

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-200565
(P2013-200565A)

(43) 公開日 平成25年10月3日(2013.10.3)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
GO3B	15/05	(2006.01)	GO3B 15/05	2H053
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T 1/00	420F
GO3B	15/00	(2006.01)	GO3B 15/00	T
HO4N	5/225	(2006.01)	HO4N 5/225	C
A61B	5/117	(2006.01)	A61B 5/10	32OZ

審査請求 有 請求項の数 6 OL (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-82979 (P2013-82979)
 (22) 出願日 平成25年4月11日 (2013. 4. 11)
 (62) 分割の表示 特願2008-506489 (P2008-506489) の分割
 原出願日 平成18年3月28日 (2006. 3. 28)
 (31) 優先権主張番号 60/670, 203
 (32) 優先日 平成17年4月11日 (2005. 4. 11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 11/334, 968
 (32) 優先日 平成18年1月19日 (2006. 1. 19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 599134012
 サーフ コーポレーション
 アメリカ合衆国, ニュー ジャージー州
 , プリンストン, ワシントン ロード
 201
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74) 代理人 100107401
 弁理士 高橋 誠一郎
 (74) 代理人 100120064
 弁理士 松井 孝夫
 (74) 代理人 100154162
 弁理士 内田 浩輔

最終頁に続く

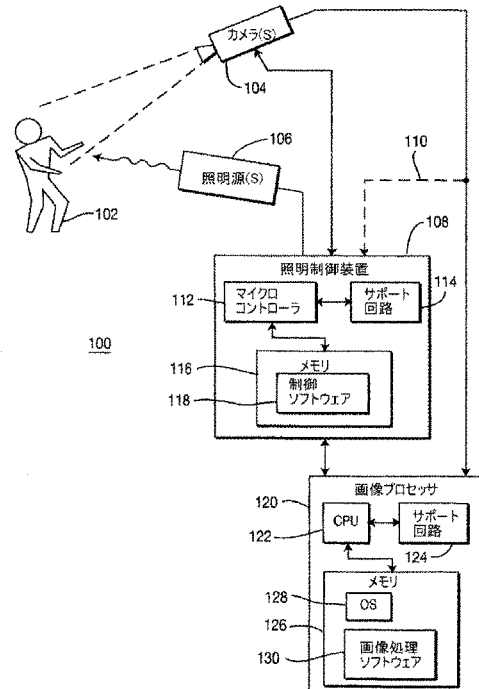
(54) 【発明の名称】 ストロボ式画像キャプチャを提供するための方法および装置

(57) 【要約】

【課題】イメージ・システムが目などの物体の正確な画像を物体を損傷せずにキャプチャすることを可能にするシーンに照射するための方法および装置を提供することを課題とする。

【解決手段】ストロボ式画像キャプチャのための方法および装置が、信号対雑音比を向上させ、動きのぶれを減少させ、照明感知可能物体の解析に使用されるセンサ・システム内の物体の損傷を回避するために、1つまたは複数のカメラと同期されたストロボ式照明を含む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ストロボ式画像キャプチャを提供する方法であって、
少なくとも1つのストロボ式照明源を、照明感知可能物体に適用される前記照明源からの放射量を制限するように、制御する工程と、
少なくとも1つのカメラを前記ストロボ式照明源と同期する工程と、
前記照明感知可能物体の少なくとも1つの画像を前記少なくとも1つのカメラでキャプチャする工程とを含み、前記物体は前記ストロボ式照明源からの複数の光子によって少なくとも一部照明されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記照明感知可能物体が虹彩である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記虹彩を有する被験者が移動している、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

被験者を識別するために前記少なくとも1つの画像を処理する工程をさらに含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

瞳孔測定を提供するために前記少なくとも1つの画像を処理する工程をさらに含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 6】

前記制御工程がさらに、
前記照明感知可能物体を連続的に照明する第2の照明源を制御する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記少なくとも1つの画像がビデオ・ストリームである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記虹彩の前記少なくとも1つの画像がバイオメトリックの目的に適している、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 9】

前記バイオメトリックの目的が、虹彩認識または瞳孔測定のうちの少なくとも1つである、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ストロボ式照明源の光強度がストロボ中に増加され、そして前記ストロボ式照明源の平均放射照度が安全性閾値未満にとどまる、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 11】

プロセッサがストロボ式照明源を制御し、アイ・ファインダが複数の虹彩画像を提供する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

ストロボ式画像キャプチャを提供するシステムであって、
少なくとも1つのカメラと、
複数の光子で照明感知可能物体を照明する少なくとも1つの照明源を、前記少なくとも1つのカメラと同期させる、少なくとも1つの照明制御装置とを含み、
前記少なくとも1つのカメラが、前記照明感知可能物体から反射した前記複数の光子の少なくとも一部から前記照明感知可能物体の少なくとも1つの画像をキャプチャすることを特徴とするシステム。

【請求項 13】

前記照明感知可能物体が虹彩である、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記虹彩を有する被験者が移動している、請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記少なくとも1つの画像がバイオメトリック目的に適している、請求項13に記載のシステム。

【請求項16】

前記ストロボ式照明源の光強度がストロボ中に増加され、前記ストロボ式照明源の平均放射照度が安全性閾値未満にとどまる、請求項13に記載のシステム。

【請求項17】

被験者を識別するために前記少なくとも1つの画像を処理する工程をさらに含む、請求項12に記載の装置。

【請求項18】

瞳孔測定を提供するために前記少なくとも1つの画像を処理する工程をさらに含む請求項13に記載の方法。

10

【請求項19】

前記制御工程がさらに、

前記照明感知可能物体を連続的に照明する第2の照明源を制御する工程を含む、請求項12に記載の方法。

【請求項20】

前記少なくとも1つの画像がビデオ・ストリームである、請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本出願は、一般には、物体が照明感知可能である、物体センサ・システムで使用する画像キャプチャに関する。より詳細には、本発明の一実施形態は、バイオメトリック・センサ・システムで使用するビデオ画像を提供するためのストロボ式ビデオ・キャプチャに関する。

【背景技術】

【0002】

本出願は、参照により本明細書に組み込まれている、2005年4月11日に提出した米国仮出願第60/670203号の優先権を主張するものである。さらに、本出願は、参照により本明細書に組み込まれている、2006年1月19日に提出した同時係属の米国出願第11/334968号、表題「Method and Apparatus for Providing Strobed Image Capture」、Lolaccono他、整理番号第18703-688号の優先権を主張するものである。さらに、本出願は、参照により本明細書にやはり組み込まれている同時係属の米国出願、「Method and Apparatus for Designing Iris Biometric Systems for Use in Minimally Constrained Settings」、Amantea他、整理番号第18703-640号に関する。

30

【0003】

本発明は、米国政府の支援を受けて、契約番号NMA401-02-9-2001-0041のもと行われたものである。米国政府は、本発明において、ある特定の権利を有する。

40

【0004】

物体の監視または検査で使用されるイメージング・システムは、カメラおよび十分な照明を使用して物体の正確な画像を生成するように設計されている。一部の 경우에는、有用な画像を生成できるほど十分な照明は、イメージングされている物体の損傷を引き起こし、または別のやり方でそれを変更するのに十分な照明であり得る。過度な照明によって損傷を受けることがあるこうした1つの物体は、人間の目である。

【0005】

人間の目が監視されるバイオメトリック・センシング技術は、人の識別および行動解析の際に有用になっている。たとえば、虹彩認識は識別のためのよく知られている技術であ

50

り、瞳孔測定、すなわち外部刺激への瞳孔の反応の測定は、たとえば睡眠不足、薬物乱用またはアルコール中毒の検出など、行動の解析に使用することができる。虹彩認識または瞳孔測定を使用して正確なバイOMETリック・センシングを容易にするために、人間の目の画像は、解析のために正確にかつ明確にキャプチャされなければならない。

【0006】

市販の既製品ビデオ・カメラは一般に、30 Hzのフレーム・レートに対応する33 msのフレーム周期で実行される。しばしば眼球運動は、その時間尺度で生じる。目の画像内の動きのぶれを回避するために、各フレームの露光時間は、多くのカメラで見られる電子シャッター能力を使用して減少されることがある。しかし、シャッター速度を10倍減少させると、信号対雑音比(S/N: signal-to-noise ratio)も10倍減少し、他のすべてのパラメータは一定に保持される。物体の放射照度に制約がない場合は、S/Nの減少は、シーン放射照度(W/m^2)を増加させることにより補償することができる。しかし、目をイメージングする場合は、安全性についての考慮から、放射照度についての厳しい制約がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、イメージング・システムが目などの物体の正確な画像を物体を損傷せずにキャプチャすることを可能にするシーンに照射するための方法および装置が、当技術分野において求められている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、照明感知可能な物体のストロボ式画像キャプチャ、たとえばバイOMETリック・アプリケーションのための被験者の目の画像を提供するための方法および装置である。このシステムは、イメージングされている物体が物体を照らすために使用される放射からの損傷を受けやすい、いずれの状況において使用してもよい。本発明の一実施形態では、少なくとも1つのストロボ式照明源が制御され、少なくとも1つのカメラが、ストロボ式照明源と同期される。カメラは、物体の画像(たとえばビデオ)をキャプチャする。カメラが物体、たとえば目の虹彩および/または瞳孔の画像をキャプチャする間、物体は、少なくとも一部ストロボ式照明源からの光子によって照明される。一実施形態では、被験者の目のキャプチャされた画像は、虹彩認識あるいは瞳孔測定のために使用してもよい。本発明の第1の実施形態では、画像は、識別のための虹彩に関する一意の情報を抽出するために処理される。第2の実施形態では、ストロボ式照明源は、瞳孔反応を刺激するために使用され、その反応は、ビデオ・カメラを使用してキャプチャされる。刺激に対する瞳孔の反応は、被験者に関する行動情報を提供するために解析される。第3の実施形態では、被験者に関する行動情報を提供するために、瞳孔の衝動性運動を解析することができる。

【0009】

本発明の教示は、添付の図面と併せて以下の詳細な説明を考慮することによって容易に理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明によるストロボ式ビデオ・キャプチャのための装置の例示的な一実施形態を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態で使用される照明制御装置のブロック図である。

【図3】瞳孔測定を実施するための本発明の一実施形態のブロック図である。

【図4】衝動性運動中の目のストロボ画像(4A)と従来の照明を使用した画像(4B)との差を示す図である。

【図5】最大の許容可能ピーク順電流を10 Hzのパルス・レートの一般的なLEDアレイのデューティ・サイクルの関数として示すチャートである。

10

20

30

40

50

【図6】図5からのデータの解析を示すチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

理解を促すために、可能であれば、同一の参照符号が諸図に共通の同一の要素を示すために使用されている。

【0012】

本発明について、主にビデオ・キャプチャ・システムに同期されたストロボ式照明で虹彩画像のビデオ・キャプチャを提供するための方法および装置の一般的な文脈内で主に述べる。しかし、本発明は、過度な照明からの損傷を受けやすい任意の物体の照明を制御するために使用してもよい。

10

【0013】

本発明の例示的な実施形態は、ビデオ・カメラと同期されるストロボ式照明を生成することができる発光ダイオード(LED)/レーザ・ダイオード・アレイのための照明制御装置である。ビデオ・フレームの開始に関しての照明源(ストロボ)の期間、強度および位置は、特定のアプリケーションの性能を最適化するように調整することができる。ストロボ期間の間、光の強度は、十分なS/Nが維持されるように増加され、平均放射照度は、物体の安全な露光のため閾値限界値未満にとどまる。この能力の必要性は、人間の目のバイオメトリクスにおける作業、すなわち(a)虹彩認識、および(b)責務に対する適性の調査のための瞳孔測定および衝動性運動解析から生じる。虹彩認識は、識別のためのよく知られている技術である。瞳孔測定は、瞳孔の外部刺激に対する反応の測定であり、光レベルへの自律圧縮/拡大の反応を指すこともある。衝動性運動は、目がある点から別の点へと急に動く眼球運動である。瞳孔応答および衝動性運動の両方が、薬物、アルコールおよび睡眠不足による影響を受ける。こうした測定は、潜在的に危険な機器のオペレータをリアルタイムに検査するために使用され、それによって、より立ち入ったテストを実施する必要性が減少しまた取り除かれ得る。

20

【0014】

図1は、本発明によるストロボ式ビデオ・キャプチャのための装置100の例示的な実施形態を示している。装置100は、少なくとも1つのカメラ104と、少なくとも1つの照明源106と、照明制御装置108と、画像プロセッサ120とを含む。以下に論じるように、照明制御装置108および画像プロセッサ120は、単一のサブシステムへと組み合わされてもよい。動作において、照明制御装置108は、カメラ104に同期を提供し、またはそこからの同期を受け付ける。照明制御装置108は、カメラ104に同期される照明源106のための制御信号を生成する。照明源106は、物体、たとえば被験者102に照射し、被験者102から反射された光子が、カメラ104によってキャプチャされる。被験者102は、カメラ/光源の組合せの近くに位置してもよく、あるいはカメラ/光源の組合せから非常に離れた距離に位置してもよい。

30

【0015】

カメラ104または照明制御装置108のいずれかは、タイミング信号(すなわちタイムキーパ)の送信元であってもよい。カメラ104は、制御装置108に同期信号を供給してもよく、または制御装置108は、カメラ104に同期を提供してもよい。様々なカメラ104が使用されてもよい。RS-170(EIA-170、エレクトロニクス産業連合、アールントン(VA))など、何らかの規格のアナログ・カメラ104は、外部同期信号の入力を備えていない。これらのカメラ104については、照明制御装置108は、RS-170信号を入力として受け付け、その信号から同期信号を導出しなければならない。他のカメラ104、具体的にはカメラ・リンク・インターフェースを使用するデジタル・カメラ104は、トリガ信号を直接に、あるいはシステムを制御するコンピュータ内のデジタル・フレーム・グラバ・カードを介して受け付けることができる。様々なカメラ104を扱うことができるシステムを有することを望むことが、マイクロコントローラ・ベースの照明制御装置108の使用につながっている。

40

【0016】

50

照明制御装置108は、マイクロコントローラ112と、サポート回路114と、メモリ116とを含む。マイクロコントローラは、たとえばZWorld RCM 2100を含めて、使用可能な多くのマイクロコントローラのうちの1つであり得る。サポート回路114は、電源、クロック回路、レジスタ、バッファなど、よく知られているサポート回路を含む。さらに、サポート回路は、同期ストリッパ、信号バッファ、フレーム・グラバなど、ビデオ信号を同期信号に変換することを容易にするための回路を含んでもよい。一実施形態では、ビデオ信号は、制御装置108がビデオ画像から同期信号を直接生成することを可能にする経路100上で供給される。メモリ116は、ランダム・アクセス・メモリ、読取り専用メモリまたはその任意の組合せを含んでもよい。メモリ116は、同期信号の生成を容易にするマイクロコントローラのための命令(制御ソフトウェア118)を格納する。

10

【0017】

画像プロセッサ120は、照明制御装置108と同様に、ビデオ・カメラ104に結合される。画像プロセッサ120は、少なくとも1つの中央処理装置(Central Processing Unit: CPU)122と、サポート回路124と、メモリ126とを含む。CPU122は、市販されている多くのマイクロプロセッサのうちの1つであり得る。サポート回路124は、電源、クロック回路、キャッシュ、入出力回路など、よく知られている回路を含む。メモリ126は、ランダム・アクセス・メモリ、読取り専用メモリ、ディスク・ドライブ、取外し可能メモリ、光メモリ、ネットワーク・ストレージまたはその任意の組合せを含んでもよい。メモリ126は、オペレーティング・システム128および画像処理ソフトウェア130を格納する。画像プロセッサは、画像処理ソフトウェアを実行するときに、被験者の目のキャプチャされた画像を解析するための画像プロセッサとして働く汎用パーソナル・コンピュータまたはサーバであり得る。画像処理ソフトウェア130は、虹彩認識技術、瞳孔測定技術、衝動性運動解析技術など使用して像を解析してもよい。

20

【0018】

照明制御装置108は画像プロセッサ120と別々に示されているが、本発明の別の実施形態では、画像プロセッサ120のCPU122は、照明制御装置マイクロコントローラ112の機能を実施してもよい。あるいは、照明制御装置は、画像プロセッサ120内の回路カードであってもよい。

30

【0019】

図2は、本発明による照明制御装置108の例示的な一実施形態を示している。マイクロコントローラ204への入力202は、図2の図の左上にある。使用可能であれば、カメラ104からのアナログビデオ206をアナログ同期ストリッパ・チップ208によって処理して、新しいフレーム210、偶数フィールド212および奇数フィールド214に対応するデジタル信号を生成することができる。これらは、適用例によって異なり得る追加のデジタル信号216と共にマイクロコントローラ204に入力される。追加のデジタル信号の一例は、デジタル・カメラからのフレーム・トリガの先頭である。この実施例では、RS-232ポート218を介したマイクロコントローラ204への動作パラメータ、たとえばフレームの開始に対するストロボの時間遅延の入力が備えられている。

40

【0020】

電源入力220は、マイクロコントローラ204と、バッファリングおよび調節電子機器222の両方に結合される。バッファリングおよび調節電子機器222は、マイクロコントローラ204によって出力されたトランジスタ・トランジスタ論理(Transistor-Transistor Logic: TTL)レベルを取り、カメラ104および照明源106に適したレベルにそれを変換する。この実施例では、トリガおよびストロボは、オンボードのトリムポットを介して調整可能なパルス幅を有するトリガ・パルスおよびストロボを生成するワンショットでバッファリングされる。トリガおよびストロボは、調整可能なアナログ遅延をも有する。一実施形態では、トリガおよびストロボの幅は、マイクロコントローラ204上の負荷を減少させ、マイクロコントローラ・コードを単純

50

化するためにアナログ・ハードウェア内で設定されてもよい。ストロボ出力は、オープンコレクタ、外部光源から照明源106に電源を切り換える高電力電界効果トランジスタ(FET: field effect transistor)として実装される。瞳孔測定を実施するための実施形態では、2つの照明源、すなわち1つの連続的光源および1つのストロボ式光源が使用される。連続的照明出力は、同じタイプのFET出力を使用するが、しかし、この場合、マイクロコントローラは、その周波数およびパルス幅がオンボード・トリムポットを介して設定されるオシレータをイネーブルする。この実施例では、照明制御装置108は、表1に示されたカメラ・トリガ224とストロボ照明226と連続照明228とデジタル(TTL)OUT230とを含めて、出力を提供する。この例示的な回路は、瞳孔測定で使用する2つの光源(白色およびIR)を制御する。白色光源は連続的光源であり、IR光源はストロボ式であることも、プログラム制御の下で連続的であることもある。

10

【表1】

表1: 照明制御装置108から得られる出力

カメラ・トリガ	アナログ・ハードウェア内で設定されたトリガ・パルス幅、アナログ・ハードウェア内で設定された名目パルス位置、プログラム制御の下でビデオ同期に対して調整可能なパルス位置
ストロボ照明	外部電源切換え、アナログ・ハードウェア内で設定されたストロボ幅、プログラム制御の下でビデオ同期に対して調整可能なストロボ位置
連続照明	外部電源切換え、パルス幅変調、プログラム制御下のイネーブル
デジタルTTL 出力	マイクロプロセッサから直接

20

30

【0021】

表2は、照明制御装置108の例示的な適用例のための擬似コードを示している。制御装置108はまず初期化され、次いでループがある。ループの先頭で、制御装置108は、新しいフレームが開始しようとしていることを示す、同期ストリップからの信号を待つ。次いで、フレーム・グラバ(図示せず)がトリガされる。制御装置108は、適切なときを待ち、次いで、光源106をトリガする。カメラによって現在生成されているフレームにはストロボ式光源の効果が見え、フレーム・グラバはフレームをキャプチャする。

40

【表 2】

表2: 単純な適用例のための例示的な擬似コード

```

initializelOSystem();
for (;;) {
  waitOnVideoSynch();
  triggerFrameGrabber();
  delayMilliseconds(delayTime);
  triggerStrobe();
}

```

10

【0022】

この高レベルの説明では、カメラおよびフレーム・グラバに特有の複数のタイミング詳細を省略している。本発明の例示的な実施形態は、特定のカメラおよびフレーム・グラバ仕様を精査し、タイミング図を構築することによって、それらのタイミング詳細を含むように設計することができる。図2に示されたマイクロコントローラ手法への利点は、プログラム制御下の遅延時間を変更され得るだけでなく、RS-232ポートを介してマイクロコントローラへのディレクティブを使用して2つのケース間で切り換えることも容易であることである。複雑な問題の一例として、一部のフレーム・グラバがトリガ時に現在のフレームをキャプチャし得ないだけでなく、次のフレーム上のグラブの開始を待つこともあることを考慮されたい。この場合、表3の擬似コードがより適切である。

20

【表 3】

表3: わずかにより複雑な適用例のための典型的な擬似コード

```

initializelOSystem();
waitOnVideoSynch();
for (;;) {
  triggerFrameGrabber();
  waitOnVideoSynch();
  delayMilliseconds(delayTime);
  triggerStrobe();
}

```

30

【0023】

表3は、リアルタイムの適用例のための擬似コードを示している。ループがフレーム時間より短い時間で実行されない場合、ストロボとキャプチャされたフレームとの間の同期が失われることがある。一実施形態では、低オーバーヘッドおよびリアルタイム能力を有するマイクロコントローラが、照明制御装置を動作させるために使用される。

40

【0024】

本発明の例示的な実施形態には、多くの適用例がある。1つの適用例は、衝動性運動の解析である。衝動性運動は、目が突然その関心領域を変更するときに生じる。衝動性運動は、あまり反射的ではない。その動きは意識的に開始されることがあるが、開始されるとその動きは、神経系内の割込み不可能な低レベルのサブルーチンの下で有効に制御され、それは、本質的に無意識なものとなる。実験として、読者は、その視覚視野の左側の物体

50

を凝視し、次いで右側の物体に固視点を突然移動し、次いでそれを移動して戻すことがある。いくつかの反復の後に、開始後の動きを停止しようとするが、その動きの停止は、低レベルの神経制御の下にあるので本質的に不可能である。別の適用例は、瞳孔測定である。瞳孔測定は、光の刺激に対する瞳孔の反応の測定である。一部の人々は瞳孔の拡大に対してある程度の制御を有しているが、これもまた、本質的に無意識な反応である。この効果を見るのは容易である。抑制された照明の下で、鏡を覗き込み、瞳孔直径に留意し、次いで瞳孔を見ながら明るい明かりをつけ、約10秒後、瞳孔を見続けながら明かりを消す。

【0025】

衝撃性運動および瞳孔反応の解析は、神経系の状態に関するデータを提供し、神経系が薬物（合法または非合法）、疾病、アルコール、および疲労を含めて一般的な生理学的状態によって劣化しているかどうかに関する推論を可能にすることができる。こうした解析は、困難なまたは潜在的に危険な職業における責務への適正の決定に関して興味深いものであり、それは、被験者の反射神経の尺度である。

10

【0026】

図3は、衝動性運動の解析および/または瞳孔測定の実施のための例示的な装置300を示している。示された実施形態では、被験者は、照明制御装置108のうちの1つを介してその両方が作動される2つの照明器106Aおよび106Bの中心を通して被験者102がカメラ104を凝視するように、カメラ/光源の組合せの近くにいる。照明器106Aおよび106Bは、発光ダイオードの環状アレイである。カメラ104は、環を通して被験者102の目に焦点を合わせる。一実施形態では、被験者102のより近くの照明器106Bは、瞳孔測定のために大きい視野にわたって白色光のフラッシュを供給することができる。カメラにより近い照明器106Aは、近赤外線（IR）の同期されたストロボを供給し、カメラは、可視光線を拒絶するようにフィルタリングされ、したがって、画像のコントラストおよび明るさは、可視光線刺激の影響を受けない。

20

【0027】

図4Aおよび4Bは、衝動性運動の間の目のストロボ式画像（4A）と、従来の照明を使用した画像（4B）との差を示している。ストロボ式照明を使用して得られた画像（図4A）の品質を従来の画像（図4B）と比較されたい。両方の画像において、まつ毛の詳細が明らかに見え、画像は焦点が合っており、両方の画像はよい解像度を提供している。従来の画像（図4B）では、瞳孔の端は、（たとえば約10画素など）不適切にぼやけている。ストロボ式画像（図4A）では、それらは、（たとえば約1画素の範囲内など）瞳孔の位置および半径の測定を可能にできるほど鮮明である。図4Aのケースでは、ストロボは、約6ミリ秒の継続時間、フレーム時間のおおよそ20%であり、それは、見えるぼけの減少と一致している。

30

【0028】

キャプチャされた画像は、カメラ104から画像プロセッサ120に結合される。画像プロセッサ120は、画像を処理し、刺激に対する瞳孔の動きおよび/または刺激への反応を解析するために、画像プロセッサ・ソフトウェア（図1の130）を実行する。本発明を使用して鮮明な瞳孔画像をキャプチャすると、瞳孔の動きおよび/または反応解析の技術がより高い精度で動作することが可能となる。

40

【0029】

図1に示される本発明のストロボ式画像キャプチャのための別の適用例では、被験者102は、カメラ104から離れた位置にあり、照明源106および画像プロセッサ120は、バイOMETリック虹彩認識を実施するために被験者の目の画像を処理する。照明制御装置108は、被験者102の照明露光の量を最適化するために使用される。

【0030】

虹彩認識は、最も信頼性の高い使用可能なバイOMETリック認証技術のうちの1つである。最も新しい虹彩認識システムは、ケンブリッジ大学のJohn Daugmanによ

50

って開発されたアルゴリズムを利用している (r e l y o n)。これらのアルゴリズムは、虹彩コード、個人の虹彩に一意の2進列を生成するためにウェーブレット分解を使用して虹彩の画像を解析する。2つの虹彩画像からのコードは、2つのコード間のハミング距離 (対応しないビットの数) を測定することによって比較され、低いハミング距離は、一致と解釈される。I r i d i a n , I n c 社からの D a u g m a n アルゴリズムの市販バージョンが使用されてもよい。

【 0 0 3 1 】

ほとんどの市販の虹彩認識システムは、認識システム内のカメラが虹彩コードを正確に生成できるほど十分に高品質の虹彩画像を得るために、被験者が空間的なキャプチャ・ボリューム内に定義された時間長の間、位置することを必要とする。現在の市販システムは、被験者が、キャプチャ・ボリューム内に自分を位置付け、画像キャプチャ・プロセスの間そこにとどまるほど十分に協力的であることを前提としている。一般的な市販システムのキャプチャ・ボリュームは、 $1.5\text{ cm} \times 1.5\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 、すなわち 20 cm^3 より少し大きく、被験者がそのキャプチャ・ボリューム内で静止したままであることを必要とする。それとは異なり、本発明の例示的な実施形態は、遙かに大きいキャプチャ・ボリューム内で移動する被験者の虹彩画像のキャプチャを可能にする。

10

【 0 0 3 2 】

キャプチャ・ボリュームの拡大は、カメラの画素数を増加させ、カメラの数を増加させ、被写界深度を増加させ、または3つすべてを行うことによって達成することができる。キャプチャ・ボリュームをおおよそ $30\text{ cm} \times 60\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 、すなわち $18,000\text{ cm}^3$ に拡大するために、複数の高解像度カメラを使用してもよい。しかし、画素は、それが不適切にぼやける場合には有用ではない。上記に論じたように、衝撃性運動は、従来の画像では、虹彩を横断して約200画素を有する画像内に約10画素程度のぼけをもちることがある。正常な歩行によって引き起こされる横方向の動きによって、類似の大きさのぼけが生じることがある。

20

【 0 0 3 3 】

ぼけは、光子の収集の効率を犠牲にしてカメラのシャッター時間を短縮することによって減少され得る。ぼけを10倍減少するには、カメラ・センサによって収集される光子の数を10倍減少させることを要する。S/Nを維持するには、被験者への入射光子の数を10倍増加させる必要がある。これは、照明器の数にその照明の強度を掛けた積を10倍増加させることによって遂行されてもよい。この手法は、以下の複数の実際的な問題を提示する：照明器は一般に、最大の連続波 (C o n t i n u o u s W a v e : C W) 出力で既に作動しており、照明器の数を10倍増加させると、システムのフットプリントがかなり増加し、被験者への放射照度を10倍増加させると、場合によっては閾値限界値 (T L V (登録商標)) の安全性の限界が押し上げられることがある。T L V は、米国産業衛生専門家会議 (A C G I H (登録商標) : A m e r i c a n C o n f e r e n c e o f G o v e r n m e n t a l I n d u s t r i a l H y g i e n i s t s)) によって公表されている。より一般的なケースでは、虹彩以外の物体について、T L V は、光子損傷への物体の感度の何らかの適切な尺度に取って換わられる。

30

【 0 0 3 4 】

光源をストロボする (s t r o b e) ことによって、これらの問題のうちの2つを緩和することができ、すなわち、照明器のピーク電力出力はC W 限度を超えて増加されることができ、短パルスの列のピーク電力のT L V (登録商標) はC W 限度より高くなる。ストロボ式光源をストロボのまわりのカメラのシャッターと組み合わせることによって、追加の利点、すなわち周囲光の効果の減少を得ることができる。10%のデューティ・サイクルでは、周囲光は事実上、10倍減少される。制御された照明がストロボ中にC W 値を超えて優に10倍増加され得る場合、周囲光に関する雑音について、S/Nの優に10倍の向上が得られる。実際には、照明器のデューティ・サイクルは単にX倍で減少され得ず、照明器の出力は、一定の積分光束を維持するために、同じ倍率で増加され得ない。この効果は、図5に示されている。

40

50

【 0 0 3 5 】

図 5 は、最大の許容可能ピーク順電流を 1 0 H z のパルス・レート一般的な L E D アレイのデューティ・サイクルの関数として示すチャート 5 0 0 である。図 5 に示されるように、1 % のデューティ・サイクルによって、連続的なケースより ~ 1 0 0 倍大きい最大許容可能ピーク順電流がもたらされる。

【 0 0 3 6 】

図 6 は、図 5 からのデータの解析を示すチャート 1 0 0 0 である。図 6 は、以下の 2 つのケースについて、1 0 0 % のデューティ・サイクルに正規化されたパルス当たりエネルギーの計算の結果を示している：(1) 最大 C W 順電流で動作する L E D アレイを備えたシャッター式照明、および (2) 最大パルス順電流で動作する L E D アレイを備えたストロボ式照明。ストロボ式対シャッター式のエネルギー / パルスの比は、常に 1 より大きい。1 0 % のデューティ・サイクルでは、比は約 2 . 5 である。これらの結果の詳細は、L E D の仕様に依りて変化するが、しかし、一般的傾向は常に同じであり、ストロボ式照明は、シャッター式より高い最大エネルギー / パルスを提供する。この解析では、駆動電流が変化する間、順方向電圧降下は一定のままであり、光出力は駆動電流に比例すると仮定されている。これらの仮定からの予想偏差は、L E D の通常の動作範囲内で小さい。

【 0 0 3 7 】

虹彩認識システムでは、健康上の主な懸念は、人間の目の過度の I R 照射である。本発明によって、虹彩認識システムは、光源の I R 照射を特定の環境に適合し、潜在的な目の損傷を回避するようにカスタマイズすることができる。近 I R では、光子は、光イオン化または光化学の危険（青色光の危険）となるのに十分なエネルギーを有するのではなく、主な危険は熱である。危険の程度は、組織の単位面積当たりの吸収されたエネルギー量、エネルギーが吸収される時間、およびエネルギーが吸収される面積によって決まる。近 I R（すなわち 7 6 0 ~ 1 4 0 0 n m）の目への安全性は、目の光学要素によって複雑化される。網膜は近 I R に反応を示さないが、目のレンズは依然として、I R 照明の近くに焦点を合わせ得る。したがって、照明の 2 つの異なる側面、すなわち光源の放射輝度（ $W / m^2 \cdot sr$ ）、および角膜 / レンズの放射照度（ W / m^2 ）に対処すべきである。レンズ / 角膜の放射輝度によって、レンズ / 角膜への熱効果が決まる。光源の放射輝度によって、網膜上に光源の焦点を合わせるにより目のレンズがもたらし得る網膜の最大放射輝度が決まる。次いで、結果として生じる網膜の放射輝度によって、網膜での熱効果が決まる。結果として生じる危険を評価するために使用されるモデルの詳細については、A C G I H T L V（登録商標）の付録および B E I の小冊子、ならびに他の安全に関するテキストにおいて見られる。

【 0 0 3 8 】

角膜 / レンズへの損傷を回避するために、1 0 0 0 秒より大きい継続時間の I R 照射（7 7 0 n m < < 3 0 0 0 n m）の放射照度 T L V（登録商標）は、 $1 0 m W / c m^2$ である。1 0 0 0 秒未満の露光では、T L V（登録商標）は、 $t^{-3/4}$ として露光時間に依存する。

【 0 0 3 9 】

網膜への損傷を回避するために、1 0 秒より大きい継続時間の I R 照射（7 7 0 n m < < 1 4 0 0 n m）の放射輝度 T L V（登録商標）は、 $0 . 6 / R m W / c m^2 \cdot sr$ であり、ただし R は、波長に依存する網膜の熱危険度関数であり、7 7 0 n m の 1 . 0 から、1 0 5 0 n m と 1 4 0 0 n m の間の 0 . 0 2 の範囲であり、 θ は、目の光源の視角である。1 0 秒未満の露光では、放射輝度 T L V（登録商標）は、 $t^{-1/4}$ として露光時間に依存する。

【 0 0 4 0 】

期間 T についてデューティ・サイクル D を有する周波数 f でパルス化された光源など、反復する露光では、T L V（登録商標）はより複雑である。継続時間 $T = D / f$ の狭い間隔のパルスの列への露光は、同じ継続時間の単一のパルスより大きい危険を提示する。このシナリオは、A C G I H と I E C の両方に、パルス・レーザ光源の網膜への熱の危険に

10

20

30

40

50

関する勧告があるにもかかわらず、非レーザ光源については慎重に対処されていない。

【0041】

本発明の例示的な実施形態は、光源からのIR照射を以下の基準、すなわち単一パルス、平均および時間合計の3つすべてを満たすように制御する。単一パルス基準は、パルス列内のあらゆるパルスがその期間のパルスのTLV（登録商標）より小さくしなければならないということである。平均の基準は、パルス列内のパルスの平均が、列の継続時間のパルスのTLV（登録商標）より小さくしなければならないということである。時間合計の基準は、時間Tの間に適用された一定のパルス・パターンについて、 T_{tot} を形成し、その継続時間のパルスのTLV（登録商標）を計算するために、パルスの時間の合計の和を求める。

10

【0042】

これらの3つの基準は、非レーザ源の網膜と角膜/レンズの両方のTLV（登録商標）についての単一パルスTLV（登録商標）の合理的で保守的な外挿である。3つ基準のうちの最後は、より容易に理解できる形で再び述べることができる。長さ T_0 のパルスが安全である場合、そのパルスを期間 $T_1 > T_0$ にわたって分散されたより短いパルスの群に分割することも安全である。この基準は、パルス間にいくらかの回復が予期されるので保守的である。

【0043】

網膜と角膜/レンズの両方のTLV（登録商標）について、照射線量率がそれを超えて一定である露光時間、すなわち連続露光限度がある。パルス列の時間合計が連続露光限度、網膜TLV（登録商標）については10秒、または角膜/レンズTLV（登録商標）については1000秒を超える場合は、TLV（登録商標）は緩和されない。しかし、パルス列の時間合計がそれらの限界より小さい場合は、TLVは緩和される。

20

【0044】

本発明の例示的な実施形態では、カメラのシャッターは、目の露光への影響がなかった。光源のストロボ化には影響がある。 T_{tot} が連続的露光限度より小さい場合は、TLVは緩和されている。網膜への影響については、TLV（登録商標）は、Dをデューティ・サイクルとして、 $D^{-1/4}$ 倍増加される。角膜/レンズへの影響では、TLV（登録商標）は、 $D^{-3/4}$ 倍増加される。10%のデューティ・サイクルでは、それぞれ1.8および5.6の向上であった。関心のあるLEDの出力は、個々のLEDの放射輝度によってではなく、LEDアレイの眼球の放射照度によって制限されており、したがって、係数5.6は適切である。放射照度は、5.6の最大係数を利用するために、（上記に論じたように）LEDへのパルス電流を増加させ、また一部の実施形態ではより多くのLEDをアレイに追加することによって増加される。

30

【0045】

本発明のビデオ同期されたストロボ式照明によって、システム設計上のさらなる柔軟性がシステム・エンジニアに提供される。10%のデューティ・サイクルのストロボ式照明で達成することができる5.6の光レベルの増加を使用して、多くの異なるシステム・トレードオフを行い、様々な実施形態がもたらされ得る。2つのトレードオフは、カメラから被験者の距離を増加させること、または被写界深度を増加させることである。両方の場合において、増加は、 $(5.6)^{1/2} = 2.4$ の係数である。別のオプションは、背景照明に対してS/Nを増加させることである。この場合、向上されたのは、増加した光レベルと、5.6の係数についてのデューティ・サイクルの逆数との積である。

40

【0046】

本発明の第1の実施形態（図1）では、システム100は、空間ボリュームを通して移動する人または被験者102の虹彩の画像をキャプチャし、たとえば被験者とカメラ/照明源の間に非常に離れた距離が存在する。本発明の第2の実施形態（図3）では、被験者102は、静止し、システム300を覗き込んでいる。両方の実施形態において、被験者の照明を制御することが重要である。したがって、これらのシステムは、同期画像キャプチャと共に虹彩の同期ストロボ照明を含む。本明細書述べられるように照明を制御するこ

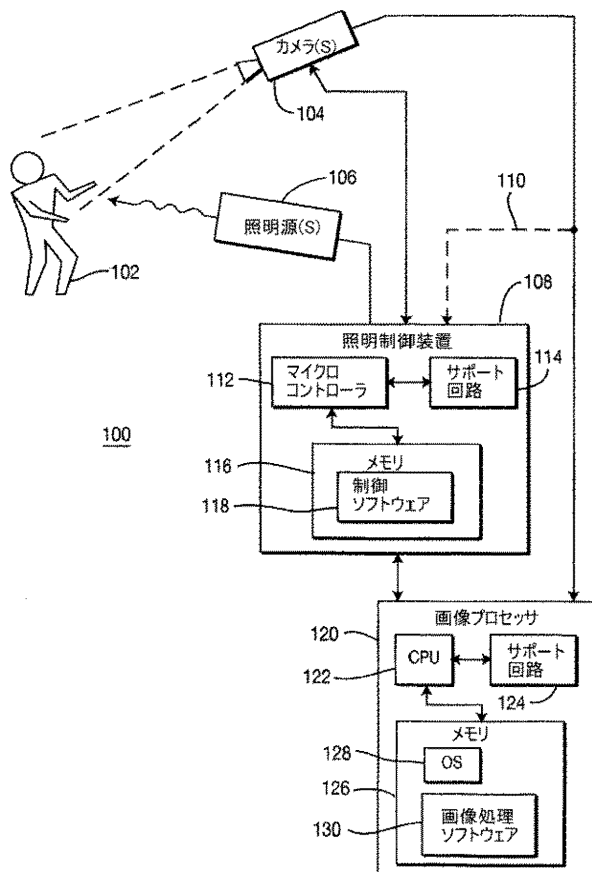
50

とによって、露光時間は短くなり（すなわち、照明感知可能な物体が害を受けず）、また結果として生じる画像からバイOMETリック測定を実施するのに十分な照明が存在する。

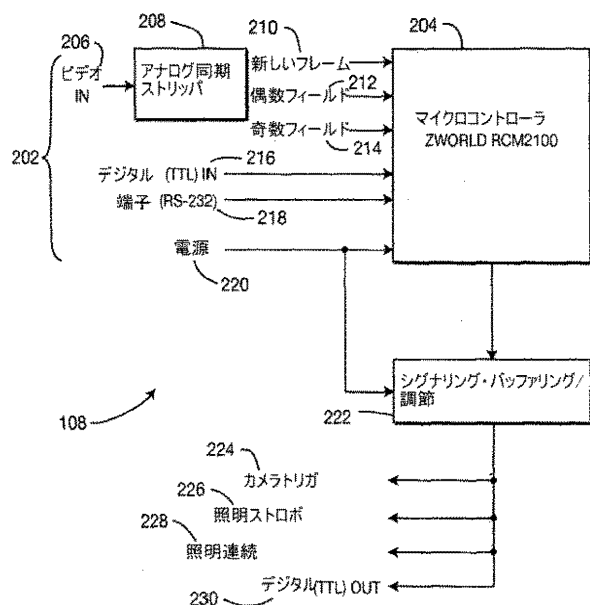
【0047】

上記内容は本発明の様々な実施形態を対象としているが、本発明の基本の範囲から逸脱せずに、本発明の他のおよびさらなる実施形態が考案されてもよい。したがって、本発明の適切な範囲は、添付の特許請求の範囲によって定められるものである。

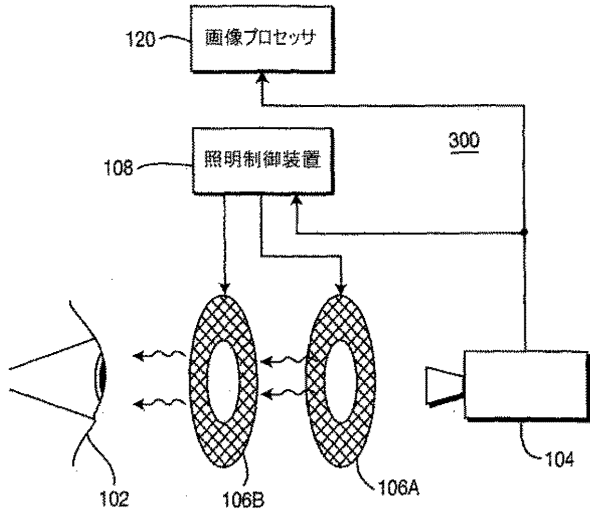
【図1】



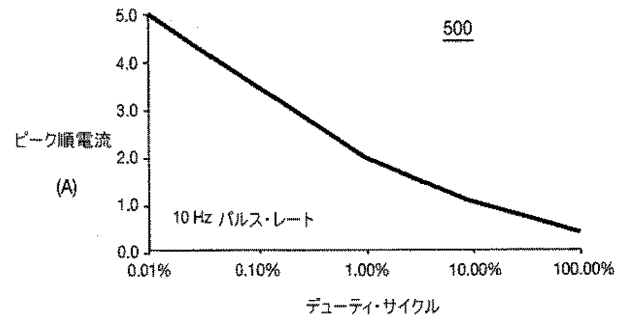
【図2】



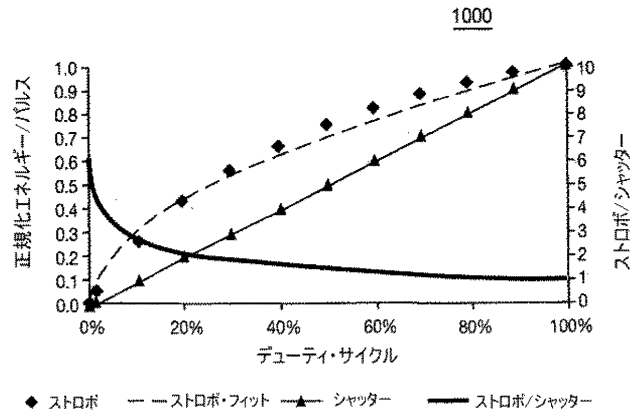
【 図 3 】



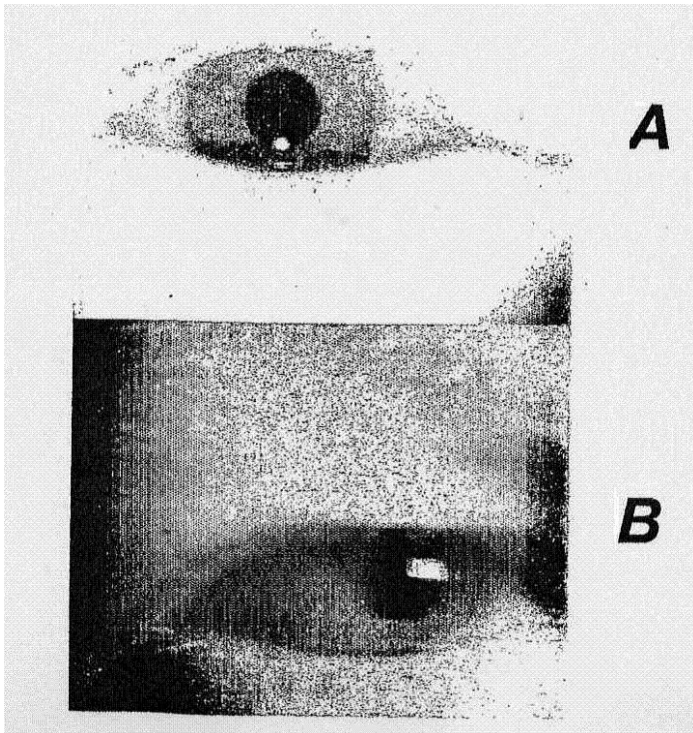
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 4 】



【 手続 補正書 】

【 提出日 】 平成25年5月10日 (2013.5.10)

【 手続 補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの画像から虹彩認識を実行する方法であって、
少なくとも 1 つのカメラで、画像キャプチャボリュームを通過して移動する被験者の複数の
画像をキャプチャすることを含み、該複数の画像のうちの少なくとも 1 つは虹彩の少な
くとも一部を含み、さらに、

制御装置で、照明源からの照明を前記少なくとも 1 つのカメラの前記動作と同期するこ
とを含み、前記少なくとも 1 つのカメラと前記被験者との間にかなりの距離をとりながら
も、明確な虹彩画像を作成するために、該照明源によってもたらされる光レベルは、前記
少なくとも 1 つのカメラによってキャプチャされる、前記画像キャプチャボリュームを通
って移動する前記被験者からの十分な反射した光子を生成し、さらに、

虹彩認識を実行するために、プロセッサで、虹彩の少なくとも一部を含む前記複数の画
像の内の少なくとも 1 つを処理することと、

前記制御装置で、前記照明源によってもたらされる照明をストロボすることを含み、
前記照明源の光強度はストロボ中に増加されるが、前記照明源の平均放射照度は安全性
閾値未満にとどまる、方法。

【請求項 2】

前記制御装置で、ある期間にわたる一連の短パルスの間、該期間にわたる前記照明源の
連続波出力の閾値限界値よりも大きな強度を有するように、前記照明源をストロボさせる
ことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記照明源は前記被験者に損傷を与えることのない照明を生成する、請求項 1 に記載の
方法。

【請求項 4】

照明感知可能物体に適用される前記照明源からの放射量を制限するように前記照明源を
制御することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのカメラと前記被験者との間の距離が広いときに、虹彩のバイオメ
トリック解析に適した虹彩画像を作成するために、前記源によってもたらされる光レベル
は、前記少なくとも 1 つのカメラによってキャプチャされる、前記画像キャプチャボリ
ュームを通過して移動する前記被験者からの十分な反射した光子をもたらず、請求項 1 に記載
の方法。

【請求項 6】

前記複数の画像はビデオ・ストリームである、請求項 1 に記載の方法。

フロントページの続き

- (72)発明者 ロイアコノ, ドミニク
アメリカ合衆国 08620 ニュージャージー, ヤードヴィル, ハイブリッジ ロード 19
- (72)発明者 マテイ, ジェームス, アール.
アメリカ合衆国 08450 ニュージャージー, プリンストン, ストーンブリッジ レーン 18
- (72)発明者 ナロディツキー, オレグ
アメリカ合衆国 08540 ニュージャージー, プリンストン, ナッサウ ストリート 345, アパート 3
- (72)発明者 ティンカー, マイケル
アメリカ合衆国 19067 ペンシルヴァニア, ヤードレー, ハイランド ドライヴ 35
- (72)発明者 ザッピア, トーマス
アメリカ合衆国 08536 ニュージャージー, プレインズボロ, フェザント ホロウ ドライヴ 124

F ターム(参考) 2H053 AA06 AD14 DA03
4C038 VA07 VB04 VC02 VC05
5B047 AA23 AB02 BA02 BB06 BC11 CB04 CB18
5C122 DA19 EA12 FH11 GG04 GG22 HA29