(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2004-503809
(P2004-503809A)
(43)公表日　平成16年2月5日(2004.2.5)

| (51)Int.Cl.[7] | F I | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|
| G03B 21/00 | G03B 21/00 | F | 2H041 |
| G02B 26/08 | G02B 26/08 | E | 2H099 |
| G02B 27/26 | G02B 27/26 | | 2K103 |
| G02B 27/28 | G02B 27/28 | Z | 5C058 |
| G03B 21/14 | G03B 21/14 | Z | |

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 35 頁）　最終頁に続く

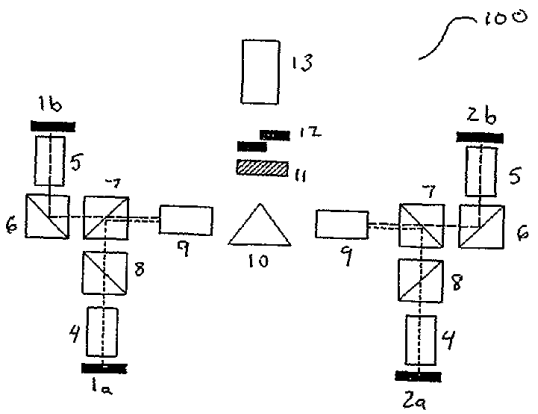
(21)出願番号　特願2002-510977(P2002-510977)
(86)(22)出願日　平成13年3月30日(2001.3.30)
(85)翻訳文提出日　平成13年11月30日(2001.11.30)
(86)国際出願番号　PCT/US2001/010525
(87)国際公開番号　WO2001/096907
(87)国際公開日　平成13年12月20日(2001.12.20)
(31)優先権主張番号　0007891.5
(32)優先日　平成12年3月31日(2000.3.31)
(33)優先権主張国　イギリス(GB)
(31)優先権主張番号　60/215,715
(32)優先日　平成12年7月3日(2000.7.3)
(33)優先権主張国　米国(US)
(81)指定国　EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),CA,JP,US

(71)出願人　501464772
アイマックス　コーポレイション
カナダ国　Ｌ５Ｋ　１Ｂ１　オンタリオ州，　ミシソウガ　スピークマン　ドライブ，　２５２５
(74)代理人　100099793
弁理士　川北　喜十郎
(72)発明者　ギボン，　マイケル
カナダ国　Ｌ６Ｍ　１Ｊ５　オンタリオ州，　オークヴィレ　モンクス　パッセージ　１３４０
(72)発明者　ツオー，　サミュエル，　ゼット．
カナダ国　Ｍ２Ｈ　１Ｖ５　オンタリオ州，　ノース　ヨーク　ヴィレスデン　ロード　５０

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ディジタル投影装置およびその方法

(57)【要約】
電子投影装置の特性を向上するための装置および方法が詳述される。本方法には、サブイメージの重ね合わせおよび重ね合わされた像のタイリングの両方が含まれており、それらの結合により投影像の解像度の改善に有利となり得る。また、予備変調器および偏光ビームスプリッタが革新的なシステムの一部分として使用されてもよい。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
光投影システムであって、
複数の像を生成する複数の光源と；
少なくとも２つの上記像を重ね合わせる手段と；
少なくとも２つの上記像をタイリングする手段とを備える光投影システム。
【請求項２】
上記タイリング手段が、タイリングされた上記像の重なり合う領域において向上された混合をもたらすための手段を含む請求項１に記載の光投影システム。
【請求項３】
上記タイリング手段がピラミッドプリズムを含む請求項２に記載の光投影システム。
【請求項４】
上記ピラミッドプリズムが複数の側面および一つの頂点を備え；
上記の複数の側面が上記像を結合する機能を備え、上記頂点が照明強度を低下して、重なり合った領域において上記の向上された混合をもたらす機能を備える請求項３に記載の光投影システム。
【請求項５】
さらに、重ね合わされ且つタイリングされた像を投影するための投影レンズを備えた請求項４に記載の光投影システム。
【請求項６】
上記複数の光源がそれぞれＤＭＤを備える請求項１に記載の光投影システム。
【請求項７】
上記投影レンズが光軸を定め；
上記光軸に対する上記ピラミッドプリズムの位置を変えることができることを特徴とする請求項５に記載の光投影システム。
【請求項８】
さらに、少なくとも一つの光源と上記ピラミッドプリズムの間に光学的に挿入された少なくとも一つの偏光ビームスプリッタを備える請求項２に記載の光投影システム。
【請求項９】
上記偏光ビームスプリッタが反射面および透過面を有し、上記ピラミッドプリズムおよび２つの光源の間に光学的に挿入され、上記２つの光源の一方からの像が上記反射面に向けられ、上記２つの光源の他方からの像が上記透過面に向けられることを特徴とする請求項８に記載の光投影システム。
【請求項１０】
さらに、予備変調器を備える請求項１に記載の光投影システム。
【請求項１１】
さらに、上記ピラミッドプリズムおよび上記投影レンズの間に光学的に挿入されたエッジマスクを備えることを特徴とする請求項５に記載の光投影システム。
【請求項１２】
さらに、結合偏光ビームスプリッタおよび追加偏光ビームスプリッタを備え、該追加偏光ビームスプリッタが少なくとも一つの光源および上記結合偏光ビームスプリッタの間に光学的に挿入されることを特徴とする請求項８に記載の光投影システム。
【請求項１３】
上記光源のそれぞれからの上記像の倍率の調節を可能とするために作動するリレーレンズ系を備える請求項９に記載の光投影システム。
【請求項１４】
上記タイリングの手段が複数の鏡を有し、該複数の鏡に対応する複数の投影レンズをさらに備える請求項１に記載の光投影システム。
【請求項１５】
複数の像を投影する方法であって、

複数の像を生成することと；
少なくとも２つの上記像を重ね合わせることと；
少なくとも２つの上記像をタイリングすることとを含む複数像の投影方法。
【請求項１６】
光学システムであって、
光源と；
リレーレンズと；
上記光源および上記リレーレンズの間に光学的に挿入されたプリズムと；
上記リレーレンズの後ろに光学的に配置されたエッジマスクとを備える光学システム。
【請求項１７】
上記リレーレンズが特定位置で結像させ、上記エッジマスクが上記像面に位置付けられることを特徴とする請求項１６に記載の光学システム。
【請求項１８】
さらに、上記リレーレンズおよび上記像位置の間に光学的に挿入された遮光マスクを備える請求項１７に記載の光学システム。
【請求項１９】
さらに、第２の複数の像を生成する第２の複数光源と、上記第２の複数像またはそれより導かれる複数の像を投影するための第２の投影レンズとを備えた請求項５に記載の光学システム。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【仮出願の参照文献】
本出願は、２０００年７月３日に上記発明の名称と同一名称の米国仮特許出願６０／２１５，７１５号に基づくものであり、これを参照するものである。
【０００２】
【発明の分野】
本発明は、概して像の投影に関するものであり、より詳細には、典型的にはディジタル投影器を通して電子的に投影された像の特性（ダイナミックレンジを含むが、それに限定されない）を向上するための技法および装置に関する。
【０００３】
【発明の背景】
Ｆｉｅｌｄｉｎｇに付与された米国特許５，３８６，２５３号は、１以上の空間光変調器（ＳＬＭ（ｓ）：ｓｐａｔｉａｌ ｌｉｇｈｔ ｍｏｄｕｌａｔｏｒ（ｓ））を使用する例示的な投影システムについて記述しており、この米国特許を全て援用して本文の記載の一部とする。Ｆｉｅｌｄｉｎｇの特許では、以下のように記載されている。
【０００４】
空間光変調装置は、光変調素子、即ち「光弁」の配列から構成された、いわゆる「アクティブマトリクス」装置を含む。各光弁は、制御信号（通常は、電気信号）によって制御されて、該制御信号に従って光を制御可能に反射または透過することが可能である。液晶配列がアクティブマトリクス装置の一例であり、他の例として、Ｔｅｘａｓ Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓにより開発された変形可能な鏡面装置（ＤＭＤ：ｄｅｆｏｒｍａｂｌｅ ｍｉｒｒｏｒ ｄｅｖｉｃｅ）がある。Ｆｉｅｌｄｉｎｇの第１欄１３－２１行を参照のこと。もちろん、さらに他のタイプの光「エンジン」、即ち光源も存在し、また、様々なものを本文中に記載されている発明の関係で使用してもよい。
【０００５】
使用される光源および変調器の種類にかかわらず、視聴者はしばしば、細度と富度（リッチネス）が高く、一方で好ましくない人工物が少ない像を見たがる。特に、高解像度および高像質は、投影像のリアリティに関する視聴者の疑いを断つ手助けとなる。このような品質は、実際に、しばしば、今日の視聴者の間における動画観賞体験の全体的な成功の重要な要素となる。

【０００６】
しかしながら、これらの高解像度の像を生成することは追加コスト無しには行えない。本出願の譲受予定人であるＩｍａｘ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎでは、例えば、投影像の解像度および品質を上げるために、特殊なカメラや投影器だけではなく、７０ミリで１５パーフォレーション（孔）フィルムも利用している。これとは対照的に、従来の電子投影器（特に、ＳＬＭを利用したもの）は一般的に同等の投影像の解像度を供給することはできない。同様に、このような電子投影器は、しばしば、ラージフォーマットのフィルムによってもたらされる像のダイナミックレンジおよび全体的な輝度を与えることができない。それでもなお、望ましくは（または、必要的に）コンピュータで生成された図表や電子カメラで写した資料といった、フィルムを基礎としない像を表示するために用いられ得る。

【０００７】
また、Ｖｅｎｋａｔｅｓｗａｒらに付与された米国特許５，４９０，００９号では、複数のＳＬＭを用いるシステムにおける像解像度を高めることを意図とする技術が詳述されており、この米国特許を全て援用して本文の記載の一部とする。Ｖｅｎｋａｔｅｓｗａｒの特許によると、異なるＳＬＭにより生成されたサブイメージが、いくつかのサブイメージが他のものから水平方向または鉛直方向に空間的にずれるように、同時に表示される。これは、部分的にサブイメージの重ね合わせを招き、おそらく、サブイメージのずれは２つのＳＬＭシステム（各ＳＬＭが一列当たり「ｘ」ピクセルを有する）に「一列当たり２（ｘ）ピクセルを有するＳＬＭから単一像を生成するシステムの品質に近いと感知される品質」をもたらすことを可能にする。Ｖｅｎｋａｔｅｓｗａｒの第２欄４１－４３行を参照のこと。

【０００８】
さらに、Ｐｏｒａｄｉｓｈらに付与された米国特許５，６１２，７５３号は、投影像の輝度の増大またはグレーレベルの投影数の拡張のための代替技術を開示しており、この米国特許を全て援用して本文の記載の一部とする。Ｐｏｒａｄｉｓｈの特許の図１には、２つの光源からの光が独立したレンズ系に向かって反射され、次いで、別個のカラーホィール上に別々にフォーカスされる投影システムが示されている。その後に、各カラーホィールからの光は、全反射（ＴＩＲ）プリズムを経由してＳＬＭ（好ましくは、ＤＭＤ）に反射される。各ＳＬＭは光を変調し、関連するＴＩＲプリズムに光を戻す。光が戻されると、次に、光はプリズムによって透過され、スクリーン上に投影するためのレンズへ向かう。Ｐｏｒａｄｉｓｈの第３欄６－３９行を参照のこと。従って、本質的には、Ｐｏｒａｄｉｓｈの特許は、分離光源からスクリーンまでに存在する平行光路内に置かれた２つのＤＭＤを使用することを意図している。

【０００９】
ＶｅｎｋａｔｅｓｗａｒおよびＰｏｒａｄｉｓｈの特許の技術は、おそらくディジタル投影器によって生成された像の解像度を向上し得るが、いずれもラージフォーマットフィルムの解像度に一致した解像度を提供するのには好ましくない。このように、ディジタル投影システムによって生成された像の向上された解像度は、商業的な投影装置の開発に係わるシステムにとっては重要な問題のままである。この分野における更なる進展がないと、電子的に投影される像の観賞は、公の視聴者を殆ど満足させないままとなるであろう。

【００１０】
【発明の概要】
本発明は、典型的には（しかし、必ずしも排他的ではなく）電子的な、ＳＬＭを用いる投影器の欠点に対処することにより、そのような進展をもたらすことを要求する。さらに、従来考えられていた以上に包括的な手法でそれを行ない、視覚された像が高品質であるという視聴者の知覚を妨げることなしに従来のラージフォーマットのフィルム投影器に代えて、もしくはそれに加えて、行為地で使用し得るのに十分な総合品質の像の提供を可能とする装置および技術の創出をしようとするものである。上記のことから分かる通り、特定の動画の大衆間における総合的な成功を決定づける際に、この知覚は今日の観賞体験の重大な局面となる。

【００１１】
本発明における実施の態様は、重ね合わせだけでなく、ディジタルに投影された像の解像度の改善をもたらすタイリング（ｔｉｌｉｎｇ：タイル貼り又は貼り合わせ）も用いる。「タイリング」は、２以上の像（または「サブイメージ」）のグループをエッジとエッジで繋ぎ合わせる概念を示し、各サブイメージは投影像全体の一部分のみを含む。各サブイメージは全体像の一部のみ伝えるので、その解像度はサブイメージだけで全体像を伝える時よりは高くなる。
【００１２】
その他のこととして、タイリングされたサブイメージのエッジに描かれた像を混合（ブレンド）することに難しさがある。サブイメージ同士を接することにより、視聴者に対し継目があることを視覚させるかもしれないので、隣接したサブイメージがこれらの継目の視覚性を下げるためにエッジの共通部でしばしば重ね合わされる。しかしながら、さらにいくつかの場面では、重ね合わされた領域における像の付加された強度が視聴者に目立つかもしれないので、サブイメージの単なる重ね合わせでは、通常、不十分である。これらの領域における輝度を低減する一般的な方法は、典型的には、電子的または光学的な像の調節を含んでいる。後者の方法（光学的な調節方法）は、通常、光束内に配置される不透明素子または反射素子を使用して実行される。
【００１３】
本発明の実施の態様は、その代わりに、サブイメージをタイリングし、且つ、重ね合わせ領域におけるサブイメージの強度を低減する必要性をもたらすために、ピラミッドプリズムを用いる。ピラミッドプリズムの両側に独立したサブイメージを組み合わせる反射面を構成するとともに、プリズムの頂点が重ね合わせ範囲におけるサブイメージの向上された混合に必要な強度の低下を光学的にもたらす、補足的なナイフエッジとして作用する。ピラミッドプリズムを使用することにより、さらに有利な点は、ピラミッドプリズムを投影器の光軸に対して前後に移動させることにより、重ね合わせ領域の大きさの微調整が達成されることである。さらに、ビームコンバイナとしてのピラミッドプリズムのさらなる別の利点は、単一の投影レンズの使用を許容し、これにより全体的なシステムのコストおよび複雑性を低減することにある。最後に、重ね合わせ領域にある継目の程度により、本発明の技術は、収差が最も低くなる投影レンズの中央にこのような継目を位置付けする傾向がある。
【００１４】
補間的なオフセットＳＬＭからの光が単一の像に組み合わされ、ピラミッドプリズムの一方の側に向けられ、一方、追加の補完的なオフセットＳＬＭからの光が単一像に組み合わされ、ピラミッドプリズムの他方の側に向けられるならば、タイリングは重ね合わせと組み合わされる。
【００１５】
例えば、２つのＳＬＭシステムにおいて、一連の偏光ビームスプリッタによってこのような組合せが実行されてもよい。ひとつのＳＬＭが最初にビームスプリッタの透過面に向けられ、次いで、第２ビームスプリッタの反射面に向けられる。もう一方のＳＬＭは、最初に第３ビームスプリッタの反射面に向けられ、次いで、第２ビームスプリッタの透過面に向けられ、そこで２つのＳＬＭの像が結合される。この偏光ビームスプリッタの配置は、これらの装置においてよく知られた欠点を克服するものであり、反射または透過のいずれか一方の偏光作用が偏光の望まない方向のいっそうの減光を行う。各ＳＬＭに関する反射および透過を組み合わせることにより、もたらされる減光は各ＳＬＭ像に関して同様であるとともに、各ＳＬＭ像に互いに直交する偏光をもたらす。
【００１６】
所望ならば、得られる重ね合わせ像を直交偏光を備えた２つの偏光レンズを用いたメガネを用いて見てもよい。これは、一方の目で一方のＳＬＭの像を見させ、もう一方の目でもう一方のＳＬＭの像を見させる。この場合、２つの像がステレオ像の対となってもよく、これはステレオススコープまたは「３Ｄ」投影のために、いくつかのピクチャーの望まし

いまたは有利な結果をもたらす。この場合、重ね合わせの利点が失われるが、投影器は、重ね合わせからの向上された解像度を有する２Ｄ投影や、低解像度ではあるが視聴者が偏光メガネを着用することを除き、追加の装置を用いない３Ｄ投影のために柔軟性をもって現在使用されている。

【００１７】

サブイメージの重ね合わせおよびタイリングの組合せは、システムの大きさ、コストまたは複雑性をあまり増大させることなく高空間解像度をもたらす。それぞれが１２８０×１０２４ピクセルである４つのＳＬＭを使用するシステムでは、例えば、２つのタイルとして配置され、各タイルが２つの重ね合わされたＳＬＭから構成される。この配置では、一つの投影レンズを通してほぼ１８００（縦）×２７５０（横）ピクセルの最終的なスクリーン解像度を得、結果として一つで実質的な解像度の増大をもたらしている。

【００１８】

それだけではなく、本発明では投影像の品質の更なる向上を意図したものである。本発明の選択された実施の態様は、システムのコントラストまたはダイナミックレンジの改善のために、予備変調器としての追加のＳＬＭを使用してもよい。理想的には２つ以上のＳＬＭが、それらのピクセルが正確に１対１で対応して存在するように配置される。各ＳＬＭを独立して駆動することが可能であるが、協調することで、ダイナミックレンジ能力が結合されて、結果として得られるダイナミックレンジを拡張することになる。あるいは、より粗い（即ち、低解像度である）ＳＬＭを予備変調器として使用して、関連する下流のＳＬＭの、一組のピクセルのダイナミックレンジを向上させてもよい。

【００１９】

本発明のより好ましい実施の態様は、全体にわたる下流のＳＬＭのダイナミックレンジを改善するために適用された単一ピクセル予備変調器（典型的には、ＳＬＭ）を用いる。動作において、予備変調器は全体の像を暗くし、選択場面の黒レベルを高めるために、下流のＳＬＭからの光を遮る機能を有する。下流のＳＬＭは十分なダイナミックレンジ能力を保有しているが、適当な場合または要求される場合は、新規の入力値を照度レベルとして有することとなる。明るい場面に関しては、予備変調器を活性化する必要はなく、事象の通常の輝度が維持される。このように、予備変調器を用いて投影器を場面の輝度に適合させてもよく、一般的に人間の視覚系が機能する方法でマッチングを行う。

【００２０】

また、本発明の追加の特徴は、例えば、更なる全体的に場面のコントラストが要求される場合、下流のＳＬＭによってもたらされる照度レベルを選択的に増大させるための輝度補正を含む。補正アルゴリズムは、下流のＳＬＭへの過度の入力を場合に応じて低減し得る包括的な予備変調として、特に単一ピクセルの予備変調器が使用される時に役立つものとなり得る。最後に、追加的に改善された場面コントラストは、重ね合わされ、タイリングされた像に関する１以上のマスクの使用を通して起こり得る。これらのマスクを効果的に使用して、ＳＬＭのエッジの周辺で生成された必要されないグレアを遮ってもよい。特に、複数のＳＬＭのタイリングが行われる場合、改善された結果のためにリレー像から焦点が軸方向にずれた面内に二次的な「遮光」マスクを用いてもよい。

【００２１】

このように、本発明の目的は、投影像の特性（解像度、コントラスト、ダイナミックレンジを含むが、それらに限定されない）を向上するための方法および装置を提供することにある。

【００２２】

本発明の他の目的は、従来考慮されていた以上に包括的にこのような特性の向上を行い、サブイメージの重ね合わせとタイリングのいずれか一方または両方を含む（再び、それらに限定されない）技術を用いるための方法および装置を提供することにある。

【００２３】

本発明の更なる目的は、タイリングされた像の視覚できる継目を低減するための方法および装置、並びに反射面とピラミッドプリズムの頂点の両方を有益に使用するいくつかの方

法を提供することにある。
【００２４】
また、本発明の目的は、オフセット光源からの光の偏光と偏光された像を組み合わせ、次いで、ステレオ投影装置のために（所望ならば）使用され得る方法および装置を提供することである。
【００２５】
本発明の追加の目的としては、投影像のコントラストまたはダイナミックレンジを改善するために、１以上の予備変調器を用いる投影のための技術および装置を提供することにある。
【００２６】
また、本発明のさらに別の目的としては、単一ピクセルの予備変調器を使用し、補正目的のために随意に補正アルゴリズムを含む技術および装置を提供することにある。
【００２７】
さらには、本発明の目的は、投影像のエッジ周辺のグレアを低減し、また投影像のコントラストを改善するための、１以上の光学マスクを提供することにある。
【００２８】
本発明の目的、特徴、および利点は、当業者にとって、本出願の以下に記載された本文および図を参照して明白になるであろう。
【００２９】
［図面の簡単な説明］
図２は、本発明の例示的な投影器１００との関係で、またはその一部として利用され得る部品について示している。図２に示すように、投影器１００は、第１ＳＬＭセット１（１ａおよび１ｂを含む）および第２ＳＬＭセット２（２ａおよび２ｂを含む）をそれぞれ含み得、各セットは一以上のＤＭＤを含み得る（しかし必ず含んでいる必要はない）。同様に、図２には４つのＳＬＭが（構成要素１ａ、１ｂ、２ａ、２ｂとして）示されているが、より少ないまたはより多くの数のＳＬＭを、本発明の種々の方法に従う範囲で使用してもよい。
【００３０】
また、図２には、３つの偏光ビームスプリッタ６、７および８が示されている。リレーレンズ４を経たＳＬＭの像は、偏光ビームスプリッタ８を透過し、ビームスプリッタ７により反射され、第２リレーレンズ９を通って、鏡面化されたピラミッドプリズム１０に至る。同時に、リレーレンズ５を経たＳＬＭ１ｂの像は、偏光ビームスプリッタ６により反射され、偏光ビームスプリッタ７を透過し、第２リレーレンズ９を通って、鏡面化されたピラミッドプリズム１０に至る。その２つのＳＬＭ像は、偏光ビームスプリッタ７で結合され、一方の像は他方に対して直交した偏光を有する。それぞれの場合において、偏光ビームスプリッタ６および８は、システムが３Ｄ立体視像のために使用されたときに要求される、望まない偏光成分の消滅が両方のＳＬＭ像に対して達成されることを保証するために「クリーンアップ」機能を提供する。
【００３１】
それぞれのＳＬＭのセット１および２は、典型的には、一方の光出力が、他方に対して水平と垂直の両方で（好ましくは）１／２ピクセルだけ空間的にずれることで、互いに補い合っている。したがって、それぞれのスプリッタ７は、その関連するセット１および２のＳＬＭのビームを結合するので、ＳＬＭ１ａのサブイメージは、ＳＬＭ１ｂによって提供されたそのサブイメージ上に重ね合わされ（またはその逆もなり立つ）、ＳＬＭ２ａのサブイメージは、ＳＬＭ２ｂにより提供されたサブイメージ上に重ね合わされる（またはその逆もなり立つ）。セット１または２のこの関係は、一般的に図１Ｃに示されており、図１Ｃは、例えば、ＳＬＭ１ｂの光出力（図１Ａ参照）上に重ね合わされたＳＬＭ１ａ（図１Ｂ参照）の光出力について示している。図１Ｃから明らかに分かるように、そのような重ね合わせは、実際は、ＳＬＭのセット１またはセット２のいずれかにより生成された像の画素の小さな隙間に追加の像情報をもたらすことによって、合成された像の解像度を増

幅（輝度またはダイナミックレンジを増大）してもよい。
【００３２】
再び、通常のリレー光学素子９を用いて結合された（重ね合わされた）ビームを、図２に示したピラミッドプリズム１０としてのタイリング機構に伝達するために用いてもよい。それぞれの結合されたビームは、プリズムの頂点で予定した重ね合わせ領域の照度を弱めさせるようにして、プリズム１０の反射面に達する。これは、プリズム１０に合成のビームを結合させて、像の重ね合わせ領域で十分に組み合わされた強度を有するタイルリングされた像１２を生じさせる。次いで、そのような像１２をスクリーン、または他の適当な表面または物体への投影のための投影レンズ１３を通過させてもよい。もし望むならば、エッジマスク１１が、タイル像１２が投影される前にそのタイル像１２のエッジグレアまたは他の望ましくない特性を弱めるために、プリズム１０とレンズ１３の間に導入されてもよい。当業者は、疑う余地なく、ピラミッドプリズム１０の側面と頂点の使用を通じて利用可能な利点を認識しているが、その代わりに、異なるタイリング機構を本発明の他の新規な態様を損なわずに用いてもよい。
【００３３】
リレー光学素子９は、投影器１００の２つのチャンネルの光信号（一方はＳＬＭのセット１から発し、他方はＳＬＭのセット２から発している）が、レンズ１３を通って投影される前に、それらの信号の大きさを等しくするために機能してもよい。そのような機能は、特に、投影器１００の所定の実施例において重要であり、投影器１００は、他のエッジ結合機構（光路上でレンズ１３の手前または後ろのいずれかに配置される）に有利になるようにプリズム１０を省略してもよい。プリズム１０に代わる一つの手段は、１組のミラーであり、各ミラーは投影器１００の各光学チャンネルのためにある。実際には、２つの光路が、別々のミラーに向けられ、そしてそこからスクリーン上への投影のために別々のレンズ（図２に示された単一のレンズ１３の代わり）を通過する。これらの具体例において、タイリングされた像は、投影器１００内においてよりもむしろスクリーン上で形成される。
【００３４】
図３は、本発明の一部として使用されうる予備変調器２４を示す。ランプ２１と反射器２０からの光２２は、コールドミラー２３により予備変調器２４に向けられる。先に記載したことから分かるように、予備変調器２４がＳＬＭ、望ましくは（必須ではないが）いくつかの具体例において単一ピクセル装置にすることができ、下流のＳＬＭのダイナミックレンジを改良する為に利用される。予備変調器２４によって変調された光は、インテグレーティングバー２５を通り、そして照度リレー２６を通って、ＳＬＭ２７まで伝播する。そのようなＳＬＭ２７は、ＳＬＭ１ａおよび１ｂ、またはＳＬＭ２ａおよび２ｂのいずれかに対応する。
【００３５】
図４は、光学リレーシステム２００の簡略図における、符号２０５で示されているエッジマスクの例示的な配置を詳しく示している。概念的には、システム２００は、ＳＬＭ（または他の光源）の中間像をプリズム２０２を越えた空間に生じさせるために使用してもよい。この位置にその像を形成することは、矩形マスク（マスク２０５のような）の使用を可能にして、そのＳＬＭの矩形の有効な範囲のみを選択して後続の光学系を通過させる。このことは、散乱とビームオーバーフィルによって描かれるＳＬＭの領域を効果的に除去するであろう。全体的な効果は、システムコントラストを向上させ、そして、エッジの照度を別々のＳＬＭ像の良好なタイリングが可能になるように制御することであろう。
【００３６】
図４に示すように、ＳＬＭの組立体２０１は、プリズム２０２を通過する光がリレーレンズ２０３に向かうようにプリズム２００に取り付けられている。ＳＬＭ組立体の像は、符号２０４に位置付けられている。エッジマスク２０５は、像２０４の面に位置付けられ、ＳＬＭ全体の周囲のエッジグレアを除くために機能する。
【００３７】

付加マスク２０５は、ＳＬＭ像を切り取り、得られる画像サイズを縮小させるかもしれないので、通常、その像面に導入することができない。しかしながら、像面から変位した平行な面にマスクを導入することが可能であり、この場合、像サイズではなく照度コーンのみに影響を及ぼす。そうすることにより、重ね合わせの強度を低下させるために「重ね合わせ」の側部に沿った像の照度の修正が可能となる。

【００３８】

図５において、遮光マスク２０６が、リレーレンズ２０３とＳＬＭ像２０４の間に取り入れられている。遮光マスク２０６は、その像サイズに影響を与えることなく照度コーンを切り取るであろう。むしろ、それは、像の他の部分の照度分布に影響を与えること無しに、像の端部における照度分布に影響を与えるであろう。ＳＬＭ像面と光軸から垂直な特定の距離に遮光マスク２０６を位置づけることにより、ＳＬＭ像の端部での強度を限定された範囲で低下することが可能である。

【００３９】

その強度変化はまた、２つの隣接した像の予定した重ね合わせ範囲と空間的に整合されることができる。反対側の重ね合わせ範囲に渡って低下する同一の強度を有する第２の隣接像もまた、マークをつけることができる。もし、そのとき、その２つの像が、その限定された重ね合わせ範囲だけ重複されていたならば、その強度は重ね合わせ範囲に渡って一定のままになるであろう。

【００４０】

上述したことは、本発明の具体例を図示し、説明し、記述する目的のために提供されているので、これらの具体例に対する更なる修正および改良は、当業者にとって明らかであろうし、その発明の範囲または趣旨から離れないでなされ得る。例えば、上記のように、レンズ１３に対するプリズム１０の位置は移動可能にしてもよく、それにより、タイリングされた像１２を形成しているビームの重ね合わせ領域のサイズの更なる改良が可能となる。予備変調、補正アルゴリズムおよび像コード化が本発明に従って行われてもよく、ここで記載されたシステムおよび部品数は、望ましい結果を生じさせるためにふさわしくなるように設計されてもよい。また更に、強誘電装置、液晶表示器（ＬＣＤ）、または他の光源若しくは光弁を、必要または所望に応じて用いてもよい。最後に、いつくかの場合においては、緑色または明るい色の情報だけが重ね合わされてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図１Ａ】図１Ａは、第１ＳＬＭから出力された第１サブイメージの概略図である。

【図１Ｂ】図１Ｂは、第２ＳＬＭから出力された第２サブイメージの概略図である。

【図１Ｃ】図１Ｃは、第１合成像を形成するために第１サブイメージ上に重ね合わされた第２サブイメージの概略図である。

【図１Ｄ】図１Ｄは、本発明の方法を用いて投影された全体の像を生成するために、第１合成像と同様に形成された第２像とタイルリングされた第１合成像の概略図ある。

【図２】図２は、図１Ｄの像を生成するために用いられ得る、本発明の典型的なシステム部品の概略図である。

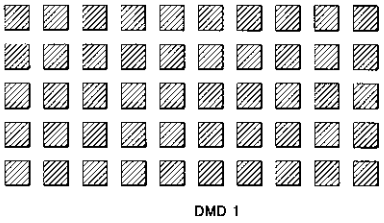
【図３】図３は、本発明の一部として使用され得る予備変調器を示した概略図である。

【図４】図４は、エッジマスクの典型的な配置を示している概略化された光学リレーシステムの概略図である。

【図５】図５は、補助的遮光マスクの典型的な配置を示している図４と同様のシステムの概略図である。

【図１Ａ】

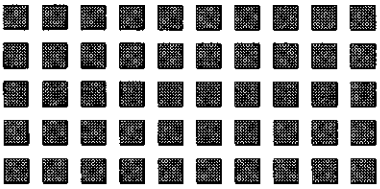
FIG 1A



DMD 1

【図１Ｂ】

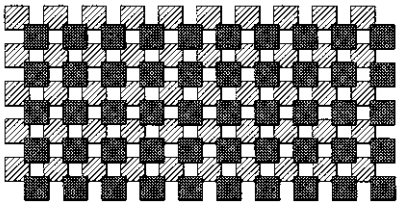
FIG 1B



DMD 2

【図１Ｃ】

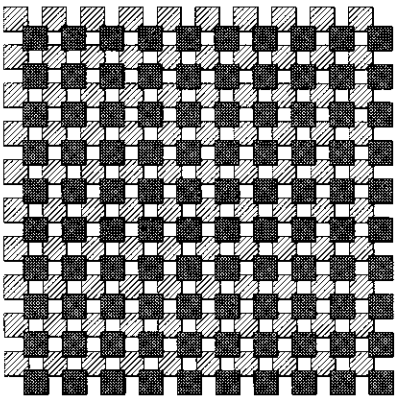
FIG 1C



DMD 1上に重ね合わされたDMD 2

【図１Ｄ】

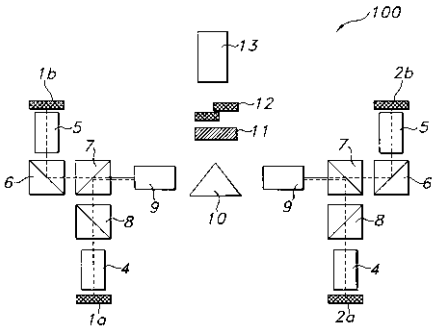
FIG 1D



DMD 1上に重ね合わされたDMD 2
の2組の貼り合わせ

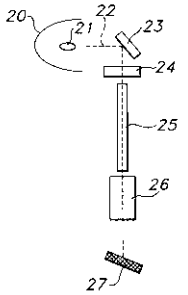
【図２】

FIG 2



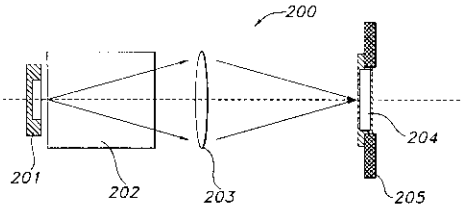

【図３】

FIG 3



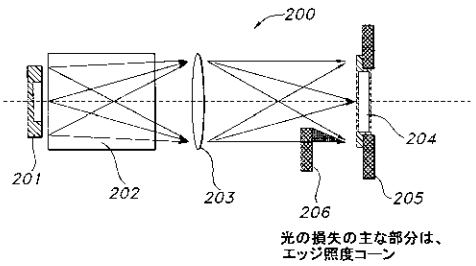
【図４】

FIG 4




【図５】

FIG 5



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
20 December 2001 (20.12.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/96907 A2

(51) International Patent Classification[7]: G02B

(21) International Application Number: PCT/US01/10525

(22) International Filing Date: 30 March 2001 (30.03.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
0007891.5 31 March 2000 (31.03.2000) GB
60/215,715 5 July 2000 (05.07.2000) US

(71) Applicant (*for all designated States except US*): **IMAX CORPORATION** [CA/CA]; 2525 Speakman Drive, Mississauga, Ontario L5K 1B1 (CA).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (*for US only*): **GIBBON, Michael** [CA/CA]; 1340 Monk's Passage, Oakville, Ontario L6M 0J5 (CA). **ZHOU, Sauuei, Z.** [CA/CA]; 59 Willesden Road, North York, Ontario M2H 1V5 (CA). **ADKINS, Sean** [US/CA]; 107 1235 Nelson Street, Vancouver, British Columbia V5T 1C5 (CA). **ANDKITCHEV, Sergei, G.** [CA/CA]; 2204-3980 Carrigan Court, Burnaby, British Columbia V3N 3S6 (CA). **READ, Steven** [CA/CA]; 3961 Renfrew Crescent, Mississauga, Ontario L5L 4J6 (CA). **MOSS, Graham, IL** [GB/GB]; 12 Aspenwood Drive, Oldham, Lancashire OL9 9UP (GB). **QUINN, Dermot, J.** [GB/GB]; 38 Inglewood Avenue, Birkby, Huddersfield, Yorkshire HD2 2DS (GB). **WILDING, Steven** [GB/GB]; 235 Rochdale Old Road, Fairfield, Bury, Lancashire BL9 7SA (GB). **ECKERSLEY, Brian** [GB/GB]; 46 Douglas Road, Manchester, Lancashire M28 2SG (GB).

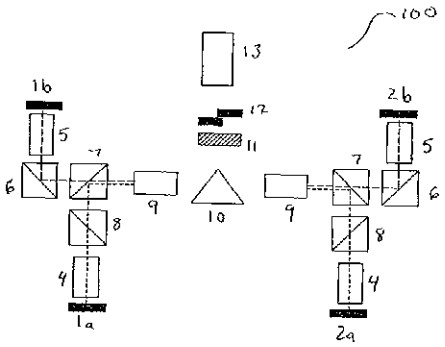
(74) Agents: **PRATT, John, P.** et al.; Kilpatrick Stockton LLP, 1100 Peachtree Street, Suite 2800, Atlanta, GA 30309-4530 (US).

(81) Designated States (*national*): CA, JP, US.

(84) Designated States (*regional*): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*[Continued on next page]*

(54) Title: DIGITAL PROJECTION EQUIPMENT AND TECHNIQUES




(57) Abstract: Apparatus and techniques for enhancing characteristics of electronic projection systems are detailed. Included among the techniques are both superimposition of sub-images and tiling of superimposed images, the combination of which can be advantageous in improving resolution of projecting images. Pre modulators and polarizing beam splitters also may be used as parts of the innovative systems.

WO 01/96907 A2

WO 01/96907 A2

Published:
— *without international search report and to be republished upon receipt of that report*

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

# DIGITAL PROJECTION EQUIPMENT AND TECHNIQUES

## REFERENCE TO PROVISIONAL APPLICATION

This application is based on and hereby refers to U.S. Provisional Patent Application Serial No. 60/215,715, filed July 3, 2000, having the same title as appears above.

## FIELD OF THE INVENTION

This invention relates generally to projection of images and more specifically to techniques and equipment for enhancing characteristics (including but not limited to dynamic range) of images projected electronically through, typically, digital projectors.

## BACKGROUND OF THE INVENTION

U.S. Patent No. 5,386,253 to Fielding, incorporated herein in its entirety by this reference, discusses exemplary projection systems utilizing one or more spatial light modulators (SLMs). As noted in the Fielding patent:

> Spatial light modulator devices include so-called "active matrix" devices, comprising an array of light modulating elements, or "light valves," each of which is controllable by a control signal (usually an electrical signal) to controllably reflect or transmit light in accordance with the control signal. A liquid crystal array is one example of an active matrix device; another example is the deformable mirror device (DMD) developed by Texas Instruments . . . .

See Fielding, col. 1, ll. 13-21. Of course, yet other types of light "engines," or sources, exist, and various of them may be used in connection with the inventions described herein.

Regardless of the type of light sources and modulators used, audiences frequently desire to see images high in detail and richness and low in objectionable artifacts. High resolution and image quality in particular facilitates suspension of disbelief of an audience as to the reality of the projected images. Such quality indeed often is an important factor in the overall success of the motion picture viewing experience among today's audiences.

Producing these high-resolution images is not without added cost, however. Imax Corporation, for example, the intended assignee of this application, utilizes not only specialized cameras and projectors, but also seventy millimeter, fifteen perforation film to increase the resolution and quality of projected images. Conventional electronic projectors (and especially those utilizing SLMs), by contrast, generally cannot supply equivalent

resolution in projected images. As well, such electronic projectors frequently fail to furnish the dynamic range and overall brightness of images provided by large-format films. They nonetheless may desirably (or necessarily) be employed to display non-film-based images such as (but not limited to) computer-generated graphics or material captured with electronic cameras.

U.S. Patent No. 5,490,009 to Venkateswar, et al., also incorporated herein in its entirety by this reference, details techniques purporting to enhance image resolution in systems employing multiple SLMs. According to the Venkateswar patent, sub-images generated by different SLMs are simultaneously displayed such that some sub-images are spatially offset horizontally or vertically from others. This results in partial superposition of the sub-images, with the offset supposedly allowing a two-SLM system (with each SLM having "x" pixels per row) to provide "a perceived quality approaching that of a system that generates a single image from an SLM having 2(x) pixels per row." See Venkateswar, col. 2, ll. 41-43.

U.S. Patent No. 5,612,753 to Poradish, et al., additionally incorporated herein in its entirety by this reference, discloses alternative techniques for, purportedly, increasing brightness of projected images or extending the projected number of gray levels. Figure 1 of the Poradish patent illustrates a projection system in which light from two sources is reflected toward separate lens systems and then focused separately on distinct color wheels. Light from each color wheel thereafter is reflected to an SLM (preferably a DMD) via a total internal reflection (TIR) prism, with each SLM modulating the light and directing it back to the associated TIR prism. As directed, the light is then transmitted by the prisms to lenses for projection onto a screen. See Poradish, col. 3, ll. 6-39. In essence, therefore, the Poradish patent contemplates use of dual DMDs present in parallel paths existing from separate light sources to a screen.

While the techniques of the Venkateswar and Poradish patents arguably might enhance the resolution of an image produced by a digital projector, alone either is unlikely to provide resolution consistent with that of large-format film. Enhanced resolution of images produced by digital projection systems thus remains a significant issue for those engaged in development of commercial projection equipment. Absent further advancement in this area, viewing of electronically projected images may remain less satisfying to public audiences.

## SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention seeks to provide such advancements by addressing deficiencies of, typically (but not necessarily exclusively) electronic, SLM-employing

projectors. It further does so in a more comprehensive manner than heretofore considered, attempting to create equipment and techniques capable of providing images of sufficient overall quality that they may be used in venues instead of, or in addition to, traditional large-format film projectors without disturbing audience perception that the viewed images are of high quality. As noted above, this perception is a significant aspect of modern-day viewing experiences, at times helping determine overall success among the public of particular motion pictures.

Embodiments of the present invention utilize not only superimposition, but also tiling to effect improvements to resolution of digitally projected images. "Tiling" describes the concept of joining two or more groups of images (or "sub-images") edge to edge, with each sub-image containing only a fraction of the total projected image. Because each sub-image conveys only a fraction of the overall image, its resolution will be greater than if the sub-image conveyed the total image itself.

Difficulties exist in, among other things, blending the images depicted at the edges of the tiled sub-images. Because abutting sub-images may result in the presence of seams visible to viewers, adjacent sub-images often are overlapped at their common edges to reduce the visibility of these seams. Mere overlapping of sub-images typically is insufficient, however, as the additive intensity of the images in the regions of overlap in some scenes likewise may be noticeable to audiences. General methods of reducing brightness in these regions typically include adjusting the images either electronically or optically; the latter method usually implemented using an opaque or reflective element placed in the beam of light.

Embodiments of the present invention employ instead a pyramid prism both to tile separate sub-images and to provide the requisite decrease in intensity of the sub-images in their regions of overlap. The sides of the pyramid prism constitute the reflective surfaces that combine separate sub-images together, while the apex of the prism acts as a complementary knife edge which optically provides the fall-off in intensity needed for enhanced blending of the sub-images in their overlapping regions. An additional advantage of using the pyramid prism is that, by moving it forward and backward relative to the optical axis of the projector, fine-tuning of the size of the overlap regions can be achieved. Yet another advantage of the pyramid prism as beam combiner is that it admits use of a single projection lens, thus reducing cost and complexity of the overall system. Finally, to the extent seams exist in the overlap region, the techniques of the present invention tend to position such seams in the center of the projection lens, where aberrations are lowest.

Tiling may be combined with superimposition if the light from complementary, offset SLMs is combined into a single image and directed to one side of the pyramid prism, while the light from additional complementary, offset SLMs is combined into a single image and directed to the other side of the pyramid prism.

In a two SLM system, for example, such a combination may be accomplished by a series of polarizing beam splitters. One SLM is directed first to the transmissive face of a beam splitter, and then to the reflective face of a second beam splitter. The other SLM is first directed to the reflective face of a third beam splitter and then to the transmissive face of the second beam splitter where the images of the two SLMs are combined. This arrangement of polarizing beam splitters overcomes a well known defect of these devices which is that the polarizing action of either the reflection or transmission has a better extinction of the unwanted direction of polarization. By combining a reflection and a transmission for each of the SLMs the extinction that results is the same for each SLM while providing each SLM image with an orthogonal polarization with respect to the other.

If desired the resulting superimposed SLM images may be viewed with glasses with two polarizing lenses with orthogonal polarization. This causes the image of one SLM to be seen by one eye and the image of the other SLM to be seen by the other eye. In this case two images may be stereo image pairs, providing for stereoscopic, or "3D," projection, a result desirable or advantageous for some pictures. In this case the benefits of superimposition are lost, but the projector is now flexibly used for 2D projection with enhanced resolution from superimposition, or used for 3D projection with lower resolution but without additional equipment except for the polarizing glasses worn by the viewer.

The combination of superimposition and tiling of sub-images provides high spatial resolution without significantly increasing system size, cost, or complexity. A system using four SLMs, each of 1280 x 1024 pixels, for example, arranges as two tiles, each composed of two superimposed SLMs. This arrangement results in a final screen resolution of approximately 1800 (vertical) x 2750 (horizontal) pixels through one projection lens, alone presenting a substantial increase in resolution.

The present invention nevertheless contemplates further enhancement of the quality of projected images. Selected embodiments of the invention may use additional SLMs as pre-modulators to improve the contrast, or dynamic range, of the system. Ideally, two or more SLMs would be arranged so that there exists precise one-to-one correspondence of their pixels. Each SLM could be driven independently but in concert so that their dynamic range capabilities would combine to extend the resulting dynamic range. Alternatively, a

coarser (i.e. with less resolution) SLM may be used as the pre-modulator to enhance the dynamic range of a group of pixels of the associated downstream SLM.

Some preferred embodiments of the invention employ a single-pixel pre-modulator (typically an SLM) adapted to improve the dynamic range of the entire downstream SLM. In operation, the pre-modulator would function to block light from the downstream SLM to darken its entire image and enhance the black levels of selected scenes. The downstream SLM would retain its full dynamic range capability, but would have as its input new illumination levels when appropriate or desired. For scenes that are bright, the pre-modulator need not be activated; in which event normal brightness levels would be maintained. The pre-modulator thus may be used to adapt the projector to scene brightnesses, matching generally how the human visual system functions.

Yet additional features of the present invention include luminance compensation for selectively increasing the illumination levels provided by the downstream SLMs when, for example, further overall scene contrast is desired. Compensation algorithms may particularly be useful when single-pixel pre-modulators are used, as the global pre-modulation they provide may occasionally diminish too much the input to the downstream SLMs. Finally, improved scene contrast additionally may occur through use of one or more masks for the superimposed, tiled images. These masks may be used effectively to block unwanted glare produced around the edges of the SLMs. In particular, when tiling of multiple SLMs is to occur, a secondary "shading" mask may be employed in a plane axially defocussed from a relayed image for improved results.

It thus is an object of the present invention to provide methods and equipment for enhancing characteristics (including but not limited to resolution, contrast, and dynamic range) of projected images.

It is another object of the present invention to provide methods and equipment for performing such enhancement more comprehensively than heretofore considered, employing techniques including (but again not limited to) either or both of superimposing and tiling sub-images.

It is a further object of the present invention to provide methods and equipment for reducing visible seaming of tiled images, some methods beneficially utilizing both the reflective surfaces and the apex of a pyramid prism.

It also is an object of the present invention to provide methods and equipment for polarizing light from offset light sources and combining the polarized images, which may then be used (if desired), for stereoscopic projection.

It is an additional object of the present invention to provide techniques and equipment for projection in which one or more pre-modulators are employed to improve contrast, or dynamic range, of projected images.

It is yet another object of the present invention to provide techniques and equipment in which one-pixel pre-modulators are utilized, with such equipment optionally including compensation algorithms for correctional purposes.

It is, moreover, an object of the present invention to provide one or more optical masks to reduce glare around edges of and otherwise improve contrast of projected images.

Other objects, features, and advantages of the present invention will be apparent to those skilled in the relevant art with reference to the remainder of the text and drawings of this application.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1A is a schematicized depiction of a first sub-image output from a first SLM.

FIG. 1B is a schematicized depiction of a second sub-image output from a second SLM.

FIG. 1C is a schematicized depiction of the second sub-image superimposed on the first sub-image to form a first composite image.

FIG. 1D is a schematicized depiction of the first composite image tiled with a second, similarly created composite image to produce an overall projected image using techniques of the present invention.

FIG. 2 is a schematicized diagram of components of an exemplary system of the present invention, which may be used to produce the image of FIG. 1D.

FIG. 3 is a schematicized diagram showing a pre-modulator, which may be employed as part of the present invention.

FIG. 4 is a schematicized diagram of a simplified optical relay system showing exemplary placement of an edge mask.

FIG. 5 is a schematicized diagram of the system of FIG. 4 showing, as well, exemplary placement of a secondary shading mask.

DETAILED DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 2 illustrates components that may be utilized as part of or in connection with an exemplary projector 100 of the present invention. As shown in FIG. 2, projector 100 may include first and second SLM sets 1 (comprising 1a and 1b) and 2 (comprising 2a and 2b), respectively, each of which may (but need not) comprise one or more DMDs. Likewise, although four SLMs are depicted (as elements 1a, 1b, 2a, and 2b) in FIG. 2, fewer or greater numbers may be employed yet remain consistent with various of the techniques of the present invention.

Also depicted in FIG. 2 are three polarizing beam splitters 6, 7 and 8. The image of SLM 1a via relay lens 4 is transmitted through polarizing beam splitter 8 and reflected by beam splitter 7 through second relay lens 9 to mirrored pyramid prism 10. At the same time the image of SLM 1b via relay lens 5 is reflected by polarizing beam splitter 6 and transmitted through polarizing beam splitter 7 through second relay lens 9 to mirrored pyramid prism 10. The two SLM images are combined in polarizing beam splitter 7, with the one having an orthogonal polarization with respect to the other. In each case polarizing beam splitters 6 and 8 provide a "clean up" function to ensure that extinction of the unwanted polarizing component is achieved for both SLM images which is a requirement when the system is used for 3D stereoscopic image projection.

The SLMs of each of sets 1 and 2 typically are complementary, with the optical output of one spatially offset (preferably) one-half pixel both horizontally and vertically with respect to the other. Thus, as each splitter 7 combines the beams of the SLMs of its associated set 1 or 2, the sub-image of SLM 1a effectively is superimposed on that provided by SLM 1b (or vice-versa), and the sub-image of SLM 2a is superimposed on the sub-image produced by SLM 2b (or vice-versa). This relationship for a set 1 or 2 is depicted generally in FIG. 1C, which illustrates the optical output of, for example, SLM 1a (see FIG. 1B) superimposed on that (see FIG. 1A) of SLM 1b. As clearly discernable from FIG. 1C, such superimposition indeed may enhance the resolution of (or brighten or increase dynamic range of) the composite image by providing additional image information in the pixel interstices of the images produced by either SLM of set 1 or 2.

Once again, conventional relay optics 9 may be used to convey the combined (superimposed) beams to a tiling mechanism, shown in FIG. 2 as pyramid prism 10. Each combined beam impinges on a reflective side of prism 10 in a manner permitting the apex of prism 10 to dampen the intensity of the illumination of the region of their intended overlap. This permits prism 10 to combine the composite beams to produce a tiled image 12 having

well-blended intensity in the region of their overlap. Such image 12 may then be passed to projection lens 13 for projection onto a screen or other suitable surface or object. If desired, an edge mask 11 may be interposed between prism 10 and lens 13 to reduce edge glare or other undesirable characteristics of tiled image 12 before it is projected. Although those skilled in the art undoubtedly appreciate advantages available through use of the surfaces and apexes of pyramid prism 10, different tiling mechanisms may be used instead without undermining other novel aspects of the present invention.

Relay optics 9 may also function to equalize magnification of the optical signals of the two channels (one emanating from SLM set 1 and the other from SLM set 2) of projector 100 before the signals are projected through lens 13. Such function is especially important in certain embodiments of projector 100, which may omit pyramid prism 10 in favor of other edge-blending mechanisms (placed either before or after lens 13 in the optical path). One alternative to prism 10 is a pair of mirrors, one for each optical channel of the projector 100. In effect, the two optical paths are directed to separate mirrors (rather than prism 11) and thence through separate lenses (instead of the single lens 13 shown in FIG. 2) for projection onto a screen. In these embodiments, the tiled image is formed at the screen rather than within projector 100.

FIG. 3 illustrates pre-modulator 24 that may be used as part of the present invention. Light 22 from lamp 21 and reflector 20 is directed by cold mirror 23 to pre-modulator 24. Noted earlier is that pre-modulator 24 can be an SLM, preferably (although not necessarily) a single-pixel device in some embodiments, utilized to improve the dynamic range of downstream SLMs. Light modulated by pre-modulator 24 may than travel through integrating bar 25 and through illumination relay 26 to SLM 27. Such SLM 27 corresponds to either SLMs 1a and 1b or SLMs 2a and 2b of FIG. 2.

FIG. 4 details exemplary placement of an edge mask, denominated 205, in a simplified illustration of an optical relay system 200. Conceptually, system 200 may be used to create an intermediate image of an SLM (or other light source) in space beyond a prism 202. Creating the image in this location would allow the use of a rectangular mask (as mask 205) to select only the rectangular active area of the SLM to pass to subsequent optical systems. This would effectively eliminate the areas of the SLM illustrated by scatter and beam overfill. The overall effect would be to enhance system contrast and control the edge illumination enabling successful tiling of separate SLM images.

As shown in FIG. 4, SLM assembly 201 is attached to prism 202 through which light is directed toward relay lens 203. An image of the SLM assembly is located at

numeral 204. Edge mask 205 is located at the plane of image 204 and functions to eliminate edge glare around the whole of the SLM.

Additional masks 205 typically cannot be introduced in the image plane, as they may clip the SLM image and reduce the resulting picture size. However, in parallel planes displaced from the image plane, it is possible to introduce a mask to affect only the illumination cones rather than the image size. Doing so permit modification of the image illumination along the "overlap" side so as to reduce the overlap intensity.

In FIG. 5, a shading mask 206 has been introduced between relay lens 203 and SLM image 204. Shading mask 206 will clip the illumination cone but should not affect image size. Rather, it will affect the illumination distribution at the end of the image without affecting the distribution in other parts of the image. By positioning shading mask 206 at a particular perpendicular distance from the SLM image plane and optical axis, it is possible to create a defined decrease in intensity at the end of the SLM image.

The intensity variation can also be matched spatially with the intended overlap dimension of two adjacent images. A second adjacent image with an identical intensity fall off over the opposite overlap dimension can also be creased. If the two images are then overlapped by the defined overlap dimension, the intensity should remain constant over the overlap region.

Because the foregoing is provided for purposes of illustrating, explaining, and describing embodiments of the present invention, further modifications and adaptations to these embodiments will be apparent to those skilled in the art and may be made without departing from the scope or spirit of the invention. For example, as noted above, the position of prism 10 relative to lens 13 may be mobile, thereby permitting further refinement of the size of the region of overlap of the beams forming tiled image 12. Pre-modulation, compensation algorithms, and image coding additionally may occur consistent with the invention, and the systems and numbers of components described herein may be scaled as appropriate to effect desired results. Yet additionally, ferroelectric devices, liquid-crystal displays (LCD), or other light sources or valves may be employed as necessary or desired. Finally, in some cases, only green or luminance information might be superimposed.

What is claimed is:

1. An optical projection system comprising:
   a. a plurality of light sources producing a plurality of images;
   b. means for superimposing at least two of the images; and
   c. means for tiling at least two of the images.

2. An optical projection system according to claim 1 in which the tiling means comprises means for providing enhanced blending in overlapped regions of the tiled images.

3. An optical projection system according to claim 2 in which the tiling means comprises a pyramid prism.

4. An optical projection system according to claim 3 in which the pyramid prism comprises a plurality of sides and an apex, the plurality of sides functioning to combine images and the apex functioning to decrease intensity of illumination to provide the enhanced blending in the overlapped regions.

5. An optical projection system according to claim 4 further comprising a projection lens for projecting superimposed, tiled images.

6. An optical projection system according to claim 1 in which each of the plurality of light sources comprises a DMD.

7. An optical projection system according to claim 5 in which the projection lens defines an optical axis and in which position of the pyramid prism relative to the optical axis can vary.

8. An optical projection system according to claim 2 further comprising at least one polarizing beam splitter interposed optically between at least one light source and the pyramid prism.

9. An optical projection system according to claim 8 in which the polarizing beam splitter has a reflective and a transmissive face and is interposed optically between the

pyramid prism and two light sources, images from one of the two light sources being directed to the reflective face and images from the other of the two light sources being directed to the transmissive face.

10. An optical projection system according to claim 1 further comprising a pre-modulator.

11. An optical projection system according to claim 5 further comprising an edge mask interposed optically between the pyramid prism and the projection lens.

12. An optical projection system according to claim 8 further comprising a combining polarizing beam splitter and an additional polarizing beam splitter interposed optically between at least one light source and the combining polarizing beam splitter.

13. An optical projection system according to claim 9 further comprising a system of relay lenses that act to permit adjustment of the magnification of the images from each of the light sources.

14. An optical projection system according to claim 1 in which the tiling means comprises a plurality of mirrors, further comprising a plurality of projection lenses associated therewith.

15. A method of projecting a plurality of images, the method comprising:
    a. creating the plurality of images;
    b. superimposing at least two of the images; and
    c. tiling at least two of the images.

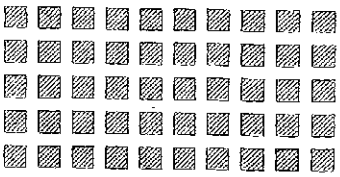
16. An optical system comprising:
    a. a light source;
    b. a relay lens;
    c. a prism interposed optically between the light source and the relay lens; and
    d. an edge mask positioned optically after the relay lens.

17. An optical system according to claim 16 in which the relay lens locates an image at a particular location and in which the edge mask is positioned at the plane of the image.

18. An optical system according to claim 17 further comprising a shading mask interposed optically between the relay lens and the image location.

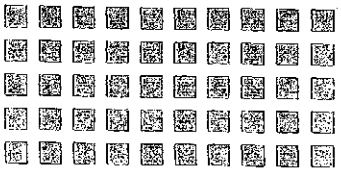
19. An optical system according to claim 5 further comprising a second plurality of light sources producing a second plurality of images and a second projection lens for projecting the second plurality of images or images derived therefrom.

FIG. 1A



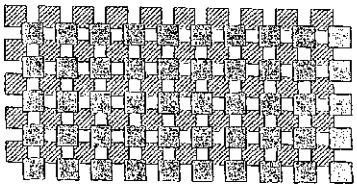
DMD 1

FIG. 1B



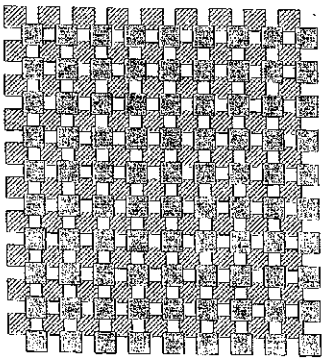
DMD 2

FIG. 1C



DMD 2 superimposed on DMD 1

FIG. 1D



2 pairs of DMD 2 superimposed on DMD 1 tiled together

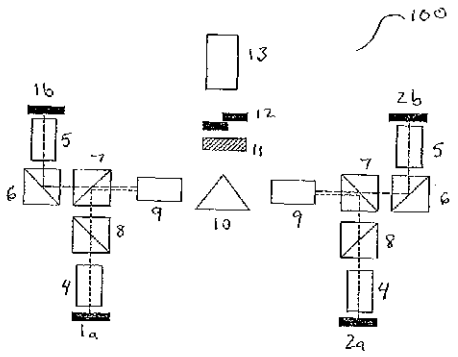



Figure 2

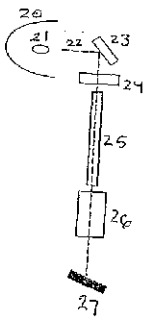



Figure 3

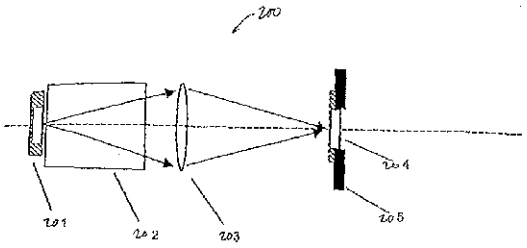



Figure 4

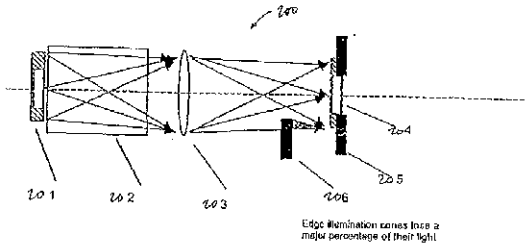



Figure 5

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
20 December 2001 (20.12.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/96907 A3

(51) International Patent Classification[7]: G03B 21/14

(21) International Application Number: PCT/US01/10525

(22) International Filing Date: 30 March 2001 (30.03.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
0007891.5 31 March 2000 (31.03.2000) GB
60/215,715 5 July 2000 (05.07.2000) US

(71) Applicant (for all designated States except US): IMAX CORPORATION [CA/CA]; 2525 Speakman Drive, Mississauga, Ontario L5K 1B1 (CA).

(72) Inventors; and

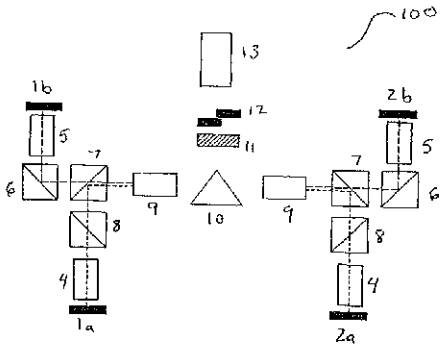
(75) Inventors/Applicants (for US only): GIBBON, Michael [CA/CA]; 1340 Monk's Passage, Oakville, Ontario L6M 1J5 (CA). ZHOU, Samuel, Z. [CA/CA]; 59 Willesden Road, North York, Ontario M2H 1V5 (CA). ADKINS, Sean [US/CA]; 107 1235 Nelson Street, Vancouver, British Columbia V5T 1C5 (CA). ANIKITCHEV, Sergei, G. [CA/CA]; 2204-3080 Carrigan Court, Burnaby, British Columbia V3N 3S6 (CA). READ, Steven [CA/CA]; 3961 Renfrew Crescent, Mississauga, Ontario L5L 4J6 (CA). MOSS, Graham, H. [GB/GB]; 12 Aspenwood Drive, Oldham, Lancashire OL9 9UP (GB). QUINN, Dermot, J. [GB/GB]; 38 Inglewood Avenue, Birkby, Huddersfield, Yorkshire HD2 2DS (GB). WILDING, Steven [GB/GB]; 235 Rochdale Old Road, Fairfield, Bury, Lancashire BL9 7SA (GB). ECKERSLEY, Brian [GB/GB]; 46 Douglas Road, Manchester, Lancashire M28 2SG (GB).

(74) Agents: PRATT, John, P. et al.; Kilpatrick Stockton LLP, 1100 Peachtree Street, Suite 2800, Atlanta, GA 30309-4530 (US).

(81) Designated States (national): CA, JP, US.

[Continued on next page]

(54) Title: DIGITAL PROJECTION EQUIPMENT AND TECHNIQUES




(57) Abstract: An apparatus and technique for enhancing characteristics of electronic projection systems. Techniques may include both superimposition of sub-images and tiling of superimposed images, the combination of which can be advantageous in improving resolution of projected images. The apparatus may include first and second SLA sets (1, 2) for forming the sub-images and a pyramid prism (10) for enacting the tiling of images. Pre-modulators and polarizing beam splitters (6, 7, 8) also may be used as parts of the system.

WO 01/96907 A3

WO 01/96907 A3

(84) **Designated States** *(regional)*: European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

**Published:**
— *with international search report*

(88) **Date of publication of the international search report:**
4 April 2002

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(L)60201040052

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
20 December 2001 (20.12.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/96907 A3

(51) International Patent Classification⁷: G03B 21/14

(21) International Application Number: PCT/US01/10525

(22) International Filing Date: 30 March 2001 (30.03.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
0007891.5 31 March 2000 (31.03.2000) GB
60/215,715 3 July 2000 (03.07.2000) US

(71) Applicant *(for all designated States except US)*: IMAX CORPORATION [CA/CA]; 2525 Speakman Drive, Mississauga, Ontario L5K 1B1 (CA).

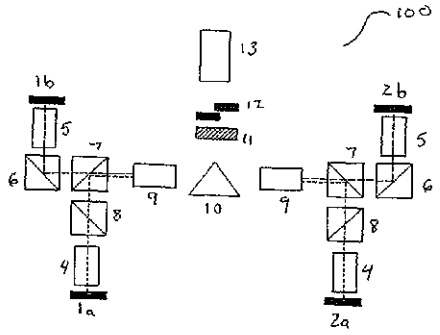
(72) Inventors; and
(75) Inventors/Applicants *(for US only)*: GIBBON, Michael [CA/CA]; 1340 Monk's Passage, Oakville, Ontario L6M 1J5 (CA). ZHOU, Samuel, Z. [CA/CA]; 59 Willesden Road, North York, Ontario M2H 1V5 (CA). ADKINS, Sean [US/CA]; 107 1235 Nelson Street, Vancouver, British Columbia V5T 1C5 (CA). ANIKITCHEV, Serguei, G. [CA/CA]; 2204-3980 Carrigan Court, Burnaby, British Columbia V3N 3S6 (CA). READ, Steven [CA/CA]; 396 Renfrew Crescent, Mississauga, Ontario L5L 4J6 (CA). MOSS, Graham, H. [GB/GB]; 12 Aspenwood Drive, Oldham, Lancashire OL9 9UP (GB). QUINN, Dermot, J. [GB/GB]; 38 Inglewood Avenue, Birkby, Huddersfield, Yorkshire HD2 2DS (GB). WILDING, Steven [GB/GB]; 235 Rochdale Old Road, Fairfield, Bury, Lancashire BL9 7SA (GB). ECKERSLEY, Brian [GB/GB]; 46 Douglas Road, Manchester, Lancashire M28 2SG (GB).

(74) Agents: PRATT, John, P. et al.; Kilpatrick Stockton LLP, 1100 Peachtree Street, Suite 2800, Atlanta, GA 30309-4530 (US).

(81) Designated States *(national)*: CA, JP, US.

*[Continued on next page]*

(54) Title: DIGITAL PROJECTION EQUIPMENT AND TECHNIQUES




特許庁
14. 5. 27
国際出願課

(57) Abstract: An apparatus and technique for enhancing characteristics of electronic projection systems. Techniques may include both superimposition of sub-images and tiling of superimposed images, the combination of which can be advantageous in improving resolution of projected images. The apparatus may include first and second SLA sets (1, 2) for forming the sub-images and a pyramid prism (10) for enacting the tiling of images. Pre-modulators and polarizing beam splitters (6, 7, 8) also may be used as parts of the system.

WO 01/96907 A3

WO 01/96907 A3

(84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(88) Date of publication of the international search report: 4 April 2002

Published:
— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US01/10525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC(7) : G03B 21/14
US CL : 353/30
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)
U.S. : G03B 21/14

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | US 5,300,966 A (CEHIRA ET AL.) 05 APRIL 1994 (05.04.94) SEE ENTIRE DOCUMENT | 1, 3, 15 |
| A | US 6,017,123 A (BLEHA ET AL.) 25 JANUARY 2000 (25.01.00) SEE ENTIRE DOCUMENT | 1-16 |
| A | US 5,626,411 A (TAKAHASHI ET AL.) 06 MAY 1997 (06.05.97) SEE ENTIRE DOCUMENT | 1-16 |

☐ 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 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 |
|---|---|
| 07 DECEMBER 2001 | 04 JAN 2002 |
| Name and mailing address of the ISA/US<br>Commissioner of Patents and Trademarks<br>Box PCT<br>Washington, D.C. 20231<br>Facsimile No. (703) 305-3230 | Authorized officer<br>WILLIAM C. DOWLING<br>Telephone No. (703) 308-1287 |

Deborah Perry-Leeper
Paralegal Specialist

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

| (51)Int.Cl.[7] | FI | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|
| Ｈ０４Ｎ 5/74 | Ｈ０４Ｎ 5/74 | Ｂ | |

(72)発明者 アドキンス, ショーン
カナダ国 Ｖ５Ｔ １Ｃ５ ブリティッシュ コロンビア州, バンクーバー ネルソン ストリート １０７ １２３５
(72)発明者 アニキチェフ, セルゲイ, ジィ.
カナダ国 Ｖ３Ｎ ３Ｓ６ ブリティッシュ コロンビア州, バーナビィ カリガン コート ２２０４－３９８０
(72)発明者 リード, スティーブン
カナダ国 Ｌ５Ｌ ４Ｊ６ オンタリオ州, ミシソウガ リフレュウ クレセント ３９６１
(72)発明者 モス, グラハム, エイチ.
イギリス国 ＯＬ９ ９ＵＰ ランカシャー州, オールダム アスペンウッド ドライブ １２
(72)発明者 クイン, ダーモット, ジェイ.
イギリス国 ＨＤ２ ２ＤＳ ヨークシャー州, フッダースフィールド バークビィ イングルウッド アヴェニュウ ３８
(72)発明者 ウィルディング, スティーブン
イギリス国 ＢＬ９ ７ＳＡ ランカシャー州, バリィ フェアフィールド ロックデイル オールド ロード ２３５
(72)発明者 エッカースリィ, ブライアン
イギリス国 Ｍ２８ ２ＳＧ ランカシャー州, マンチェスター ワースレイ ダグラス ロード ４６

Ｆターム(参考) 2H041 AA14 AA18 AB14
2H099 AA11 BA09 BA17 CA06 DA00
2K103 AA07 AB10 BC01 BC15 BC19 BC27 BC51 CA19 CA31 CA37
5C058 BA23 EA11 EA12 EA13 EA27 EA42