(19)日本国特許庁(JP)　　(12)公表特許公報(A)　　(11)公表番号
特表2024-525003
(P2024-525003A)
(43)公表日　令和6年7月9日(2024.7.9)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
Ａ６１Ｎ　5/06 (2006.01)		Ａ６１Ｎ	5/06	Ｂ	４Ｃ０８２
		Ａ６１Ｎ	5/06	Ｚ	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全42頁）

(21)出願番号　特願2023-579409(P2023-579409)
(86)(22)出願日　令和4年6月21日(2022.6.21)
(85)翻訳文提出日　令和6年1月19日(2024.1.19)
(86)国際出願番号　PCT/EP2022/066814
(87)国際公開番号　WO2022/268768
(87)国際公開日　令和4年12月29日(2022.12.29)
(31)優先権主張番号　21180593.2
(32)優先日　令和3年6月21日(2021.6.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)
(31)優先権主張番号　22157172.2
(32)優先日　令和4年2月17日(2022.2.17)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)
(31)優先権主張番号　22159226.4
最終頁に続く

(71)出願人　523480989
ファーマーライト ホールディング アー／エス
デンマーク国 ヘアニング ７４００ ティー ニールセン ゲーデ １１Ｇ
(74)代理人　100116034
弁理士　小川 啓輔
(74)代理人　100144624
弁理士　稲垣 達也
(72)発明者　ポール カース
デンマーク国 ヘアニング ７４００ ティー ニールセン ゲーデ １１Ｇ

Ｆターム（参考）　4C082　PA02 PA03 PC10 PE10 PJ01

(54)【発明の名称】　ＬＥＤをベースとした発光ユニット

(57)【要約】
本開示は、特にビタミンＤの生成を促進するため、微生物の圧力を軽減し、オプションとして、動物農場の生産施設、病院、オフィス、敷地、保管施設、製造施設、食料品店、学校／教室などの建物内に作業灯を提供する、発光ダイオードに基づく方法、システム、及び発光ユニットに関する。発光ユニットは、特に、動物及び／又は人間の表面及び建物内部の表面に付着した人獣共通感染症、エアロゾル、細菌及びウイルスから、好ましくはセンサと組み合わせて、建物内の微生物の圧力を下げるために設けられており、同時に、発光ユニットは、動物及び／又は人間の天然ビタミンＤ３の形成を促進するように構成され、好ましくは可視作業光も提供する。１つの実施形態は、１）微生物の圧力を低下させ、２）天然ビタミンＤ３の生成を刺激するための発光ユニットであって、２９２～３０２ｎｍの間、好ましくは２９５～２９９ｎｍの間、より好ましくは２９６～２９８ｎｍの間、最も好ましくは２９７ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ、及び、２７８～２８８ｎｍ、好ましくは２８１～２８５ｎｍ、より好ましくは２８２～２８４ｎｍ、最も好ましくは２８３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を発するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ、及び／又は、２２８～２３８ｎｍの間、好ましくは２３１～２３５ｎｍの間、より好ましくは２３２～２３４ｎｍの間、最も好ましくは２３３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ、を備えることを特徴とする発光ユニットに関する。

【特許請求の範囲】
【請求項１】
１）微生物の圧力を低下させ、２）天然ビタミンＤ３の生成を刺激するための発光ユニットであって、
２９２～３０２ｎｍの間、より好ましくは２９５～２９９ｎｍの間、最も好ましくは２９７ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ、及び
２７５～２９０ｎｍの間、好ましくは２７８～２８８ｎｍの間、より好ましくは２８１～２８５ｎｍの間、最も好ましくは２８３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を発するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ、及び／又は
２２８～２３８ｎｍの間、好ましくは２３１～２３５ｎｍの間、最も好ましくは２３３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ、
を備えることを特徴とする発光ユニット。
【請求項２】
少なくとも前記第１及び第２の単色ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ光は、２０ｎｍ以下、より好ましくは１５ｎｍ以下、最も好ましくは１０ｎｍ以下、更には８ｎｍ以下の、半値全幅（ｆｕｌｌ　ｗｉｄｔｈ　ｈａｌｆ　ｍａｘ（ＦＷＨＭ））スペクトル帯域幅を有することを特徴とする請求項１に記載の発光ユニット。
【請求項３】
少なくとも前記第２の単色ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ光は、少なくとも３０ｎｍ、より好ましくは少なくとも３５ｎｍ、最も好ましくは少なくとも４０ｎｍの、半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有することを特徴とする請求項１に記載の発光ユニット。
【請求項４】
少なくとも前記第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤは、２９６～２９８ｎｍの間、最も好ましくは２９７ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成されることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項５】
少なくとも前記第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤは、２８２～２８４ｎｍの間、最も好ましくは２８３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成されることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項６】
少なくとも前記第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤは、２３２～２３４ｎｍの間、最も好ましくは２３３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項７】
少なくとも前記第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも前記第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間の発光率の比を制御するように構成されることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項８】
少なくとも前記第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも前記第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間の発光率の比は２を超え、より好ましくは２．５を超え、最も好ましくは約３又は３を超えることを特徴とする請求項１～７のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項９】
２１７～２２７ｎｍの間、好ましくは２２０～２２４ｎｍの間、最も好ましくは２２２ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ
を備えることを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１０】
２５５～２６５ｎｍの間、好ましくは２５８～２６２ｎｍの間、最も好ましくは２６０

ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも第３のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ
を備えることを特徴とする請求項１～９のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１１】
前記単色ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ光は、２０ｎｍ以下、より好ましくは１５ｎｍ以下、最も好ましくは１０ｎｍ以下、更には８ｎｍ以下の半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有することを特徴とする請求項１～１０のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１２】
少なくとも１つの前記ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも１つの前記ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤとの間の光放射率の比を制御するように構成されていることを特徴とする請求項１～１１のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１３】
好ましくは３８０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲の波長を有する多色可視光を放射するように構成された少なくとも１つの可視光ＬＥＤ
を備えることを特徴とする請求項１～１２のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１４】
２１５～２４０ｎｍの範囲の単色ＵＶ－Ｃ光の放射を除き、２７０ｎｍ未満の光を放射しないように構成されていることを特徴とする請求項１～１３のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１５】
前記可視多色光の色温度が約２７００Ｋになるように構成されることを特徴とする請求項１３又は１４に記載の発光ユニット。
【請求項１６】
１日あたり１６時間未満の第１の所定の期間、前記多色可視光の放射が行われるように構成され、
１日あたり少なくとも２２時間の第２の事前定義された期間、前記単色の非可視ＵＶ－Ｂ光及びＵＶ－Ｃ光の放射が行われるように構成される
ことを特徴とする請求項１３～１５のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１７】
全てのＬＥＤは共通の交換可能な回路基板に取り付けられていることを特徴とする請求項１～１６のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１８】
前記発光ユニットからの露光量を測定するための少なくとも１つの光センサ
を備えることを特徴とする請求項１～１７のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項１９】
前記発光ユニットの近くにおける、例えば人や動物の動きなどの活動を検出するための少なくとも１つのモーションセンサ
を備えることを特徴とする請求項１～１８のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項２０】
前記発光ユニットの近くで活動が検出された場合、ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ及び／又はＵＶ－Ｃ　ＬＥＤをオフにするように構成されている
ことを特徴とする請求項１～１９のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項２１】
好ましくは金属製であり、好ましくは冷却フィンを有するハウジングを備え、
前記ハウジングは前記発光ユニットの全てのＬＥＤを収容する
ことを特徴とする請求項１～２０のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項２２】
多色可視光を提供するための少なくとも４８Ｗのワット数を有する単一のＬＥＤ、及び
前記ＵＶ－Ｂ光のそれぞれ、オプションとして前記ＵＶ－Ｃ光を提供するための、１Ｗ、３Ｗ、１２Ｗ、４８、又は１００Ｗのワット数を有する１つ又は複数のＬＥＤ

を備えることを特徴とする請求項１３～２１のいずれか１項に記載の発光ユニット。
【請求項２３】
教室、病棟、オフィススペース、集会場などの人間が住む部屋の中で、又は動物農場の生産施設において、１）作業用の光を提供する、２）微生物の圧力を下げる、及び／又は３）天然ビタミンＤ３の生成を刺激するためのシステムであって、
請求項１～２２のいずれかに記載の発光ユニットのうちの少なくとも１つ、及び
前記発光ユニットの選択された波長範囲における、
露光時間及び／又は
総光放射率などの露光強度
を管理するのに適した制御システム、
を備えることを特徴とするシステム。
【請求項２４】
前記発光ユニットからの露光量を測定するための少なくとも１つの光センサを備えることを特徴とする請求項２３に記載のシステム。
【請求項２５】
前記部屋の内の活動を検出するための少なくとも１つのモーションセンサを備えることを特徴とする請求項２３又は２４に記載のシステム。
【請求項２６】
前記発光ユニットからの前記露光量の測定に基づいて、前記発光ユニットの選択された波長範囲において所定の露光強度の放射率を維持するように構成されることを特徴とする請求項２３～２５のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項２７】
例えば現地時間の２２時から５時までなど、夜間などの前記部屋のクローズ時間において、前記発光ユニットは日中の選択された期間のみＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されることを特徴とする請求項２３～２６のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項２８】
前記発光ユニットは、前記発光システムを含む対応する部屋など、前記発光ユニットの近くに人間及び／又は動物が存在しない場合にのみＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されることを特徴とする請求項２３～２７のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項２９】
少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間で、センサからの入力などに基づいて、発光率の比率を制御し、２９７±５ｎｍの光の総光放射率に対する２８３±５ｎｍの光の総光放射率の比率を選択できるようにするように構成される
ことを特徴とする請求項２３～２８のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項３０】
少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤの間で、センサからの入力などに基づいて、発光率の比率を制御し、２３３±５ｎｍの光の総光放射率に対する２９７±５ｎｍの光の総光放射率の比率を選択できるように構成される
ことを特徴とする請求項２３～２９のいずれか１項に記載のシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、特にビタミンＤの生成を増加及び／又は促進するため、微生物の圧力を軽減し、オプションとして、動物農場の生産施設、病院、オフィス、敷地、保管施設、製造施設、食料品店、学校／教室などの建物内に作業灯を提供する、発光ダイオードに基づく方法、システム、及び発光ユニットに関する。発光ユニットは、特に、動物及び／又は人間の表面及び建物内部の表面に付着した人獣共通感染症、エアロゾル、細菌及びウイルスから、建物内の微生物の圧力を下げるために設けられており、同時に、発光ユニットは、動物及び／又は人間の天然ビタミンＤ３の形成を促進するように構成され、好ましくは可視

作業光も提供する。

【背景技術】

【０００２】

畜産では、豚、子豚、牛、その他の家畜などの動物が動物収容施設内で飼育される。動物飼育施設の状況は、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（ＭＲＳＡ）などの細菌や豚急性下痢症候群コロナウイルス（ＳＡＤＳ－ＣｏＶ）などのウイルスを含む、多種多様な微生物の増殖を促進する可能性がある。動物飼育施設内に浮遊微生物が存在すると、施設内の空気の質に影響を与え、動物、施設の従業員、近隣地域の人々を病原体にさらすことになる。集約的な飼育は、動物農場の生産施設内で、特に人獣共通感染症やエアロゾルによる微生物の圧力が不十分なレベルで上昇する可能性があり、潜在的に重大な健康リスクにつながる可能性がある。

【０００３】

通常、良好な空気の質、動物飼育施設内で飼育されている動物の健康、及び従業員／労働者の健康を確保するために、動物飼育施設内の微生物の圧力を制御するためにさまざまな対策が講じられる。例えば農場では、動物の立ち入りが管理及び制限されているため、汚染のリスクが軽減される。しかし、動物間及び動物と人間の間での感染症（人獣共通感染症など）の蔓延は、動物の飼育環境において依然として重大な問題となっている。

【０００４】

コロナパンデミックの最中、病院、オフィス、施設、製造施設、食料品店、学校／教室などのあらゆる種類の建物内の微生物の圧力も、特に建物内で何時間も過ごす人間をＳＡＲＳ－ＣＯＶＩＤ－１９などの感染症から守るために、関心の対象となっている。

【０００５】

このことは、多くの場合、人間や家畜が十分なレベルでビタミンＤ３を自然に生成できないという事実によって更に強調される。自然光（太陽光）は、人間や動物の皮膚におけるビタミンＤ３の自然な生成を高める。ビタミンＤ３は、Ｂタイプ（ＵＶ－Ｂ）の紫外線（ＵＶ）によって皮膚で７－デヒドロコレステロールから生成される。ＵＶ－Ｂは自然光のスペクトルに存在するため、皮膚が自然光にさらされると、皮膚内の天然ビタミンＤ３（ＮＤ３）の形成が促進される。ＮＤ３は、免疫系及び骨格と骨の発達と維持において重要な機能を持っている。

【０００６】

人間や家畜は一日の大部分を屋内で過ごすため、多くの場合、十分なレベルのＮＤ３を形成するには不十分な量のＵＶ－Ｂを受けることになる。その結果、ビタミンＤ３欠乏症は畜産場の居住環境や北半球に住む人間では珍しいことではなく、これに関連して重大な健康への影響が生じている。ＮＤ３レベルが低いことによる典型的な健康への影響の１つは、免疫システムの弱体化であり、これが空気の質の悪さと相まって、感染症にかかりやすくなる。

【０００７】

人間や動物が十分な量のＮＤ３を確実に摂取できるようにするために、様々なアプローチが使用されてきた。動物に対する１つのアプローチは、動物の飼料に添加された栄養補助食品の形で合成ビタミンＤ３（ＳＤ３）を動物に与えることである。一例として、動物性食品にＳＤ３を添加したり、ＳＤ３の錠剤や粉末を添加したりすることが挙げられる。また、人間用の食事性ビタミンＳＤ３サプリメントも世界中で使用されている。

【０００８】

ＳＤ３とＮＤ３は化学的には同一であるが、動物と人間の体内では機能が異なる。ＳＤ３は、ＮＤ３とは異なり、適切な輸送タンパク質に結合しないが、腸管から吸収された後、血中の残留脂肪中に残る。これはビタミンの生物学的効果にとって重要であると考えられており、ＳＤ３の大量摂取が有毒であるのに対し、ＮＤ３は過剰摂取できない理由が説明される。

【０００９】

細菌性疾患に感染した動物や人間は、抗生物質で治療できる。ほとんどの病気の場合、

これで動物や人間は治癒するが、それでも、健康の観点からだけでなく、そのような抗生物質による治療は高価であり、農家に経済的損失を引き起こすため、満足のいくものではない。更に、前述のＭＲＳＡを含む抗生物質耐性種が絶えず増加しており、幅広い家畜種の幸福に対する大きな懸念として浮上しており、結果として農家に深刻な経済的影響を与えている。

【００１０】

従って、建物内の照明条件は、建物内で何時間も過ごす人間や動物の幸福と健康に重大な影響を与えるかもしれない。更に、建物内の可視光による照明条件は、人間の目の錐体と桿体によって認識される物体の視覚認識にとって重要であり、照明レベル、空間分布、演色などに基づいて形成される。学校や職場環境などの照明条件が悪いと、目の疲れ、疲労、頭痛、ストレスが生じる可能性がある。これにより、事故のリスクが高まり、生産性が低下し、一般的に生活の質が低下する。

【発明の概要】

【００１１】

建物内の照明条件を最適化するために、建物内、特に建物内の特定の部屋において、微生物の圧力を低減しＮＤ３の形成を促進するための発光ユニット、システム、及び方法を提供すること、そして好ましくは理想的な作業光条件を提供すること、が本開示の目的である。本明細書に開示される発光ユニット、デバイス、システム、及び方法は、特定の態様において、同じ発明者によるＰＣＴ／ＥＰ２０２０／０６７０６９の開示から利益を得ることができ、従って、その全体が参照により組み込まれる。

【００１２】

本開示の目的は、多数の波長範囲、例えば、２つ、３つ以上の重要な波長範囲など、特にＵＶ－Ｂ範囲、場合によりＵＶ－Ｃ範囲、場合により可視光範囲の光を放射するように構成された発光ユニットを提供することである。本発明の発光ユニットは、例えば人間のための建物や農場の生産設備において可視作業光を提供する従来技術のランプを置き換えることを目的としている。農業生産施設用発光ユニットの場合、１）動物の邪魔をしない波長範囲及び／又は色温度の可視光を提供し、２）農場生産施設内の微生物の圧力を下げるのに役立つ、１つ以上の事前定義された波長範囲の光を提供する更なる機能を備える。この点に関して、本発明の発光ユニットが単一のランプとして、例えば単一の（プリントされた）回路基板上にのみ設けられる場合には有利である。従って、本開示は、ＵＶ－Ｂ範囲とオプションとしてＵＶ－Ｃ範囲及び可視光線範囲が含まれる、２つ、３つ以上の重要な波長範囲で、異常な高エネルギーで光を発するように構成された単一のランプを有する発光ユニットに関するものである。ＬＥＤチップを搭載したランプ１台で設置コスト、ランニングコストともに大幅なコスト削減が可能である。

【００１３】

従って、本開示の一実施形態は、１）微生物の圧力を下げる、２）天然ビタミンＤ３の生成を刺激するための発光ユニットに関し、前記発光ユニットは、単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも１つのＵＶ－Ｂ発光ダイオード（ＬＥＤ）、及び／又は、単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも１つのＵＶ－Ｃ発光ダイオード（ＬＥＤ）を備える。

【００１４】

好ましい実施形態は、１）微生物の圧力を低下させ、２）天然ビタミンＤ３の生成を刺激するための発光ユニットであって、２９２～３０２ｎｍの間、好ましくは２９５～２９９ｎｍの間、より好ましくは２９６～２９８ｎｍの間、最も好ましくは２９７ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ、及び、－２７８～２８８ｎｍ、好ましくは２８１～２８５ｎｍ、より好ましくは２８２～２８４ｎｍ、最も好ましくは２８３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を発するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ、及び／又は、－２２８～２３８ｎｍの間、好ましくは２３１～２３５ｎｍの間、より好ましくは２３２～２３４ｎｍの間、最も好ましくは２３３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成さ

れた少なくとも第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ、を備えることを特徴とする発光ユニットに関する。

【００１５】

この実施形態が好ましい理由は、２９７ｎｍの光は、人間と動物の両方で天然ビタミンＤ３の生成を刺激し、２８３ｎｍの光は、畜産場の生産施設における微生物の圧力を軽減し、２３３ｎｍの光は、例えば、病院、学校などの、人間が住んでいる建物内の微生物の圧力を低下させるためである。ただし、これら全ての波長を単一のランプ、場合によっては単一の回路基板で提供でき、そして、個々のＬＥＤチップの制御はソフトウェアによって提供され、ランプの目的及び／又は位置に応じて適切な波長が選択されるようにする。

【００１６】

特に、１０～２０ｎｍ離れたＵＶ－Ｂスペクトルの各部分から選択された２つのＵＶ－Ｂ波長、つまり、例えば、２７５～２８５又は２７８～２８８ｎｍと、様々なＬＥＤから提供される２９２～３０２ｎｍの組み合わせなどの、ＵＶ－Ｃスペクトル範囲に近い低波長ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと、ＵＶ－Ａスペクトル範囲に近い高波長ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとを組み合わせることが有利であることがわかっており、これは、このような２つのＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを組み合わせると、微生物の圧力を低下させ、ＮＤ３生成を刺激することができるからである。１つ以上のＵＶ－Ｃ波長、好ましくは、２１５～２４０ｎｍの範囲、例えば、２２２ｎｍ、２３０ｎｍ、２３３ｎｍ及び／又は２６０ｎｍの波長を有する、例えば、単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも１つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤを追加することで、微生物の圧力を更に下げることができる。

【００１７】

別の特に有利な実施形態は、ＵＶ－Ｂスペクトルの上端からのＵＶ－Ｂ波長、例えば２９７±５ｎｍと、約２３０±１０ｎｍ若しくは２３０±５ｎｍ又は２３３±５ｎｍ（２３３ｎｍなど）のＵＶ－Ｃ波長と、を組み合わせることであり、そのような波長の組み合わせは、無害な２３３ｎｍ　ＵＶ－Ｃ光による微生物の圧力の低下と、ＵＶ－Ｂ光によるＮＤ３生成の刺激の両方を提供できるからである。

【００１８】

この発光ユニットは、特に、動物農場の生産施設における微生物の圧力を低減するように構成されてもよい。発光ユニットは複数のＬＥＤ光源を含んでもよい。発光ユニットは、３８０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲の波長を有する多色／広帯域可視光を発光し、２）２２２ｎｍ、２３０ｎｍ、２３３ｎｍ及び／又は２６０ｎｍなどの１つ又は複数の所定の波長における単色光の放射を除き、２８５ｎｍ未満、好ましくは２７０ｎｍ未満の（広帯域）光を放射しないように構成されることが有利である。発光ユニットは、１つ以上の追加の所定の波長、例えば２９５ｎｍ又は２９７ｎｍで単色光を発光するように更に有利に構成されてもよい。特に、選択された波長が人間や動物に有害でないことが重要であり、２３０±１０ｎｍ及び２９５±１０／２９７±５ｎｍはそのような無害な波長範囲の例である。

【００１９】

本開示の一実施形態では、発光ユニットは、微生物の不活化、ＮＤ３の生成、及び可視作業光の提供のために選択された波長範囲及びエネルギーの多色可視光及び単色光を放射するように構成される。同時に、発光ユニットは、ＵＶ－Ｂ範囲未満の波長を有する低量のエネルギー又はゼロエネルギーさえも放出するように構成されてもよいが、場合によっては、事前に選択された波長の単色光が除かれる。発光ユニットが単一の標準ランプソケットに受け入れられるように構成されることが更に好ましい。

【００２０】

良好な作業用照明条件は、１日に何時間も屋内に滞在する人間、例えば、学校の子供たち、病院の患者と医療関係者、保管施設、製造施設、オフィス施設、畜産施設の労働者などの健康、安全、効率にとって非常に重要である。照明条件は、照明レベル、空間分布、演色などにより、物体の視覚認識にとって重要である。人間が知覚する物体のコントラストは、例えば、物体の吸収特性、照明の強度とスペクトル成分、網膜の光受容細胞（すな

わち、錐体、桿体、及び本質的に感光性の網膜神経節細胞）の感度の関数である。従って、現在開示されている発光ユニットは、選択された色温度の可視光を提供するように構成することができ、例えば、２７００Ｋは病院に適しており、４５００Ｋは農場生産施設に適している。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１Ａ】図１－２は、円形ハウジングを備え、天井取り付けに適したＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図１Ｂ】図１－２は、円形ハウジングを備え、天井取り付けに適したＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図１Ｃ】図１－２は、円形ハウジングを備え、天井取り付けに適したＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図１Ｄ】図１－２は、円形ハウジングを備え、天井取り付けに適したＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図２Ａ】図１－２は、円形ハウジングを備え、天井取り付けに適したＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図２Ｂ】図１－２は、円形ハウジングを備え、天井取り付けに適したＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図３Ａ】図３Ａ－Ｃは、天井取り付けに適した長方形のハウジングを備えたＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図３Ｂ】図３Ａ－Ｃは、天井取り付けに適した長方形のハウジングを備えたＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図３Ｃ】図３Ａ－Ｃは、天井取り付けに適した長方形のハウジングを備えたＬＥＤ技術に基づく、本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。

【図４】図４は、本開示の発光ユニットの一実施形態を使用して、ガラスビーズ上の黄色ブドウ球菌をＵＶ放射で照射するための試験セットアップを示す。

【図５Ａ】図５Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。

【図５Ｂ】図５Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。

【図５Ｃ】図５Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。

【図５Ｄ】図５Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。

【図５Ｅ】図５Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。

【図５Ｆ】図５Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。

【図６Ａ】図６Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示しており、特に病院、学校、病院などの人間の施設での使用に適している。

【図６Ｂ】図６Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示しており、特に病院、学校、病院などの人間の施設での使用に適している。

【図６Ｃ】図６Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示しており、特に病院、学校、病院などの人間の施設での使用に適している。

【図６Ｄ】図６Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示しており、特に病院、学校、病院などの人間の施設での使用に適している。

【図６Ｅ】図６Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示しており、特に病院、学校、病院などの人間の施設での使用に適している。
【図６Ｆ】図６Ａ－Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示しており、特に病院、学校、病院などの人間の施設での使用に適している。
【図７Ａ】図７Ａ－Ｅは、一般的なプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。
【図７Ｂ】図７Ａ－Ｅは、一般的なプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。
【図７Ｃ】図７Ａ－Ｅは、一般的なプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。
【図７Ｄ】図７Ａ－Ｅは、一般的なプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。
【図７Ｅ】図７Ａ－Ｅは、一般的なプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。
【図８】図８は、デュアルインラインパッケージＬＥＤチップの斜視説明図を示す。
【図９】図９は、ピーク波長２９５ｎｍ、ＦＷＨＭ（ｆｕｌｌ　ｗｉｄｔｈ　ｈａｌｆ　ｍａｘ）１４ｎｍ、約２７５～３１５ｎｍのＵＶＢ光を提供するＵＶ－Ｂ　ＬＥＤからのスペクトル分布の例を示す
【図１０Ａ】図１０Ａは、ピーク波長２７５ｎｍ、ＦＷＨＭ１５ｎｍ、約２６０～３００ｎｍのＵＶＢ光を提供するＵＶ－Ｂ　ＬＥＤからのスペクトル分布の例を示す
【図１０Ｂ】図１０Ｂは、ピーク波長２８５ｎｍ、ＦＷＨＭ２５ｎｍ、約２６５～３１５ｎｍのＵＶＢ光を提供するＵＶ－Ｂ　ＬＥＤからのスペクトル分布の例を示す
【図１０Ｃ】図１０Ｃは、ピーク波長２８０～２９５ｎｍ（両方ともＦＷＨＭ１５ｎｍ）、約２６０～３２０ｎｍの、それぞれ及び組み合せられたスペクトル分布ＵＶＢ光を提供するＵＶ－Ｂ　ＬＥＤからのスペクトル分布の例を示す。
【図１１Ａ】図１１Ａ－Ｂは、病棟の天井近くに設置され、病棟に作業灯を提供し、患者にＵＶ光を照射するために壁に取り付けられた光センサを備えた複数の発光ユニットを備える、本開示のシステムの一実施形態を示す。
【図１１Ｂ】図１１Ａ－Ｂは、病棟の天井近くに設置され、病棟に作業灯を提供し、患者にＵＶ光を照射するために壁に取り付けられた光センサを備えた複数の発光ユニットを備える、本開示のシステムの一実施形態を示す。
【図１２Ａ】図１２Ａ－Ｂは、敷地内に作業灯を提供し豚をＵＶ光で照らすために豚舎の天井近くに設置された複数の発光ユニットを備える、本開示のシステムの一実施形態を示す。
【図１２Ｂ】図１２Ａ－Ｂは、敷地内に作業灯を提供し豚をＵＶ光で照らすために豚舎の天井近くに設置された複数の発光ユニットを備える、本開示のシステムの一実施形態を示す。
【図１３】図１３は、実施例１における除菌量の測定に用いたシャーレ内のガラスビーズの説明図である。
【図１４】細菌の除去効率対照明光の波長を示すグラフである。
【図１５Ａ】図１５～１７は、異なるＵＶ－Ｂ波長設定による異なる線量のＵＶ照射における、ガラスビーズ上に接種された黄色ブドウ球菌の除去を示し、２８５＋２９５ｎｍのＬＥＤを有する図１５Ａ～Ｂ、２８０＋２９７ｎｍのＬＥＤを有する図１６Ａ～Ｂ、及び２８５ｎｍの広帯域スペクトルＬＥＤを有する図１７Ａ～Ｂを示す。
【図１５Ｂ】図１５～１７は、異なるＵＶ－Ｂ波長設定による異なる線量のＵＶ照射における、ガラスビーズ上に接種された黄色ブドウ球菌の除去を示し、２８５＋２９５ｎｍのＬＥＤを有する図１５Ａ～Ｂ、２８０＋２９７ｎｍのＬＥＤを有する図１６Ａ～Ｂ、及び２８５ｎｍの広帯域スペクトルＬＥＤを有する図１７Ａ～Ｂを示す。

【図１６Ａ】図１５～１７は、異なるＵＶ－Ｂ波長設定による異なる線量のＵＶ照射における、ガラスビーズ上に接種された黄色ブドウ球菌の除去を示し、２８５＋２９５ｎｍのＬＥＤを有する図１５Ａ～Ｂ、２８０＋２９７ｎｍのＬＥＤを有する図１６Ａ～Ｂ、及び２８５ｎｍの広帯域スペクトルＬＥＤを有する図１７Ａ～Ｂを示す。
【図１６Ｂ】図１５～１７は、異なるＵＶ－Ｂ波長設定による異なる線量のＵＶ照射における、ガラスビーズ上に接種された黄色ブドウ球菌の除去を示し、２８５＋２９５ｎｍのＬＥＤを有する図１５Ａ～Ｂ、２８０＋２９７ｎｍのＬＥＤを有する図１６Ａ～Ｂ、及び２８５ｎｍの広帯域スペクトルＬＥＤを有する図１７Ａ～Ｂを示す。
【図１７Ａ】図１５～１７は、異なるＵＶ－Ｂ波長設定による異なる線量のＵＶ照射における、ガラスビーズ上に接種された黄色ブドウ球菌の除去を示し、２８５＋２９５ｎｍのＬＥＤを有する図１５Ａ～Ｂ、２８０＋２９７ｎｍのＬＥＤを有する図１６Ａ～Ｂ、及び２８５ｎｍの広帯域スペクトルＬＥＤを有する図１７Ａ～Ｂを示す。
【図１７Ｂ】図１５～１７は、異なるＵＶ－Ｂ波長設定による異なる線量のＵＶ照射における、ガラスビーズ上に接種された黄色ブドウ球菌の除去を示し、２８５＋２９５ｎｍのＬＥＤを有する図１５Ａ～Ｂ、２８０＋２９７ｎｍのＬＥＤを有する図１６Ａ～Ｂ、及び２８５ｎｍの広帯域スペクトルＬＥＤを有する図１７Ａ～Ｂを示す。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
上で述べたように、本開示は、１）微生物の圧力を下げ、２）天然ビタミンＤ３の生成を刺激する発光ユニットに関し、発光ユニットは、単色のＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも１つのＵＶ－Ｂ発光ダイオード（ＬＥＤ）を備える。
【００２３】
一実施形態では、発光ユニットは、２８０～２９０ｎｍの間、より好ましくは２８３～２８７ｎｍの間、最も好ましくは２８３ｎｍ又は２８５ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを備える。好ましくは、この単色ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ光は、５０ｎｍ以下、より好ましくは４０ｎｍ以下、更により好ましくは３０ｎｍ以下、最も好ましくは２０ｎｍ以下の半値全幅（ＦＷＨＭ）のスペクトル帯域幅を有する。広域スペクトルの単一ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを備えたそのような実施形態は、動物農場の生産施設での使用に好ましく、これは、ＵＶ－Ｂスペクトルの大部分が、ＵＶ－Ｂスペクトルの異なる波長間のパワー比を調整する必要がない、コスト効率の高いソリューションで使用されるためである。
【００２４】
一実施形態では、発光ユニットは、２７５ｎｍ～２９０ｎｍの間、より好ましくは２７８ｎｍ～２８８ｎｍの間、最も好ましくは２８３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを備える。更に、又は代替として、２９０ｎｍ～３０５ｎｍの間、より好ましくは２９２ｎｍ～３０２ｎｍの間、最も好ましくは２９７ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放出するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ。一実施形態では、単色ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ光は、２５ｎｍ以下、より好ましくは２０ｎｍ以下、更により好ましくは１５ｎｍ以下、最も好ましくは１０ｎｍ以下の半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有する。特に、約２８３ｎｍの短いＵＶ－Ｂ波長ＬＥＤの場合、ＵＶ－Ｃ光の量を減らすために、１５ｎｍ以下の狭いスペクトル帯域幅を持つことが好ましく、一方、より波長の高いＵＶ－Ｂ　ＬＥＤは、約１５～２０ｎｍのより大きなスペクトル帯域幅を持つことができるという利点がある。人間が関与するソリューションには、２８３±５ｎｍと２９７±５ｎｍの２つの異なるＵＶ－Ｂ波長を組み合わせたソリューションが推奨される、なぜなら、このような組み合わせソリューションでは、異なる波長のＬＥＤチップのパワーを調整することで、ＵＶ－Ｂ範囲のスペクトルを調整できるからである。また、健康や殺菌など、用途に応じて異なるスペクトルが好まれてもよい。
【００２５】
更に好ましい実施形態では、発光ユニットは、単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成さ

れ、好ましくは２１５～２４０ｎｍの範囲の波長を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも１つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤを備える。例えば、少なくとも第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤは、２２８～２３８ｎｍ、好ましくは２３１～２３５ｎｍ、最も好ましくは２３３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されている。更に、又は代替として、２１７～２２７ｎｍ、好ましくは２２０～２２４ｎｍ、最も好ましくは２２２ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放出するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ。

【００２６】

加えて、または代わりに、２５５～２６５ｎｍの間、好ましくは２５８～２６２ｎｍの間、より好ましくは２５９～２６１ｎｍの間、最も好ましくは２６０ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも第３のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ。これら３つの中心波長は、個別に使用するか、２つ又は３つを組み合わせて使用すると、微生物の圧力を下げるのに非常に効果的であることが示されている。

【００２７】

上でも述べたように、消毒の点で非常に効果的である２３０ｎｍ付近の無害なＵＶ－Ｃ光、消毒効果もあるがＮＤ３生成も刺激する３００ｎｍ付近のＵＶ－Ｂ光のため、２３３±５ｎｍのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ光と２９７±５ｎｍのＵＶ－Ｂ光の組み合わせが特に有利であることが判明した。

【００２８】

一実施形態では、単色ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ光は、２５ｎｍ以下、より好ましくは２０ｎｍ以下、更により好ましくは１５ｎｍ以下、最も好ましくは１０ｎｍ以下の半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有する。特に短波長ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ、つまり２２２ｎｍの場合、短波長ＵＶ－Ｃ光の量を減らすために、５ｎｍ以下の狭いスペクトル帯域幅を有することが好ましく、一方、より波長の高いＵＶ－Ｃ　ＬＥＤは、約１０～１５ｎｍのより大きなスペクトル帯域幅を持つことができるという利点がある。

【００２９】

ＬＥＤテクノロジーを使用すると、複数のＬＥＤチップを共通の回路基板に追加でき、すなわち、特に１つまたは複数の可視光ＬＥＤチップを追加して、本開示の発光ユニットを建物内の人間に作業灯を提供するために使用できるようにすることができる。すなわち、さらなる実施形態では、本開示の発光ユニットは、好ましくは３８０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲の波長を有する多色可視光を放射するように構成された少なくとも１つの可視光ＬＥＤを備える。可視光の色温度は用途に応じて異なり、つまり、病院の場合、色温度は青色にシフトし、できれば約２７００Ｋにする必要があり、一方、畜産施設の場合は、赤方偏移した可視光、できれば約４５００Ｋが有利であることが判明している。従って、本明細書で開示される発光ユニットは、可視多色光の色温度が２５００Ｋから５０００Ｋの間、例えば約４５００Ｋ、好ましくは約２７００Ｋになるように構成することができる。

【００３０】

ここに開示される発光ユニットは、１つ以上の選択された波長、例えば２２２ｎｍ、２３３ｎｍ及び／又は２６０ｎｍにおける単色ＵＶ－Ｃ光の放射を除き、２７５ｎｍ未満、更には２６５ｎｍ未満の光を放射しないように構成され得る。

【００３１】

ここに開示される発光ユニットは、１日あたり１６時間未満の第１の所定の期間にわたって多色可視光を放射するように構成され、単色の非可視ＵＶ－Ｂ光及び／又はＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されてもよい。

【００３２】

発明者は、例えば建物の部屋及び設備が２３３ｎｍ、２８３ｎｍ、及び／又は２９７ｎｍ、及びオプションとして、２２２ｎｍ、及び／又は２６０ｎｍの波長で照明されると、室内の感染圧力が大幅に低減されることを認識した。これらの波長を組み合わせることで、例えばＵＶ－Ｃ光だけを使用した場合よりもはるかに多くのウイルスや細菌を除去できる。エアロゾルに基づく病気に関連するすべての細菌やウイルスは、照明が当たった部屋

で一晩で完全に減少し、照明が当たったすべての表面は無菌になる。

【００３３】

最近、２３０±１０ｎｍ、より好ましくは２３０±５ｎｍ、例えば２３３ｎｍなどの２３０ｎｍ付近のＵＶ－Ｃ光が、非常に高い殺菌効果及び皮膚耐性を有することが示された。テストは、中心波長が２３３ｎｍ、ＦＷＨＭが約１２ｎｍのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ光源で実施された。殺菌効果は、血液寒天試験と、様々なＭＲＳＡ株及び様々な土壌負荷の表皮ブドウ球菌を使用した細菌キャリア試験を使用して定性的に分析された。切除された人間の皮膚と再構成された人間の表皮に対する殺菌放射線量の適合性も分析された。細胞の生存率、ＤＮＡ損傷、ラジカルの生成を、ＨＥＤ放電ランプからの典型的なＵＶ－Ｃ放射線（２２２ｎｍ、２５４ｎｍ）及び臨床評価用のＵＶ－Ｂ放射線と比較して評価した。土壌負荷が存在しない場合、４０ｍＪ／ｃｍ２の線量で、２３３ｎｍ　ＵＶ－Ｃ光源は生存微生物を５ｌｏｇ１０レベルのｌｏｇ１０減少（ＬＲ）だけ減少させた。ムチン及びタンパク質を含む土壌負荷は、ＬＲ１．５～３．３まで影響を減少させました。人工の汗を表す塩水は、減少にわずかな効果しかなかった。皮膚モデルの生存率は低下せず、ＤＮＡ損傷は、安全であると考えられる０．１ＵＶＢ最小紅斑線量によって誘発される損傷をはるかに下回っていた。更に、誘発された損傷は２４時間後に消失した。連続４日間の照射でもＤＮＡ損傷は誘発されなかった。ラジカル形成は、屋外の可視光による２０分間の照射よりもはるかに低く、これは低ラジカル負荷として分類され、抗酸化防御システムによって補うことができる。これらのテストから、２３３ｎｍなどの２３０ｎｍ付近のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤは、危害を引き起こすリスクが非常に低く、人間や動物と組み合わせて使用できると結論付けることができ、つまりこのようなＵＶ－Ｃ　ＬＥＤは、敷地内の微生物の圧力を下げるための発光ユニットに使用でき、－人間や動物が敷地内に存在する場合でも、それらと組み合わせて使用でき、つまり、このようなＵＶ－Ｃ　ＬＥＤは２４時間年中無休で点灯できる。

【００３４】

部屋、例えば学校の教室やオフィスが使用されている場合、本発明の発光ユニットのスイッチを入れると微生物の圧力が大幅に減少し、人から人への感染伝播が大幅に最小限に抑えられる。エアロゾルや照明が当たった場所を介して人から人へ感染することはほぼ不可能である。

【００３５】

日中は、現在開示されている発光ユニットは、２３３ｎｍ、２８３ｎｍ、及び／又は２９７ｎｍ（又は２８５ｎｍ）の波長で照明するためにのみ使用されるべきであり、一方、追加のＵＶ－Ｃ光（例えば２２２ｎｍ及び／又は２６０ｎｍを夜間に追加することもできる。通常は２８３ｎｍと２９７ｎｍの組み合わせで十分であるため、必ずしもＵＶ－Ｃで照射する必要はない。図１４は、サルモネラ菌及び大腸菌の除去効率対細菌の除去効率対照射される光の波長を示すグラフである。図１４のグラフからわかるように、２８５ｎｍ未満の波長は非常に効率的であり、一方、２９０ｎｍを超える波長は効率が低くなる。ただし、約２７５ｎｍ未満の波長は人体に有害であり、約２３３ｎｍの波長は例外である。現在開示されている無害な目に見えないＵＶ－Ｂ波長の組み合わせの驚くべき利点は、２８３ｎｍの光がタンパク質を分解することであり、それはウイルスの保護面であり、２９７ｎｍの光は薄い有機表面を透過するが、例えば２２２ｎｍの光は透過しない。細菌とタンパク質が重なり合って、弱くて薄い有機表面を形成する。この２８３ｎｍと２９７ｎｍの組み合わせは、照射された人の血漿中のビタミンＮＤ３を増加させながら、人体に害を与えることなく細菌やウイルスを不活化する。血漿中のＮＤ３を増加させることにより、ヒトの免疫システムが大幅に向上し、病気の原因となるウイルスや細菌による感染が最小限に抑えられ、感染して病気になる可能性が大幅に減少する。従って、図１４では２９０ｎｍ以上の光、例えば２９７±５ｎｍは、バクテリアの除去効率が低いことが示されるが、より低い波長のＵＶ－Ｂ光と組み合わせると驚くほど効果的であることが示されている。

【００３６】

ＵＶ－Ｂ波長２８３ｎｍと２９７ｎｍの実際の組み合わせでは、波長の絶対エネルギー／強度と相対エネルギー／強度も重要であり、そして、ここで開示される発光ユニットの好ましい実施形態では、これを変更することができる。例えば、子豚がいる畜産施設を照明する場合、２８３ｎｍの４倍と２９７ｎｍの８倍の比率でエネルギーを組み合わせる。病院のベッドの場合、例えば強力なコロナセクション上では、低波長光の相対量を、例えば２９７ｎｍ光の２倍と比較して２８３ｎｍの１０倍のエネルギーまで増加させる必要がある。

【００３７】

ここで開示される発光ユニットは、１つ以上のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤを含んでもよい。掃除の際、室内の微生物の圧力を非常に強く下げる場合、人体に有害な２２２ｎｍ及び／又は２６０ｎｍ光、特に２６０ｍ、などのＵＶ－Ｃ光をオンにすることができ、更に、微生物の圧力を下げるのにも非常に効果的である。ＵＶ－Ｃライトは単独で使用することも、ＵＶ－Ｂライトと組み合わせて使用することもできる。

【００３８】

ここに開示される発光ユニットの好ましい実施形態では、すべてのＬＥＤが共通の回路基板、好ましくは交換可能な回路基板に取り付けられており、保守又は故障の場合には回路基板のみを交換すればよい。

【００３９】

ここで開示される発光ユニットは、好ましくは金属製で、好ましくは冷却フィンを有するハウジングを備えることができ、ハウジングは発光ユニットのすべてのＬＥＤを収容する。

【００４０】

ＵＶ

本開示において、ＵＶ－Ａという用語は３１５～４００ｎｍの範囲を指し、ＵＶ－Ｂは２８０～３１５ｎｍの範囲を指し、ＵＶ－Ｃは１００～２８０ｎｍの範囲を指す。遠紫外（ＦＵＶ）という用語は、１２２～２００ｎｍの波長範囲を指す。

【００４１】

本開示の様々な実施形態では、短波長、２８３ｎｍ例えば２７８～２８８ｎｍ又は２８５ｎｍ例えば２８３～２９０ｎｍの短波長のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤが使用される。このタイプは、ＵＶ－Ｂスペクトルの下限及びＵＶ－Ｃスペクトルの上限のすぐ近くにあるにもかかわらず、本明細書ではＵＶ－Ｂ光源と呼ばれる。その理由は、発明者が、そのようなタイプの光源を人間や動物と組み合わせて使用しても、特に、対応する発光ユニットからの光強度及び／又は線量を監視するための１つ又は複数のセンサと組み合わせて使用されても、害を及ぼすことなく使用できることに気づいたからである。

【００４２】

紫外線は多くの反応を行うことができ、そのような反応の１つは、核酸を重合する反応における光子と核酸の間の相互作用を介した遺伝物質との反応であり、多くの場合、チミジン二量体などのピリミジン二量体を形成する。重合した塩基は複製や転写ができないため、細胞にとって有害である。紫外線はまた、アミノ酸を架橋することによってタンパク質と反応するため、タンパク質の機能を無効にする可能性がある。

【００４３】

ＤＮＡ　損傷は、生物のいくつかのメカニズムによって修復される。メカニズムの１つは、反応を担う酵素が３５０～５００ｎｍの範囲の光との反応で損傷したＤＮＡを切断する光再活性化反応である。このようにして、可視光は損傷した細菌を修復することができる。細菌の光再活性化は、光と暴露時間に依存する。

【００４４】

紫外線によるダメージだけでも、場合によっては無菌細菌が発生する可能性がある。細菌が病原性を持つためには、細菌自身が複製できなければならない。

【００４５】

もう１つの修復メカニズムは、ダーク修復メカニズムである。暗闇の修復メカニズムで

は、酵素は光エネルギーを使わずに損傷したＤＮＡを修復できる。このような酵素は、例えば脱アミノ化されたシトシンを置換できるように、Ｎ－グリコシド結合を開裂できるＮ－グリコシラーゼ酵素である。生物は複数の方法でＤＮＡ損傷を修復できるため、細菌が光と反応しても再活性化しないような方法で生物に損傷を与えることが本開示の目的である。これは、例えばＤＮＡ損傷と酸化反応の組み合わせによるものである可能性がある。

【００４６】

本開示により、動物舎内の微生物の圧力を低下させることによって、抗生物質及び他の薬剤の量の大幅な削減が達成され、それによって動物の健康が改善され、農家のコスト削減が達成されることが理解される。本開示によって実現されるさらなる利点は、特に豚及び子豚を飼育する農場に関連して、細菌及びウイルスが存在しないことである。（例えば、ＭＲＳＡやＳＡＤＳ－ＣｏＶを大幅に除去できるため、動物と農場労働者の両方の健康と福祉が改善される。微生物の圧力の低下は、本開示の方法を用いた発光及び／又は液体消毒によって達成することができる。このような発光及び／又は消毒は、動物農場の生産施設内で行うことができる。

【００４７】

ＮＤ３の形成を促進し、それによって動物の免疫系を強化することによって動物の健康を確保することに加えて、本明細書に開示される発光ユニットは、好ましくは、動物農場の生産施設内の微生物の圧力を低下させることによって動物の健康を増進するように更に構成されることが好ましい。従って、発光ユニットは、細菌やウイルスなどの微生物を不活性化する波長範囲の光を発光するように構成されていることが好ましい。

【００４８】

これにより、抗生物質やその他の医薬品の量を大幅に削減でき、それによって動物の健康が改善され、農家のコスト削減が達成される可能性がある。本開示によって実現されるさらなる利点は、特に豚および子豚を飼育する農場に関連して、ＭＲＳＡ細菌だけでなく、例えばＳＡＤＳ－ＣｏＶなどのウイルス感染などの他のエアロゾル感染も大幅に除去できることであり、これにより、動物と農場労働者の両方の健康と福祉が改善される。微生物の圧力の低下は、本開示の方法を用いた消毒によって達成することができる。

【００４９】

微生物の不活化は通常、ＵＶ－Ｃ波長範囲（２５３．７ｎｍ）の光を使用して行われる。しかし、これとは対照的に、本明細書で開示される発光ユニットは、一実施形態では、２８０ｎｍ未満または２７０ｎｍ未満の波長を有する光が放射されないように構成され、それによって人間および動物が有害なＵＶ－Ｃ光線に曝露されないことが保証される。発光ユニットには、例えば、ランプから発せられる光から２８０ｎｍ未満または２７０ｎｍ未満の波長がフィルタリングされるシャープエッジフィルタガラスが設けられてもよい。これにより、ＵＶ－Ｃ波長がシャープエッジフィルタガラスを通過することが防止される。少なくとも２８０ｎｍの波長をシャープエッジフィルタガラス活性化するために、放射される光は、標準的なＵＶ　ＨＩＤランプと比較して、ＵＶ－Ｂ領域において著しく高いエネルギーを有する。しかし、さらなる実施形態では、発光ユニットは、好ましくはＬＥＤ光によって提供される、２１５～２４５ｎｍ、より好ましくは２１８～２３０ｎｍ、最も好ましくは２１７～２２７ｎｍ、例えば２２２ｎｍを中心とする単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されてもよい。

【００５０】

本開示の好ましい実施形態では、発光ユニットは、単一の標準ランプソケットまたは単一のプリント回路上に収容できるように適合される。従って、発光ユニットは、好ましくは、前記ソケットに受け入れられる単一のコネクタのみを有するように構成されてもよい。

【００５１】

従って、本開示の特定の実施形態では、発光ユニットは、生きている動物の皮膚におけるＮＤ３の形成を促進し、動物舎内の微生物の圧力を低減し、最適化された作業光条件を提供するように構成され、同時に、単一の標準ランプソケットに受け入れられるように適

合されているため、全体のコストとスペース要件が削減される。
【００５２】
本開示の好ましい実施形態では、発光ユニットは、単一の標準ランプソケットに収容できるように適合されている。従って、発光ユニットは、好ましくは、前記ソケットに受け入れられる単一のコネクタのみを有するように構成されてもよい。
【００５３】
したがって、本開示の特定の実施形態では、発光ユニットは、生きている動物の皮膚におけるＮＤ３の形成を促進し、動物舎内の細菌の圧力を低減し、最適化された作業光条件を提供するように構成されながらも、単一の標準的なランプソケットで受け入れることができるため、全体的なコストとスペース要件が削減される。
【００５４】
ＬＥＤ－発光ダイオード
本開示で使用される光源は発光ダイオード（ＬＥＤ）であり、従って、本開示の発光ユニットの好ましい実施形態はＬＥＤ技術に基づいている。ＬＥＤ及び／又は表面実装ダイオードやチップオンボードなどのＬＥＤチップは、電流が半導体を流れるときに光を発する半導体光源である。好ましくは、単色ＬＥＤは、異なる半導体材料を選択することによって、単色ＬＥＤが近赤外から可視スペクトル、紫外範囲までの狭い帯域の波長で光を放出できるように構成することができる。これらの半導体のバンドギャップが大きいため、ＬＥＤ　の動作電圧は波長が短くなるにつれて増加する。一般に、ＬＥＤは発光ダイオードを指し、ＬＥＤチップはＬＥＤを含むチップを指すことがある。ただし、これら２つの用語は、本明細書では同じ意味で使用される。
【００５５】
ＬＥＤからの光はレーザーからの光のようにコヒーレントな単色ではないが、このアプリケーションの文脈では、放出される波長範囲が広スペクトルの多色光源と比較して確かに単色であるため、個別の発光ダイオードは単色光源とみなされる。従って、発光ユニットは、ＬＥＤから放射される単色ＬＥＤ光スペクトルが、３０ｎｍ未満、好ましくは２０ｎｍ未満、より好ましくは１５ｎｍ未満、更により好ましくは１０ｎｍ未満、最も好ましくは約１０ｎｍ、或いは更に約９、８、７、６若しくは５ｎｍ、或いはそれより小さい半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有するように構成されてもよい。
【００５６】
２８３ｎｍを中心とし、ＦＷＨＭ１６ｎｍのＵＶ－Ｂ　ＬＥＤは、２７５ｎｍ付近で約５０％の強度を提供するが、２６８ｎｍ未満では発光率はわずかである。従って、ＬＥＤの主な利点は、非常に特殊で狭い波長範囲をターゲットにしながらも、特定のスペクトル帯域幅を備えているため、特定の機能特性を持ついくつかの波長をＬＥＤから放射できることである。
【００５７】
ＬＥＤチップを使用する利点の１つは、特にＵＶ範囲において、電力を照明電力に変換する効率がはるかに高いことである。２８３±５ｎｍで定格１０．５ワット（つまり消費電力）のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤチップは、３ワットを超えるＵＶ－Ｂ光を提供でき、つまり、従来の高圧（ＨＩＤ）ＵＶランプなどと比較して、電気から光へのエネルギー変換が非常に効率的である。
【００５８】
ただし、現在、ＬＥＤ　ＵＶ光源のコストは高圧ＵＶランプよりも高くなっているが、高圧ランプのランニングコストは、電力消費量が高いため、ＬＥＤ技術よりもはるかに急速に増加すると考えられる。そして一般に、ＬＥＤテクノロジーはＵＶ　ＨＩＤテクノロジーよりもはるかに環境に優しい。特に、ＭＯＣＶＤ（有機金属化学蒸着）に基づくＬＥＤチップは、比較的高いワット数で、また２００ｎｍ～７５０ｎｍの望ましい波長範囲で放電する。テストの結果は、１頭の雌豚と１０～１５頭の子豚を有する豚舎を対象とした、４５００Ｋの可視作業光を１日あたり１６時間提供し、ＵＶＢ及びＵＶＣ　ＬＥＤがそれぞれ２９７ｎｍ、２８３ｎｍ、２３０ｎｍで２４時間発光する、現在開示されている発

光ユニットの１つは、１日あたり僅か約０．３ｋＷｈの電力消費で動作でき、電力効率が非常に優れていることを示す。

【００５９】

一実施形態では、本開示の発光ユニットは、２７５～３０５ｎｍの範囲の波長、好ましくは２９７±５ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成される。このようなＵＶ－Ｂ光によって得られる利点は、細菌やウイルスの不活化が達成されることである。特に、２９７ｎｍ付近にピーク波長を持つＬＥＤ光の場合、光は２９７ｎｍ付近の明確に定義された波長スペクトルで提供され、ＮＤ３の自然な生成の刺激が提供され、特に、光に２９７ｎｍ、３０２、及び３０３ｎｍ付近の１つ以上の波長の光が含まれる場合にそうである。同時に、約２９５～２９６ｎｍの光で微生物を不活化することができ、特に、そのような光が有機材料の小さな層を透過できることが利点であり、微生物の不活化が非常に効率的である。ピーク波長が２９７±５ｎｍで、波長スペクトルのＦＷＨＭが約１５ｎｍであるため、２８０ｎｍ未満の光は実質的に回避される。図９は、ピーク波長が２９５ｎｍ、ＦＷＨＭが約１３～１４ｎｍのＬＥＤの波長スペクトルの例を示す。ＦＷＨＭが約１０ｎｍに減少すると、２８０ｎｍ未満の残りの光はわずかになり、それによって農場生産施設内の動物や人間が「日焼け」するのを避けることができ、一方、２９０ｎｍと３００ｎｍ付近にはまだいくらかの光があるということが図９から分かる。ＵＶＢＬＥＤ光源のさらなる利点は、可視光が放射されないことであり、これにより、そのような光源が動物の睡眠を妨げることなく２４時間作動でき、しかし同時に、ＮＤ３刺激と微生物の不活化という点での利点も維持される。

【００６０】

ここで開示される発光ユニットは、２１７～２２７ｎｍの範囲の波長、好ましくは２２２±５ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成することもできる。このようなＵＶ－Ｃ光によって得られる利点は、ウイルス表面などのタンパク質が２４０ｎｍ未満の光を強く吸収するため、細菌やウイルスの不活化が非常に効率的に達成されることである。タンパク質の劣化に最適な間隔は２２０～２４０ｎｍである。２２０～２４０ｎｍの利点は、このようなＵＶＣ光が動物農場の生産施設内の動物や人間の角膜や皮膚を劣化させないことである。ＵＶ－Ｃライトがこのように使用できることは非常に驚くべきことであり、なぜなら、これまで知られているアプローチは、動物農場の生産施設内でのＵＶ－Ｃ光を低減または排除することであったからである。しかし、ＬＥＤ技術を使用すると、動物や人間に害を与えることなく、動物農場の生産施設内の微生物の圧力を効率的に下げることができる、狭い範囲の光放射率を備えた適切な波長が特定された。特に、２２２ｎｍ及び／又は２３３ｎｍのＵＶＣ光を含めることが有利であることが示されている。２２２／２３３ｎｍではＤＮＡが深刻な損傷を受ける可能性があるため、２２２／２３３ｎｍの光は細菌を劣化させるのに非常に効果的であることが示されている。ＵＶＣ（２２０～２４０ｎｍ）ＬＥＤ光源のさらなる利点は、可視光が放射されないため、このような光源は動物の睡眠を妨げることなく２４時間アクティブにできることである。

【００６１】

ＬＥＤテクノロジーを使用すると、可視光の色温度と強度を正確にカスタマイズして、人間の作業用照明条件を改善し、動物への影響を最小限に抑えることができる。この点に関して、光を赤方偏移させることが動物農場の生産施設において有利であることが判明した。すなわち、本開示の発光ユニットは、次のように構成されることができ、可視光の色温度は４５００～６５００Ｋの範囲、又は４０００～６０００Ｋの範囲、最も好ましくは主に６４４ｎｍを中心とする波長スペクトルに対応する４５００Ｋである。このような可視光ＬＥＤは、約１Ｗから１０００Ｗ以上までのワット数で提供できる。そのため、用途や状況、特に、動物農場の生産施設の規模と発光ユニットの設置場所に応じて、可視光放射率を容易に選択することができる。

【００６２】

可視光は単一のダイオードによって提供され得るが、必要に応じて更に多くのダイオードを提供することができる。単色ＵＶ－Ｂ光は、少なくとも１つ、２つ、３つ、又は４つ

のＬＥＤによって提供できる。同様に、単色ＵＶ－Ｃ光は、少なくとも１つ、２つ、３つ、又は４つのＬＥＤによって提供できる。

【００６３】

すべてのＬＥＤを選択して異なるワット数で組み合わせ、必要な光の強度に応じて選択できる。ＬＥＤは、約１ワットから約５０ワットまで、例えば１Ｗ、３Ｗ、１２Ｗ、４８ＷＬＥＤが入手可能である。上でも述べたように、白色光／可視光を提供するＬＥＤは、更に高い出力設定でも使用できる。用途及び農場生産施設内の環境条件に従って、本明細書に開示される発光ユニットには、受動的冷却及び／又は能動的冷却が提供されてもよい。例えば、図１～３に例示されるように、ＬＥＤ回路基板に隣接して取り付けられたペルチェ素子の形式でのアクティブ冷却、ハウジング上の冷却フィンの形式でのパッシブ冷却がある。

【００６４】

すべてのＬＥＤは、例えばＣＩＥ　６２４７１に準拠したＤＩＬフィッティングによるＤＩＬ（デュアルインライン（ｄｕａｌ　ｉｎ－ｌｉｎｅ））セットアップで共通の回路基板に実装できる。発光ユニットは、ＬＥＤを備えた共通の回路基板が交換可能であるように構築されることが好ましい。従って、光源の交換が必要な場合、ユーザー又はサービス技術者は回路基板を交換するだけで済む。

【００６５】

発光ユニットは、ＬＥＤから発せられる光を広げるための反射板を備えることができ、反射板は、例えば、共通の回路基板の上に取り付けることができる。発光ユニットは、動作中に光源が効率的に冷却されるように、冷却フィンを有する、好ましくは金属製のハウジングを更に備えることができる。

【００６６】

ビタミンＮＤ３の欠乏に非常に敏感な動物のグループの１つは、血中に測定可能なレベルのＮＤ３がない状態で生まれてくるため、免疫系が弱くなっている新生子豚である。生まれたばかりの子豚は、母豚からの母乳を通じてＮＤ３を受け取ることに依存している。しかし、母乳中のＮＤ３の含有量は非常に低い。自然界では、野生の豚は夏に子豚を出産し、ＮＤ３の必要性は太陽からのＵＶ－Ｂ放射によって完全にカバーされるため、これは問題にはならない。ＮＤ３の欠如は、飼いならされた子豚の感染症と戦う能力、ひいては従来の生産における子豚の死亡率に重要な役割を果たす。ＮＤ３の形成を促進するためのＵＶ光の使用は、欧州特許出願公開第２５５８９８４号明細書に記載されている。

【００６７】

動物におけるＮＤ３形成

免疫システムは、主に細菌、真菌、ウイルス、寄生虫などの外来生物に対する身体の防御である。体の免疫システムは何百万もの異なる白血球で構成されており、それぞれが特定の形態の外来細胞を認識できる。ウイルスなどの外来細胞が体内に侵入すると、白血球が攻撃して外来細胞を殺そうとする。従って、移植では、挿入される組織が患者自身の細胞に可能な限り似ていることが重要である。免疫システムには記憶があるため、次回同じ種類の細菌やウイルスにさらされたときに、その特定の細菌やウイルスに対する抗体が構築され、すぐにそれを根絶することができる。免疫系は、自然免疫系と適応免疫系に分けられる。

【００６８】

適応免疫応答は永続的であり、抗原に依存する。ここで開示されるＵＶ　ＬＥＤ光の組み合わせは、適応免疫応答を大幅に強化する。

【００６９】

一般に人間のビタミンＮＤ３レベルは低すぎるため、死亡率が高くなる。従って、血漿中のＮＤ３を増加させるＵＶ照明と、食品、特に乳製品に含まれる天然ビタミンＮＤ３を多く含むことが重要である。例えば、ビタミンＮＤ３は、新生児だけでなく、子供や若者の発育にとっても非常に重要な要素である。ビタミンＮＤ３欠乏は、呼吸器感染症、喘息、骨粗鬆症、その他の二次疾患を引き起こす可能性がある。研究では、乳児が推奨用量の

ビタミンＮＤ３を摂取すれば、１型糖尿病の症例の３０％以上と喘息を予防できることも示されている。また、ＮＤ３が免疫系を強化して乳がん、前立腺がん、結腸がんのリスクを軽減し、一般に心血管疾患や骨粗鬆症などの生活習慣病のリスクを軽減することも示唆されている。

【００７０】

従って、本発明の更なる目的は、生まれたばかりの子豚などの動物の皮膚におけるＮＤ３形成を促進するのに適した発光ユニットを提供することである。ここに開示される発光ユニットは、動物の皮膚におけるビタミンＮＤ３の形成を確実にする方法として機能する。

【００７１】

プレビタミンＤ３生成に対する７－デヒドロコレステロールの最も効果的な照射は、２９７ｎｍ　ＵＶ－Ｂ光によるものである。ケラチノサイトをプレビタミンＤ３に変換するのに最も効果的な波長は３０２ｎｍのＵＶ－Ｂ光である。更に、状況によっては２８５ｎｍ未満で二次最大値が見られる。

【００７２】

好ましくは、発光ユニットは、ＵＶ－Ｂ範囲の一部である２８０～３０５ｎｍの範囲の波長を含む光を放射するように構成される。この範囲は、子豚におけるＮＤ３の自然な形成を刺激するのに最も効率的であることが判明している。発光ユニットが、２９５ｎｍ、より好ましくは２９７ｎｍの波長を有する光に対して高い強度を有することが更に好ましい。２９７ｎｍの波長の高強度の光は、動物の皮膚におけるＮＤ３の形成に特に適していることが示されている。

【００７３】

子豚などの動物に照明を当てると、動物の皮膚でＮＤ３がより効果的に形成される。これにより、動物がより健康になり、動物集団内の死亡率が減少する。これらの健康改善のもう１つの望ましい効果は、ブリーダーが抗生物質の使用を減らすことができることであり、これは多剤耐性菌の発生を避けるための重要なステップとなる。ＮＤ３の生成の促進によるもう１つのプラスの効果は、動物飼料中のリンとカルシウムの吸収が向上することであり、飼料の生産に対して環境にプラスの効果をもたらす。体内にＮＤ３含有量が高い家畜は、より高レベルのＮＤ３含有量の牛乳や肉を生産し、人間の食事によるビタミンＤ３吸収を改善する。

【００７４】

照明システム

本開示は更に、教室、病棟、事務室、集会場、動物農場の生産施設など、人間や動物を収容する部屋において、１）微生物の圧力を低下させ、及び／又は、２）天然ビタミンＤ３の生成を刺激する、及び／又は、３）作業ライトを提供する、システム、例えばモジュール式照明システムなどの照明システムに関し、前記システムは、

－本明細書に開示されている発光ユニットのうちの少なくとも１つ、及び

－発光ユニットの選択された波長範囲、すなわち、本明細書に開示される選択された波長範囲において、露光時間及び／又は総光放射率などの露光強度を管理及び／又は制御するのに適合した制御システム

を備える。

【００７５】

ここに開示される発光ユニットは、例えば複数の異なるＬＥＤを用いて複数の波長範囲の光を放射するのに適しているため、制御システムは、例えば放出される光の強度を調整する電力調整の観点から、また、分、時間、日、週、月、年などあたりの露光時間の観点から、各ＬＥＤを個別に制御するように適合されてもよい。

【００７６】

照明システムは、発光ユニットからの露光量を測定するように構成された少なくとも１つの光センサを備えることができ、可視光とＵＶ－Ｂ及び／又はＵＶ－Ｃ光の両方を測定できるセンサ、又は、個別の波長範囲には個別のセンサであってよい。センサは、対応す

る発光ユニットの近くに配置する、例えば、そのハウジングに組み込まれてもよい。追加的又は代替的に、同じ部屋に配置される、例えば、壁に取り付けられるように構成され、発光ユニットからの光でセンサを照らすことができる。システムは、露光センサが覆われている場合、又は何らかの故障が発生した場合に、少なくともＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ及び／又はＵＶ－Ｃ　ＬＥＤをオフにするように構成できる。

【００７７】

ＬＥＤは通常、時間の経過とともに劣化し、同じ電力でも発光強度が時間の経過とともにゆっくりと低下し、通常は５０００時間、更には１０，０００時間で３０％低下する。発光ユニットからの光強度を測定することによって、それが制御パラメータである発光強度であることを保証することができる。従って、照明システムは、発光ユニットからの露光の測定に基づいて、発光ユニットの選択された波長範囲において所定の露光強度の放射率を維持するように構成されてもよい。この点に関して、発光ユニットは、ＬＥＤが新品時にはフルパワーに調整されるが、効率のゆっくりとした低下に対応してゆっくりと増加するように構成することができる。これにより、個々のＬＥＤの寿命を大幅に延ばすことができる。使用されるＬＥＤは、標準寿命が５０００時間で、寿命全体で放射率が３０％減衰するように指定できる。長期間にわたって電力を増加させることによって、この減衰を補償することができ、ＬＥＤチップの寿命を延ばすことができる。

【００７８】

ここでも説明するように、制御パラメータは、様々なＵＶ－Ｂ及び／又はＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ波長の互いに対する相対強度とすることもできる。

【００７９】

照明システムは、発光システムを含む対応する部屋など、人間及び／又は動物が発光ユニットの近くに存在しない場合にのみ発光ユニットがＵＶ－Ｃ光を放射するように有利に構成されてもよい。例えば、ＵＶ－Ｃ光は人間や動物に有害な可能性があるため、人間が室内にいない場合にのみ発光ユニットがＵＶ－Ｃ光を放射するように構成される。これはさまざまな手段で提供できる。

【００８０】

照明システムは、発光ユニットが一日のうち選択された期間のみに、例えば２２時から５時までなど、例えば夜間など部屋のクローズ時間のみに、ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成することができる。特定の部屋又は建物のクローズ時刻は、制御システムがそれに応じて発光ユニットを制御できるように、ユーザー／管理者が定義できる。

【００８１】

照明システムは、部屋及び／又は建物内の活動を検出するための少なくとも１つのモーションセンサを備え、及び／又はそれに接触していてもよい。これは、人がいるときに発光ユニットから有害な光が放射されないようにするもう１つの方法である。

【００８２】

システムの一部であるか、単にシステムに接触しているセンサは、無線接続または必要に応じて有線でシステムに接続できる。

【００８３】

一実施形態では、本開示の発光ユニット及び／又はシステムは、可視光が１日あたり限定された所定の期間、例えば、１日あたり８時間から１６時間の間、発光されるように構成され、一方、非可視光、特にＵＶＢ及び／又はＵＶＣは１日２４時間放射され、これらの非可視光源には微生物の不活化及び／又は動物におけるＮＤＳの刺激という機能的特性があるためである。これにより、例えば夜間、動物の睡眠を妨げることなく、機能的な光源を最大限に活用することができる。

【００８４】

一実施形態では、本開示の発光ユニット及び／又はシステムは、１つ、複数、又は全てのＵＶ　ＬＥＤの光強度を増加させるように構成される。これは、特に、対応する部屋の人間または動物の「日焼け」を避けるために設けることができる。光強度の傾斜は通常、初期出力設定、段階的な増加、各出力設定での継続時間、及び最大出力設定によって定義

される。通常、ランプは数時間にわたって定義され、場合によっては丸１日又は数日にわたって定義される。

【００８５】

ここで開示される発光ユニット及び／又はシステムは更に、例えば、スマートフォンや他の表示デバイスなどからリモートで、どの光源／波長スペクトルがアクティブであるか、また場合によっては対応する強度／パワーも制御できるように構成されてもよい。場合によっては、様々な光ＬＥＤのタイミングをリモートで制御できる可能性がある。光源／波長スペクトルの個別制御は、特にＬＥＤのオプションである。従って、本明細書で開示される発光ユニット及び／又はシステムは、１日あたり２０、１８、１６、１２、又は８時間未満など、１日当たりの第１の所定の期間、広帯域可視光を放射するように構成されてもよく、少なくとも２０時間、又は２２時間、更には２４時間など、１日あたり２番目の事前定義された期間、単色の非可視ＬＥＤ光の放射が行われるように構成される。従って、好ましくは、第２の所定の期間は、第１の所定の期間よりも長い。

【００８６】

ここで開示される発光ユニット及び／又はシステムは、センサからの入力などに基づいて、少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間の発光率の比を制御するように更に構成されてもよく、これにより、２９７±５ｎｍの光の総光放射率に対する２８３±５ｎｍの光の総光放射率の比を選択できるようにする。

【００８７】

例

以下では、好ましい実施形態及び添付の図面を参照して本開示を説明する。

【００８８】

例１－ガラスビーズに接種した黄色ブドウ球菌に対するＵＶ　ＬＥＤ照射の消毒効率

この実験の目的は、様々な接触時間における黄色ブドウ球菌（Ｓ．ａｕｒｅｕｓ）に対するＵＶ　ＬＥＤ照射の消毒効率をテストすることであった。無菌ペトリプレート内で、黄色ブドウ球菌を無菌ガラスビーズ上に接種し、異なる接触時間でＵＶ照射に曝露した。図１３は、この実施例で使用されるペトリ皿内のガラスビーズの図であり、ガラスビーズは直径約６～８ｍｍである。

【００８９】

本開示のＵＶ　ＬＥＤ発光ユニットの異なる実施形態が、異なる実験で使用された。各実験において、１つのＵＶ　ＬＥＤ発光ユニットを、黄色ブドウ球菌を接種したガラスビーズを含むペトリ皿の上７６ｃｍに水平に取り付けた。ＵＶ照射の異なる接触時間で、黄色ブドウ球菌を接種したペトリプレートを取り出し、暗所に置いた。同様に、黄色ブドウ球菌を接種したガラスビーズを含む２つのペトリプレートを暗所に（ＵＶ照射から離れて）保管し、後で時間ゼロにおいて細菌を数えるために使用した。

【００９０】

ＵＶ照射の終了後（２４時間）、マンニトール塩寒天（ＭＳＡ）中での平板計数法を使用して、各ペトリプレートからの黄色ブドウ球菌を数えた。３７℃で２４時間インキュベートした後、ＭＳＡプレートで観察されたコロニーの数を使用して、様々な時間のＵＶ照射による黄色ブドウ球菌の除去を計算した。

【００９１】

以下の表１～３は、ＵＶ　ＬＥＤ照射中のさまざまな時間におけるガラスビーズ上の黄色ブドウ球菌細菌の除去率を示す。これは図１５～１７にも示されている。

【００９２】

【表１】

１５ｎｍのＦＷＨＭ有りの２８５＋２９５ｎｍ

時間（時）	cfu/mL	Log除去
0	7150	x
1	3893	0.3
2	3560	0.3
6	20	2.6
24	<1	>3.9

【００９３】

【表２】

１５ｎｍのＦＷＨＭ有りの２８０＋２９７ｎｍ

時間（時）	cfu/mL	Log除去
0	2960000	x
2	2405000	0.1
6	66000	1.7
24	555	3.7

【００９４】

【表３】

４０ｎｍのＦＷＨＭ有りの２８５ｎｍ

Time (hours)	cfu/mL	Log除去
0	1015000	x
2	895000	0.05
6	125000	0.91
24	525	3.3
48	<1	6.0

【００９５】

「２８５＋２９５ｎｍ」は、どちらも約１５ｎｍのＦＷＨＭ有り、８時間あたりの加重線量３２．５Ｊ／ｍ^{2}の２８５ｎｍ（２．５ｍＷ）と２９５ｎｍ（４ｍＷ）の異なるＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを使用しており、表１の時間と同様に５．７は１時間に対応し、１１．３は２時間に対応し、以下同様の、対数スケール対線量（Ｊ／ｍ^2）のバーで細菌の量を示す図１５Ａも参照されたい。細菌の除去率はバーの上の数字で示される。図１５Ｂは図１５Ａに対応するが、ログ除去を示している。

【００９６】

「２８０＋２９７ｎｍ」は、どちらも約１５ｎｍのＦＷＨＭ有り、８時間あたりの加重線量３２．１Ｊ／ｍ^{2}の２８０ｎｍ（２．５ｍＷ）と２９７ｎｍ（４ｍＷ）の異なるＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを使用しており、表２の時間と同様に、対数スケール対時間のバーで細菌の量を示す図１６Ａも参照されたい。細菌の除去率はバーの上の数字で示される。図１６Ｂは図１６Ａに対応するが、ログ除去を示している。

【００９７】

「２８５ｎｍ」は、約４０ｎｍのＦＨＷＭ有りで、８時間あたりの加重線量３１．９Ｊ／ｍ^{2}の２８５ｎｍ（２．５ｍＷ）ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを１個使用し、１３．２は２時間に対応し、３９．７は２時間に対応し、１５８．７は２４時間に対応する、対数スケール対線量（Ｊ／ｍ^2）のバーで細菌の量を示す図１７Ａを参照されたい。細菌の除去率はバーの上の数字で示される。図１７Ｂは図１７Ａに対応するが、ログ除去を示している。

【００９８】
これらの実験では、ＩＥＣ及びＳＥＤ規格に従った加重値も計算されており、以下の表４に示されている。
【００９９】
【表４】
ガラスビーズに接種した黄色ブドウ球菌の除去量を、異なる紫外線照射量で重み付けした値

Dose	285+295 nm	280 + 297 nm	285 nm
1時間 / 3.8 J/m^2	31.7%	30.7%	18.2%
8時間 / 30 J/m^2	95.3%	93.6%	77.8%
24時間 / 90 J/m^2	99.99%	99.97%	98.91%

【０１００】
表１～４及び図１５～１７からわかるように、２つのＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを組み合わせたソリューションは、細菌を殺すのに非常に効率的である。単一波長でより広域スペクトルの２８５ｎｍ　ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤは、よりコスト効率の高いソリューションであり、消毒にも適しているが、組み合わせたソリューションと比較すると効率が劣る。
【０１０１】
例２
図３Ａ～Ｃは、ＬＥＤ技術に基づく本開示の発光ユニットの一実施形態を示す。発光ユニット１０は、筐体の上部内に電源１１を収容する金属製の長方形の筐体と、農場生産施設の天井付近にある電源タップと接続できるコネクタ１２と、透明カバー１４と、ＬＥＤ光源１６、１７をよりよく冷却できるようにハウジングの表面積を増加させる複数の冷却フィン１３と、を備える。図３Ａは、発光ユニット１０の斜視図を示す。図３Ｂは、発光ユニット１０が電源タップ２０と電気的に係合し、電源タップ２０から吊り下げられている状態の底面斜視図を示しており、光の放射率が農場生産施設の床上の動物に向かって低下するようになっている。図３Ｃは、発光ユニット１０の底面図を示しており、プリント回路基板１５が１１個のＬＥＤチップを収容しているのが見られ、中央のＬＥＤ１５は昼白色光を提供し、残りの１０個の単色ＬＥＤチップ１７は様々な波長を提供する。図３Ｃに見られるように、共通のプリント回路基板は発光ユニット１０の底部から直接アクセス可能であり、したがって４つのネジ１８によって容易に交換することができる。
【０１０２】
例３
図１Ａ～Ｄおよび２Ａ～Ｂは、ＬＥＤ技術に基づく本開示の発光ユニットの一実施形態を示し、図１Ａ及び１Ｂは側面図を示し、図１Ｃは上面図を示し、図１Ｄは上面／側面の斜視図を示す。図２Ａは、ＬＥＤチップを収容する共通の回路基板１５の少なくとも一部が示される底面斜視図を示す。図２Ｂは、発光ユニットの切開斜視図を示す。図１及び図２の発光ユニットは、ハウジングの上部内に電源を収容する金属製の円形ハウジングと、天井要素に取り付けるための取付要素とを備える。取付要素は、天井要素に取り付けた後に発光ユニットを傾けることができる方法で円形ハウジングに取り付けられる。図２にあるように、ＬＥＤ光源をよりよく冷却できるように、ハウジングの表面積を増やすために複数の冷却フィンが設けられている。図３Ｃに見られるように、共通のプリント回路基板は発光ユニット１０の底部から直接アクセス可能であり、従って４つのネジ１８によって容易に交換することができる。ＬＥＤチップからの光は通常、約±６０度の円錐角で放射されるため、円形ハウジングは有利である可能性がある。
【０１０３】
例４
図５Ａ～Ｄは、本開示の発光ユニットで使用するための、特に豚小屋などの動物農場の生産施設での使用に適した、一般的なプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ及び白色光ＬＥＤチ

ップの様々な組み合わせを示す。

【０１０４】

図５Ａは、回路基板の中央に配置された単一のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ　２９５ｎｍチップを示す。図５Ｂは、単一のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ　２８５ｎｍチップが回路基板上の中央に配置されていることを示す。このようなセットアップは、例えば子豚の巣やミンクの巣などの、主に動物の巣用の黒色発光ユニットをターゲットにしており、子豚の巣やミンクの巣では、ＵＶ－Ｂ光がＮＤ３の自然な形成を促進するが、可視光を放射する必要はない。動物の巣では、発光ユニットは通常、動物の非常に近くに配置されるため、単一のＬＥＤチップで十分な場合がある。

【０１０５】

図５Ｃ及び５Ｂは、中央に配置された２７００Ｋの色の多色白色光ＬＥＤチップと図５Ｃでは２９５ｎｍの単色光及び図５Ｄでは２８５ｎｍの光を提供する４つのＵＶ－Ｂ　ＬＥＤチップの組み合わせを示す。単一の白色光ＬＥＤチップは、農場の生産施設で人間に可視の作業光を提供するのに十分であるが、発光ユニットが施設内の天井付近にある場合、十分な光強度を提供するには、４つのＵＶ－Ｂ　ＬＥＤチップを使用するのに適している。

【０１０６】

図１２に例示されているように、豚を照明し、豚舎内の微生物の圧力を下げるために、ＵＶ－Ｂスペクトル全体をカバーして利用するため、図５Ａ～Ｄに示す単一ＵＶ－Ｂ波長のセットアップは、好ましくは、広スペクトルＬＥＤチップ、つまり約３０ｎｍのＦＷＨＭ、として提供されてもよい。

【０１０７】

例５

図６Ａ～Ｆは、本開示の発光ユニットで使用するための共通のプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示しており、特に病院、学校、病院などの人間の施設での使用に適している。

【０１０８】

図６Ａのセットアップは、色温度２７００Ｋの単一の白色光ＬＥＤチップと、２つの２８３ｎｍのＬＥＤチップと２つの２９７ｎｍのＬＥＤチップを提供する。このようなＵＶ－Ｂチップは通常、それぞれ２８３±５ｎｍ及び２９７±５ｎｍと指定されており、中心波長には多少の変動が生じるかもしれない。典型的なＦＷＨＭは、約１０～１５ｎｍである。図６Ａのセットアップは、病院、学校などの人間の施設での使用に特に適している、なぜならば、ＵＶ－Ｂスペクトルの大部分が、例えばＮＤ３の生成と微生物の圧力の低下に使用されるためである。２８３ｎｍと２９７ｎｍを組み合わせる利点は、例えば発光ユニットの一部及び／又は照明システムの一部として、及び、例えば図１１に例示されているように病棟の壁に設置されて、ボード上で使用されるさまざまなＬＥＤチップの相対数によって、又はチップに供給される電力を制御することによって、場合によっては光センサと組み合わせて、２８３ｎｍと２９７ｎｍの光の比率を調整できることである。

【０１０９】

図６Ｄは、図６Ａのセットアップに対応するが、図６Ａには白色光源がなく、つまり、２８３ｎｍＬＥＤチップ２つと２９７ｎｍＬＥＤチップ２つである。図６Ｄのセットアップの利点は、図６Ａのセットアップと同じであるが、作業灯を提供するための図６Ｄのセットアップを使用する可能性はありません。図６Ｄのセットアップは、微生物の圧力を継続的に低下させ、ＮＤ３の生成を刺激するために、病院、学校、動物農場の生産施設などで常時点灯の発光ユニットとして使用できるが、人間や動物の目には見えず、つまり、夜間には動物は邪魔されずに眠ることができる。

【０１１０】

図６Ｂは、図６Ａのセットアップに対応し、微生物の圧力を更に下げることができる２６０ｎｍ　ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップが２つ付属している。しかし、このようなＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップからの２６０ｎｍの光は人間や動物にとって有害であるため、人間や動物が

存在しない場合にのみ使用する必要がある。

【０１１１】

図６Ｃは、図６Ｂのセットアップに対応し、更に、微生物の圧力を更に下げることができる２２２ｎｍ　ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップが２つ付属している。このようなＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップからの２２２ｎｍの光は実際に人間と組み合わせて使用することができるが、場合によっては、そのようなＵＶ－Ｃ光によってもたらされる線量を監視できる１つ以上のセンサと組み合わせて使用する必要がある。

【０１１２】

図６Ｅのセットアップにおいて、２つの２３３ｎｍ　ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップと２つの２９７ｎｍ　ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤチップを提供している。このようなＬＥＤチップは通常、それぞれ２３３±５ｎｍ及び２９７±５ｎｍとして仕様化されており、つまり、中心波長には多少の変動が生じるかもしれない。典型的なＦＷＨＭは、約１０～１５ｎｍである。図６Ｅのセットアップは、病院、学校などの人間の施設での使用に特に適しており、これは２９７±５ｎｍ　ＵＶ－Ｂ光はＮＤ３の生成に適しており、部分的には微生物の圧力を下げるのにも適しており、一方、２３３±５ｎｍ　ＵＶ－Ｃは、人間や動物に害を与えることなく微生物の圧力を下げるのに非常に効率的であるためである。２３３ｎｍと２９７ｎｍを組み合わせる利点は、例えば発光ユニットの一部及び／又は照明システムの一部として、及び、例えば図１１に例示されているように病棟の壁に設置されて、ボード上で使用されるさまざまなＬＥＤチップの相対数によって、又はチップに供給される電力を制御することによって、場合によっては光センサと組み合わせて、２３３ｎｍと２９７ｎｍの光の比率を調整できることである。図６Ｅのセットアップは、微生物の圧力を継続的に低下させ、ＮＤ３の生成を刺激するために、病院、学校などで常時点灯の発光ユニットとして使用できるが、人間の目には見えず、つまり、夜間には患者は邪魔されずに眠ることができる。

【０１１３】

図６Ｆのセットアップは、図６Ｅのセットアップに対応し、色温度２７００Ｋの白色ＬＥＤが追加され、作業灯としても使用できる。

【０１１４】

例えばパンデミックに発展する可能性のある豚インフルエンザなど、農場生産施設全体における人獣共通感染症を制限することが主な目的である場合、本発光ユニットは、２４時間照明用の少なくとも１つのＵＶＢ　ＬＥＤチップ、少なくとも１つのＵＶＣ　ＬＥＤチップ、及び例えば１６時間照明用の約２７００ケルビンの作業光を提供する少なくとも１つの可視光ＬＥＤを備えるように構成される。ＬＥＤの数とそのワット数は、農場生産施設の特定の条件に従って選択される。

【０１１５】

発光ユニットの位置がよりローカルつまり豚小屋などであれば、波長とパワー構成は、動物の大きさ、年齢、例えば子豚、離乳豚、　殺豚などの種類／品種に応じて選択する必要がある。豚舎では、可視光を必要とする時間が１日あたり短縮される可能性があり、一方、ＵＶＢ及びＵＶＣ光は、プラスの効果を最大化するために２４時間照明にとって依然として重要である。ただし、特に、動物が若い場合、及び／又は発光ユニットが動物の近くに配置されている場合、ＬＥＤチップの数やワット数が減少されてもよい。

【０１１６】

例６

図７Ａ～Ｅは、一般的なプリント回路基板上のＵＶ－Ｂ、ＵＶ－Ｃ、及び白色光ＬＥＤチップの様々な組み合わせを示す。ＬＥＤチップは、例えば３ワットのチップ、８０ワットのチップ、又はその間のものにすることができる。

【０１１７】

図７Ａでは、図５Ｃの回路基板には、農場生産施設内の微生物の圧力を更に下げるために４０５ｎｍの単色光を提供する６つのＬＥＤチップが付属している。

【０１１８】

図７Ｂでは、図５Ｃの回路基板には、農場生産施設内の微生物の圧力を更に下げるために２３０ｎｍの単色ＵＶ－Ｃ光を提供する４つのＬＥＤチップが付属している。

【０１１９】

図７Ｃでは、図７Ａの回路基板には、農場生産施設内の微生物の圧力を更に下げるために２３０ｎｍの単色ＵＶ－Ｃ光を提供する４つのＬＥＤチップが付属している。図７Ｃのセットアップは、可視作業光用に１個のチップ、４個のＵＶ－Ｃチップ、４個のＵＶ－Ｂチップ、及びダークバイオレットに相当する４０５ｎｍの光を提供する６個のＬＥＤチップの、最大１５個のＬＥＤチップを収容できる。

【０１２０】

図７Ｄは、単一の白色光ＬＥＤ、単一の２９５ｎｍＬＥＤチップ、及び４つの４０５ｎｍＬＥＤチップを提供する。図７Ｅでは、滅菌能力を高めるために、４０５ｎｍのＬＥＤチップが２３０ｎｍのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップに置き換えられている（図７Ｄと比較して）。

【０１２１】

全ての設定でＵＶ－Ｂ　ＬＥＤチップが１つだけの図７は、例えば、ＵＶ－Ｂ光の主な目的が動物の自然なＮＤ３の生成を刺激することである場合、より少ないＵＶ－Ｂ強度が必要である可能性があり、一方、農場生産施設内の微生物の圧力を最大限に低減するには、ＵＶ－Ｃ及び紫色の光源からの高強度が必要である。

【０１２２】

例７

図５Ｅは、回路基板の中央に配置された単一のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ２３３ｎｍチップを示す。このようなセットアップは主に、例えば病院、学校などの、実質的にクリーンな環境での消毒用途をターゲットとしている。２３０ｎｍ付近の光は人体に使用しても危害を及ぼす危険性はほとんどなく、つまり、可視光を発することなく微生物の圧力を２４時間３６５日下げることができる。２３０ｎｍ付近の光は原則として動物農場の生産施設でも使用でき、なぜなら、そこでも消毒機能が適用でき、光が動物に害を及ぼさないからである。ただし、動物農場の生産施設に存在する塵や微粒子は２３３ｎｍの光を吸収する可能性があり、特に動物の皮膚に存在すると、ＵＶ－Ｃ光の消毒能力が大幅に低下する。

【０１２３】

図５Ｆは、中央に配置された２７００Ｋの色を有する多色白色光ＬＥＤチップと、２３３ｎｍの単色光を提供する４つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップとの組み合わせを示す。白色光ＬＥＤチップ１つで、人間に目に見える作業光を提供するのに十分であり、発光ユニットが敷地内の天井近くに配置されている場合は、消毒に十分な光強度を提供するために４つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤチップを搭載するのが適している。

【０１２４】

アイテム

１．１）微生物の圧力を低下させ、２）天然ビタミンＤ３の生成を刺激するための発光ユニットであって、

－単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも１つのＵＶ－Ｂ発光ダイオード（ＬＥＤ）

を備えることを特徴とする発光ユニット。

【０１２５】

２．２８０～２９０ｎｍの間、より好ましくは２８３～２８７ｎｍの間、最も好ましくは２８５ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を発するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤを備えることを特徴とするアイテム１に記載の発光ユニット。

【０１２６】

３．前記単色ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ光は、５０ｎｍ以下、より好ましくは４０ｎｍ以下、更により好ましくは３０ｎｍ以下、最も好ましくは２０ｎｍ以下の半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有することを特徴とするアイテム２に記載の発光ユニット。

【０１２７】

４．前記単色ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ光は、少なくとも３０ｎｍ、より好ましくは少なくとも３５ｎｍ、最も好ましくは少なくとも４０ｎｍの半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有することを特徴とするアイテム２に記載の発光ユニット。

【０１２８】

５．前記発光ユニットは、

２７８～２８８ｎｍの間、より好ましくは２８１～２８５ｎｍの間、最も好ましくは２８３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を発するように構成された少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ

を備えることを特徴とするアイテム１に記載の発光ユニット。

【０１２９】

６．前記発光ユニットは、

２９２～３０２ｎｍの間、より好ましくは２９５～２９９ｎｍの間、最も好ましくは２９７ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｂ光を放射するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ

を備えることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１３０】

７．前記単色ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ光は、３０ｎｍ以下、より好ましくは２０ｎｍ以下、更により好ましくは１５ｎｍ以下、最も好ましくは１０ｎｍ以下、更に８ｎｍ以下の半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有することを特徴とする前記アイテム５～６のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１３１】

８．少なくとも前記第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも前記第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間の発光率の比を制御するように構成されることを特徴とする前記アイテム５～７のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１３２】

９．少なくとも前記第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも前記第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間の発光率の比は１を超え、好ましくは２を超え、より好ましくは２．５を超え、最も好ましくは約３又は３を超えることを特徴とする前記アイテム５～８のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１３３】

１０．少なくとも前記第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも前記第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間の発光率の比は１未満、好ましくは０．７５未満、最も好ましくは０．５未満であることを特徴とする前記アイテム５～８のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１３４】

１１．前記発光ユニットは、

単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも１つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ

を備えることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１３５】

１２．前記発光ユニットは、前記少なくとも１つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤは、２１５～２４０ｎｍの範囲の波長を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されていることを特徴とするアイテム１１に記載の発光ユニット。

【０１３６】

１３．前記発光ユニットは、

２２８～２３８ｎｍの間、好ましくは２３１～２３５ｎｍの間、最も好ましくは２３３ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ。

を備えることを特徴とする前記アイテム１１～１２のうちいずれかに記載の発光ユニット。

【０１３７】

１４．前記発光ユニットは、

２１７～２２７ｎｍ、好ましくは２２０～２２４ｎｍ、最も好ましくは２２２ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放出するように構成された少なくとも第２のＵＶ－ＣＬＥＤ
を備えることを特徴とする前記アイテム１１～１３のうちいずれかに記載の発光ユニット。
【０１３８】
１５．前記発光ユニットは、
２５５～２６５ｎｍの間、好ましくは２５８～２６２ｎｍの間、最も好ましくは２６０ｎｍの最大強度を有する単色ＵＶ－Ｃ光を放射するように構成された少なくとも第３のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ
を備えることを特徴とする前記アイテム１１～１４のうちいずれかに記載の発光ユニット。
【０１３９】
１６．前記単色ＵＶ－Ｃ　ＬＥＤ光は、２０ｎｍ以下、より好ましくは１５ｎｍ以下、更により好ましくは１０ｎｍ以下、最も好ましくは８ｎｍ以下、更には５ｎｍ以下の半値全幅（ＦＷＨＭ）スペクトル帯域幅を有することを特徴とする前記アイテム１１～１５のうちいずれかに記載の発光ユニット。
【０１４０】
１７．前記発光ユニットは、少なくとも１つのＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ及び少なくとも１つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤを含み、前記少なくとも１つのＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと前記少なくとも１つのＵＶ－Ｃ　ＬＥＤとの間の光放射率の比を制御するように構成されることを特徴とする前記アイテム１１～１６のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４１】
１８．好ましくは３８０ｎｍ～７５０ｎｍの範囲の波長を有する、多色可視光を放射するように構成された少なくとも１つの可視光ＬＥＤを備えることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４２】
１９．２１５～２４０ｎｍの範囲の単色ＵＶ－Ｃ光の放射を除き、２７０ｎｍ未満の光を放射しないように構成されていることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４３】
２０．前記可視多色光の色温度が２５００Ｋと５０００Ｋの間、例えば約４５００Ｋ、好ましくは約２７００Ｋになるように構成されることを特徴とする前記アイテム１８～１９のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４４】
２１．１日あたり１６時間未満の第１の所定の期間、前記多色可視光の放射が行われるように構成され、１日あたり少なくとも２２時間の第２の事前定義された期間、前記単色の非可視ＵＶ－Ｂ光及びＵＶ－Ｃ光の放射が行われるように構成されることを特徴とする前記アイテム１８～２０のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４５】
２２．全てのＬＥＤは共通の交換可能な回路基板に取り付けられていることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４６】
２３．前記発光ユニットからの露光量を測定するための少なくとも１つの光センサを備えることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４７】
２４．前記発光ユニットの近くにおける、例えば人や動物の動きなどの活動を検出するための少なくとも１つのモーションセンサを備えることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。
【０１４８】

２５．発光ユニットの近くで活動が検出された場合、ＵＶ－Ｂ　ＬＥＤ及び／又はＵＶ－Ｃ　ＬＥＤをオフにするように構成されていることを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１４９】

２６．好ましくは金属製であり、好ましくは冷却フィンを有するハウジングを備え、前記ハウジングは前記発光ユニットの全てのＬＥＤを収容することを特徴とする前記アイテムのうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１５０】

２７．多色可視光を提供するための少なくとも４８Ｗのワット数を有する単一のＬＥＤ、及び、前記ＵＶ－Ｂ光のそれぞれ、オプションとして前記ＵＶ－Ｃ光を提供するための、１Ｗ、３Ｗ、１２Ｗ、４８、又は１００Ｗのワット数を有する１つ又は複数のＬＥＤを備えることを特徴とする前記アイテム１８～２６のうちいずれか１つに記載の発光ユニット。

【０１５１】

２８．教室、病棟、オフィススペース、集会場などの人間が住む部屋の中で、又は動物農場の生産施設において、１）作業用の光を提供する、２）微生物の圧力を下げる、及び／又は３）天然ビタミンＤ３の生成を刺激するためのシステムであって、

前記アイテム１～３のいずれかに記載の発光ユニットのうちの少なくとも１つ、及び

前記発光ユニットの選択された波長範囲における、

露光時間及び／又は

露光強度

を管理するのに適した制御システム、

を備えることを特徴とするシステム。

【０１５２】

２９．前記発光ユニットからの露光量を測定するための少なくとも１つの光センサを備えることを特徴とする前記アイテム２８に記載のシステム。

【０１５３】

３０．前記部屋の内の活動を検出するための少なくとも１つのモーションセンサを備えることを特徴とする前記アイテム２８～２９のうちいずれかに記載のシステム。

【０１５４】

３１．前記発光ユニットからの前記露光量の測定に基づいて、前記発光ユニットの選択された波長範囲において所定の露光強度の放射率を維持することを特徴とする前記アイテム２８～３０のうちいずれかに記載のシステム。

【０１５５】

３２．例えば現地時間の２２時から５時までなど、夜間などの前記部屋のクローズ時間において、前記発光ユニットは日中の選択された期間のみＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されることを特徴とする前記アイテム２８～３１のうちいずれかに記載のシステム。

【０１５６】

３３．前記発光ユニットは、前記発光システムを含む対応する部屋など、前記発光ユニットの近くに人間及び／又は動物が存在しない場合にのみＵＶ－Ｃ光を放射するように構成されることを特徴とする前記アイテム２８～３２のうちいずれかに記載のシステム。

【０１５７】

３４．少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも第２のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤとの間で、センサからの入力などに基づいて、発光率の比率を制御し、２９７±５ｎｍの光の総光放射率に対する２８３±５ｎｍの光の総光放射率の比率を選択できるようにするように構成されることを特徴とする前記アイテム２８～３３のうちいずれかに記載のシステム。

【０１５８】

３５．少なくとも第１のＵＶ－Ｂ　ＬＥＤと少なくとも第１のＵＶ－Ｃ　ＬＥＤの間で、センサからの入力などに基づいて、発光率の比率を制御し、２３３±５ｎｍの光の総光放射率に対する２９７±５ｎｍの光の総光放射率の比率を選択できるように構成されるこ

とを特徴とする前記アイテム２８～３４のうちいずれかに記載のシステム。

【図面】

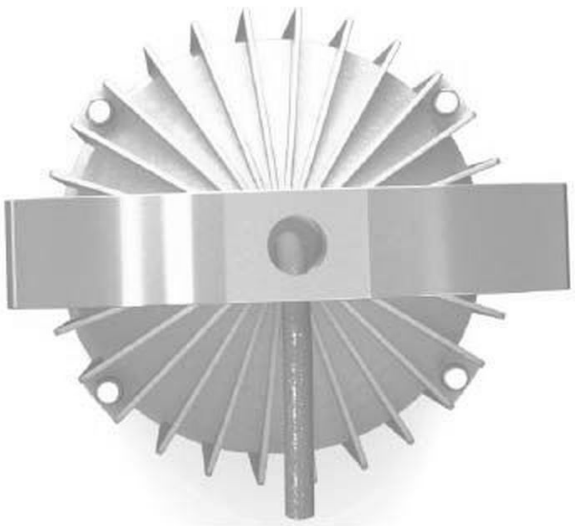
【図１Ａ】



【図１Ｂ】



【図１Ｃ】



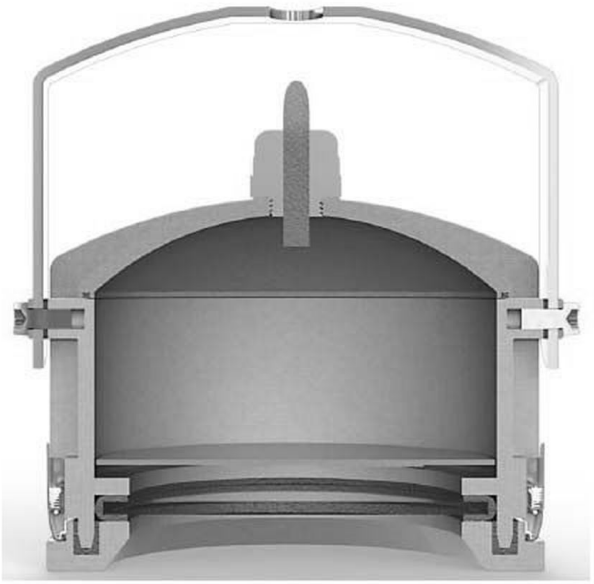
【図１Ｄ】



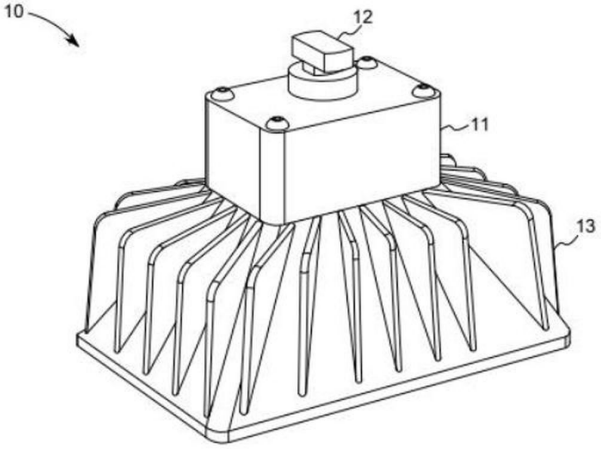
【図２Ａ】



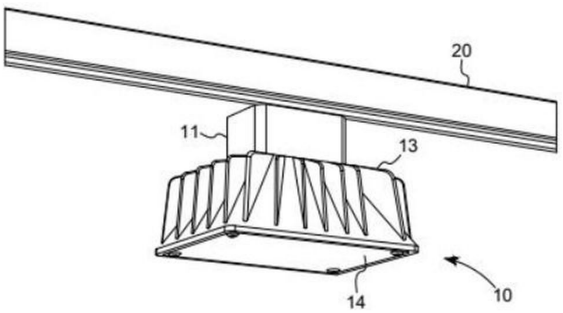
【図２Ｂ】



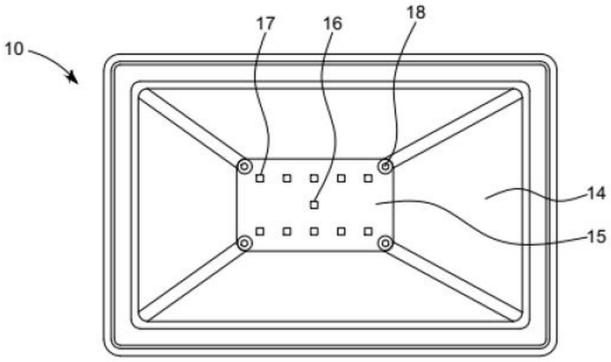
【図３Ａ】



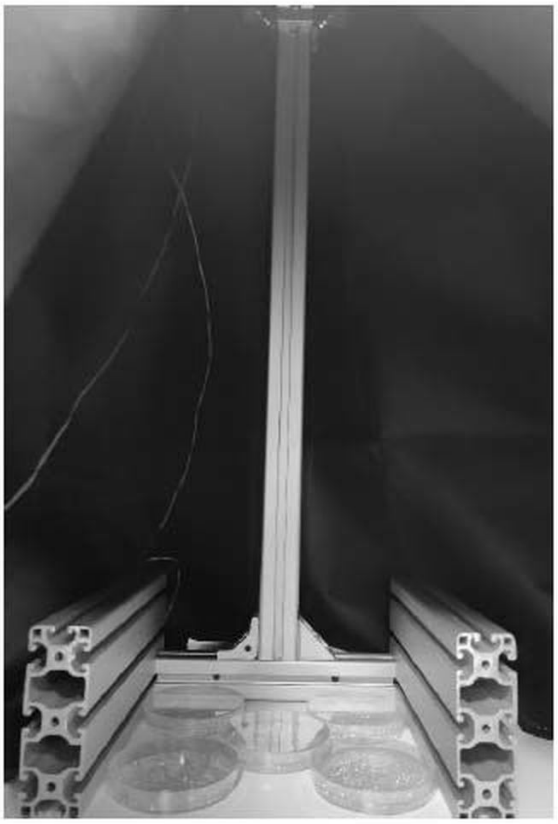
【図３Ｂ】



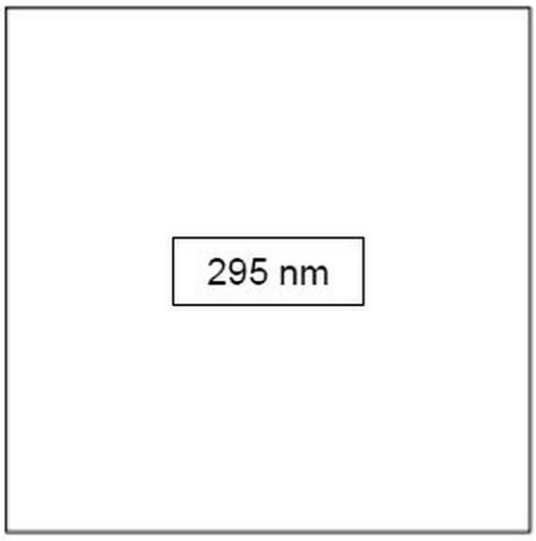
【図３Ｃ】



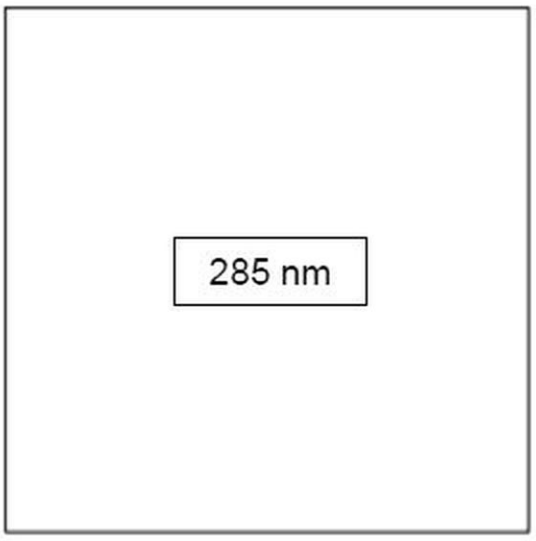
【図４】



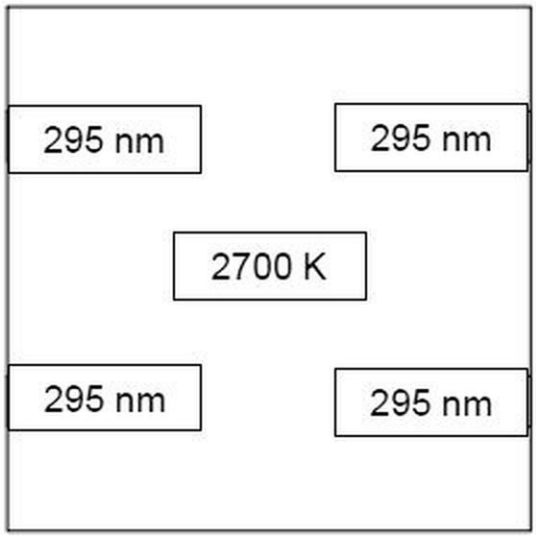
【図５Ａ】



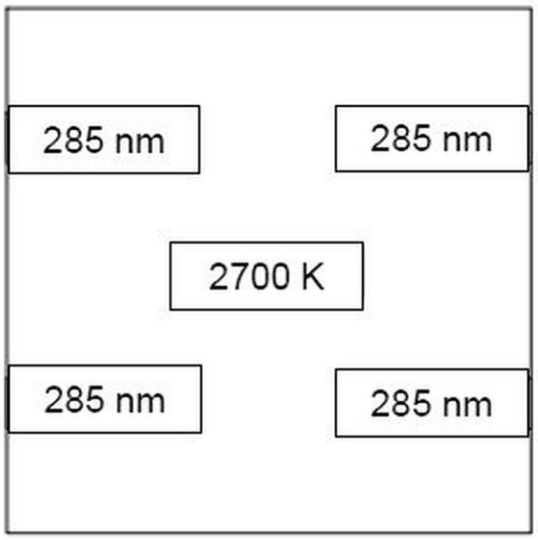
【図５Ｂ】



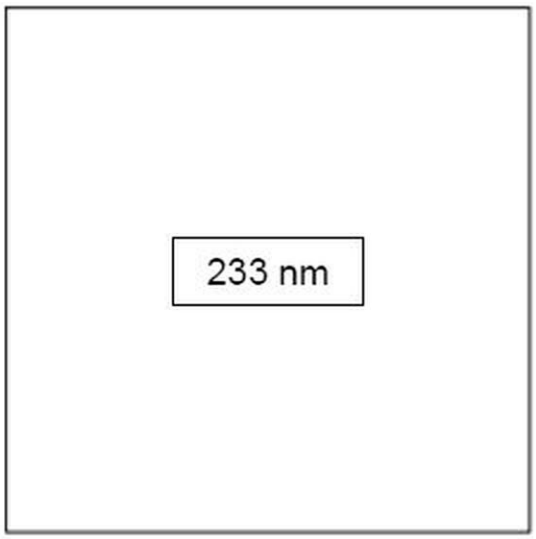
【図５Ｃ】



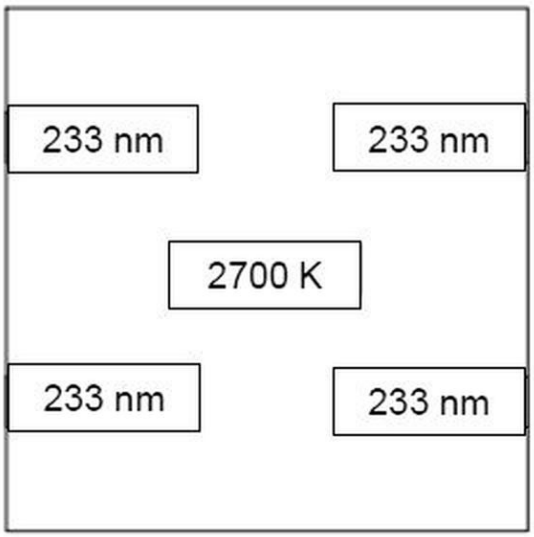
【図５Ｄ】



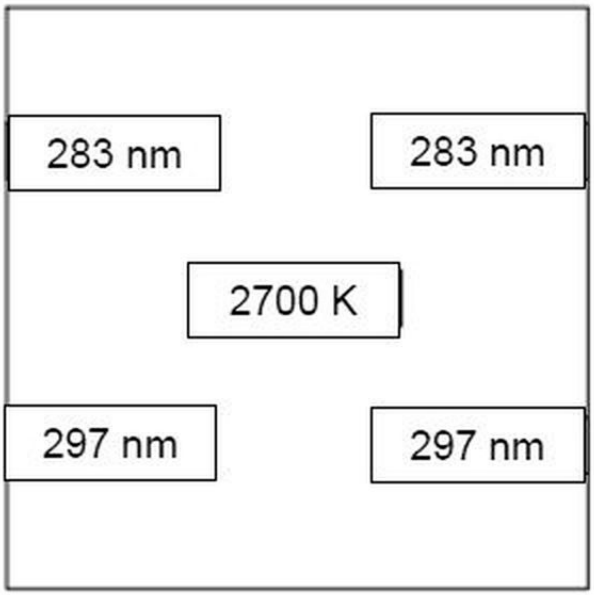
【図５Ｅ】



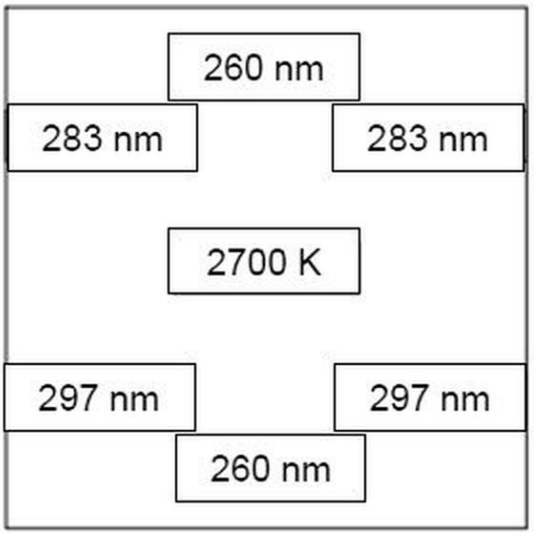
【図５Ｆ】



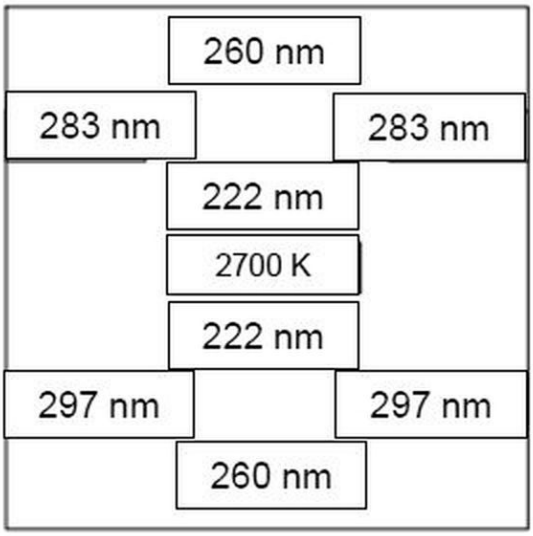
【図６Ａ】



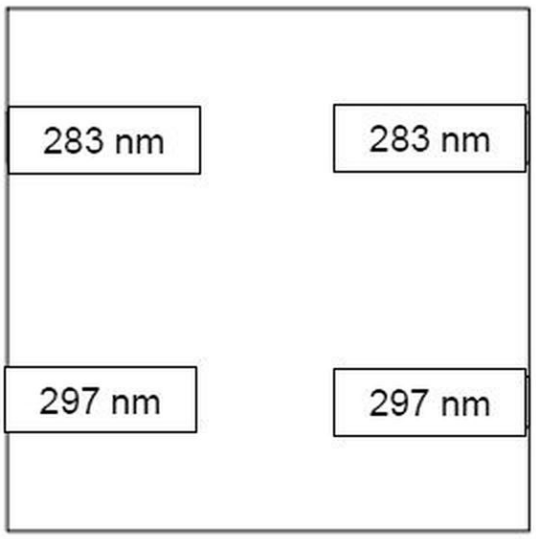
【図６Ｂ】



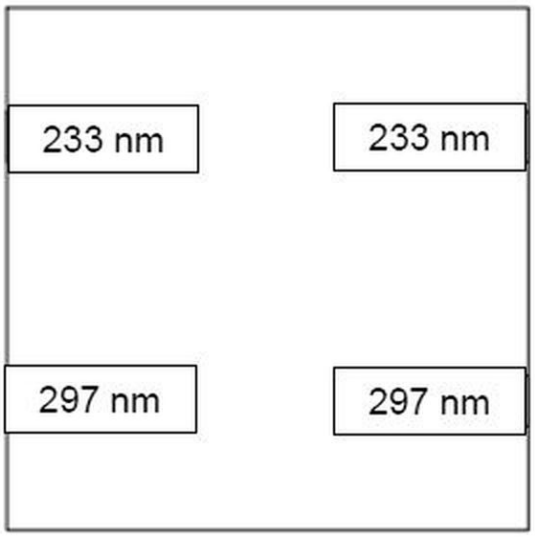
【図６Ｃ】



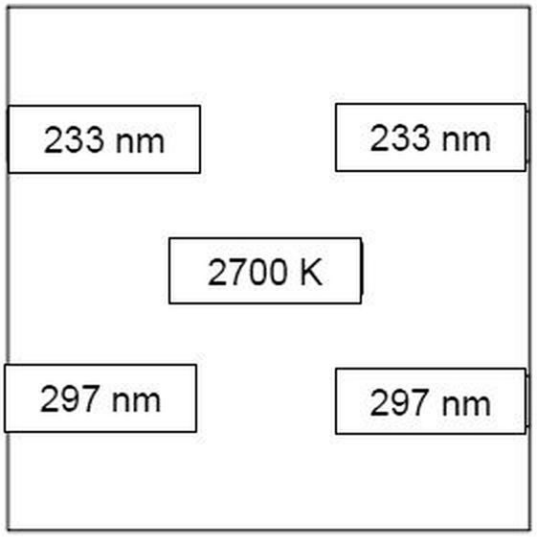
【図６Ｄ】



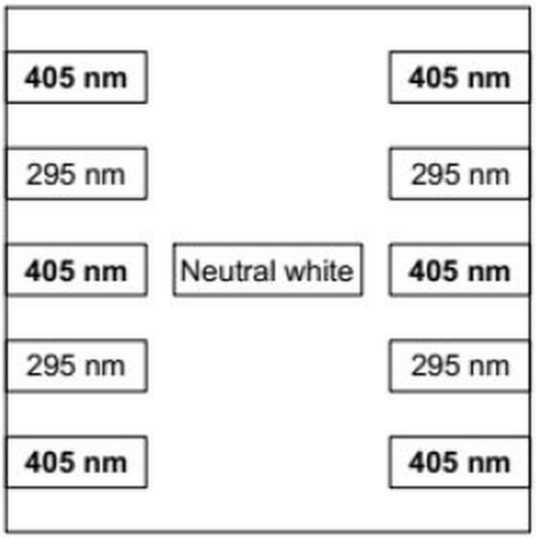
【図６Ｅ】



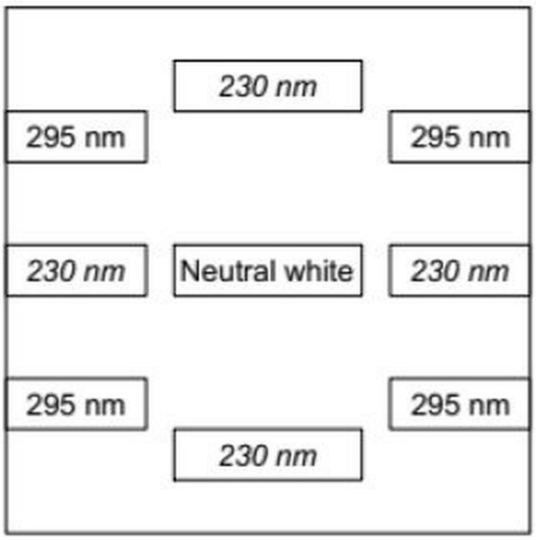
【図６Ｆ】



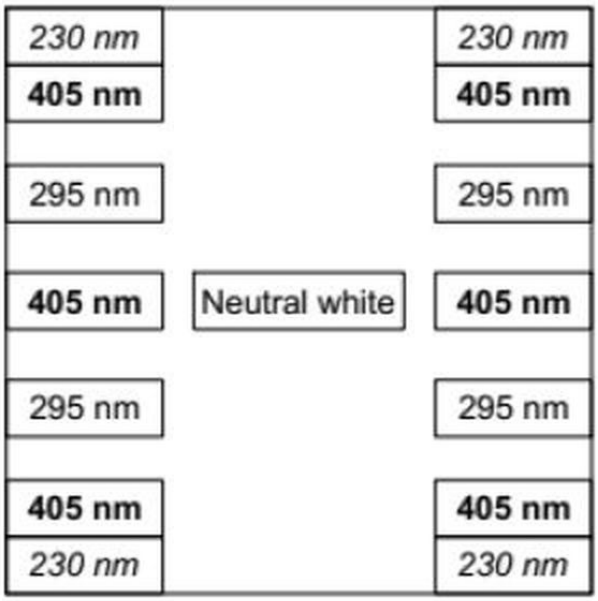
【図７Ａ】



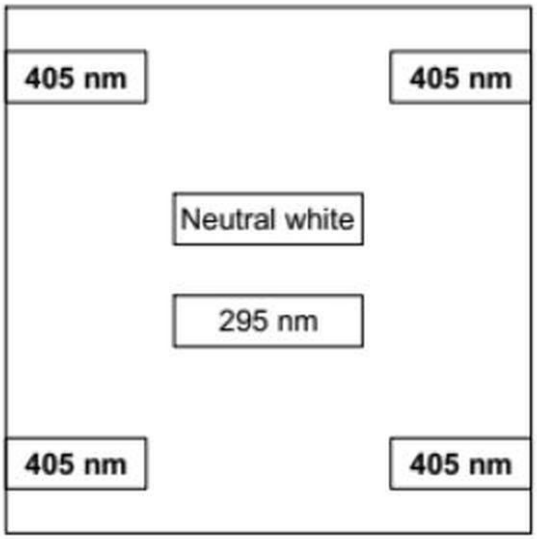
【図７Ｂ】



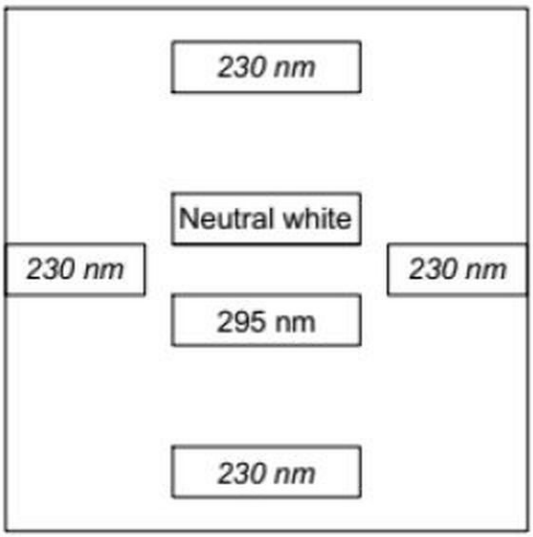
【図７Ｃ】



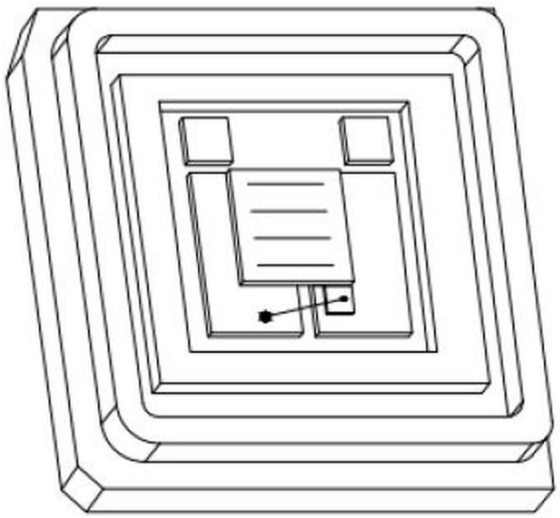
【図７Ｄ】



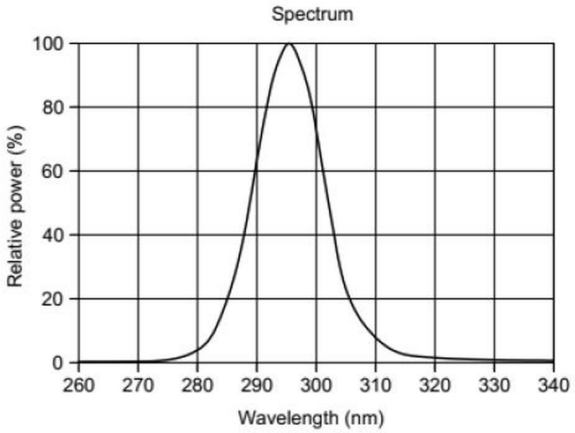
【図７Ｅ】



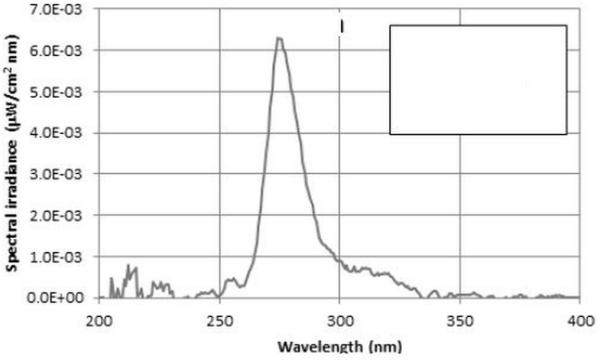
【図８】



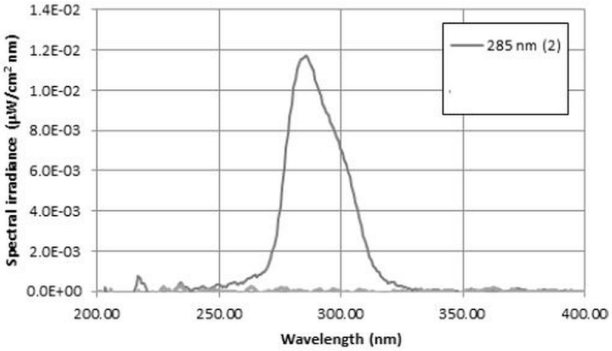
【図９】



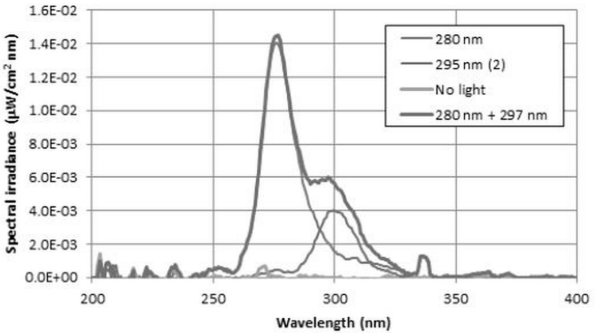
【図１０Ａ】



【図１０Ｂ】



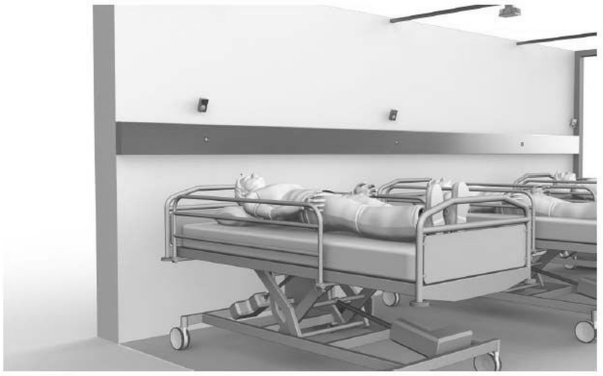
【図１０Ｃ】



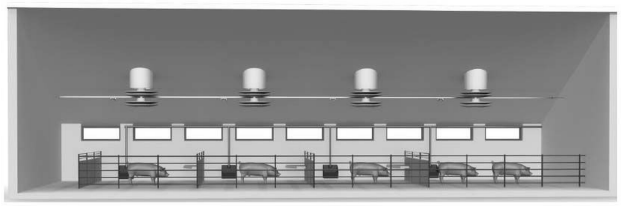
【図１１Ａ】



【図１１Ｂ】



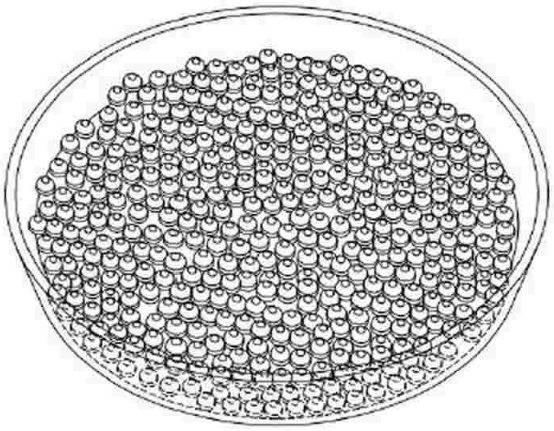
【図１２Ａ】



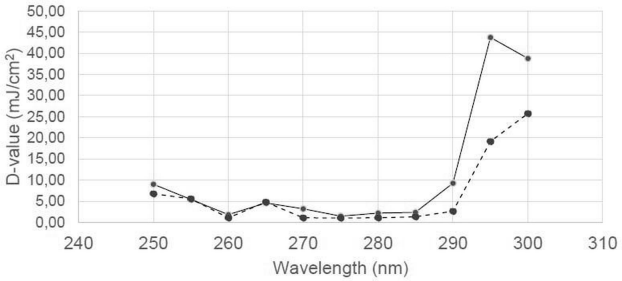
【図１２Ｂ】



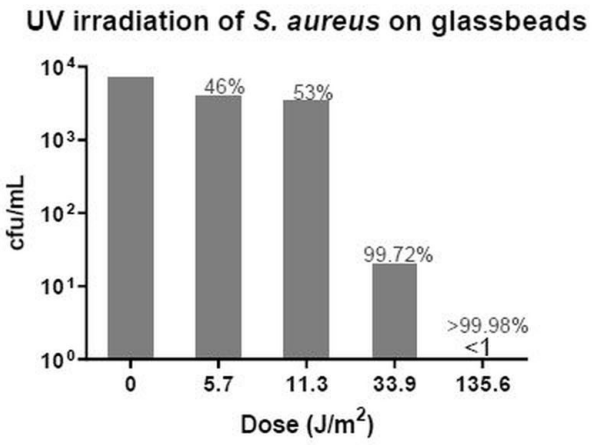
【図１３】



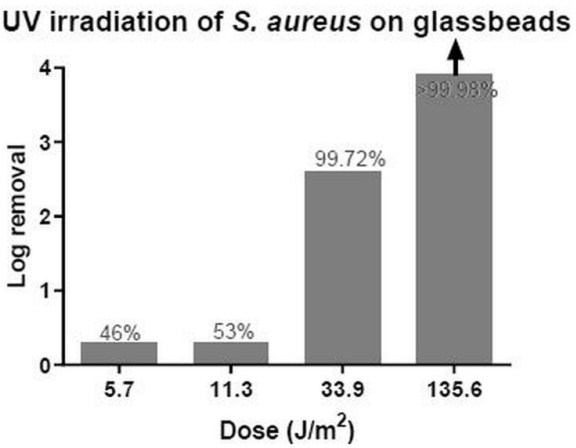
【図１４】



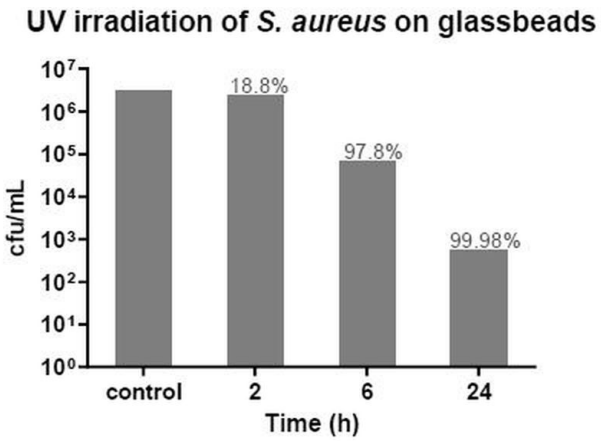
【図１５Ａ】



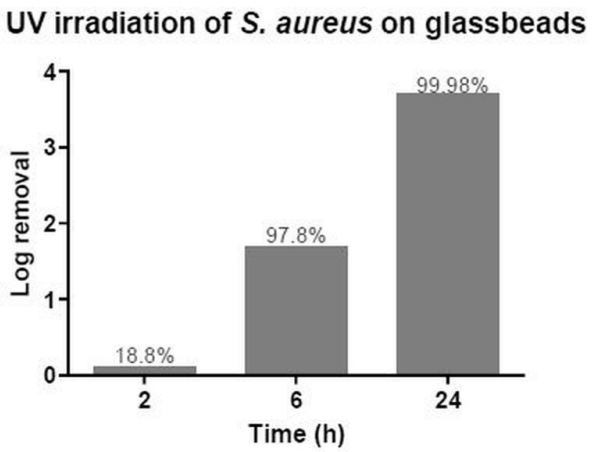
【図１５Ｂ】



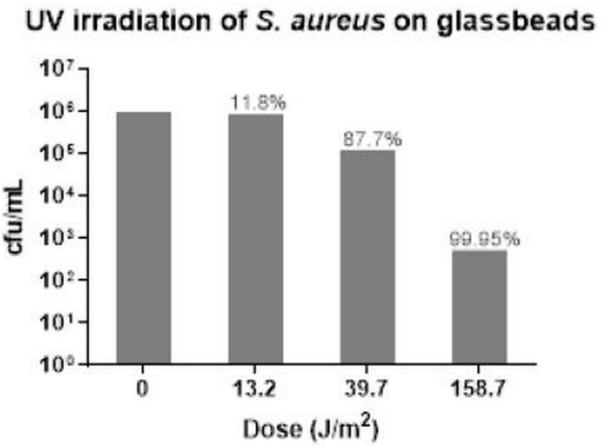
【図１６Ａ】



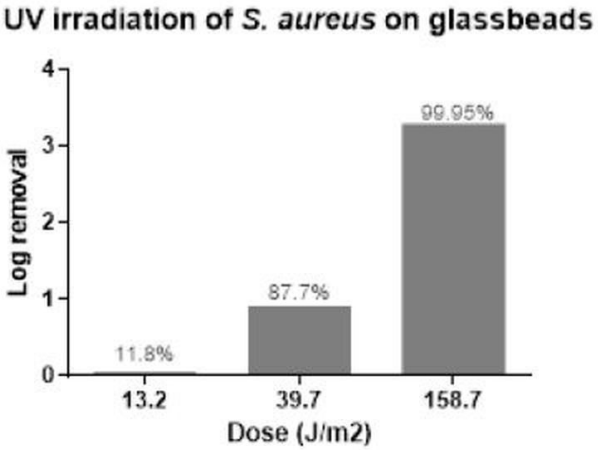
【図１６Ｂ】



【図１７Ａ】



【図１７Ｂ】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/066814

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61N5/06 A61L2/10 A61L2/24 A61L9/20 A01K13/00
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)
A61N A61L A01K

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 2020/254557 A1 (FARMER LIGHT HOLDING AS [DK]) 24 December 2020 (2020-12-24)	1,4-6,9, 10,13, 14,16, 17, 21-23, 27,28
Y	page 5 - page 6; claims 1-2, 4-5, 21, 16, 24, 31 page 13, line 21 - line 31 page 1, line 20 - line 24 page 8, line 31 - line 32 page 9, line 21 - line 24	2,3,7,8, 11,12, 15, 18-20, 24-26, 29,30
Y	US 2018/185529 A1 (SHUR MICHAEL [US] ET AL) 5 July 2018 (2018-07-05) [0041-0043, 0048-0049]	2,3,11, 18,24,26

-/--

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C.
[x] 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
"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	Date of mailing of the international search report
12 September 2022	23/09/2022

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Steinbock, Lorenz

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/066814

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 3 616 750 A1 (S1 SAEHKOE OY [FI]) 4 March 2020 (2020-03-04) [0028, 0043-0044, 0051-0062]; claim 1 -----	7,8,12, 15,19, 20,25, 29,30

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2022/066814

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2020254557 A1	24-12-2020	NONE	
US 2018185529 A1	05-07-2018	NONE	
EP 3616750 A1	04-03-2020	CN 112912113 A	04-06-2021
		EP 3616750 A1	04-03-2020
		EP 3843793 A1	07-07-2021
		US 2022125966 A1	28-04-2022
		WO 2020043944 A1	05-03-2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

(32)優先日　令和4年2月28日(2022.2.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)
(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,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,IQ,IR,IS,IT,JM,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