

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-503803
(P2019-503803A)

(43) 公表日 平成31年2月14日(2019.2.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
A 6 1 N 5/06 (2006.01) A 6 1 N 5/06 Z 4 C 0 8 2

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2018-540404 (P2018-540404)
(86) (22) 出願日 平成29年1月30日(2017.1.30)
(85) 翻訳文提出日 平成30年10月2日(2018.10.2)
(86) 国際出願番号 PCT/IB2017/050478
(87) 国際公開番号 W02017/134549
(87) 国際公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)
(31) 優先権主張番号 16153812.9
(32) 優先日 平成28年2月2日(2016.2.2)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)
(31) 優先権主張番号 17152196.6
(32) 優先日 平成29年1月19日(2017.1.19)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

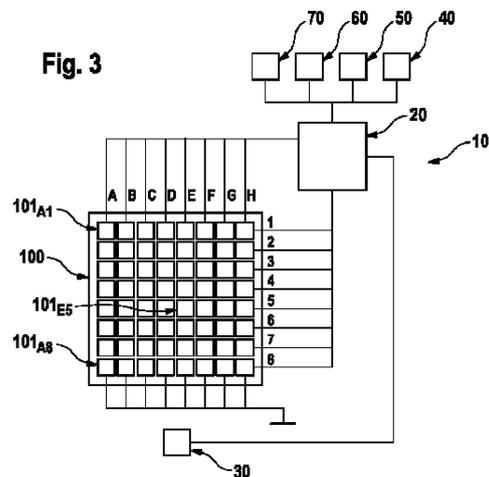
(71) 出願人 508117514
ブラウン ゲーエムベーハー
ドイツ連邦共和国 クロンベルグ, 6 1 4
7 6 フランクフルター・シュトラッセ
1 4 5
(74) 代理人 110001243
特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(72) 発明者 フランク ベールヴェルト
ドイツ 6 1 4 7 6 クロンベルク フラ
ンクフルター シュトラッセ 1 4 5 ピ
ー アンド ジー サービス ゲーエムベ
ーハー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 皮膚処理装置

(57) 【要約】

本発明は、皮膚処理装置、詳細には一時脱毛装置であって、基板と、該基板上的の少なくとも0.2cm²、詳細には少なくとも1.0cm²の領域に実装された複数の第1のLEDダイと、を有する発光ユニットを備え、第1のLEDダイが、700nm~980nmの遠赤色又は赤外波長範囲の第1のピーク発光波長で発光するようにそれぞれ構成され、少なくとも1個の第2のLEDダイが、400nm~700nm未満の可視波長範囲の第2のピーク発光波長で発光するように構成されており、皮膚処理装置は、第1のLEDダイを作動して、詳細には10ms~300msのパルス長を有する処理光パルスを放射するように構成され、第1のLEDダイが、処理光パルスの照射によってユーザの皮膚上で少なくとも1J/cm²の放射フルエンスが得られるような放射光束を有し、皮膚処理装置は、少なくとも1個の第2のLEDダイを作動して、処理光パルスの放射と同時に可視光パルスを放射するように構成されている、皮膚処理装置に関する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

皮膚処理装置、詳細には一時脱毛装置であって、

基板と、該基板上の少なくとも 0.2 cm^2 、詳細には少なくとも 1.0 cm^2 の領域に実装された複数の第 1 の LED ダイと、を有する発光ユニットを備え、前記第 1 の LED ダイが、 $700 \text{ nm} \sim 980 \text{ nm}$ の遠赤色又は赤外波長範囲の第 1 のピーク発光波長で発光するようにそれぞれ構成され、少なくとも 1 個の第 2 の LED ダイが、 $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$ 未満の可視波長範囲の第 2 のピーク発光波長で発光するように構成されており、

前記皮膚処理装置は、前記第 1 の LED ダイを作動して、詳細には $10 \text{ ms} \sim 300 \text{ ms}$ のパルス長を有する処理光パルスを放射するように構成され、前記第 1 の LED ダイが、前記処理光パルスの照射によってユーザの皮膚上で少なくとも $1 \text{ J} / \text{cm}^2$ の放射フルエンスが得られるような放射光束を有し、

前記皮膚処理装置は、前記少なくとも 1 個の第 2 の LED ダイを作動して、前記処理光パルスの放射と同時に可視光パルス放射するように構成されている、皮膚処理装置。

【請求項 2】

出口開口部を更に備え、前記処理光パルスと前記可視光パルスとが前記出口開口部を通過して前記皮膚処理装置から出射するように構成されている、請求項 1 に記載の皮膚処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の LED ダイを作動して前記処理光パルス放射させるとともに、前記少なくとも 1 個の第 2 の LED ダイを作動して前記処理光パルスと同時に前記可視光パルス放射させる制御ユニットを更に備える、請求項 1 又は 2 に記載の皮膚処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 のピーク発光波長が、 $700 \text{ nm} \sim 780 \text{ nm}$ 又は $800 \text{ nm} \sim 900 \text{ nm}$ の波長範囲にある、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の皮膚処理装置。

【請求項 5】

前記第 1 の LED ダイのそれぞれが、前記パルス長にわたって照射可能な少なくとも 0.6 W の放射光束を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の皮膚処理装置。

【請求項 6】

前記制御ユニットが、前記第 2 の LED ダイを作動して前記処理光パルスの持続時間外でも可視光を放射させるように構成されている、請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の皮膚処理装置。

【請求項 7】

前記皮膚処理装置が、皮膚特性を測定するための少なくとも 1 つのセンサと、該センサによって測定された該皮膚特性に基づいて前記 LED ダイを制御するための、前記皮膚センサと接続された制御ユニットと、を更に備える、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の皮膚処理装置。

【請求項 8】

第 1 の皮膚処理機能、詳細には一時的な脱毛機能と、第 2 の皮膚処理機能、詳細には皮膚再生機能との間で切り替えを行うための制御要素を更に備える、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の皮膚処理装置。

【請求項 9】

$400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$ の可視範囲の更なるピーク発光波長で発光するように構成された少なくとも更なる第 2 の LED ダイを備え、前記更なるピーク発光波長が、前記第 2 のピーク発光波長とは異なり、詳細には、異なるピーク発光波長で可視範囲でそれぞれが発光する少なくとも 2 個の更なる第 2 の LED ダイが存在し、必要に応じて、前記 3 個の第 2 の LED ダイが、無彩色の白色光が発生されるように選択される、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の皮膚処理装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記装置が、前記可視光パルスの強度又は色の少なくとも一方を、詳細にはユーザの入力、選択される皮膚処理機能、前記処理光パルスの放射フルエンス、電池の充電状態、又は装置の温度の値の少なくとも1つに応じて制御するように構成されている、請求項1～9のいずれか1項に記載の皮膚処理装置。

【請求項11】

前記少なくとも1個の第2のLEDダイによる可視光パルスの放射をユーザの制御によって作動するためのスイッチを更に備える、請求項1～10のいずれか1項に記載の皮膚処理装置。

【請求項12】

前記少なくとも1個の第2のLEDダイもまた、前記基板上に実装されている、請求項1～11のいずれか1項に記載の皮膚処理装置。

【請求項13】

前記基板上に実装された少なくとも3個の第2のLEDダイを備え、該第2のLEDダイは、前記第1のLEDダイの選択された活性領域を示すのに適した位置に配置され、前記皮膚処理装置は、2つの異なるサイズの選択可能な活性領域を有するように構成され、より大きい方の前記選択可能な活性領域がより小さい方の前記選択可能な活性領域を含む、請求項1～12のいずれか1項に記載の皮膚処理装置。

【請求項14】

美容皮膚処理、詳細には美容脱毛の方法であって、

基板と、該基板上に実装され、700nm～980nmの遠赤色～赤外波長範囲の第1のピーク発光波長で発光するように構成された複数の第1のLEDダイとを与える工程と、

400nm～700nm未満の可視波長範囲で発光するように構成された第2のLEDダイとを与える工程と、

前記第1のLEDダイを作動して処理光パルスを放射させる工程と、

前記少なくとも1個の第2のLEDダイを作動して前記処理光パルスと同時に可視光パルスを放射させる工程と、を含む、方法。

【請求項15】

前記処理光パルスと前記可視光パルスとを前記出口開口部を通して方向付ける工程を更に含む、請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は皮膚処理装置に関し、詳細には、複数のLEDダイを有する一時脱毛装置に関する。

【背景技術】

【0002】

比較的高い強度の光で皮膚を処理することによって皮膚再生などの特定の作用、詳細には(一時的)脱毛(一時的な発毛低減としても知られる)を実現できることが知られている。少なくとも一時的な脱毛に適した多くの既知の光皮膚処理装置ではレーザー光源又はフラッシュランプを利用しているが、これは、これらの光源がいずれも高強度の光を短いパルスで与えることができることによる。LEDは、一般に代替光源の1つとして述べられている。

【0003】

特許文献、米国特許出願公開第2012/0116373(A1)号は、物体に光を照射する光照射装置を開示している。装置は、処理光と検知光とを生成する光源を備え、制御ユニットが、処理時間間隔の処理光と検知時間間隔の検知光とが交互に生成されるように光源を制御する。光源は、好ましくは固体光源、特に発光ダイオード又はレーザーダイオードである。光源はVCSELを含むことが好ましい。処理光は、好ましくは570～1200nmの範囲の波長、及び2～30J/cm²の範囲のエネルギー密度を有し、パル

10

20

30

40

50

ス持続時間は1～600ms以内である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2012/0116373(A1)号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本開示の目的は、従来の装置と比較して改良されているか、又は少なくとも代替手段を与える、複数のLEDダイを有する皮膚処理装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

一態様によれば、皮膚処理装置、詳細には一時脱毛装置であって、基板と、該基板上の少なくとも 0.2cm^2 、詳細には少なくとも 1.0cm^2 の領域に実装された複数の第1のLEDダイと、を有する発光ユニットを備え、第1のLEDダイが、 $700\text{nm} \sim 980\text{nm}$ の遠赤色又は赤外波長範囲の第1のピーク発光波長で発光するようにそれぞれ構成され、少なくとも1個の第2のLEDダイが、 $400\text{nm} \sim 700\text{nm}$ 未満の可視波長範囲の第2のピーク発光波長で発光するように構成されており、皮膚処理装置は、第1のLEDダイを作動して、詳細には $10\text{ms} \sim 300\text{ms}$ のパルス長を有する処理光パルスを放射するように構成され、第1のLEDダイが、処理光パルスの照射によってユーザの皮膚上で少なくとも $1\text{J}/\text{cm}^2$ の放射フルエンスが得られるような放射光束を有し、皮膚処理装置は、少なくとも1個の第2のLEDダイを作動して、処理光パルスの放射と同時に可視光パルスを放射するように構成されている、皮膚処理装置が提供される。

20

【0007】

一態様によれば、美容皮膚処理、詳細には美容脱毛の方法であって、

基板と、該基板の上に実装され、 $700\text{nm} \sim 980\text{nm}$ の遠赤色～赤外波長範囲の第1のピーク発光波長で発光するように構成された複数の第1のLEDダイとを与える工程と、

$400\text{nm} \sim 700\text{nm}$ 未満の可視波長範囲で発光するように構成された第2のLEDダイを与える工程と、

30

第1のLEDダイを作動して処理光パルスを放射させる工程と、

少なくとも1個の第2のLEDダイを作動して処理光パルスと同時に可視光パルスを放射させる工程と、を含む、方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

本開示は、図面を参照する例示的实施形態の説明によって更に明らかとなる。

【図1】 $300\text{nm} \sim 2000\text{nm}$ の光の波長に対する対数スケール上のメラニン、水、オキシヘモグロビンの吸収係数を示すグラフである。

【図2】 $200\text{nm} \sim 9000\text{nm}$ の光の波長に対するユーメラニン及びフェオメラニンの吸光係数を示すグラフである。

40

【図3】8個×8個のLEDダイの行列が実装された基板を有する、本開示に基づく発光ユニットの例示的な一実施形態の概略図である。

【図4A】第1及び第2のLEDダイを含む、基板の上に実装された8個×8個のLEDダイの行列の別の例示的实施形態である。

【図4B】第1及び第2のLEDダイを含む、基板の上に実装された15個×4個のLEDダイの行列の更なる例示的实施形態である。

【図5】第1及び第2のLEDダイを含む、基板の上に実装された8個×8個のLEDダイの行列の別の例示的实施形態である。

【図6】異なる部分複数の第1のLEDダイと第2のLEDダイとを含む、基板の上に実装された8個×8個のLEDダイの行列の更なる例示的实施形態である。

50

【図 7 A】本開示に基づく皮膚処理装置の例示的な一実施形態の側面図である。

【図 7 B】図 7 A に示される皮膚処理装置の異なる例示的なヘッドの正面図であり、皮膚特性を測定するための異なるセンサの異なる位置が示されている。

【図 7 C】図 7 A に示される皮膚処理装置の異なる例示的なヘッドの正面図であり、皮膚特性を測定するための異なるセンサの異なる位置が示されている。

【図 7 D】図 7 A に示される皮膚処理装置の異なる例示的なヘッドの正面図であり、皮膚特性を測定するための異なるセンサの異なる位置が示されている。

【図 8】余分な熱を除去するためのヒートシンク上に実装された基板上に実装された LED ダイのアレイの概略図である。

【図 9 A】実装基板領域の周囲に配置された内側反射壁を有するケーシングを有する基板上に実装された LED ダイのアレイの図である。

【図 9 B】図 9 A に示されるケーシングを有する LED アレイの切欠き図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

皮膚に光（具体的には少なくとも 1 つの処理光パルスの形態）を照射することにより、様々な種類の皮膚処理を行い得ることが一般的に知られている。このような皮膚処理には、皮膚再生、皺低減、ニキビ治療、及び（一時及び永久）脱毛（毛髪が光の照射によって必ずしも直ちに脱毛されるわけではないため、発毛減少又は発毛管理とも称される）が包含される。皮膚の処理は、単に美容上の理由による脱毛などの美容的処理と、非美容的（例えば予防的治療的）処理とに大別することができる。詳細には、一時及び / 又は永久脱毛（発毛減少、以下、単に「脱毛」を用いる）を実現するための皮膚処理で必要とされる単位面積当たりの LED ダイのアレイによって放射される放射光束は、皮膚再生などで必要とされる放射光束よりも大幅に高い。皮膚に処理光パルス照射する目的で、レーザ光源、フラッシュランプ（例えばキセノンアークランプ）、及び LED などの半導体光源といった様々な光源が検討されてきた。レーザ光源及びフラッシュランプは、脱毛に関して広く検討されているが、光源としての LED の応用についてはほとんど検討されていない。これは、詳細には、短いパルス長（例えば、10ms 以下）で皮膚に照射される必要のある放射フルエンスが、レーザ又はフラッシュランプによって容易に与えられるためである。そこで、本開示は、半導体光源（下記で LED なる用語が使用される場合、これには VCSEL、VECSEL、又は OLED などの他の固体光源が包含されるものとする）、詳細には、LED ダイのアレイ（すなわちパッケージング LED ではない半導体ダイ）、及び光による一時又は永久脱毛におけるその使用に関するものである。

【0010】

LED ダイは、例えば、使用される半導体材料に応じて、紫外（UV）光から赤外（IR）光まで、すなわち約 280nm ~ 1300nm の基本的にあらゆる波長の光を放射することができる。LED ダイは、

【0011】

【数 1】

$$\Delta \lambda \leq \pm \lambda / 20$$

の比較的狭いスペクトル帯域幅の光を放射する。本開示において「波長」なる用語が LED ダイに関して使用される場合、この波長は、ピーク発光波長、すなわち、LED ダイの発光曲線の最大値における波長を意味する。

【0012】

本明細書によれば、複数の第 1 の LED ダイは、700nm ~ 980nm の遠赤色 ~ 赤外波長範囲、詳細には 700nm ~ 880nm の範囲のピーク発光波長で発光する。特定の実施形態では、第 1 の LED ダイは、700nm ~ 760nm の範囲、又は 820nm ~ 880nm の範囲のピーク発光波長で発光する。特定の実施形態では、第 1 の部分複数の第 1 の LED ダイは 700nm ~ 760nm の範囲のピーク発光波長で発光し、第 2 の部分複数の第 1 の LED ダイは 820nm ~ 880nm の範囲のピーク発光波長で発光す

10

20

30

40

50

る。本明細書によれば、少なくとも1個の第2のLEDダイが、可視光波長範囲、すなわち400nm~700nmの範囲のピーク発光波長で発光することによって、第1のLEDによる処理光パルスの放射と同時に可視光パルスを放射する。遠赤色~赤外波長範囲の処理光パルスは基本的にヒトの目には見えないため、同時に可視光パルスを与えることで処理光パルスが放射される際にユーザがこれを効果的に認識することができる。詳細には、可視光パルスが処理光パルスと同じ長さである場合、ユーザは、装置を皮膚上に保持すべきであることを理解する。これはまた、装置が目に見えない処理光パルスを発生していることの視覚的確認も与える。下記に詳細に説明されるように、例えば、ユーザが皮膚処理装置を配置する補助とするか、又は第1のLEDダイの選択された活性領域を識別するための単なる照明の目的で、少なくとも1個の第2のLEDダイを使用して処理光パルスの放射中でないときに可視光を放射することもできる。

10

【0013】

特定の実施形態では、少なくとも1個の第2のLEDダイも基板上に実装される。しかしながら、必ずしもそうとは限らず、第2のLEDダイは別の場所に配置することができる。特定の実施形態では、可視光パルス及び基本的に不可視の処理光パルスは、装置の共通の射出ウィンドウを通して指向される。特定の実施形態では、少なくとも2個のLEDダイが設けられ、これら2個のLEDダイは可視波長範囲の異なるピーク発光波長で発光する。特定の実施形態では、可視範囲の異なるピーク発光波長でそれぞれが発光することにより無彩色の白色パルスを発生することができる少なくとも3個の第2のLEDダイが提供される。特定の実施形態では、皮膚処理装置は、ユーザの入力、選択される皮膚処理機能、処理光パルスにより照射される放射フルエンス、電池の充電状態、又は装置の温度の値の少なくとも1つに応じて、可視パルスの少なくとも強度(1個のみの第2のLEDダイを必要とする)又は色(可視波長範囲の異なるピーク発光波長で発光する少なくとも2個の第2のLEDダイを必要とする)を制御するように構成される。ここで、第2のLEDダイを使用して、例えば皮膚処理装置の1乃至複数の電池を再充電又は交換すべきであるといった更なる情報を伝えることもできる。特定の実施形態では、皮膚処理装置は、少なくとも1個の第2のLEDからの可視光パルスをユーザの制御によって作動するためのスイッチを有する。ユーザは、この機能を用いて、装置を皮膚上に配置する前に、処理を行う皮膚を照らすことができる。

20

【0014】

特定の実施形態では、皮膚処理装置を、脱毛機能と、皮膚再生機能又はニキビ治療機能又は皺低減機能などの別の皮膚処理機能との間で切り替えることができる。

30

【0015】

特定の実施形態では、皮膚処理装置は、LEDダイを選択的に作動するために複数のLEDダイと接続された制御ユニットを有する。制御ユニットは、第1のLEDダイを作動して処理光パルスを放射させることができ、同時に第2のLEDダイが作動される。制御ユニットは、(a)処理光パルスの外側で少なくとも1個の第2のLEDダイを選択的にオン又はオフするか(例えば、照明目的の可視光パルスをトリガするユーザ入力に応じて)、又は(b)処理光パルスの間、若しくは処理光パルスの少なくとも一部の間、個々のLEDダイをオン又はオフするか、又は(c)処理光パルスの中に少なくとも1個のLEDダイの順電流を制御する、ように構成することができる。

40

【0016】

一態様において、以下の説明文では、10ms~300msの範囲、20ms~200msの範囲、更に詳細には30ms~200msの範囲、又は30ms~100msの範囲の光パルスを照射することにより、1J/cm²~8J/cm²の範囲(詳細には1J/cm²~7J/cm²の範囲)の放射フルエンスを供給することができる、基板に実装された複数の第1のLEDダイ(規則的なアレイパターンの形で実装することもできるが、第1のLEDダイは不規則な形で実装することもできる)を有する発光ユニットを備えた皮膚処理装置に重点を置く。本開示では、比較的長い処理光パルスを利用する。毛包にアポトーシス(プログラムされた細胞死)をもたらすために必要な凝固は、温度及び時間

50

の両方の関数であることが知られている。したがって、70 の温度への1msの曝露は毛包内のタンパク質の凝固を生じるが、62 の温度も、毛包がこの温度に100msにわたって曝露されれば必要な凝固を生じる。したがって、10ms又はそれよりも長いパルス長が考えられるが、特に白い肌に生えた茶色の毛髪を処理するために用いられる4J/cm²以上の範囲の放射フルエンスでは、少なくとも60ms、更に詳細には少なくとも100msのパルス長を有する処理光パルスが少なくとも1つ又はいくつかの処理モードで使用される必要がある。これは、特に異なる波長で発光するように構成された異なるLEDダイが基板に実装されている場合に言えることである。したがって、少なくとも1つの態様によれば、皮膚処理装置は、少なくとも60msのパルス長、詳細には80ms~120msの範囲、通常は約100msのパルス長を有する少なくとも1つの処理光パルスを放射するように構成される。

【0017】

基板に実装されたLEDダイの少なくとも一部は、少なくとも一時的な脱毛を行ううえで十分な実装密度及び光出力（放射光束）を有する。これについては以下の段落でより詳しく説明する。

【0018】

一態様では、以下の説明は、不可視波長範囲で第1の波長で発光するように構成された、基板に実装された第1のLEDダイと、可視波長範囲の第2の波長で発光するように構成された少なくとも1個の第2のLEDダイとを有する発光ユニットを備えた皮膚処理装置に重点を置く。特定の実施形態では、第1のLEDダイは、少なくとも一時的な脱毛を行ううえで十分な実装密度及び光出力（放射光束）を有する。特定の実施形態では、第2のLEDダイは、照明目的に十分なより低い放射光束で可視光を放射するように構成することができる。異なるLEDダイを同じ基板に容易に実装することができるため、処理用に構成された第1のLEDダイと照明用に構成された第2のLEDダイを同じ実装領域上に配置することができ、それぞれの個別の配線によって別々に制御することができる。特定の実施形態では、同じ種類のLEDダイを個別に制御する代わりにグループとして制御する。詳細には、各LEDダイを直列に配置することができ、グループとして制御することができる。LEDダイのレイの単一の行又は列の各LEDダイを直列に接続することができるが、同時に制御すべきLEDダイの位置は任意であることは言うまでもない。

【0019】

完全を期すために、本開示で「パルス長」なる用語を用いる場合、この時間の長さは、半値全幅（FWHM）のパルス強度で測定されるパルス長を意味する。

【0020】

本明細書では、「放射フルエンス」とはユーザの皮膚上の値として与えられるが、本明細書に述べられる皮膚処理装置は、ほぼ出口開口部の面に配置されたLEDダイを有するか又はLEDダイが実装された基板領域が反射性内壁を有するケーシングによって包囲されているため、ユーザの皮膚上の（通常動作時の）放射フルエンスとは、LEDダイが実装された基板領域と処理される皮膚の領域とが同じサイズであることから、LEDダイの位置において放射される放射フルエンスを意味することは理解されよう。LEDダイによって放射された光が、反射ケーシングによって空間的に限定されない発散光線によって皮膚に照射される場合、それぞれの減少係数を考慮する必要がある（すなわち、LEDダイの面における放射フルエンスは、本明細書で定義される皮膚上での放射フルエンスよりもそれぞれ高くなければならない）。

【0021】

フラッシュランプと異なり、LEDダイは、比較的狭い波長帯域（例えば、

【0022】

【数2】

$$\Delta \lambda = \pm \lambda / 20$$

のスペクトル帯域幅 (F W H M) で発光する。そのため、レーザと同様、LEDダイは、放射される光が特定の状況 (例えば、髪色及び/又は肌色によって決定される) に最適となるように選択することができる。したがって、既知の健康上の理由でフィルタ除去する必要のあるUV部分を含む極めて広い波長スペクトルを放射するフラッシュランプを用いたIPL (強力パルスライト) 装置に通常使用されている光学フィルタを用いる必要がない。

【0023】

本開示の一態様では、皮膚処理装置は、例えば2つの異なる波長、3つの異なる波長といった、遠赤色～赤外波長範囲内の異なる波長で処理光を放射するように構成された異なる第1のLEDダイを有する。異なる波長で発光するLEDダイを使用して、特定の状況に合わせて波長成分を最適に調整することができる (例えば、ユーザ毎に、又は更には単一のユーザにおいて髪色及び/又は肌色を変化させる。ただし詳細には、肌色は処理領域のタンニングに依存する)。これらの可能性を、下記により詳細に説明する。

10

【0024】

基本的に、光脱毛は、周囲の皮膚に影響を及ぼすことなく毛包に熱的に影響を及ぼすことにより毛髪の成長を低減又は阻害しようとするものである。毛包に熱的に影響を及ぼすには、毛包中の標的発色団によって光が吸収されなければならない。一般に、標的発色団はメラニンである (すなわち、一般的には茶色味/黒味がかかったユーメラニンであるが、大部分が赤毛に存在する赤みがかかったフェオメラニンも含む)。図1は、300nm～2000nmの範囲の対数スケールで、メラニン、オキシヘモグロビン (血液)、及び水の相対光吸収率を示したものである (図1の吸収曲線は、Christine C. Dierickx, M.D. 「Laser Hair Removal: Scientific Principle and Practical Aspects」, Lumenis, 2002 - www.lumenis.comより引用)。毛包のメラニン保持部において発生する熱は周囲組織に放散し、加熱時間及び温度が共に特定の閾値を上回れば最終的にタンパク質の凝固を生じるが、既に説明したように、加熱時間が長いほど凝固を生じる温度は低くなる。

20

【0025】

本開示は、大きな領域の皮膚処理装置 (例えば少なくとも0.2cm²、詳細には約1～4cm²、潜在的には最大10cm²の処理面積) 及び非監視下での家庭での使用 (すなわち、使用者が、怪我をするおそれなく、また医療従事者による専門的なサポートを行う必要なく、家庭で処理を行うことを可能とする) に基本的に関する。このような皮膚処理装置は、個々の毛包を個別に処理することなく、大きな皮膚領域を照射する。これは、毛包のない皮膚組織及び皮膚組織内に存在する血管にも処理光パルスが照射されることを意味する。このような大きな領域の処理において皮膚組織及び血管に熱の影響が及ばないようにする (すなわち、皮膚組織及び血管への熱効果が家庭での使用で許容されるレベルに維持する) ために、最適な毛包処理は、メラニン吸収率が水による吸収及びオキシヘモグロビンによる吸収と比べて高い波長範囲で生じる。したがって、ユーメラニンを有する茶色味/黒味がかかった毛髪 (金髪、すなわち、かなり茶色味がかかった毛髪を含む) では、最適な波長範囲は、水及びオキシヘモグロビンによる吸収率がメラニンに比べて低い630nm～900nmの間である。フェオメラニンの吸収曲線はユーメラニンの曲線の下にあるため、発色団としてユーメラニンが基本的に存在せず、標的となるのがフェオメラニンだけである場合 (すなわち、赤毛の場合) には光照射による脱毛は困難となる。図2は、ユーメラニン及びフェオメラニンについての (質量) 吸光係数曲線を示したものである (T. Sarna, H. M. Swartz, The physical properties of melanins, in 「The Pigmentary System」, ed. J. J. Nordlund et al., Oxford University Press, 1988より引用)。吸光係数は、ある物質が特定の波長の光をどの程度強く吸収するかを定義するパラメータである。図2は、630nm～900nmの波長範囲の特定の放射フルエンスの処理光パルスは赤毛に対する効果が低く、そのため、タ

30

40

50

ンパク質凝固を生じさせるのに十分に高い温度を毛包内に発生させることができないことを示している。したがって、赤毛は、オキシヘモグロビンが局所的吸収最小値を有する（図1を参照）約500nmの波長（例えば480nm～510nmの波長範囲内）の光を照射することによって最も効果的に処理されるものと考えられる。

【0026】

光脱毛のための正しいパラメータの設定における主要な因子は、皮膚のメラニンによる光吸収及び皮膚のメラニン含有量に依存する皮膚に対する熱負荷の理解を得ることにある。皮膚のメラニン含量、すなわち皮膚の色は、FSTタイプI（淡い白色）からFSTタイプVI（最も深い色素沈着）までのスキントイプを決定するフィッツパトリックスキントイプ（Fitzpatrick skin type、FST）分類スケールに概ね関連している。肌色が濃いほど、皮膚のメラニン含有量が高く、皮膚のメラニン粒子による光吸収性が高いため、皮膚に対する熱負荷が高い。皮膚のメラニン粒子は1μm～5μmの範囲の一般的なサイズを有しているのに対して、毛包は100μm～300μmの範囲のサイズを有している。このようなメラニン担体のサイズの大きな差（毛包のメラニン保持部分対皮膚のメラニン顆粒）は、異なる熱放散挙動をもたらす。上述の皮膚のメラニン顆粒の熱弛緩時間が0.1ms未満であるのに対して、毛包の熱弛緩時間は約10msである。現在、毛包に熱による影響を及ぼすためには、一定の放射フルエンス（単位面積当たりの光エネルギー）を一定の時間枠内に照射する必要があると一般的に考えられている。これらのメラニン粒子から熱を放散させ、色素による光吸収による皮膚に対する熱負荷を低減するには、パルス長は皮膚のメラニン顆粒の熱弛緩時間を上回る値を有する必要があると考えられる。このため、パルス長は、詳細には熱緩和時間の10倍よりも長くすることができる（すなわち、少なくとも約1ms以上）。白色～中間の肌色（FST I～III）では、皮膚のメラニンの光吸収の作用のために熱の影響は限定的であり、最適なパルス長を決定するうえで重要な役割は果たさない。いずれにしても、1ms又は更には十分なフルエンスを下回るこのような短い光パルスは、今日のLEDでは、本明細書で述べられるような高い密度で実装した場合でも発生させることはできない。本開示によれば、少なくとも約10msのパルス長が検討される。必要とされる放射フルエンスが長すぎる処理光パルスとして与えられる場合、毛包内で得られる温度は熱放散によって毛包内で凝固核が効果的に生じるには低すぎる値にまで低下してしまう。パルス長は、約300ms以下、詳細には約200ms以下でなくてはならないと考えられるが、この値は、基本的には毛包の熱弛緩時間によって決められ、典型的には熱弛緩時間の3～10倍の範囲である（約10msの範囲でもよいが、大きな毛包ではより長くともよい）。少なくとも一時的な脱毛をもたらす効果（すなわち、一時的又は永久的な発毛の低減が生じるような少なくとも毛包における熱による変化）を得るためには、この時間の間に供給される放射フルエンスは、 $1\text{ J/cm}^2 \sim 8\text{ J/cm}^2$ である必要がある。ユーメラニンを保有する毛髪及び明るい肌色では、典型的には $4\text{ J/cm}^2 \sim 8\text{ J/cm}^2$ が照射される。パルス長は一般的に10ms～300msの範囲、詳細には20～200msの範囲とすることができる。上記に述べたように、皮膚処理装置は、パルス長が80ms～120msの範囲である処理光パルスを放射するように構成することができる。

【0027】

考慮すべき別の因子として皮膚内部への光の浸透深さがある。光学的浸透深さ（光の強度が $1/e$ にまで低下する距離）は、文献により異なるようである。例えば、1つの文献では、色白の白人の皮膚では、500nmの波長で0.230mmの浸透深さ～1000nmの波長で約1.6mmの浸透深さとされている（R. Rox Anderson et al., The Optics of Human Skin, The Journal of Investigative Dermatology, 77:13～19, 1981）のに対して、別の文献では、500nmで約0.9mm～1000nmで2.6mmの値とされている（Bashkatov, et al.; Optical properties of human skin, subcutaneous and mucous tissues in the wavelength range f

10

20

30

40

50

rom 400 to 2000 nm; J. Phys. D: Appl. Phys. 38 (2005) 2543~2555)。これらの差によらず、浸透深さは一般的に波長1000 nmから波長500 nmにかけて大幅に減少する。毛包は、皮膚表面の約1~3 mm下に位置している。つまり、赤毛の処理に最適と考えられる波長は特に浅い浸透深さを有している。また、低波長光の浅い透過深さは更に短い波長の光、例えば、約300 nmの紫外光の使用も排除し、紫外光は、紫外光による他のリスクを抜きにしても毛包に基本的に到達すらしない。皮膚組織では500 nm付近の光の吸収が強いことから、 3 J/cm^2 ~ 約 6 J/cm^2 の範囲、詳細には 3 J/cm^2 ~ 約 5 J/cm^2 の範囲の放射フルエンスを照射するべきと考えられる。

【0028】

上記に述べたように、本開示に基づく発光ユニットは、第1のLEDダイ1個当たり所定の放射フルエンスをそれぞれが有する複数の第1のLEDダイが十分に高い密度で実装された基板を有している(例えば、1平方cmあたり約8個~約90個のLEDダイであるが、単位面積当たりのダイの数で表される実現可能な密度は当然ながらLEDダイのサイズにも依存する)。本開示に基づいて適当な第1のLEDダイの特定の例について以下に検討する。

【0029】

第1の例では、複数の第1のLEDダイが基板上に実装され、これら複数のLEDダイのそれぞれは700 nm~780 nmの波長範囲で発光するように構成される。この範囲で発光するLEDダイの1つの例として、Osram GmbH (Munich, Germany)より販売されるOSLON SSL(登録商標)150(GFCSHPM1.24-データシートバージョン1.0)に使用されているLEDダイがある。各LEDダイは、スペクトル帯域幅(FWHM)が $\pm 30 \text{ nm}$ のピーク発光波長730 nm(遠赤色)で発光する。このLEDダイは、350 mAの順電流で201 mW~280 mW(通常、231 mW)の放射光束(放射出力とも呼ばれる)を有し、最大1000 mAの順電流が指定されている(これにより、通常、660 mWの放射光束を生じる)。

【0030】

Osram社から販売されているこれらのLEDダイ(約 $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm} = 1 \text{ mm}^2$ のダイサイズを有する)を約0.2 mmの間隔で基板上に実装することができ、これにより、 $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} = 1 \text{ cm}^2$ の基板面積上に $8 \times 8 = 64$ 個のLEDダイを実装することができる。

【0031】

一般的に、大型のサイズのLEDダイは、 $0.5 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm}$ (すなわち、 $0.25 \text{ mm}^2 \sim 2.25 \text{ mm}^2$ のサイズ)の範囲のサイズを有することができる。LEDダイは、ワイヤボンディング(詳細には金線ボンディング)によって基板に接続することができるが、高いパッケージングフォームファクター及び高い熱放散率を実現するためには、LEDダイは、フリップチップ技術によって基板に接続してもよい(そうすれば1平方cmあたり89個の $1 \times 1 \text{ mm}^2$ のLEDダイの密度を実現することができる)。上記に述べたOsram社製のLEDダイ(1平方cmあたり64個のLEDダイの密度)を指定の順電流である1000 mAで駆動して30 ms~200 msのパルス長を有する処理光パルスを放射することにより、皮膚上の放射フルエンスは $1.267 \text{ J/cm}^2 \sim 8.448 \text{ J/cm}^2$ の範囲となる(全放射エネルギーが、実装された基板面積の大きさと同じ処理面積の大きさの皮膚領域に照射されるものと仮定する)。光パルスを放射する際にLEDダイが発生する余分な熱は、例えばヒートシンク、ヒートパイプ、又は能動的液体冷却システムなどの受動的又は能動的な冷却装置によって基板から放散させることができる。受動的冷却装置(例えばヒートシンク)は、(冷却された)空気流を与えることにより支持することができる。LEDダイの効率は30%程度であることが多く、 8 J/cm^2 の放射フルエンスを発生する処理光パルスは、約 18.7 J/cm^2 の余分な熱を放散せざるを得ないことを意味する。約1秒以上の所定の冷却時間を必要とするフラッシュランプに対して、LEDダイはより高い周波数でパルスさせること

10

20

30

40

50

ができるため、LEDダイによって大きな皮膚面積でより速やかな全体の処理時間を実現することができる。

【0032】

上記に述べた第1の例では、8個×8個のLEDダイのアレイのうち4個のLEDダイを、第1の波長とは異なる第2の波長で発光する異なるLEDダイ（例えば、これらの異なるLEDダイが第2のLEDダイを構成することができるように、第2の波長は400nm～700nmの可視範囲とすることができる）に置き換えることができるが、その場合も皮膚上のフルエンスは30ms～200msのパルス長に対して基本的に1J/cm²～8J/cm²の波長範囲にわたる。

【0033】

第2の例では、第1のLEDダイは、Osram GmbH (Munich, Germany)より販売されるOSLON Blackシリーズ(850nm)のものを使用することができる。データシート(2014-01-09からのバージョン1.1)によれば、各LEDダイ(1×1mm²のサイズ)は、スペクトル帯域幅(FWHM)が±30nmのピーク発光波長860nmで発光する。全発光光束は、1000mAの順電流で1030mWとして与えられる。1cm²の基板面積上に予め実装された5個のこのようなLEDダイは、1cm²の皮膚処理面積上で200msのパルス長当たり約1J/cm²の放射フルエンスを与える(LEDダイの全放射光束が皮膚処理面積上に照射されると仮定する)。

【0034】

第3の例では、8個×8個のLEDダイのアレイが1cm²の基板面積上にやはり実装される。第1の部分複数の44個の第1のLEDダイ(730nmの第1の波長で発光するOSLON SSL(登録商標)150)が、第2の部分複数の20個の第1のLEDダイ(850nmの第2の波長で発光するOSLON Blackシリーズ)と本質的に混在している。第1の部分複数の第1のLEDダイのみがオンされて200msの処理光パルスを発光する場合に、5.8J/cm²のフルエンスが得られる。第2の部分複数の第1のLEDダイ(850nm)のみがオンされて200msの処理光パルスを発光する場合に、4J/cm²以上のフルエンスが得られる。共にオンされる場合、おおよそ10J/cm²のフルエンスが200msの処理光パルスで得られる(又は100msの処理光パルスでおおよそ5J/cm²のフルエンス)。33個の850nmのLEDダイは、30msのパルスで約1J/cm²のフルエンスを与えることができる。

【0035】

更に、脱毛装置は、502nmのピーク発光波長(505nmの通常の主波長)で発光するOsram GmbH (Munich, Germany)より販売されるGolden DRAGON Plus LV W5AM LEDダイを備えてもよい。データシート(バージョン1.1)によれば、このLEDダイは、順電流350mAで671mの光束を有する。671mは、505nmの波長で約240mWの放射光束に変換される(線形外挿を用いた場合、1000mAの順電流で約684mW)。主波長505nmのLEDダイは主波長の周囲のスペクトル帯域で発光することと、ルーメンのワットへの変換は波長に強く依存していることから、この値はあくまで推定値にすぎない。200msの処理光パルスで約3J/cm²の放射フルエンスを得るには1平方cm当たり約21個のこのような505nmのLEDダイが必要とされる。したがって、1平方cm当たり約44個の505nmのLEDダイは100msのパルスで3J/cm²の放射フルエンスを与え、約88個の505nmのLEDダイは100msのパルスで約6J/cm²の放射フルエンスを与える。約88個の505nmのLEDダイは、50msのパルスで約3J/cm²の放射フルエンスを与えることができる。脱毛装置は、更に赤毛処理性能を与えるために複数のこのようなLEDダイを更に有することができる。

【0036】

本明細書で検討される値は、LEDダイの放射光束がLEDダイの温度、順電流及び他の因子に依存することから、比較的大まかな参考値である点を理解されたい。

10

20

30

40

50

【0037】

表1は、本明細書の発明者らが、所与の毛色及びFSTスキントypeに対する最適な処理パラメータを表しているものと考えるところの波長、パルス長、及びフルエンス値をまとめたものである。波長は、それぞれの場合で波長範囲の代表的なものであると理解され、その範囲は、所与の1つの波長の値の周囲の $\pm 50\text{ nm}$ （場合により $\pm 30\text{ nm}$ ）をカバーするものとする。注意すべき点として、特定の実施形態では、皮膚処理装置は、制御ユニットが表1に従って（赤毛の場合を除き）第1のLEDダイを作動することができるように、730 nm付近のピーク発光波長で発光するように構成された第1の部分複数の第1のLEDダイと、850 nm付近のピーク発光波長で発光するように構成された第2の部分複数の第1のLEDダイとを有する。更に、制御ユニットが表1に従って第1のLEDダイを作動することができるように、500 nm付近のピーク発光波長で発光するように構成された第3の部分複数の第1のLEDダイが存在してもよい。

10

【0038】

【表1】

表1：毛色及びFSTスキントypeに応じて与えられる波長、フルエンス、及びパルス長の値。波長は、所与の1つの波長の値の周囲 $\pm 50\text{ nm}$ の波長の範囲を表していると理解すべきである。

毛色	スキントype[FST]	波長[nm]	パルス長[ms]	フルエンス[J/cm ²]
薄い茶色／中間	I~II	730	20~200	4~7
濃い茶色	I~II	730	20~200	2~5
赤色	I~II	500	30~200	3~5
薄い茶色／中間	III~IV	730+850	20~200	4~7
濃い茶色	III~IV	730+850	20~200	2~5
赤色	III~IV	500	100~200	3~5
薄い茶色／中間	V~VI	850	30~200	4~7
濃い茶色	V~VI	850	30~200	2~5
赤色	V~VI	—	—	—
白色／灰色	すべて	—	—	—

20

30

【0039】

図3は、本発明に基づく発光ユニット10の例示的な一実施形態の概略図である。発光ユニット10は、64個の複数のLEDダイが実装された基板100を有している。LEDダイは、行A~Hと列1~8とからなる8×8の規則的な矩形のパターンに配列されており、各LEDダイを行列内のそれらの位置によって識別することができる。例として3個のLEDダイ101_{A1}、101_{A8}、及び101_{E5}が示されており、行列の配列内のLEDダイは、それぞれの参照数字に添え字として付与された行と列とによって識別することができることが理解される。

【0040】

8×8の正方形のLEDダイの行列はあくまで一例にすぎず、LEDダイは、2×2、2×4、3×6、5×5、10×14、4×15（図4Bを参照）といった行列などの正方形又は長方形の行列、あるいはそれほど組織化されていない、よりランダムなパターンとして、任意の実用的な形で基板上に配列することができる点を理解されたい。LEDダイは、正方形又は長方形の行列として配列する代わりに、正方形又は長方形の領域よりもむしろ円形の領域に似た規則的なパターンで配列することもできる。実装される基板領域の他の任意の形状も選択することができる（例えば、三角形、台形、任意形状）。図4A、図5及び図6の例では、説明を簡単にする目的で同じ8×8の行列を用いるが、これらの図に関して説明される概念及び発想は、上述の、基板に実装されるLEDダイの他の規則的又は不規則的なパターンにも適用可能であることは言うまでもない。図4Bは、4×15の行列を用いた一実施形態を示している。

40

50

【0041】

制御ユニット20は、LEDダイ101の各々に選択的に電圧及び電流を供給するためにLEDダイの行列に接続されたリード線を有している。上記で述べたように、8×8の行列は、各列が同時に制御されるように直列に接続された8列のLEDダイを有している。一般的に、制御ユニット20は、すべてのLEDダイを同時にオン及びオフするように構成することができるが、制御ユニット20は基板上に実装されたLEDダイのそれぞれを個別にオン又はオフするように構成することもできる。一般的に、制御ユニットは、複数のLEDダイに任意の適当な方法で接続することができる。図3に示されるLEDダイ101のうちの1個を第2のLEDダイとすることができ、他の63個のLEDダイは第1のLEDダイである。しかしながら、第2のLEDダイは、第1のLEDダイが実装された基板とは物理的に分離させることもできる。

10

【0042】

制御ユニット20には、例えば肌色（色素沈着レベル）などの皮膚特定を測定するためのセンサ30が接続されている。センサは、皮膚を照射する光源を有してもよく、センサはセンサに後方散乱される（例えば光ダイオードにより実現される）光の量から肌色などの皮膚特性を決定するように構成することができる。更に、制御ユニット20は、詳細には、例えば光強度及び/又はパルス長などの測定された肌色に基づいて少なくとも1つの処理パラメータを制御するように構成することができる。センサ30は、任意選択的な要素として理解されるべきである。

20

【0043】

この場合、制御ユニット20はユーザインターフェース40、50、60、70にも接続されており、ユーザが発光ユニット10の各側面を制御することを可能とする。ここで、ユーザインターフェースは、4つの入力要素40、50、60、及び70を有している。第1の入力要素40をオン/オフスイッチとして構成することができる。第2の入力要素50は、処理のタイプを選択するスイッチとして構成することができ、例えば第2の入力要素50は、ユーザが脱毛機能と皮膚再生機能との間で切り替えを行うことを可能とするものとして構成することができる。更に、制御ユニット20は選択された処理のタイプに基づいて少なくとも1つの処理パラメータを制御するように構成することができ、例えば、LEDダイによって放射される放射光束を、脱毛機能におけるよりも、皮膚再生機能でより低くすることができる。第3の入力要素60は、ユーザが髪色を入力できるように構成することができる。更に、制御ユニット20は、髪色に応じて少なくとも1つの処理パラメータを制御するように構成することができる。第4の入力要素70は、ユーザが、皮膚に照射される最大放射フルエンスの値を設定できるように構成することができる（例えば1J/cm²から8J/cm²の範囲の値）。ここで、制御ユニット20は、選択された最大放射フルエンスを上回らない放射フルエンスの光パルスのみを照射するように構成することができる。これに加えるか又はこれに代えて、入力要素の1つを、処理光パルスの持続時間外にもユーザが可視光パルスをトリガできるように構成することができる。このため、制御ユニット20を、少なくとも1個の第2のLEDダイを作動させて、例えば処理を行う皮膚の照明用の可視光パルスを放射するように構成することができる。これに加えるか又はこれに代えて、入力要素の1つは、ユーザが、実装された第1のLEDの第1の活性領域から第2の活性領域に切り替えることができるように構成することができる（以下の図4A及び図4Bに関する説明を参照）。入力要素40、50、60、又は70のそれぞれは、入力ノブ又はスライダ、あるいはタッチ感受性ボード上のタッチ感受性スイッチとして構成することができる。制御ユニット20に有線接続されているものに対して、ユーザインターフェースは、制御ユニット20と無線で接続された別の装置上で実現することができる。図3に示されるような4つの入力要素の代わりに、ユーザインターフェースは、1個、2個、3個、5個、6個、又は任意の数の入力要素を有することができる。特定の実施形態では、発光ユニット10はいずれのユーザインターフェースも含まず、自動化された形で動作するように構成することができる。上記に述べた機能の他の又は更なる機能をユーザインターフェースを介して実現することができる。

30

40

50

【0044】

図4Aは、基板100A上に実装された複数の第1及び第2のLEDダイ102及び103の構成の一例である。複数の第1のLEDダイ102は57個の要素を有している。複数の第2のLEDダイ103は7個の要素を有している。第2の部分複数の第2のLEDダイ103の7個の要素は、それらの行列での位置によって103_{A1}、103_{E1}、103_{H1}、103_{A5}、103_{E5}、103_{A8}、及び103_{H8}として識別される。複数の第1のLEDダイ102は、ヒトの目に基本的に見えない遠赤色又は赤外(IR)波長(第1の波長)で発光するように構成されている。第1のLEDダイは、皮膚表面に処理光パルスを照射するために使用される。更に、第2のLEDダイ103は、400nm~700nmの可視波長範囲で発光するように構成され、詳細には、第2のLEDダイは、一時的な脱毛を行うのに十分な強度レベルで発光させるのには適していない低放射光束のLEDとして構成することができる(例えば、第2のLEDダイは、約2Vの供給電圧において100mA未満、詳細には、約50mA又は20mAの指定された順電流を有することができる)。第2のLEDダイを使用して不可視の処理光パルスと同時に可視光パルスを放射することができる。更に、第2のLEDダイを使用して、特に処理光パルスの持続時間外の時間において、LEDダイの行列の活性領域を示すことができる。これにより、オンされた第2のLEDダイ103_{A1}、103_{E1}、103_{A5}、及び103_{E5}は、これら4個の第2のLEDダイの間に配置された第1のLEDダイのみが皮膚に光を照射するために使用されることを示す(第1の活性領域A1が破線により示されている)のに対して、オンされた第2のLEDダイ103_{A1}、103_{H1}、103_{A8}、及び103_{H8}は、複数の第1のLEDダイの全体が使用されることを示す(第2の活性領域A2が一点鎖線により示されている)。より小さい第1の活性領域A1が顔面の皮膚の処理に有用である(より小さい活性領域A1は小さい顔の領域をより正確に標的化することができる)のに対して、より大きな活性領域A2は身体の皮膚の処理に有用である(より速やかな処理)。既に上記に述べたように、ユーザが可能な活性領域の間で切り替えることができるように入力要素を設けることができる。LEDダイのパターンに応じて、少なくとも2個の第2のLEDダイを用いて活性領域を示すことができる(例えば、第2のLEDダイを正方形又は長方形の配列の互いに反対側の隅に配置することができる)。特定の実施形態では、第1のLEDダイの活性領域を第2のLEDダイによって取り囲むことで活性領域を示すことができる(例えば可視光パルスを放射することに加えて)。第1のLEDダイの活性領域を示すための第2のLEDダイを有する代わりに、この機能を第3のLEDダイに行わせ、少なくとも1個の第2のLEDダイを別の場所に配置することができる。

10

20

30

40

【0045】

一般的に、特定の実施形態では、基板上に1個だけの第2のLEDダイが実装される(例えば、図4Aに示されるように63個の第1の部分複数の第1のLEDダイと1個だけの第2のLEDダイを8×8の行列で基板上に実装することができる)。更に、第2のLEDダイは、特に低い放射光束(例えば、典型的には、約20mA~50mAの順電流で100mW未満)で可視波長範囲(すなわち400nm~700nmの間)で発光するように構成される。このような第2のLEDダイは処理光パルスの放射と同時に可視光を放射するように制御される。

40

50

【0046】

特定の実施形態では、それぞれが異なる可視波長で発光する2個又は3個のLEDダイ(例えば、第2のLEDダイの波長は、約625nm、約520nm、及び約465nmからなる波長群から選択することができ、したがって3個の第2のLEDダイは実質的にRGBのLEDの機能を与える)が近接した空間的關係で基板上に実装されることにより、3個の第2のLEDダイの個別の強度の制御によって3個の第2のLEDダイによって放射される全体の光の色をカスタマイズすることができ、特に無彩色の白色を生じることができる。この複数の第2のLEDダイは、照明の目的で使用するか、又は第2のLEDダイがなければ目に見えない処理光パルスが皮膚上に放射されていることを視覚的に示す

ためのみに使用することができる。ユーザが好ましい色を設定することができるように入力要素を設けることができる。一般的に、皮膚処理装置（及び詳細には制御ユニット）は、少なくとも1個の第2のLEDダイが放射する可視光の強度又は色の少なくとも一方に影響を及ぼすように構成することができる（異なる可視波長で発光する少なくとも2個の第2のLEDダイが存在する場合にのみ色を変えることができることは言うまでもない）。詳細には、強度又は色変化を利用して、電池の充電状態を示す、選択された皮膚処理モードを伝える、装置の温度の値を示す、選択又は照射される放射フルエンスの値を伝える、といったことを行うことができる。例えば、赤色光によって皮膚処理装置の電池をもうすぐ交換又は再充電する必要があることを示す一方で、青色光によって皮膚処理装置が熱くなりすぎて更なる処理光パルスがまもなく妨げられることを示すことができる。

10

【0047】

図4Bは、図4Aに示される実施形態に似た基板100AA上に実装された4×15のLEDダイの行列の例示的な一実施形態を示しており、処理光パルスを放射するように構成された54個の複数の第1のLEDダイ102Aに加えて、6個の複数の第2のLEDダイ103Aが、第1の活性領域A3又はより大きい第2の活性領域A4を示すために可視波長範囲で発光するように配列されている。このような長方形のLEDダイのアレイは、1つの皮膚処理領域から別の皮膚処理領域へと順次動かされる（図4Aに示されるLEDダイアレイはこのために使用することができる）代わりに、皮膚に沿って連続的に動かされる皮膚処理装置で特に使用されることができる。このような滑らかな動きは、長方形のLEDダイアレイの長軸に垂直な方向に特に生じ得る。特定の実施形態では、滑らかに使用される皮膚処理装置は、皮膚に沿って装置が動かされる速度を測定するための速度センサを有することができる。したがって、この皮膚処理装置を、測定された滑らかな運動の速度に応じて連続した処理光パルス間の時間を制御するように構成することで、処理光パルスが皮膚に途切れることなく（すなわち、隙間や重なり合いを基本的に生じることなく）照射されるようにすることができる。長方形の形状のため、より小さい活性領域A3がLED行列の幅全体をカバーしており、これにより、より小さい活性領域A3を処理領域上に正確に位置決めする助けとなる。

20

【0048】

図5は、8×8のLEDダイの行列の例示的な一実施形態を示しており、32個の複数の第1のLEDダイ104と、32個の複数の第2のLEDダイ105とが基板100B上に市松模様のパターンで実装されている（例えば、実装された基板領域にわたって第1及び第2のLEDダイが基本的に均一に分布することになる）。複数の第2のLEDダイは、単独でも少なくとも一時的な脱毛に十分な放射光束で発光することができてもよいが、第2のLEDダイは皮膚再生又は他の皮膚処理に十分な放射光束で発光することもできる。ここで、第2のLEDダイ（すなわち第2のLEDダイの少なくとも1個）は、第1のLEDダイの不可視の処理光パルスと同時に可視光パルスを放射させるために使用されるが、装置は、複数の第2のLEDダイが処理光パルスを放射するためにも作動されるモードを有してもよい（例えば、約410nmの波長を有する青味がかかった光を使用することができるニキビの治療用）。市松模様のパターンで配列される代わりに、第1及び第2のLEDダイを他の任意のパターンで配置することもでき、第1のLEDダイよりも多いか又は少ない第2のLEDダイを設けることができる（例えば、2個、7個、10個、16個、20個、40個など）。前述したように、本明細書に示される8×8の行列は、照明目的のためのみのものであって、任意の数の第1及び第2のLEDダイを任意のパターンで配置することができる。

30

40

【0049】

図6は、基板100C上に実装された8×8のLEDダイの行列の別の例示的な実施形態を示しており、3種類の異なる部分複数の第1のLEDダイ106、107、108が基板100C上に実装され、更に2個の第2のLEDダイ109も基板上に実装されている。20個の第1の部分複数の第1のLEDダイ106、21個の第2の部分複数の第1のLEDダイ107、及び21個の第3の部分複数の第1のLEDダイ108が交互に基板上

50

に実装されている。LEDダイアレイの中心には、照明の目的に適した放射光束で可視波長範囲で発光するように構成された2個の第2のLEDダイ109が実装されている。特定の実施形態では、第1の部分複数の第1のLEDダイ106は第1の波長（例えば850nm）で発光するように構成することができ、第2の部分複数の第1のLEDダイ107は第1の波長とは異なる第2の波長（例えば730nm）で発光するように構成することができ、第3の複数の第3のLEDダイ108は第1及び第2の波長とは異なる第3の波長（例えば505nm）で発光するように構成することができる。

【0050】

図7Aは、本発明に基づく皮膚処理装置80の図を示す。皮膚処理装置80には、上記の段落で述べた発光ユニットが使用されている。皮膚処理装置80は、処理光パルスを放射するためのヘッド部81と、ユーザが手で皮膚処理装置80を保持するためのハンドル部82とを有している。皮膚処理装置80を少なくともオン/オフするための制御要素85がハンドル部82に配置されている。図7B~図7Dは、ヘッド部81A、81B、81Cの異なる実施形態の正面図を示しており、各実施形態は、少なくとも1つの皮膚特性を測定するための1乃至複数のセンサ95A、95B、95Cの位置においてのみ本質的に異なっている。ヘッド部81A、81B、81Cはそれぞれ、各出口開口部90A、90B、又は90Cを有しており、操作時にここから処理光パルスと同時に可視光パルスが放射される（出口開口部は不可視パルスと可視パルスの共通の出口開口部である）。複数のLEDダイが実装された基板は、各出口開口部90A、90B、又は90Cのすぐ後方に配置してもよく、又は基板は、ヘッド部81A、81B、81Cの内部に各出口開口部90A、90B、又は90Cから約10mm又は10mm未満の特定の距離に配置してもよい。LEDダイが放射する光を基本的に透過する材料で形成された出口窓91A、91B、91Cが各出口開口部90A、90B、又は90Cを覆っている。出口開口部90A、90B、又は90Cは、 $0.2\text{mm}^2 \sim 10\text{cm}^2$ の範囲、詳細には $1\text{cm}^2 \sim 4\text{cm}^2$ の範囲のサイズを有することができる。したがって、基板の実装領域は、各出口開口部90A、90B、又は90Cと同じサイズ及び形状を有することができる。特定の実施形態では、出口窓91A、91B、91Cは設けられない。図7Bの実施形態では、皮膚処理装置は、少なくとも1つの皮膚特性を測定するための2個のセンサ95Aを有しており、これら2個のセンサ95Aは出口開口部90Aの互いに反対側の2辺に配置されている。図7C及び7Dに示される実施形態では、少なくとも1つの皮膚特性を測定するための1個のみのセンサ95B及び95Cがそれぞれ、ヘッド部81B及び81C上にそれぞれ配置されている。図7Cでは、センサ95Bは出口開口部90Bの下に配置されているため、センサ95Bは通常の運動方向（図7Cに基づく装置は滑らかな運動モードで使用することができる）に対して出口開口部90Bの手前に配置されている。図7Dでは、センサ95Cは出口開口部90Cの中心領域に配置されている。この場合、出口開口部90Cに近接して配置される基板は対応する切欠き部を有することができ、それによりセンサを切欠き部内に配置してこの切欠き部を通じて操作することができる。1乃至複数のセンサ95A、95B、95Cが皮膚との接触を検出するようにしてもよく、これにより、皮膚との接触が検出された場合に処理光パルスの放射のみをトリガするように発光ユニットの制御ユニットを構成することができる。

【0051】

図8は、動作時にLEDダイが発生する余分な熱を伝達除去するためのヒートシンク210上に実装された基板実装LEDダイアレイ200の図である。ヒートシンクの近くにファンを配置することによってヒートシンクからの熱の放散を助けることができる。

【0052】

図9A及び図9Bは、基板実装LEDダイアレイ300の斜視図及び断面図を示しており、ケーシング310が実装領域320の周囲に実装されている。ケーシング310は、LEDダイが放射する光に対して高い反射性を有する内壁表面311を有している。内壁表面311は、研磨された金属又は拡散反射性のプラスチック若しくはセラミック材料で形成され得る反射性コーティングを有することができる。これにより、ケーシング310

10

20

30

40

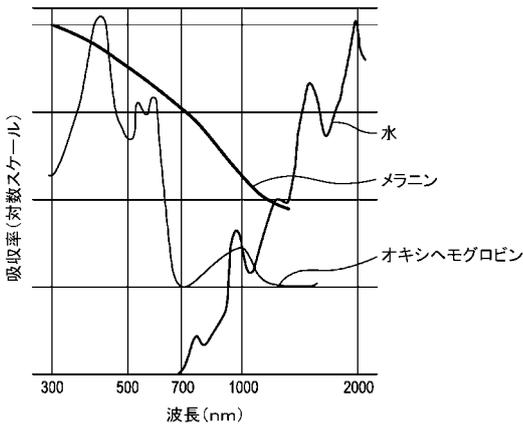
50

は、LEDダイが放射する光をLEDダイの面から皮膚処理装置の出口開口部まで実質的に損失がないように案内する機能を有し、LEDダイの面における放射光束は出口開口部が皮膚に置かれる際に処理領域上で測定される放射光束と基本的に同じとなる。

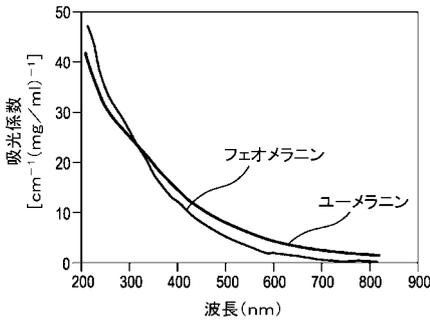
【0053】

本明細書に開示した寸法及び値は、列挙された正確な数値に厳密に限定されるものと理解されるべきではない。むしろ、別段の指定がない限り、かかる寸法はそれぞれ、列挙された値及びその値の周辺の機能的に等価な範囲の両方を意味するものとする。例えば、「40mm」として開示される寸法は、「約40mm」を意味するものとする。

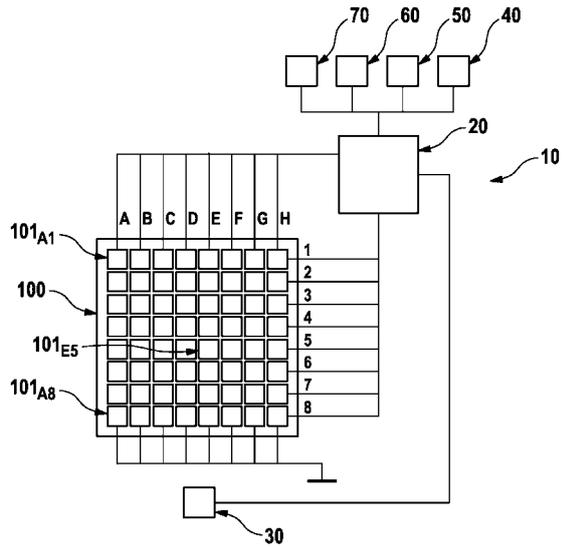
【図1】



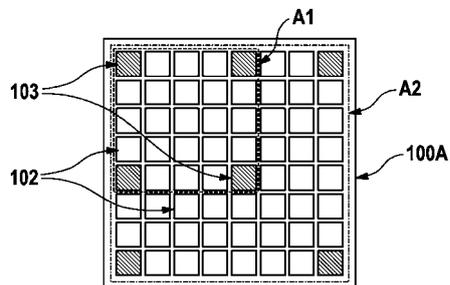
【図2】



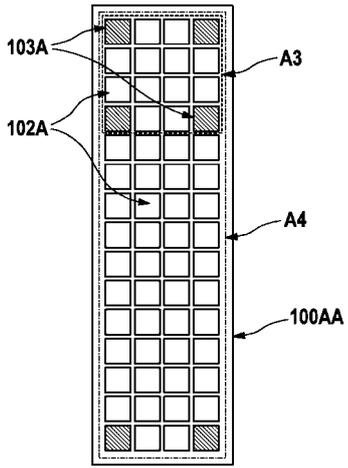
【図3】



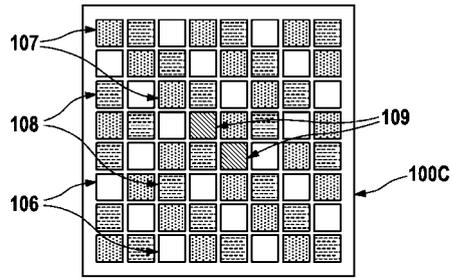
【図4A】



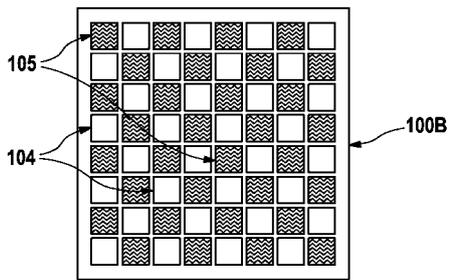
【 図 4 B 】



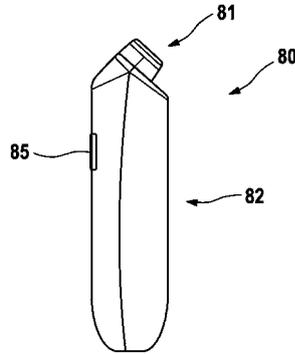
【 図 6 】



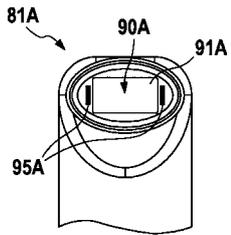
【 図 5 】



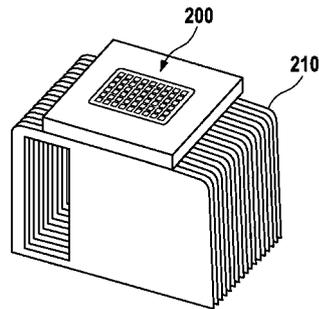
【 図 7 A 】



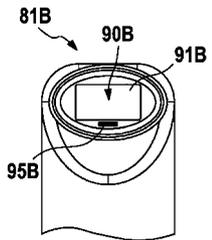
【 図 7 B 】



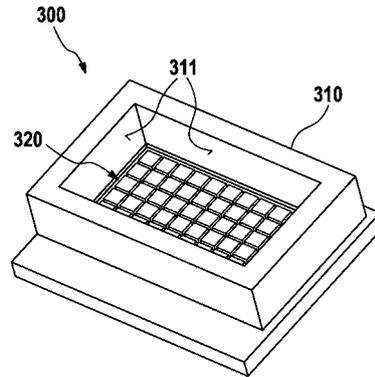
【 図 8 】



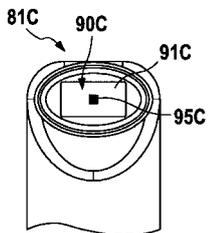
【 図 7 C 】



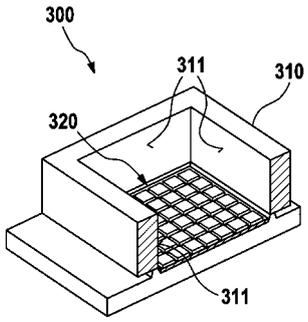
【 図 9 A 】



【 図 7 D 】



【 図 9 B 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2017/050478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B18/00 A61B18/20 A61N5/06 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) A61B A61N		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/001984 A2 (LIGHT BIOSCIENCE INC [US]) 9 January 2003 (2003-01-09) page 9, line 28 - line 33; figures 3-16,29, page 4, line 14 - line 18 page 13, line 8 - line 25 page 18, line 10 - page 20, line 9 page 12, line 28 - page 13, line 7	1-15
Y	US 2012/116373 A1 (MOENCH HOLGER [NL] ET AL) 10 May 2012 (2012-05-10) cited in the application paragraph [0063] - paragraph [0067]; figures 1-4 paragraph [0024]; claims 1-14 ----- -/--	1-15
<input checked="" 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		"&" 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 4 April 2017		Date of mailing of the international search report 12/04/2017
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 Gentil, Tamara

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2017/050478

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010/145321 A1 (ALTSHULER GREGORY B [US] ET AL) 10 June 2010 (2010-06-10) paragraphs [0024], [0220], [0221], [0230] - [0253], [0370], [0428], [0429], [0460]; figures 6,12c -----	1-15
X	WO 2014/131115 A1 (KLOX TECHNOLOGIES INC [CA]) 4 September 2014 (2014-09-04) page 50, line 17 - line 25 page 49, line 14 - line 26; figures 1-17,29 -----	1,14
Y	US 2009/018621 A1 (VOGLER KLAUS [DE] ET AL) 15 January 2009 (2009-01-15) paragraph [0032] - paragraph [0036]; claims 6-14; figures 1-6 -----	1-15
Y	EP 1 911 410 A1 (WAVELIGHT AESTHETIC GMBH [DE]) 16 April 2008 (2008-04-16) paragraph [0058]; figures 6,7 paragraph [0021] - paragraph [0025] paragraph [0049] - paragraph [0051] -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2017/050478

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date			
WO 03001984	A2	09-01-2003	AU 2002320215 B2	21-02-2008		
			BR 0210739 A	23-05-2006		
			CA 2452408 A1	09-01-2003		
			CN 1578688 A	09-02-2005		
			EP 1411817 A2	28-04-2004		
			JP 2005521432 A	21-07-2005		
			KR 20040048881 A	10-06-2004		
			MX PA04000187 A	27-10-2004		
			US 2003004499 A1	02-01-2003		
			WO 03001984 A2	09-01-2003		
			ZA 200400477 B	27-12-2006		

			US 2012116373	A1	10-05-2012	CN 102470012 A
EP 2456382 A1	30-05-2012					
JP 5715128 B2	07-05-2015					
JP 2012533386 A	27-12-2012					
KR 20120049274 A	16-05-2012					
US 2012116373 A1	10-05-2012					
US 2016270851 A1	22-09-2016					
WO 2011010239 A1	27-01-2011					

US 2010145321	A1	10-06-2010	AU 2005232581 A1	27-10-2005		
			BR PI0509744 A	25-09-2007		
			CA 2561344 A1	27-10-2005		
			EP 1748740 A2	07-02-2007		
			JP 2008500846 A	17-01-2008		
			US 2006004306 A1	05-01-2006		
			US 2006004347 A1	05-01-2006		
			US 2006020309 A1	26-01-2006		
			US 2006058712 A1	16-03-2006		
			US 2010145321 A1	10-06-2010		
			WO 2005099369 A2	27-10-2005		

WO 2014131115	A1	04-09-2014	AU 2014223268 A1	17-09-2015		
			CA 2902360 A1	04-09-2014		
			JP 2016511672 A	21-04-2016		
			KR 20150143456 A	23-12-2015		
			US 2014303547 A1	09-10-2014		
			WO 2014131115 A1	04-09-2014		

US 2009018621	A1	15-01-2009	EP 1693016 A1	23-08-2006		
			US 2009018621 A1	15-01-2009		
			WO 2006087122 A1	24-08-2006		

EP 1911410	A1	16-04-2008	CN 101610730 A	23-12-2009		
			EP 1911410 A1	16-04-2008		
			JP 2010505566 A	25-02-2010		
			US 2010114007 A1	06-05-2010		
			WO 2008043520 A2	17-04-2008		

 フロントページの続き

(81)指定国 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, AT, 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, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, 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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

(72)発明者 クリスチャン ネイヤー
 ドイツ 6 1 4 7 6 クロンベルク フランクフルター シュトラッセ 1 4 5 ピー アンド
 ジー サービス ゲーエムベーハー内

(72)発明者 ダリボル ダディック
 ドイツ 6 1 4 7 6 クロンベルク フランクフルター シュトラッセ 1 4 5 ピー アンド
 ジー サービス ゲーエムベーハー内

(72)発明者 フェリックス ハイネマン
 ドイツ 6 1 4 7 6 クロンベルク フランクフルター シュトラッセ 1 4 5 ピー アンド
 ジー サービス ゲーエムベーハー内

Fターム(参考) 4C082 PA02 PC10 PE10 PJ30