

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7664641号
(P7664641)

(45)発行日 令和7年4月18日(2025.4.18)

(24)登録日 令和7年4月10日(2025.4.10)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 2 F	3/00 (2006.01)	G 0 2 F	3/00	5 0 1	
G 0 6 E	3/00 (2006.01)	G 0 6 E	3/00		
G 0 2 F	1/13 (2006.01)	G 0 2 F	1/13	5 0 5	
G 0 2 F	1/1333(2006.01)	G 0 2 F	1/1333		
G 0 2 F	1/1347(2006.01)	G 0 2 F	1/1347		

請求項の数 6 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-562130(P2022-562130)	(73)特許権者	522396827 アコード パシフィック ヨーロッパ ソ シエテ アノニム スイス連邦、6900 ルガノ、ヴィア デレ アイエ 17
(86)(22)出願日	令和2年4月9日(2020.4.9)	(74)代理人	110001896 弁理士法人朝日奈特許事務所
(65)公表番号	特表2023-530809(P2023-530809 A)	(72)発明者	ロレッティ、ルイジ イタリア共和国、ローマ、サクロファー ノ、ヴィア ピアーネ ボツァ 3
(43)公表日	令和5年7月20日(2023.7.20)	(72)発明者	ヴァーリ、マウリツィオ スイス連邦、6900 ルガノ、ヴィア デラ ペルゴラ 7
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/053388	(72)発明者	トデスキーニ、ジョヴァンニ イタリア共和国、23900 レッコ、 最終頁に続く
(87)国際公開番号	WO2021/205213		
(87)国際公開日	令和3年10月14日(2021.10.14)		
審査請求日	令和5年3月16日(2023.3.16)		

(54)【発明の名称】 並列光計算システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

並列光計算システムであって、

少なくとも1つの偏光フィルタ(12)および少なくとも1つの液晶セル(13)を備える第1のモジュール(10)であって、前記第1のモジュール(10)が、光源(70)から光を受信し、前記液晶セル(13)から出力される前記光を処理される光データにエンコードするための光変調器(100)として構成される、第1のモジュール(10)と、

少なくとも1つの偏光フィルタ(22)および少なくとも1つの液晶セル(23)を備える第2のモジュール(20)であって、前記第2のモジュール(20)が、処理される前記光データを受信し、処理の光結果を出力するための光プロセッサ(200)として構成される、第2のモジュール(20)と、

前記処理の前記光結果を受信し、前記光結果を対応する電気結果に変換するように設計される、少なくとも1つの光検知器(40)とを備え、

前記第1のモジュール(10)は、複数の液晶セル(13)を備え、前記第1のモジュール(10)の前記複数の液晶セル(13)の各セル(13)は、前記第2のモジュール(20)の複数のセル(23)の中からそれぞれのセル(23)に向かって変調された光線を送信するように構成され、前記第1のモジュール(10)の前記複数の液晶セル(13)と前記第2のモジュール(20)の前記複数のセル(23)とは、同一の平面内に配

置され、前記第2のモジュールのそれぞれの前記セル(23)は、前記同一の平面内において、前記第1のモジュール(10)の前記セル(13)に対して所定の距離に配置され、前記同一の平面に対して垂直な方向+Zに前記第1のモジュール(10)の前記セル(13)から照射される前記光線が方向-Zに反射され、

前記光変調器(100)は、所定の2進、3進、4進、二重レールの論理符号化システム、またはn重レールの論理符号化システムに基づいて、入射光を変調するように構成され、

前記光プロセッサ(200)は、前記光変調器(100)によって放射される光線についての計算を実施するように構成され、前記計算は、前記計算に応じて、前記光プロセッサ(200)において予め定義付けされた計算マスクに対応し、

前記光プロセッサ(200)は、前記光プロセッサ(200)において種々の計算マスクを再度定義付けすることによってプログラム可能であり、前記計算マスクは、前記光プロセッサの複数の液晶セルの所定の状態として前記光プロセッサ(200)にロードされ、

前記並列光計算システムは、前記第1のモジュール(10)から前記光データを受信し、前記光データを前記第2のモジュール(20)に反射するために、前記第1のモジュール(10)および前記第2のモジュール(20)のセル(13、23)に関連付けられた少なくとも1つのプリズム(50)を備え、

前記第1のモジュール(10)および前記第2のモジュール(20)は、前記方向Zに対して垂直に整列し、前記プリズム(50)は、前記第1のモジュール(10)および前記第2のモジュール(20)の複数のセル(13、23)に平行であり、前記第1のモジュール(10)および前記第2のモジュール(20)に対向して配置されるベース(51)と、前記第1のモジュール(10)から前記第2のモジュール(20)に前記光データを反射するために、前記ベース(51)に接続される傾斜壁(52)とを備え、

前記第1のモジュール(10)の前記セル(13)から前記方向+Zに照射される前記光線は、前記プリズム(50)の前記傾斜壁(52)により前記方向-Zに反射される、並列光計算システム。

【請求項2】

前記第2のモジュール(20)は、光プロセッサ(200)として構成され、前記光検知器(40)は、前記第2のモジュール(20)から前記光結果を受信するように構成される、請求項1記載の並列光計算システム。

【請求項3】

前記並列光計算システムは、前記第2のモジュール(20)の下で、前記第1のモジュール(10)および前記第2のモジュール(20)と垂直に整列し、前記第2のモジュール(20)から前記光データを受信するように構成される第3のモジュール(30)と、

前記第2のモジュール(20)から前記光データを受信し、前記光データを前記第3のモジュール(30)に反射する少なくとも1つの第2のプリズム(80)とを備え、

前記第2のプリズム(80)は、前記第2のモジュール(20)および前記第3のモジュール(30)のセル(23、33)に平行であり、第1のプリズム(50)が配置される前記第2のモジュール(20)の表面と反対側の前記第2のモジュール(20)の表面に沿って、前記第2のモジュール(20)および前記第3のモジュール(30)に対向して配置されるベース(81)と、前記第2のモジュール(20)から前記第3のモジュール(30)に前記光データを反射するために、前記ベース(81)に接続される傾斜壁(86)とを備え、前記光検知器(40)は、前記第3のモジュール(30)からの前記光結果を受信するように構成される、請求項1記載の並列光計算システム。

【請求項4】

前記第1のモジュール(10)および第2のモジュール(20)の前記複数のセル(13、23)は、前記第1のモジュール(10)および第2のモジュール(20)の平面内において、水平におよび垂直に隣接して配置され、前記平面の直交する2つの軸X、Yに沿った、セルの隣接配置が、前記並列光計算システムのスクリーンを形成する、請求項1記載の並列光計算システム。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

前記並列光計算システムは、複数の整列したスクリーンか、またはアレイ状の整列したスクリーンを備える、請求項 4 記載の並列光計算システム。

【請求項 6】

前記光源 (7 0) は、複数の非偏光の光源または L E D を備え、前記光源の各々は、前記第 1 のモジュール (1 0) のそれぞれの液晶セル (1 3) と整列する、請求項 1 記載の並列光計算システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、並列光計算システムに関する。本発明は、並列光計算方法にも関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

並列光計算の分野では、電気の代わりに光を処理し得るシステムを開発する努力がなされていることが知られている。

【 0 0 0 3 】

これらのシステムは、既に光ファイバによって送信している電気通信ネットワーク間の伝送インターフェースを高速化するだけでなく、上記システム内の計算速度を向上させる試みで開発されており、したがって、概してニューロンおよび人工知能ネットワークでの適用などの、非常に複雑なコンピューター計算のためのシステムを使用することを可能にしている。

【 0 0 0 4 】

しかし、現在知られているシステムは、研究目的だけでなく工業的にそれを使用するには再プログラム可能である必要があり、その効果的に広範囲な使用が合理的にコンパクトなハードウェアによってのみ達成され得るという事実から、主に、並列光計算システムと外部デジタル (典型的にバイナリコーディング) システムとの間のインターフェースの複雑さと、光学システム自体内での計算の実施の複雑さに関連付けられた多数の欠点を有している。 Y U F T S E T A L の「 Digital optical architectures for multiple matrix multiplication 」 (Optics communications , Elsevier , Amsterdam - X P 0 2 4 4 9 1 1 8 5 , I S S N : 0 0 3 0 - 4 0 1 8) は、光計算システムの一例である。

【 0 0 0 5 】

したがって、本発明の根底にある技術的課題は、電気通信ネットワークを含む外部システム間のデータの入力および出力に関して、ならびにシステム内で本質的に実施される情報処理および関連する計算操作に関して、最適な性能特徴を備えた並列光計算システムを考案する一方で、高度に汎用型のソフトウェアおよびハードウェアの構成を利用して、知られている光計算システムにこれまでに影響を与えている制限および欠点の本質的にすべてを克服することである。

【発明の概要】

【 0 0 0 6 】

本発明の根底にある考えは、並列光計算を実施するために液晶セルをプログラミングすることであり、特に、入力を表す変調光に基づいて計算を実施し、計算の結果を光センサ (検知器) によって検出し得る光の形態で出力するために、実施される計算の入力を表す光の変調のために液晶セルをプログラミングすることである。

【 0 0 0 7 】

利点として、液晶セルは、前述の考えに基づいて、変調および計算の両方のために再プログラム可能であるため、複数のセットの入力データを表示し、データセット上で異なる複数の操作を実施することが可能であり、上記の表示および操作の各々は、変調および計算用のセルの予め定義付けされたプログラミングに対応し、以下で、変調のために設計さ

10

20

30

40

50

れた、並列光計算システムのいわゆる第1のモジュール、および計算システムのプロセッサとしての操作のために設計された、計算システムの第2のモジュールの一部を形成するものとしても示されている。

【0008】

前述の考えに基づいて、出願人は、並列光計算システムの種々の実施形態を考案し、これらは、変調に使用される計算システムのモジュールの数および計算に使用されるモジュールの数の拡大、ならびにモジュールの相対的な空間構成の点で互いに異なる一方で、すべてが前述の考えの原理に基づいている。

【0009】

本発明による並列光計算システムは、請求項1の特徴を備える。好ましい実施形態は請求項2～8に開示される。

10

並列光計算システムは、

少なくとも1つの偏光フィルタおよび少なくとも1つの液晶セルを備える少なくとも1つの第1のモジュールであって、第1のモジュールが、光源から光を受信し、液晶セルから出力される光を処理される光データにエンコードするための光変調器として構成される、少なくとも1つの第1のモジュールと、

少なくとも1つの偏光フィルタおよび少なくとも1つの液晶セルを備える少なくとも1つの第2のモジュールであって、第2のモジュールが、処理される光データを受信し、処理の光結果を出力するための光プロセッサとして構成され得る、少なくとも1つの第2のモジュールと、

20

処理の光結果を受信し、光結果を対応する電気結果に変換するように設計される、少なくとも1つの光検知器とを備える。

【0010】

第1のモジュールおよび/または第2のモジュールは、複数の液晶セルを備え得ることで、計算システムの並列計算能力を向上させる。以下の説明は、少なくとも最初は、説明をより簡潔にするためだけに、モジュールの最小構成に基づいているが、同じモジュールが液晶セルの数の点で限定されないことは明らかである。

【0011】

少なくとも1つのプリズムが第1のモジュールから光データを受信し、光データを第2のモジュールへと反射するように位置付けられているタイプの構成を有し、第1のモジュールおよび第2のモジュールは、垂直に整列する。ここに例示される構成の具体的な詳細は、本開示の詳細な説明において、および図面を参照して提供される。本質的に、プリズムは、第1のモジュールおよび第2のモジュールのセルに平行であり、第1のモジュールおよび第2のモジュールに対向して配置される、ベースと、第1のモジュールから第2のモジュールに光データを反射するために、ベースに接続された傾斜壁とを備える。

30

【0012】

一態様によれば、第2のモジュールは、光プロセッサとして構成され、光検知器は、第2のモジュールから光結果を受信するように構成される。

【0013】

40

別の態様によれば、光計算システムは、第2のモジュールの下で、第1のモジュールおよび第2のモジュールと垂直に整列し、第2のモジュールから光データを受信するように構成される少なくとも1つの第3のモジュールを備え、本態様によれば、第2のモジュールは、第2の光変調器として(したがって、必ずしもプロセッサとしてではない)または光プロセッサとして構成され、第3のモジュールは、光プロセッサまたは第2の光プロセッサとして、それぞれ(すなわち、第2のモジュールの構成に応じて)構成される。少なくとも1つの第2のプリズムは、第2のモジュールから光データを受信し、光データを第3のモジュールに反射するように構成される。第2のプリズムは、第2のモジュールおよび第3のモジュールの少なくとも1つのセルに平行であり、第1のプリズムが配置される第2のモジュールの表面と反対側の第2のモジュールの表面に沿って、第2のモジュール

50

および第3のモジュールに対向して配置されるベースと、第2のモジュールから第3のモジュールに光データを反射するために、ベースに接続される傾斜壁とを備える。光検知器は、少なくともこの可能な構成において、第3のモジュールから光結果を受信するように構成される。

【0014】

しかし、出願人によって他の空間構成も想定され、具体的な詳細は、以下に簡潔にのみ言及され、本開示の詳細な説明において、および図面を参照して、さらに十分に説明され、ここで、参照番号は、光計算システムの具体化の可能な例の理解を容易にする。

【0015】

たとえば、光計算システムの第1のモジュールは、第2のモジュールに対向して位置付けられ得る（したがって、必ずしも垂直に整列する必要はない）。

10

【0016】

また、この変形例によれば、光計算システムは、この場合、第2のモジュールに対向して配置される第3のモジュールを備えてもよく、第3のモジュールは光プロセッサとして構成され、光検知器は第3のモジュールから光結果を受信するように構成される。

【0017】

既に述べたように、光計算システムのさらなる実施形態においても、第1のモジュール、第2のモジュール、または第3のモジュールの各々は、第1のモジュール、第2のモジュール、または第3のモジュールの平面内に隣接して水平におよび/または垂直に配置された複数の液晶セルを備える。

20

【0018】

本発明による並列光計算方法および計算システムのさらなる特徴および利点は、以下の説明および添付の図面を参照して提供され、単に本発明の非限定的な例によって提供される。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本開示による光計算システムの概略図である。

【図2】本開示で提供される変形例による光計算システムの概略図である。

【図3】本開示で提供される別の変形例による光計算システムの概略図である。

【図4】本開示で提供されるさらなる変形例による光計算システムの概略図である。

30

【図5】本開示で提供される光計算システムを出願人が考案することにつながった基本原理の概略図である。

【図6】本開示で提供される別の変形例による光計算システムの概略図である。

【図7】本開示で提供されるさらなる変形例による光計算システムの概略図である。

【図8】本開示で提供されるさらに別の変形例による光計算システムの概略図である。

【図9】本開示における非限定的な例によって提供される、可能性のある符号化システムに応じて使用される光計算システムの概略図である。

【図10】図9の詳細(a)である。

【図11】本開示による計算システムにおいて光をコード化するため、可能性のあるシステムを示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0020】

添付の図面を参照すると、1は、本発明による並列光計算システムを表して、概略的に示し、以下では略して「計算システム」とも呼ばれる。

【0021】

計算システム1は、モジュール、特に少なくとも1つの第1のモジュール10および第2のモジュール20（たとえば、図1および3）に共にグループ化された複数の液晶セル、および随意に、第3のモジュール30（たとえば図2および4）またはさらなる追加のモジュールを備える。以下の説明から明らかになるように、特定のモジュールは、特定の機能、特に光変調機能100、101、および計算機能200、201を実装するように

50

設計されている。

【 0 0 2 2 】

計算システム 1 の動作原理は、第 1 のモジュール 1 0 および / または第 2 のモジュール 2 0 (および / または第 3 のモジュール 3 0 および / または追加のモジュール) に含まれる液晶セルの数とは無関係であり、したがって、説明をより簡潔にするために、計算システム 1 は、上記第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0 の各々に対して、それぞれ、1 つのみの液晶セル 1 3、2 3 (および随意に第 3 のモジュール 3 0 のための第 3 の液晶セル 3 3) を有すると見なされ得る。前述で明確にしたが、計算システム 1 の工業化は、出願人によって想定されるように、データ処理の並列性を高めるために、第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0 (および随意に第 3 のモジュール 3 0) の各々のための、および以下の説明から明らかになるように、いくつかの実施形態では、各機能、特に光変調機能および光計算機能のための複数のモジュールを用いる、複数の液晶セルの使用に特に適していることが指摘されるべきである。したがって、以下の説明に関して、各モジュールに関連して以下に説明される特徴は、液晶セルの数とは無関係である。

10

【 0 0 2 3 】

液晶セル 1 3、2 3、3 3 は、2 つのガラス壁 9 5 の間に配置され、非偏光の白色光源 7 0 によって放射される無限光線に交差するように意図されている。白色光源 7 0 は、光源として、計算システム 1 の入力に配置される。たとえば、白色光源 7 0 は、複数の LED を備える。

【 0 0 2 4 】

白色光源 7 0 によって放射される光は、処理される情報またはデータを表すべく、液晶セル 1 3 の構成または状態に応じて、第 1 のモジュール 1 0 によって変調されるように意図されている。このように変調された光、すなわち、第 1 のモジュール 1 0 から出力される光は、その後、処理される場合に、第 2 および / または第 3 のモジュールの液晶セル 2 3、3 3 の構成または状態に応じて、第 2 のモジュール 2 0 (および随意に第 3 のモジュール 3 0 または追加のモジュール) へと入力される。種々の実施形態によれば、第 2 のモジュールおよび / または第 3 のモジュールおよび / または追加のモジュールは、変調機能または計算機能に関連付けられ得る。

20

【 0 0 2 5 】

モジュールにおいて、光を処理する方法の簡単な説明が、以下に提供される。

30

【 0 0 2 6 】

光は、複数の光線によって形成されるが、実際には、多数の原子によってランダムに放射される光線の重ね合わせによって得られる。並列光計算プロセスを実施するために、計算システム 1 は、光線を偏光し、第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0 (および随意に、第 3 のモジュール 3 0 および任意の追加のモジュール) の液晶セルによるそれらの続く処理のために、それらを実質的に順序付けるように構成されている。

【 0 0 2 7 】

この制御操作は、とりわけ、第 1 のモジュール 1 0 に含まれる少なくとも 1 つの偏光フィルタ 1 2、および第 2 のモジュール 2 0 に含まれる少なくとも 1 つの第 2 の偏光フィルタ 2 2 (または第 3 および / または追加のモジュールのための追加のフィルタ) によって実施される。光線は、モジュール 1 0、2 0 (3 0)、特にモジュールの液晶セル 1 3、2 3、3 3 によってさらに制御されるように意図されており、これらは、当該液晶セルの複数の電気接点に加えられる複数の電気インパルスによって作動される。

40

【 0 0 2 8 】

モジュール 1 0、2 0 (3 0) において、電界は所定のプログラミングで適用され、それにより、液晶セル 1 3、2 3 (3 3) の結晶は、(第 1 のモジュール 1 0 において) 光を変調し、(第 2 のモジュール 2 0 において) 計算を実施するために実施されるプログラミングに応じて、フィルタ 1 2、2 2、(3 2) によって事前に偏光された光の位相シフト、たとえば、0 ° または 9 0 ° の位相シフトを可能にするか、または可能にしないように整列する。

50

【 0 0 2 9 】

図 5 は、第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0 を形成するために使用される液晶セル 1 2、2 3 (3 3) の動作論理を概略的な形態で示している。

【 0 0 3 0 】

図 5 の上部は、「ノーマリホワイト」モード、つまり電場が液晶に加えられないときに光が送信されるモードで動作するツイステッドネマチック光変調器 LCD の単一の画素 (ピクセル) のオフ状態を示している。オフ状態では、つまり電界が加えられない場合、種々のスペーサによって分離され、透明電極 (図示せず) と並べられた、図 5 の 2 つのガラス層 G 間に、ネマティック液晶の分子のねじれた構成 (螺旋状 (helicoidal or helical) 構造) が形成される。同じ電極には、図 5 の上部に示されるように、外部電界が存在しない場合に液晶を 9 0 ° で正確にねじる整列層 (また図 5 には図示せず) が並べられる。

10

【 0 0 3 1 】

(図 5 の左側に、入射する水平矢印で示されている) 偏光を有する光源がスクリーンの前部を照射する場合、光は、第 1 の偏光子 P 2 を通過して、偏光子から液晶に進み、そこで、螺旋状構造によって回転させられる。光は、その後、第 1 の偏光子に対して 9 0 ° に設定された第 2 の偏光子 P 1 を通過するように適切に偏光される。したがって、図 5 (図面の上部) に示される例では、光はセルの背面を通過し、画像は、透明で現れる (右側の白の四角形) 。この光 (透明) の出現は、光情報と関連付けられ得る。

【 0 0 3 2 】

代わりに、オン状態では、つまり 2 つの電極間に電界が加えられる場合、結晶には外部電界が再び整列する (図 5 の下部) 。この構成によって液晶の回転を防ぎ、その結果、液晶を通過する偏光は、再配向されない。この場合、光は背面偏光子 P 1 によって遮断され、画像は、不透明に現れる (右側の黒の四角形) 。この光の出現 (不透明) は、光の最初の出現 (透明) に関連付けられたものとは異なる光情報に関連付けられ得る。

20

【 0 0 3 3 】

上記の動作論理に基づいて、各モジュール、つまり計算システム 1 の第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0、ならびに任意の他のモジュール 3 0 などは、フィルタ P 1、P 2 を使用して形成され得る。これらのフィルタは、たとえば、1 2 および 2 2 (図 1) および 3 2 (図 2) で図面に示され、液晶セルは、1 3、2 3 (図 1) および 3 3 (図 3 3) で示される。上記セルの各々によって、上記のように光を制御することが可能になる。

30

【 0 0 3 4 】

計算システム 1 は、利点として、並列した非常に多数の数学演算を並列で変調し、並列処理した後、処理されるデータを電気信号の形態で提供するシリアル入力インターフェース、および / または、計算システム 1 によって既に処理された電気データを受信するように構成されるシリアル出力インターフェースを用いて、それぞれ、入力および / または出力でインターフェース接続され得る。電気入力データは、計算システム 1 の第 1 のモジュール 1 0 によって対応して変調される光に変換される。同様に、計算システム 1 によって処理された光データ、特に第 2 のモジュール 2 0 によって処理されたデータは、計算システム 1 の光検知器 4 0 によってデータまたは電気信号に再変換される。

40

【 0 0 3 5 】

第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0 のハードウェアは、電気光学変調装置を備え、原則として、第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0 のハードウェアは、非常に類似しているか、または対応している場合もあるが、計算システム 1 における変調または計算機能を決定するのはハードウェアのプログラミングであり、少なくとも計算システム 1 の可能な実施形態の 1 つにおいて、第 1 のモジュール 1 0 に本質的に「光変調器」の機能が提供され、第 2 のモジュール 2 0 に「光プロセッサ」の機能が提供される。

【 0 0 3 6 】

50

光データへの情報の変換によって、数学的論理の種々の変形、たとえば多値数学的論理を適用することによる並列処理の実施が可能になる。計算システム 1 の処理の最終結果は、1 つまたは複数の他の連続する計算システム 1、すなわち他の並列光計算システムに転送され得るか、または既に上述したように、光検知器 40 によってシリアルデータに再変換され得る。

【0037】

図 1 を参照すると、液晶セルは、グループ化されて、第 1 の光変調器モジュール 10 および第 2 の計算モジュール 20 を形成し、平面内で互いに垂直に整列し、したがって同一平面上にあり、所定のサイズ（インチ単位）の装置またはディスプレイを形成するように意図されている。垂直に配置されたセルは、当該セルのサイズに等しい量のディスプレイ上の変位によって、第 1 のモジュール 10 のセルから出力される光線を第 2 のモジュール 20 の対応するセルに向けて 180 度偏向させるように設計される光プリズム 50 に対向している。モジュールおよびそれぞれのセルの正確で特にコンパクトな空間構成において、光検知器 40 は、第 1 の光プリズム 50 による適切な偏向の後、第 1 のモジュール 10 からの光をその入力で受信するように設計される第 2 のモジュールの表面と反対側の第 2 のモジュール 20 の表面に沿って、第 2 のモジュール 20 に対向している。

10

【0038】

図 1 に示されるタイプの計算システム 1 は、利点として、バイナリ代数を使用して計算操作を実施するために使用され得る。非偏光の光源 70 は、（少なくとも 1 つの）第 1 の偏光フィルタ 12 によって制御されて、その後、第 1 のモジュール 10 のセル 13 に入る光線を放射する。第 1 のモジュール 10 の偏光フィルタ 12 およびセル 13 は、計算システム 1 の光変調器 10 を形成し、これは、光が処理されるシリアルデータを表すように光を変調する機能を有している。

20

【0039】

処理される情報に対応する光線は、光変調器 10 から放射され、プリズム 50 によって 180 度偏向されることで、第 1 のモジュールに沿って垂直に配置される第 2 の液晶セル 23 を備える第 2 のモジュール 20 に入る。すなわち、モジュール 20、10 のそれぞれのセルは実質的に同一平面上にある。第 2 のモジュール 20 のセル 23 を通過する光線は、セル 23 の状態に依存する偏光を有し、第 2 のモジュール 20 を使用して実施される計算に応じて事前にプログラムされ、偏光フィルタ 22 を横断し得る。最後に、偏光フィルタ 22 から出力される光線は、光検知器 40 によって検知され、計算システム 1 の結果を表す。

30

【0040】

既に述べたように、計算システム 1 は、多値論理の計算操作を実施するように構成され得る。たとえば、図 2 を参照すると（しかし、これは多値計算論理に基づく使用に限定されない）、計算システム 1 は、第 3 のモジュール 30 を備えるように構成されている。計算システム 1 は、特に、3 つのモジュール 10、20、30 を備え、その各々は、少なくとも 1 つの液晶セル 13、23、33、光源 70、偏光フィルタ 12、22、32、2 つの光プリズム 50 および 80、ならびに光検知器 40 を有する。非偏光の光源 70 は、第 1 のフィルタ 12 によって制御される光線を放射した後、第 1 のモジュール 10 のセル 13 に入り、第 2 の偏光フィルタ 42 を横断する。第 1 のモジュール 10 の 2 つの偏光フィルタ 12、42 およびセル 12 は、光変調器 10 を形成する。

40

【0041】

適切に変調された、すなわち光学形式で処理されるデータに対応するための光線は、光変調器 10 を出て、プリズム 50 に入り、そこから第 2 のモジュール 20 の偏光フィルタ 82 に向かって、および偏光フィルタ 82 から第 2 のモジュール 20 の液晶セル 23 まで、与えられた例では 180 度偏向される。第 2 のモジュール 20 の液晶セル 23 は、第 1 のモジュール 10 のセル 13 と垂直に整列し、すなわち同一平面上にあり、両方のセル 13、23 は、プリズム 50 の表面またはベースに平行な表面を有し、これは、非常にコンパクトなハードウェア構造に基づいて、第 1 のモジュール 10 によって変調された光線を

50

プリズム 50 に入力し、同じ光線を再度出力して、それらを第 2 のモジュール 20、特に偏光フィルタ 82 の入力に再度方向付けるように構成されている。

【0042】

第 2 のセル 23 を横断する光線は、セル 23 のプログラミングに応じて既に述べたように、所与の偏光を継続し、第 2 のモジュール 20 の偏光フィルタ 22 を横断し、そこから第 2 のプリズム 80 に向かって出る。

【0043】

第 2 のプリズム 80 は、第 1 のプリズム 50 の光線を偏向させる同じ機能を有するが、第 2 のモジュール 20 と第 3 のモジュール 30 との間に配置され、すなわち、プリズム 80 の表面が、すなわち第 2 および第 3 のモジュール 20、30 のセル 23 および 33 の表面に平行であり、それぞれのフィルタ 22、32 の表面に対向しており、特に、第 2 のモジュール 20 のセル 23 によって放射された光線が第 3 のモジュール 30 のセル 33 に正確に入るように、それらから適切に離間される。第 3 のモジュール 30 のセル 33 へのこの入射は、プリズム 80 とセル 33 との間に配置されるモジュール 30 のフィルタ 32 によって制御される。

10

【0044】

第 3 のモジュール 30 を通る光線の流れは、そのため、ここでさらに説明する必要はなく、第 3 のモジュール 30 のフィルタ 62 を介して光検知器 40 に到達する。

【0045】

第 3 のモジュール 30 のセル 33 に沿って通る光線は、セル 33 の状態に依存する偏光を有し、第 3 のモジュール 30 を用いて実施される計算に応じて事前にプログラムされ、偏光フィルタ 62 を横断し得る。最後に、偏光フィルタ 62 から出力される光線は、光検知器 40 によって検知され、計算システム 1 の結果を表す。

20

【0046】

図 2 に関連して、第 2 のモジュール 20 は、光変調モジュールまたは計算モジュールとして構成され得る、すなわち、第 3 のモジュール 30 によって形成される、第 1 の変調モジュール 10 に対する追加の変調器としてか、または第 2 の計算モジュールに対する追加のプロセッサとして構成されている。

【0047】

第 3 のモジュール 30 は、実際には、第 2 のモジュール 20 が第 2 の変調モジュールとして構成される場合には、第 1 の計算モジュールとして、または第 2 のモジュール 20 が第 1 の計算モジュールとして構成される場合には、第 2 の計算モジュールとして構成され得る。

30

【0048】

図 1 および 2 を参照してこれまでに提供された説明は、2 つの液晶セルのみによって、または 3 つの液晶セルによって、すなわち、記載されたモジュールごとに 1 つのセルによって、いわゆる最小構成で形成された計算システム 1 に関する。しかし、既に述べたように、当該構造は、計算システム 1 のある種のスクリーンを形成する垂直および / または水平に隣接する配置で、図 1 または 2 の構成のモジュールの各々に複数のセルが含まれるように、および / または複数の変調および / または計算モジュールが使用されるように拡充され得る。

40

【0049】

図 6 および 7 は、それぞれ、図 1 および 2 に示されたシステムの拡張形態を示している。図 6 および 7 の両方において、モジュール、フィルタ、およびソースの構造は、垂直方向および水平方向に繰り返されてもよく、したがって、平面の 2 つの方向 X、Y に沿って計算システムを拡張し、これは光学システム 1 の光学スクリーンの形態の実質的に双方向の拡張に対応している。計算能力をさらに高めるために、計算システムのいわゆる三次元拡張も考えられ、ここで、複数のスクリーンが、方向 X および Y に垂直に、方向 Z に沿って平行に並んで配置されている。

【0050】

50

開示される種々の例によれば、計算システム 1 の構成要素の空間構成、すなわち、モジュール 10 ~ 30、光源 70、および検知器 40 の相互配置は、種々であり、プリズムに沿って位置付ける必要はない。これは、図 3 および 4 を参照して開示される例である。

【 0 0 5 1 】

図 3 では、第 1 のモジュール 10 および第 2 のモジュール 20 は、互いに対向しており、第 1 のフィルタ 12 の表面、第 1 のモジュール 10 のセル 13 の表面、第 2 のモジュール 20 のセル 23 の表面、および第 2 のフィルタ 22 の表面に垂直な軸に沿って、光源 70 と検知器 40 との間に配置されている。図 1 を参照して説明した方法に類似した方法で、この図 3 の例の場合では、第 1 のモジュール 1 は、変調器 100 として構成され、第 2 のモジュール 2 は、プロセッサ 200 として構成されている。

10

【 0 0 5 2 】

図 4 では、第 1 のモジュール 10 および第 2 のモジュール 20 は、ここでもまた、互いに対向しており、第 1 のフィルタ 12 の表面、第 1 のモジュール 10 のセル 13 の表面、第 2 のモジュール 20 のセル 23 の表面、および第 2 のフィルタ 22 の表面に垂直な軸に沿って、光源 70 と検知器 40 との間に配置されている。しかし、この例では、第 3 のモジュール 30 がさらに、第 2 のモジュール 20 と検知器 40 との間に挿入され、セル 33 と、軸に垂直な表面を有する 2 つのフィルタ 32 A および 32 B とを備えている。この場合、図 2 を参照して説明した方法に類似した方法で、第 1 のモジュール 1 は変調器 100 として構成され、第 2 のモジュール 2 は第 2 の変調器 101 または第 1 のプロセッサ 200 として構成することができ、第 3 のモジュールは第 1 のプロセッサ 200 または第 2 のプロセッサ 202 として構成され得る。

20

【 0 0 5 3 】

図 8 は、モジュールごとに複数の液晶セルを備える、図 3 または 4 によるシステムの拡張形態を概略的に示す。特に、非偏光の白色光源は、70 で示され、たとえば第 1 の LCD スクリーン 10 の形態で、少なくとも第 1 の偏光フィルタ 12 によって、および第 1 のモジュール 10 の複数のセル 13 によって制御されるように意図された複数の光線を放射するように構成されている。

【 0 0 5 4 】

第 1 のモジュール 10 の第 1 の偏光フィルタ 12 およびセル 13 は、計算システム 1 の光変調器 100 を形成し、これは、シリアルデータを処理される光データに変換する機能を有している。

30

【 0 0 5 5 】

第 1 のモジュール 10 は、モジュール 10 の複数のセル 13 に対応する複数の光線をその出力で生成し、各光線は、それぞれのセル 13 の状態に依存する偏光を有している。光線は、第 2 のモジュール 20 のそれぞれのセル 23 に入力される。これらの光線は第 2 のモジュール 20 によって処理され、特に、各光線は、セル 23 の状態に応じて、第 2 のモジュール 20 の対応するセル 23 によって処理される。このように処理された光線は、検知器 40 の複数のセンサによって検知されることを意図された、計算システム 1 の結果を表し、各センサは、検知器 40 と第 2 のモジュール 20 との間に位置する第 2 の偏光フィルタ 22 によって出力される光線に関連付けられている。

40

【 0 0 5 6 】

拡張計算システム 1 は、図 4 に示される基本構造から同様に得られ得る。

【 0 0 5 7 】

図 11 は、2 進、3 進、4 進、二重レールのシステム、または n 重レールのシステムに基づいて、計算システム 1 で光をコード化する可能な方法の例を示す。符号化システムは、変調中に、処理されるデータを表し、処理されるデータに対応する光特性に帰するために使用される。

【 0 0 5 8 】

符号化システムでは、情報は、既に上で説明したように、光が不透明（黒）または白（透明）であるという事実によってだけでなく、光（つまり光線）のさらなる特性、特に、

50

図 1 1 において白い四角内のそれぞれの矢印によって示される白色光、または図 1 1 においてそれぞれの色付きの四角によって示される青、緑、および赤などのさらなる色の方向、または図 1 1 において色付きの四角でそれぞれの矢印によって示される色付きの光の方向によっても表される。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、たとえば図 2 のハードウェアアーキテクチャに基づいた、計算システム 1 の操作を、概略的な形態で、および論理システムに基づいて（すなわち、構成要素のハードウェア配置に本質的に関連付けて）例示している。

【 0 0 6 0 】

第 1 のモジュール 1 0 および第 2 のモジュール 2 0 において、計算システムに入力されたシリアルデータは、図 1 1 に示される符号化システムの 1 つによってエンコードされ、したがって、光学形式での、入力データを表す、所定の変調を光に帰している。これは、第 2 のモジュール 2 0 の出力として図 9 の論理図に示されている。

10

【 0 0 6 1 】

第 3 のモジュール 3 0 は、第 2 のモジュール 2 0 から出力される光線に計算を適用する。この計算は、入力された光データ（すなわち光線）を第 3 のモジュール 3 0 に変換する計算マスクで予め定義付けされる。計算マスクは、図 9 でははっきりと見えないため、図 1 0 で拡大して示されている。計算マスクは、第 3 のモジュール 3 0 の内部で、計算、すなわち光線に対して実行される処理に応じて予め定義付けされる。そのため、第 3 のモジュールは、種々の計算マスクを再度定義付けすることによって構成され得る。

20

【 0 0 6 2 】

ここでまた、光の変調に採用された符号化システム、たとえば図 1 1 に示されるシステムの 1 つに基づき、光計算の結果は、検知器 4 0 において、外部システム向けの対応するデジタルデータに再変換され得る。

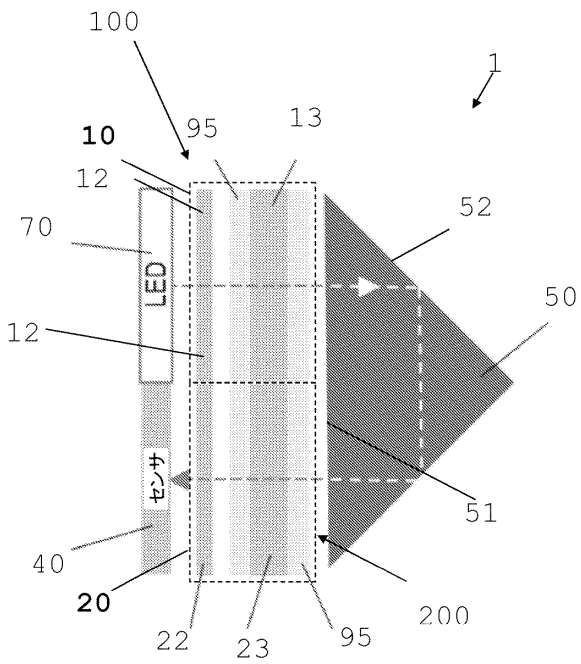
30

40

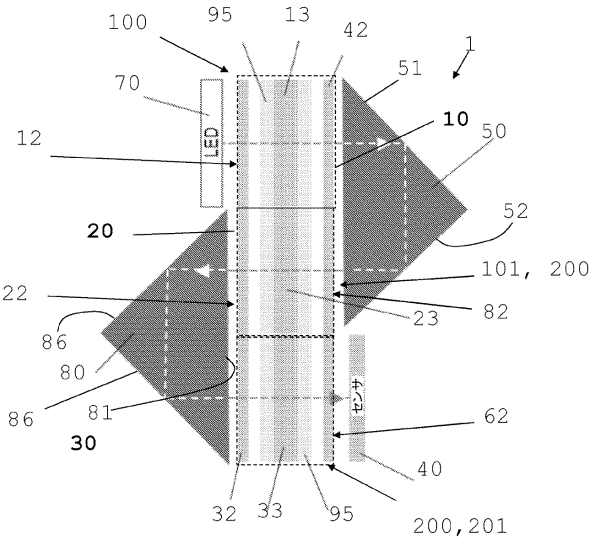
50

【図面】

【図 1】



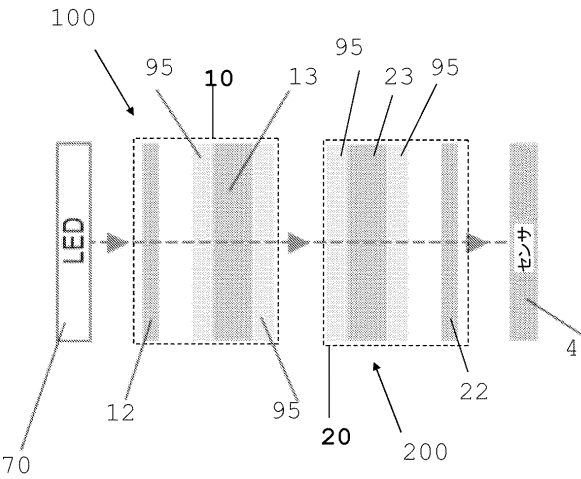
【図 2】



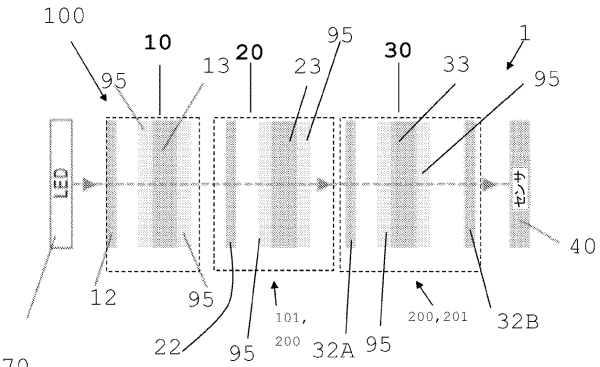
10

20

【図 3】



【図 4】

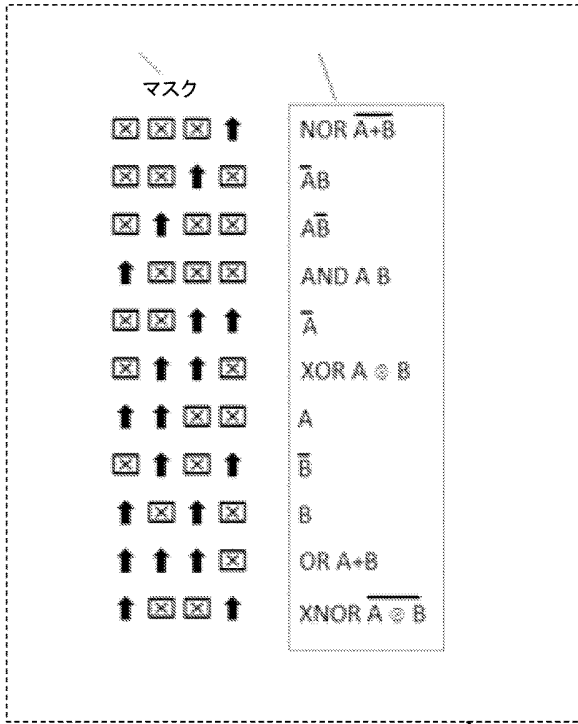


30

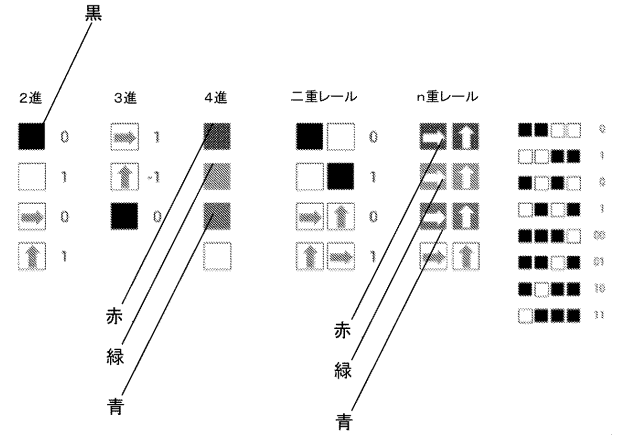
40

50

【図 1 0】



【図 1 1】



10

20

a

30

40

50

フロントページの続き

ヴィア アイ ポツギ 64

審査官 林 祥恵

- (56)参考文献 特開平02-085831(JP,A)
特開平04-051224(JP,A)
特開平05-210139(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0085496(US,A1)
F.T.S. YU et al. , " Digital optical architectures for multiple matrix multiplication " , Optics Communications , 1989年05月 , Vol. 71, No. 1-2 , pp.39-45 , DOI: 10.1016/0030-4018(89)90300-3
J. YANG et al. , "Routing algorithm of folded multistage optical interconnection network" , 2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE) , 2012年 , pp. 337-342 , doi: 10.1109/CSAE.2012.6272610
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , DB名)
G02F 1/00 - 1/125
G02F 1/21 - 7/00
G02F 1/133 - 1/1335
G06E 1/00 - 3/00
JSTPlus / JST7580 (JDreamIII)
IEEE Explore