

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5551766号
(P5551766)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int.Cl.

A 61 B 3/16 (2006.01)

F 1

A 61 B 3/16

請求項の数 12 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-509860 (P2012-509860)
 (86) (22) 出願日 平成22年5月3日 (2010.5.3)
 (65) 公表番号 特表2012-525922 (P2012-525922A)
 (43) 公表日 平成24年10月25日 (2012.10.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2010/033333
 (87) 國際公開番号 WO2010/129448
 (87) 國際公開日 平成22年11月11日 (2010.11.11)
 審査請求日 平成25年4月17日 (2013.4.17)
 (31) 優先権主張番号 12/436,981
 (32) 優先日 平成21年5月7日 (2009.5.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 508185074
 アルコン リサーチ, リミテッド
 アメリカ合衆国 テキサス 76134,
 フォート ワース, サウス フリーウ
 エイ 6201
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100147555
 弁理士 伊藤 公一
 (74) 代理人 100160705
 弁理士 伊藤 健太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼内圧力センサー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

埋め込み可能な眼内圧力センサーシステムであって、
 第1の値の内部圧力を有する、シールされた幾何学的形状であって、第1の透光面と、
 可撓性を有する第2の面とを有する、シールされた幾何学的形状と、
 該シールされた幾何学的形状内に配置された一対のフォトセルと、
 前記可撓性を有する第2の面に結合された遮光体と
 を具備し、

前記可撓性を有する第2の面が撓められると、前記一対のフォトセルによる光の測定値
 が眼内圧力の状況を示す、埋め込み可能な眼内圧力センサーシステム。

10

【請求項 2】

光が前記第1の透光面に当たるように配置された光源を更に具備する、請求項1に記載
 の眼内圧力センサーシステム。

【請求項 3】

プロセッサと、
 該プロセッサに結合された電源と、
 前記プロセッサに結合されたメモリと
 を更に具備し、
 前記プロセッサが前記一対のフォトセルによる光の測定値を読み込むように構成される
 、請求項1に記載の眼内圧力センサーシステム。

20

【請求項 4】

前記プロセッサが、眼内圧力の状況に対応する値を前記メモリに書き込む、請求項 3 に記載の眼内圧力センサーシステム。

【請求項 5】

埋め込み可能な眼内圧力センサーシステムであって、

第 1 の値の内部圧力を有する、シールされた幾何学的形状であって、第 1 の透光面と、可撓性を有する第 2 の面とを有する、シールされた幾何学的形状と、該シールされた幾何学的形状内に配置された一対のフォトセルと、前記可撓性を有する第 2 の面に結合された遮光体とを具備する IOP センサーと、

プロセッサと、

10

該プロセッサに結合された電源と、

前記プロセッサに結合されたメモリと
を具備し、

前記可撓性を有する第 2 の面が撓められると、前記一対のフォトセルによる光の測定値が眼内圧力の状況を示し、

前記プロセッサが、前記一対のフォトセルによる光の測定値を読み込んで、眼内圧力に対応する値を前記メモリに書き込むように構成される、埋め込み可能な眼内圧力センサーシステム。

【請求項 6】

前記プロセッサに結合されたデータ送信モジュールを更に具備する、請求項 3 又は 5 に記載の眼内圧力センサーシステム。

20

【請求項 7】

前記データ送信モジュールが無線機を更に具備する、請求項 6 に記載の眼内圧力センサーシステム。

【請求項 8】

前記データ送信モジュールが R F I D タグを更に具備する、請求項 6 に記載の眼内圧力センサーシステム。

【請求項 9】

データが R F I D リンクを通じて前記メモリから転送される、請求項 8 に記載の眼内圧力センサーシステム。

30

【請求項 10】

前記データ送信モジュールが前記メモリから外部装置にデータを転送する、請求項 6 に記載の眼内圧力センサーシステム。

【請求項 11】

前記プロセッサに結合されたスピーカーであって、眼内圧力が安全な範囲の外側にあるときに警告音を出すスピーカーを更に具備する、請求項 3 又は 5 に記載の眼内圧力センサーシステム。

【請求項 12】

前記シールされた幾何学的形状が概して立方体である、請求項 1 又は 5 に記載の眼内圧力センサーシステム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼内圧力を監視するための装置に関し、特に埋め込み可能な圧力センサーに関する。

【背景技術】

【0002】

緑内障、並びに網膜及び視神経に影響する一群の眼疾患は、世界中で失明をもたらす主要因の一つである。緑内障は、眼内圧力 (IOP) が、長時間にわたって正常よりも高い圧力に増加すると生じる。IOP は、房水の生成と排出との不均衡によって増加しうる。

50

未治療のままにしておくと、上昇した IOP が視神経および網膜纖維に回復不能な損傷をもたらし、このことは進行性の永久的な視力喪失をもたらす。

【0003】

眼の毛様体上皮は、眼の前房（角膜と虹彩との間の空間）を満たす透明な流体である房水を絶えず生成する。房水は、複雑な排出システムであるぶどう膜強膜経路を通して前房から流れ出る。房水の生成と排出との間の微妙なバランスが眼の IOP を決定する。

【0004】

（慢性開放隅角又は原発開放隅角とも呼ばれる）開放隅角が緑内障の最も一般的なタイプである。このタイプでは、眼の前方構造が正常であるようにみえても、房水が前房内部で徐々に増え、IOP の上昇が引き起こされる。未治療のままにしておくと、これは視神経及び網膜の永久的な損傷をもたらしうる。一般的には、眼圧を下げるために点眼薬が処方される。場合によっては、IOP が薬物療法で十分に制御されることができなければ外科手術が行われる。

10

【0005】

人口の約 10 % のみが急性閉塞隅角緑内障を患う。急性の隅角の閉塞は眼の前方における構造の異常な状態によって生じる。これらの多くの場合、虹彩と角膜との間の空間は正常よりも狭く、房水が通過するための小さなチャネルが残される。房水の流れが完全に遮断されると、IOP が急に上昇し、急激な隅角の閉塞が発症する。

【0006】

続発性緑内障は、別の病気の結果、又は、炎症、外傷、既往手術、糖尿病、腫瘍、及び所定の薬剤のような眼内における問題の結果として生じる。このタイプについて、緑内障とその根本的な問題との両方が治療されなければならない。

20

【0007】

図 1 は緑内障の過程を説明するのを助ける眼の前方部分の図である。図 1 では、水晶体 110、角膜 120、虹彩 130、毛様体 140、小柱網 150、及びシュレム管 160 の描写が描かれている。解剖学上、眼の前房は緑内障を引き起こす構造を含む。房水は毛様体 140 によって生成され、毛様体 140 は虹彩 130 の下に位置し且つ前房内において水晶体 110 に近接する。この房水は、水晶体 110 および虹彩 130 に押し寄せて、前房の隅角に配置された排出システムに流れる。眼の周りに周方向に延在する前房の隅角は、房水が排出されることを可能にする構造を含む。第 1 の構造であり且つ緑内障と最も関連する構造が小柱網 150 である。小柱網 150 は、隅角において前房の周りに周方向に延在する。小柱網 150 は、フィルタとして作用するように見え、房水の流出を制限し、且つ IOP を生成する背圧を提供する。シュレム管 160 は、小柱網 150 を越えて配置される。シュレム管 160 は収集チャネルを有し、収集チャネルは房水が前房から流れ出ることを可能とする。図 1 の前房における二つの矢印は、毛様体 140 から水晶体 110 及び虹彩 130 を越えて小柱網 150 を通ってシュレム管 160 及びその収集チャネル内へと流れる房水の流れを示す。

30

【0008】

緑内障患者において、IOP は 24 時間中広範囲に亘って変化しうる。一般的には、IOP は、薬剤が、起きているときに投与される前の早朝の時間帯において最も高い。高い圧力は視神経に損傷を与えて失明を引き起こしうる。したがって、様々な治療の有効性を評価するために、長時間に亘って IOP を測定することが望ましいであろう。本発明は IOP 測定装置を提供する。

40

【発明の概要】

【0009】

本発明の原理と一致した一つの実施形態では、本発明は、第 1 の値の内部圧力を有する、シールされた幾何学的形状を有する埋め込み可能な眼内圧力センサーシステムである。シールされた幾何学的形状は、第 1 の透光面と、可撓性を有する第 2 の面とを有する。一对のフォトセルが、シールされた幾何学的形状内に配置される。遮光体が、可撓性を有する第 2 の面に結合される。可撓性を有する第 2 の面が撓められると、一对のフォトセルに

50

よる光の測定値が眼内圧力の状況を示す。

【0010】

本発明の原理に一致した別の実施形態では、本発明は、第1の値の内部圧力を有する、シールされた幾何学的形状を有する埋め込み可能な眼内圧力センサーシステムである。シールされた幾何学的形状は、第1の透光面と、可撓性を有する第2の面とを有する。一対のフォトセルが、シールされた幾何学的形状内に配置される。遮光体が、可撓性を有する第2の面に結合される。可撓性を有する第2の面が撓められると、一対のフォトセルによる光の測定値が眼内圧力の状況を示す。システムは、電源及びメモリに結合されたプロセッサも有する。プロセッサは、一対のフォトセルによる光の測定値を読み込んで、眼内圧力に対応する値をメモリに書き込むように構成される。

10

【0011】

前述の一般的な説明及び以下の詳細な説明の両方が、例であり説明のためにのみ存在し、且つ、特許請求の範囲に記載されるような発明の更なる説明を提供することが意図されていることが理解されるべきである。以下の説明及び本発明の実施例が本発明の追加の利点及び目的を説明し且つ提案する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、眼の正面部分の図である。

【図2】図2は、本発明の原理に係るIOP測定システムのブロック図である。

20

【図3】図3は、本発明の原理に係るIOPセンサーの斜視図である。

【図4】図4は、本発明の原理に係るIOPセンサーの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

この明細書内に取り込まれ且つこの明細書の一部を構成する添付の図面が、説明と共に本発明のいくつかの実施形態を示して、本発明の原理を説明するのに役立つ。

以下、本発明の例示的な実施形態が詳細に参照され、本発明の例示的な実施形態の例は添付の図面において示される。可能な限り、同一の参照番号が、図面を通して同一又は同様の部品を参照するのに使用される。

【0014】

図2は、本発明の原理に係るIOP測定システム200のブロック図である。図2では、IOP測定システムは、電源205、IOPセンサー210、プロセッサ215、メモリ220、データ送信モジュール225、及び随意的なスピーカー230を含む。

30

【0015】

電源205は、典型的にはリチウムイオンバッテリー又はリチウムポリマーバッテリーのような充電可能なバッテリーであるが、他のタイプのバッテリーが用いられてもよい。加えて、任意の他のタイプの動力電池(power cell)が電源205に適切である。電源205は、システム200、特にプロセッサ215に電力を提供する。電源はRFIDリンク又は他のタイプの磁気結合を介して充電ができる。

【0016】

典型的には、プロセッサ215は、ロジック機能を実行できる、電源ピン、入力ピン、及び出力ピンを備えた集積回路である。様々な実施形態において、プロセッサ215は、対象となる装置のコントローラである。斯かる場合、プロセッサ215は、データ送信モジュール225、スピーカー230、電源205、又はメモリ220のような特定の装置又は構成要素を対象とする特定の制御機能を実行する。他の実施形態では、プロセッサ215はマイクロプロセッサである。斯かる場合、プロセッサ215は、装置の一つよりも多い構成要素を制御するように機能することができるようプログラム可能である。他の場合、プロセッサ215は、プログラム可能なマイクロプロセッサではなく、代わりに、種々の機能を実行する種々の構成要素を制御するように構成された特殊用途のコントローラである。

40

【0017】

50

メモリ220は典型的にはNANDフラッシュメモリのような半導体メモリである。半導体メモリのサイズが非常に小さく且つシステム200のメモリ要求が小さいので、メモリ220はシステム200の非常に小さな設置スペースを占める。メモリ220はプロセッサ215と連動する。この結果、プロセッサ215はメモリ220に書き込み且つメモリ220から読み込むことができる。例えば、プロセッサ215は、IOPセンサー210からデータを読み込んでそのデータをメモリ220に書き込むように構成されることができる。この様態では、一連のIOPの数値がメモリ220内に保存されることができる。プロセッサ215は、他の基本的なメモリ機能、例えば、メモリ220を消去し又は上書きする機能と、メモリ220がいっぱいになったときを検出する機能と、半導体メモリを管理することに関連する他の一般的な機能とを実行することもできる。

10

【0018】

データ送信モジュール225は多数の種々のタイプのデータ送信のいずれかを用いることができる。例えば、データ送信モジュール225は無線機のような能動装置(active device)である。データ送信モジュール225はRFIDタグ上のアンテナのような受動装置であってもよい。この場合、RFIDタグはメモリ220とアンテナの形態のデータ送信モジュール225とを含む。その後、RFIDリーダーが、メモリ220にデータを書き込み又はメモリ220からデータを読み込むべくシステム200の近くに設置されることができる。典型的には(一定の時間に亘るIOPの数値から成る)メモリ220内に保存されるデータの量が小さいであろうから、データが転送される速度はあまり重要ではない。メモリ220内に保存されてデータ送信モジュール225によって送信されうる、他のタイプのデータが、限定されるものではないが、電源データ(例えばローバッテリー、バッテリー不良)、スピーカーデータ(警告音、警告声(warning voice))、IOPセンサーデータ(IOPの数値、問題の状況)、及びこれらと均等なものを含む。

20

【0019】

随意的なスピーカー230は、危険な状況が存在するときに患者に警告音又は警告声を提供する。例えば、IOPが、患者に損傷をもたらし又は患者にリスクを与える可能性があるレベルである場合、スピーカー230は、医学的な治療を求め又は点眼剤を投与するように患者を警告すべく警告音を出すことができる。プロセッサ215はIOPセンサー210からIOPの測定値を読み込む。プロセッサ215は、閾値よりも大きい一つの又は一連のIOPの測定値を読み込んだ場合、その後、警告音を出すようにスピーカー230を作動させることができる。閾値は設定されてメモリ220内に保存されることができる。この様態では、IOPの閾値は医者によって設定されることができ、IOPの閾値が超えられると、警告音が出されうる。

30

【0020】

代替的に、データ送信モジュールは、二次装置、例えば、PDA、携帯電話、コンピュータ、腕時計、この目的のみのためのカスタム装置、リモートアクセス可能なデータ保存場所(例えばインターネットサーバー、電子メールサーバー、テキストメッセージサーバー)、又は他の電子装置に、上昇したIOPの状況を通信するように作動されてもよい。一つの実施形態では、個人の電子装置がリモートアクセス可能なデータ保存場所(例えば、インターネットサーバー、電子メールサーバー、テキストメッセージサーバー)にデータをアップロードする。情報が、例えば医療関係者によってリアルタイムに見られうるようリモートアクセス可能なデータ保存場所にアップロードされうる。この場合、二次装置はスピーカー230を含んでもよい。例えば、病院の環境において、患者が縁内障手術を受けてシステム200が埋め込まれた後、二次装置は患者の病院用ベッドの隣に配置されうる。IOPの変動が(高い側と、危険な状況でもある低い側の両方において)縁内障手術後によく起こるので、プロセッサ215は、埋め込まれたIOPセンサー210によって作られたIOPの測定値を読み込むことができる。プロセッサ215が危険なIOPの状況を読み込んだ場合、データ送信モジュール225は、スピーカー230を介して又は危険な数値を二次装置に送信することによって患者及び医療スタッフを警告することができる。

40

50

【0021】

斯かるシステムは病院の環境外での使用についても適切である。例えば、危険なIOPの状況が存在する場合、プロセッサ215は、可聴な警告音を出すようにスピーカー230を作動させることができる。その後、患者は警告されて医学的な治療を求めることができる。警告は多数の態様において医療専門家によって止められることができる。例えば、データ送信モジュール225がRFIDタグであるとき、RFIDリンクが外部装置とシステム200との間に繋かれることができる。この外部装置は、スピーカー230の電源を切るためにシステム200と通信することができる。代替的に、光信号がシステム200によって読み込まれてもよい。この場合、データ送信モジュール225は光受光部を有し、光受光部は一連の光パルスを受光することができ、一連の光パルスは、指令、例えばスピーカー230の電源を切るための指令を表す。

10

【0022】

システム200は、好ましくは、小さくて埋め込み可能な統合されたパッケージ内にある。この結果、システム200の構成要素の全てが多数の種々のプロセスのいずれかによって半導体ウェハーのような基板上に構築されることができる。

【0023】

図3は、本発明の原理に係るIOPセンサーの斜視図である。図3では、IOPセンサー210は、二つのフォトセル325及び330と、上面310と、側面315と、遮光体320と、随意的な光源305とを備えた、シールされた立方体である。IOPセンサーの上面310は、光が立方体に入ることを可能とする（例えば、IOPセンサーの上面310は、透明又は半透明であり、すなわち透光面である）。フォトセル325及び330は、立方体に入る光の量を検出する。遮光体320は、フォトセル330によって検出される光を少なくとも部分的に遮断する。遮光体320は側面315に固定される。側面315は可撓性を有する。このため、側面315が圧力変化に反応して移動すると、遮光体320によって遮断される光の量が変化して、フォトセル330によって検出される光の量も変化する。側面315は、高い可撓性を有するように、立方体の他の側面、上面310、底面よりも薄くてもよい。（側面315以外の）上面310、底面、及び他の側面は硬質であり又は可撓性を有してもよい。以下に記述されるように、随意的な光源305が提供される。代替的に、IOPセンサーは、眼に入る周辺光を使用してもよい。IOPセンサー210は、立方体として記述されたが、側面315の撓みと、取り付けられた遮光体320の移動とを可能とする他の幾何学的形状であってもよい。

20

【0024】

IOPセンサー210の立方体の内側の圧力は製造工程の間に決定されて約0psigにされうる。IOPセンサー210の立方体は、多数の多様な種々の気体、例えば、窒素、アルゴン、六フッ化硫黄、又はこれらの均等物のいずれかで満たされることができる。内部圧力が0psigであるとき、眼の内側の圧力が0psigよりも高いので、（図4において示されるように）側面315は内側に撓む傾向にあるであろう。

30

【0025】

図3に示されるフォトセル325及び330の配置によって、フォトセル325によって検出される光とフォトセル330によって検出される光との間の比較をすることが可能となる。フォトセル325は、遮光体320によって遮光されないので、上面310を通って入る「完全な量」の光を検出する。フォトセル330は、遮光体320によって遮光されるので、上面310を通って入る「完全な量」よりも少ない光を検出する。このため、フォトセル325によって測定された光の量とフォトセル330によって測定された光の量との間の比較が、側面315によって経験された撓みの量を決定するのに使用されることがある。外部圧力が高ければ高いほど、側面315の撓みは大きくなり、フォトセル330によって測定される光は少なくなる。したがって、フォトセル330によって測定された光の量は外部圧力（IOP）の量を示す。（周辺光の状況が変化するので）二つのフォトセル（325及び330）のこの使用によって、IOPセンサー210が種々の光の状況下において作動することが可能となる。

40

50

【0026】

IOPの測定値について、IOPセンサー210を調整することは概して重要ではない。フォトセル330によって検出される光の量の変化がIOPの大きさと相互に関連付けられるので、IOPの変化は容易に検出することができる。概して、時間と共に測られた一連の光の測定値は時間経過時のIOPの相対的な大きさに対応する。IOPのより正確な調整が、例えば、従来の態様においてIOPを測定して、その測定値を、フォトセル325及び330によって測定された光の量と関連付けることによって医局においてなされうる。

【0027】

随意的な光源305は典型的にはLEDである。光源305はIOPセンサー210の上面310に据え付けられ又はIOPセンサー210の上面310と一体にされることができる。代替的に、IOPセンサー210は（光源305が無い状態で）周辺光に頼ってもよい。別の実施形態では、眼に対して外部の光源が使用されうる。例えば、光源はハンドヘルドの圧力読取機及び/又は充電装置に取り付けられてもよく、ハンドヘルドの圧力読取機及び/又は充電装置はIOPセンサー210と連動する。この態様では、（調整されうる）外部光源は、圧力の読み取りを促進するのに使用されうる。

10

【0028】

IOPセンサー210は多数の種々の方法のいずれかによって製造されることができる。例えば、IOPセンサー210は、MEMSに基づく方法において、層内に構築される。この態様では、生体適合性の材料の層が、IOPセンサー210を構築すべく堆積せしめられる。半導体産業において使用されるような他の蒸着方法が用いられてもよい。

20

【0029】

図4は、本発明の原理に係るIOPセンサーの斜視図である。図4では、IOPセンサー210の側面315は内側に撓められる。したがって、遮光体320も、光が到達するフォトセル330を部分的に覆い隠すように内側に撓められる。この態様では、内部圧力は外部圧力よりも小さい。圧力差は、遮光体320の移動量と、フォトセル330が検出する光の量とを決定する。言い換えれば、遮光体320が動く距離は内部圧力と外部圧力との間の差に依存する。遮光体320が動く距離は、フォトセル330によって検出される光の量も決定する。したがって、フォトセル330によって検出される光の量は（フォトセル325によって検出される光の量と比較して）内部圧力と外部圧力との間の差を示す。斯かる光の読み取りは、IOPの変化を決定するのに使用されることがある。

30

【0030】

本発明の別の実施形態では、（図3及び図4において示された）IOPセンサー210の配列が共に使用されうる。この形態では、一つよりも多いIOPセンサー210が、基板に取り付けられ、その後、眼内に埋め込まれる。一つよりも多いIOPセンサー210を使用することによって、冗長化（redundancy）とIOPのより正確な測定とが可能となる。配列におけるIOPセンサー210の数が増加するにつれて、結果として生じるIOPの測定値の統計的分散（statistical variance）が減少する（このため、正確性が増加する）。別の実施形態では、光検出器の複数の対が、冗長化を実現すべく単一の光源と共に使用されることがある。

40

【0031】

上記から、本発明によって、IOPを測定するシステムが提供されることが理解されうる。本発明は、IOPセンサーと、関連する周辺機器とを提供する。本発明は本明細書において例によって示され、様々な修正が当業者によってなされうる。

【0032】

本発明の他の実施形態が、本明細書と、本明細書において開示された本発明の実施例とを考慮すると、当業者にとって明らかであるだろう。本明細書及び例が単なる例としてみなされることが意図されており、本発明の真の範囲及び思想は以下の特許請求の範囲によって示される。

【図1】

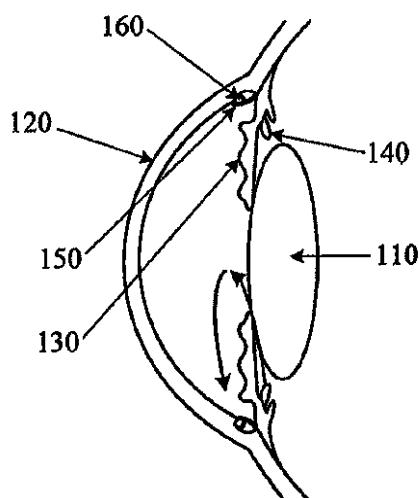


Fig. 1

【図2】

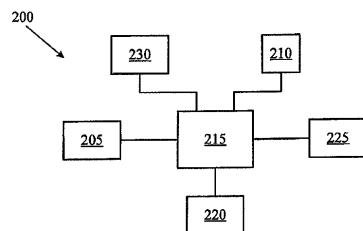


Fig. 2

【図3】

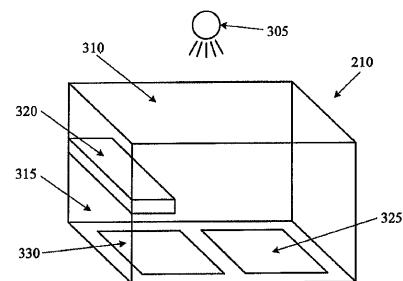


Fig. 3

【図4】

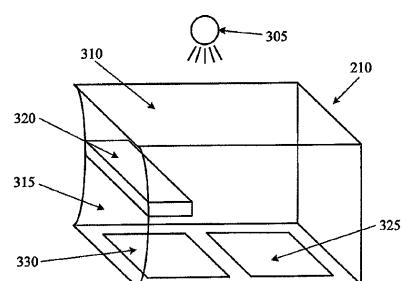


Fig. 4

フロントページの続き

(74)代理人 100130133

弁理士 曽根 太樹

(72)発明者 ブルーノ ダクアイ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 92603, アーバイン, キャンドルブッシュ 3

(72)発明者 マシュー ジェイ. エー. リカード

アメリカ合衆国, カリフォルニア 92782, タスティン, フェアファックス ウェイ 152
10

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 米国特許出願公開第2004/0254438(US, A1)

特表2002-507919(JP, A)

米国特許出願公開第2004/0116794(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3/00 - 3/18