

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-533889

(P2010-533889A)

(43) 公表日 平成22年10月28日 (2010. 10. 28)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14 A	2H088
G02F 1/13 (2006.01)	G02F 1/13 505	2K103

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-516651 (P2010-516651)	(71) 出願人	510016287 エキスプレイ・リミテッド イスラエル・ハーツリヤ・46733・ハ ーツリヤ・ピトゥアッシュ・ピー・オー・ ボックス・12587・アッパ・イーヴン ・ブルヴァード・16
(86) (22) 出願日	平成20年7月17日 (2008. 7. 17)		
(85) 翻訳文提出日	平成22年3月9日 (2010. 3. 9)		
(86) 国際出願番号	PCT/IL2008/000991		
(87) 国際公開番号	W02009/010978		
(87) 国際公開日	平成21年1月22日 (2009. 1. 22)		
(31) 優先権主張番号	60/950, 141	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(32) 優先日	平成19年7月17日 (2007. 7. 17)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ投影のコヒーレントな画像化及びその装置

(57) 【要約】

コヒーレントな光源システムが提出される。このシステムは、コヒーレントな光ビームを生成する少なくとも1つのコヒーレントな光エミッタと、集束レンズユニットと、ビーム成形器ユニットとを有し、前記ビーム成形器ユニットは、前記コヒーレントな光エミッタと前記集束レンズユニットの前側焦点面にあるコリメーティングレンズユニットとの間に収容され、それによって光伝播の光路における要求される平面において実質的に均一なプロファイルと高度な平行化を提供する。

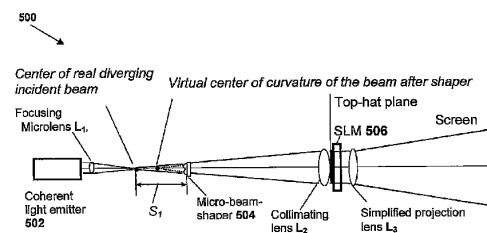


Fig. 3A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コヒーレントな光ビームを生成する少なくとも 1 つのコヒーレントな光エミッタと、集束レンズユニットと、ビーム成形器ユニットとを有し、前記ビーム成形器ユニットは、前記コヒーレントな光エミッタと前記集束レンズユニットの前側焦点面にあるコリメーティングレンズユニットとの間に収容され、それによって光伝播の光路における要求される平面において実質的に均一なプロファイルと高度な平行化を提供することを特徴とするコヒーレントな光源システム。

【請求項 2】

前記のビーム成形器ユニットは少なくとも 1 つの回折ビーム成形素子を有することを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。 10

【請求項 3】

前記ビーム成形器ユニットは回折最上層素子を有することを特徴とする請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記ビーム成形器ユニットは屈折非対称マイクロビーム成形器を有することを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記コヒーレントな光源システムは、異なった波長の光ビームを生成する複数のコヒーレントな光エミッタを有する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のシステム。 20

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のコヒーレントな光源システムを有する画像投影システムであって、ピクセル配置によって形成された活性な表面を規定する空間光変調器 (S L M) ユニットの、光源システムから出力され S L M ユニットの活性な表面の方に伝播する光の光路に収容された合焦点マイクロレンズアレイ配置と、S L M ユニットの光出力に収容される画像投影光学部品とを有することを特徴とする画像投影システム。

【請求項 7】

前記光源システムは、複数の空間的に分離された光ビームの形態の光を生成するよう、設定され、および動作可能とされることを特徴とする請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

発散される光の光路に収容された少なくとも 1 つの合焦点マイクロレンズアレイアセンブリを有することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のシステム。 30

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの合焦点マイクロレンズアレイアセンブリは、S L M ユニットのの中に位置することを特徴とする請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記 S L M は、自身を通る光を空間的に変調するよう設定され、および動作可能とされた液晶ピクセルマトリクスを有する統合化された多層構造として設定され、前記 S L M は、前記ピクセルマトリクスの前に置かれた前記少なくとも 1 つの合焦点マイクロレンズアレイ (M L A) を有し、そしてピクセルマトリクスのすべてのピクセルが前記少なくとも 1 つの M L A からその対応するマイクロレンズに関連付けられるよう設定され、S L M は、合焦点 M L A の対応するマイクロレンズによって、同じピクセル内でそれぞれ間隔をあけられたスポット上への異なった入射方向の出力光ビームを合焦点するよう設定されることを特徴とする請求項 9 に記載のシステム。 40

【請求項 11】

前記 M L A の小レンズの大きさは、実質的にピクセルの大きさと等しいことを特徴とする請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記ピクセルマトリクスはサブピクセルのグループ内に配列され、光源システムによって生成された異なった波長の分離された光ビームがそれぞれのサブピクセルの方に合焦点 50

され、そして前記合焦点MLAは、異なった波長の前記光ビームが異なった入射角で前記SLMに入射し、かつ異なった波長に対応する異なったサブピクセルに合焦点されるように前記サブピクセルのグループをカバーするピッチを持ち、それによってそれぞれのサブピクセルが別々に一つの波長成分を制御することを特徴とする請求項10または11に記載のシステム。

【請求項13】

前記異なった波長の前記異なった入射角は、前記SLMの前に置かれた傾斜したダイクロミックミラーを使うことによって作られることを特徴とする請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

前記異なった波長の前記異なった入射角は、前記SLMのピクセルの開口部の大きさ内で光ビーム分離を提供する周期をもった前記合焦点MLAに、近接して収容された回折格子によって作られることを特徴とする請求項12に記載のシステム。

【請求項15】

合焦点MLAの焦点面に収容されたフィールドMLAを有し、前記フィールドMLAの光学パワーは本質的に合焦点MLAの光学パワーと同じであることを特徴とする請求項6から14のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項16】

ビーム断面におけるポイント毎での一つの局所的なビーム方向と、ビーム伝播軸に沿って連続した断面における空間干渉性と、を本質的に有するコヒーレントな光ビームを生成する段階を有することを特徴とする画像化方法。

【請求項17】

コヒーレントな光を発散することによって前記コヒーレントな光ビームが作られ、ビーム成形器を通して前記発散された発散光ビームが通過し、そして前記ビーム成形器からコリメーティング光が出力されることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に、レーザ光源と電気的-光学的空間光変調器（SLM）、例えば液晶パネルを使った投影システムに関する。

【背景技術】

【0002】

画像投影システムはコンピュータ、テレビジョン、および映画システムの不可欠な部品である。コンパクトな投影システムは、ユーザに馴染みの形態で、ラップトップおよびデスクトップコンピュータ内に設けられたデジタルコンタクト、セルラー式携帯電話、またはコンパクトメモリデバイス（小型記憶装置）を表示する助けとなる。画像投影システムのコヒーレントな（干渉性の）レーザ光源の使用が、例えば特許文献1に開示されている。走査型赤-緑-青（RGB）レーザビームシステムが、例えば特許文献2および特許文献3に開示されている。いくつかのタイプの固体状態の半導体レーザは、例えば特許文献4に記載されているような、利用可能な光コンバイナ（混合器）および従来型スキャナに出力するために使われうる。

【0003】

非コヒーレントな光源に比較して、レーザ光源はより高い輝度、光伝播の角度方向における高濃度の光パワー、投影画像のための大きな焦点深度、および効率的な光電変換を提供する。しかしながら、レーザは、光学システム設計における特別な扱いを必要とする空間的にコヒーレントな光を提供する。さらに、色は、別個のレーザ光源によって作られなければならない。これらのレーザ光源の組み合わせだけでなく、投影画像におけるそれぞれのレーザ光源の空間的変調の組み合わせが、共に投影システム全体のために重要である。

【0004】

10

20

30

40

50

それぞれの色のための空間的変調は、以下のように組み合わせられうる。3－パネル投影システムがそれぞれの色毎に別個のSLMを利用することができる。しかしながら、投影画像上にいくつかのSLMのピクセル（画素）グリッドを適合させることは難しい操作である。代わりに、SLMの時間的に連続的な変調を使って、1－パネル投影システムがすべての色のために一つのSLMを利用することができる。しかしながら、これらのタイプのシステムは、液晶パネル（LC）に慣習的に関連付けられたSLMによってサポートされないSLM変調におけるピクセル制御の高い周波数に悩まされる。また、これらのシステムのレーザ光源の最大パワーは、ビデオフレーム持続期間のただ一部だけに使われ、画像輝度の全体的な減少を誘発する。他の方策は、それぞれのSLMピクセルを3－サブピクセルに分け、それに応じて入射光を3本の別個のサブビームに分けることである。白色光に関連付けられ、入射光を3本の別個のサブビームに分けるための回折格子を使う投影システムは、例えば特許文献5、特許文献6、特許文献7に開示されている。

10

【0005】

一つの平行な色SLMの異なったサブピクセル上に分離された別個の色を得るために、異なった方向に伝播する異なった色の光ビームも使われうる。ピクセル間のクロストークを最小にするために、それぞれの一つのピクセルに対応するレーザ光源はマイクロレンズアレイの小レンズによって液晶セルに合焦される。しかしながら、レーザの自然な発散と固有の回折限界は、それぞれの一つのピクセルに対応するビームがシャープに合焦点されることを妨げる。3つの色のフォーカルスポット（焦点スポット）は重なり合い、SLMのピクセルサイズの縮小に制限を招きうる。異なった色でスポットの重複を避けるために、3つの色に対応する3－サブピクセルへのピクセル分離を備えたSLMが利用されるべきである。

20

【0006】

特許文献8、特許文献9、および特許文献10は、投影パネルの一侧または両側上にカスケード接続され、そして液晶層の内部に、またはそれを越えて光ビームを合焦点する、1つ以上のマイクロレンズアレイを持つ液晶パネルを開示している。カスケード接続されたマイクロレンズアレイのペアが、合焦点のために、そして次に小レンズに対応する小ビームの再平行化（再コリメーション）のために使われる。しかしながら、3つの色のために異なった伝播の方向を使って、第1の小レンズアレイの小レンズによって合焦点された光の一部だけが、第2の小レンズアレイの瞳のところに到達する。

30

【0007】

SLMベースの投影システムの種々の形態は、そのすべてが本願の譲受人に譲渡された特許文献11、特許文献12、特許文献13、特許文献14、特許文献15、および特許文献16に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第6,494,371号明細書

【特許文献2】米国特許第6,000,801号明細書

【特許文献3】米国特許第5,774,174号明細書

40

【特許文献4】米国特許第5,317,348号明細書

【特許文献5】米国特許第5,615,024号明細書

【特許文献6】米国特許第6,392,806号明細書

【特許文献7】米国特許第5,894,359号明細書

【特許文献8】米国特許第6,295,107号明細書

【特許文献9】米国特許第5,398,125号明細書

【特許文献10】米国特許第5,508,834号明細書

【特許文献11】国際公開WO04/064410号パンフレット

【特許文献12】国際公開WO04/084534号パンフレット

【特許文献13】米国特許第7,128,420号明細書

50

【特許文献14】国際公開W O 0 7 / 0 6 0 6 6 6 号パンフレット

【特許文献15】国際公開0 5 / 0 3 6 2 1 1 号パンフレット

【特許文献16】国際公開W O 0 8 / 0 1 0 2 1 9 号パンフレット

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、特に画像投影システムを使用するためのコヒーレントな光源システムを提供する。コヒーレントな光源システムは、コヒーレントな光ビームを生成するコヒーレントな光エミッタ（例えばレーザ）と、集束レンズユニットと、前記コヒーレントな光エミッタとコリメーティングレンズユニットの前側焦点面に近接して存在するコリメーティング
10 レンズユニット（前記前側焦点面の下流側の）との間に収容され、それによって光伝播の光路における要求される平面において実質的に均一なプロファイルと高度な平行化（コリメーション）を提供するビーム成形器ユニットとを有する。

【0010】

このようなコヒーレントな光源システムの形態は、ビーム断面におけるポイント毎での一つの局所的なビーム方向（輝線）と、ビーム伝播軸に沿って連続した断面における空間干渉性と、を本質的に特徴付けるレーザビームを生成することを考慮する。ビーム断面におけるポイント毎での局所的なビーム方向（輝線）の開口数（NA）は0.01から0.05まで範囲にありうる。

【0011】

従って、本発明の他の局面によれば、ビーム断面におけるポイント毎での一つの局所的なビーム方向と、ビーム伝播軸に沿って連続した断面における空間干渉性と、を本質的に有するコヒーレントな光ビームを生成する段階を有する画像化方法が提供される。

【0012】

本発明による画像投影システムは、従って、上述の光源システム（コヒーレントな光エミッタ、ビーム成形器、およびコリメータ）、ピクセル配置によって形成された活性な表面を規定する空間光変調器（SLM）ユニット、光源システムからの光出力の光路に収容され、SLMユニットの活性な表面の方に伝播する合焦点マイクロレンズ配置、およびSLMユニットの光出力に収容された画像投影光学部品を有する。マイクロレンズ配置が、SLMピクセルより大きいSLMサブピクセルのあるグループに対応するピッチを有する
30 こと、また主要色の数、例えばRGBまたはRGBWなどに対応するサブピクセルの数を含むことは、本発明の重要な特徴である。

【0013】

合焦点マイクロレンズ配置が、SLMユニットの中に（すなわち取り囲む基板（通常はガラス基板）の間のSLM層構造の中に）マイクロレンズアレイを含みうる、および／またはSLMユニットに対する外にマイクロレンズアレイを含みうる、ということに注目すべきである。SLMユニットにマイクロレンズアレイを組み込むことは、同一譲受人の種々の特許文献に記載されている。また、投影システムが、システムを通した光伝播に関してビーム成形器の上流および／または下流に置かれた追加の合焦点／収集／方向付け素子（例えばレンズ）を含みうる、ということに注目すべきである。
40

【0014】

画像投影光学部品は、レーザビームの空間的にコヒーレントな特性を使うよう設定され、および動作可能とされた投影レンズでありうる。

【0015】

SLMは、スクリーン上に投影されるのに必要とされる画像のデジタルホログラムのデジタルデータによって制御されうる。コヒーレントな光エミッタ（レーザ）での動作は、好都合に、偏光または位相変調によるフーリエホログラムを利用することを可能にする。偏光または位相変調を使うことは、直交する（十字の）偏光子対によって光の一部をブロックするよりは、むしろ再配分によって効率を改善する。投影レンズは、SLMによって生成された光配列のフーリエ変換を実行しうる。このようなホログラムオプションの使用
50

は、変調された光が自由空間におけるいくらかの距離を伝播することが可能とされるならば、位相の空間的変調または偏光が強度変調をもたらしうる、ということに基づいている。

【0016】

本発明のビーム成形器は、SLM平面上に実質的に矩形の均一な強度プロファイルの光ビームを提供するために、コヒーレントな光エミッタによって発散された光ビームの強度プロファイルに影響を与えるよう設定され、動作可能とされる。ビーム成形器は、屈折非対称マイクロビーム成形器(refractive asymmetrical micro-beam-shaper)として、あるいは好ましくは最上層(top-hat)素子として設計された回折素子として実行されうる。

【0017】

本発明のコヒーレントな光源システムは、投影されている画像の異なった色成分に対応する異なった波長の光を生産する、複数のコヒーレントなエミッタ（例えばレーザ）を有しうる。別個のエミッタは、複数の空間的に分離された光ビームの形態にある光を生成するよう設定され、動作可能とされる。色画像を投影するよう設定された投影システムは、多数の光成分の光路に多数のSLM、または1つ以上の色成分のために共通なSLMを含むうる。

【0018】

いくつかの実施の態様において、SLMは、自身を通して通過する光を空間的に変調するよう設定され、および動作可能とされた液晶ピクセルマトリクスを有する統合化された多層構造として設定される。SLMは、透過タイプ（SLMユニットの反対側において光入力と出力を持つ（ガラス基板））、または反射タイプ（SLMユニットの同じ側において光入力と出力を持つ）のものでありうる。SLMは、該SLMの前に置かれた少なくとも1つの合焦点マイクロレンズアレイ（MLA）と関連付けられうるか、および／または好ましくはその統合された部分においてそれを有しうる。そしてピクセルマトリクスのすべてのピクセルがMLAからその対応するマイクロレンズに関連付けられるよう設定される。

【0019】

MLAは、MLAにおけるマイクロレンズの多くの凸形または凹形の表面領域をそれぞれ規定する曲面、およびMLAにおけるすべてのマイクロレンズに共通な反対の平らな表面を有しうる。MLAは、ピクセルマトリクスの活性な表面からその表面のいずれか1つによって間隔をあけられうる。SLMは、合焦点MLAの対応するマイクロレンズによって同じピクセル内で、それぞれ間隔をあけられたスポット上に、異なった入射方向の入力光ビームを合焦点するよう設定され、動作可能とされる。

【0020】

MLAの小レンズの大きさはピクセルの大きさと実質的に等しくありうる。

【0021】

いくつかの実施の態様において、SLMのピクセルマトリクスは、サブピクセルのあるグループに配列されうる（従ってそれぞれおよびあらゆる1つ1つのピクセルがサブピクセルのグループ（例えば3つ）に分けられる）。また、コヒーレントな光エミッタの分離された光ビームは、合焦点MLAを使ってそれぞれのサブピクセルの方に合焦点される。合焦点MLAは、異なった入射角でSLMに入射する異なった色の光ビームが異なった色に対応する異なったSLMサブピクセル上に合焦点されるように、サブピクセルのグループをカバーするピッチを持ち、それによってそれぞれのサブピクセルが別々に一つの色成分を制御する。

【0022】

本発明の投影システムは、フィールドMLAの光学パワーが合焦点MLAの光学パワーと本質的に同じであるように、合焦点MLAの焦点面に収容されたフィールドMLAを有しうる。合焦点されたビーム伝播の方向は、フィールドMLAを使うことによって光軸に実質的に平行なビームに至らしめられうる。合焦点MLAとフィールドMLAとの間隔は、合焦点MLAの焦点距離に実質的に等しいよう選ばれる。フィールドMLAの焦点距離

10

20

30

40

50

と合焦点MLAの焦点距離は実質的に等しくありうる。

【0023】

いくつかの実施の態様において、異なった色のレーザビームはSLMの方に異なった入射角を持ちうる。異なった色の異なった入射角は、SLMの前に置かれた、適切に方向付けられた波長選択フィルタ（例えば傾斜させたダイクロイックミラー）を使うことによって作られうる。あるいは、異なった色の異なった入射角を作るために回折格子が使われうる。この回折格子は、合焦点MLAに近接して収容でき、SLMのピクセルの開口部の大きさ内で光ビーム分離を提供する周期によって設定されうる。

【0024】

本発明を理解するため、そしてそれがどのように実際に実行されうるかを見るために、添付の図面を参照しつつ限定的でない例を通じて説明する。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1A】非コヒーレントな画像化の輝線軌跡を概略的に示す。

【図1B】コヒーレントな画像化の輝線軌跡を概略的に示す。

【図1C】コヒーレントな画像化の輝線軌跡を概略的に示す。

【図2A】非コヒーレントな画像化のビーム広がり（発散）および輝線広がりを概略的に示す。

【図2B】非コヒーレントな画像化のビーム広がりおよび輝線広がりを概略的に示す。

【図3A】ビーム成形器ユニットおよびコリメーティングユニットに関連した、そして広がるビームを発するダイオードポンプ（DPM）レーザのための一つのモードのコヒーレントなレーザ光エミッタを利用した、本発明のレーザ投影システムにおける光学スキーム（基本構成）の例を示す。

20

【図3B】ビーム成形器ユニットおよびコリメーティングユニットに関連した、そして広がるビームを発するダイオードポンプ（DPM）レーザのための一つのモードのコヒーレントなレーザ光エミッタを利用した、本発明のレーザ投影システムにおける光学スキーム（基本構成）の例を示す。

【図3C】ビーム成形器ユニットおよびコリメーティングユニットに関連した、そしてダイオードレーザのための一つのモードのコヒーレントなレーザ光エミッタを利用した、本発明のレーザ投影システムにおける光学スキーム（基本構成）の例を示す。

30

【図4】LCパネルベースのレーザ投影システムの例の光学スキームを概略的に示す。

【図5A】コヒーレントな画像化において合焦点マイクロレンズアレイを使う色の角度分離を有するSLMを示す。

【図5B】コヒーレントな画像化において合焦点マイクロレンズアレイとフィールドマイクロレンズアレイを使う色の角度分離を有するSLMを示す。

【図5C】3色のレーザユニットにおいて異なった色の適応を例示する。

【図5D】4色のレーザユニットにおいて異なった色の適応を例示する。

【図5E】SLMのピクセル配置における隣接したピクセルに対応する3つのスポット上で得ることが可能な対応する画像の例を示す。

【図5F】SLMのピクセル配置における隣接したピクセルに対応する4つのスポット上で得ることが可能な対応する画像の例を示す。

40

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の投影システムはコヒーレントな画像化の利点を使う。投影機、特にマイクロ投影機の空間的にコヒーレントな光源の使用は、従来の非コヒーレントな投影システムを使うことによって得ることができると比較して、画像の方向の投影を改善することを可能にする。これに関連して、非コヒーレントおよびコヒーレントな画像化準備のための光伝播案スキームを示した図1Aから1C（図1A～1C）を参照する。

【0027】

図1Aにおいて、非コヒーレントな光によって照明された物体は投影レンズを使ってス

50

クリーン上に画像化される。示されるように、物体のすべてのポイント（点）は、投影システムが非コヒーレントな画像化における高解像度を持つようにする多くの輝線の広い広がり生成する。コヒーレントな光によって照明されたシステムにおいては、通常、輝線の広い広がりを提供することが不可能であるが、コヒーレントな光画像の隣接するポイント間での干渉を特徴付ける。コヒーレントな光によって画像化する（例えば幾何学的なコヒーレントな画像化）小レンズにおいて、図 1 B に示されるように、一つの輝線が物体のすべてのポイントから生成され、画像は幾何学的に物体からスクリーンまで転送される。しかしながら、この場合、画像の解像度は物体の細かい詳細に対する回折効果によって制限されることになる。図 1 C で示されたコヒーレントな画像化を支援されたレンズは、比較的、物体のすべてのポイントから一つの輝線または輝線の限定された広がりを生成するが、それぞれのポイントは隣接したポイントとの非コヒーレントなマッチ（適合）を実行し、それによって図 1 B のシステムに比較してより高い解像度にシステムを仕向ける。

10

【0028】

従来の投影像システムの光伝播スキームを例示した図 2 A ～ 2 B を参照する。ここでは、図 2 A は非コヒーレントな画像化を使う投影システムを、図 2 B はコヒーレントな画像化を使う投影システムを示す。示されるように、非コヒーレントな画像化を使う投影レンズから出現するビームの広がり、コヒーレントな画像化に比較して高い。しかしながら、それぞれの像点は隣接した物体点の連続的なセットによって形成され、その結果、たとえばそれぞれの物体点での輝線の広がりが角度幅に制限されたとしても、高い画像解像度が可能である。

20

【0029】

空間光変調器パネル上の物体は、コヒーレントな画像化のケースにおいて複素振幅関数

【0030】

【数 1】

$$w_o(\mathbf{x}_o)$$

【0031】

によって記述され、あるいは非コヒーレントな画像化のケースにおいて強度関数

30

【0032】

【数 2】

$$I_o(\mathbf{x}_o)$$

【0033】

によって記述されると想定する。ここに、

【0034】

【数 3】

40

$$\mathbf{x}_o = (x_o, y_o)$$

【0035】

は物体平面における 2 次元（2 D）のデカルト物体座標、

【0036】

【数 4】

$$w_o(\mathbf{x}_o)$$

【0 0 3 7】

および

【0 0 3 8】

【数 5】

10

$$I_o(\mathbf{x}_o)$$

【0 0 3 9】

は波長に依存する。投影画像化システムは座標

【0 0 4 0】

【数 6】

$$\mathbf{x}_o$$

20

【0 0 4 1】

を持った 2 D 物体を、拡大された 2 D デカルト画像座標

【0 0 4 2】

【数 7】

$$\mathbf{x} = (x, y)$$

【0 0 4 3】

30

を持った画像に変換する。それは以下のような幾何学的な拡大係数に従う。

【0 0 4 4】

【数 8】

$$\mathbf{x} = V \mathbf{x}_o \quad (1)$$

【0 0 4 5】

「理想的な画像」

【0 0 4 6】

40

【数 9】

$$\hat{w}(\mathbf{x})$$

【0 0 4 7】

および

【0 0 4 8】

【数 1 0】

$$\hat{I}(\mathbf{x})$$

【0 0 4 9】

は、新たな 2 D デカルト画像座標

【0 0 5 0】

【数 1 1】

10

$$\mathbf{x} = (x, y)$$

【0 0 5 1】

によって以下のように記述される。

【0 0 5 2】

【数 1 2】

$$\hat{w}(\mathbf{x}) = w_o \left(\frac{\mathbf{x}}{V} \right), \quad \hat{I}(\mathbf{x}) = I_o \left(\frac{\mathbf{x}}{V} \right) \quad (2)$$

20

【0 0 5 3】

投影レンズが、コヒーレントおよび非コヒーレントな照明それぞれに対して、ポイント
スプレッド (point spread) 関数 (P S F)

【0 0 5 4】

【数 1 3】

$$h(\mathbf{x})$$

30

【0 0 5 5】

および

【0 0 5 6】

【数 1 4】

$$h_l(\mathbf{x})$$

【0 0 5 7】

40

を持っていると想定する。実際の画像

【0 0 5 8】

【数 1 5】

$$I(\mathbf{x})$$

【0 0 5 9】

は、コヒーレントおよび非コヒーレントな画像化それぞれに対して、理想的な画像

【0 0 6 0】

50

【数 1 6】

$$\hat{I}(\mathbf{x})$$

【0 0 6 1】

と

【0 0 6 2】

【数 1 7】

10

$$h(\mathbf{x})$$

【0 0 6 3】

の以下のような畳み込みである。

【0 0 6 4】

【数 1 8】

$$w(\mathbf{x}) = \int h(\mathbf{x} - \mathbf{x}') \hat{w}(\mathbf{x}') d^2 \mathbf{x}' \quad (3)$$

20

【0 0 6 5】

【数 1 9】

$$I(\mathbf{x}) = \int h(\mathbf{x} - \mathbf{x}') \hat{I}(\mathbf{x}') d^2 \mathbf{x}' \quad (4)$$

【0 0 6 6】

ここに、

【0 0 6 7】

【数 2 0】

30

$$h_I(\mathbf{x}') = |h(\mathbf{x}')|^2$$

【0 0 6 8】

である。

【0 0 6 9】

コヒーレントな画像化は、以下のような複素振幅関数のフーリエ変換によって数学的に記述される、物体の空間周波数成分に実質的に依存する。

40

【0 0 7 0】

【数 2 1】

$$W(\mathbf{v}) = \int w(\mathbf{x}) \exp(-i2\pi \mathbf{v} \cdot \mathbf{x}) d^2 \mathbf{x} \quad (5)$$

【0 0 7 1】

空間周波数変数 $\mathbf{v}$ は、以下のような深度 z

【0 0 7 2】

【数 2 2】

$$v = \frac{u}{\lambda z} \quad (6)$$

【0 0 7 3】

と、そして以下のような焦点距離 F

【0 0 7 4】

【数 2 3】

$$v = \frac{u}{\lambda F} \quad (7)$$

10

【0 0 7 5】

を有するレンズとを持つ自由空間において規定される。

【0 0 7 6】

コヒーレントな光エミッタ、ビーム成形器ユニット、およびコリメーティングユニットを含む光源システムを利用する、本発明のレーザ投影システムのための光学スキームを例示する図 3 A ~ 3 C を参照する。

【0 0 7 7】

20

図 3 は、（ダイオードレーザまたは緑色 D P M レーザのような）コヒーレントな光エミッタ 5 0 2、ビーム成形器（マイクロビーム成形器）5 0 4、およびコリメーティングレンズ L_2 （例えば 2 2. 5 / 2 7 / 4 5 mm の焦点を持っている）を含むコヒーレントな光源システムを有する投影システム 5 0 0 を示す。ビーム成形器は、 L_2 の前側焦点面の後側（下流）から短い距離に位置している。システム 5 0 0 は、自身を通る光を空間的に変調するよう設定され、および動作可能とされた S L M 5 0 6 をさらに含み、単純化された投影レンズ L_3 を含む。また任意選択的に、システム 5 0 0 には、ビーム成形器 5 0 4 の上流（光源システムを通る光伝播の方向に対して）にエミッタ 5 0 2 の出力に収容されたマイクロレンズ L_1 が提供される。レンズ L_1 は実質的に平行な照明を生成するよう設定され、および動作可能とされる（例えば x、y 平面上において 1. 1 mm / 2. 5 mm の焦点を持つ）。ビーム成形器 5 0 4 は、S L M 上に入射する光ビームの断面中に均一な強度分布を生成するよう設定され、および動作可能とされる。システム 5 0 0 には、さらに、S L M の活性なピクセルの適切に拡大された画像を生成し、投影ターゲットにそれを投影するよう設定され、動作可能とされた投影レンズ（ここでは図示せず）が提供される（例えば 6 / 9 / 1 8 mm の焦点を持った単レンズ）。

30

【0 0 7 8】

ビーム成形器 5 0 4 は、その断面中でビームの実質的に均一な強度分布を生成するためのビーム強度分布を修正するよう動作可能とされた、回折素子（通常、「回折最上層ビーム成形器(diffractive top-hat beam shaper)」と言われる）として、あるいは屈折マイクロ光学素子（通常、「屈折最上層マイクロビーム成形器(refractive top-hat micro-beam shaper)」と言われる）として実装されうる。ビーム成形器 5 0 4 は、コヒーレントな光エミッタ 5 0 2 とコリメーティングレンズ L_2 との間に置かれ、さらに詳細には、コリメータの前側焦点面に近接して、そしてその下流に置かれる。ビーム成形器は、回折を通して所定のパターンに入射波を変調し、変換するために、上部に複雑な微細構造が作られるような基板でありうる。ビーム成形器は、多ピクセルの回折光学位相マスク（フィルタ）またはフラクタルアプローチベースの位相マスクを利用でき、コヒーレントな光源システムによって照らされる時に、等しいエネルギー分布を持ったスポットの二次元アレイを出力するよう設計できる。ビーム成形器は、干渉および位相制御の使用を通じて波面を修正することによって、入射光の回折を制御するよう設定され、および動作可能とされる。光ビームがビーム成形器を通り抜けるにつれて、ビームの特性（位相および／または振幅

40

50

）は光学の原理に従って変えられる。修正された外向きの光ビームは、ビーム成形器の近距離場または遠距離場のいずれかにおける像平面上のある強度パターンを生成する。本発明のシステムを使うことによって、出力平面において、所与の大きさを有する最上層強度と成形器から所定の距離 S_1 （例えば約 45 mm）におけるほぼ球形の波面とを獲得することができる。上記所定の距離はコリメーティングレンズ L_2 の平行化（コリメーション）状態から見積もられる。レンズ L_1 の前の所定のビーム径と広がりに対して、距離 S_1 は作製可能な成形器、すなわち小さな傾斜と小さな凹型曲線、を持つように最適化されるべきである。

【0079】

ビーム成形器は、コリメーション（平行化）を改善するためにビームの波面を修正するように設定され、動作可能とされる。それは対称でない形状の非球面表面を持った屈折素子または回折素子であるべきである。

【0080】

上記で示されるように、ビーム成形器は、コリメーティングレンズ L_2 の前側焦点面の下流で前記焦点面に近接して置かれ、それによって（レーザ光源によって生成されたガウス分布ではなくて）均一なプロファイル、および要求される平面（いわゆる「最上層平面」）における高度な平行化を持ったビームを得ることが可能となる。SLMユニットの入力面は前記平面内に、あるいはそれに非常に近接して位置する。

【0081】

システム素子の配置とレーザパラメータの許容誤差が考慮に入れられる、ということも注目すべきである。レーザ許容誤差は、マイクロレンズ L_1 からビーム成形器 504 まで距離を最適化することによって、補償されうる。マイクロレンズ L_1 の焦点からビーム成形器 504 までの距離も、要求される「最上層」強度を持った出力ビームとビーム成形器 504 から所定の距離における最も球形に近い波面を得るために最適化されうる。

【0082】

図 3A に一目瞭然な方法で示されたように、成形器 504 は、真の発散する入射ビームの中心をビームの仮想の曲率中心に実際に「置き換える」。

【0083】

他の実施形態において、光学システムは、90℃までビーム偏光を回転させる 90℃のツイスト・ネマティック（TN）SLMを含みうる。空間的に変調された光の異なったピクセルは異なった偏光を特徴付ける。SLMを通過するコヒーレントな光は、SLMの活性な表面（液晶層）の後の所定の距離（約 1 mm）に位置する中間像面の方に伝播する間に回折を経験する。回折プロセスは、暗いピクセルにおいて光をブロックする（すなわち吸収する）代わりに、明および暗のピクセルの間の光を再配列する。投影レンズ（SLMの出力における）は、活性な面よりはむしろスクリーン上に中間像面を映し出す。中間像面における絵柄は、液晶層における絵柄のコード化されたバージョンでありうる。予めエンコーディングすることは、ビデオ信号のデジタル処理によって行なわれうる。デジタルフィルタは、数ピクセルまたは数行のピクセルのバッファを有する、スライディングウィンドウタイプのものでありうる。この形態により、吸収の代わりに光を再配分するプロセスと共に、偏光子を使う必要性を排除することが可能になり、暗一明の再配分によって 2 倍、また偏光子の排除によって $1/0.8 = 1.25$ 倍を含んで、約 2.5 倍の光学パワーの節約につながる。

【0084】

図 3B は、SLMが透過性液晶マイクロディスプレイ（例えばクォーター・ビデオ・グラフィックス・アレイ（QVGA）、すなわち 320×240 の解像度を持った、ビデオコントローラに関連付けられたコンピュータディスプレイ、あるいは、ビデオグラフィックスアレイ（VGA）、すなわち 640×480 の解像度を持った、ビデオコントローラに関連付けられたコンピュータディスプレイ）でありうる本発明の投影システムの形態を示す。ここで、光エミッタはDPM緑色レーザのようなものである。このシステムは、上述されたシステム 500 に一般に類似するが、図 3A に表されたようなダイオードレーザ

10

20

30

40

50

のゆっくり発散する軸ビームよりはむしろ、DPMレーザの平行ビームを利用する。

【0085】

図3Cは、全般的に510で示された、本発明の投影システムのさらに他の形態を示す。このシステムにおいて、コヒーレントな光源システムは、多モードのレーザダイオード（コヒーレントな光エミッタを構成する）を含む。このシステムは、一般的に上述されたシステム300に類似しているが、マイクロレンズ L_1 の上流のレーザダイオードの出力において追加のコリメータ L_4 を含む。これは、生成された光の高度な発散、および多モードレーザダイオードに典型的なエミッタ面積の長い（通常10～200マイクロメートル）寸法のためであって、速軸および遅軸のコリメータはマイクロレンズ L_1 に追加して必要とされる。

10

【0086】

全般的に100と示された、レーザ投影機システム100の例を表した図4を参照する。システム100は、緑色レーザ102、赤色レーザ104、および青色レーザ106、ガウス分布レーザビームを均一な強度プロファイルを持った実質的にコリメートされたビームに変換するよう設定され、および動作可能とされた、3つの光エミッタとそれぞれ関連付けられた3つの成形器108、110、112を有する収集および成形光学ユニットを含むコヒーレントな光源システムを有する。このシステム100には、自身を通過する光を空間的に変調するよう設定され、および動作可能とされたSLMユニット（例えば液晶パネル）114、液晶パネル114の前に置かれ、実質的に平行な照明を提供するよう動作するフィールドレンズ124、および、スクリーン128のLCパネル114の活性

20

【0087】

図4に一目瞭然な方法で示されたように、R、G、およびB光成分104、102、および106は3つのレーザ光源、例えば白色光源を得るための適切なパワーを備えたコンパクトなレーザダイオード、によってそれぞれ生成される。次に、空間的に変調されたR、G、B 104、102、および106は、ダイクロイックミラー116、118とミラー120、122のセットによって画像化フィールドレンズ124を通過する混合されたビームに結合され、そのように生成された出力ビームはスクリーン表面128に投影され、そしてそこで出力画像は現出される。

30

【0088】

R、G、Bレーザチャネルの光軸の方向とダイクロイックミラー116、118の角度方向は、液晶パネル114上に入射される時に、R、G、Bビームの間に小さな角度を持つように調整されうる。

【0089】

SLMの例についての部分的な表示を示した図5を参照する。後者（上記SLM）は、RGBチャネルの小ビームをSLM（例えばLCパネル、LCOSパネル、DLMミラー）の活性な表面／平面上の小さなスポットに合焦点するための合焦点小レンズ420（例えばマイクロレンズアレイ）を有する。活性な表面はピクセルアセンブリ／マトリクス位置のそれである。一般的に、小レンズアセンブリ420は、入ってくる光の伝播方向に対してピクセルアセンブリの少なくとも上流に収容された、1つ以上の小レンズアレイを含む。小レンズアレイ420は、入ってくる光ビームを小片として集光するのに有用な小さなレンズの2次元アレイでありうる。レンズのそれぞれは、レンズに影響する入力ビームの対応する光部分を、小レンズアレイから数ミクロン（例えば12～15ミクロン）の距離においてレンズの軸の周りの小さな領域に合焦点するように光学的に設計されうる。小レンズアレイのピッチは、入ってくる光を、活性なピクセルアレイ（例えばサブピクセル

40

50

を形成するピクセルのグループ)のピッチと一致するように集光するように設計される。そのレンズは、該レンズがお互いに接し、レンズアレイ領域の大部分を満たす(約100%の充填率)ように、正方形のものでありうる。レンズは、円形状のものでもありうる。レンズの光学特性、およびレンズと活性なピクセルとの距離は、活性なピクセル平面上での小ビームスポットの直径がピクセルによって規定される瞳(開口)より小さくなることを保証するように、単純な光学法によって計算され、それによってLCピクセル配列上に影響するすべての光がピクセルアセンブリの活性領域を通過する。

【0090】

いくつかの実施形態においては、LCパネルは、合焦点マイクロレンズアレイ(MLA)と、LCパネルを通してピクセルマトリックスの活性な表面の方へ進む光の光路において、間隔をあけられた関係で収容されたフィールドMLAとを含む。この形態は、合焦点およびフィールドMLAの平面が第1のスペーサ層構造によって互いに間隔をあけられ、フィールドMLAの曲面がピクセルマトリックスの活性な表面に近接して位置するようにしうる。

【0091】

本発明が、異なった色で動作可能とされ、共通なピクセル瞳のサブピクセルによって別々に空間的に変調された画像投影システムを提供する、ということに注目すべきである。ピクセルサイズをサブピクセルサイズの方へと縮小することは、マイクロレンズアレイと追加のフィールドマイクロレンズを利用することによって達成される。

【0092】

これに関係して、合焦点マイクロレンズアレイ400とフィールドマイクロレンズアレイ402とを備えた液晶パネル1014の断面図を表した、図5Bを参照する。合焦点マイクロレンズアレイ400は、液晶の活性な平面においてピクセル瞳を通して不明瞭にすることなく小ビームを小さいスポットに合焦点する。フィールドマイクロレンズアレイ400は、投影レンズ1026の光軸に実質的に平行なビームにR、G、Bビームのそれぞれの伝播方向を変える。この形態は、液晶パネルの後に発散するビームを生成する。LCパネルは、間隔をあけられたピクセルのアレイまたはピクセル瞳404を含むLCベースのピクセルユニットを持ったSLMユニットとして設定され、動作可能とされる。

【0093】

レーザ光源の異なった角度配置を表した図5C～5Fを参照する。これらは、SLMの側面から見たもの(図5C～5D)、そしてSLMの一つのピクセルに対応するサブピクセルにおいて異なった波長の合焦点されたスポットの対応する位置として見たもの(図5E～5F)である。

【符号の説明】

【0094】

- L₁ マイクロレンズ
- L₂ コリメーティングレンズ
- L₃ 投影レンズ
- L₄ コリメータ
- 100 レーザ投影機システム
- 102 緑色レーザ
- 104 赤色レーザ
- 106 青色レーザ
- 108 成形器
- 110 成形器
- 112 成形器
- 114 液晶パネル
- 116 ダイクロイックミラー
- 118 ダイクロイックミラー
- 120 光偏向板(ミラー)

10

20

30

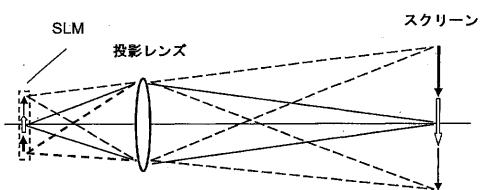
40

50

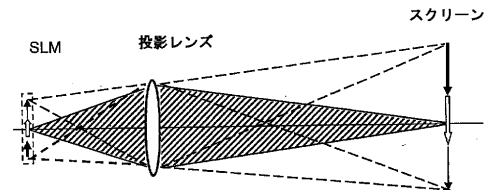
- 1 2 4 フィールドレンズ
- 1 2 6 投影レンズ
- 1 2 8 スクリーン
- 3 0 0 システム
- 4 0 0 合焦点マイクロレンズアレイ
- 4 0 2 フィールドマイクロレンズアレイ
- 4 0 4 ピクセル瞳
- 4 2 0 合焦点小レンズ
- 5 0 0 投影システム
- 5 0 2 光エミッタ
- 5 0 4 ビーム成形器（マイクロビーム成形器）
- 1 0 1 4 液晶パネル
- 1 0 2 6 投影レンズ

10

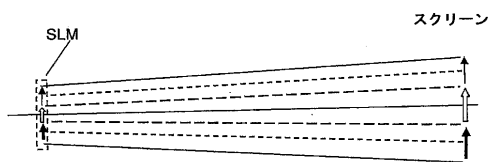
【図 1 A】



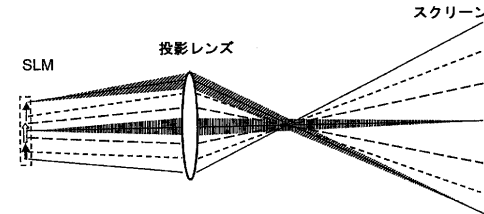
【図 2 A】



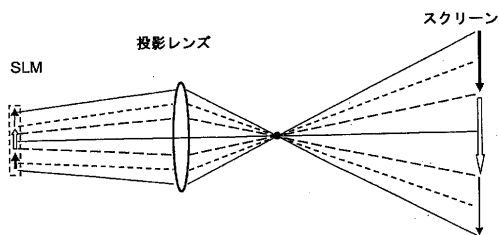
【図 1 B】



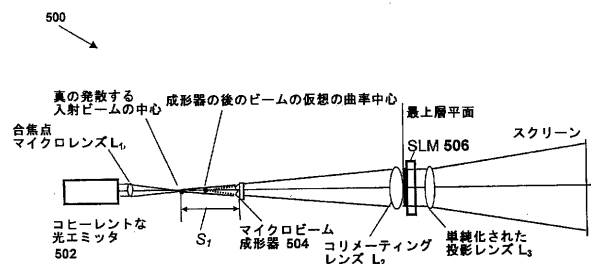
【図 2 B】



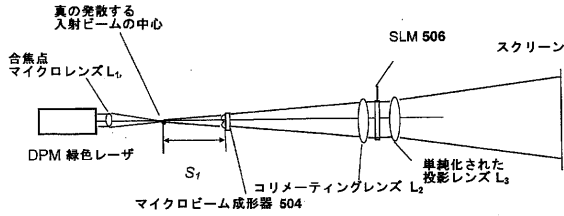
【図 1 C】



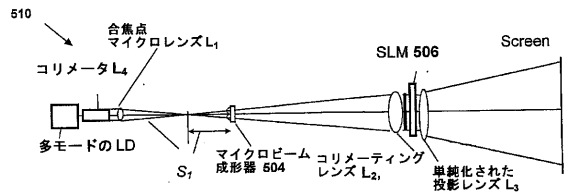
【図 3 A】



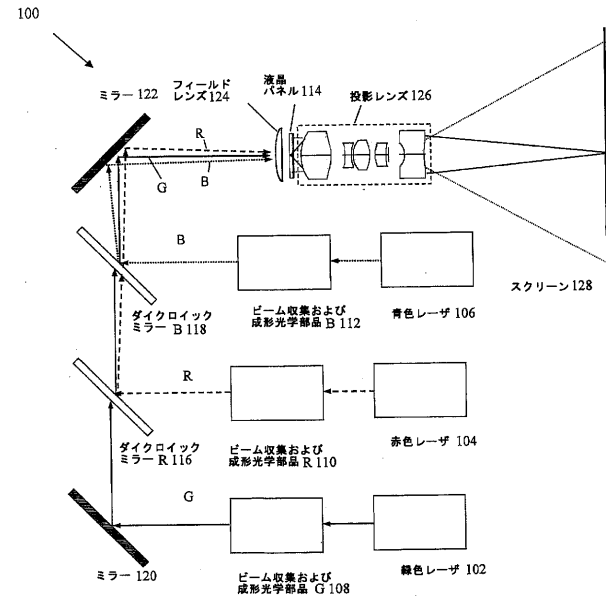
【図 3 B】



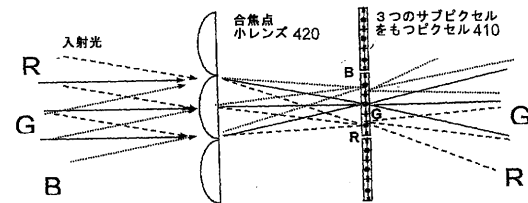
【図 3 C】



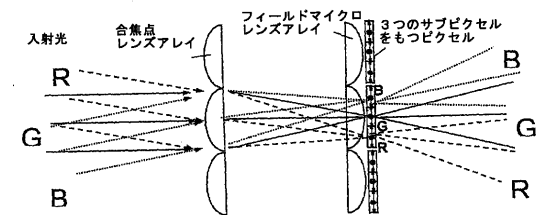
【図 4】



【図 5 A】



【図 5 B】



【図 5 D】

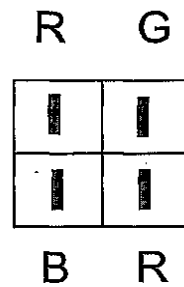


Fig. 5D

【図 5 C】

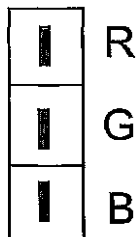


Fig. 5C

【図 5 E】

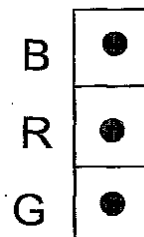


Fig. 5E

【図 5 F】

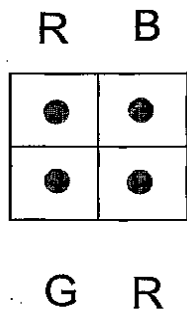


Fig. 5F

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IL2008/000991

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B27/09 H04N9/31

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)

G02B H04N

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SPINDLER & HOYER GMBH & CO.: "Gesamtkatalog G1" 1 May 1993 (1993-05-01), GOLTZE-DRUCK, GÖTTINGEN, XP002503500	1,16
Y	page B9	2-15,17
X	GB 1 293 348 A (SIRA INSTITUTE) 18 October 1972 (1972-10-18) page 1, lines 57-60 figure 7 page 4, lines 125-130	1
Y	US 2004/239880 A1 (KAPELLNER YUVAL [IL] ET AL) 2 December 2004 (2004-12-02) the whole document	2-9, 13-15,17
	-/--	

☒ 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 document 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.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2008

Date of mailing of the international search report

21/11/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentplan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Feeney, Orla

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IL2008/000991

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 0 583 150 A (SHARP KK [JP]) 16 February 1994 (1994-02-16) figure 1 column 3, line 34 - column 4, line 44	10-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IL2008/000991

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1293348	A	18-10-1972	NONE
US 2004239880	A1	02-12-2004	NONE
EP 0583150	A	16-02-1994	DE 69318351 D1 10-06-1998
			DE 69318351 T2 12-11-1998
			GB 2269697 A 16-02-1994
			JP 6230384 A 19-08-1994
			US 5615024 A 25-03-1997

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 マイケル・ゴルブ

イスラエル・レホボト・76651・パーシャニ・ストリート・12

(72)発明者 メアー・アロニ

イスラエル・ハーツェリア・46683・ハコメミユート・ストリート・1

Fターム(参考) 2H088 EA13 EA15 HA13 HA25 HA28 MA01

2K103 AA01 AA05 AA16 AB10 BA02 BC09 BC20 BC22 BC26 CA17

CA26