

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7005620号

(P7005620)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月7日(2022.1.7)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/66 (2006.01)

H 0 1 L 21/66

B

H 0 1 L 33/50 (2010.01)

H 0 1 L 33/50

H 0 1 L 33/58 (2010.01)

H 0 1 L 33/58

G 0 1 M 11/00 (2006.01)

G 0 1 M 11/00

T

H 0 1 L 27/146 (2006.01)

H 0 1 L 27/146

Z

請求項の数 9 (全10頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-529174(P2019-529174)

(86)(22)出願日 平成29年12月7日(2017.12.7)

(65)公表番号 特表2020-518124(P2020-518124
A)

(43)公表日 令和2年6月18日(2020.6.18)

(86)国際出願番号 PCT/US2017/065195

(87)国際公開番号 WO2018/106970

(87)国際公開日 平成30年6月14日(2018.6.14)

審査請求日 令和2年8月7日(2020.8.7)

(31)優先権主張番号 62/432,548

(32)優先日 平成28年12月9日(2016.12.9)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 505377474

フォームファクター, インコーポレイ
テッドアメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5
5 1, リバーモア, サウスフロント
ロード 7 0 0 5

(74)代理人 110001379

特許業務法人 大島特許事務所

(72)発明者 川又 信尋

茨城県つくば市学園南2 - 4 - 4 パー
クハウス つくば さくら レジデンス 7
0 3

(72)発明者 河西 俊洋

神奈川県相模原市中央区すすきの町3 -
8

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 CMOS画像走査デバイスを試験するためのLED光源プローブカード技術

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

感光性電子デバイスのアレイを試験するための装置であって、
試験される電子デバイスの各々に対応するLED（発光ダイオード）光源を有するように
構成されたLED光源アレイを備え、

前記各LED光源は、

LED光を提供するように構成されたLEDと、

前記LED光を受光し、リン光を提供するように配置された蛍光体と、

前記リン光から点光源照明を提供するように構成されたアパーチャと、

前記点光源照明からコリメート光を提供するように構成されたレンズと、

前記コリメート光を受光し、改善された照明の均一性を有する出力光を提供するように配
置された均一性フィルタと、

各LED光源から光信号を測定し、測定された前記光信号を用いて前記LED光源アレイ
の動作を制御し、前記感光性電子デバイスのアレイに対して均一な照明を提供するように
構成されたフィードバック制御システムと、を含み、

前記各LED光源は、第1の光検出器をさらに含み、前記光信号は、前記第1の光検出器
によって提供され、

以下の3つの条件、

(i) 前記各LED光源は、前記第1の光検出器上に配置された減光フィルタをさらに含
む、

(i i) 前記第 1 の光検出器は、前記 L E D 光源の前記 L E D 及び前記蛍光体の両方から前記 L E D 光源内の光を受光するように構成される、及び

(i i i) 前記各 L E D 光源は、第 2 の光検出器と、第 2 の光検出器上に配置された減光フィルタと、をさらに含み、前記光信号は、前記第 1 の光検出器及び前記第 2 の光検出器の両方によって提供される、

の少なくとも 1 つの条件を満たすことを特徴とする装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、

当該装置は、光電子撮像デバイスを試験するためのプローブカードであり、

試験される光電子撮像デバイスの電気端子に電気的に接触するための 1 以上の電気プローブをさらに備えることを特徴とする装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記各 L E D 光源の前記蛍光体は、前記 L E D 光源の前記 L E D 上に配置される均一な厚さを有する薄膜として構成されることを特徴とする装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記フィードバック制御システムは、前記 L E D 光源からの出力光の較正測定から導出された参照テーブルを使用するように構成されたことを特徴とする装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記各 L E D 光源は、前記第 1 の光検出器上に配置された減光フィルタをさらに含むことを特徴とする装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記第 1 の光検出器は、前記 L E D 光源の前記 L E D 及び前記蛍光体の両方から前記 L E D 光源内の光を受光するように構成されたことを特徴とする装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記各 L E D 光源は、

第 2 の光検出器と、

第 2 の光検出器上に配置された減光フィルタと、をさらに含み、

前記光信号は、前記第 1 の光検出器及び前記第 2 の光検出器の両方によって提供されることを特徴とする装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記第 1 の光検出器及び前記第 2 の光検出器は、前記 L E D 光源の前記 L E D 及び前記蛍光体の両方から前記 L E D 光源内の光を受光するように構成されたことを特徴とする装置。

【請求項 9】

感光性電子デバイスのアレイを試験するための装置であって、

試験される電子デバイスの各々に対応する L E D (発光ダイオード) 光源を有するように構成された L E D 光源アレイを備え、

40

前記各 L E D 光源は、

L E D 光を提供するように構成された L E D と、

前記 L E D 光を受光し、リン光を提供するように配置された蛍光体と、

前記リン光から点光源照明を提供するように構成されたアパーチャと、

前記点光源照明からコリメート光を提供するように構成されたレンズと、

前記コリメート光を受光し、改善された照明の均一性を有する出力光を提供するように配置された均一性フィルタと、を含み、

前記各 L E D 光源の前記均一性フィルタは、各均一性フィルタの設置前の前記 L E D 光源

50

アレイの出力光均一性の較正測定に従って、その均一性フィルタに対応するLED光源について個別にカスタマイズされていることを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電子デバイス、特にCMOS画像走査(CIS)デバイスのプロービング及び試験に関する。

【背景技術】

【0002】

CMOS(相補型金属酸化膜半導体)画像走査デバイスの従来の試験では、ハロゲンランプを使用して試験用の光を提供していた。この構成は、サイズが大きいこと、メンテナン
10
スが大変であること、及び試験設定の再構成が困難であることなどの大きな問題を有する。これらの問題は、300mmもの直径を有する光源が必要とされるウェハスケールデバイス試験の状況下では特に深刻となる。したがって、光電子デバイスを試験するための改良された光源/プローブカードを提供することは、当技術分野における進歩となるであろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本願発明者は、CISデバイスの試験用の光源として発光ダイオード(LED)を使用す
20
ることに基づく、上記の問題の解決策を提供する。基本アーキテクチャは、試験されるCISデバイスチップごとに1つのLED光源を有するLEDアレイである。LEDアレイが使用されるのは、そのような試験は一般的に、単一のデバイスに対して個別に実施されるのではなく、ウェハスケールで実施されるためである。LEDは、試験に使用される光を提供する蛍光体を照射する。アパーチャとレンズとの構成を使用して、テレセントリック光を提供する。いくつかの実施形態では、アパーチャは、LEDの冷却構造の一部として使用することができる。

【0004】

均一性フィルタを使用して、チップ内及び/またはチップ間の照明の均一性を改善す
30
ることができる。このようなフィルタは、ピクセル化された減光フィルタと見なすことができる。閉ループ制御によって、LED光源間のばらつきを補正することができる。一例では、このような制御は、高照度(100ルクス(1x)より大きい)及び低照度(100ルクス(1x)以下)用の2つの較正テーブルを利用する。一例におけるフィードバック制御の別の特徴は、2つの光検出器の使用であり、一方の光検出器は、その検出面上に減光フィルタを有しており、他方の光検出器は、その検出面上に減光フィルタを有していない。LED強度のフィードバック制御は、(1)LEDから光検出器へ至る経路、及び(2)LEDから蛍光体を介して光検出器へ至る経路の2つのフィードバック経路を使用することができる。フィードバック制御はまた、LED光源モジュール内の単一の光検出器を用いて、光検出器上の減光フィルタの有無に関わらず実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1A】本発明の実施形態を示す図

【図1B】本発明の実施形態を示す図

【図2】本発明の実施形態での使用に適したLED光源の詳細図

【図3】本発明の実施形態での使用に適した制御アプローチを示す図

【図4A】アレイ均一性に関する第1の例示的な実験結果を示す図

【図4B】アレイ均一性に関する第1の例示的な実験結果を示す図

【図5A】アレイ均一性に関する第2の例示的な実験結果を示す図

【図5B】アレイ均一性に関する第2の例示的な実験結果を示す図

【図6A】単一のLED光源からの均一性がどのように改善されるかを図式的に示す図

10

20

30

40

50

【図 6 B】単一の LED 光源からの均一性がどのように改善されるかを図式的に示す図

【図 6 C】単一の LED 光源からの均一性がどのように改善されるかを図式的に示す図

【発明を実施するための形態】

【0006】

図 1 A ~ 1 B は、本発明の例示的な実施形態を示す。ここで、図 1 A は、感光性電子デバイスのアレイを試験するための装置の上面図であり、図 1 B は、図 1 A に示した装置の側面図である。図 1 A は、LED (発光ダイオード) 光源のアレイ 110 を示し、アレイ中の 4 つの LED 光源に、102、104、106 及び 108 の参照符号が付されている。なお、LED 光源アレイは、図 1 A に示すような正方形である必要はない。別の可能な変形例では、LED 光源間に間隙を設けて、LED 光源の配置が連続しないようにする。

10

【0007】

図 1 B の側面図に示すように、アレイ 110 は、被試験電子デバイスの各々に対応する LED 光源を有するように構成される。この例では、LED 光源 102、104、106、108 はそれぞれ、被試験デバイス 122、124、126、128 に対応している。より具体的には、LED 光源 102、104、106、108 はそれぞれ、被試験デバイス 122、124、126、128 に出光 142、144、146、148 を供給する。ここで、被試験デバイス 122、124、126、128 が基板 120 内に配置された様子が概略的に示されているが、これはウェハスケール試験の場合である。

【0008】

本発明のアプローチの重要な利点は、LED 光源のサイズが小さいことにより、光照射と電気的プロービングの統合が簡単になり、光電子撮像デバイスを試験するための真の光電子プローブカードを提供することである。図 1 A ~ 1 B の例では、この好ましい特徴は、被試験デバイス 122、124、126、128 の電気端子に電気的にそれぞれ接触する電気プローブ 132 a、b、134 a、b、136 a、b、138 a、b によって示される。説明を容易にするために、被試験デバイスあたり 2 つの電気プローブが示されているが、実際には、被試験デバイスあたり任意の数の電気プローブを使用することができる。

20

【0009】

図 2 は、本発明の実施形態での使用に適した例示的な LED 光源の詳細図である。好ましい実施形態のこの例では、LED (発光ダイオード) 214 が LED 光 (実線の矢印) を提供し、蛍光体 216 が LED 光を受光し、リン光 (破線の矢印) を提供するように配置される。アパーチャ 218 は、図示のように、リン光から点光源照明を提供するように構成される。レンズ 222 は、点光源照明からコリメート光 (平行光) を提供するように構成される。レンズ 222 は、蛍光体 216 によって提供される波長範囲での上記のコリメート機能のために設計された非球面レンズであることが好ましい。均一性フィルタ 228 は、コリメート光を受光し、改善された照明の均一性を有する出力光を提供するように配置される。

30

【0010】

図 2 の例はまた、好ましい実施形態及び/または完全な設計において存在するさらなる特徴を示す。ここで、LED 214 は、ヒートシンク部材 204 上に載置され、パッケージは、第 1 のフォトダイオード (第 1 の光検出器) 206 と、第 2 のフォトダイオード (第 2 の光検出器) 208 と、第 2 のフォトダイオード上に配置された減光フィルタ 212 とを含む。以下により詳細に説明するように、フォトダイオード 206、208 は、好ましい実施形態において、LED 光源アレイのフィードバック制御用の信号を提供するために使用される。ヒートシンク部材 204 及びフォトダイオード 206、208 は、基板 202 上に配置される。スペーサ部材 210 は、蛍光体 216 及びアパーチャ 218 を適切な垂直高さで支持するために使用される。レンズハウジング 220 は、図示のようにコリメートされた光 (すなわち、テレセントリックな光) を提供するために、レンズ 222 をアパーチャ 218 から正しい距離に配置する。コリメート光の経路に配置され得る任意選択の構成要素には、赤外線 (IR) フィルタ 224 及び/またはディフューザ 226 が含まれる。ここで、IR フィルタは、IR 放射線が被試験デバイスに到達するのを遮断して、

40

50

可視光のみを被試験デバイスに提供し、ディフューザは、LED光源によって被試験デバイスに提供される光の均一性を改善するのに役立つ。

【0011】

図2に示すように、第1の光検出器206及び第2の光検出器208は、一般的に、LED214（実線の矢印）及び蛍光体216（破線の矢印）の両方からLED光源内の光を受光する。各LED光源の蛍光体は、図2に示すように、LED光源のLED上に配置される均一な厚さを有する薄膜として構成されることが好ましい。蛍光体216は、（例えば、赤色、緑色及び青色の発光蛍光体を混ぜ合わせることによって）実質的に白色の照明を提供するように選択された蛍光体の混合物であることが好ましい。あるいは、蛍光体または蛍光体混合物は、特定の所望のスペクトル分布を強調するように選択され得る。

10

【0012】

本発明の好ましい実施形態の重要な態様は、全ての被試験デバイスに対して照射の均一性を提供するための、発光アレイ内の各LED光源のフィードバック制御である。図3は、本発明の実施形態での使用に適した制御アプローチを示す。ここで、フィードバック制御システム302は、各LED光源304、306、308、310から測定された光信号を受信し（点線）、測定された光信号を用いてLED光源のアレイの動作を制御し（実線）、感光性電子デバイスのアレイに対して均一な照明を提供するように構成される。システムの較正は、測定された光信号を各LED光源の発光強度に関連付けるために実施され得る。このデータは、フィードバック制御システム302内に参照テーブルを作成するのに使用することができる。これにより、各LED光源を、その測定された光信号が所望のアレイ強度についての参照テーブルに従うように駆動させることができる。参照テーブルにおける補間は、較正データ点間の中間である所望の強度値について実施することができる。このような較正は、最初に実施することができ、その後、経時的なデバイス性能のドリフトを補正するために、必要に応じて、時々繰り返すことができる。説明を容易にするために、図3の例では4つのLED光源のみが示されているが、このようなフィードバック制御は、任意の数のLED光源を有するアレイに対して実施することができる。

20

【0013】

図2の例のような好ましい実施形態では、各LED光源からの2つのフィードバック信号が使用され、第1の信号は、光検出面に減光フィルタが配置されていない第1の光検出器からの信号であり、第2の信号は、光検出面に減光フィルタが配置されている第2の光検出器からの信号である。このように構成されたフィードバックのための2つの検出器を有する目的は、ダイナミックレンジを改善することである。単一の検出器では、限られた光強度範囲でしか有用なフィードバックを提供できないからである。したがって、この例では、第2の光検出器208は、光強度が第1の光検出器206を飽和させるのに十分高い場合に、減光フィルタ212により有用なフィードバックを提供することができる。減光フィルタ212は、組み合わせられた2つの検出器に対して連続的なフィードバック範囲を提供するように構成されることが好ましい（例えば、第2の光検出器208からの信号は、第1の光検出器206を飽和させる最も低い光強度に対するその飽和値の1%である）。必要ならば、これらの原理に従ってダイナミックレンジをさらに増大させるために、さらなるフィードバック検出器及び減光フィルタを追加することができる。あるいは、単一の光検出器（減光フィルタの有無に関わらず）を使用して、フィードバック用の光信号を提供することができる。

30

40

【0014】

また、均一性は、各LED光源に均一性フィルタ228を使用することによっても改善される。これらの均一性フィルタは、各均一性フィルタの設置前のLED光源のアレイの出力光均一性の較正測定に従って、その均一性フィルタに対応するLED光源について個別にカスタマイズされた減光フィルタであり得る。換言すれば、LED光源間の均一性は、能動的手段（フィードバック制御）及び受動的手段（均一性フィルタ）の両方を組み合わせて用いて提供される。

【0015】

50

図 4 A ~ 4 B は、アレイ均一性に関する第 1 の例示的な実験結果を示す。ここで、図 4 A は、駆動電流が互いに同一である各 LED アレイについての発光値のテーブルであり、図 4 B は、アレイの各 LED 光源に対して適切にカスタマイズされた均一性フィルタを設置した後の同一のアレイについての発光値のテーブルである。図 4 A では、発光値は、最大 555、最小 463、平均 520、標準偏差 22 であった。図 4 B では、発光値は、最大 553、最小 546、平均 550、標準偏差 1.9 であった。明らかに、図 4 B のアレイは、図 4 A のアレイよりもはるかに均一な照明を提供する。閉ループ制御によって、LED 光源間の照明の均一性がさらに改善されることが期待される。

【 0 0 1 6 】

図 5 A ~ 5 B は、アレイ均一性に関する第 2 の例示的な実験結果を示す。図 4 A ~ 4 B は、上記の装置における或るテスタータイプの結果であり、図 5 A ~ 5 B は、同一または類似の装置における別のテスタータイプの結果である。ここで、図 5 A は、駆動電流が互いに同一である各 LED アレイについての発光値のテーブルであり、図 5 B は、アレイの各光源に対して適切にカスタマイズされた均一性フィルタを設置した後の同一のアレイについての発光値のテーブルである。図 5 A では、発光値は、最大 551、最小 451、平均 506、標準偏差 32 であった。図 5 B では、発光値は、最大 564、最小 554、平均 559、標準偏差 2.3 であった。明らかに、図 5 B のアレイは、図 5 A のアレイよりもはるかに均一な照明を提供する。閉ループ制御によって、LED 光源間の照明の均一性がさらに改善されることが期待される。

【 0 0 1 7 】

図 4 A ~ 4 B 及び図 5 A ~ 5 B の例のような LED 光源アレイを、試験用途のための従来のハロゲン光源と比較した。LED 光源アレイは、従来のハロゲン光源と同等の均一な照明を提供した。

【 0 0 1 8 】

上述の例は、均一性フィルタを使用して、被試験デバイス間の均一性を改善する方法を示している。また、LED 光源間の均一性を向上させる代わりにまたはそれに加えて、均一性フィルタを使用して各 LED 光源からの照明の均一性を向上させることも可能である。

【 0 0 1 9 】

図 6 A ~ 6 C は、単一の LED 光源からの均一性がどのように改善されるかを図式的に示す。ここで、図 6 A は、上述したような LED 光源から得られる発光パターンを図式的に示す。均一性フィルタは、図 6 B に示すような透過率を有するように（すなわち、図 6 A のビームパターンの強度の高い部分については透過率が低くなり、図 6 A のビームパターンの強度の低い部分については透過率が高くなるように）調整することができる。このような可変透過率を有するフィルタとしては、フォトリソグラフィ（例えば、ガラスまたは石英上のクロム）などを用いることができる。この均一性フィルタの設置後、図 6 C に図式的に示すように、強度分布はより均一になる。ここで、各 LED 光源の均一性フィルタは、各均一性フィルタの設置前のその均一性フィルタに対応する LED 光源の出力光均一性の較正測定に従って、その均一性フィルタに対応する LED 光源について個別にカスタマイズされている。

10

20

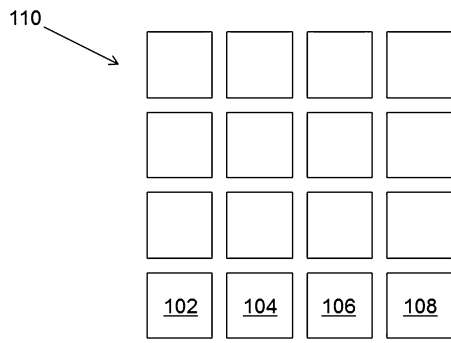
30

40

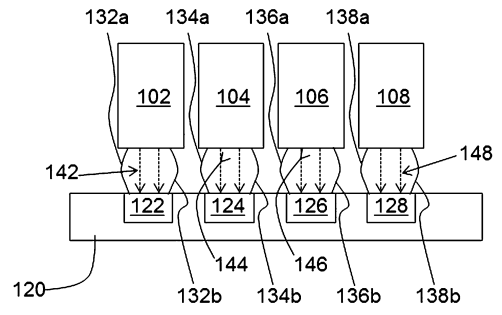
50

【図面】

【図 1 A】

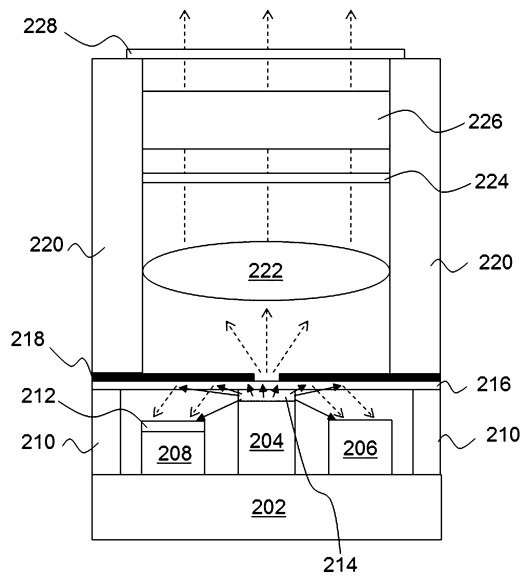


【図 1 B】

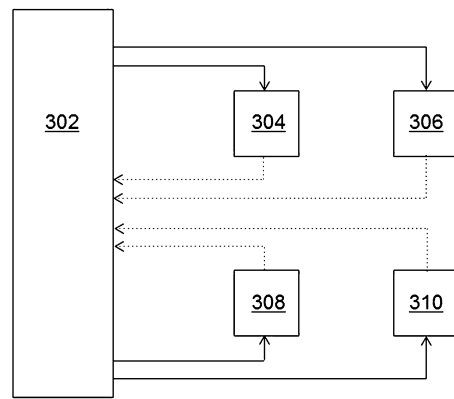


10

【図 2】



【図 3】



20

30

40

50

【 4 A 】

481.250	515.461	517.610	489.189
506.858	539.214	543.078	507.767
515.596	540.774	539.932	528.548
516.429	551.298	552.416	527.342
506.770	534.019	533.499	NA
505.786	555.190	543.808	512.950
496.279	526.900	530.242	506.960
463.187	NA	495.725	NA

【 4 B 】

550.829	547.876	550.244	552.087
549.320	551.410	552.220	546.742
549.200	552.883	547.279	549.181
552.182	546.430	547.173	549.575
547.081	549.316	551.191	552.362
550.399	551.122	548.105	549.687
551.835	550.963	548.861	546.749
549.264	548.041	552.307	548.851

10

【 5 A 】

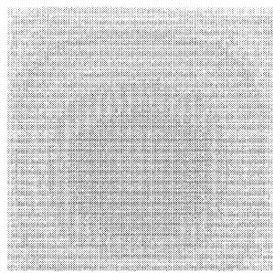
451.230	489.424	490.807	451.203
491.039	536.851	521.555	476.657
498.557	551.422	543.942	501.097
505.300	551.256	550.315	500.009
507.687	548.114	541.678	493.767
496.213	535.792	538.548	496.388
489.515	543.533	544.201	479.103
455.371	471.982	483.247	455.782

【 5 B 】

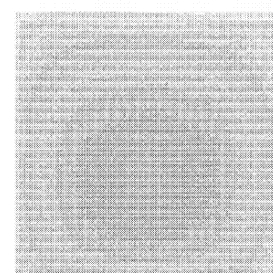
558.173	555.783	557.201	555.524
559.492	560.356	558.371	561.663
560.904	562.156	554.423	558.185
558.147	556.436	560.664	559.583
558.451	559.588	560.001	562.049
564.045	558.246	560.032	555.906
559.361	554.884	560.814	562.318
560.378	562.035	561.588	558.054

20

【 6 A 】



【 6 B 】

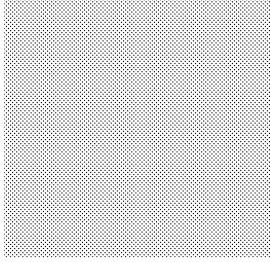


30

40

50

【 6 C】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I			
G 0 2 B	5/20 (2006.01)	G 0 2 B	5/20		
G 0 1 R	1/073(2006.01)	H 0 1 L	21/66		X
		G 0 1 R	1/073		

(72)発明者 笹浪 弘光
神奈川県横浜市神奈川区大口仲町187-9308

(72)発明者 森 薫興
神奈川県海老名市柏ヶ谷701-1-819

審査官 小池 英敏

(56)参考文献 特開2009-105262(JP,A)
特開2007-208253(JP,A)
特開2016-040842(JP,A)
韓国公開特許第10-2008-0041792(KR,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H 0 1 L 2 1 / 6 6
H 0 1 L 3 3 / 5 0
H 0 1 L 3 3 / 5 8
G 0 1 M 1 1 / 0 0
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6
G 0 2 B 5 / 2 0
G 0 1 R 1 / 0 7 3