

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2024-513762
(P2024-513762A)

(43)公表日 令和6年3月27日(2024.3.27)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 9 G 3/32 (2016.01)	G 0 9 G 3/32 A	5 C 0 8 0
G 0 9 G 3/20 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 2 1 F	5 C 3 8 0
H 0 1 L 33/32 (2010.01)	G 0 9 G 3/20 6 2 1 A	5 F 2 4 1
	G 0 9 G 3/20 6 4 1 A	
	H 0 1 L 33/32	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全25頁)

(21)出願番号	特願2023-558440(P2023-558440)	(71)出願人	502208397 グーグル エルエルシー Google LLC
(86)(22)出願日	令和3年3月23日(2021.3.23)		
(85)翻訳文提出日	令和5年11月20日(2023.11.20)		
(86)国際出願番号	PCT/US2021/023601		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 4 3 マウンテン ビュー アンフィシ アター パークウェイ 1 6 0 0 1 6 0 0 Amphitheatre P arkway 9 4 0 4 3 Mounta in View, CA U.S.A.
(87)国際公開番号	WO2022/203655	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(87)国際公開日	令和4年9月29日(2022.9.29)		
(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, MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK ,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,G N,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG), AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,B	(72)発明者	ダビド, オーレリアン・ジャン・フラン ソワ アメリカ合衆国、9 4 0 4 3 カリフォ ルニア州、マウンテン・ビュー、アンフ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マイクロ発光ダイオードディスプレイのためのベースラインおよび整形パルス駆動

(57)【要約】

マイクロLEDドライバは、発光状態のマイクロLEDを駆動するための動作駆動電力を印加するのに加えて、公称オフ(すなわち、非発光)状態のマイクロLEDを事前充電するために、低ベースライン電力(すなわち、ベースライン電圧または電流)を印加する。動作駆動電力を印加する前にマイクロLEDを事前充電することにより、マイクロLEDドライバは、動作駆動電力の印加とマイクロLEDからの発光の開始との間の時間を大幅に短縮する。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、電流密度の複数の位相を有する動作駆動電力を印加して、動作駆動電力の印加とマイクロLEDからの発光の開始との間の時間を短縮する。

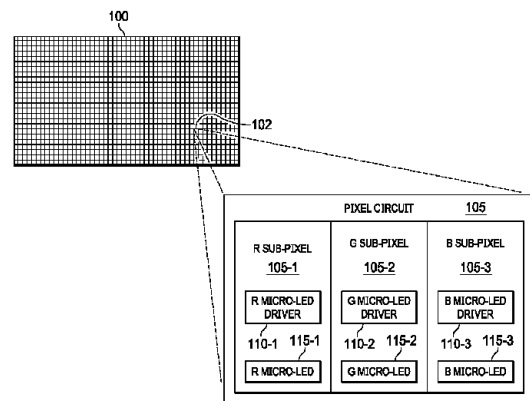


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ゼロよりも大きい第 1 のベースライン電力で、 $20\ \mu\text{m}$ よりも小さい横方向寸法を有し、公称オフ状態の第 1 のマイクロ発光ダイオード（マイクロLED）を駆動することと、前記第 1 のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の前記第 1 のマイクロLEDを駆動することとを含み、前記公称オフ状態の前記第 1 のマイクロLEDが発光する光の量は、前記発光状態の前記第 1 のマイクロLEDが発光する光の最小量と比較して、無視できるほど小さい、方法。

【請求項 2】

前記第 1 のベースライン電力で前記第 1 のマイクロLEDを駆動することは、前記発光状態の前記第 1 のマイクロLEDを駆動する前に、前記第 1 のベースライン電力を印加することを含む、請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 3】

ゼロよりも大きい第 2 のベースライン電力で、公称オフ状態の第 2 のマイクロLEDを駆動することをさらに含み、前記第 2 のベースライン電力は前記第 1 のベースライン電力と異なる、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記発光状態の前記第 1 のマイクロLEDを駆動することは、相対的に高い電流密度を有する第 1 の位相と、相対的に低い電流密度を有する第 2 の位相とを含む電流パルスで、前記第 1 のマイクロLEDを駆動することを含む、先行する請求項のいずれか 1 項に記載の方法。 20

【請求項 5】

前記公称オフ状態の前記マイクロLEDが発光する前記光の量が、前記発光状態の前記第 1 のマイクロLEDが発光する前記光の最小量の 0.1% 未満であり、前記発光状態は、少なくとも 10% の内部量子効率によって特徴付けられる、先行する請求項のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記公称オフ状態の前記第 1 のマイクロLEDを駆動することは、第 1 の電力経路を介して前記第 1 のマイクロLEDを駆動することを含み、前記発光状態の前記第 1 のマイクロLEDを駆動することは、前記第 1 の電力経路と異なる第 2 の電力経路を介して前記第 1 のマイクロLEDを駆動することを含む、先行する請求項のいずれか 1 項に記載の方法。 30

【請求項 7】

前記公称オフ状態と前記発光状態との間のターンオン時間が $500\ \text{ns}$ 未満である、先行する請求項のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

方法であって、

マイクロLEDのアレイを含むディスプレイの第 1 のマイクロ発光ダイオード（マイクロLED）を駆動することを含み、前記アレイ内の各マイクロLEDは、 $20\ \mu\text{m}$ よりも小さい横方向寸法を有し、電流パルスが相対的に高い電流密度を有する第 1 の位相と、相対的に低い電流密度を有する第 2 の位相とを含む発光状態にあり、 40

前記電流パルスは $1\ \mu\text{s}$ よりも短い持続時間を有し、前記発光状態は前記電流パルス持続時間の少なくとも 50% に及ぶ、方法。

【請求項 9】

前記第 1 の位相は、前記第 2 の位相の前記電流密度の少なくとも 2 倍の電流密度を有する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

ゼロよりも大きい第 1 のベースライン電力で、公称オフ状態の前記第 1 のマイクロLEDを駆動することと、前記第 1 のベースライン電力よりも大きい電力で、前記発光状態の前記第 1 のマイクロ 50

LEDを駆動することとをさらに含み、前記公称オフ状態の前記マイクロLEDが発光する光の量は、前記発光状態の前記第1のマイクロLEDが発光する光の最小量と比較して、無視できるほど小さい、請求項8または9に記載の方法。

【請求項11】

前記第1のベースライン電力で前記第1のマイクロLEDを駆動することは、前記発光状態の前記第1のマイクロLEDを駆動する前に、前記第1のベースライン電力を印加することを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

ゼロよりも大きい第2のベースライン電力で、公称オフ状態の前記アレイの第2のマイクロLEDを駆動することとをさらに含み、前記第2のベースライン電力は前記第1のベースライン電力と異なる、請求項10または11に記載の方法。

10

【請求項13】

前記公称オフ状態の前記第1のマイクロLEDを駆動することは、第1の電力経路を介して前記第1のマイクロLEDを駆動することを含み、

前記発光状態の前記第1のマイクロLEDを駆動することは、前記第1の電力経路と異なる第2の電力経路を介して前記第1のマイクロLEDを駆動することを含む、請求項10～12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

前記公称オフ状態の前記マイクロLEDが発光する前記光の量が、前記発光状態の前記第1のマイクロLEDが発光する前記光の最小量の0.1%未満であり、前記発光状態は、少なくとも10%の内部量子効率によって特徴付けられる、請求項10～13のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項15】

デバイスであって、

横方向寸法が20 μ mよりも小さい第1のマイクロ発光ダイオード(マイクロLED)と、

ドライバとを備え、前記ドライバは、

ゼロよりも大きい第1のベースライン電力で、公称オフ状態の前記第1のマイクロLEDを駆動し、

前記第1のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の前記第1のマイクロLEDを駆動するように構成されており、前記公称オフ状態の前記マイクロLEDが発光する光の量は、前記発光状態の前記第1のマイクロLEDが発光する光の最小量と比較して、無視できるほど小さい、デバイス。

30

【請求項16】

前記ドライバはさらに、前記発光状態の前記第1のマイクロLEDを駆動する前に、前記第1のベースライン電力を前記第1のマイクロLEDに印加するように構成されている、請求項15に記載のデバイス。

【請求項17】

第2のマイクロLEDをさらに備え、前記ドライバは、ゼロよりも大きい第2のベースライン電力で、公称オフ状態の前記第2のマイクロLEDを駆動するように構成され、前記第2のベースライン電力は、前記第1のベースライン電力と異なる、請求項15または16に記載のデバイス。

40

【請求項18】

前記ドライバはさらに、相対的に高い電流密度を有する第1の位相と、相対的に低い電流密度を有する第2の位相とを含む電流パルスで、前記発光状態の前記第1のマイクロLEDを駆動するように構成されている、請求項15～17のいずれか1項に記載のデバイス。

【請求項19】

前記公称オフ状態の前記マイクロLEDが発光する前記光の量が、前記発光状態の前記第1のマイクロLEDが発光する前記光の最小量の0.1%未満であり、前記発光状態は

50

少なくとも10%の内部量子効率によって特徴付けられる、請求項15~18のいずれか1項に記載のデバイス。

【請求項20】

前記ドライバは、

前記第1のベースライン電力で、前記公称オフ状態の前記第1のマイクロLEDを駆動するための第1の電力経路と、

前記発光状態の前記第1のマイクロLEDを駆動するための、前記第1の電力経路と異なる第2の電力経路とを含む、請求項15~19のいずれか1項に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

10

【0001】

背景

ディスプレイパネルは、行と列とに配列された画素のアレイを含み、約数千、さらには約数万の行と列とを有することが典型的である。各画素は、赤、緑、青(RGB)サブピクセルの特定の配列など、サブピクセルの行列として実現することができ、各サブピクセルは、対応する輝度で対応する色の光を発光するように制御され、光の色とその輝度との組み合わせにより、画素全体として意図された輝度および色が得られる。発光ダイオード(light emitting diode: LED)ディスプレイは、サブピクセルを形成するLEDのアレイと、画像を表示するためにLEDをオフ状態とオン状態との間で変調するためのパルス幅変調(pulse width modulation: PWM)を採用したドライバとを含み、変調周波数はkHzの範囲にある。LEDの立ち上がり時間と立ち下がり時間とはkHz範囲の周波数に対応しており、PWMの周波数で画像を表示するのに十分な応答時間を提供する。将来のディスプレイは、横方向の寸法が50μmよりも小さい画素を有するマイクロLEDを含むと予想される。マイクロディスプレイは、発光素子(すなわち、マイクロLED)と、発光素子に電流パルスを供給するドライバとを含むと予想される。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0002】

本開示の目的は、本明細書で特定されるか否かにかかわらず、既知の方法に関連する1つ以上の問題を回避または軽減する、改善されたマイクロLEDの駆動方法を提供することである。

30

【0003】

概要

一般的な態様によれば、マイクロLEDドライバは、発光状態のマイクロLEDを駆動するための動作駆動電力を印加するのに加えて、公称オフ(すなわち、非発光)状態のマイクロLEDを事前充電するために、低ベースライン電力(すなわち、ベースライン電圧または電流)を印加する。動作駆動電力を印加する前にマイクロLEDを事前充電することにより、マイクロLEDドライバは、動作駆動電力の印加とマイクロLEDからの発光の開始との間の時間を大幅に短縮する。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、電流密度の複数の位相を有する動作駆動電力を印加して、動作駆動電力の印加とマイクロLEDからの発光の開始との間の時間を短縮する。

40

【0004】

第1の態様によれば、ゼロよりも大きい第1のベースライン電力で、20μmよりも小さい横寸法を有し、公称オフ状態の第1のマイクロ発光ダイオード(マイクロLED)を駆動することを含む方法が提供される。方法はさらに、第1のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の第1のマイクロLEDを駆動することを含み、公称オフ状態の第1のマイクロLEDが発光する光の量は、発光状態の第1のマイクロLEDが発光する光の最小量と比較して、無視できるほど小さい。

【0005】

50

第1のベースライン電力で第1のマイクロLEDを駆動することは、発光状態の第1のマイクロLEDを駆動する前に、第1のベースライン電力を印加することを含み得る。

【0006】

公称オフ状態の第1のマイクロLEDの駆動は、発光状態の第1のマイクロLEDの駆動の直前に行われ得る。

【0007】

方法はさらに、ゼロよりも大きい第2のベースライン電力で、公称オフ状態の第2のマイクロLEDを駆動することを含み得る。第2のベースライン電力は、第1のベースライン電力と異なり得る。方法はさらに、第2のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の第2のマイクロLEDを駆動することを含み得る。

10

【0008】

第1のマイクロLEDと第2のマイクロLEDとは、互いに異なる色の光を発光し得る。

【0009】

発光状態の第1のマイクロLEDを駆動することは、相対的に高い電流密度を有する第1の位相と、相対的に低い電流密度を有する第2の位相を含む電流パルスで、第1のマイクロLEDを駆動することを含み得る。第1の位相は、第2の位相の直前であり得る。第1の位相は、第2の位相の電流密度の少なくとも2倍の電流密度を有し得る。

【0010】

方法はさらに、発光状態の第2のマイクロLEDを駆動することを含み得る。発光状態の第2のマイクロLEDを駆動することは、相対的に高い電流密度を有する第1のマイクロLEDの第1の位相と、相対的に低い電流密度を有する第2のマイクロLEDの第2の位相を含む電流パルスで、第2のマイクロLEDを駆動することを含み得る。第2のマイクロLEDの第1の位相は、第2のマイクロLEDの第2の位相の直前であり得る。第2のマイクロLEDの第1の位相は、第2のマイクロLEDの第2の位相の電流密度の少なくとも2倍の電流密度を有し得る。

20

【0011】

公称オフ状態のマイクロLEDが発光する光の量は、発光状態の第1のマイクロLEDが発光する光の最小量の0.1%未満であってもよく、発光状態は、少なくとも10%の内部量子効率によって特徴付けられ得る。

30

【0012】

公称オフ状態の第1のマイクロLEDを駆動することは、第1の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することを含み得る。発光状態の第1のマイクロLEDを駆動することは、第1の電力経路と異なる第2の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することを含み得る。

【0013】

第1の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することは、第1の電力経路を介して第1のマイクロLEDに電力を供給することを含み得る。第2の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することは、第2の電力経路を介して第1のマイクロLEDに電力を供給することを含み得る。

40

【0014】

第1の電力経路は、トランジスタまたは抵抗器の少なくとも1つを含み得る。

公称オフ状態と発光状態との間のターンオン時間は、500ns未満であり得る。

【0015】

さらに別の態様によれば、マイクロLEDのアレイを含むディスプレイの第1のマイクロLED発光ダイオード(マイクロLED)を駆動することを含む方法が提供され、アレイ内の各マイクロLEDは、20 μ mよりも小さい横方向寸法を有し、電流パルスが相対的に高い電流密度を有する第1の位相と、相対的に低い電流密度を有する第2の位相を含む発光状態にあり、電流パルスは、1マイクロ秒よりも短い持続時間を有し、発光状態は、電流パルス持続時間の少なくとも50%に及ぶ。

50

【0016】

第1の位相は、第2の位相の直前であり得る。

第1の位相は、第2の位相の電流密度の少なくとも2倍の電流密度を有し得る。

【0017】

方法はさらに、ゼロよりも大きい第1のベースライン電力で、公称オフ状態の第1のマイクロLEDを駆動することを含み得る。方法はさらに、第1のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の第1のマイクロLEDを駆動することを含んでもよく、公称オフ状態のマイクロLEDが発光する光の量は、発光状態の第1のマイクロLEDが発光する光の最小量と比較して、無視できるほど小さい。

【0018】

第1のベースライン電力で第1のマイクロLEDを駆動することは、発光状態の第1のマイクロLEDを駆動する前に第1のベースライン電力を印加することを含み得る。

【0019】

公称オフ状態の第1のマイクロLEDの駆動は、発光状態の第1のマイクロLEDの駆動の直前に行われ得る。

【0020】

方法はさらに、ゼロよりも大きい第2のベースライン電力で、公称オフ状態の第2のマイクロLEDを駆動することを含んでもよく、第2のベースライン電力は第1のベースライン電力と異なる。方法はさらに、第2のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の第2のマイクロLEDを駆動することを含み得る。

【0021】

第1のマイクロLEDと第2のマイクロLEDとは、互いに異なる色の光を発光し得る。

【0022】

公称オフ状態の第1のマイクロLEDを駆動することは、第1の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することを含み得る。発光状態の第1のマイクロLEDを駆動することは、第1の電力経路と異なる第2の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することを含み得る。

【0023】

第1の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することは、第1の電力経路を介して第1のマイクロLEDに電力を供給することを含み得る。第2の電力経路を介して第1のマイクロLEDを駆動することは、第2の電力経路を介して第1のマイクロLEDに電力を供給することを含み得る。

【0024】

公称オフ状態のマイクロLEDが発光する光の量は、発光状態の第1のマイクロLEDが発光する光の最小量の0.1%未満であってもよく、発光状態は、少なくとも10%の内部量子効率によって特徴付けられ得る。

【0025】

さらに別の態様によれば、20 μ mよりも小さい横方向寸法を有する第1のマイクロ発光ダイオード(マイクロLED)と、ドライバとを備えるデバイスが提供される。ドライバは、ゼロよりも大きい第1のベースライン電力で、公称オフ状態の第1のマイクロLEDを駆動し、第1のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の第1のマイクロLEDを駆動するように構成され、公称オフ状態のマイクロLEDが発光する光の量は、発光状態の第1のマイクロLEDが発光する光の最小量と比較して、無視できるほど小さい。

【0026】

ドライバはさらに、発光状態の第1のマイクロLEDを駆動する前に、ベースライン電力を第1のマイクロLEDに印加するように構成され得る。

【0027】

ドライバはさらに、発光状態の第1のマイクロLEDを駆動する直前に、第1のベース

10

20

30

40

50

ライン電力を第 1 のマイクロ LED に印加するように構成され得る。

【0028】

デバイスはさらに、第 2 のマイクロ LED を備え得る。ドライバは、ゼロよりも大きい第 2 のベースライン電力で、公称オフ状態の第 2 のマイクロ LED を駆動するように構成され得る。第 2 のベースライン電力は、第 1 のベースライン電力と異なり得る。第 1 のマイクロ LED と第 2 のマイクロ LED とは、互いに異なる色の光を発光し得る。方法はさらに、第 2 のベースライン電力よりも大きい電力で、発光状態の第 2 のマイクロ LED を駆動することを含み得る。

【0029】

ドライバはさらに、相対的に高い電流密度を有する第 1 の位相と、相対的に低い電流密度を有する第 2 の位相とを含む電流パルスで、発光状態の第 1 のマイクロ LED を駆動するように構成され得る。ドライバはさらに、所望の LED 輝度と電流パルス持続時間との間で非線形変換を適用することにより、発光状態のマイクロ LED を駆動するように構成されていてもよい。

10

【0030】

公称オフ状態のマイクロ LED が発光する光の量は、発光状態の第 1 のマイクロ LED が発光する光の最小量の 0.1% 未満であってもよく、発光状態は、少なくとも 10% の内部量子効率によって特徴付けられ得る。

【0031】

ドライバは、第 1 のベースライン電力で、公称オフ状態の第 1 のマイクロ LED を駆動するための第 1 の電力経路と、発光状態の第 1 のマイクロ LED を駆動するための、第 1 の電力経路と異なる第 2 の電力経路とを含み得る。

20

【0032】

本開示のある態様の文脈で説明する特徴は、本開示の他の態様の特徴と組み合わせてもよいことが理解されよう。たとえば、上述した方法のうちの 1 つの方法の文脈で説明する特徴は、上述した他の方法の特徴と組み合わせられてもよい。同様に、上述した方法のいずれかの方法の文脈で説明した特徴を、同じく上述した装置の特徴と組み合わせてもよく、その逆もまた同様である。

【0033】

本開示は、添付の図面を参照することにより、よりよく理解され、その多数の特徴および利点が当業者に明らかになるであろう。異なる図面における同じ参照符号の使用は、類似または同一の項目を示す。

30

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】画素のアレイで構成されたディスプレイを示す図である。

【図 2】いくつかの実施形態に係る、マイクロ LED にベースライン電力と駆動電力パルスとを供給するマイクロ LED ドライバを含むマイクロ LED ディ스플레이素子を示すブロック図である。

【図 3】いくつかの実施形態に係る、マイクロ LED ドライバがベースライン電圧でマイクロ LED を事前充電するタイミング方式を示す図である。

40

【図 4】いくつかの実施形態に係る、ベースライン電圧での事前充電なしのマイクロ LED からの正規化光出力と、ベースライン電圧による事前充電ありのマイクロ LED からの正規化光出力との比較を示す図である。

【図 5】いくつかの実施形態に係る、マイクロ LED を照明するためにパルス幅変調を適用するための第 1 の電力経路と、マイクロ LED にベースライン電流または電圧を印加するための第 2 の電力経路とを備えたマイクロ LED ドライバを示す図である。

【図 6】いくつかの実施形態に係る、バイアス電圧をマイクロ LED へのベースライン電流に変換するための抵抗器を含む第 2 の電力経路を有するマイクロ LED ドライバを示す図である。

【図 7】いくつかの実施形態に係る、マイクロ LED にベースライン電流を印加するため

50

のトランジスタを含む第2の電力経路を有するマイクロLEDドライバを示す図である。

【図8】いくつかの実施形態に係る、発光状態のマイクロLEDを駆動するための電流パルスの複数の位相を示す図である。

【図9】いくつかの実施形態に係る、複数の位相の電流パルスによって駆動されるマイクロLEDからの正規化光出力を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

詳細な説明

以下の説明は、マイクロ発光ダイオード(micro-LED)を利用する表示システムを含む複数の具体的な実施形態および詳細を提供することによって、本開示の徹底的な理解を伝えることを意図している。しかしながら、本開示は、例示に過ぎないこれらの特定の実施形態および詳細に限定されるものではなく、本開示の範囲は、それに応じて、以下の特許請求の範囲およびその均等物によってのみ限定されると意図されていることが理解される。さらに、公知のシステムおよび方法に照らして、当業者であれば、特定の設計および他の必要性に応じて、任意の数の代替的な実施形態において、その意図する目的および利点のために本開示を使用することを理解するであろうことが理解される。

【0036】

拡張現実/仮想現実(AR/VR)システム、プロジェクタ、電話、タブレット、ノートパソコン、テレビ、およびプラズマディスプレイなど、画素の画素アーキテクチャがマイクロLEDとして実現される一部のディスプレイ用途では、従来のLEDドライバのキロヘルツ帯よりも速い変調速度が要求される。場合によっては、1 μ sよりも短いパルス、またはさらには100nsよりも短いパルスが、満足のいくユーザ体験のための仕様を満たすために必要である。マイクロLEDは小さく、したがって静電容量も小さいが、高品質のマイクロLEDが、完全オフ状態からマイクロLEDが発光するオン状態に切り替わるまでの立ち上がり時間は、従来の駆動技術を使用した場合、100nsよりも大幅に長く、約数十秒~数百ナノ秒(ns)になる。

【0037】

図1~図9は、マイクロLEDの応答時間を短縮するために、20 μ mよりも小さい横方向寸法を有するマイクロLEDを駆動するための技術を示す。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバが、発光状態のマイクロLEDを駆動するための動作駆動電力を印加することに加えて、公称オフ(すなわち、非発光)状態のマイクロLEDを事前充電するための低ベースライン電力(すなわち、ベースライン電圧または電流)を印加する。動作駆動電力を印加する前に、低ベースライン電力を印加してマイクロLEDを事前充電することにより、マイクロLEDドライバは、動作駆動電力の印加とマイクロLEDからの発光の開始との間の時間を大幅に短縮する。

【0038】

いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、低ベースライン電力を常時印加し、他の実施形態では、マイクロLEDドライバは、ディスプレイが特定の動作モードにある場合、ディスプレイの残りの領域が消灯している間に点灯したままであるアイコンを表示するためのディスプレイ上部のパナーといった、ディスプレイの特定の領域にのみ低ベースライン電力を常時印加することによって、電力を節約する。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、画素のセットがアクティブになる少し前に低ベースライン電力を画素のセットに印加するタイミング回路を含む。マイクロLEDドライバは、いくつかの実施形態において、低ベースライン電力をアクティブ画素(すなわち、非暗画素)にのみ印加する。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、発光状態のマイクロLEDを駆動するために動作駆動電力を供給するための一次電力経路と、動作駆動電力の印加前にマイクロLEDを事前充電するためにベースライン電力を供給するための二次電力経路とを使用する。

【0039】

いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、動作駆動電力の印加とマイクロ

10

20

30

40

50

LEDからの発光の開始との間の時間を短縮するために、電流密度の複数の位相（本明細書では「整形パルス」と呼ぶ）を有する動作駆動電力を印加する。たとえば、比較的高い電流密度を有する初期位相の印可に続いて、低い電流密度を有する第2の位相を印加することにより、マイクロLEDドライバは、マイクロLEDの容量充電時間を短縮する。マイクロLEDドライバは、いくつかの実施形態において、マイクロLEDの低ベースライン電力事前充電の代わりに、またはそれに加えて、整形パルスを適用する。

【0040】

さまざまな実施形態において、本明細書に記載の技術は、LED、より特定的にはマイクロLEDディスプレイを含む光電子エミッタの時間依存駆動に適用される。パルスおよび電力パルスという用語は、本明細書では、比較的低い入力電力（すなわち、オフまたはほぼオフ）と、光が発光される間の比較的高い入力電力とを交互にする時間依存駆動方式を一般に説明するために使用される。パルスは、電流パルスであっても、電圧であっても、または電力パルスであってもよい。本明細書に開示の例では、III窒化物LEDについて考察している。しかしながら、技術の一部は、半導体LED（たとえば、GaAs、AlInGaP、AlInGaAsP、III-V化合物、II-VI化合物）、有機LED、ペロブスカイト、および当該技術分野で既知の他の材料を含む他の光電子デバイスに適用可能である。

【0041】

図1は、画素102のような画素のアレイで構成されたディスプレイ100を示す図である。各画素は、赤（R）サブピクセル105-1、緑（G）サブピクセル105-2、および青（B）サブピクセル105-3の3つのサブピクセルを含む画素回路105などの画素回路を含む。各サブピクセルは、マイクロLEDドライバと、マイクロLEDドライバがマイクロLEDに電力を印加すると発光するマイクロLEDとを含む。したがって、Rサブピクセル105-1は、RマイクロLED115-1に電力を印加し、かつRマイクロLED115-1を発光させるRマイクロLEDドライバ110-1を含む。同様に、Gサブピクセル105-2は、GマイクロLED115-2に電力を印加するGマイクロLEDドライバ110-2を含み、Bサブピクセル105-3は、BマイクロLED115-3に電力を印加するBマイクロLEDドライバ110-3を含む。いくつかの実施形態では、ディスプレイ100は、フラットパネルディスプレイ、モバイルデバイスディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ、または他のディスプレイ形式で使用される。いくつかの実施形態では、ディスプレイ100は数千の画素回路を含む。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバ110-1、110-2、110-3は、マイクロLEDが公称オフ状態にあるときに、ベースライン電力で対応するマイクロLEDを駆動することによって、マイクロLED115-1、115-2、115-3の応答時間を改善し、ベースライン電力はゼロ電力レベルよりも大きく、または、マイクロLEDに整形された電流密度を有する電力パルスを印加することによって、マイクロLED115-1、115-2、115-3の応答時間を改善する。これは、図2を参照すればよりよく理解できる。

【0042】

図2は、いくつかの実施形態に係る、図1のサブピクセル105-1、105-2、105-3のうちの1つに対応するマイクロLED表示素子200を示すブロック図であり、マイクロLED表示素子200は、図1のマイクロLED115-1、115-2、115-3のうちの1つに対応するマイクロLED210にベースライン電力230および駆動電力パルス235を供給する、図1のマイクロLEDドライバ110-1、110-2、110-3のうちの1つに対応するマイクロLEDドライバ205を含む。マイクロLED210は、20 μ mよりも小さい横方向寸法を有し、n接点212層およびp接点224層と、n型層214およびp型層222と、コア領域216、量子井戸218、および電子阻止層220を含む活性（発光）領域225とを含む。マイクロLEDドライバ205は、駆動電力パルス235をマイクロLED210に印加して、駆動電力パルス235の振幅に対応した強度を有する光を、マイクロLED210に発光させる。駆動電力

10

20

30

40

50

パルス 2 3 5 の電流の一部は、面積あたりの静電容量によって特徴付けられる活性領域 2 2 5 の充電によって消費される。駆動電力パルス 2 3 5 の残りの電流は、コア領域 2 1 6 において自由キャリアとして注入され、キャリアは活性領域 2 2 5 の発光層によって取り込まれ得る。発光層に入ると、キャリアは再結合によって消費される。

【 0 0 4 3 】

しかしながら、マイクロ LED 2 1 0 の応答は、電圧または電流が印加されていないオフ状態から開始してマイクロ LED 2 1 0 の静電容量を充電するのに要する時間によって制限され、これによって発光に遅延が生じる。くわえて、マイクロ LED 2 1 0 の再結合寿命は、特にターンオン時に遅くなって、光出力の立ち上がり時間が制限されることがある。マイクロ LED 2 1 0 は、ターンオン時間 t_{on} によって特徴付けられ、このターンオン時間は、マイクロ LED 2 1 0 が、駆動電力パルス 2 3 5 の開始からマイクロ LED 2 1 0 が駆動電力パルス 2 3 5 に対する光出力のプラトーレベルの 9 0 % に到達するまでに要する時間として定義される。マイクロ LED 2 1 0 はさらに、ターンオフ時間 t_{off} によって特徴付けられ、このターンオフ時間は、駆動電力パルス 2 3 5 の終了（すなわち、駆動電力パルス 2 3 5 の立ち下がりエッジの開始）後に、マイクロ LED 2 1 0 がマイクロ LED 2 1 0 の光出力プラトーレベルの 1 0 % に到達するまでに要する時間として定義される。

10

【 0 0 4 4 】

いくつかの実施形態は、ターンオフ時間とターンオン時間とが実質的に異なる、非対称な時間応答によって特徴付けられる。いくつかの実施形態では、マイクロ LED は電力パルスによって駆動され、ターンオン時間とターンオフ時間とによって特徴付けられ、比 t_{a_on} / t_{a_off} は、1.5（または 2、5、10）より高いか、 $1 / 1.5$ （または $1 / 2$ 、 $1 / 5$ 、 $1 / 10$ ）より低い。このような非対称動作は、いくつかの実施形態の時間応答を、従来の光電子デバイスの時間応答と区別し得る。

20

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態は、本明細書に開示されるアプローチを用いて立ち上がり時間と立ち下がり時間とを一致させることにより、時間応答の非対称性を最小化する。他の実施形態では、実質的に非対称な応答を使用する。さらに、駆動電力パルス 2 3 5 の電流密度を形成することにより、マイクロ LED ドライバ 2 0 5 はさらに、マイクロ LED 2 1 0 の応答時間を短縮し、ターンオフ時間 t_{off} を制御する。

30

【 0 0 4 6 】

マイクロ LED 2 1 0 にベースライン電力 2 3 0 を供給することにより、マイクロ LED ドライバ 2 0 5 はターンオン時間 t_{on} を短縮する。ベースライン電力 2 3 0 は、マイクロ LED 2 1 0 が発光しないと予想される公称オフ状態にあるときに印加される、ゼロよりも高い電流および/または電圧である。いくつかの実施形態では、ベースライン電力 2 3 0 の振幅は、オン（発光）状態のマイクロ LED 2 1 0 が発光する光の量と比較して、公称オフ（ベースライン）状態のマイクロ LED 2 1 0 が発光する光の量が無視できるほど小さくなるように選択される。たとえば、いくつかの実施形態では、公称オフ状態で発光される光の量は、発光状態で発光される光の量の 1 0 % 以下である。他の実施形態では、公称オフ状態で発光される光の量は、発光状態で発光される光の量の 1 % 以下である。さらに他の実施形態では、公称オフ状態で発光される光の量は、発光状態で発光される光の量の 0.1 % 以下である。発光状態で発光される光の量は、大きく変動する可能性がある。たとえば、マイクロ LED 画素からの発光は、最大 $1000 \text{ cd} / \text{m}^2$ ~ 最小 $0.1 \text{ cd} / \text{m}^2$ に及び得る。いくつかの実施形態では、ベースライン状態で発光される光の量は、発光される最小量のせいぜい約 1 0 % である（たとえば、 $0.1 \text{ cd} / \text{m}^2$ が発光状態で発光される最小光である場合、ベースライン状態では、マイクロ LED は $0.01 \text{ cd} / \text{m}^2$ 以下の発光に制限される）。

40

【 0 0 4 7 】

いくつかの実施形態では、マイクロ LED 2 1 0 の構造は、静電容量に関連する、および/または再結合時間に関連する時間応答を含む時間応答を改善するように構成されてい

50

る。いくつかの実施形態では、LEDは、所定値を下回るように面積あたりの静電容量を維持するなどして、面積あたりの所望の静電容量を達成するように構成されている。いくつかの実施形態では、マイクロLED210のコア領域216は厚さ d （空乏厚さ d とも呼ばれる）を有し、単位面積当たりの空間電荷静電容量は、近似的に $C_{sc} = \epsilon_{ps} / d$ （ ϵ_{ps} は材料の誘電率）で与えられる。たとえば、GaNの場合、 ϵ_{ps} はゼロバイアスで約 $10 * \epsilon_{ps0}$ （ ϵ_{ps0} は真空誘電率）であり、順方向バイアス下の値は、 $C = C_{sc} * (1 - V / V_{oc})^{-1/2}$ （ V_{oc} は開回路電圧）のように、たとえば約2倍増加する。

【0048】

いくつかの実施形態では、 d の値は、 p 領域と n 領域との間の非ドープ領域の厚さにほぼ等しい（すなわち、 $d \sim t_c$ ）。

【0049】

活性領域の構造（たとえば、量子井戸（quantum well：QW）、バリア、間隔層）を選択することにより、実施形態では、 t_c を活性領域の厚さ t_w とは別に選択することが容易になる。これは、空乏厚さのかなりの部分にわたって再結合が起こるホモ接合LEDとは対照的である。 t_c の値が大きいと静電容量が小さくなる一方で、 t_w の値は適切な効率を達成するように選択することができる。いくつかの実施形態では、空乏領域の厚さは、発光層の厚さの少なくとも2倍（または5倍、10倍、20倍）である。

【0050】

たとえば、いくつかの実施形態は、少数の薄いQWおよび薄いバリアしか含まないが、 C_{sc} を低減するのに十分な値の d を有する。このため、いくつかの実施形態では、注入効率に悪影響を与えることなく d を増加させるために、ダミーQW（すなわち、発光QWよりも低い組成のQWであり、キャリア輸送を促進するが発光しないため、キャリアが確実に発光QWに到達する）を採用している。ダミーQWは、発光QWの p 面、 n 面、または両面のいずれかに配置することができ、またはそれらの間に介在させることもできる。いくつかの実施形態では、発光QWおよびバリアの厚さとは無関係に、所望の静電容量を得るためにエピタキシャル層（図示せず）を構成する。いくつかの実施形態では、二重ヘテロ構造、さまざまな組成の層（階段状または傾斜状）、および/またはAlGaN、InGaN、AlInN、AlInGaNの合金を含む、他の活性領域設計を採用している。

【0051】

いくつかの実施形態において、 d の値は、 C_{sc} の値を低減するように選択される。たとえば、 C_{sc} は、 $1E-7F \cdot cm^{-2}$ （または $5E-8$ 、 $2E-8$ 、 $1E-8$ 、 $5E-9$ 、 $1E-9F \cdot cm^{-2}$ ）未満であってもよい。いくつかの実施形態では、 d の値およびLEDの面積 A は、正味のLED静電容量 $C_{sc} * A$ の値を低減するように選択される。たとえば、正味のLED静電容量は、 $1E-13F$ （または $5E-14$ 、 $1E-14$ 、 $5E-15$ 、 $1E-15$ 、 $5E-16$ 、 $1E-16F$ ）未満である。いくつかの実施形態では、マイクロLED画素またはサブピクセルは、 $10 \mu m$ （または $5 \mu m$ 、 $3 \mu m$ 、 $2 \mu m$ 、 $1 \mu m$ ）未満の横寸法を有する。

【0052】

いくつかの実施形態では、静電容量充電に関連する立ち上がり時間は、 $\tau_{charge} = V * C_{sc} / J$ （ V は典型的な動作電圧（一般的な可視LEDでは約 $2.5 \sim 3V$ ）、 J は電流密度）である。したがって、いくつかの実施形態では、LEDの構成と動作電流密度の選択とは、共同で十分に速い立ち上がり時間をもたらす。いくつかの実施形態では、比 C_{sc} / J は、 $1E-8F / A$ （または $5E-9$ 、 $1E-9$ 、 $5E-10$ 、 $1E-10F / A$ ）未満である。いくつかの実施形態では、 τ_{charge} は、 $100ns$ （または $50ns$ 、 $10ns$ 、 $5ns$ 、 $1ns$ ）未満である。いくつかの実施形態では、 τ_{charge} はパルスの持続時間 T よりも短い（または、 $0.5 * T$ もしくは $0.2 * T$ もしくは $0.1 * T$ よりも短い）。

【0053】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、マイクロLED 210のpドープ領域およびnドープ領域214、222におけるドーピングレベルは、空乏幅を制御するように選択される。いくつかの実施形態では、非ドープ層からドープ層への急激な遷移が形成される。いくつかの実施形態は、nドープ層214（少なくとも1E18cm⁻³または1E19cm⁻³のドーピングレベル）を有し、これに発光層を含む公称非ドープ領域（1E17cm⁻³未満のドーピングレベル）が続き、これにpドープ活性領域222（少なくとも1E18cm⁻³または1E19cm⁻³のドーピングレベル）が続く。このようなドーピングレベルを他のLED特性（非ドープ領域の幅など）と組み合わせて、所望の静電容量値を得ることができる。

【0054】

いくつかの実施形態では、マイクロLED 210は、時間応答のさらなる遅延につながる可能性のある、動的抵抗の寄生容量との相互作用の回避を促進するために、所定の動的抵抗 $\rho = dV/dJ$ を得るように構成されている。いくつかの実施形態では、面積当たりの動的抵抗は、たとえば、公称オフ状態のマイクロLED 210にベースライン低電流を印加することによって、公称オフ状態の所望の値以下に維持される。いくつかの実施形態では、公称オフ状態の動的抵抗は、100 \cdot cm²（または10、1、0.1 \cdot cm²）未満である。

【0055】

場合によっては、材料品質と応答時間との間にトレードオフが生じることもある。たとえば、欠陥のあるLEDは、内部量子効率（internal quantum efficiency: IQE）が低いため、非効率的な動作となるが、SRH（Shockley-Read-Hall）再結合、または他の種類の欠陥関連再結合（たとえば、欠陥誘起リークまたはトンネリング）に起因して非放射再結合時間が速く、変調速度の向上につながる。いくつかの実施形態では、欠陥レベルは、所与の速度での動作を促進するように選択される。たとえば、所望の変調速度が選択され、LEDの欠陥レベルは、そのような速度を促進するように制御される。

【0056】

いくつかの実施形態は、オン状態が少なくとも1%（または5%、または10%）のIQEによって特徴付けられ、かつ/またはベースライン状態が0.1%未満（または0.01%未満）のIQEによって特徴付けられるような、最小IQE（または外部量子効率（external quantum efficiency: EQE）もしくはウォールプラグ効率（wall-plug efficiency: WPE）などの他の関連効率指標）を達成するように設計される。したがって、実施形態は、最小IQEを達成するのに十分に低い欠陥密度で構成される。これは、活性領域の立ち上がり/立ち下がり時間の最小化につながる。したがって、実施形態は、この最小立ち上がり/立ち下がり時間よりも長いパルスで駆動される。具体的には、いくつかの実施形態では、マイクロLED 210は、低電流密度での非放射寿命 t_{low} （SRH寿命など）を有し、その長さが $t_{a_{low}}$ の少なくとも半分（または $t_{a_{low}}$ の1倍、2倍、5倍、10倍）であるパルスで駆動される。

【0057】

いくつかの実施形態では、ターンオン時間 t_{on} は500ns（または200ns、100ns、50ns、20ns、10ns）未満である。いくつかの実施形態では、（活性領域を特徴付ける）SRH寿命 t_{SRH} は100nsより大きく、 t_{on} は50ns未満である。いくつかの実施形態では、 t_{on} は、 t_{SRH} を2（または3、5、10）で割った値未満である。いくつかの実施形態では、充電時間 t_{charge} は10nsより長く、 t_{on} は10ns未満である。いくつかの実施形態では、 t_{on} は、 t_{charge} を2（または3、5、10）で割った値未満である。いくつかの実施形態では、 t_{on} は、 $t_{charge} + t_{SRH}$ を2（または3、5、10）で割った値未満である。いくつかの実施形態では、SRH寿命は、本明細書で開示されるように、十分なIQE値に拘束されている。いくつかの実施形態では、IQEは少なくとも

10

20

30

40

50

10%であり、 t_{on} は500ns（または200ns、100ns、50ns、20ns、10ns）未満である。

【0058】

いくつかの実施形態では、オン状態のLEDを駆動する電気パルスは、5 μ s（または2 μ s、1 μ s、500ns、200ns、100ns、50ns、10ns）未満の持続時間を有する。いくつかの実施形態では、オン状態の発光は、電気パルスの持続時間の少なくとも90%（または80%、50%、20%、10%）の持続時間の間発生する。

【0059】

図3は、いくつかの実施形態に係る、ベースライン電圧 $V_{BASELINE}$ 305として表されるベースライン電力230で、マイクロLEDドライバ205がマイクロLED210を事前充電するタイミング方式を示す。図2の駆動電力パルス235は、パルス幅変調（PWM）電圧 V_{PWM} 310として表される。図3は、ベースライン電圧 $V_{BASELINE}$ 305、マイクロLED210からの光出力を駆動する信号であるパルス幅変調（PWM）電圧 V_{PWM} 310、および放電電圧 $V_{DISCHARGE}$ 315の例に対応する時間トレースを示す。時間トレースは、明確にするために、互いに垂直方向にオフセットされている。

10

【0060】

時間 T_1 320において、マイクロLEDドライバ205は、ベースライン電圧 $V_{BASELINE}$ 305をマイクロLED210に時間 t_{charge} 340の間印加する。時間 T_2 325において、マイクロLEDドライバ205は、ベースライン電圧 $V_{BASELINE}$ 305を停止し、PWM電圧 V_{PWM} 310を印加する。マイクロLEDドライバ205は、ベースライン電圧 $V_{BASELINE}$ 305の印加と共にマイクロLED210の充電を開始して、マイクロLEDドライバ205がPWM電圧 V_{PWM} 310を印加した後の容量充電時間を短縮し、その結果、PWM電圧 V_{PWM} 310の印加とマイクロLED210からの発光の開始との間の時間を短縮する。時間 T_3 330において、マイクロLEDドライバ205は、PWM電圧 V_{PWM} 310の印加を中止し、マイクロLED210から電荷を除去するために、放電電圧 $V_{DISCHARGE}$ 315を期間 $t_{discharge}$ 345の間、時間 T_4 335まで印加する。

20

【0061】

図4は、いくつかの実施形態に係る、ベースライン電圧による事前充電なしのマイクロLEDからの正規化光出力と、ベースライン電圧による事前充電ありのマイクロLEDからの正規化光出力との比較を示す図である。曲線410は、駆動PWM電圧に対応する駆動PWM電流密度を時間0nsで印加する前に、ベースライン電圧に対応するベースライン電流密度で事前充電されたマイクロLED210からの正規化光出力を表す。曲線420は、ベースライン電流密度で事前充電されておらず、時間0nsにおいて開始する駆動PWM電圧に対応する駆動PWM電流密度で駆動されたマイクロLED210からの正規化光出力を表す。図示されるように、発光の開始は、ベースライン電流密度とベースライン電圧とを印可することによって、曲線420の約32nsから曲線410の約3nsに減少する。図示の例では、ベースライン電流密度は0.01A/cm²であり、これは約2.5Vのベースライン電圧に対応し、駆動PWM電流密度は10A/cm²であり、これは約2.7Vの駆動PWM電圧に対応する。ベースライン（公称オフ）状態では、発光される光の強度はごくわずかであり（たとえば、オン状態で発光される光の強度の10%未満、または場合によっては、電流の比率 $\times IQE$ の比率として計算される、オン状態での光強度の約 $3E-5$ 倍）、消費電力は非常に少ない（電流の比率として計算される、オン状態における電力の約 $1E-4$ 倍）。いくつかの実施形態では、ベースライン状態のIQEは、オン状態のIQEを10（または20、50、100）で割った値よりも小さい。

30

40

【0062】

いくつかの実施形態では、電圧の制御は非常に小さい電流の制御よりも容易なことがあるため、マイクロLEDドライバ205は、マイクロLED210に印加される電圧を制

50

御することによって公称オフ状態を実現し、かつ、マイクロLED 210に供給する電流を制御することによって、ON状態を実現する。マイクロLEDドライバ205は、いくつかの実施形態では、電界効果トランジスタなどのトランジスタまたは抵抗器を使用して、マイクロLED 210へのベースライン電圧を制御する。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバ205は、公称オフ状態のベースライン電圧を、2Vより高い電圧、および/または駆動PWM動作電圧より1V小さい電圧に維持する。

【0063】

図5は、いくつかの実施形態に係る、マイクロLEDを照明するための駆動パルス幅変調を印加するためにマイクロLEDに電力を供給するための第1の経路505（第1の電力経路505と呼ぶ）と、マイクロLEDにベースライン電流または電圧を印加するための第2の電力経路510とを有するマイクロLEDドライバ500を示す図である。いくつかの実施形態では、ドライバは、CMOS、TFTバックボーン、または他のアーキテクチャである。第1の電力経路505は、ディスプレイ用の列電圧 V_{DD} 、およびコンデンサ515の電圧を設定するためのデジタルゲート制御電圧（行選択） V_G を、マイクロLEDに供給する。コンデンサ515は、トランジスタ520をオンにするアナログ電圧を蓄積して、いくつかの実施形態では、時間依存波形を有する、マイクロLEDを流れる電流 I_{ON} を提供して、マイクロLEDがオン状態にあるときに実質的な発光を引き起こす。その間、電力は第2の電力経路510に流れない。公称オフモードでは、電力は第1の電力経路505を流れないが、ベースライン電流 $I_{baseline}$ またはベースライン電圧 $V_{baseline}$ からなるベースライン電力が、第2の電力経路510を通過してマイクロLEDに印加される。

10

20

【0064】

いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバ500は、第2の電力経路510を含まず、その代わりに、常に低いベースライン電力（電圧または電流）で公称オフ状態のマイクロLED（画素）を駆動する。電力を節約するために、ディスプレイの特定の領域（すなわち、アレイ内のマイクロLEDのサブセット）のみが所与の動作モードで使用される場合、いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバ500は、使用されているディスプレイの特定の領域に対応するマイクロLEDのサブセットのみに、常にベースライン電力を印加する。たとえば、いくつかの動作モードでは、ディスプレイの上部のバナーがアイコンを表示するために使用される一方で、ディスプレイの残りの部分はオフになっている。このような動作モードでは、マイクロLEDドライバ500は、バナーを形成するディスプレイ上部のマイクロLEDのサブセットにのみ、常にベースライン電力を印可する。

30

【0065】

いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバ500は、公称オフの画素が次の表示フレームでオンになる場合のみ、ベースライン電力で1つの表示フレームにおける公称オフのマイクロLED（画素）を駆動する。このように、表示システムは、現在のフレームの駆動条件を選択する際に次のフレームを考慮する。すなわち、現在のフレームで画素が公称オフである（すなわち、暗い）が次のフレームでオン状態になる場合、マイクロLEDドライバ500は、次のフレームの応答時間を改善するために、現在のフレームにおいてベースライン電力を印可する。次のフレームを考慮すると、現在のフレームが表示可能になる前に次のフレーム情報が必要となるため、待ち時間が増加する可能性がある。したがって、いくつかの実施形態では、表示システムは、待ち時間を短縮するために高いリフレッシュレート（たとえば、90Hzまたは120Hzまたはそれ以上）を適用する。

40

【0066】

図6は、いくつかの実施形態に係る、マイクロLEDに供給するためにバイアス電圧 V_{bias} をベースライン電流 $I_{baseline}$ に変換するための抵抗器615を含む第2の電力経路610を有するマイクロLEDドライバ600を示す図である。図5と同様に、第1の電力経路605は、マイクロLEDがオン状態である場合、電圧 V_{DD} をマイクロLEDに供給する。この間、電力は第2の電力経路610をほとんど流れないか（たと

50

例えば、マイクロLEDがオン状態にあるときに V_{bias} がゼロにならない場合)、または第2の電力経路610を流れず、いくつかの実施形態では時間依存波形を有する電流 I_{ON} がマイクロLEDに流れて、実質的な発光を引き起こす。公称オフモードでは、電力は第1の電力経路605を流れないが、抵抗器はバイアス電圧 V_{bias} をベースライン電流 $I_{baseline}$ に変換し、この電流は、第2の電力経路610を通してマイクロLEDに印加される。いくつかの実施形態では V_{bias} は V_{DD} と等しく、他の実施形態では V_{bias} は V_{DD} と異なる。

【0067】

図7は、いくつかの実施形態に係る、マイクロLEDにベースライン電流 $I_{baseline}$ を印加するためのトランジスタ715を含む第2の電力経路710を有するマイクロLEDドライバ700を示す図である。図示の例では、トランジスタ715は並列駆動トランジスタである。図5および図6と同様に、マイクロLEDがオン状態にあるとき、第1の電力経路705は、電圧 V_{DD} をマイクロLEDに供給する。この間、第2の電力経路710には電力は流れず、いくつかの実施形態では、時間依存波形を有する電流 I_{ON} がマイクロLEDに流れて、実質的な発光を引き起こす。公称オフモードでは、電力は第1の電力経路705を流れず、ベースライン電流 $I_{baseline}$ はトランジスタ715によって生成され、その電流値は V_{bias} で設定される。いくつかの実施形態では V_{DD2} は V_{DD} と等しく、他の実施形態では V_{DD2} は V_{DD} と異なる。 V_{bias} は、いくつかの実施形態では直流(direct current: DC)電圧であり、他の実施形態では時間依存電圧である。

10

20

【0068】

いくつかの実施形態では、トランジスタ715は、光発生電流 I_{on} がオフになると、マイクロLEDから電荷を除去するための放電トランジスタとしても使用される。他の実施形態では、第2の電力経路710内のトランジスタ715は充電トランジスタとしてのみ使用され、マイクロLEDドライバ700は、放電トランジスタとして使用される別個のトランジスタ(図示せず)を含む第3の電力経路(図示せず)を含む。

【0069】

図5~図7に示すドライバアーキテクチャは、マイクロLED210にベースライン電力を供給するために使用できるアーキテクチャの例である。当業者であれば、図6に示すような抵抗を含む第2の電力経路と放電トランジスタを含む第3の電力経路とを組み合わせたような他のアーキテクチャを使用できることを理解するであろう。いくつかの実施形態では、本明細書で論じるドライバアーキテクチャは、マイクロLEDのレイから形成されるディスプレイの画素に関するものである。各サブピクセルは、マイクロLEDおよびマイクロLEDドライバに対応する。ベースライン電流または電圧は、いくつかの実施形態では、パネルごと、画素の領域ごと、画素ごと、またはサブピクセルごとに変化する。

30

【0070】

たとえば、(i)接合容量がエピ構造の詳細に依存し、色によって異なる可能性があり、(ii)再結合寿命が色に依存するため(少なくとも欠陥レベルが異なり、放射寿命が異なるため)、異なる色(R、G、Bなど)のLEDの時間応答は異なる可能性がある。ある色の容量充電時間は、別の色の容量充電時間の少なくとも2倍であり得る。同様に、ある色の低電流再結合寿命は、別の色の低電流再結合寿命の少なくとも2倍であり得る。このように、異なる色は、同じパルス形状に依存して異なる挙動を示すことがある。したがって、いくつかの実施形態では、ベースライン電流または電圧は、異なる色(R、G、Bなど)のサブピクセルに対して異なる。いくつかの実施形態では、ベースライン電流または電圧は、各サブピクセルの光子電圧未満であるか(光子電圧は、電子ボルトで測定される光子エネルギーに等しいと定義される)、何らかの他の閾値電圧未満である。いくつかの実施形態では、各色の時間応答を個々に改善するために、異なる色に対して異なる形状のパルスが使用される。いくつかの実施形態では、ディスプレイは少なくとも2つの色を有し、ディスプレイは、2つの色のターンオン時間が互いの2倍以内になるように構成

40

50

されている。

【0071】

マイクロLEDドライバは、異なる V_{bias} 値、または異なる電子部品（抵抗器およびトランジスタなど）によって変換された共有 V_{bias} 値を使用することによって、異なるベースライン電力を達成し得る。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、ムラ補正を容易にするためにベースライン電力を印可して、ディスプレイパネルの不均一性を低減する。いくつかの実施形態では、各画素または画素群は、異なるベースライン条件を有しており、動作下で均一な光出力をもたらす。

【0072】

たとえば、いくつかの実施形態では、第2の電力経路は、電流リークを促進する抵抗デバイスを含む。たとえば、アレイは、材料品質の劣る他のマイクロLEDよりも低電流で発光を開始する材料品質の優れた1つまたは複数のマイクロLEDを含むことができ、その結果、低電流での輝度が不均一になる。すべての画素に小さなリーク経路を追加することで、アレイのマイクロLEDが低電流で点灯するのを防ぐ。抵抗は、マイクロLEDの公称オン電流に比べて低いリーク電流が発生するように選択され、これにより、ディスプレイの輝度および/または応答時間を均一化することが容易になる。いくつかの実施形態では、ディスプレイは、（たとえば、欠陥レベルがマイクロLED間で異なるため）低電流非放射寿命が実質的に異なる複数のマイクロLEDを有する。より多くの非放射性再結合を有するマイクロLEDは、より多くの光を発光し、低電流でより迅速に応答して、不均質性につながる可能性がある。したがって、いくつかの実施形態では、低電流時の応答時間および/または輝度を支配するリーク経路が含まれて、不均質性が低減される。

【0073】

いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバは、常にベースライン電力（電圧または電流）を印加するわけではない。その代わりに、マイクロLEDドライバは、画素がオンになる前の適切な時間の間だけベースライン電力を印加する。たとえば、マイクロLEDを完全オフ状態からベースライン状態まで駆動する時間 $baseline$ がかかる場合、画素（マイクロLED）を点灯させなければならないときにマイクロLEDがベースライン状態になるように、マイクロLEDドライバは、ベースライン電力を少なくとも $baseline$ の間印加する。時間 $baseline$ の間ベースライン電力を印加することにより、マイクロLEDドライバは、ベースライン状態に関連する消費電力を削減する。

【0074】

駆動（PWM）電力パルス235を印加する前に、ベースライン電力230でマイクロLED210を事前充電することに加えて、またはその代わりに、マイクロLEDドライバ205は、強度、または電流密度が変化するように形成された駆動電力パルス235を印加することによって、マイクロLED210の応答時間（すなわち、発光開始までの時間）を短縮し得る。いくつかの実施形態では、マイクロLEDドライバ205は、複雑な波形（すなわち、単純な矩形形状よりも複雑な形状）によって特徴付けられる駆動パルスを印加する。たとえば、電流または電圧パルスは、ピークまたはリップルを有し得る。

【0075】

図8は、いくつかの実施形態に係る、発光状態のマイクロLEDを駆動するための電流パルスの異なる例を示す図800である。異なる電流パルスは、それらの違いを説明するために重ね合わされている。各パルスの合計持続時間は100nsである。電流パルス805は、 $J = 10 \text{ A/cm}^2$ の電流密度の単純な正方形プロファイルを有する。電流パルス810は、 $J = 50 \text{ A/cm}^2$ の電流密度、約10nsの持続時間の正方形プロファイルを有する第1の位相と、 $J = 10 \text{ A/cm}^2$ の電流密度、約90nsの持続時間の正方形プロファイルを有する第2の位相とを含む。このため、電流パルス810の総持続時間は、約100nsである。電流パルス815は、 $J = 60 \text{ A/cm}^2$ の電流密度、約10nsの持続時間の正方形プロファイルを有する第1の位相と、 $J = 10 \text{ A/cm}^2$ の電流密度、約90nsの持続時間の正方形プロファイルを有する第2の位相とを有する。この

ように、電流パルス 815 の総持続時間は約 100 ns である。電流パルス 810、815 の各々において、第 1 の位相は第 2 の位相の直前である。

【0076】

図 9 は、いくつかの実施形態に係る、図 8 に示すような異なる電流パルス 805、810、815 によって駆動されるマイクロ LED からの正規化光出力を示す図 900 である。異なる電流パルスの各々から生じる正規化光出力は、それらの違いを説明するために重ね合わされている。電流パルス 805 の場合、正規化光出力は曲線 905 で示されている。電流パルス 810 の場合、正規化光出力は曲線 910 で示され、電流パルス 815 の場合、正規化光出力は曲線 915 で示されている。図示されるように、パルス 810 および 815 の第 1 の位相で提供されるような高い電流ピーク（電流密度）は、それぞれ曲線 910 および 915 で示されるように、マイクロ LED 静電容量のより速い充電および活性領域におけるキャリアのより速い蓄積につながる。

10

【0077】

電流ピーク（すなわち、第 1 の位相）の長さおよび大きさによっては、第 3 のパルス 815 に対応する曲線 915 について示されるように、マイクロ LED 内のキャリア密度が一時的にプラトー値をオーバーシュートするため、正規化光出力がピークを示すことがある。いくつかの実施形態では、マイクロ LED ドライバは、そのようなオーバーシュート・ピークを回避または制限するように、パルス形状を構成する。このようなピークを回避または制限することにより、ドライバおよび/またはマイクロ LED が損傷する可能性を低減し得る。いくつかの実施形態では、パルス中、電流パルスはピーク（すなわち、第 1 の位相）およびプラトー（すなわち、第 2 の位相）を有し、マイクロ LED 光出力は、正規化光出力ピークが光出力プラトーの値の 2 倍（または 1.5 倍、1.1 倍）未満であるように、対応するピークおよびプラトーを有する。いくつかの実施形態では、マイクロ LED ドライバは、LED 応答時間を改善するために複雑な形状を有するパルスを構成する。いくつかの実施形態では、電流パルスは 1 マイクロ秒よりも短い持続時間を有し、発光状態は電流パルス持続時間の少なくとも 50% に及ぶ。上述した波形例は、例として提供されているに過ぎない。

20

【0078】

いくつかの実施形態では、異なる色を供給するパルスの形状は異なる。たとえば、いくつかの実施形態では、青色の画素（マイクロ LED）は、第 1 のピーク電流および持続時間を有する第 1 の波形を有し、緑色の画素（マイクロ LED）は、第 2 のピーク電流および持続時間を有する第 2 の波形を有し、赤色の画素（マイクロ LED）は、第 3 のピーク電流および持続時間を有する第 3 の波形を有し、ピーク電流および持続時間は、ターンオン遅延を同様の値に低減するように選択されている。いくつかの実施形態では、第 1 の色を有する第 1 のマイクロ LED は、充電時間 τ_{charge_1} を有し、第 1 のピーク値と第 1 の特性持続時間とを有する第 1 のパルスによって駆動され、第 2 の色を有する第 2 のマイクロ LED は、充電時間 τ_{charge_2} を有し、第 2 のピーク強度と第 2 の特性持続時間とを有する第 2 のパルスによって駆動され、 τ_{charge_2} は τ_{charge_1} の少なくとも 2（または 5、10）倍であり、第 2 のマイクロ LED の発光前の時間遅延が第 1 のマイクロ LED と比較して 2 倍（または 1.5、1.2、3、5、10）未満となるように、積（ピーク強度 * 持続時間）は第 2 のマイクロ LED の方が高い。

30

40

【0079】

マイクロ LED ドライバは、LED からの光出力を引き起こす電力パルス、事前充電ベースラインパルス、および放電パルスのうちの 1 つ以上に、パルス整形を適用する。

【0080】

いくつかの実施形態では、マイクロ LED ドライバのコントローラ（図示せず）は、所望の LED 輝度とパルス形状（パルス形状の長さおよび/または強度および/または他の態様を含む）との間の非線形変換を使用して、時間応答に起因する非線形性を補正する。たとえば、いくつかの実施形態では、非線形変換は、所与の発光量を達成するための所与

50

のパルス幅を規定するルックアップテーブルである。

【 0 0 8 1 】

例を表 1 に示す。この表は図 2 のマイクロ LED に適用され、 $10 \text{ A} / \text{cm}^2$ の電流密度の単純な矩形波が駆動電力パルス 235 として適用されていると仮定している。ビット深度は 8 であり、最大で 256 階調レベルに対応する。非線形補正がない場合、最も短いパルスは 100 ns となる。

【 0 0 8 2 】

【表 1】

目標階調レベル	公称パルス長[ns]	無補正光量	余分なパルス長 [ns]	補正光量
2 ¹	100	0.65	35	1
2 ²	200	1.65	35	2
2 ³	400	3.65	35	4
2 ⁴	800	7.65	35	8
2 ⁵	1,600	15.65	35	16
2 ⁶	3,200	32.65	35	32
2 ⁷	6,400	63.65	35	64
2 ⁸	12,800	127.65	35	128

【 0 0 8 3 】

この例では、 35 ns の余分なパルス長（または時間オフセット）がすべての階調レベルに適用される。この余分なパルス長によって、発光された光の総量が補正され、目標の階調レベルに比例するようになる。このような非線形補正がない場合、階調レベルは、特に低階調レベルについて、所望の値と大幅に異なる可能性がある。つまり、（上述の例では）すべてのパルスの長さを 35 ns 長くすることで、発光が開始する（または全値の 90% に達する）までの時間の補正が可能になる。

【 0 0 8 4 】

任意の時間オフセットをパルスに適用することは、時間オフセットが表示システムの基本クロック時間に比例しない場合、困難になる可能性がある。したがって、いくつかの実施形態は、必要な時間オフセットがクロック時間に近くなるように構成されている。たとえば、上記の例では、 33.333 ns のクロック時間は、表 1 の値に非常に近い時間オフセットを生成することができる（たとえば、最短パルスは 3 クロックサイクルではなく 4 クロックサイクル続く）。いくつかの実施形態では、遅延ラインなどの他のハードウェアを使用して、クロック周期によって長さが決まらない遅延を追加する。

【 0 0 8 5 】

この例では、余分なパルス長はすべての階調レベルに対して一定であり、完全なルックアップテーブルは不要である。しかしながら、他の方式では、階調レベルに依存する補正が必要になる場合がある。これは、たとえば、パルス駆動電流が階調レベルに依存する場合、またはヒステリシス効果（すなわち、対象パルスの前の画素の状態）が考慮される場合、発生する可能性がある。

【0086】

ルックアップテーブルは、より細かいものであってもよいし、より細くないものであってもよく、より多くのまたはより少ない階調レベルに対して非線形補正値を提示し得る。ルックアップテーブルのレベル間の階調レベルについては、余分なパルス長が補間されてもよい。このようなルックアップテーブルの値は、ディスプレイの要素（たとえば、異なる領域、異なる画素、異なるサブピクセル、異なるLEDの色）によって異なる場合がある。個々の要素の値を設定するために、たとえば12ビット（表示用に8ビットおよび補正用に4ビット）の追加ビットを使用してもよい。

【0087】

いくつかの実施形態では、コントローラは、それ自体で非線形補正を適用するか、または本開示の他の教示と組み合わせて適用する。たとえば、マイクロLEDおよび/またはマイクロLEDドライバは、（たとえば、10nsまたは50nsまたは100nsまたは500nsまたは1μs程度の）おおよその所望の最小パルス長を許容するように構成されてもよく、非線形補正は、光レベルをさらに制御し、かつ残留時間応答効果を補正するために、適用されてもよい。上記の例では、マイクロLEDとマイクロLEDドライバとは、約100nsの最短パルス長を許容するように構成され、階調レベルを正確に制御するために非線形補正を適用する。また、パルスの電流密度は、ルックアップテーブルを介して設定され得る。

10

【0088】

表1では、所望の光量がビット深度に厳密に比例すると仮定している。しかしながら、さらにガンマ補正を施してもよい。ガンマ補正後に所望の階調レベルを達成するように、非線形補正を構成してもよい。ルックアップテーブルには、たとえば、パルス持続時間またはパルスの電流密度をどのように変更するかを決定するために、異なる持続時間の光値を測定することなど、ディスプレイに較正プロセスを適用することによって決定される値がポピュレートされてもよい。

20

【0089】

実施形態は、所望の光量を達成するために、本明細書に開示されるような駆動方式を構成する方法を含む。この方法は、所望の出力（たとえば、ビット深度に対応する公称輝度レベル）を決定するステップと、所望の出力の所定の範囲内（たとえば、±10%または20%または5%または1%以内）にある実際の出力を達成するために適した駆動方式（たとえば、パルス形状および持続時間）でディスプレイを動作させるステップとを含み得る。

30

【0090】

いくつかの実施形態において、上述した技術の特定の態様は、ソフトウェアを実行する処理システムの1つ以上のプロセッサによって実現され得る。ソフトウェアは、非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体に記憶されるか、または他の態様では非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体において具体化された1つ以上の実行可能命令のセットを含む。ソフトウェアは、1つ以上のプロセッサによって実行されると上述の技術の1つ以上の態様を実行するように1つ以上のプロセッサを操作する命令および特定のデータを含み得る。非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体は、たとえば、磁気ディスクまたは光ディスク記憶装置、フラッシュメモリなどのソリッドステート記憶装置、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ（RAM）または他の不揮発性メモリ装置もしくはデバイスなどを含み得る。非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体に格納される実行可能命令は、ソースコード、アセンブリ言語コード、オブジェクトコード、または1つ以上のプロセッサによって解釈されるかもしくは他の態様で実行可能な他の命令形式であってもよい。

40

【0091】

なお、一般的な説明で上述した動作または要素のすべてが必要なわけではなく、特定の動作または装置の一部が必要でない場合もあり、また、説明したものに加えて、1つ以上のさらに別の動作が実行されたり、要素が含まれたりする場合がある。さらに、動作が列挙されている順序は、必ずしもそれらが実行される順序ではない。また、概念を特定の

50

施形態を参照して説明してきた。しかしながら、当業者であれば、以下の特許請求の範囲に規定される本開示の範囲から逸脱することなく、さまざまな修正および変更を行うことができることを理解する。したがって、本明細書および図面は、制限的な意味ではなく例示的な意味で見なされるべきであり、そのような変更はすべて本開示の範囲内に含まれることが意図されている。

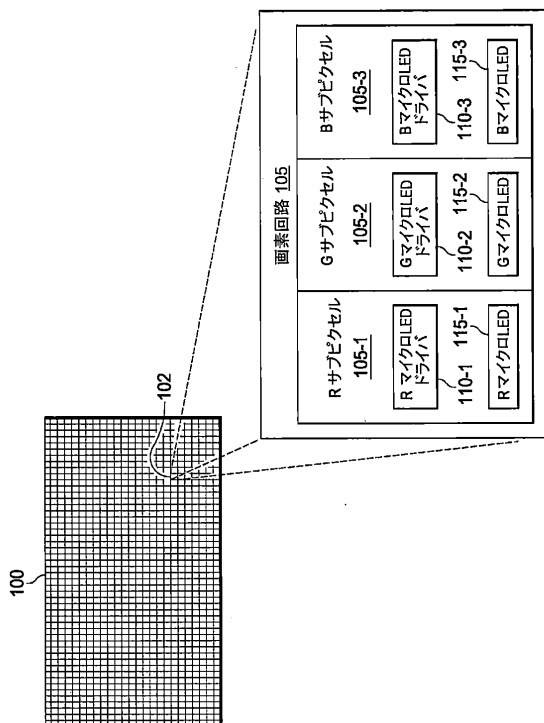
【0092】

利益、他の利点、および問題の解決策を、特定の実施形態に関して上述した。しかしながら、利益、利点、問題の解決策、および任意の利益、利点、もしくは解決策を生じさせるか、またはより顕著にする可能性のある任意の特徴（複数可）は、いずれかもしくはすべての特許請求の範囲の重要な特徴、必要な特徴、または必須の特徴として解釈されるべきではない。さらに、上記開示された主題は、本明細書の教示の利益を有する当業者に明らかでない、異なるが等価な様式で変更および実施され得るので、上記に開示された特定の実施形態は例示に過ぎない。本明細書に示される構造または設計の詳細については、以下の特許請求の範囲に記載される以外の制限は意図されていない。したがって、上記開示された特定の実施形態は、変更または修正が可能であり、そのようなすべての変形は、開示された主題の範囲内とみなされることは明らかである。したがって、本明細書で求める保護は、以下の特許請求の範囲に記載するとおりである。

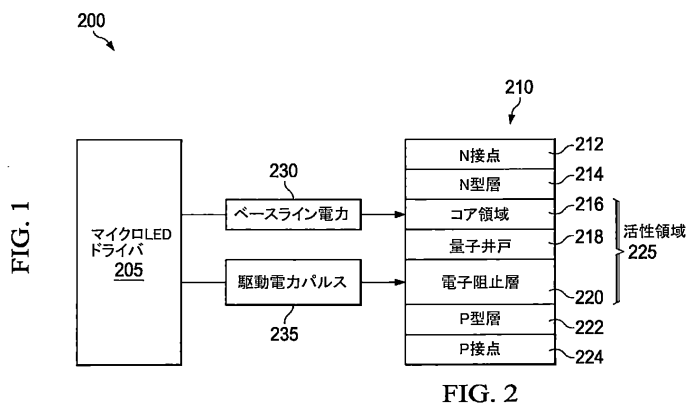
10

【図面】

【図1】



【図2】



20

FIG. 2

30

40

50

【 図 3 】

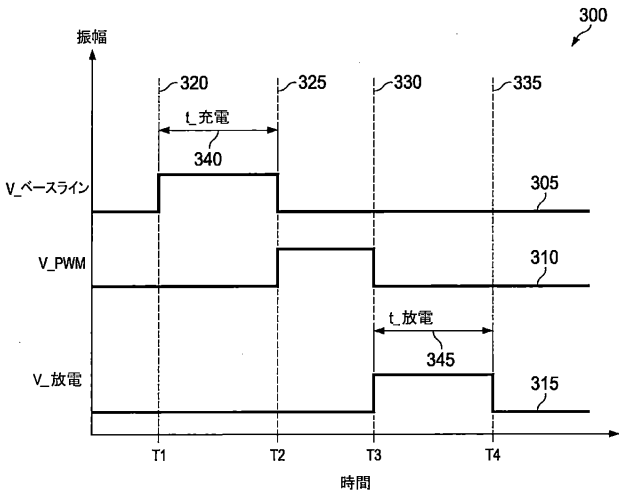


FIG. 3

【 図 4 】

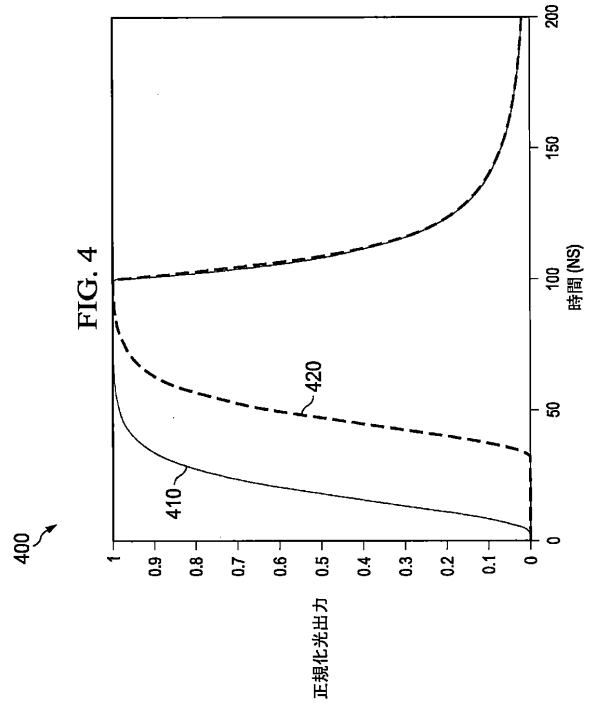


FIG. 4

【 図 5 】

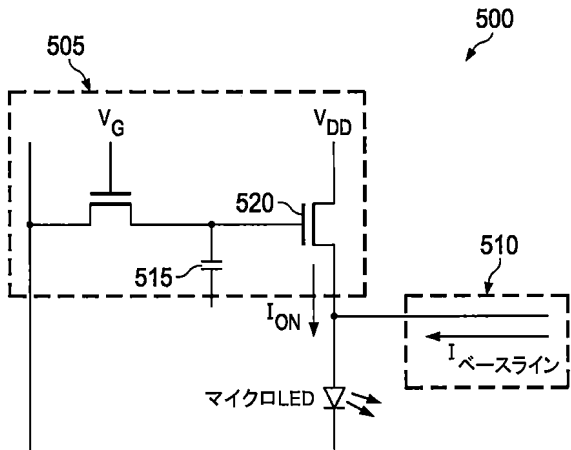


FIG. 5

【 図 6 】

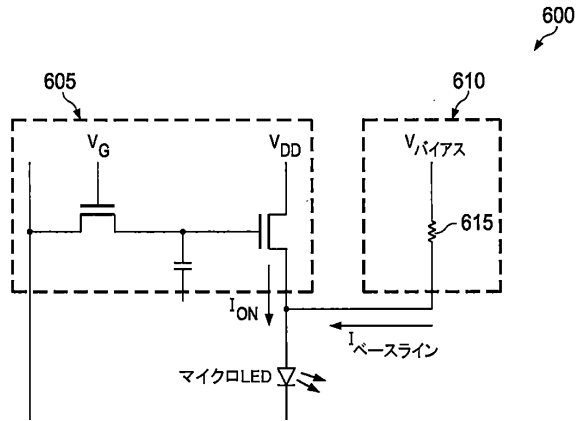


FIG. 6

10

20

30

40

50

【 図 7 】

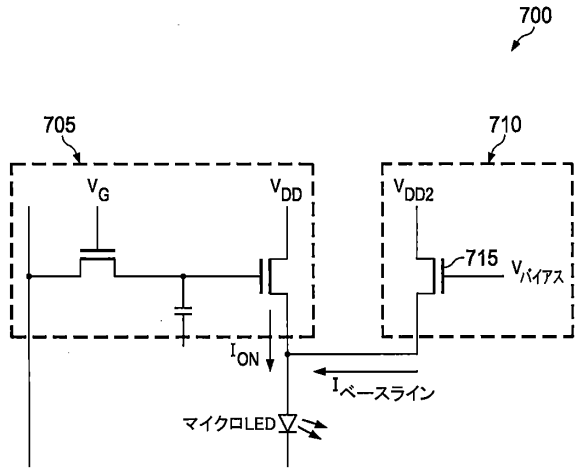
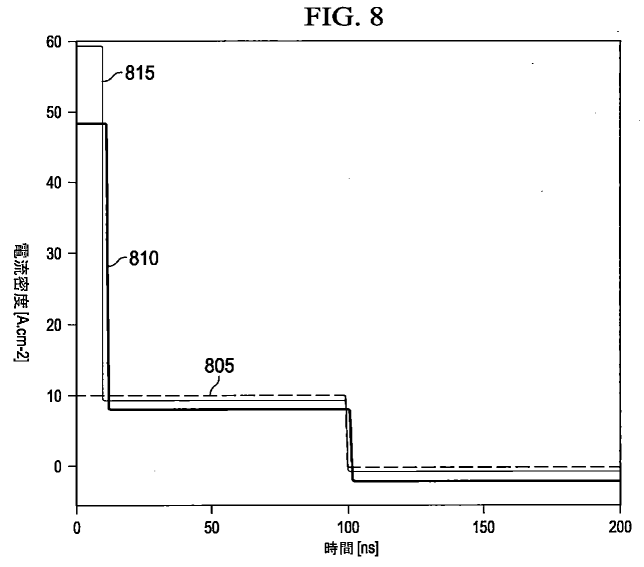


FIG. 7

【 図 8 】



10

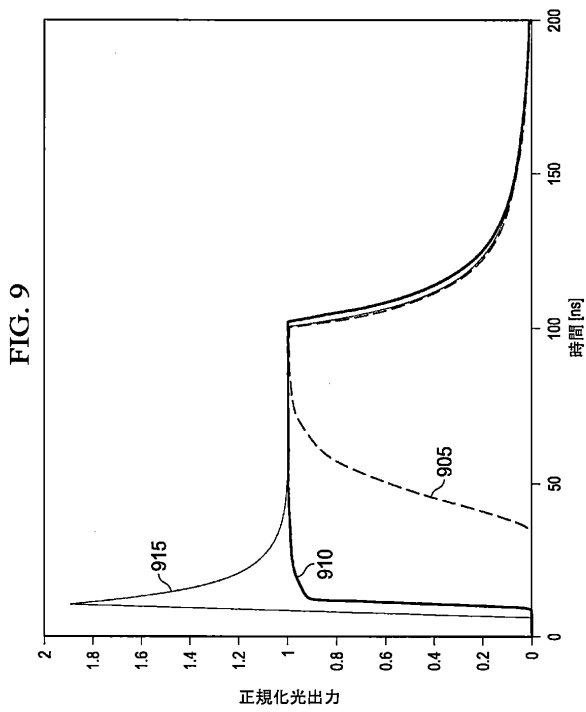
20

30

40

50

【 図 9 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2021/023601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G09G3/32 G09G3/3225 H01L25/075 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G09G H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015/364089 A1 (PYO SI-BEAK [KR] ET AL) 17 December 2015 (2015-12-17)	1-3,5-7, 15-17, 19,20
Y	the whole document	4,10-14, 18
A	----- CN 110 581 206 A (UNIV CENTRAL SOUTH) 17 December 2019 (2019-12-17) the whole document	1,8
X	----- US 2003/107536 A1 (ISHIZUKA SHINICHI [JP] ET AL) 12 June 2003 (2003-06-12)	8,9
Y	the whole document	4,10-14, 18

<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		*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
E earlier application or patent but published on or after the international filing date		*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
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)		*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
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*Z* document member of the same patent family
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search <p style="text-align: center;">7 May 2021</p>		Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center;">27/05/2021</p>
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <p style="text-align: center;">Vázquez del Real, S</p>

10

20

30

40

1

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2021/023601

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2015364089 A1	17-12-2015	KR 20150142830 A US 2015364089 A1	23-12-2015 17-12-2015

CN 110581206 A	17-12-2019	NONE	

US 2003107536 A1	12-06-2003	AU 2002354421 A1 EP 1451798 A1 JP 2003195806 A TW 200301664 A US 2003107536 A1 WO 03049074 A1	17-06-2003 01-09-2004 09-07-2003 01-07-2003 12-06-2003 12-06-2003

10

20

30

40

50

フロントページの続き

G,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,KE,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,NG,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
ィシアター・パークウェイ、 1 6 0 0

(72)発明者 ブリンクリー , パトリック・エフ

アメリカ合衆国、 9 4 0 4 3 カリフォルニア州、 マウンテン・ビュー、 アンフィシアター・パー
クウェイ、 1 6 0 0

(72)発明者 ビエリ , カーリン

アメリカ合衆国、 9 4 0 4 3 カリフォルニア州、 マウンテン・ビュー、 アンフィシアター・パー
クウェイ、 1 6 0 0

F ターム (参考) 5C080 AA07 BB05 CC03 DD05 DD08 DD26 FF11 JJ02 JJ03 JJ04
JJ05 KK02 KK43 KK52

5C380 AA03 AB06 AB34 AC07 AC08 AC11 AC20 BA01 BA21 BA45
BB01 BC04 BC09 CA53 CC26 CC33 CC62 CC63 CC68 CC77 CD012
CD013 CF41 DA02 DA07 DA34

5F241 CA40