110 を調整している。補正量は、同じ大きさの矢印 1014、1016 によって示される。コントローラ 1660 は、 $V_f > V_{LED}$  (無効化フェーズ 994) となる時間を決定し、uLED のデューティサイクルを依然として満足するようにオン時間を調整することができる。

#### 【0034】

図 11 は、一例として、外れ値 uLED の一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフ 1100 を示す。図 1 の uLED は、単一サイクル ( $V_{LED} = V_{MAX}$  又は  $V_{LED} = V_{MIN}$  の間の時間) に亘る  $V_{LED}$  106 の上り傾斜 ( $V_{LED}$  対時間の傾きが正である期間) 又は下り傾斜 ( $V_{LED}$  対時間の傾きが負である期間) において、 $V_f > V_{LED}$  となる時間量よりも短い期間に対応する PWM オン期間 1110 (デューティサイクルに対応する) を含む。このような例では、コントローラ 1660 は、補正後の PWM オン期間 1112 が時間  $V_f = V_{LED}$  付近で終了するか、又は時間  $V_f = V_{LED}$  付近で始まるように、uLED ドライバ 444 に uLED を駆動させるコマンドを発行することができる。図 11 の例では、コントローラ 1660 は、時間  $V_f = V_{LED}$  付近で開始するように PWM オン期間 1110 を調整している。補正量は、同じ大きさの矢印 1114、1116 によって示される。コントローラ 1660 は、 $V_f > V_{LED}$  となる時間 (無効化フェーズ 994) を決定し、uLED のデューティサイクルを依然として満足するようにオン時間を調整することができる。

#### 【0035】

図 12 は、一例として、外れ値 uLED の一実施形態の電気パラメータ対時間のグラフ 1200 を示す。図 12 の例では、uLED は、電源オン及び電源オフ (uLED の PWM オン期間全体) が無効化フェーズ 994 内に入るようにスケジューリングすることができる。そのような例では、コントローラ 1660 は、PWM オン期間を  $V_{LED} < V_f$  となる前後の位置に移動するのを選択することができる。図 12 の例では、コントローラ 1660 は、 $V_{LED} > V_f$  の間に PWM オン期間 1210 の全体が生じるように、uLED の PWM オン期間 1210 を時間  $V_{LED} < V_f$  の前に移動させた。これを行うために、コントローラ 1660 は、例えば、PWM オン期間 1210 の予想される立ち下がりエッジと、 $V_{LED}$  106 =  $V_f$  882 (破線 1218 で示す) となる PWM オン期間 1210 の前の時間との間の差を決定することができる。別の例では、コントローラ 1660 は、PWM オン期間 1210 の予想される立ち上がりエッジと、 $V_{LED}$  106 =  $V_f$  882 (破線 1220 で示す) となる PWM オン期間 1210 後の時間との間の差を決定することができる。

#### 【0036】

PWM オン期間 1210 の立ち下がりエッジと、 $V_{LED}$  106 =  $V_f$  882 となる PWM オン期間 1210 の前の時間との間の差が、矢印 1214 によって示される。この差は、PWM オン期間 1210 の立ち上がりエッジが始まる (矢印 1216 で示す) 時間を調整するために使用することができる。矢印 1216 によって示される調整を考慮した補正した PWM オン期間 1212 は、uLED の PWM オン期間 1212 を、 $V_f < V_{LED}$  (無効化フェーズ 994 の外側) の期間内に移動させる。

#### 【0037】

図 13 は、一例として、uLED の PWM オン期間中に  $V_f < V_{LED}$  となるのを保証するように、uLED オン時間を変更する前後の外れ値 uLED の実施形態の電気パラメータ対時間のグラフ 1300 を示す。図 13 の例では、 $V_{LED}$  106 の周波数は、uLED の PWM オン期間 1330、1332 の間で  $V_{LED}$  が複数回 ( $V_{MAX}$  880 又は  $V_{MIN}$  884 のいずれかの複数回に等しい) サイクルするようなものである。このような例では、時間補正は、PWM オン期間 1330、1332 が無効化フェーズ

10

20

30

40

50

994と重なる場合にのみ実行される。

【0038】

図13において、 $V_{LED106} = V_{MAX}$ の発生間の時間は、PWMオン期間1330、1332の間の時間より短い。連続するPWMオン期間1330、1332の間（例えば、連続するPWMオン期間1330、1332の立ち上がりエッジの間）の時間が、 $V_{LED106} = V_{MAX}880$ の発生間の時間の整数倍ではない場合に、PWMオン期間1330（矢印1338、1340で示す）の調整は、各サイクルで変化する可能性がある。連続するPWMオン期間1330、1332の間の時間が、 $V_{LED106} = V_{MAX}880$ の発生間の時間の整数倍である場合に、PWMオン期間1330の立ち上がりエッジ時間の調整（矢印1338、1340で示す）は同じに維持され得る。PWMオン期間1330、1332に対して行われた調整は、それぞれPWMオン期間1334、1336として示しており、行った調整は、それぞれ1338、1340と同じ大きさの矢印1342、1344によって示される。

10

【0039】

図14は、一例として、uLEDオン時間を変更する前後の外れ値uLEDの実施形態の電気パラメータ対時間のグラフ1400を示す。図14の例では、uLEDのPWMオン時間1440は、 $V_{LED106}$ がuLEDの $V_f882$ よりも大きくなる時間量よりも大きい。矢印1444及び1446で示すように、PWMオン時間の調整後であっても、 $V_{LED} > V_f$ の時間量はPWMオン時間よりも少ない。このような状況では、uLED又は1つ又は複数の隣接するuLEDのパラメータ（例えば、駆動電流、PWMオン時間、又は他のパラメータ）を調整して、uLEDのデューティサイクルの減少を補償することが可能であり得る。この問題に対する1つの潜在的な解決策は、例えば、失われたPWMオン時間の量（矢印1448で示す）が画像の外観を目に見えて変えない場合には、何もしないことである。これは、PWMオン時間の減少と外れ値uLEDの数とによってもたらされるuLED強度の減少によっては、許容できる可能性がある。

20

【0040】

PWMオン時間が失われる問題に対する別の解決策には、 $V_{MIN}884$ を増大することが含まれる。この解決策は、生成される熱を増大させ、uLED104のマトリックスの電気効率を低下させて、 $V_{LED106}$ が $V_f882$ よりも大きくなる時間を増やす。 $V_f882 > V_{LED106}$ になる時間が減少され、ピクセルのオン時間を増やすことができる。

30

【0041】

PWMオン時間が失われる問題に対するさらに別の解決策には、デューティサイクルを減少させ、uLEDドライバ444のピーク電流を局所的に増大させることが含まれる（ $V_f882 > V_{LED106}$ であり、 $V_f882 < V_{LED106}$ となるPWMオン時間に対応するデューティサイクルを有するuLEDに対してのみ）。この解決策は、同じ目標平均電流を維持できるが、ピーク強度の増大により $V_f$ が増大するだけでなく、固有のuLED電圧降下により効率も低下する。

【0042】

図15は、一例として、uLEDオン時間を変更する前後の外れ値uLEDの実施形態の電気パラメータ対時間のグラフ1500を示す。図15において、 $V_{MAX}880$ 及び $V_{MIN}884$ は、図14のものと比較して増大している。これにより、無効化フェーズ994とPWMオン時間1442（補償後）との間に重なりを生じさせることなく、PWMオン時間1440を適応できるように、uLEDの無効化フェーズ994を減少させることができる。

40

【0043】

図16は、一例として、uLED550のPWMオン時間を調整するためのシステム1600の一実施形態のブロック図を示す。システム1600は、メモリ1662に結合したコントローラ1660を含む。コントローラ1660はさらに、それぞれのuLED550を駆動する制御uLEDドライバ444に結合される。メモリ1662は、示される

50

ように、(各 uLED550 について) uLED 識別 (ID) (例えば、uLED104 のマトリックスにおける uLED550 の行及び列、又は uLED550 の他の固有の識別子) を含む。メモリ 1662 は、uLED ID に対応する uLED550 のデューティサイクルをさらに含む。メモリ 1662 は、 $V_{MIN}884$ 、 $V_{MAX}880$ 、及び  $V_{LED}106$  の周波数をさらに含むことができる。メモリ 1662 は、 $V_{LED}106$  がいつ uLED550 の  $V_f882$  になるかを決定するためにコントローラ 1660 によって使用され得る参照時間をさらに含むことができる。こうして、コントローラ 1660 は、メモリ 1662 内のデータに基づいて、可能な限り多くの uLED550 デューティサイクルに亘って  $V_{LED} > V_f$  となるように uLED550 を動作させるためのコマンドをいつドライバ 444 に送信するかを決定することができる。

10

## 【0044】

$V_{LED}106$  を変調する実施形態は、約 100 mV の典型的な分散値の場合に、わずか数百 mV の変調範囲でドライバ 444 の効率を 80% をはるかに上回るまで回復することができる。電圧供給 102 によって引き出される総ピーク電流は、提案した制御方式によって設定される変調振幅の関数として僅かに増大するだけである。従って、相互接続に関連する RMS 損失は大幅に悪化するとは予想されない。

## 【0045】

図 17 は、一例として、uLED マトリックスダイを駆動するための方法 1700 の一実施形態の図を示す。方法 1700 は、少なくとも部分的に、電圧供給 102、uLED104 のマトリックス、コントローラ 1660、ドライバ 444、他の構成要素、又はこれらの組合せによって実行することができる。示されるように、方法 1700 は、動作 1702 において、電源が、最小電圧 ( $V_{MIN}$ ) 及び最大電圧 ( $V_{MAX}$ ) を有する交流電圧 ( $V_{LED}$ ) を供給するステップであって、 $V_{MIN}$  は、複数のマイクロ発光ダイオード (uLED) ドライバを使用して uLED ダイの複数のマイクロ発光ダイオード (uLED) を駆動するのに十分である、ステップと；動作 1704 において、uLED ドライバに結合したコントローラが、複数の uLED のうちの  $V_{MIN}$  より大きい順電圧 ( $V_f$ ) を有する uLED を識別するステップと；動作 1706 において、コントローラが、uLED の  $V_f$  が PWM オン時間の  $V_{LED}$  よりも小さくなるように、uLED のパルス幅変調 (PWM) オン時間の立ち上がりエッジの時間を変更するステップと；を含む。

20

## 【0046】

方法 1700 は、コントローラが、立ち上がりエッジの時間を変更する前に、uLED の PWM オン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することをさらに識別するステップをさらに含むことができる。方法 1700 は、コントローラが、 $V_f$  が  $V_{LED}$  よりも小さい時間量が PWM オン時間よりも短いことを識別するステップをさらに含むことができる。方法 1700 は、PWM オン時間を短縮するステップと、uLED の uLED ドライバにおけるピクセルドライバのピーク電流を増大するステップとをさらに含むことができる。方法 1700 は、コントローラが、同じ周波数を維持しながら、 $V_{MAX}$  及び  $V_{MIN}$  の大きさを増大させるステップをさらに含むことができる。

30

## 【0047】

方法 1700 においてさらに、uLED の PWM オン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することを識別するステップは、uLED のデューティサイクルに基づいて PWM オン時間の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジに対応するそれぞれの時間を決定するステップを含むことができる。方法 1700 においてさらに、uLED の PWM オン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複する時間を特定するステップは、 $V_{LED}$  が  $V_{MAX}$  又は  $V_{MIN}$  に等しい時間を示す参照時間及び周波数を使用して、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジの時間の一方が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満となる時間と重複することを識別するステップを含むことができる。方法 1700 においてさらに、 $V_{MIN}$  より大きい  $V_f$  を有する uLED ダイの uLED の駆動電流が、uLED の平均駆動電流が目標平均電力まで駆動されるように修正されるステップを含むことができる。

40

## 【0048】

50

以下に、uLED104のマトリックスに関するいくつかの詳細と、いくつかの例に続くいくつかの応用上の検討事項を示す。

#### 【0049】

図18は、例えば図6～図17に関して議論したような、機能をサポートするシステム1800のチップレベル実装の実施形態をより詳細に示す。システム1800は、図6～図17に関して議論し及び本明細書の他の場所で議論するような手順及び回路の振幅及びデューティサイクルのピクセル又はグループピクセルレベル制御を実装することができるコマンド及び制御モジュール1816（コントローラと呼ばれることもあり、図16のコントローラ1660と同様又は同じであり得る）を含む。いくつかの実施形態では、システム1800は、uLED1820のマトリックスに供給することができる、生成又は処理した画像を保持するためのフレームバッファ1810をさらに含む。他のモジュールは、（例えば、集積回路間（I<sup>2</sup>C）シリアルバス）等のデジタル制御インターフェイス又はシリアル周辺機器インターフェイス（SPI）（1814）を含むことができ、それらは制御データ、命令、又は応答データを送信するように構成される。

10

#### 【0050】

動作中に、システム1800は、SPIインターフェイス1814を介して到着する車両又は他のソースから画像又は他のデータを受け取ることができる。連続する画像又はビデオデータは、画像フレームバッファ1810に格納することができる。画像データを利用できない場合に、待機画像バッファ1811に保持される1つ又は複数の待機画像は、画像フレームバッファ1810に向かうように指示され得る。そのような待機画像は、例えば、法的に許容される車両のロービームヘッドランプの放射パターンと一致する空間パターン及び強度、或いは建築照明又はディスプレイのデフォルトの光放射パターンを含むことができる。

20

#### 【0051】

動作中に、画像内のピクセルは、画像に基づくLEDピクセルの強度及び空間変調を用いて、アクティブ状態の対応するLEDピクセルの応答を規定するために使用される。データレートの問題を軽減するために、いくつかの実施形態では、ピクセルのグループ（例えば、5×5ブロック）を単一のブロックとして制御することができる。いくつかの実施形態では、高速且つ高データレートの動作がサポートされ、連続する画像からのピクセル値を、30Hz～100Hzの間のレート（典型的には60Hz）で画像シーケンス内の連続フレームとしてロードすることができる。PWMを使用して、画像フレームバッファ1810に保持される画像に少なくとも部分的に依存するパターン及び強度で光を放出するように各ピクセルを制御することができる。

30

#### 【0052】

いくつかの実施形態では、システム1800は、V<sub>dd</sub>ピン及びV<sub>ss</sub>ピンを介してロジック電力を受け取ることができる。アクティブマトリックスは、複数のV<sub>LED</sub>ピン及びV<sub>cathode</sub>ピンによってLEDアレイ制御のための電力を受け取る。SPI1814は、単一マスターによるマスター/スレーブアーキテクチャを使用して全二重モード通信を提供することができる。マスター装置は、読み取り及び書き込みのためのフレームを開始する。複数のスレーブ装置は、個別のスレーブ選択（SS）ラインによる選択を通じてサポートされる。入力ピンは、マスター出力スレーブ入力（MOSI）、マスター入力スレーブ出力（MISO）、チップ選択（SC）、及びクロック（CLK）を含むことができ、これらは全てSPIインターフェイス1814に接続される。SPIインターフェイス1814は、アドレス生成器、フレームバッファ、待機フレームバッファに接続される。ピクセルは、（例えば、フレームバッファへの入力前、又はパルス幅変調又はパワーゲーティングを介したフレームバッファからの出力後のパワーゲーティングによって、）コマンド及び制御モジュールによってパラメータを設定し、信号又は電力を変更することができる。SPIインターフェイス1814は、アドレス生成モジュール1818に接続することができる。アドレス生成モジュール1818は、行及びアドレス情報をアクティブマトリックス1820に提供する。アドレス生成モジュール1818は、次にフレーム

40

50

バッファアドレスをフレームバッファ1810に提供することができる。

【0053】

いくつかの実施形態では、コマンド及び制御モジュール1816は、シリアルバス1812を介して外部から制御することができる。7ビットアドレス指定等のクロック(SCL)ピン及びデータ(SDA)ピンをサポートすることができる。コマンド及び制御モジュール1816は、デジタル/アナログ変換器(DAC)及び2つのアナログ/デジタル変換器(ADC)を含むことができる。DAC及びADCはそれぞれ、接続したアクティブマトリックスの $V_{bias}$ を設定し、最大 $V_f$ を決定するのに役立ち、システム温度を決定するために使用される。また、アクティブマトリックス1820のパルス幅変調発振(PWMOSC)周波数を設定するための発振器(OSC)も接続される。一実施形態では、診断、校正、又はテストの目的のためにアクティブマトリックス内の個々のピクセル又はピクセルブロックのアドレスを可能にするバイパスラインも存在する。アクティブマトリックス1820は、データライン、バイパスライン、PWMOSCライン、 $V_{bias}$ ライン、及び $V_f$ ラインが供給される個々のピクセルをアドレス指定するために使用される行及び列選択によってさらにサポートされ得る。

10

【0054】

当業者には理解されるように、いくつかの実施形態では、説明する回路及びアクティブマトリックス1820(uLED104のマトリックスと同様又は同じ)は、パッケージ化することができ、オプションで半導体LEDによる光生成及び電力供給を制御するために接続されたサブマウント又はプリント回路を含むことができる。特定の実施形態では、プリント回路基板は、電気ビア、ヒートシンク、接地面、電気トレース、及びフリップチップ又は他の実装システムを含むこともできる。サブマウント又はプリント回路基板は、セラミック、シリコン、アルミニウム等の任意の適切な材料で形成され得る。サブマウント材料が導電性である場合に、基板材料の上に絶縁層が形成され、その絶縁層の上に金属電極パターンが形成される。サブマウントは機械的サポートとして機能し、LEDの電極と電源との間に電氣的インターフェイスを提供し、またヒートシンクも提供する。

20

【0055】

いくつかの実施形態では、アクティブマトリックス1820は、様々なタイプ、サイズ、及びレイアウトの発光素子から形成することができる。一実施形態では、個別にアドレス指定可能な発光ダイオード(LED)の1次元又は2次元マトリックスアレイを使用することができる。一般に、N及びMがそれぞれ2~1,000の間であるN×Mアレイを使用することができる。個々のLED構造は、正方形、長方形、六角形、多角形、円形、弓形、又は他の表面形状を有することができる。LEDアセンブリ又は構造のアレイは、幾何学的に直線的な行及び列、千鳥状の行又は列、曲線、或いは半ランダム又はランダムなレイアウトで配置することができる。LEDアセンブリには、個別にアドレス指定可能なピクセルアレイもサポートされるため、複数のLEDを含めることができる。いくつかの実施形態では、LEDへの導電線の放射状又は他の非長方形のグリッド配置を使用することができる。他の実施形態では、LEDへの導電線の湾曲、曲がり、蛇行、及び/又は他の適切な非直線配置を使用することができる。

30

【0056】

いくつかの実施形態では、マイクロLED( $\mu$ LED又はuLED)のアレイを使用することができる。uLEDは、横寸法が $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 未満の高密度ピクセルをサポートすることができる。いくつかの実施形態では、直径又は幅が約 $50\mu\text{m}$ 以下の寸法を有するuLEDを使用することができる。このようなuLEDは、赤、青、緑の波長を含むuLEDを近接して整列させることによって、カラーディスプレイの製造に使用することができる。他の実施形態では、uLEDは、モノリシック窒化ガリウム(GaN)又は他の半導体基板上に規定することができ、セグメント化、部分的、又は完全に分割された半導体基板上に形成することができ、又は個別に形成するか、又はuLEDのグループとして組み立てたパネルとすることができる。いくつかの実施形態では、アクティブマトリックス1120は、センチメートルスケール以上の面積の基板上に位置付けされた少

40

50

数の u L E D を含むことができる。いくつかの実施形態では、アクティブマトリクス 1 1 2 0 は、センチメートルスケール以下の面積の基板上に一緒に位置付けされた数百、数千、又は数百万の L E D を備えた u L E D ピクセルアレイをサポートすることができる。いくつかの実施形態では、u L E D S は、3 0 ミクロン ~ 5 0 0 ミクロンの間のサイズの L E D を含むことができる。いくつかの実施形態では、発光ピクセルアレイ内の発光ピクセルのそれぞれは、疎な L E D アレイを形成するために、少なくとも 1 ミリメートル離して位置付けされ得る。他の実施形態では、発光ピクセルの疎な L E D アレイは、1 ミリメートル未満の間隔で位置付けすることができ、3 0 ミクロン ~ 5 0 0 ミクロンの範囲の距離だけ離間することができる。L E D は固体基板又はフレキシブル基板に埋め込むことができ、これは少なくとも部分的に透明にすることができる。例えば、発光ピクセルアレイは、ガラス、セラミック、又はポリマー材料に少なくとも部分的に埋め込んでよい。

10

**【 0 0 5 7 】**

本明細書で議論するような発光マトリクス・ピクセルアレイは、配光 (light distribution : 光分布) のきめの細かい強度、空間的、及び時間的制御から恩恵を受けるアプリケーションをサポートすることができる。これには、ピクセルブロック又は個々のピクセルから放射される光の正確な空間パターンが含まれる場合があるが、これに限定されない。用途に応じて、放出される光は、スペクトル的に異なり、時間の経過とともに適応し、及び / 又は環境に応答する場合がある。発光ピクセルアレイは、様々な強度、空間的、又は時間的パターンで予めプログラムした配光を提供することができる。放出される光は、受信したセンサデータに少なくとも部分的に基づくことができ、光無線通信に使用

20

**【 0 0 5 8 】**

発光マトリクス・ピクセルアレイは、視覚表示を改善するため、又は照明コストを削減するために、建物又は領域を選択的且つ適応的に照明するために使用され得る。さらに、発光ピクセルアレイを使用して、装飾的な動き又はビデオ効果のためにメディアファサード (facades) を投影することもできる。追跡センサ及び / 又はカメラと連携して、歩行者の周囲のエリアを選択的に照明することが可能になり得る。スペクトル的に異なるピクセルを使用して、照明の色温度を調整するだけでなく、波長固有の園芸照明をサポートすることもできる。

30

**【 0 0 5 9 】**

街路照明は、発光ピクセルアレイの使用から恩恵を受け得る用途である。単一の発光アレイを使用して、様々なタイプの街路灯を模倣することができ、例えば、選択したピクセルを適切にアクティブ化又は非アクティブ化することで、タイプ I の線形街路灯とタイプ I V の半円形街路灯とを切り替えることができる。さらに、環境条件又は使用時間に応じて光ビーム強度又は配光を調整することで、街路照明コストを削減することもできる。例えば、歩行者がいない場合に、光の強度と配光面積を減少させることができる。発光ピクセルアレイのピクセルがスペクトル的に異なる場合に、光の色温度は、それぞれの昼光、夕暮れ、又は夜の条件に従って調整され得る。

40

**【 0 0 6 0 】**

発光アレイは、直接ディスプレイ又は投影ディスプレイを必要とする用途をサポートするのに適している。例えば、警告、緊急、又は情報標識は全て、発光アレイを使用して表示又は投影することができる。これにより、例えば、色の变化又は点滅する出口標識を投影することができる。発光アレイが多数のピクセルで構成される場合に、テキスト又は数値情報を表示することができる。方向矢印又は同様のインジケータも提供することができる。

50

## 【 0 0 6 1 】

車両ヘッドランプは、多数のピクセル及び高いデータリフレッシュレートを必要とする発光アレイ用途である。道路の選択したセクションのみをアクティブに照らす自動車用ヘッドライトを使用すると、対向車のドライバの眩しさ (glare) 又はちらつき (dazzling) に関連する問題を軽減することができる。赤外線カメラをセンサとして使用し、発光ピクセルアレイは、道路を照らすために必要なピクセルのみをアクティブにする一方、歩行者又は対向車のドライバを眩ませる可能性のあるピクセルを非アクティブにする。さらに、ドライバの環境意識を向上させるために、道路外の歩行者、動物、又は標識を選択的に照明することもできる。発光ピクセルアレイのピクセルがスペクトル的に異なる場合に、光の色温度は、それぞれの昼光、夕暮れ、又は夜の条件に応じて調整され得る。いくつかのピクセルは、光無線車両間通信に使用される場合がある。

10

## 【 0 0 6 2 】

LED光モジュールは、マトリックスLEDを、単独で、或いはレンズ又は反射器を含む一次又は二次光学系と組み合わせることができる。全体的なデータ管理要件を減らすために、照明モジュールは、オン/オフ機能又は比較的少数の光強度レベル間の切り替えに制限することができる。光強度の完全なピクセルレベルの制御は必ずしもサポートされるわけではない。

## 【 0 0 6 3 】

動作中に、画像内のピクセルは、画像に基づくLEDピクセルの強度及び空間変調を用いて、ピクセルモジュール内の対応するLEDピクセルの応答を規定するために使用される。データレートの問題を軽減するために、いくつかの実施形態では、ピクセルのグループ (例えば、5 × 5 ブロック) を単一のブロックとして制御することができる。高速及び高データレートの動作をサポートしており、連続する画像のピクセル値を 30 Hz ~ 100 Hz (典型的に、60 Hz) のレートで画像シーケンス内の連続フレームとしてロードすることができる。パルス幅変調モジュールと連携して、ピクセルモジュール内の各ピクセルは、画像フレームバッファに保持される画像に少なくとも部分的に依存するパターン及び強度で光を放射するように動作することができる。

20

## 【 0 0 6 4 】

前述の実施形態では、適切な照明ロジック、制御モジュール、及び/又はPWMモジュールを使用して、LEDピクセル毎に適切なランプ時間及びパルス幅を設定することによって、uLEDの強度を個別に制御及び調整することができる。外れ値ピクセル電圧管理により、LEDピクセルを活性化し、信頼性の高いパターン化した照明を提供することができる。電圧供給102の電圧管理を提供できる制御システム1900が図19に示される。図19から分かるように、マトリックスマイクロLEDアレイ1920 (uLED104のマトリックスと同様又は同じ) は、アクティブに光を放射し個別に制御される数千~数百万のマイクロLEDピクセルの1つ又は複数のアレイを含むことができる。画像を表示するパターン又は順序で光を放射するには、アレイ上の異なる位置にあるマイクロLEDピクセルの電流レベルが、特定の画像に従って個別に調整される。これには、特定の周波数でピクセルをオン又はオフにするPWMが関与する場合がある。PWM動作中に、ピクセルを流れる平均DC電流は、電流振幅とPWMデューティサイクルとの積であり、PWMデューティサイクルは、導通時間と周期又はサイクル時間との比である。

30

40

## 【 0 0 6 5 】

図19は、一例として、uLEDパッケージに含めることができる回路を含むシステム1900の論理ブロック図を示す。システム1900の効率的な使用を促進する処理モジュールを図19に示す。システム1900は、図6~図18に関して議論したような手順及び回路の振幅及びデューティサイクルのピクセル又はグループピクセルレベル制御を実装できる制御モジュール1916 (制御モジュール1816と同様又は同じ) を含む。いくつかの実施形態では、システム1900は、画像を生成、処理、又は送信するための画像処理モジュール1904と、(制御データ及び/又は命令を送信するように構成された) 集積回路間 (I<sup>2</sup>C)、シリアル周辺機器インターフェイス (SPI)、コントローラ

50



エリアネットワーク (CAN)、ユニバーサル非同期受信機送信機 (UART) 等のデジタル制御インターフェイス 1913 とをさらに含む。デジタル制御インターフェイス 1913 及び制御モジュール 1916 は、システムマイクロコントローラと、外部装置から制御入力を受信するように構成された任意のタイプの有線又は無線モジュールとを含み得る。一例として、無線モジュールは、Bluetooth (登録商標)、Zigbee、Z-wave、メッシュ、WiFi、近距離無線通信 (NFC) を含むことができ、及び/又はピアツーピアモジュールを使用することができる。マイクロコントローラは、LED 照明システムに埋め込まれ、LED システム内の有線又は無線モジュール又は他のモジュールから入力を受け取り、それに基づいて制御信号を他のモジュールに提供するように構成又は構成可能な任意のタイプの専用コンピュータ又はプロセッサであってよい。マイクロコントローラ又は他の適切な制御モジュール 1816 によって実装されるアルゴリズムは、専用プロセッサによって実行される非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に組み込まれるコンピュータプログラム、ソフトウェア、又はファームウェアで実装され得る。非一時的なコンピュータ可読記憶媒体の例には、読み取り専用メモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM)、レジスタ、キャッシュメモリ、及び半導体メモリデバイスが含まれる。メモリはマイクロコントローラの一部として組み込まれることもあれば、プリント回路又は電子基板上又は外の別の場所を実装されることもある。非一時的とは、動けない (移動できない) ことを意味するものではない。

10

**【0066】**

本明細書で使用するモジュールという用語は、1つ又は複数の電子基板にはんだ付けされ得る個々の回路基板上に配置された電気及び/又は電子部品を指し得る。ただし、モジュールという用語は、同様の機能を提供するが、同じ領域又は異なる領域の1つ又は複数の回路基板に個別にはんだ付けされる電気コンポーネント及び/又は電子コンポーネントを指す場合もある。

20

**【0067】**

制御モジュール 1916 は、画像処理モジュール 1904 と、I<sup>2</sup>C 等のデジタル制御インターフェイス 1913 とをさらに含むことができる。理解されるように、いくつかの実施形態では、画像処理計算は、制御モジュール 1916 によって変調画像を直接生成することによって実行され得る。あるいはまた、標準の画像ファイルを処理又は変換して、画像に一致する変調を提供することもできる。主に PWM デューティサイクル値を含む画像データは、画像処理モジュール 1904 内の全てのピクセルに対して処理され得る。振幅が固定値又はめったに変更されない値であるため、振幅関連コマンドは、I<sup>2</sup>C 等のより単純なデジタルインターフェイスを介して個別に与えることができる。制御モジュール 1916 は、デジタルデータを解釈し、このデジタルデータは、PWM 発生器 1910 によってピクセルのための PWM 信号を生成するために使用され、デジタルアナログコンバータ (DAC) ブロック 1912 によって必要な電流源振幅を取得するための制御信号を生成するために使用され得る。

30

**【0068】**

いくつかの実施形態では、図 19 のアクティブマトリックス 1920 は、m 個の共通アノード LED を含む m 個のピクセルを含むことができる。例示的な一実施形態では、ピクセルユニットは、単一の LED、LED 1、及び 3 つの相互コンダクタンスデバイス (例えば、MOSFET) スイッチ M1 ~ M3 を含み、電圧供給 V1 (V<sub>LED</sub> と呼ばれることもある) によって供給される。M3 は N チャネル金属酸化物半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) であり、そのゲートは振幅制御信号に結合され、必要な電流源振幅を生成する。P チャネル MOSFET M1 は、LED 1 と並列であり、N チャネル MOSFET M2 とトータムポール (totem pole) ペアを形成する。M1 及び M2 トランジスタのペアのゲートは、互いに接続され、PWM 信号に結合される。従って、PWM が High (ハイ) の場合に、M1 はオフになり、M2 はオンになる。M3 ゲートに結合した振幅制御信号によって決定される値で、LED 1、M2、及び M3 を通って電流が流れる。PWM が Low (ロー) の場合に、M1 はオンになり、M2 はオフになる。その結果、

40

50

M 3 の電流源が遮断され、LED は M 1 を介して急速に放電される。

【 0 0 6 9 】

図 2 0 は、一例として、1 つ又は複数の実施形態を実装するためのマシン 2 0 0 0 ( 例  
えば、コンピュータシステム ) の一実施形態のブロック図を示す。マシン 2 0 0 0 は、u  
LED ダイの駆動が不十分又は駆動されない u LED を管理するための技術を実装する  
ことができる。コントローラ 1 6 6 0、電圧供給 1 0 2、又はその構成要素は、マシン 2 0  
0 0 の構成要素のうちの一つ又は複数を含むことができる。コントローラ 1 6 6 0、電圧  
供給 1 0 2、又はその構成要素のうちの一つ又は複数は、マシン 2 0 0 0 の構成要素を使  
用して、少なくとも部分的に実装され得る。マシン 2 0 0 0 の一例 ( コンピュータの形態  
 ) は、処理ユニット 2 0 0 2、メモリ 2 0 0 3、リムーバブルストレージ 2 0 1 0、及び  
非リムーバブルストレージ 2 0 1 2 を含むことができる。マシン 2 0 0 0 として例示し説  
明するが、コンピュータ装置は、異なる実施形態では異なる形態であってもよい。例えば  
、コンピュータ装置は、代わりに、スマートフォン、タブレット、スマートウォッチ、又  
は図 2 0 に関して図示及び説明したのと同じ又は類似の要素を含む他のコンピュータ装置  
であってもよい。スマートフォン、タブレット、スマートウォッチ等の装置は、一般的に  
モバイル装置と総称される。さらに、様々なデータ記憶要素がマシン 2 0 0 0 の一部とし  
て示されるが、記憶装置は、インターネット等のネットワークを介してアクセス可能なク  
ラウドベースの記憶装置であってもよく、又は代わりに、クラウドベースの記憶装置を含  
んでもよい。

10

【 0 0 7 0 】

メモリ 2 0 0 3 は、揮発性メモリ 2 0 1 4 及び不揮発性メモリ 2 0 0 8 を含むことがで  
きる。マシン 2 0 0 0 は、揮発性メモリ 2 0 1 4 及び不揮発性メモリ 2 0 0 8、リムーバ  
ブルストレージ 2 0 1 0 及び非リムーバブルストレージ 2 0 1 2 等の様々なコンピュータ  
可読媒体を含むコンピューティング環境を含む、又はそのコンピューティング環境にアク  
セスすることができる。コンピュータ記憶装置には、ランダムアクセスメモリ ( R A M )  
、読み取り専用メモリ ( R O M )、消去可能なプログラマブル読み取り専用メモリ ( E P  
R O M ) 及び電氣的に消去可能なプログラマブル読み取り専用メモリ ( E E P R O M )、  
フラッシュメモリ又は他のメモリ技術、コンパクトディスク読み取り専用メモリ ( C D  
R O M )、デジタル多用途ディスク ( D V D ) 又は他の光ディスクストレージ、磁気カセ  
ット、磁気テープ、磁気ディスクストレージ、又は本明細書で説明する機能を実行するた  
めのコンピュータ可読命令を保存できる他の磁気記憶装置が含まれる。

20

30

【 0 0 7 1 】

マシン 2 0 0 0 は、入力 2 0 0 6、出力 2 0 0 4、及び通信接続 2 0 1 6 を含むコンピ  
ューティング環境を含む、又はコンピューティング環境へのアクセスを有し得る。出力 2  
0 0 4 は、入力装置としても機能し得るタッチスクリーン等の表示装置を含み得る。入力  
2 0 0 6 は、1 つ又は複数のタッチスクリーン、タッチパッド、マウス、キーボード、カ  
メラ、1 つ又は複数の装置固有のボタン、マシン 2 0 0 0 内に統合される又は有線もしく  
は無線のデータ接続を介してマシン 2 0 0 0 に結合される 1 つ又は複数のセンサ、及び他  
の入力装置を含み得る。コンピュータは、通信接続を使用して、クラウドベースのサーバ  
及びストレージを含むデータベースサーバ等の 1 つ又は複数のリモートコンピュータに接  
続するネットワーク環境で動作することができる。リモートコンピュータには、パーソ  
ナルコンピュータ ( P C )、サーバ、ルータ、ネットワーク P C、ピアデバイス又は他の一  
般的なネットワークノード等を含めることができる。通信接続には、ローカルエリアネッ  
トワーク ( L A N )、ワイドエリアネットワーク ( W A N )、セルラ、電気電子学会 ( I  
E E E ) 8 0 2 . 1 1 ( W i - F i )、B l u e t o o t h、又は他のネットワークが含ま  
れる場合がある。

40

【 0 0 7 2 】

コンピュータ可読記憶装置に格納されたコンピュータ可読命令は、マシン 2 0 0 0 の処  
理ユニット 2 0 0 2 ( 処理回路と呼ばれることもある ) によって実行可能である。ハード  
ドライブ、C D - R O M、及び R A M は、記憶装置等の非一時的なコンピュータ可読媒体

50

を含む物品のいくつかの例である。例えば、コンピュータプログラム 2018 を使用して、処理ユニット 2002 に本明細書で説明した 1 つ又は複数の方法又はアルゴリズムを実行させることができる。

【0073】

本明細書に開示する機器及び関連する方法をさらに説明するために、非限定的な例のリストを以下に提供する。以下の非限定的な例のそれぞれは、単独で存在することができ、又は他の例のいずれか 1 つ又は複数と任意の順序又は組合せで組み合わせることができる。

【0074】

例 1 では、方法は、電源が、最小電圧 ( $V_{MIN}$ ) 及び最大電圧 ( $V_{MAX}$ ) を有する交流電圧 ( $V_{LED}$ ) を供給するステップであって、 $V_{MIN}$  は、複数のマイクロ発光ダイオード ( $uLED$ ) ドライバを使用して  $uLED$  ダイの複数のマイクロ発光ダイオード ( $uLED$ ) を駆動するのに十分である、ステップと； $uLED$  ドライバに結合したコントローラが、複数の  $uLED$  のうちの  $V_{MIN}$  より大きい順電圧 ( $V_f$ ) を有する  $uLED$  を識別するステップと；コントローラが、 $uLED$  の  $V_f$  がパルス幅変調 (PWM) オン時間の  $V_{LED}$  よりも小さくなるように、 $uLED$  の PWM オン時間の立ち上がりエッジの時間を変更するステップと；を含む。

10

【0075】

例 2 では、例 1 は、コントローラが、立ち上がりエッジの時間を変更する前に、 $uLED$  の PWM オン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することをさらに識別するステップをさらに含むことができる。

20

【0076】

例 3 では、例 1 ~ 2 のうちの少なくとも 1 つは、コントローラが、 $V_f$  が  $V_{LED}$  よりも小さい時間量が、PWM オン時間よりも短いことを識別するステップをさらに含むことができる。

【0077】

例 4 では、例 3 は、PWM オン時間を短縮し、 $uLED$  の  $uLED$  ドライバにおけるピーク電流を増大させるステップをさらに含むことができる。

【0078】

例 5 では、例 3 ~ 4 のうちの少なくとも 1 つは、コントローラが、同じ周波数を維持しながら、 $V_{MAX}$  及び  $V_{MIN}$  の大きさを増大させるステップをさらに含むことができる。

30

【0079】

例 6 では、例 1 ~ 例 5 のうちの少なくとも 1 つは、 $uLED$  の PWM オン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することを識別するステップが、 $uLED$  のデューティサイクルに基づいて、PWM オン時間の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジに対応するそれぞれの時間を決定するステップをさらに含むことができる。

【0080】

例 7 では、例 6 は、 $uLED$  の PWM オン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することを識別するステップが、 $V_{LED}$  が  $V_{MAX}$  又は  $V_{MIN}$  に等しい時間を示す参照時間及び周波数を使用して、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジのいずれかの時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満となる時間と重複することを識別するステップをさらに含むことができる。

40

【0081】

例 8 では、例 1 ~ 例 7 のうちの少なくとも 1 つは、 $V_{MIN}$  よりも大きい  $V_f$  を有する  $uLED$  ダイの  $uLED$  の駆動電流が、 $uLED$  の平均駆動電流が目標平均電力まで駆動されるように修正されるステップをさらに含むことができる。

【0082】

例 9 は、システムを含み、このシステムは、最小電圧 ( $V_{MIN}$ ) 及び最大電圧 ( $V_{MAX}$ ) を有する交流電圧 ( $V_{LED}$ ) を供給するように構成された電源であって、 $V_{MIN}$  は、マイクロ発光ダイオード ( $uLED$ ) ダイの  $uLED$  ドライバを使用して  $uLED$  ダイ

50

イのマイクロ発光ダイオード (uLED) の大部分を駆動するのに十分である、電源と ; uLEDドライバに結合したコントローラと ; を含み、コントローラは、(複数の) uLEDのうち順電圧 ( $V_f$ ) が  $V_{MIN}$  より大きい uLED を識別し、uLED の  $V_f$  が PWM オン時間の  $V_{LED}$  よりも小さくなるように、uLED のパルス幅変調 (PWM) オン時間の立ち上がりエッジの時間を変更するように構成される。

【0083】

例10では、例9は、コントローラが、立ち上がりエッジの時間を変更する前に、uLEDのPWMオン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することを識別するようにさらに構成されることをさらに含むことができる。

【0084】

例11では、例9~10の少なくとも1つは、コントローラが、 $V_f$  が  $V_{LED}$  未満である時間量が PWM オン時間よりも短いことを識別するようにさらに構成されることをさらに含むことができる。

【0085】

例12では、例11は、コントローラが、PWMオン時間を短縮し、uLEDのuLEDドライバにおけるピクセルドライバのピーク電流を増大させるようにさらに構成されることをさらに含むことができる。

【0086】

例13では、例11~12の少なくとも1つは、コントローラが、同じ周波数を維持しながら  $V_{MAX}$  及び  $V_{MIN}$  の大きさを増大させるようにさらに構成されることをさらに含むことができる。

【0087】

例14では、例9~例13のうち少なくとも1つは、uLEDのPWMオン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することを識別することが、uLEDのデューティサイクルに基づいて、PWMオン時間の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジに対応するそれぞれの時間を決定することをさらに含むことができる。

【0088】

例15では、例14は、uLEDのPWMオン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複する時間を識別することが、 $V_{LED}$  が  $V_{MAX}$  又は  $V_{MIN}$  に等しい時間を示す参照時間及び周波数を使用して、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジの時間のいずれかが、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満となる時間と重複することを識別することをさらに含むことができる。

【0089】

例16は、命令を含むマシン可読媒体を含み、命令がマシンによって実行されると、マシンに、最小電圧 ( $V_{MIN}$ ) 及び最大電圧 ( $V_{MAX}$ ) を有する交流電圧 ( $V_{LED}$ ) を供給することであって、 $V_{MIN}$  は、マイクロ発光ダイオード (uLED) の uLEDドライバを使用して uLEDダイのマイクロ発光ダイオード (uLED) の大部分を駆動するのに十分である、ことと ; 複数の uLEDのうち順電圧 ( $V_f$ ) が  $V_{MIN}$  より大きい uLED を識別することと ; uLED の  $V_f$  が PWM オン時間の  $V_{LED}$  よりも小さくなるように、uLED のパルス幅変調 (PWM) オン時間の立ち上がりエッジの時間を変更することと ; を含む動作を実行させる。

【0090】

例17では、例16は、動作が、立ち上がりエッジの時間を変更する前に、uLEDのPWMオン時間が、 $V_{LED}$  が  $V_f$  未満である時間と重複することをさらに識別することをさらに含むことができる。

【0091】

例18では、例16~17の少なくとも1つは、動作が、 $V_f$  が  $V_{LED}$  よりも小さい時間量が、PWMオン時間よりも短いことを識別することをさらに含むことができる。

【0092】

例19では、例18は、PWMオン時間を短縮することと、uLEDのuLEDドライ

10

20

30

40

50

バにおけるピクセルドライバのピーク電流を増大させることをさらに含む動作をさらに含むことができる。

【0093】

例20では、例18~19のうちの少なくとも1つは、同じ周波数を維持しながら  $V_{MAX}$  及び  $V_{MIN}$  の大きさを増大させることをさらに含む動作をさらに含むことができる。

【0094】

本開示の主題の例示的な実施形態を本明細書に示し説明してきたが、そのような実施形態が単なる一例として提供されたものであることは当業者には明らかであろう。当業者であれば、開示した主題から逸脱することなく、本明細書に提供する資料を読んで理解すれば、数多くの変形、変更、及び置換を想起するであろう。本明細書に記載の開示した主題の実施形態に対する様々な代替案が、主題の様々な実施形態を実施する際に使用し得ることを理解されたい。以下の特許請求の範囲は、開示した主題の範囲を規定し、これらの特許請求の範囲内の方法及び構造、及びそれらの均等物がこれらによってカバーされることが意図される。

【図面】

【図1】

【図2】

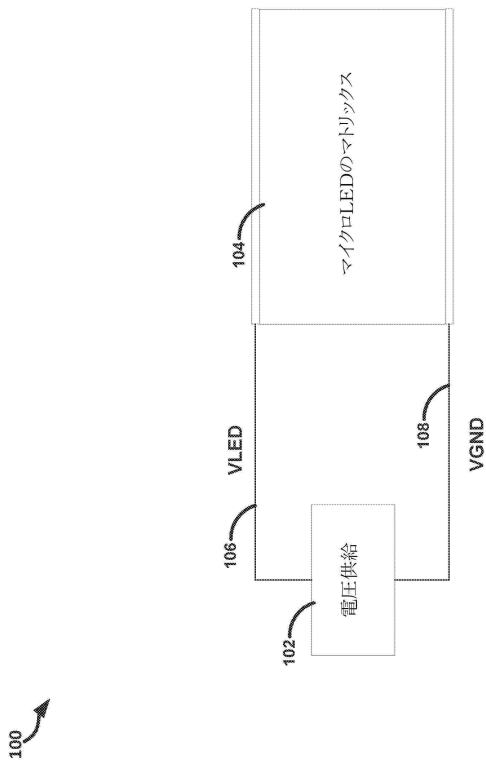


FIG. 1

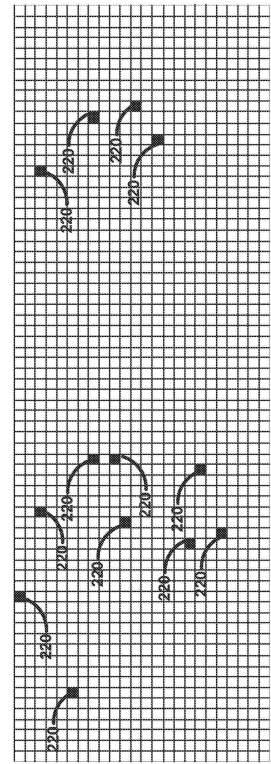


FIG. 2

10

20

30

40

50

【 図 3 】

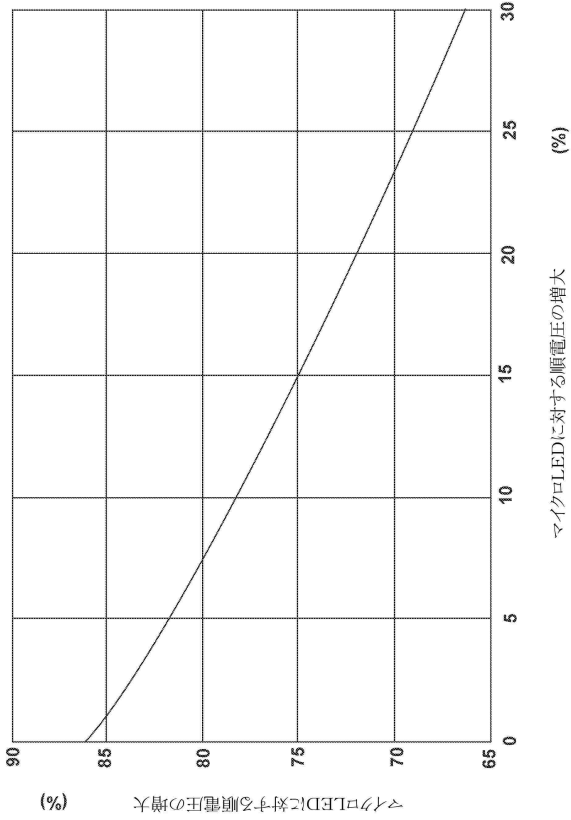


FIG. 3

【 図 4 】

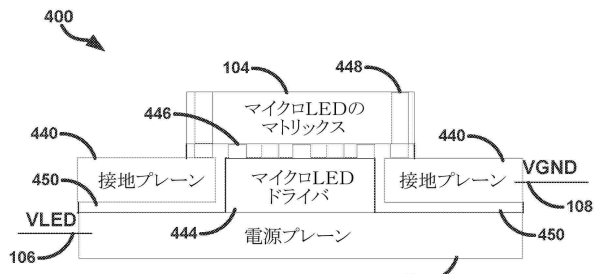


FIG. 4

10

20

【 図 5 】

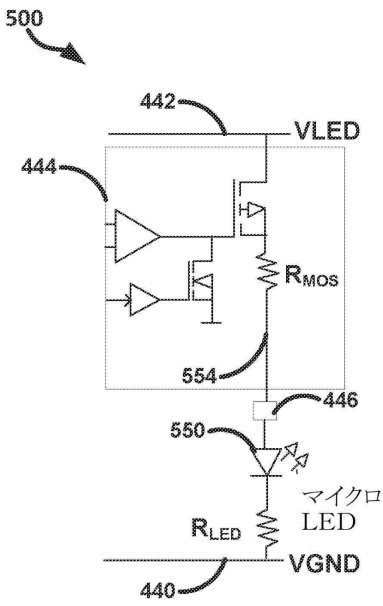


FIG. 5

【 図 6 】

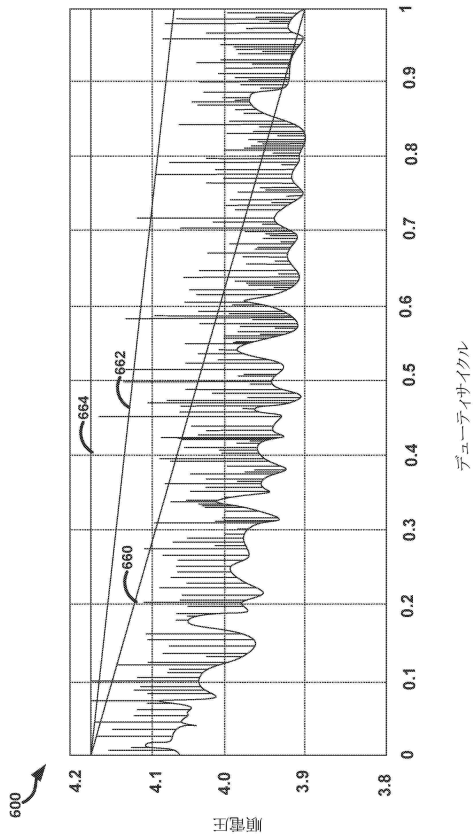


FIG. 6

30

40

50

【 図 7 】

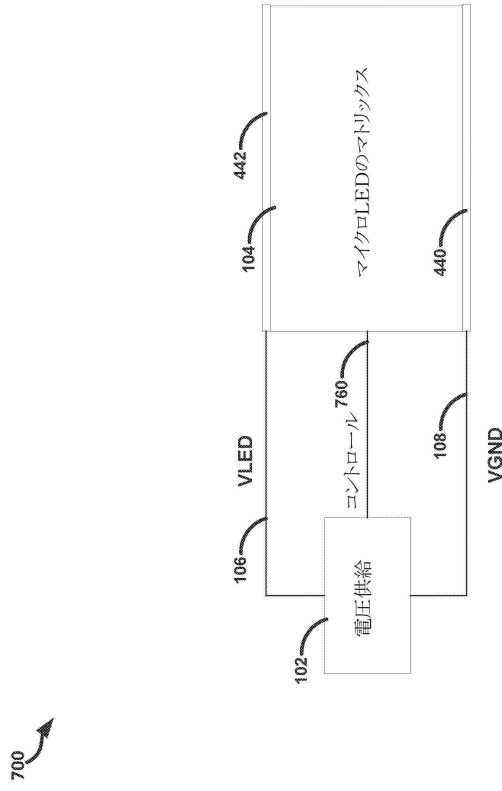


FIG. 7

【 図 8 】

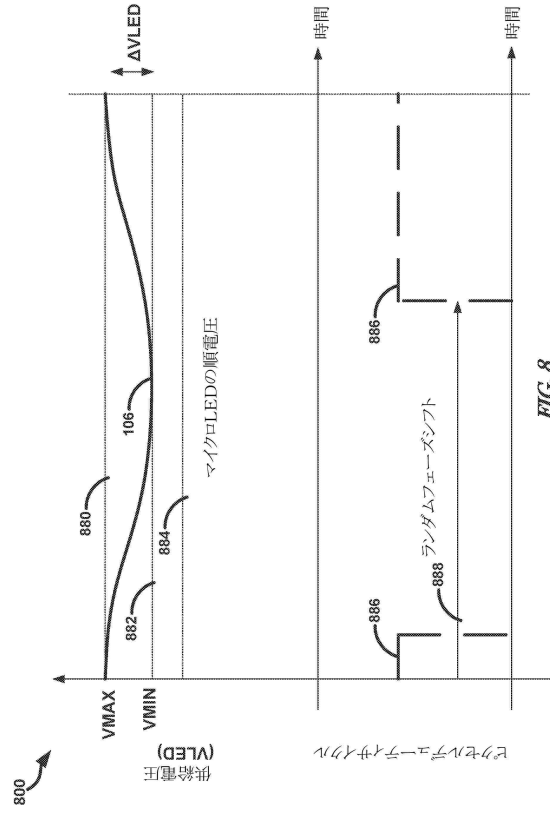


FIG. 8

【 図 9 】

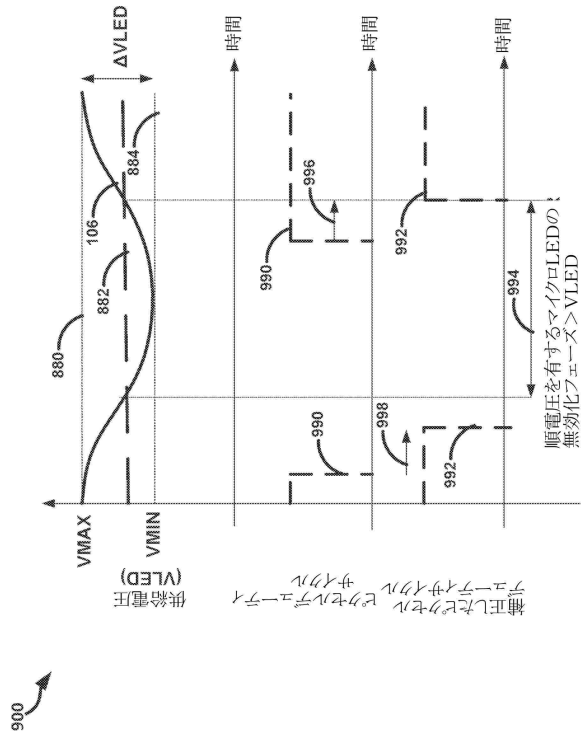


FIG. 9

【 図 10 】

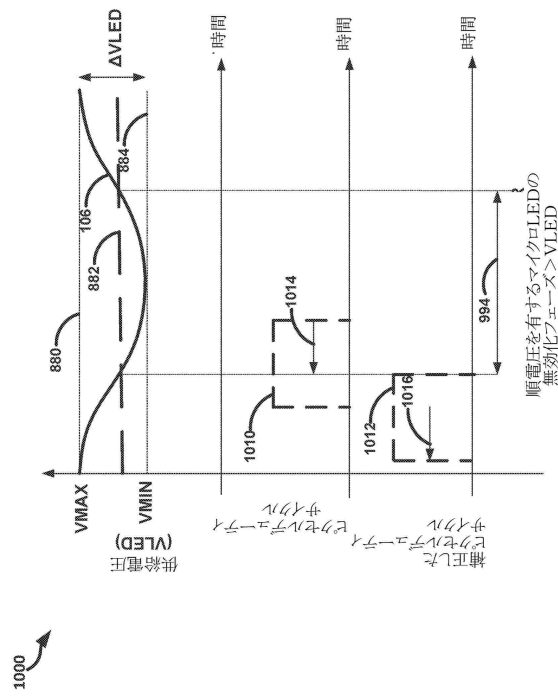


FIG. 10

900

1000

10

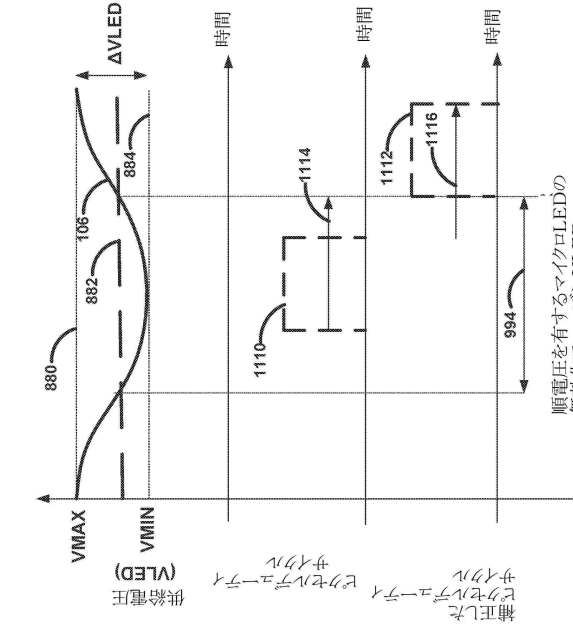
20

30

40

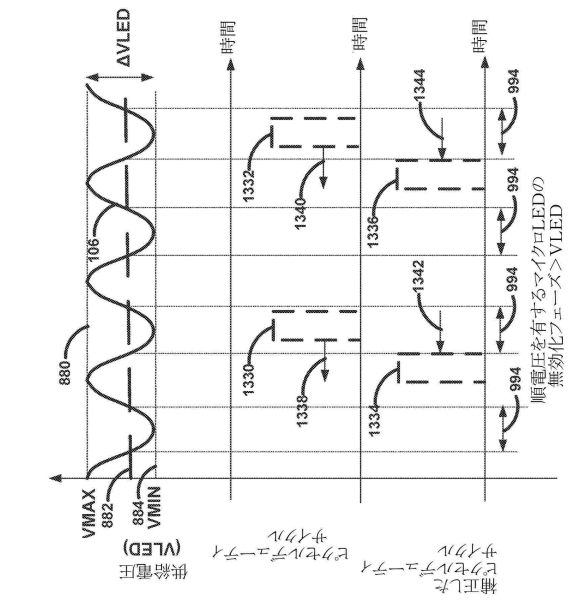
50

【 図 1 1 】



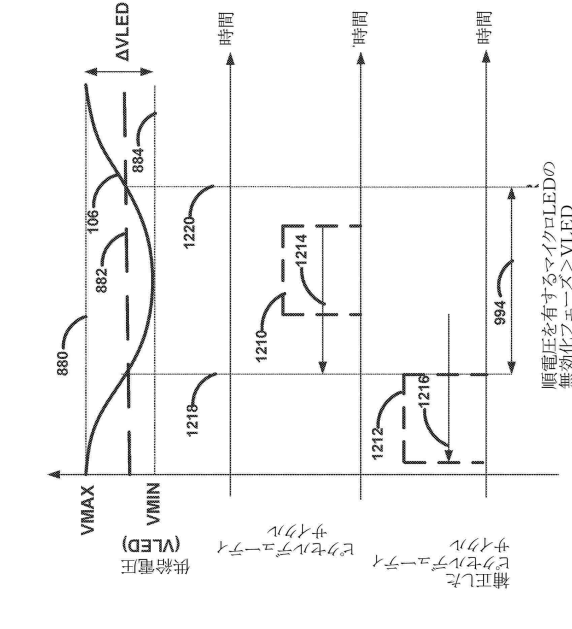
1100

【 図 1 3 】



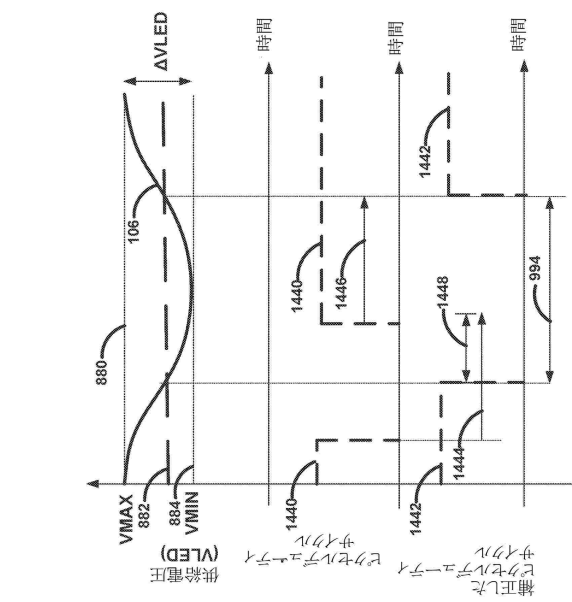
1300

【 図 1 2 】



1200

【 図 1 4 】



1400

10

20

30

40

50



【 図 15 】

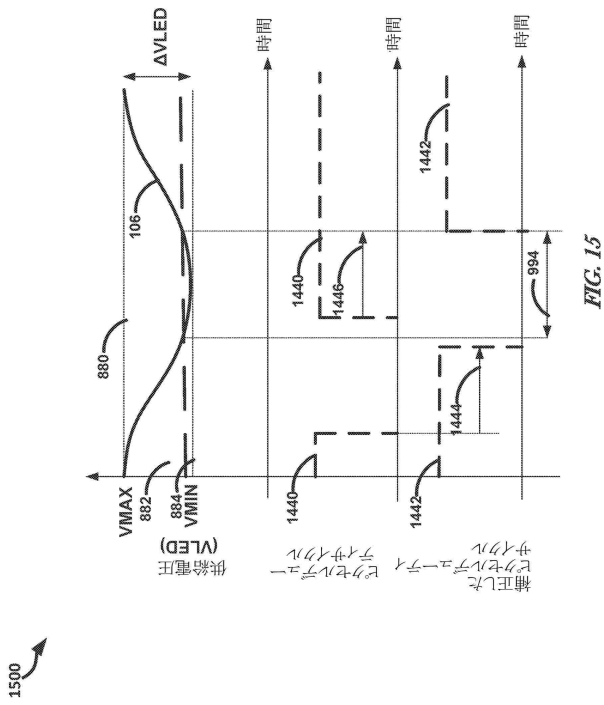


FIG. 15

【 図 16 】

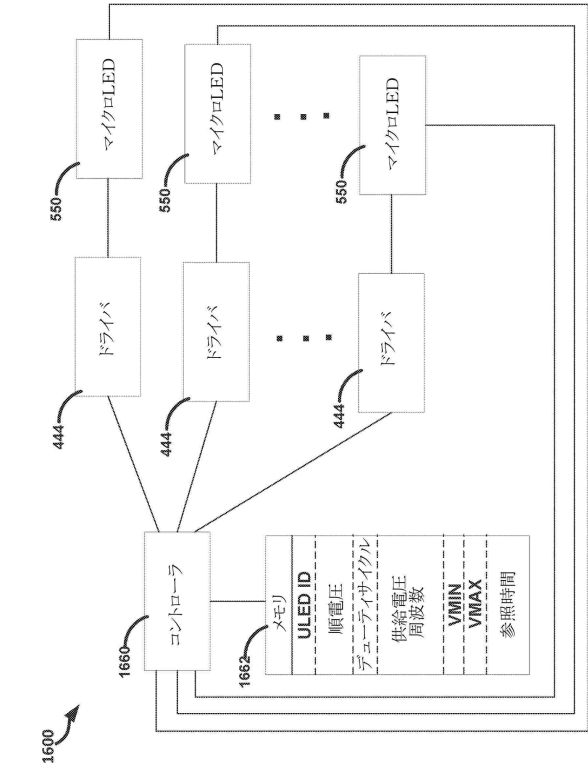


FIG. 16

10

20

【 図 17 】

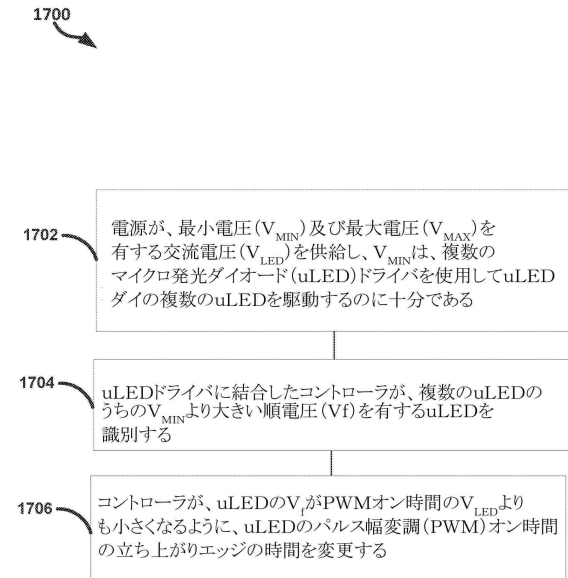


FIG. 17

【 図 18 】

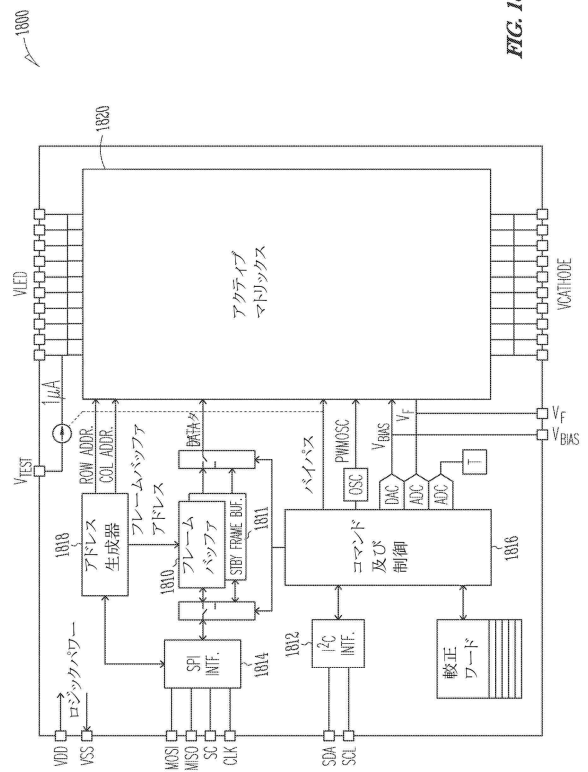


FIG. 18

30

40

50

【 図 19 】

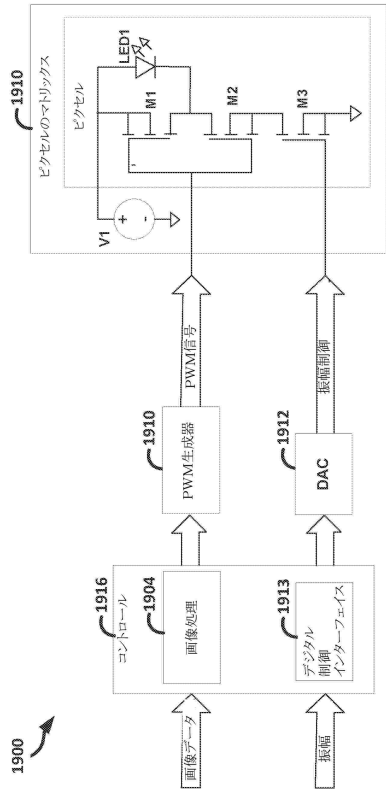


FIG. 19

【 図 20 】

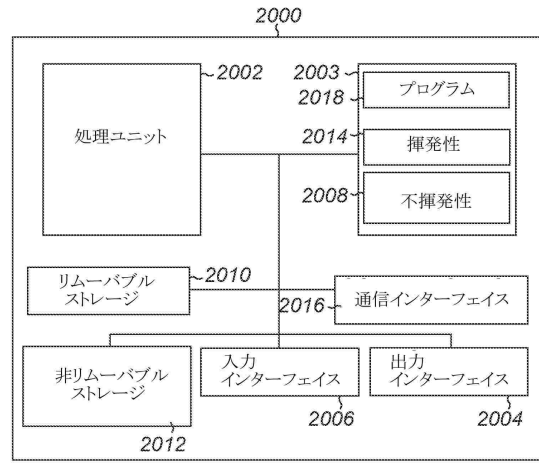


FIG. 20

10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2021/061260

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H05B 45/325(2020.01)i; H05B 45/44(2020.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05B 45/325(2020.01); G05F 3/26(2006.01); H01L 21/00(2006.01); H01L 33/00(2010.01); H02J 7/35(2006.01); H03K 7/08(2006.01); H05B 37/02(2006.01); H05B 41/16(2006.01); H05B 47/105(2020.01)  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: uLED die, forward voltage, on-timing control, pulse width modulation (PWM), alternating current voltage		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011-0156593 A1 (PETRUS MARIA DE GREEF et al.) 30 June 2011 (2011-06-30) paragraphs [0032]-[0039]; claim 11; and figure 3	1-20
A	US 2006-0022214 A1 (FREDERICK M. MORGAN et al.) 02 February 2006 (2006-02-02) paragraphs [0176]-[0305]; and figures 1-23	1-20
A	US 2011-0248648 A1 (DA LIU) 13 October 2011 (2011-10-13) paragraphs [0030]-[0070]; and figures 3-10	1-20
A	US 2020-0220377 A1 (VAXCEL INTERNATIONAL CO., LTD.) 09 July 2020 (2020-07-09) paragraphs [0031]-[0051]; and figures 1-5	1-20
A	KR 10-2007-0049735 A (YUYANG TELECOM CO., LTD et al.) 14 May 2007 (2007-05-14) paragraphs [0035]-[0068]; and figures 2-9	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search <b>31 March 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>31 March 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/KR <b>Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea</b> Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer <b>YANG, Jeong Rok</b> Telephone No. +82-42-481-5709

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2019)

10

20

30

40

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/US2021/061260**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011-0156593	A1	30 June 2011	US	8193741	B2	05 June 2012
US	2006-0022214	A1	02 February 2006	CN	103017017	A	03 April 2013
				CN	103017017	B	14 May 2019
				CN	1809867	A	26 July 2006
				EP	1016062	B2	16 September 2015
				EP	1040398	B1	21 February 2018
				EP	1195740	B1	22 November 2017
				EP	1234140	B2	25 November 2015
				EP	1295515	B1	28 December 2011
				EP	1340412	B1	25 May 2016
				EP	1356610	B1	26 July 2017
				EP	1388276	B1	10 August 2011
				EP	1393599	B1	05 May 2010
				EP	1422975	B1	14 April 2010
				EP	1422975	B9	30 March 2011
				EP	1428415	B1	18 July 2012
				EP	1459600	B1	26 February 2014
				EP	1535495	B1	13 January 2010
				EP	1610593	B1	08 July 2015
				EP	1610593	B2	19 February 2020
				EP	1620843	B1	02 September 2015
				EP	1620843	B8	11 November 2015
				EP	1687692	B1	28 April 2010
				EP	1729615	B1	08 May 2019
				EP	1731004	B1	17 May 2017
				EP	1849152	A4	02 May 2012
				EP	1887836	A2	13 February 2008
				EP	1887836	A3	28 April 2010
				EP	1887836	B1	07 March 2012
				EP	2139299	A3	20 January 2010
				EP	2139299	B1	02 March 2011
				EP	2203032	A2	30 June 2010
				EP	2203032	A3	03 November 2010
				EP	2364067	A2	07 September 2011
				EP	2364067	A3	14 December 2011
				EP	2364067	B1	11 December 2013
				EP	2572932	A1	27 March 2013
				EP	2572932	B1	22 April 2015
				EP	2827250	A2	21 January 2015
				EP	2827250	A3	08 April 2015
				EP	2827250	B1	01 March 2017
				EP	2975912	A1	20 January 2016
				EP	3002512	A1	06 April 2016
				EP	3002512	B1	19 September 2018
				EP	3168625	A1	17 May 2017
				EP	3168625	B1	08 January 2020
				EP	3173903	A1	31 May 2017
				EP	3223587	A2	27 September 2017
				EP	3223587	A3	08 November 2017
				EP	3419388	A2	26 December 2018

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2019)

10

20

30

40

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/US2021/061260**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		EP 3419388 A3	16 January 2019
		EP 3419388 B1	17 June 2020
		EP 3589081 A1	01 January 2020
		EP 3721958 A1	14 October 2020
		EP 3721959 A1	14 October 2020
		EP 3722533 A1	14 October 2020
		JP 2011-175976 A	08 September 2011
		JP 2011-181507 A	15 September 2011
		JP 2011-188738 A	22 September 2011
		JP 2012-039648 A	23 February 2012
		JP 2014-017518 A	30 January 2014
		JP 2014-112547 A	19 June 2014
		JP 2014-187041 A	02 October 2014
		JP 2015-149302 A	20 August 2015
		JP 4451899 B2	14 April 2010
		JP 4474457 B2	02 June 2010
		JP 4518793 B2	04 August 2010
		JP 4625697 B2	02 February 2011
		JP 4652691 B2	16 March 2011
		JP 4718008 B2	06 July 2011
		JP 4773673 B2	14 September 2011
		JP 5081181 B2	21 November 2012
		JP 5124795 B2	23 January 2013
		JP 5160013 B2	13 March 2013
		JP 5198057 B2	15 May 2013
		JP 5198310 B2	15 May 2013
		JP 5419918 B2	19 February 2014
		JP 5460940 B2	02 April 2014
		JP 5508333 B2	28 May 2014
		JP 5735073 B2	17 June 2015
		JP 5758020 B2	05 August 2015
		JP 5775953 B2	09 September 2015
		JP 5864881 B2	17 February 2016
		JP 5963287 B2	03 August 2016
		KR 10-1182674 B1	14 September 2012
		KR 10-2006-0108757 A	18 October 2006
		KR 10-2006-0131985 A	20 December 2006
		KR 10-2008-0099352 A	12 November 2008
		US 2005-0213353 A1	29 September 2005
		US 2005-0218870 A1	06 October 2005
		US 2005-0231133 A1	20 October 2005
		US 2008-0012502 A1	17 January 2008
		US 2010-0171145 A1	08 July 2010
		US 6211626 B1	03 April 2001
		US 6292901 B1	18 September 2001
		US 6340868 B1	22 January 2002
		US 6459919 B1	01 October 2002
		US 6528954 B1	04 March 2003
		US 6548967 B1	15 April 2003
		US 6577080 B2	10 June 2003

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2019)

10

20

30

40

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/US2021/061260**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 6608453 B2	19 August 2003
		US 6624597 B2	23 September 2003
		US 6717376 B2	06 April 2004
		US 6720745 B2	13 April 2004
		US 6774584 B2	10 August 2004
		US 6777891 B2	17 August 2004
		US 6781329 B2	24 August 2004
		US 6788011 B2	07 September 2004
		US 6801003 B2	05 October 2004
		US 6806659 B1	19 October 2004
		US 6869204 B2	22 March 2005
		US 6888322 B2	03 May 2005
		US 6897624 B2	24 May 2005
		US 6936978 B2	30 August 2005
		US 6965205 B2	15 November 2005
		US 6967448 B2	22 November 2005
		US 6969954 B2	29 November 2005
		US 6975079 B2	13 December 2005
		US 7014336 B1	21 March 2006
		US 7031920 B2	18 April 2006
		US 7038398 B1	02 May 2006
		US 7038399 B2	02 May 2006
		US 7042172 B2	09 May 2006
		US 7064498 B2	20 June 2006
		US 7256554 B2	14 August 2007
		US 7557521 B2	07 July 2009
		US 7646029 B2	12 January 2010
		US 7659673 B2	09 February 2010
		US 7737643 B2	15 June 2010
		US 8080819 B2	20 December 2011
US 2011-0248648 A1	13 October 2011	CN 101646283 A	10 February 2010
		CN 101646283 B	21 March 2012
		CN 102427633 A	25 April 2012
		CN 102427633 B	13 March 2013
		CN 102905416 A	30 January 2013
		CN 102905416 B	12 February 2014
		JP 2010-040509 A	18 February 2010
		JP 2012-227519 A	15 November 2012
		JP 5448592 B2	19 March 2014
		JP 5947082 B2	06 July 2016
		KR 10-2010-0017050 A	16 February 2010
		US 2010-0033109 A1	11 February 2010
		US 2011-0316447 A1	29 December 2011
		US 2012-0032613 A1	09 February 2012
		US 7919936 B2	05 April 2011
		US 8148919 B2	03 April 2012
		US 8198833 B2	12 June 2012
		US 8237379 B2	07 August 2012
		US 8253352 B2	28 August 2012
US 2020-0220377 A1	09 July 2020	CN 107801279 A	13 March 2018

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2019)

10

20

30

40

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/US2021/061260**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 10028351 B2	17 July 2018
		US 10136495 B2	20 November 2018
		US 10154564 B2	11 December 2018
		US 10165643 B2	25 December 2018
		US 10187947 B2	22 January 2019
		US 10225902 B2	05 March 2019
		US 10326301 B2	18 June 2019
		US 10491032 B2	26 November 2019
		US 10492261 B2	26 November 2019
		US 10516292 B2	24 December 2019
		US 10582584 B2	03 March 2020
		US 10622831 B2	14 April 2020
		US 10667367 B2	26 May 2020
		US 10763691 B2	01 September 2020
		US 10770916 B2	08 September 2020
		US 10985596 B2	20 April 2021
		US 11183039 B2	23 November 2021
		US 2013-0049610 A1	28 February 2013
		US 2014-0375220 A1	25 December 2014
		US 2015-0002028 A1	01 January 2015
		US 2015-0028750 A1	29 January 2015
		US 2015-0366023 A1	17 December 2015
		US 2015-0366024 A1	17 December 2015
		US 2016-0120000 A1	28 April 2016
		US 2016-0198546 A1	07 July 2016
		US 2016-0330818 A1	10 November 2016
		US 2016-0345410 A1	24 November 2016
		US 2016-0374177 A1	22 December 2016
		US 2017-0094743 A1	30 March 2017
		US 2017-0094744 A1	30 March 2017
		US 2017-0111971 A1	20 April 2017
		US 2017-0303362 A1	19 October 2017
		US 2018-0035509 A1	01 February 2018
		US 2018-0042080 A1	08 February 2018
		US 2018-0124893 A1	03 May 2018
		US 2018-0177015 A1	21 June 2018
		US 2018-0302969 A1	18 October 2018
		US 2019-0053345 A1	14 February 2019
		US 2019-0110347 A1	11 April 2019
		US 2019-0141812 A1	09 May 2019
		US 2019-0150245 A1	16 May 2019
		US 2020-0029408 A1	23 January 2020
		US 2020-0067343 A1	27 February 2020
		US 2020-0366125 A1	19 November 2020
		US 2021-0298155 A1	23 September 2021
		US 8866392 B2	21 October 2014
		US 9326362 B2	26 April 2016
		US 9445474 B2	13 September 2016
		US 9560719 B2	31 January 2017
		US 9622325 B2	11 April 2017

10

20

30

40

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2019)

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/US2021/061260**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 9622328 B2	11 April 2017
		US 9648702 B2	09 May 2017
		US 9648704 B2	09 May 2017
		US 9743480 B2	22 August 2017
		US 9788380 B2	10 October 2017
		US 9826590 B2	21 November 2017
KR 10-2007-0049735 A	14 May 2007	WO 2007-055519 A1	18 May 2007

10

20

30

40

50



## フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N  
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,  
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,K  
E,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,N  
G,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,  
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Z I G B E E

(72)発明者 ソン, ジー フォア

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 1 サン ホセ ウェスト トリンブル ロード 3 7 0

Fターム(参考) 3K273 PA07 QA05 QA21 SA08 SA35 SA60 TA07 TA08 TA15 TA37

UA22

5F241 AA21 BB04 BB07 BB18 BC23 BC42 BC47 BD03 BD32