

(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2018-517158  
(P2018-517158A)

(43) 公表日 平成30年6月28日(2018.6.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G02B 6/42</b> (2006.01)	G02B 6/42	2 G 0 5 9
<b>H01S 3/00</b> (2006.01)	H01S 3/00	A 2 H 1 3 7
<b>H01S 3/10</b> (2006.01)	H01S 3/10	Z 3 K 2 4 3
<b>F21S 2/00</b> (2016.01)	F21S 2/00	3 5 0 5 F 1 7 2
<b>F21V 8/00</b> (2006.01)	F21V 8/00	2 0 0

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁) 最終頁に続く

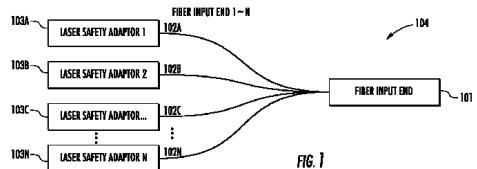
(21) 出願番号	特願2017-550231 (P2017-550231)	(71) 出願人	505134268 イースト カロライナ ユニバーシティ アメリカ合衆国ノースカロライナ州278 58, グリーンヴィル, チャールズ・ブー ルヴァード 2200, グリーンヴィル・ センター, ルーム 2400
(86) (22) 出願日	平成28年3月24日 (2016.3.24)	(74) 代理人	100107364
(85) 翻訳文提出日	平成29年11月9日 (2017.11.9)	(72) 発明者	弁理士 斎藤 達也 ペング, ジーョング アメリカ合衆国 27858 ノースカロ ライナ州 グリーンヴィル, シャーウッド ドライブ 3106
(86) 國際出願番号	PCT/US2016/023963		
(87) 國際公開番号	W02016/154408		
(87) 國際公開日	平成28年9月29日 (2016.9.29)		
(31) 優先権主張番号	62/138,017		
(32) 優先日	平成27年3月25日 (2015.3.25)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザを使用した撮像システム用のレーザセーフティアダプタ及びその関連装置

## (57) 【要約】

第1のレーザビーム強度を有する入力信号を受信するように構成されたレーザ入力端を含むファイバーアセンブリが提供される。ファイバーアセンブリは、レーザ入力端に取り付けられた複数のチャネルと、複数のレーザセーフティアダプタとをさらに含む。複数のレーザセーフティアダプタの各々は、複数のチャネルの対応する1つを受信するように構成される。複数のレーザセーフティアダプタの各々から出力するレーザビームは、第1のレーザビーム強度よりも小さい第2のレーザビーム強度を有する。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 のレーザビーム強度を有する入力信号を受信するように構成されたレーザ入力端と

、前記レーザ入力端に取り付けられた複数のチャネルと、

複数のレーザセーフティアダプタであって、当該複数のレーザセーフティアダプタの各々が前記複数のチャネルの対応する 1 つを受信するように構成された複数のレーザセーフティアダプタと、を備え、

前記複数のレーザセーフティアダプタの各々から出力するレーザビームは、前記第 1 のレーザビーム強度よりも小さい第 2 のレーザビーム強度を有する、

10

ファイバーアセンブリ。

**【請求項 2】**

前記複数のレーザセーフティアダプタの各々は、

平行であり、拡大され、強度の低いレーザビームを提供するために、前記第 1 の強度を有する前記レーザビームを受信し、前記レーザビームを再整形するように構成されたコリメータと、

ディフューザからの偏向ビームの出力がある距離で比較的大きな画像領域をカバーする角度で発散されるように、前記コリメータから前記レーザビームを受信し、前記レーザビームを拡大するように構成されたディフューザと、

スペーサとして構成された前記ディフューザに取り付けられたスリーブであって、前記第 2 のレーザビーム強度を有する前記レーザビームが前記スリーブを出力するスリーブと、を備える、

請求項 1 に記載のファイバーアセンブリ。

20

**【請求項 3】**

前記スリーブは、円形、箱形、又は矩形の照明パターンの 1 つを含む、

請求項 2 に記載のファイバーアセンブリ。

**【請求項 4】**

前記アセンブリは、單一又は多重のスペクトル波長である 350 nm から 1100 nm までの撮像技術におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させる、

30

請求項 1 に記載のファイバーアセンブリ。

**【請求項 5】**

前記アセンブリは、撮像装置及び撮像装置からのレーザエネルギー出口源に近接して放射照度のレベルを低減することによってレーザの安全性を実質的に高める、

請求項 1 に記載のアセンブリ。

30

**【請求項 6】**

前記アセンブリは、撮像ターゲット上のビームプロファイルの均質性を提供する、

請求項 1 に記載のアセンブリ。

40

**【請求項 7】**

前記アセンブリは、撮像品質の向上をさらに提供する、

請求項 6 に記載のアセンブリ。

**【請求項 8】**

前記複数のセーフティアダプタは、前記撮像された対象物上の影を低減する、

請求項 1 に記載のアセンブリ。

40

**【請求項 9】**

前記アセンブリは、單一又は多重のスペクトル波長の撮像技術におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させ、前記撮像技術は、反射率撮像、レーザスペックル撮像、レーザドップラー撮像、近赤外蛍光撮像、及びそれらの任意の組み合わせを含む、

請求項 1 に記載のアセンブリ。

**【請求項 10】**

レーザ用のセーフティアダプタであって、

50

セーフティアダプタは、平行であり、拡大され、及びより強度の低いレーザビームを提供するために、第1の強度を有するレーザビームを受信すると共に、前記レーザビームを再整形するように構成されたコリメータと、

ディフューザから出力された偏向ビームがある距離で比較的大きな撮像領域をカバーする角度で発散するように、前記コリメータから前記レーザビームを受信すると共に、レーザビームを拡大するように構成されたディフューザと、

スペーサとして構成された前記ディフューザに取り付けられたスリーブであって、前記第2のレーザビーム強度を有するレーザビームが前記スリーブから出力するスリーブと、  
を備えたセーフティアダプタ。

【請求項 1 1】

前記スリーブは、円形、箱形、又は矩形の照明パターンの1つを含む、  
請求項10に記載のセーフティアダプタ。

【請求項 1 2】

前記アダプタは、單一又は多重のスペクトル波長である350nmから1100nmまでの撮像技術におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させる、

請求項10に記載のセーフティアダプタ。

【請求項 1 3】

前記アダプタは、撮像装置及び撮像装置からのレーザエネルギー出口源に近接して放射照度のレベルを低減することによってレーザの安全性を実質的に高める、

請求項10に記載のセーフティアダプタ。

【請求項 1 4】

前記アダプタは、撮像ターゲット上のビームプロファイルの均質性を提供する、  
請求項10に記載のセーフティアダプタ。

【請求項 1 5】

前記アダプタは、撮像品質の向上をさらに提供する、  
請求項10に記載のセーフティアダプタ。

【請求項 1 6】

前記複数のセーフティアダプタは、前記撮像された対象物上の影を低減する、  
請求項10に記載のセーフティアダプタ。

【請求項 1 7】

前記アダプタは、單一又は多重のスペクトル波長の撮像技術におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させ、前記撮像技術は、反射率撮像、レーザスペックル撮像、レーザドップラー撮像、近赤外蛍光撮像、及びそれらの任意の組み合わせを含む、

請求項10に記載のセーフティアダプタ。

【請求項 1 8】

ファイバーセンブリを使用して強度の低いレーザビームを提供する方法であって、  
第1のレーザビーム強度を有するレーザ入力の第1の端部で入力信号を受信するステップと、

第2の端部のレーザ入力端に取り付けられた複数のチャネルに、前記レーザ入力の前記第2の端部からの前記第1のレーザビーム強度を有する前記入力信号を供給するステップであって、前記複数のチャネルの各々が、それに関連する複数のレーザセーフティアダプタの対応する1つを有するステップと、

前記第1のレーザビーム強度よりも小さい第2のレーザビーム強度を有する前記複数のレーザセーフティアダプタの各々からのレーザビームを供給するステップと、  
を含む方法。

【請求項 1 9】

平行であり、拡大され、強度の低いレーザビームを提供するために、前記第1の強度を有する前記レーザビームを受信し、前記レーザビームを再整形するステップと、

前記ディフューザからの偏向ビームの出力がある距離で比較的大きな画像領域をカバーする角度で発散されるように、コリメータから前記レーザビームを受信し、前記レーザビ

10

20

30

40

50

ームを拡大するステップと、

スペーサとして構成された前記ディフューザに取り付けられたスリーブから、前記第2のレーザビーム強度を有するレーザビームを供給するステップと、

請求項1-8に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

本出願は、レーザを使用した撮像システム用のレーザセーフティアダプタ及びその関連装置と題する、2015年3月25日に出願された米国仮出願第62/138,017号の優先権を主張し、その開示内容は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

10

【0002】

著作権の留保

この特許文書の開示の一部は、著作権保護の対象となる資料を含む。著作権所有者である、ノースカロライナのグリーンビルのイーストカロライナ大学は、特許商標庁の特許ファイルに記載されているように、誰かの特許文書又は特許開示による複製に異議を唱えておらず、それ以外はすべての著作権を留保する。

【0003】

本発明の概念は、一般的にはレーザ及びその応用に関し、より詳細には、広視野(FOV)レーザ照射を伴うレーザ用途に関する。

20

【背景技術】

【0004】

どのレーザアプリケーションにおいても、安全性の問題は常に懸念される。レーザ照射は、高エネルギー強度を生成するために、レーザビームからのエネルギーを狭い波長のために狭く平行なビームに光学的に閉じ込められ得るという利点を提供し、これは多くの撮像シナリオにおいて望ましい。しかしながら、この高エネルギー強度は、平行なレーザビームに直接的にさらされた使用者又は装置に損傷を与える。

【0005】

大部分のレーザ撮像システムでは、レーザビームは、調査されるべきサンプル(ターゲット領域)を覆う領域を照射するように拡大される。遠視野の撮像では、これは、例えば1cm×1cmより広く、場合によっては10cm×10cmまで拡大する任意の視野(FOV)であり得る。特定の物体距離(>10cm)においてビームがターゲット領域全体をカバーするのに十分な大きさになるように、典型的には、従来の方法では、結晶光パイプ又は光ファイバが光ビームを拡大するために使用される。典型的には、この膨張は、円錐形のビームプロファイルをもたらし、この円錐の先端がファイバからのレーザエネルギー出口点に位置する。この場所では、仮に10cm離れた撮像対象の表面での放射照度が危険でなくレーザ標準仕様内であっても、放射照度、すなわち単位面積あたりのレーザ出力は、危険なほどに高くなり得る。したがって、露光時間が短くても、使用者の肌は円錐の先端に接近して怪我をするリスクがある。

30

【0006】

距離センサなどの受動的装置は、レーザエネルギーが予め指定された距離範囲でサンプル(撮像オブジェクト)表面に許容レベル内で供給されることを保証するために使用され得る。したがって、距離が短すぎ又は短くなりすぎると、レーザは自動的に遮断される。さらに、これらの装置に関して、レーザ源とターゲット領域との間の空間に他の物体が現れると、レーザは停止するだろう。しかしながら、これらの装置の使用は、撮像取得プロセスの通常の動作に散発的な予期しない中断を引き起こす傾向を有する。さらに、レーザの露光による損傷が時間依存性であると共に、露光がうっかり認識されないことがあるので、放射照度の原理のために距離センサや短い露光時間などの安全性の特徴を備えていても、潜在的な傷害が繊細な組織で生じ得る。

40

50

**【0007】**

波長が350nm - 100nmの範囲の複数の新しい撮像技術が出現することに伴い、撮像属性を犠牲にすることなく損傷の発生を低減するための撮像アプリケーションにおけるレーザの安全性を対象とするシステム及び方法が、非常に望まれている。

**【発明の概要】****【0008】**

本発明の概念のいくつかの実施形態は、第1のレーザビーム強度を有する入力信号を受信するように構成されたレーザ入力端を含むファイバーセンブリを提供する。ファイバーセンブリは、レーザ入力端に取り付けられた複数のチャネルと、複数のレーザセーフティアダプタとをさらに含む。複数のレーザセーフティアダプタの各々は、複数のチャネルの対応する1つを受信するように構成される。複数のレーザセーフティアダプタの各々から出るレーザビームは、第1のレーザビーム強度よりも小さい第2のレーザビーム強度を有する。

10

**【0009】**

本発明の概念のさらなる実施形態では、複数のレーザセーフティアダプタの各々は、コリメータ、ディフューザ、及びスリーブを含み得る。コリメータは、平行であり、拡大され、及びより強度の低いレーザビームを提供するために、第1の強度を有するレーザビームを受信すると共に、レーザビームを再整形するように構成されている。ディフューザからの偏向ビームの出力がある距離で比較的大きな撮像領域をカバーする角度で発散されるように、ディフューザは、コリメータからレーザビームを受信し、レーザビームを拡大するように構成され得る。スリーブは、スペーサとして構成されたディフューザに取り付けられ得、第2のレーザビーム強度を有するレーザビームがスリーブから出力する。

20

**【0010】**

さらに別の実施形態では、スリーブは、円形、箱形、又は矩形の照明パターンのうちの1つであり得る。

**【0011】**

いくつかの実施形態では、アセンブリは、單一又は多重のスペクトル波長である350nmから1100nmまでの撮像技術におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させ得る。

30

**【0012】**

さらなる実施形態では、アセンブリは、撮像装置及び撮像装置からのレーザエネルギー出口源に近接して放射照度のレベルを低減することによってレーザの安全性を実質的に高め得る。

**【0013】**

さらなる実施形態では、アセンブリは、撮像ターゲット上のビームプロファイルの均質性を提供し得る。

**【0014】**

いくつかの実施形態では、アセンブリは、撮像品質の向上をさらに提供し得る。

**【0015】**

さらなる実施形態では、複数のセーフティアダプタは、撮像された対象物上の影を低減し得る。

40

**【0016】**

さらに別の実施形態では、アセンブリは、單一又は多重のスペクトル波長の撮像技術におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させ得る。特定の実施形態では、撮像技術は、反射率撮像、レーザスペックル撮像、レーザドップラー撮像、近赤外蛍光撮像、及びそれらの任意の組み合わせを含み得る。

**【0017】**

本発明の概念のいくつかの実施形態は、レーザ用のセーフティアダプタを提供し得る。セーフティアダプタは、平行であり、拡大され、及びより強度の低いレーザビームを提供するために、第1の強度を有するレーザビームを受信すると共に、レーザビームを再整形

50

するように構成されたコリメータと、ディフューザから出力された偏向ビームがある距離で比較的大きな撮像領域をカバーする角度で発散するように、コリメータからレーザビームを受信すると共に、レーザビームを拡大するように構成されたディフューザと、スペーサとして構成されたディフューザに取り付けられたスリーブであって、第2のレーザビーム強度を有するレーザビームがスリーブから出力するスリーブと、を含む。

#### 【0018】

本発明の概念のさらなる実施形態は、ファイバーアセンブリを使用して強度の低いレーザビームを提供する方法を提供する。この方法は、第1のレーザビーム強度を有するレーザ入力の第1の端部で入力信号を受信するステップと、第2の端部のレーザ入力端に取り付けられた複数のチャネルに、レーザ入力の第2の端部からの第1のレーザビーム強度を有する入力信号を供給するステップであって、複数のチャネルの各々が、それに関連する複数のレーザセーフティアダプタの対応する1つを有するステップと、第1のレーザビーム強度よりも小さい第2のレーザビーム強度を有する複数のレーザセーフティアダプタの各々からのレーザビームを供給するステップと、を含む。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0019】

【図1】本発明の概念のいくつかの実施形態による、N個のセーフティアダプタと組み合わせたファイバを示すブロック図である。

20

【図2】本発明の概念のいくつかの実施形態による、レーザセーフティアダプタの機能を示すブロック図である。

【図3】本発明の概念のいくつかの実施形態による、レーザセーフティアダプタのアセンブリを示す図である。

【図4A】本発明のいくつかの実施形態による、ファイバ(4A)から直接的に出るレーザ光及びレーザセーフティアダプタ(4B)からのレーザ光を示す図である。

【図4B】本発明のいくつかの実施形態による、ファイバ(4A)から直接的に出るレーザ光及びレーザセーフティアダプタ(4B)からのレーザ光を示す図である。

【図5】本発明の概念のいくつかの実施形態による、レーザセーフティアダプタの態様を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0020】

本発明の概念の実施形態は、本発明の概念の好ましい実施形態が示されている添付図面を参照してより詳細に以下で説明するだろう。しかしながら、本発明の概念は、多くの異なる形態で具体化され得るものであり、本明細書に記載の実施形態に限定されると解釈されるべきではない。同様の番号は、全体を通して同様の要素を指す。図面において、層、領域、要素、又は構成要素は、明瞭化のために誇張され得る。破線は、別段に明記しない限りオプションの機能又は操作を示す。

30

#### 【0021】

本明細書で使用する用語は、特定の実施形態のみを説明するためのものであり、本発明の概念を限定するものではない。本明細書で使用されるように、単数形「a」、「a n」、及び「t h e」は、文脈が別段に明確に示さない限り、複数形も含むことが意図される。本明細書で用いられた用語「含む(c o m p r i s e s)」及び/又は「含む(c o m p r i s i n g)」が、記載された特徴、整数、ステップ、動作、要素、及び/又は構成要素の存在を特定し、1つ以上の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、及び/又はそれらのグループの存在又は追加を除外しないことは、さらに理解されるだろう。本明細書で使用される場合、「及び/又は」という用語は、関連する列挙された項目の1つ以上の任意の及びすべての組み合せを含む。本明細書で使用されるように、「XとYとの間」及び「約XとYとの間」などの語句は、X及びYを含むと解釈されるべきである。本明細書中で使用されるように、「約XとYの間」などの語句は、「約Xと約Yとの間」を意味する。本明細書で使用されるように、「約XからYまで」などの語句は、「約Xから約Yまで」を意味する。

40

50

## 【0022】

別段に定義されない限り、本明細書で使用される全ての用語（技術用語及び科学用語を含む）は、本発明の概念が属する技術分野の当業者によって一般に理解されるのと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書に定義されているものなどの用語が、明細書及び関連技術の文脈における意味と一致する意味を有すると解釈されるべきであると共に、本明細書で明示的に定義されていない限り、理想化され又は過度に形式的な意味で解釈されるべきではないことは、さらに理解されるであろう。周知の機能又は構成は、簡潔さ及び/又は明瞭さのために詳細に説明され得ない。

## 【0023】

ある要素が他の要素の「on」、「attached」、「connected」、「coupled」、「contacting」等の他の要素と呼ばれる場合、それが、他の要素に直接的上に取り付けられ、接続され、結合され、又は接触され得、又は介在する要素も存在し得ることは、理解されるであろう。その一方、ある要素が、例えば「directly on」、「directly attached」、「directly connected」、「directly coupled」、又は「directly contacting」と呼ばれる場合、介在要素の存在はない。「隣接する」別の特徴に配置された構造又は特徴への参照は、隣接する特徴に重なるか又はその下にある部分を有し得ることは、当業者であれば理解されるであろう。

10

## 【0024】

第1、第2などの用語が、様々な要素、構成要素、領域、層、及び/又は部分を説明するため本明細書で使用されるが、これらの要素、構成要素、領域、層、及び/又は部分は、これらの用語によって限定されるべきではない。これらの用語は、1つの要素、構成要素、領域、層、又は部分をもう1つの要素、構成要素、領域、層、又は部分と区別するためにのみ使用される。したがって、以下に説明する第1の要素、構成要素、領域、層、又は部分は、本発明の概念の教示から逸脱することなく、第2の要素、構成要素、領域、層、又は部分と呼ばれ得る。動作（又はステップ）の配列は、特に別段の指示がない限り、請求項又は図に示された順序に限定されない。

20

## 【0025】

「under」、「below」、「lower」、「over」、「upper」などの空間的に相対的な用語は、図面に示されているように、1つの要素又は特徴ともう1つの要素又は特徴との関係を説明するために、説明を容易にするために本明細書で使用し得る。空間的に相対的な用語が、図面に描かれている向きに加えて、使用又は動作中の装置の異なる向きを包含することが意図されていることは理解されるだろう。例えば、図中の装置が反転されている場合、「under」又は「beneath」の他の要素又は特徴として記載された要素は、「over」の他の要素又は機能に配向されるだろう。したがって、例示的な用語「under」は、上方及び下方の向きの両方を包含することができる。この装置は、それ以外に配向され得（90度又は他の向きに回転される）、本明細書で使用される空間的に相対的な記述子はそれにしたがって解釈され得る。単に「upwardly」、「downwardly」、「vertical」、「horizontal」などの用語は、特に別段の指示がない限り、説明の目的でのみ本明細書で使用される。

30

## 【0026】

本明細書で説明するように、本発明の概念のいくつかの実施形態は、一般的に、レーザ及びそのアプリケーション、より詳細には、広視野（FOV）のレーザ照明を伴うレーザのアプリケーションに関する。例えば、本発明の概念の実施形態は、レーザ安全性を高めると共に、レーザスペックル撮像（Laser Speckle Imaging：LSI）、レーザドップラー撮像（Laser Doppler Imaging：LDI）、近赤外蛍光撮像、これらの撮像技術の組み合わせ、又は反射率撮像技術などの組織/臓器の血流及びかん流の撮像技術におけるビームプロファイルを改善するために、单一又は多重のスペクトルレーザの撮像で使用され得る。

40

50

## 【0027】

本発明の概念のいくつかの実施形態は、ファイバの先端から出力する場合に小さな領域に集中されるレーザエネルギーを低減するために特別な光学素子を使用する。この集中された集光レーザエネルギーは、皮膚又は眼の網膜への露光によって害になり得る。ファイバ又はレーザ照明装置の出口点に設置された本明細書に記載の実施形態によるセーフティアダプタを用いて、撮像装置の操作者が露光され得るレーザエネルギーは、レーザエネルギーを著しく広げるために非常に短い距離で発散される。したがって、操作者が不注意に照明システムに触れたとしても、操作者へのレーザエネルギーの露光は、ハザード閾値よりもはるかに低い。本発明の概念の実施形態は、装置のレーザ強度又は撮像能力の属性を犠牲にすることなく安全性を提供する。

10

## 【0028】

特に、上述のように、撮像属性を犠牲にすることなく損傷の発生を低減する撮像アプリケーションにおけるレーザの安全性を対象とするシステム及び方法は、非常に望ましい。よって、本発明の概念のいくつかの実施形態は、例えばレーザポート、ファイバの先端、光パイプの先端などのレーザエネルギー源の出口点に取り付けられた特別なビーム拡大器を形成するための多数の光学素子を提供する。したがって、本明細書で説明する実施形態によれば、レーザビームエネルギーは、非常に短い距離、例えば数センチメートルの広い領域に分散され得る。

## 【0029】

さらなる実施形態では、カスタム光ファイバは、撮像対象の視野（FOV）の照明をカバーするために、光を異なるチャネルに分割して使用される。これは、光エネルギーが上述した特殊なビーム拡大器に入力する前に、各チャネルの単位面積当たりのレーザエネルギーをさらに減少させ得る。概して、本明細書で論じられるいくつかの実施形態による特殊なビーム拡大器及び光ファイバは、単位面積当たりの光エネルギーを減少させ、ターゲットのレーザ照射の均質性を高め、撮像ターゲットの表面における放射照度を維持するが、図1-図5に関して以下にさらに説明するように、撮像システム及びレーザ源に近接して過剰な照射露光のリスクを低減する。

20

## 【0030】

最初に図1を参照すると、本発明の概念のいくつかの実施形態にしたがって、ファイバを分割するプロセッサを示す図が説明されるだろう。図1に示すように、ファイバレーザビーム101の端部は、光強度を減少させるために、Nチャネル（102A-102N）に分割される。各チャネル102A-102Nは、対応するレーザセーフティアダプタ103A-103Nに設けられる。図1ではファイバが4つのチャネルに分割されているが、本発明の実施形態がこの構成に限定されることは、理解されるだろう。例えば、本発明の概念の範囲から逸脱することなく、4つより多い又は少ないチャネルが存在され得る。

30

## 【0031】

再び図1を参照すると、例えば人の手などの生体組織が撮像動作中に強いレーザパワーにさらされるリスクを低減するために、レーザ源からの高エネルギー強度がN個の分岐に割り当てられるように、本発明の概念のいくつかの実施形態は、多脚光ファイバ（102A-102N）を介してレーザ（101）を案内し、そのうちNは2より大きい。各ブランチは、レーザエネルギーの同じ部分を受信する。したがって、N=3の場合には、レーザは3つのチャネル間で等しく分割される。動作中、照明用のレーザ源は、カスタムメイドのファイバアセンブリ104の唯一の入力端に設けられる。レーザビームは、N個の出力チャネル102A-102Nに分割される。各チャネルは、合計入力エネルギーの1/Nのレーザ強度を有し、そのうちNは出力ファイバレッグ（チャネル）の数である。各ファイバレッグ（チャネル）からの光は、対応するレーザセーフティアダプタ103A-103Nに入力する。したがって、本発明の概念の実施形態は、照明をより均質にすることによって単位面積当たりのレーザエネルギーを減少させるだけでなく、ビームプロファイルの品質を向上させる。さらに、影は、多くのレーザ撮像アプリケーションで望まれてい

40

50

る異なる角度から光をターゲット上に放出することによって低減され、又はおそらく除去され得る。

【0032】

ここで図2を参照すると、本発明の概念のいくつかの実施形態によるレーザセーフティアダプタ203を示す図は、説明されるだろう。図2に示すように、レーザセーフティアダプタ203は、レーザ源210と、コリメータ215と、ディフューザ220と、スリーブ220とを含む。動作中、レーザ光がレーザポート、ファイバチップ、又はライトパイプなどのレーザ源210から発射されると、それは、コリメータ215によって集光され、且つ平行にされる。コリメータ215は、平行にされるレーザビームを再成形する。しかしながら、コリメータ215から出力するレーザビームは、それが照射する領域にわたってほぼガウスのエネルギー分布をさらに有し、中央のレーザ強度は、周辺領域よりも非常に強い。いくつかの実施形態では、コリメータ215は、本発明の概念の範囲から逸脱することなく、任意の市販のレーザコリメータであり得る。

10

【0033】

コリメータ215から、ディフューザ220から出力された偏向ビームが一定の距離、例えば30cmで比較的大きな撮像領域をカバーするために一定の角度で発散されるように、レーザビームは、レーザビームを広げるディフューザ220に入力する。ディフューザ220は、本発明の概念の範囲から逸脱することがない限り、市販の任意のレーザディフューザであってもよい。いくつかの実施形態では、ディフューザ220の後の照明領域内のレーザ強度プロファイルは、この照明領域内の任意のホットスポットの可能性を低減し、場合によっては防止するために、均一な分布に調整される。

20

【0034】

レーザビームは、伝搬経路において如何なる生体組織にも当たる前に、さらに発散されるように、レーザビームに対して追加の安全層を作り出すための空間間隙として、ディフューザ220から出力し、工業用ディフューザ220の出力面に取り付けられたスリーブ230に入力する。いくつかの実施形態では、スリーブ230は、円形スリーブであり得るが、本発明の概念の実施形態は、この構成に限定されない。例えば、いくつかの実施形態では、スリーブは、本発明の概念の範囲から逸脱することなく、箱形又は長方形であり得る。

30

【0035】

ここで図3を参照し、本発明の概念のいくつかの実施形態による実際のレーザセーフティアダプタを示す画像が説明される。図3に示すように、レーザセーフティアダプタ303は、図2に関して上述したように、レーザ源310、コリメータ315、ディフューザ320、及びスリーブ330を含む。セーフティアダプタ303のこれらの要素が図3からどのようにフィットするかは、明らかである。

【0036】

ここで図4A及び図4Bを参照すると、レーザ出力の図が説明されるだろう。図4Aは、ファイバから直接出るレーザ光を示し、図4Bは、本発明の概念のいくつかの実施形態によるレーザセーフティアダプタから出力するレーザ光を示す。特に、図4Aは、紙片を直接照射する緑色レーザを示す。レーザビームがレーザから直接出力する場合にレーザビームの強度がどれくらいであるかは、図4Aから明らかである。また、レーザエネルギーが小さな領域に集中し、ビームプロファイルが中央でより強くなることが明らかである。

40

【0037】

全く対照的に、図4Bは、本発明の概念のいくつかの実施形態によるレーザセーフティアダプタから出力するレーザ光を示す。特に、図4Bは、レーザセーフティアダプタから出力するレーザ光が比較的広い領域に費やされ、ビームプロファイルが照明領域に渡って著しく均一であることを示している。実験は、本発明の概念のいくつかの実施形態による450mWのクラス3bのレーザで実施されている。結果は、レーザセーフティアダプタを通過するレーザ光が人間の手に直接不快感を与えることなく直接的に照射できることを示した。

50

## 【0038】

いくつかの実施形態では、この撮像構成でレーザを発射するために使用される光ファイバは、0.22などの開口数(NA)を有するマルチモードの光ファイバである。ファイバコリメータがファイバチップに取り付けられると、コリメータ後の出射ビームは、約16mmの直径を有する。

## 【0039】

さらに、平行なレーザビームは、ガウスプロファイルによって特徴付けられ、ビームの中央領域の光強度は、周辺領域よりも著しく高い。人間の皮膚がこの出射ビームによって照射されると、レーザビームの中央部分が生体組織に物理的損傷を与える可能性が非常に高い。不均質なレーザ強度分布に起因するレーザ損傷の可能性を低減するか、又はおそらくそれを防止するために、本明細書で説明されるいくつかの実施形態によるレーザセーフティアダプタは、レーザビームをより大きな領域にさらに発散させる、レーザファイバコリメータに取り付けられた工業用ディフューザを含む。さらに、ディフューザは、入射レーザビームを均質化し、それをガウス分布からトップハット分布に変換することができ、これは、ビーム内のレーザ強度分布が隠されたホットスポットを回避するためにほぼ均一であることを意味する。

10

## 【0040】

ここで図5を参照すると、本発明の概念のいくつかの実施形態によるアセンブリを示す図が説明されるだろう。本明細書で説明する実施形態によるセーフティアダプタに使用される工業用ディフューザは、約20度の発散角を有し、これは、図5に示すように30cm離れた距離で直径120mmの円形スポットにレーザビームを投影することができる。工業用ディフューザは、ビームが発射される前に拡大されたスポットに自由に発散することを可能にする管状スペーサ内に配置され得る。このスペーサ(スリーブ)は、35mmの長さを有し得る。したがって、レーザスポットは、管の出射口で直径28mmの拡大されたビームサイズを有する。実験中、使用されるレーザの最大パワーレベルは1Wであり、レーザは図示のように4つのチャンネルに均等に分割された。したがって、各レッグのレーザ出力は0.25Wである。スペーサから出力されるレーザビームは、面積6.15cm<sup>2</sup>に相当する直径28mmを有するので、スペーサの出射口での照射強度は、ビーム内の照射領域にわたって均一に0.04W/cm<sup>2</sup>である。ANSI Z136.1-2000によれば、レーザから人間の皮膚のうち、レーザの安全な使用のための米国標準規格(最大許容露出量)(MPE)は、可視光線領域(0.4-0.7μm)内の約0.2W/cm<sup>2</sup>であり、近赤外線(NIR)領域である808nmのレーザに対する約0.33W/cm<sup>2</sup>である。本発明の実施形態によるレーザセーフティアダプタの出射口における放射照度は、0.04W/cm<sup>2</sup>であり、対応する波長領域におけるMPEよりもはるかに低い。したがって、誤って広範囲の波長のレーザにさらされた場合、人間の皮膚が撮像操作中に安全である。下記の表1は、可視波長及び近赤外(NIR)波長のMPE(W/cm<sup>2</sup>)及び実際の放射照度(W/cm<sup>2</sup>)をまとめた。

20

30

## 【0041】

## 【表1】

30

	MPE (W/cm <sup>2</sup> )	実際の放射照度 (W/cm <sup>2</sup> )
可視波長	0.2	0.04
NIR(808nm)	0.33	0.04

40

## 【0042】

上記で簡単に説明したように、本発明の概念のいくつかの実施形態は、蛍光撮像、LSI、及びLDIなどの広視野のレーザ撮像アプリケーションの安全レベルを向上させるセーフティアダプタを提供する。また、本発明の概念のいくつかの実施形態は、ビームをより均質にし、ターゲットの影を除去し、レーザの不安定性によって引き起こされるノイズ

50

を減少させることにより、広視野のレーザ撮像アプリケーションの改善された画質を提供し得る。したがって、本発明の概念のいくつかの実施形態は、レーザを使用した撮像におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させるシステムを提供する。

【0043】

本発明の概念のいくつかの実施形態は、单一又は多重スペクトル波長 (350 nm - 1100 nm) の撮像技術におけるレーザの安全性及びビームの均一性を向上させ、特別な光学設計及び装置の2つの構成要素からなり、レーザエネルギーを複数のファイバに分割する。いくつかの実施形態は、短い(数cm)距離にわたって迅速なビーム拡大及び拡散を達成するための特別な光学設計及び装置を含む。

【0044】

いくつかの実施形態では、レーザファイバをN個の別個のチャネルに分割する光学設計が提供され、その各々は特殊な光学設計の装置に取り付けられる。これらの実施形態は、レーザの安全性とビームの均一性の向上を同時に提供する。本明細書で説明される実施形態によるレーザの安全性及びビームの均一性の向上は、リスクを増加させることなく、撮像ターゲットにおける生理学的プロセスの長期間にわたる撮像露出をもたらし得る。さらに、撮像ターゲットにおける生理学的プロセスの複数の連続的な撮像取得が、リスクを増大させることなく提供され得る。

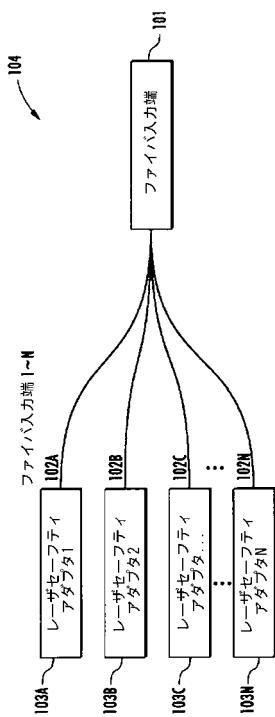
【0045】

図面及び明細書において、本発明の概念の例示的な実施形態が開示されている。特定の用語が用いられているが、それらは一般的且つ説明的な意味でのみ使用され、限定のためではなく、本発明の概念の範囲は特許請求の範囲によって定義される。

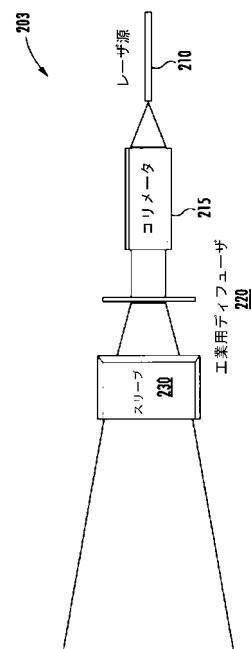
10

20

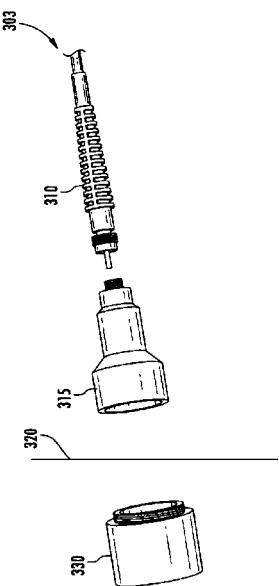
【図1】



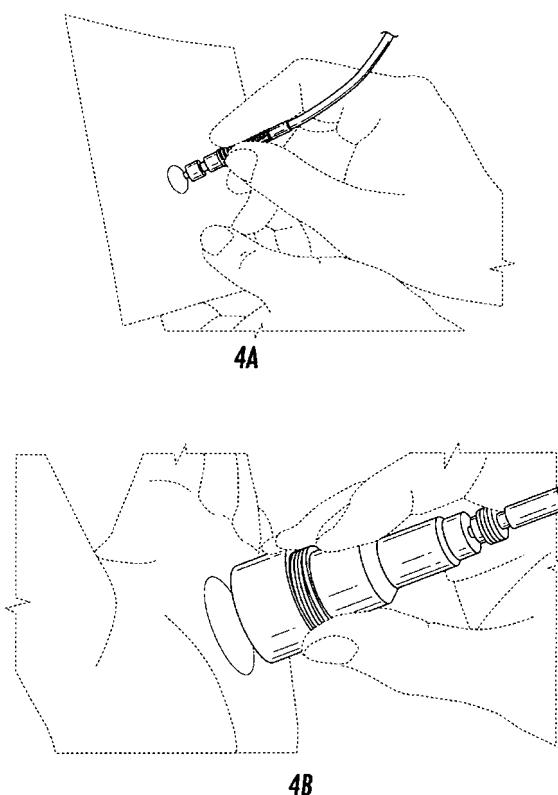
【図2】



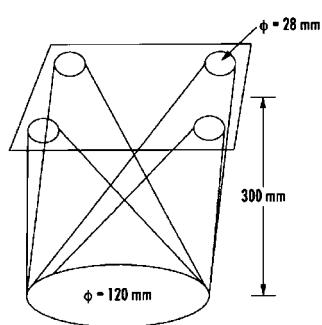
【図3】



【図4】



【図5】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/023963
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>H01S 3/07(2006.01)i, G02B 27/30(2006.01)i, H01S 5/20(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S 3/07; A61N 5/06; A61M 37/00; H04J 14/06; H04B 10/00; F21V 7/04; A61B 18/20; F21V 23/02; G02B 27/30; H01S 5/20		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: fiber assembly, laser beam intensity, laser safety adaptor, channels, imaging device		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003-0231511 A1 (SIMON THIBAULT) 18 December 2003 See abstract, paragraphs [0004]–[0010], [0025]–[0027], [0043], claims 1–2 and figures 3, 5–9, 12.	1–19
A	US 2010-0284693 A1 (AMOS AGMON et al.) 11 November 2010 See paragraph [0077] and figure 1.	1–19
A	US 2012-0191005 A1 (EMIL NAUMOVICH SOBOL et al.) 26 July 2012 See paragraphs [0095]–[0096] and figures 9a–10b.	1–19
A	JP 2005-118325 A (NIDEK CO., LTD.) 12 May 2005 See claims 1, 3 and figure 3.	1–19
A	US 2007-0109784 A1 (WILLIAM D. KOSNIK et al.) 17 May 2007 See paragraphs [0010]–[0022] and figures 1–2.	1–19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 application or patent but published on or after the international filing date "U" 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		
Date of the actual completion of the international search 29 June 2016 (29.06.2016)		Date of mailing of the international search report <b>29 June 2016 (29.06.2016)</b>
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer LEE, Myung Jin Telephone No. +82-42-481-8474
		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2016/023963**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003-0231511 A1	18/12/2003	CA 2390781 A1 CA 2390781 C US 6688758 B2	14/12/2003 22/09/2009 10/02/2004
US 2010-0284693 A1	11/11/2010	US 8488974 B2 WO 2009-007973 A1	16/07/2013 15/01/2009
US 2012-0191005 A1	26/07/2012	WO 2012-100033 A1	26/07/2012
JP 2005-118325 A	12/05/2005	JP 4421259 B2	24/02/2010
US 2007-0109784 A1	17/05/2007	US 7232240 B2	19/06/2007

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 2 1 V 5/04 (2006.01)	F 2 1 V 5/04	
G 0 1 N 21/17 (2006.01)	G 0 1 N 21/17	A
G 0 2 B 27/30 (2006.01)	G 0 2 B 27/30	
G 0 2 B 6/32 (2006.01)	G 0 2 B 6/32	
F 2 1 W 131/20 (2006.01)	F 2 1 W 131:20	
F 2 1 Y 115/30 (2016.01)	F 2 1 Y 115:30	

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, T J, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, R 0, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, H N, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ファーグソン, ティー., ブルース, ジュニア.

アメリカ合衆国 2 7 6 1 5 ノースカロライナ州 ローリー, マリナー ドライブ 8 8 3 3

(72)発明者 チェン, チェンジ

アメリカ合衆国 2 7 8 5 8 ノースカロライナ州 グリーンヴィル, シャーウッド ドライブ 3 0 0 2

(72)発明者 ジェイコブス, ケネス マイケル

アメリカ合衆国 2 7 8 3 4 ノースカロライナ州 グリーンヴィル, メドーグレン ロード 2 2 6 6

F ターム(参考) 2G059 AA05 BB08 BB12 EE02 EE07 FF01 GG01 JJ17 JJ26 KK04

PP02

2H137 AA10 AB06 AC12 BA15 BC02 BC58 CA15A CA15C CA15E CA35

FA05 HA03

3K243 AA01 AA03 BC01

5F172 AM08 NN04 NN05 NN10 NR12 ZZ04