

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月14日(14.09.2017)



(10) 国際公開番号

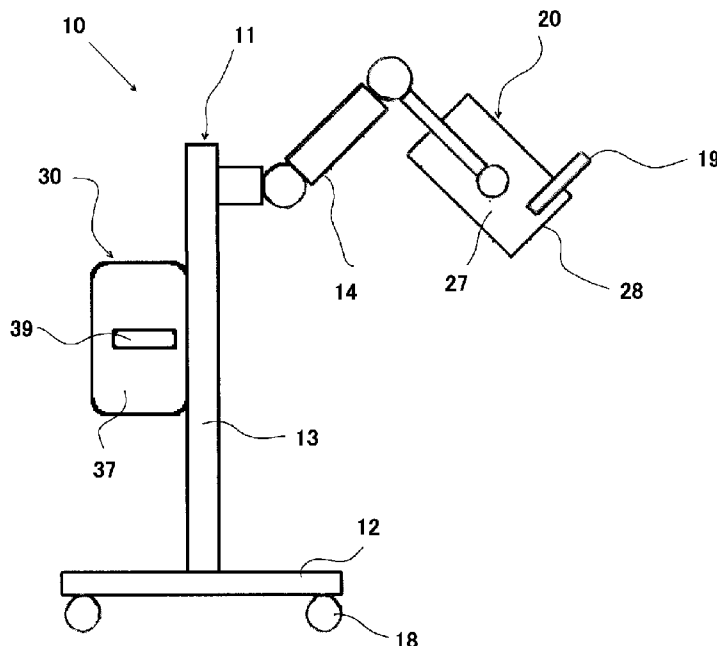
WO 2017/154759 A1

- (51) 国際特許分類:
A61N 5/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/008427
- (22) 国際出願日: 2017年3月3日(03.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-043408 2016年3月7日(07.03.2016) JP
- (71) 出願人: 公立大学法人名古屋市立大学(PUBLIC UNIVERSITY CORPORATION NAGOYA CITY UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4678601 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄1番地 Aichi (JP). ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区丸の内一丁目6番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森田 明理(MORITA, Akimichi); 〒4678601 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄1番地 公立大学法人名古屋市立大学 大学院医学研究科内 Aichi (JP). 益田 秀之(MASUDA, Hideyuki); 〒1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP). 木村 誠(KIMURA, Makoto); 〒1008150 東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大井 正彦(OHI, Masahiko); 〒1130033 東京都文京区本郷三丁目43番13号 南江堂第2ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, 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, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LIGHT THERAPY DEVICE FOR SCLERODERMA

(54) 発明の名称: 強皮症用光治療器



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a light therapy device for scleroderma that can locally irradiate an affected area with a large irradiation dose necessary for scleroderma treatment without requiring high power consumption and long irradiation times and, therefore, provide a therapeutic effect with excellent efficiency. This light therapy device for scleroderma (10) is characterized by comprising a light source unit (20) that comprises an LED element having a peak wavelength in the 360 nm to 385 nm wavelength range, and a control unit (30) that controls driving the LED element constituting the light source unit.

(57) 要約: 本発明は、強皮症の治療に必要とされる大きな照射量を、高い消費電力および長い照射時間を要することなく、患部に対して局所的に照射することができ、よって、効率的に優れた治療効果を得ることのできる強皮症用光治療器を提供することを目的とする。本発明の強皮症用光治療器(10)は、波長360~385nmの範囲にピーク波長を有するLED素子を具備する光源部(20)と、当該光源部を構成するLED素子を駆動制御する制御部(30)とを備えたことを特徴とする。

る。

WO 2017/154759 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：強皮症用光治療器

技術分野

[0001] 本発明は、皮膚疾患の一種である強皮症を治療するために用いられる強皮症用光治療器に関し、更に詳しくは、紫外線照射によって強皮症を治療する強皮症用光治療器に関する。

背景技術

[0002] 近年、皮膚疾患の治療方法としては、患部に対して紫外線を照射する手法が広く利用されている。そして、紫外線によって皮膚疾患治療をするための皮膚疾患用光治療器としては、紫外線光源として放電ランプを備え、波長340～400nmの範囲の紫外線（UVA1）を放射するものが実用化されている（具体的には、例えば「SELLAMED 2000 System Dr.Sellmeier」）。この実用化されている皮膚疾患用光治療器の或る種のもは、メタルハライドランプからの光を、複数（具体的には、例えば3枚）の波長選択フィルタを介して患部に照射する構成を有しており、よって紫外線光源からの光（紫外線）の利用効率が低い、という問題がある。

[0003] また、紫外線によって皮膚疾患治療をするための皮膚疾患用光治療器においては、紫外線光源として、LED素子を用いることが提案されている（例えば、特許文献1および特許文献2参照。）。

具体的に、特許文献1に係る皮膚疾患用光治療器は、複数のLED素子が、円形状基板上、または凹面を有する筐体の当該凹面上に配列されたものである。この皮膚疾患用光治療器においては、複数のLED素子の配列、あるいは円形状基板や筐体の向きを変更することによって、複数のLED素子が患部を臨む状態とすることができ、よって患部に対して局所的に紫外線を照射することができる。すなわち、特許文献1に係る皮膚疾患用光治療器は、紫外線光源として放電ランプを用いた皮膚疾患用光治療器における問題、具体的には、患部（紫外線照射対象部位）だけでなく、その患部の周辺部に対

しても紫外線が照射されるために紫外線光源からの光を患部に対して局所的に照射することができないという問題を解決することのできるものである。

また、特許文献2には、波長350～390nmの範囲にピーク波長を有するLED素子が、難治性湿疹、異汗性湿疹、皮膚T細胞リンパ腫、アトピー性皮膚炎、円形脱毛症、ケロイド、瘢痕、皮膚萎縮線状および強皮症の治療に有効である旨の記載がある。

しかしながら、特許文献2においては、アトピー性皮膚炎に関する治療効果が確認されているだけで、他の皮膚疾患に関する治療効果についてはまったく明らかにされていない。

[0004] 一方、強皮症（全身性強皮症）は、皮膚の硬化を伴う膠原病の一種であり、完全な治療方法が確立されていない難治性疾患に認定されている。

この強皮症を、波長340～400nmの範囲の紫外線（UVA1）を照射する手法によって治療しようとする場合には、強皮症に対する有効波長が不明であることから、波長340～400nmの範囲のブロードな紫外線を利用せざるをえなかった。しかも、強皮症の治療には、他の皮膚疾患に比して、患部に対して極めて大きな紫外線照射量（積算照射量）が必要とされることから、患者の治療負担低減等の観点から治療時間を短くすべく、高い放射照度が必要とされる。具体的には、必要とされる紫外線照射量（積算照射量）は30～60J/cm²であり、例えば60J/cm²の紫外線照射量を、現実的な治療時間（紫外線照射時間）、例えば10分間で得るためには、必要とされる放射照度は100mW/cm²である。そのため、強皮症用光治療器においては、広波長範囲の紫外線を高い放射強度で放射することが必要とされることから、治療器の大型化および高消費電力化が避けられない。このことは、強皮症の治療方法として、紫外線を照射する手法が普及しない一因となっている。

然るに、強皮症患者は、強皮症用光治療器の実用化を切望している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平10-190058号公報

特許文献2：特開2007-151807号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 而して、本発明は、本発明者らが、以上のような事情に基づいて、強皮症用光治療器について鋭意研究を重ね、強皮症に対する有効波長を見出した結果なされたものであって、その目的は、強皮症の治療に必要とされる大きな照射量を、高い消費電力および長い照射時間を要することなく、患部に対して局所的に照射することができ、よって、効率的に優れた治療効果を得ることのできる強皮症用光治療器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の強皮症用光治療器は、波長360～385nmの範囲にピーク波長を有するLED素子を具備する光源部と、当該光源部を構成するLED素子を駆動制御する制御部とを備えたことを特徴とする。

[0008] 本発明の強皮症用光治療器においては、前記LED素子が、波長365±4nmの範囲にピーク波長を有するLED素子であることが好ましい。

[0009] 本発明の強皮症用光治療器においては、前記光源部は、矩形状の平面よりなるLED配置領域に、複数のLED素子が、当該LED配置領域の周縁に沿って、縦方向にm個（但し、mは2～10の整数）が並列し、横方向にn個（但し、nは2～10の整数）が並列して等間隔に縦横に並んで配置されたLEDモジュールを複数備えており、

前記複数のLEDモジュールにおいては、互いに隣接するLED素子の間の距離をPとすると、最周縁側に位置するLED素子と前記LED配置領域の周縁との間の距離が $P/2$ とされており、

前記複数のLEDモジュールが、前記LED配置領域が密接して縦方向および横方向の少なくとも一方向に並んで配置されていることが好ましい。

発明の効果

[0010] 本発明の強皮症用光治療器においては、光源部が、波長360～385 nmの範囲にピーク波長を有するLED素子を具備するものであることから、当該光源部からの出射光を、患部に対して局所的に照射することができる。そして、波長360～385 nmの範囲にピーク波長を有する光は、強皮症に対する優れた治療効果を得ることができるものである。

従って、本発明の強皮症用光治療器によれば、強皮症の治療に必要とされる大きな照射量（積算照射量）を、高い消費電力および長い照射時間を要することなく、患部に対して局所的に照射することができ、よって、効率的に優れた治療効果を得ることができる。その結果、本発明の強皮症用光治療器においては、小型化および低消費電力化を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明の強皮症用光治療器の構成の一例を示す説明図である。
- [図2]図1の強皮症用光治療器における光源部の構成を示す説明図である。
- [図3]図2の光源部における光源ユニットの要部の構成を示す説明図である。
- [図4]図3の光源部におけるLEDモジュールの構成を示す説明図である。
- [図5]実験例1において用いた光照射機構の構成を説明する説明図である。
- [図6]図5の光照射機構における遮光板の配置状態の一例を示す説明用透視図である。
- [図7]実験例1において得られた、光照射波長とコラーゲナーゼの量との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の強皮症用光治療器の構成の一例を示す説明図であり、図2は、図1の強皮症用光治療器における光源部の構成を示す説明図である。また、図3は、図2の光源部における光源ユニットの要部の構成を示す説明図である。

この強皮症用光治療器10は、LED素子24を具備する光源部20と、光源部20を構成するLED素子24を駆動制御する制御部30とを備え、

光源部 20 および制御部 30 が支持体 11 によって支持されたものである。支持体 11 は、床面上において車輪 18 を介して支持される架台 12 を備え、この架台 12 の中央部において上方に伸びる支柱 13 の上部に、当該支柱 13 に対して光源部 20 を揺動自在に支持する作動アーム 14 が設けられたものである。支持体 11 において、光源部 20 は、作動アーム 14 の先端部に取り付けられており、一方、制御部 30 は、固定部材（図示省略）によって支柱 13 の中央部に取り付けられている。

図の例において、光源部 20 には、当該光源部 20 を手動によって揺動させるための手動レバー 19 が設けられている。

[0013] 光源部 20 において、LED 素子 24 は、波長 360～385 nm の範囲（以下、「特定波長範囲」ともいう。）にピーク波長を有するものであり、好ましくは波長 365 ± 4 nm の範囲、すなわち 361～369 nm の範囲にピーク波長を有するものである。

LED 素子 24 が特定波長範囲にピーク波長を有するものであることにより、光源部 20 からの出射光が特定波長範囲にピーク波長を有する光となることから、後述の実験例から明らかなように、強皮症に対する優れた治療効果を得ることができる。

[0014] また、光源部 20 は、図 3 に示されているように、複数（この図の例においては、36 個）の LED 素子 24 を有するものであることが好ましい。

光源部 20 を構成する複数の LED 素子 24 は、そのすべてが特定波長範囲にピーク波長を有するものであることが好ましい。

この図の例において、複数の LED 素子 24 は、特定波長範囲にピーク波長を有する同一種類のものである。

[0015] 具体的に、光源部 20 は、矩形筒状の枠体 25 の内部において、光源ユニット 21 を備えている。光源ユニット 21 は、複数の LED 素子 24 が、矩形平板状の基板 23 上に、当該基板 23 の外周縁に沿って縦横に並ぶよう配置されてなるものである。

そして、光源ユニット 21 は、一方に開口 27 A を有する直方体状の光源

部用筐体 27 の内部において、支持部材（図示省略）によって支持されて、当該開口 27 A に対向するように配置されている。この光源ユニット 21 には、当該光源ユニット 21 の複数の LED 素子 24 に電力を供給するためのケーブル 21 A が電氣的に接続されている。このケーブル 21 A により、光源部 20（光源ユニット 21）と制御部 30 とが電氣的に接続されている。また、光源部用筐体 27 の内部においては、光源ユニット 21 と開口 27 A との間に、光源ユニット 21 からの光（具体的には、複数の LED 素子 24 からの光）を集光して混合するためのレンズ 26 が配置されており、またレンズ 26 と開口 27 A との間における、開口 27 A に近接した位置には、所定の大きさに設定されたアパーチャー 29 が設けられている。また、光源部用筐体 27 には、開口 27 A を閉塞するように窓部材 28 が設けられている。そして、開口 27 A、アパーチャー 29 および窓部材 28 によって光源部 20 の光出射部が構成されている。

このようにして、光源部 20 は、複数の LED 素子 24 からの光を、レンズ 26 により集光しつつ混合し、光出射部から放射する構成のものとされている。

この図の例において、光源部 20 を構成する複数の LED 素子 24 が一斉点灯した場合の照射面（紫外線照射対象部位）における照射領域（以下、「最大照射領域」ともいう。）は正形状であって、当該最大照射領域の大きさの目安は縦寸法および横寸法が 100 mm である。

[0016] 光源ユニット 21 において、複数の LED 素子 24 は、図 3 に示されているように、基板 23 上に、所定の間隔、具体的には所定の大きさのピッチ（中心間距離）で縦横に並んで格子状に配置されていることが好ましい。

この図の例において、複数（36 個）の LED 素子 24 は、基板 23 の外周縁に沿って、ピッチ 20 cm の等間隔で格子状（縦 6 行横 6 列）に配列されている。

[0017] そして、光源ユニット 21 は、図 3 に示されているように、複数（この図の例においては、4 個）の矩形状の LED モジュール 22 を備えており、こ

れら複数のＬＥＤモジュール２２（具体的には、後述するＬＥＤ配置領域）は密接して縦横に並んで配置されている。

この図の例において、光源ユニット２１においては、縦方向に２個のＬＥＤモジュール２２が並列され、横方向に２個のＬＥＤモジュール２２が並列されている。

[0018] 複数のＬＥＤモジュール２２は、同一の構成を有するものである。

そして、複数のＬＥＤモジュール２２は、各々、複数のＬＥＤ素子２４が、矩形平板状のモジュール基板２３Ａの表面（平面）よりなるＬＥＤ配置領域に、当該ＬＥＤ配置領域の周縁に沿って、縦方向に m 個（但し、 m は２～１０の整数）が並列し、横方向に n 個（但し、 n は２～１０の整数）が並列して等間隔に互いに離間して縦横に並んで配置されたものである。複数のＬＥＤモジュール２２の各々において、モジュール基板２３Ａは、表面全面がＬＥＤ配置領域とされており、よってＬＥＤ配置領域の周縁は、モジュール基板２３Ａの外周縁によって構成されている。そして、複数のモジュール基板２３Ａによって基板２３が構成されている。

ここに、複数のＬＥＤモジュール２２の各々において、ＬＥＤ素子２４の縦方向の並列個数（以下、「縦並列個数」ともいう。） m 、およびＬＥＤ素子２４の横方向の並列個数（以下、「横並列個数」ともいう。） n は、治療効率および治療器の設計の自由度の観点から、２～１０個とされる。

具体的に説明すると、モジュール基板２３Ａ上においてＬＥＤ素子２４の配置間隔を狭め、搭載個数を増やすことによれば、照射面における放射照度、および放射照度均一性の向上が見込め、よって効率的に治療効果を得ることができる。然るに、ＬＥＤ素子２４の配置間隔を狭めて搭載個数を増やすことに伴って、ＬＥＤモジュール２２における発熱量が増える。そのため、強皮症用光治療器１０には、冷却ファン、ヒートシンクなどの冷却手段を備えた冷却構造が必要となり、よって治療器サイズが大きくなり、また製造コスト等が高くなる。従って、これらを鑑み、縦並列個数 m および横並列個数 n を上記の範囲とすることによれば、大掛かりな冷却構造を要することなく

、照射面における放射照度、および放射照度均一性の向上を図ることができる。

この図の例において、複数のLEDモジュール22は、各々、9個のLED素子24が、正方形平板状のモジュール基板23Aの表面上に、当該モジュール基板23Aの外周縁に沿って、縦方向に3個が並列し、横方向に3個が並列して等間隔に互いに離間して縦横に並んで配置されたものである。すなわち、LEDモジュール22においては、縦並列個数 m が3であり、横並列個数 n が3である。

[0019] そして、複数のLEDモジュール22の各々においては、図4に示すように、互いに隣接するLED素子24の間の距離、具体的には中心間距離（以下、「素子間ピッチ」ともいう。）を P とすると、最周縁側に位置するLED素子24とLED配置領域の周縁との間の距離、具体的には、最周縁側に位置するLED素子24の中心とLED配置領域の周縁との間の距離（以下、「縁辺－素子ピッチ」ともいう。）が $P/2$ とされる。ここに、「最周縁側に位置するLED素子」とは、LED配置領域（モジュール基板22Aの表面）に縦列配置された複数のLED素子24よりなるLED素子群における、当該LED配置領域の周縁を構成する4つの縁辺に近接する列（縦列または横列）を構成するLED素子24を示す。

このような構成のLEDモジュール22において、モジュール基板23Aの縦寸法 L_m は、縦並列個数 m と素子間ピッチ P との積と同値であり、一方、当該モジュール基板23Aの横寸法 L_n は、横並列個数 n と素子間ピッチ P との積と同値である。

この図の例において、素子間ピッチ（ P ）は20mmであり、よって縁辺－素子ピッチ（ $P/2$ ）は10mmである。そして、モジュール基板23Aの縦寸法 L_m および横寸法 L_n は、いずれも60mmであり、当該モジュール基板23Aの表面（LED配置領域）は正方形形状である。また、基板23は、縦寸法が120mm（ $=L_m \times 2$ ）であって横寸法が120（ $=L_n \times 2$ ）である。

[0020] 縁辺一素子ピッチが $P/2$ であることにより、複数のLEDモジュール22(LED配置領域)を密接して縦横に並んで配置することにより、複数のモジュール基板23Aによって構成される基板23上において、複数のLED素子24を、素子間ピッチ P の等間隔で縦横に並んで格子状に配列した状態とすることができる。すなわち、図3に示すように、互いに隣接するLEDモジュール22の最周縁側に位置するLED素子24同士の間の距離が P とされる。その結果、複数のLEDモジュール22を、その個数および配列を調整して組み合わせて用いることにより、所期の最大照射領域を有する光源部20を容易に設計することができる。

[0021] LED素子24としては、InGaN系半導体よりなる特定波長範囲にピークを有するLED素子、およびAlGaIn系半導体よりなる特定波長範囲にピークを有するLED素子などが用いられる。

この図の例において、複数のLED素子24としては、波長365nmにピーク波長を有するInGaN系半導体よりなる表面実装型LED素子が用いられている。

[0022] レンズ26としては、凸レンズおよびフレネルレンズなどを用いることができる。

レンズ26としてフレネルレンズを用いた場合には、レンズ26として凸レンズを用いた場合に比して光源部20を小型化することができることから、強皮症用光治療器10の小型化を図ることができる。

図の例において、レンズ26としては、凸レンズが用いられている。

[0023] 窓部材28としては、光源ユニット21からの光(具体的には、複数のLED素子24からの光)に対する光透過性を有すると共に、高い機械的強度を有するものが用いられる。

窓部材28の材質の具体例としては、例えば石英ガラスなどが挙げられる。

[0024] アパーチャー29は、開口27Aと同等または開口27A以下の大きさを有するものとされている。

光源部 20 にアパーチャー 29 が設けられていることにより、照射面（紫外線照射対象部位）において照射領域と非照射領域との境界を明確にすることができ、よって意図しない部分、すなわち紫外線照射対象部位以外の部分に対する光照射（低出力露光）を防止することができる。

[0025] 制御部 30 は、光源部 20 を構成する LED 素子 24 を駆動制御するものである。

制御部 30 によって光源部 20 を構成する LED 素子 24、具体的には複数の LED 素子 24 を駆動制御することにより、光源部 20 において、患部の大きさおよび患部の状態に応じた所期の光を出射させることができる。

具体的に説明すると、例えば、患部（紫外線照射対象部位）が、最大照射領域より小さい場合には、患部の形状に応じて、光源部 20 を構成する複数の LED 素子 24 の一部を選択的に点灯することができる。

[0026] また、光源部 20 からの出射光において、放射照度は、患部の状態および治療時間（照射時間）などによって適宜に定められるが、具体的には、 $100\text{ mW}/\text{cm}^2$ 以上であることが好ましい。

ここに、強皮症の治療に必要とされる紫外線照射量（積算照射量）は、 $30\sim60\text{ J}/\text{cm}^2$ とされる。そして、例えば、光源部 20 からの出射光における放射照度が $100\text{ mW}/\text{cm}^2$ である場合において、 $60\text{ J}/\text{cm}^2$ の紫外線照射量（積算照射量）を得るために要する時間（照射時間）は、10 分間である。

[0027] 制御部 30 は、直方体状の制御部用筐体 37 の内部に、LED 駆動用電源ユニット、および PLC などの制御ユニットが配設されており、また制御部用筐体 27 の側面に、グラフィック操作パネル 39 が配設されてなるものである。

[0028] このような強皮症用光治療器 10 は、光源部 20 を、窓部材 28 が紫外線照射対象部位と対向するように配置する。ここに、強皮症用光治療器 10 は、放射照度の安定的な確保の観点から、紫外線照射対象部位と光源部 20（窓部材 28）とが接触した状態で使用されることが好ましい。そして、光源

部 20 においては、制御部 30 から電力が供給された LED 素子 24 が点灯され、患部に対して、当該光源部 20 からの出射光が照射（面照射）される。

[0029] 而して、強皮症用光治療器 10 は、光源部 20 からの出射光が特定波長範囲にピーク波長を有する光であることから、後述する実験例から明らかなように、その出射光を患部に照射することにより、強皮症の皮膚硬化の原因となっているコラーゲンを分解、断片化する酵素であるコラーゲナーゼ（MMP1）を、有意差をもって発現させることができる。そのため、強皮症に対する優れた治療効果が得られる。

また、光源部 20 が、特定波長範囲にピーク波長を有する複数の LED 素子 24 を備えた光源ユニット 21 を具備したものであることから、患部に対して、光源ユニット 21 からの光（紫外線）を、波長選択フィルタなどを介することなく、照射することができる。また、LED 素子 24 が一方向に発光するものであることから、局所的な光照射をすることができる。そのため、光源ユニット 21 からの光を有効に利用することができる。

しかも、光源部 20 を構成する複数の LED 素子 24 を駆動制御する制御部 30 が設けられていることから、光源部 20 を構成する複数の LED 素子 24 の全部、または複数の LED 素子 24 のうちの一部を選択的に点灯させることにより、患部の大きさに応じた所期の光を照射することができる。

従って、強皮症用光治療器 10 によれば、強皮症の治療に必要とされる大きな照射量（積算照射量）を、高い消費電力および長い照射時間を要することなく、患部に対して局所的に照射することができ、よって、効率的に優れた治療効果を得ることができる。その結果、強皮症用光治療器 10 においては、小型化および低消費電力化を図ることができる。

[0030] また、強皮症用光治療器 10 においては、光源部 20 を構成する LED 素子 24 として、波長 $365 \pm 4 \text{ nm}$ の範囲にピーク波長を有する LED 素子を用いることにより、後述する実験例から明らかなように、より一層優れた治療効果を得ることができる。

[0031] また、強皮症用光治療器 10 は、光源部 20（光源ユニット 21）が複数の LED モジュール 22 を備えたものであることから、LED モジュール 22 の個数および配列を調整するという容易な手法により、当該強皮症用光治療器 10 に必要とされる最大照射領域の大きさに応じて、小型化および大型化を図ることができる。

[0032] 本発明においては、上記の実施の形態に限定されず、種々の変更を加えることが可能である。

例えば、本発明の強皮症用光治療器は、光源部と制御部とを備えたものであればよく、光源部の構成および制御部の構成は、図 1～図 4 に示した構成に限定されず、また、光源部および制御部以外の構成部としては種々のものを用いることができる。

具体的には、例えば、強皮症用光治療器は、光源部と制御部とが、長尺な給電線によって電氣的に接続されてなる構成の小型のものであってもよい。この小型の強皮症用光治療器において、光源部は、一方に窓部材によって閉塞された開口を有する略直方体状の光源部用筐体の内部に、図 4 に示した構成の LED モジュール 1 個が配設されたものであり、また制御部は、直方体状の制御部用筐体の内部に、LED 駆動用電源ユニットおよび制御ユニットが配設されたものである。この小型の強皮症用光治療器においては、照射面（紫外線照射対象部位）における最大照射領域の大きさの目安は縦寸法および横寸法が 50 mm である。また、光源部用筐体の外面には、取っ手が設けられており、制御部用筐体の外面にはグラフィック操作パネルが設けられている。この小型の強皮症用光治療器は、治療に際して、片手で取っ手を握り、光源部を移動して所期の位置に配置するハンディタイプのものである。

また、強皮症用光治療器は、一方に開口を有する直方体状の光源部用筐体の内部に、図 4 に示した構成の LED モジュール 60 個が配設された光源部と、直方体状の制御部用筐体の内部に、LED 駆動用電源ユニットおよび制御ユニットが配設された制御部とを備え、当該光源部が、制御部用筐体の外面に設けられた光源部駆動機構によって支持されてなる構成の大型のもので

あってもよい。ここに、60個のLEDモジュールは、縦方向に6個が並列し、横方向に10個が並列した状態で密接して縦横に並んで配置されている。この大型の強皮症用光治療器においては、照射面（紫外線照射対象部位）における最大照射領域の大きさの目安は縦寸法が500mmであって横寸法が300mmである。また、制御部用筐体の外面にはグラフィック操作パネルが設けられている。

[0033] また、光源部は、図3に示すように複数のLEDモジュールが縦横に並んで配置された構成のものに限定されず、複数のLEDモジュールが、縦方向のみに並んで配置されたものであってもよく、または横方向のみに並んで配置されたものであってもよい。

また、LEDモジュールにおいて、LED配置領域は、矩形平板状の基板の表面によって構成されたものに限定されず、平面を有するLED素子支持部材の当該平面によって構成されていてもよい。

[0034] 以下、本発明の実験例について説明する。

[0035] [実験例1]

先ず、96ウェルプレート（Greiner bio-one, Monroe, NC）の複数のウェルに対して、正常ヒト繊維芽細胞 1×10^3 cellsを撒種し、恒湿培養器を用いて、温度37℃、培養器内雰囲気における二酸化炭素濃度5%の条件で4日間かけて培養した。その後、各ウェルにおいて、培地を生理食塩水（PBS（－））に交換した。そして、1つのウェル以外の複数のウェルに対して、各々、異なるピーク波長を有する光を放射する6種類のLED照射器を用い、照射量（積算照射量）が $15 \text{ J} / \text{cm}^2$ となるよう、各LED照射器の出力に応じ、下記の表1に示す照射時間条件により光照射を行った。この光照射においては、正常ヒト繊維芽細胞がプレート（ウェル）の底面に接着する接着細胞であること、および用いた96ウェルプレートにおけるウェルの深さが約1.1mmであることなどを考慮して、各ウェルにおける照射距離（具体的には、LED照射器とウェルの底面との離間距離）を20mmとした。なお、LED照射器と96ウェルプレートとの離間距離は6mmとした。ま

た、図5および図6に示すように、各LED照射器45による光照射においては、96ウェルプレート40上に、細胞が培養された一のウェル41を含む一方向（図6における上下方向）に並列した一のウェル群以外の複数のウェルを覆うように遮光板44を配置した。

ここに、6種類のLED照射器としては、ウシオ電機株式会社製または株式会社イマック製の、波長355nmにピーク波長を有する波長355nm LED照射器、波長360nmにピーク波長を有する波長360nm LED照射器、波長365nmにピーク波長を有する波長365nm LED照射器、波長375nmにピーク波長を有する波長375nm LED照射器、波長385nmにピーク波長を有する波長385nm LED照射器、および波長395nmにピーク波長を有する波長395nm LED照射器を用いた。ここに、波長355nm LED照射器および波長360nm LED照射器は、AlGaIn系半導体よりなる砲弾型LED素子を備えたものである。また、波長365nm LED照射器、波長385nm LED照射器および波長395nm LED照射器は、InGaIn系半導体よりなる表面実装型LED素子を備えたものである。また、波長375nm LED照射器は、InGaIn系半導体よりなる砲弾型LED素子を備えたものである。また、対照条件として、1つのウェルには光照射を行わなかった。

図5において、48は、LED照射器45に電力を供給する電源であり、49は、LED照射器45と電源48とを電氣的に接続する給電線である。また、LED照射器45からの光の光路が破線で示されている。

[0036] [表1]

照射光のピーク波長 [nm]	照射距離 [mm]	放射照度 [mW/cm ²]	時間
対照条件	—	—	—
355	20	1.8	2h18m53s
360	20	2.8	1h29m17s
365	20	25.0	10m00s
375	20	10.0	25m00s
385	20	59.0	4m14s
395	20	59.0	4m14s

[0037] 次いで、光照射を行った複数のウェルおよび光照射を行わなかったウェル（対照ウェル）において、各々、生理食塩水を吸引除去して培養液 $100\mu\text{L}$ /well を添加し、恒湿培養器を用いて、温度 37°C 、培養器内雰囲気における二酸化炭素濃度 5% の条件で2日間かけて培養した。

その後、RNA精製用キット「RNeasy Mini kit」（QIAGEN社製）を用い、複数のウェルの各々において培養された細胞からRNA（リボ核酸）を抽出し、RNAからcDNA（相補的デオキシリボ核酸）を合成（逆転写）するためのキット「High Capacity cDNA Reverse Transcription kit」（QIAGEN社製）により、抽出したRNAからcDNAを合成（逆転写）した。そして、得られた複数（具体的には、7種類）のcDNAサンプルを、リアルタイムPCRシステム「CFX Connect」（BIO-RAD社製）を用いて増幅させて解析することにより、強皮症の皮膚硬化の原因となっているコラーゲンを分解、断片化する酵素であるコラーゲナーゼ（MMP1）の量を確認した。結果を図7に示す。

図7において、コラーゲナーゼの量は、ハウスキーピング遺伝子（GAPDH）の量に基づいて得られた値である。そして、光照射を行った複数のウェルにおいて培養された細胞に係るコラーゲナーゼの量は、各々、「control」によって示されている、光照射を行わなかった対照ウェルにおいて培養された細胞に係るコラーゲナーゼの量を基準とする相対値として示されている。また、「**」は、t検定においてP値が0.01以下であることを示している。

[0038] この実験例1の結果から、波長 355nm 、波長 360nm 、波長 365nm 、波長 375nm 、波長 385nm および 395nm のいずれの波長条件によって光照射を行った場合においても、強皮症の皮膚硬化の原因となっているコラーゲンを分解、断片化する酵素であるコラーゲナーゼ（MMP1）の発現の亢進がみられることが明らかである。そして、特に、波長 360nm 、波長 365nm 、波長 375nm 、および波長 385nm の波長条件によって光照射を行った場合において、有意差をもってコラーゲナーゼが発

現することが明らかである。また、コラーゲナーゼの発現は、波長 365 nm の波長条件においてピークを示し、この波長 365 nm の波長条件におけるコラーゲナーゼの量は、対照条件、すなわち光照射を行わなかった場合の 7.7 倍である。

従って、波長 360 ~ 385 nm の範囲にピーク波長を有する光は、強皮症に対する有効波長、すなわち強皮症に対する優れた治療効果が得られる光であることが確認された。また、波長 365 ± 4 nm の範囲にピーク波長を有する光は、より一層優れた治療効果を得ることのできる光であることが確認された。

符号の説明

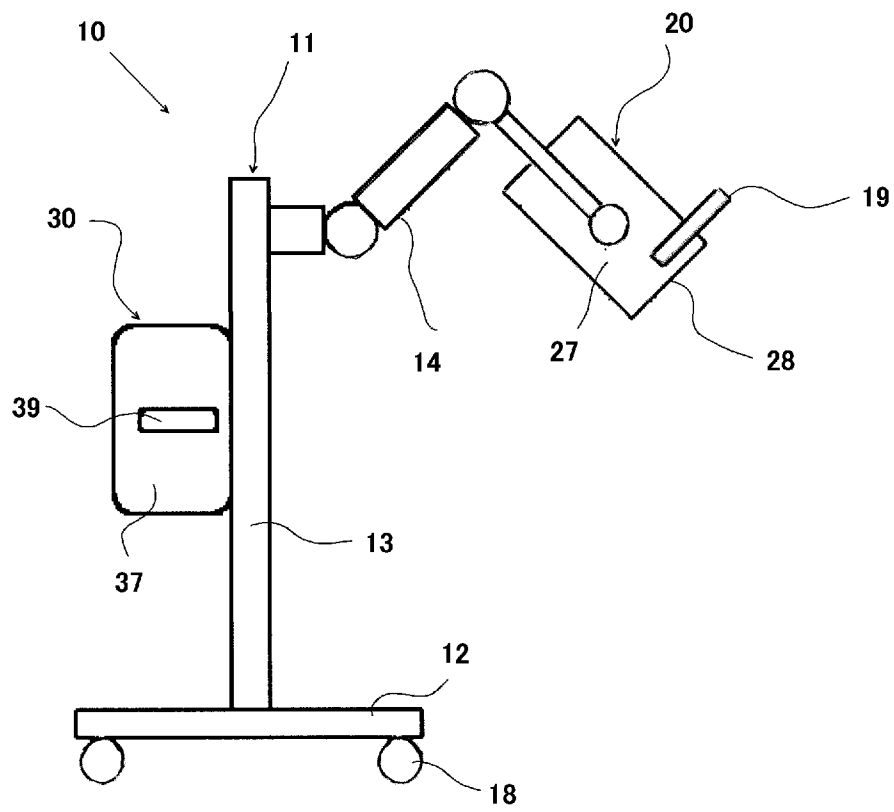
- [0039] 10 強皮症用光治療器
- 11 支持体
- 12 架台
- 13 支柱
- 14 作動アーム
- 18 車輪
- 19 手動レバー
- 20 光源部
- 21 光源ユニット
- 21A ケーブル
- 22 LEDモジュール
- 23 基板
- 23A モジュール基板
- 24 LED素子
- 25 枠体
- 26 レンズ
- 27 光源部用筐体
- 27A 開口

- 2 8 窓部材
- 2 9 アパーチャー
- 3 0 制御部
- 3 7 制御部用筐体
- 3 9 グラフィック操作パネル
- 4 0 9 6 ウェルプレート
- 4 1 ウェル
- 4 4 遮光板
- 4 5 L E D 照射器
- 4 8 電源
- 4 9 給電線

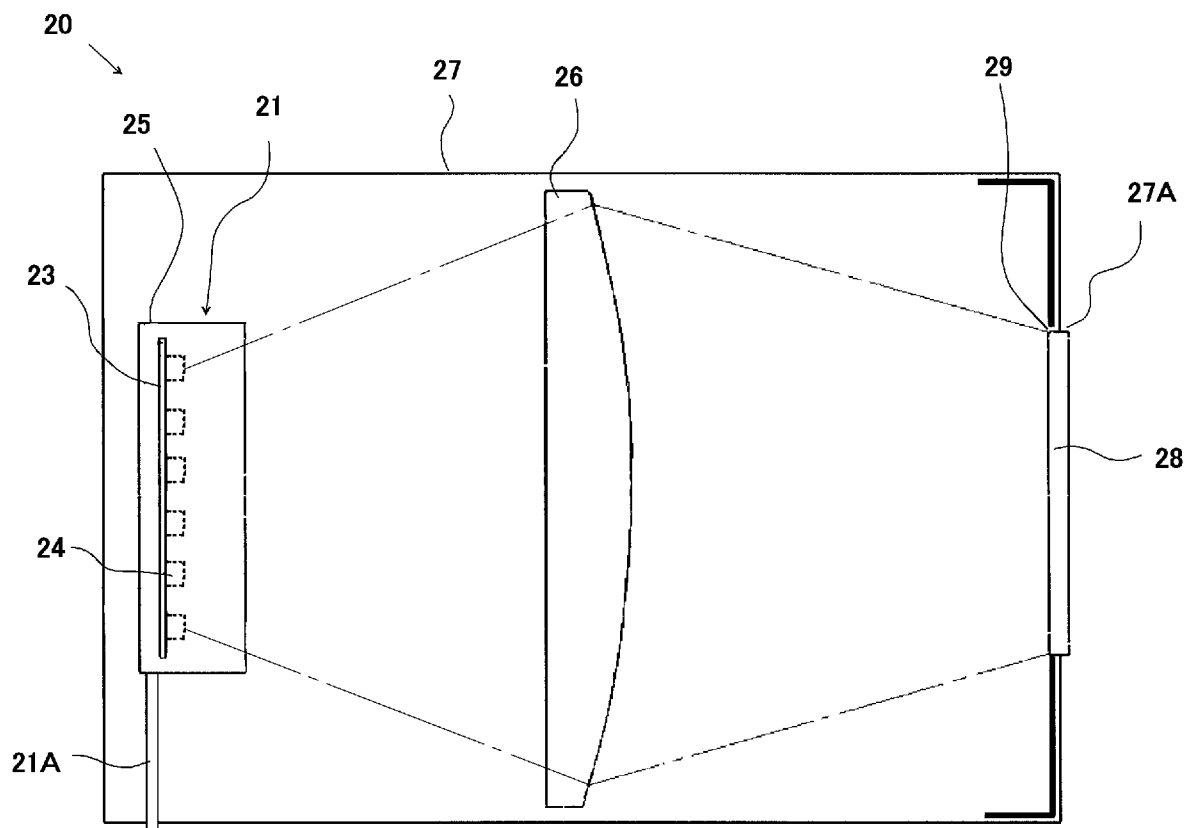
請求の範囲

- [請求項1] 波長360～385 nmの範囲にピーク波長を有するLED素子を具備する光源部と、当該光源部を構成するLED素子を駆動制御する制御部とを備えたことを特徴とする強皮症用光治療器。
- [請求項2] 前記LED素子が、波長365±4 nmの範囲にピーク波長を有するLED素子であることを特徴とする請求項1に記載の強皮症用光治療器。
- [請求項3] 前記光源部は、矩形状の平面よりなるLED配置領域に、複数のLED素子が、当該LED配置領域の周縁に沿って、縦方向にm個（但し、mは2～10の整数）が並列し、横方向にn個（但し、nは2～10の整数）が並列して等間隔に縦横に並んで配置されたLEDモジュールを複数備えており、
前記複数のLEDモジュールにおいては、互いに隣接するLED素子の間の距離をPとすると、最周縁側に位置するLED素子と前記LED配置領域の周縁との間の距離がP／2とされており、
前記複数のLEDモジュールが、前記LED配置領域が密接して縦方向および横方向の少なくとも一方向に並んで配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の強皮症用光治療器。

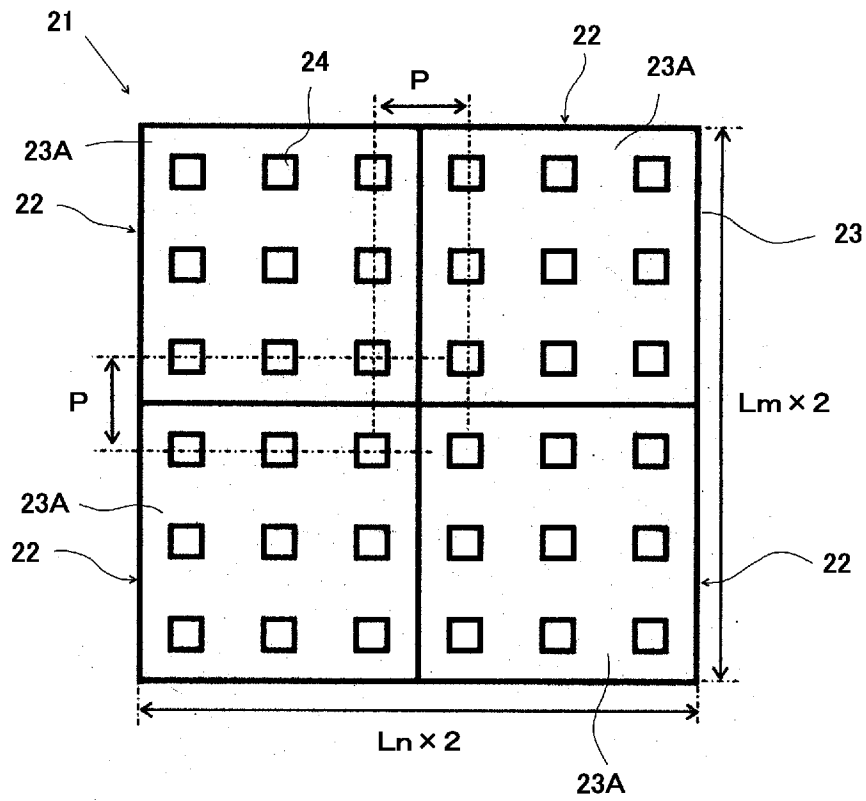
[図1]



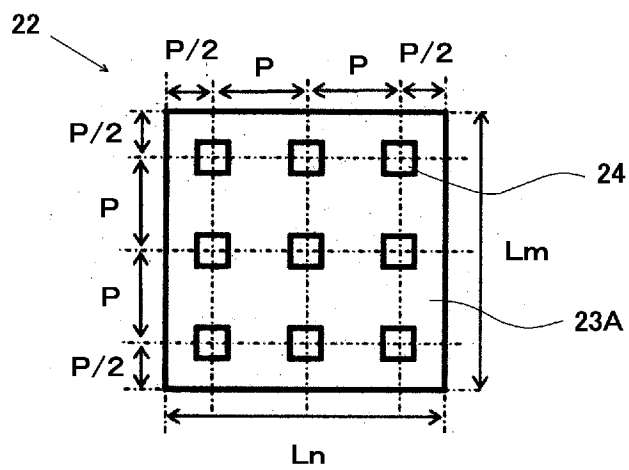
[図2]



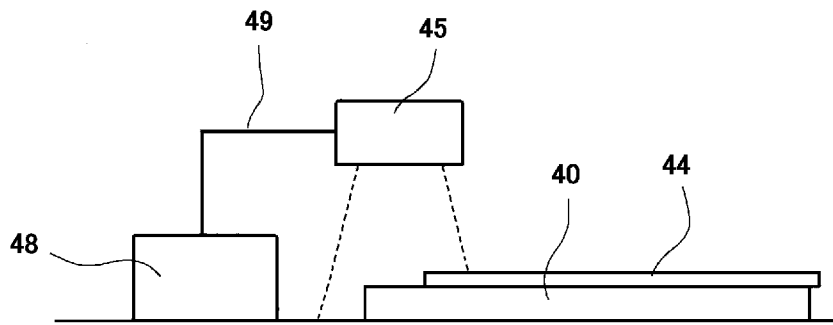
[図3]



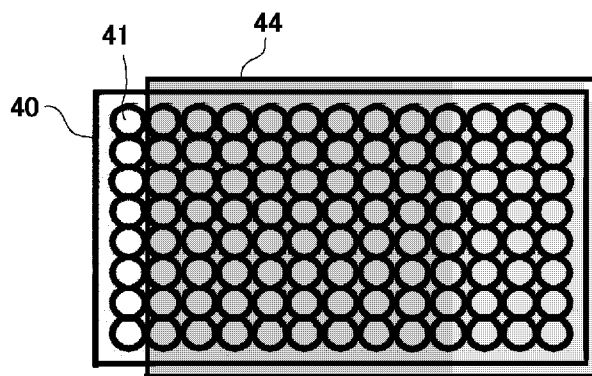
[図4]



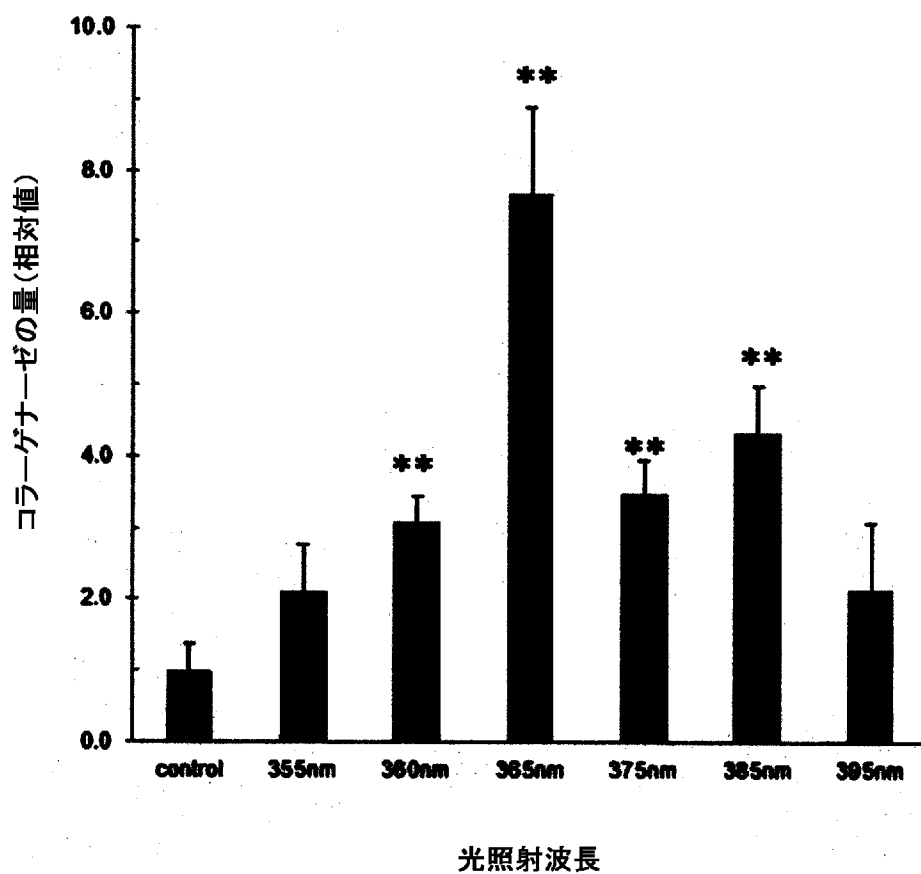
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61N5/06(2006.01) i

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)

A61N5/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2007/066657 A1 (Meijo University), 14 June 2007 (14.06.2007), paragraphs [0016], [0046] & EP 1958662 A1 paragraphs [0016], [0046] & JP 2007-151807 A & KR 10-2008-0076997 A & US 2008/0281385 A1	1-2 3
X Y	US 2010/0121420 A1 (FISSET, Peter Depew), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraphs [0039], [0102] to [0103]; fig. 1 & WO 2008/136958 A1	1-2 3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
29 March 2017 (29.03.17)

Date of mailing of the international search report
11 April 2017 (11.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008427

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/154151 A1 (Liquid Design Systems Inc.), 17 October 2013 (17.10.2013), paragraphs [0012] to [0017], [0033] to [0034]; fig. 1, 3, 12, 13 & US 2014/0132891 A1 paragraphs [0038] to [0043], [0063] to [0064]; fig. 1, 3, 12, 13 & CN 103688373 A & KR 10-2015-0009418 A	3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61N5/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61N5/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	WO 2007/066657 A1（学校法人名城大学）2007.06.14, 段落[0016], [0046] & EP 1958662 A1, 段落[0016], [0046] & JP 2007-151807 A & KR 10-2008-0076997 A & US 2008/0281385 A1	1-2 3
X Y	US 2010/0121420 A1 (FISSET, Peter Depew) 2010.05.13, 段落[0039], [0102]-[0103], Figure 1 & WO 2008/136958 A1	1-2 3
Y	WO 2013/154151 A1 (株式会社リキッド・デザイン・システムズ) 2013. 10.17, 段落[0012]-[0017], [0033]-[0034], [図1], [図3], [図12], [図13] & US 2014/0132891 A1, 段落[0038]-[0043], [0063]-[0064], FIG. 1, FIG. 3, FIG. 12, FIG. 13 & CN 103688373 A	3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.03.2017

国際調査報告の発送日

11.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

宮崎 敏長

31

9134

電話番号 03-3581-1101 内線 3386

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	& KR 10-2015-0009418 A	