

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7705407号
(P7705407)

(45)発行日 令和7年7月9日(2025.7.9)

(24)登録日 令和7年7月1日(2025.7.1)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	26/00 (2006.01)	G 0 2 B	26/00
G 0 2 B	26/08 (2006.01)	G 0 2 B	26/08 E
G 0 2 B	27/48 (2006.01)	G 0 2 B	27/48
G 0 2 B	6/32 (2006.01)	G 0 2 B	6/32
G 0 2 F	1/29 (2006.01)	G 0 2 F	1/29
請求項の数 30 (全22頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2022-548119(P2022-548119)	(73)特許権者	500049141
(86)(22)出願日	令和3年1月31日(2021.1.31)		ケーエルエー コーポレーション
(65)公表番号	特表2023-512825(P2023-512825 A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア ミルピタス ワン テクノロジー ドライブ
(43)公表日	令和5年3月29日(2023.3.29)	(74)代理人	110001210
(86)国際出願番号	PCT/US2021/015975		弁理士法人 Y K I 国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2021/158453	(72)発明者	ヒル アンドリュー
(87)国際公開日	令和3年8月12日(2021.8.12)		アメリカ合衆国 カリフォルニア パークリー ロス エンジェルス アヴェニュー 2 1 1 2
審査請求日	令和5年12月1日(2023.12.1)	(72)発明者	アブラモフ アヴィ
(31)優先権主張番号	62/971,982		イスラエル ハイファ ヤイル カッツ ストリート 2 / 4
(32)優先日	令和2年2月9日(2020.2.9)	(72)発明者	シャケド アミット
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		イスラエル カルクール パルダース - ハ
(31)優先権主張番号	17/076,312		最終頁に続く
(32)優先日	令和2年10月21日(2020.10.21)		
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 広帯域照射同調

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力集束光学部品と、
出力集束光学部品と、
線形可変フィルタであって、前記線形可変フィルタのフィルタリングパラメータが、前記線形可変フィルタ上の空間位置に基づいて異なり、前記線形可変フィルタが、前記入力集束光学部品の後方焦点面および前記出力集束光学部品の前方焦点面に配置される、線形可変フィルタと、
入力ビームを受け取るように構成された、前記入力集束光学部品の前方焦点面に配置された入力角度走査構成要素であって、前記入力集束光学部品が、前記入力角度走査構成要素から前記入力ビームを受け取り、前記線形可変フィルタに前記入力ビームを向け、前記線形可変フィルタ上の前記入力ビームの位置が、前記入力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能である、入力角度走査構成要素と、
前記出力集束光学部品の後方焦点面に配置された出力角度走査構成要素であって、前記出力集束光学部品が、前記線形可変フィルタからフィルタリング済みビームとして前記入力ビームを受け取り、前記出力角度走査構成要素に前記フィルタリング済みビームを向け、前記出力角度走査構成要素が、前記出力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能な出力経路に沿って、出力ビームとして前記フィルタリング済みビームを供給する、出力角度走査構成要素と
を備え、

前記出力角度走査構成要素から前記出力ビームを受け取るためのクロス軸角度走査構成要素であって、前記クロス軸角度走査構成要素の走査平面が、前記出力角度走査構成要素の走査平面に直交し、前記出力ビームが、前記出力角度走査構成要素および前記クロス軸角度走査構成要素を制御することによって、任意の出力角度に沿って向けられ得る、クロス軸角度走査構成要素

をさらに備える波長可変フィルタ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の波長可変フィルタであって、

前記入力角度走査構成要素および前記出力角度走査構成要素に通信可能に結合されたコントローラであって、1 つ以上のプロセッサに、

10

前記線形可変フィルタ上の前記入力ビームの前記位置を選択するように前記入力角度走査構成要素の前記角度を選択

させるプログラム命令を実行するように構成された前記 1 つ以上のプロセッサを含むコントローラ

をさらに備える波長可変フィルタ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の波長可変フィルタであって、前記 1 つ以上のプロセッサが、前記 1 つ以上のプロセッサに、

固定出力経路に沿って前記出力ビームを向けるように前記入力角度走査構成要素の前記角度に基づいて前記出力角度走査構成要素の角度を選択

20

させるプログラム命令を実行するようにさらに構成される波長可変フィルタ。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の波長可変フィルタであって、前記 1 つ以上のプロセッサが、前記 1 つ以上のプロセッサに、

2 つ以上の出力チャネルのうちの選択された出力チャネルに前記出力ビームを向けるように前記出力角度走査構成要素または前記入力角度走査構成要素のうちの少なくとも一方の角度を選択

させるプログラム命令を実行するようにさらに構成される波長可変フィルタ。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の波長可変フィルタであって、前記 1 つ以上のプロセッサが、前記 1 つ以上のプロセッサに、

30

2 つ以上の照射源のうちの選択された照射源から前記入力ビームを受け取るように前記出力角度走査構成要素または前記入力角度走査構成要素のうちの少なくとも一方の角度を選択

させるプログラム命令を実行するようにさらに構成される波長可変フィルタ。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の波長可変フィルタであって、

前記入力角度走査構成要素および前記出力角度走査構成要素に通信可能に結合されたコントローラであって、1 つ以上のプロセッサに、

前記出力角度走査構成要素および前記クロス軸角度走査構成要素を変調して、前記出力角度を変調し、スペckルを軽減

40

させるプログラム命令を実行するように構成された前記 1 つ以上のプロセッサを含むコントローラ

をさらに備える波長可変フィルタ。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の波長可変フィルタであって、

前記クロス軸角度走査構成要素から光ファイバの入力面に前記出力ビームを向けるための結合レンズであって、前記出力角度走査構成要素および前記クロス軸角度走査構成要素を変調して前記出力角度を変調することが、前記光ファイバの前記入力面上の前記出力ビームの位置または角度のうちの少なくとも一方を変調する、結合レンズ

50

をさらに備える波長可変フィルタ。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の波長可変フィルタであって、前記入力集束光学部品または前記出力集束光学部品のうちの少なくとも一方が、

放物面ミラー、楕円形ミラー、または屈折走査レンズのうちの少なくとも 1 つを備える波長可変フィルタ。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の波長可変フィルタであって、前記線形可変フィルタが、線形可変スペクトルフィルタを含む波長可変フィルタ。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載の波長可変フィルタであって、前記線形可変スペクトルフィルタが、ロングパスフィルタまたはショートパスフィルタのうちの少なくとも一方であって、遮断波長が、前記線形可変スペクトルフィルタ上の前記位置に基づいて変動する、ロングパスフィルタまたはショートパスフィルタのうちの少なくとも一方を含む波長可変フィルタ。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の波長可変フィルタであって、前記線形可変スペクトルフィルタが、帯域通過フィルタであって、中心通過波長またはスペクトル通過幅のうちの少なくとも一方が、前記線形可変スペクトルフィルタ上の前記位置に基づいて変動する、帯域通過フィルタを含む波長可変フィルタ。

20

【請求項 12】

請求項 1 に記載の波長可変フィルタであって、前記線形可変フィルタが、線形可変中性フィルタであって、透過率が、前記線形可変中性フィルタ上の前記位置に基づいて変動する、線形可変中性フィルタを含む波長可変フィルタ。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の波長可変フィルタであって、前記線形可変フィルタが、線形可変偏光子であって、通過する偏光が、前記線形可変偏光子上の前記位置に基づいて変動する、線形可変偏光子を含む波長可変フィルタ。

30

【請求項 14】

請求項 1 に記載の波長可変フィルタであって、前記入力角度走査構成要素または前記出力角度走査構成要素のうちの少なくとも一方が、検流計、音響光学偏向器、電気光学偏向器、ポリゴンスキャナ、または微小電子機械システム (MEMS) 偏向器のうちの少なくとも 1 つを含む波長可変フィルタ。

【請求項 15】

2 つ以上の波長可変フィルタであって、前記 2 つ以上の波長可変フィルタのうちの 1 つの波長可変フィルタが、

40

入力集束光学部品と、

出力集束光学部品と、

線形可変フィルタであって、前記線形可変フィルタのフィルタリングパラメータが、前記線形可変フィルタ上の空間位置に基づいて異なり、前記線形可変フィルタが、前記入力集束光学部品の後方焦点面および前記出力集束光学部品の前方焦点面に配置される、線形可変フィルタと、

入力ビームを受け取るように構成された、前記入力集束光学部品の前方焦点面に配置された入力角度走査構成要素であって、前記入力角度走査構成要素が、前記入力集束光学部品から前記入力ビームを受け取り、前記線形可変フィルタに前記入力ビームを向け、前

50

記線形可変フィルタ上の前記入力ビームの位置が、前記入力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能である、入力角度走査構成要素と、

前記出力集束光学部品の後方焦点面に配置された出力角度走査構成要素であって、前記出力集束光学部品が、前記線形可変フィルタからフィルタリング済みビームとして前記入力ビームを受け取り、前記出力角度走査構成要素に前記フィルタリング済みビームを向け、前記2つ以上の波長可変フィルタのうちの最後以外のすべての波長可変フィルタの出力ビームが、前記2つ以上の波長可変フィルタのうちの次の波長可変フィルタの入力ビームである、出力角度走査構成要素と、

前記出力角度走査構成要素から前記出力ビームを受け取るためのクロス軸角度走査構成要素であって、前記クロス軸角度走査構成要素の走査平面が、前記出力角度走査構成要素の走査平面に直交し、前記出力ビームが、前記出力角度走査構成要素および前記クロス軸角度走査構成要素を制御することによって、任意の出力角度に沿って向けられ得る、クロス軸角度走査構成要素と、

10

を備える、2つ以上の波長可変フィルタを備えるシステム。

【請求項16】

照射システムであって、

入力ビームを生成するように構成された照射源と、

2つ以上の波長可変フィルタを含むフィルタリングサブシステムであって、前記2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが、

20

入力集束光学部品と、

出力集束光学部品と、

線形可変フィルタであって、前記線形可変フィルタのフィルタリングパラメータが、前記線形可変フィルタ上の空間位置に基づいて異なり、前記線形可変フィルタが、前記入力集束光学部品の後方焦点面および前記出力集束光学部品の前方焦点面に配置される、線形可変フィルタと、

前記入力ビームを受け取るように構成された、前記入力集束光学部品の前方焦点面に配置された入力角度走査構成要素であって、前記入力集束光学部品が、前記入力角度走査構成要素から前記入力ビームを受け取り、前記線形可変フィルタに前記入力ビームを向け、前記線形可変フィルタ上の前記入力ビームの位置が、前記入力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能である、入力角度走査構成要素と、

30

前記出力集束光学部品の後方焦点面に配置された出力角度走査構成要素であって、前記出力集束光学部品が、前記線形可変フィルタからフィルタリング済みビームとして前記入力ビームを受け取り、前記出力角度走査構成要素に前記フィルタリング済みビームを向ける、出力角度走査構成要素と

を備える、フィルタリングサブシステムとを備え、

前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素から前記フィルタリングサブシステムの出力ビームを受け取るためのクロス軸角度走査構成要素であって、前記クロス軸角度走査構成要素の走査平面が、前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素の走査平面に直交し、前記出力ビームが、前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素および前記クロス軸角度走査構成要素を制御することによって、任意の出力角度に沿って向けられ得る、クロス軸角度走査構成要素をさらに備え、

40

前記2つ以上の波長可変フィルタのうちの最初の波長可変フィルタの前記入力角度走査構成要素が、前記フィルタリングサブシステムの入力角度走査構成要素であり、前記照射源から前記入力ビームとして照射を受け取り、前記2つ以上の波長可変フィルタのうちの最後以外のすべての波長可変フィルタの前記出力ビームが、前記2つ以上の波長可変フィルタのうちの次の波長可変フィルタの入力ビームであり、前記2つ以上の波長可変フィルタのうちの最後の波長可変フィルタの前記出力角度走査構成要素が、前記フィルタリング

50

サブシステムの出力角度走査構成要素である照射システム。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の照射システムであって、

前記 2 つ以上の波長可変フィルタに通信可能に結合されたコントローラであって、1 つ以上のプロセッサに、

前記フィルタリングサブシステムの前記入力角度走査構成要素の前記角度を選択して、前記線形可変フィルタ上の前記入力ビームの前記位置を選択

させるプログラム命令を実行するように構成された前記 1 つ以上のプロセッサを含むコントローラ

をさらに備える照射システム。

10

【請求項 18】

請求項 17 に記載の照射システムであって、前記 1 つ以上のプロセッサが、前記 1 つ以上のプロセッサに、

固定出力経路に沿って前記出力ビームを向けるように前記入力角度走査構成要素の前記角度に基づいて前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素の角度を選択させるプログラム命令を実行するようにさらに構成される照射システム。

【請求項 19】

請求項 17 に記載の照射システムであって、前記 1 つ以上のプロセッサが、前記 1 つ以上のプロセッサに、

2 つ以上の出力チャネルのうちの選択された出力チャネルに前記出力ビームを向けるように前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素または前記フィルタリングサブシステムの前記入力角度走査構成要素のうちの少なくとも一方の角度を選択させるプログラム命令を実行するようにさらに構成される照射システム。

20

【請求項 20】

請求項 17 に記載の照射システムであって、前記照射源が、2 つ以上の照射源のうちの最初の照射源であり、前記 1 つ以上のプロセッサが、前記 1 つ以上のプロセッサに、

前記フィルタリングサブシステムに対する前記入力ビームとして、2 つ以上の照射源のうちの選択された照射源から光を受け取るように、前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素または前記フィルタリングサブシステムの前記入力角度走査構成要素のうちの少なくとも一方の角度を選択

30

させるプログラム命令を実行するようにさらに構成される照射システム。

【請求項 21】

請求項 17 に記載の照射システムであって、

前記入力角度走査構成要素および前記出力角度走査構成要素に通信可能に結合されたコントローラであって、1 つ以上のプロセッサに、

前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素および前記クロス軸角度走査構成要素を変調して、前記出力角度を変調し、スペckルを軽減

させるプログラム命令を実行するように構成された前記 1 つ以上のプロセッサを含むコントローラ

をさらに備える照射システム。

40

【請求項 22】

請求項 21 に記載の照射システムであって、

前記クロス軸角度走査構成要素から光ファイバの入力面に前記出力ビームを向けるための結合レンズであって、前記フィルタリングサブシステムの前記出力角度走査構成要素および前記クロス軸角度走査構成要素を変調して前記出力角度を変調することが、前記光ファイバの前記入力面上の前記フィルタリングサブシステムの前記出力ビームの位置または角度のうちの少なくとも一方を変調する、結合レンズ

をさらに備える照射システム。

【請求項 23】

請求項 16 に記載の照射システムであって、前記 2 つ以上の波長可変フィルタのうちの

50

いずれかの前記入力集束光学部品または前記出力集束光学部品のうちの少なくとも一方が、放物面ミラー、楕円形ミラー、または屈折走査レンズのうちの少なくとも１つを備える照射システム。

【請求項 2 4】

請求項 1 6 に記載の照射システムであって、前記 2 つ以上の波長可変フィルタのうちのいずれかの前記線形可変フィルタが、

線形可変スペクトルフィルタ、線形可変中性フィルタ、線形可変偏光子、または線形可変波長板のうちの少なくとも１つ

を含む照射システム。

【請求項 2 5】

請求項 1 6 に記載の照射システムであって、前記 2 つ以上の波長可変フィルタのうちのいずれかの前記入力角度走査構成要素または前記出力角度走査構成要素のうちの少なくとも一方が、

検流計、音響光学偏向器、電気光学偏向器、ポリゴンスキャナ、または微小電子機械システム（MEMS）偏向器のうちの少なくとも１つ

を含む照射システム。

【請求項 2 6】

請求項 1 6 に記載の照射システムであって、前記照射源が、

スーパーコンティニウムレーザ源、レーザ駆動プラズマ源、またはレーザダイオードのうちの少なくとも１つ

を含む照射システム。

【請求項 2 7】

請求項 1 6 に記載の照射システムであって、前記 2 つ以上の波長可変フィルタが、

第 1 の波長可変フィルタであって、前記第 1 の波長可変フィルタの前記線形可変フィルタが中性フィルタを含む、第 1 の波長可変フィルタと、

第 2 の波長可変フィルタであって、前記第 2 の波長可変フィルタの前記線形可変フィルタが低域スペクトルフィルタを含む、第 2 の波長可変フィルタと、

第 3 の波長可変フィルタであって、前記第 3 の波長可変フィルタの前記線形可変フィルタが高域スペクトルフィルタを含む、第 3 の波長可変フィルタと

を含む照射システム。

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載の照射システムであって、前記照射源が、

スーパーコンティニウムレーザ源

を含む照射システム。

【請求項 2 9】

請求項 2 8 に記載の照射システムであって、前記 2 つ以上の波長可変フィルタのうちのいずれかの前記入力集束光学部品または前記出力集束光学部品のうちの少なくとも一方が、放物面ミラー

を備える照射システム。

【請求項 3 0】

請求項 2 9 に記載の照射システムであって、前記 2 つ以上の波長可変フィルタのうちのいずれかの前記入力角度走査構成要素または前記出力角度走査構成要素のうちの少なくとも一方が、

検流計

を備える照射システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に、広帯域照射源の同調に関し、より詳細には、走査光学部品および線形可変フィルタを用いるコヒーレント広帯域照射源の高速同調に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

関連出願の相互参照

本願は、米国特許法第119条(e)の下で、その全体を本願に引用して援用する、2020年2月9日に出願され、BROADBAND LASER TUNINGという名称の米国仮出願第62/971,982号の利益を主張する。

【0003】

波長可変光源は、所与のスペクトル範囲内の1つ以上の選択された波長に同調された照明を提供し得る。しかしながら、典型的な波長可変光源は、同調された照射ビームの輝度またはスペクトルを迅速かつ精密に修正する能力が限られていることがある。さらに、典型的な外部波長可変フィルタは、同調速度が低速であり、スペクトル幅が限られ、または偏光要件が限られていることがある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】米国特許出願公開第2015/0168713号

【文献】米国特許出願公開第2003/0123119号

【文献】米国特許出願公開第2002/0143506号

【文献】米国特許出願公開第2018/0052099号

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、上記で特定されるような欠陥を解消するためのシステムおよび方法を提供することが望ましいはずである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の1つ以上の例示的实施形態に従って、波長可変フィルタが開示される。例示的な一実施形態では、波長可変フィルタは入力集束光学部品を含む。別の例示的实施形態では、波長可変フィルタは出力集束光学部品を含む。別の例示的实施形態では、波長可変フィルタは線形可変フィルタを含み、線形可変フィルタのフィルタリングパラメータが、線形可変フィルタ上の空間位置に基づいて異なる。別の例示的实施形態では、線形可変フィルタが、入力集束光学部品の後方焦点面および出力集束光学部品の前方焦点面に配置される。別の例示的实施形態では、波長可変フィルタは、入力ビームを受け取るように入力集束光学部品の前方焦点面に配置された入力角度走査構成要素を含み、入力集束光学部品が入力角度走査構成要素から入力ビームを受け取り、線形可変フィルタに入力ビームを向ける。別の例示的实施形態では、線形可変フィルタ上の入力ビームの位置が、入力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能である。別の例示的实施形態では、波長可変フィルタは、出力集束光学部品の後方焦点面に配置された出力角度走査構成要素を含み、出力集束光学部品が、線形可変フィルタからフィルタリング済みビームとして入力ビームを受け取り、出力角度走査構成要素にフィルタリング済みビームを向ける。別の例示的实施形態では、出力角度走査構成要素は、出力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能な出力経路に沿って、出力ビームとしてフィルタリング済みビームを供給する。

30

40

【0007】

本開示の1つ以上の例示的实施形態に従ってシステムが開示される。例示的な一実施形態では、システムは2つ以上の波長可変フィルタを含む。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが入力集束光学部品を含む。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが出力集束光学部品を含む。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが線形可変フィルタを含み、線形可変フィルタのフィルタリングパラメータが、線形可変フィルタ上の空間位置に基づいて異なり、線形可変フィルタが

50

、入力集束光学部品の後方焦点面および出力集束光学部品の前方焦点面に配置される。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが、入力ビームを受け取るように入力集束光学部品の前方焦点面に配置された入力角度走査構成要素を含み、入力角度走査構成要素は、入力集束光学部品から入力ビームを受け取り、線形可変フィルタに入力ビームを向ける。別の例示的实施形態では、線形可変フィルタ上の入力ビームの位置が、入力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能である。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが、出力集束光学部品の後方焦点面に配置された出力角度走査構成要素を含み、出力集束光学部品が、線形可変フィルタからフィルタリング済みビームとして入力ビームを受け取り、出力角度走査構成要素にフィルタリング済みビームを向ける。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの最後以外のすべての波長可変フィルタの出力ビームは、2つ以上の波長可変フィルタのうちの次の波長可変フィルタの入力ビームである。

10

【0008】

本開示の1つ以上の例示的实施形態に従って照射システムが開示される。例示的な一実施形態では、照射システムは、入力ビームを生成するための照射源を含む。別の例示的实施形態では、照射システムは、2つ以上の波長可変フィルタを含むフィルタリングサブシステムを含む。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが入力集束光学部品を含む。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが出力集束光学部品を含む。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが線形可変フィルタを含み、線形可変フィルタのフィルタリングパラメータが、線形可変フィルタ上の空間位置に基づいて異なり、線形可変フィルタが、入力集束光学部品の後方焦点面および出力集束光学部品の前方焦点面に配置される。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが、入力ビームを受け取るように入力集束光学部品の前方焦点面に配置された入力角度走査構成要素を含み、入力集束光学部品が入力角度走査構成要素から入力ビームを受け取り、線形可変フィルタに入力ビームを向け、線形可変フィルタ上の入力ビームの位置が、入力角度走査構成要素の角度に基づいて選択可能である。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの1つの波長可変フィルタが、出力集束光学部品の後方焦点面に配置された出力角度走査構成要素を含み、出力集束光学部品が、線形可変フィルタからフィルタリング済みビームとして入力ビームを受け取り、出力角度走査構成要素にフィルタリング済みビームを向ける。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの第1の波長可変フィルタの入力角度走査構成要素が、フィルタリングサブシステムの入力角度走査構成要素であり、照射源から入力ビームとして照射を受け取る。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの最後以外のすべての波長可変フィルタの出力ビームが、2つ以上の波長可変フィルタのうちの次の波長可変フィルタの入力ビームである。別の例示的实施形態では、2つ以上の波長可変フィルタのうちの最後の波長可変フィルタの出力角度走査構成要素は、フィルタリングサブシステムの出力角度走査構成要素である。

20

30

【0009】

上記の全般的な説明と以下の詳細な説明はどちらも典型的で説明的なものに過ぎず、特許請求される本発明を必ずしも制限するものではないことを理解されたい。本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示し、全般的説明と共に本発明の原理を説明する働きをする。

40

【0010】

添付の図を参照することにより、本開示の多数の利点を当業者はより良く理解し得る。

【図面の簡単な説明】**【0011】**

【図1A】本開示の1つ以上の実施形態による波長可変フィルタリングシステムの概略図である。

【図1B】本開示の1つ以上の実施形態による、入力角度走査構成要素、線形可変フィル

50

タ、および入力集束光学部品を含む波長可変フィルタの一部の概略図である。

【図 1 C】本開示の 1 つ以上の実施形態による、平行入力ビームの経路を示す波長可変フィルタの概略図である。

【図 2 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による、中心位置で線形可変フィルタと相互作用する入力ビームの経路を示す波長可変フィルタの概略図である。

【図 2 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による、線形フィルタリング方向に沿った線形可変フィルタ上の入力ビームの位置 (δ_x) を入力角度走査構成要素の角度 ϕ_1 の関数として示すプロットである。

【図 2 C】本開示の 1 つ以上の実施形態による、入力角度走査構成要素の任意の選択された角度 ϕ_1 について、フィルタリング済みビームを共通出力経路に沿って出力ビームとして供給するのに必要とされる、図 2 B の入力角度走査構成要素の、角度 ϕ_1 の関数としての出力角度走査構成要素の角度 ϕ_2 を示すプロットである。

10

【図 3】本開示の 1 つ以上の実施形態による、入力ビームの複数の特性をフィルタリングするための相異なる線形可変フィルタを有する複数の波長可変フィルタの概略図である。

【図 4 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による、共通入力経路に沿って入力ビームを供給する 2 つの照射源を含む照射システムの概略図である。

【図 4 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による、相異なる入力経路に沿って入力ビームを供給する照射源を含む照射システムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

20

次に、添付の図面に示される、開示される主題を詳細に参照する。本開示は特に、いくつかの実施形態およびその特定の特徴に関して図示され、説明されている。本明細書に記載の実施形態は、限定的にではなく例示的に理解される。本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく形態および詳細の様々な変更および変形が行われる得ることが当業者には直ちに明らかとなるはずである。

【0013】

本開示の実施形態は、線形可変フィルタおよび走査光学部品を用いる広帯域照射源の様々な特性の迅速かつ柔軟な同調のためのシステムおよび方法を対象とする。線形可変フィルタは、線形フィルタリング方向に沿って変動するフィルタリング特性を有するフィルタを含み得る。たとえば、線形可変中性フィルタは、直線軸に沿った入力ビームの空間位置に基づき、様々な量の広帯域輝度低下を実現し得る。別の例として、線形可変低域（または広域）フィルタが、線形フィルタリング方向に沿った入力ビームの空間位置に基づいて変動する遮断波長を有する低域フィルタリングを実現し得る。別の例として、線形可変フィルタが偏光子として形成され得、線形可変フィルタが通過する偏光の方向が、線形フィルタリング方向に沿った異なる方向で異なり得る。本明細書で開示されるシステムおよび方法が、入力ビームの任意の選択された特性を修正する線形可変フィルタを利用し得ることが本明細書では企図される。

30

【0014】

一実施形態では、波長可変フィルタが、4 - f 構成の 1 対の集束ミラー（たとえば、入力集束ミラーおよび出力集束ミラー）、ひとみ平面内（たとえば、入力集束ミラーの後方焦点面および出力集束ミラーの前方焦点面）の線形可変フィルタ、および集束ミラーの他の焦点面の角度走査構成要素を含む。たとえば、平行入力ビームが入力ティルティングミラーに入射され、入力ティルティングミラーによって、選択された角度で入力集束ミラーに向けられ、選択された角度に基づく選択された位置で線形可変フィルタ上に集束し、出力集束ミラーによって再びコリメートされ、出力ティルティングミラーによって任意の選択された出力角度に沿って向けられ得る。この構成では、線形可変フィルタ上の入力ビームの位置、したがって入力ビームに対する線形可変フィルタの効果は、入力角度走査構成要素の角度を制御することによって選択され得る。さらに、出力集束ミラーは、入力角度走査構成要素の選択された角度の如何に関わらず、フィルタリング済み入力ビーム（たとえば、フィルタリング済みビーム）を出力角度走査構成要素に向けることになる。したが

40

50

って、任意の選択された経路に沿ってフィルタリング済みビームを向けるように、入力および出力角度走査構成要素の角度が共に選択され得る。

【0015】

本開示の追加の実施形態は、入力ビームの複数のパラメータの同調を実現するために、複数の波長可変フィルタを積み重ねることを対象とする。このようにして、相異なる線形可変フィルタをそれぞれが有する複数の波長可変フィルタが、入力ビームを順番にフィルタリングするように直列に配置され得る。たとえば、波長可変フィルタのスタックは、出力（または輝度）制御用の線形可変中性フィルタを有する1つ以上の波長可変フィルタと、スペクトル制御用の線形可変スペクトルフィルタを有する1つ以上の波長可変フィルタとを含み得る。一実施形態では、第1の波長可変フィルタの出力角度走査構成要素が、第2の波長可変フィルタの入力角度走査構成要素として動作し得る。別の実施形態では、各波長可変フィルタは、別々の入力および出力波長可変フィルタを有し得る。

10

【0016】

本開示の追加の実施形態は、同時フィルタリングおよびチャネル選択を対象とする。本明細書で開示される波長可変フィルタが、フィルタリングに加えて入力源または出力源の選択を実現し得ることが本明細書で企図される。たとえば、2つ以上の入力源が、波長可変フィルタの入力角度走査構成要素に2つ以上の入力ビームを供給するように位置付けされ得る。この構成では、入力および/または出力角度走査構成要素が、選択された入力源から、波長可変フィルタ内の線形可変フィルタ上の選択された位置を通じて、選択された出力ビーム経路に沿ってフィルタリング済みビームとして出るように、入力ビームを向けるように構成され得る。別の例として、出力角度走査構成要素は、2つ以上の出力ビーム経路のいずれかに沿ってフィルタリング済みビームを向け得る。

20

【0017】

本開示の追加の実施形態は、波長可変フィルタからのフィルタリング済みビームを用いるスペックル低減を対象とする。一実施形態では、出力角度走査構成要素は、コヒーレントフィルタリング済みビームに関連するスペックルを軽減するために、選択された角度範囲の周りでフィルタリング済みビームを走査するように制御され得る。たとえば、出力角度走査構成要素は、ファイバの出力面からのフィルタリング済みビームを用いるサンプルの照射に関連するスペックルを低減または解消するために、ファイバの入力面に沿ってフィルタリング済みビームを走査し得る。

30

【0018】

次に図1A～4Bを参照して、波長可変フィルタリングのためのシステムおよび方法が、本開示の1つ以上の実施形態に従ってより詳細に開示される。

【0019】

図1Aは、本開示の1つ以上の実施形態による波長可変フィルタリングシステム100の概略図である。

【0020】

一実施形態では、波長可変フィルタリングシステム100は少なくとも1つの波長可変フィルタ102を含む。波長可変フィルタ102は、1対の集束光学部品104（たとえば、入力集束光学部品104aおよび出力集束光学部品104b）、ひとみ平面（たとえば、入力集束光学部品104aの後方焦点面および出力集束光学部品104bの前方焦点面）内に配置された線形可変フィルタ106、および集束光学部品104の他の焦点面に配置された角度走査構成要素108を含み得る。たとえば、入力角度走査構成要素108aは、入力集束光学部品104aの前方焦点面に配置され得、出力角度走査構成要素108bは、出力集束光学部品104bの後方焦点面に配置され得る。

40

【0021】

波長可変フィルタ102は、任意のスペクトル波長または波長範囲を有する任意の入力ビーム110を受け入れ得る。たとえば、入力ビーム110は、限定はしないが、極紫外線、紫外線、可視、および/または赤外線スペクトル領域内の波長を含み得る。さらに、入力ビーム110は、限定はしないが、狭帯域レーザー源、スーパーコンティニウムレーザ

50

源、発光ダイオード（ＬＥＤ）、レーザ駆動プラズマ源、またはランプ源を含む任意の適切な照射源（または照射源の組合せ）によって生成され得る。さらに、入力ビーム１１０は、共通入力経路に沿って伝播する複数の照射源からの光を含み得る。たとえば、入力ビーム１１０は、スーパーコンティニウムレーザ源と、スーパーコンティニウムレーザのスペクトルを補足するための１つ以上の追加の照射源からの光を含み得る。一実施形態では、入力ビーム１１０は、スーパーコンティニウムレーザ源と、スーパーコンティニウムレーザのスペクトルを補足するための４０５ｎｍを含むスペクトルを有するレーザダイオードからの光を含む。

【００２２】

線形可変フィルタ１０６は、フィルタリングの振幅または効果が線形フィルタリング方向に沿って変動する任意のタイプのフィルタを含み得る。この点で、入力ビーム１１０に対する線形可変フィルタ１０６の影響は、線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の空間位置に基づいて変動し得る（たとえば、同調され得る）。一実施形態では、線形可変フィルタ１０６は中性フィルタを含む。たとえば、線形可変フィルタ１０６は、線形フィルタリング方向に沿った入力ビーム１１０の空間位置に基づく、様々な量の広帯域輝度低下を実現し得る。別の実施形態では、線形可変フィルタ１０６はスペクトルフィルタを含む。たとえば、エッジフィルタ（たとえば、低域フィルタまたは高域フィルタ）として構成された線形可変フィルタ１０６は、線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の空間位置に基づく、変動する遮断波長を実現し得る。別の例として、帯域通過フィルタまたは帯域消去フィルタの幅または中心波長のうちの少なくとも一方が、線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の空間位置に基づいて変動し得る。別の例として、線形可変フィルタ１０６は偏光子として形成され得、線形可変フィルタが通過する（たとえば、透過する）偏光の方向が、線形フィルタリング方向に沿った異なる方向で異なり得る。別の例として、線形可変フィルタ１０６は１つ以上の波長板を含み得、厚さが線形フィルタリング方向に沿って変動する。

【００２３】

さらに、線形可変フィルタ１０６のフィルタリング特性が、線形フィルタリング方向に沿って任意の方式で変動し得る。一実施形態では、入力ビーム１１０の特性が線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の空間位置の小さい調節によって精巧に同調され得るように、フィルタリング特性がフィルタリング方向に沿って連続的に変動する。たとえば、スペクトルの輝度制御を実現する線形可変フィルタ１０６が、限定はしないが、連続的に変動するフィルタリング特性を実現するのによく適していることがある。しかしながら、線形フィルタリング方向は単調または連続的である必要はない。別の実施形態では、線形可変フィルタ１０６は、別個の特性を有する１つ以上の別個の区間を含む。この構成では、入力ビーム１１０は、別個のフィルタリングを実現するために任意の別個の位置に向けられ得る。たとえば、線形可変フィルタ１０６は、別個の偏光通過方向を実現する別個の区間、波長板構成などを含み得る。

【００２４】

さらに、線形可変フィルタ１０６は、線形フィルタリング方向に沿った位置の関数として任意の所望のフィルタリング特性を実現すると一般に理解することができるよう、線形可変フィルタ１０６は、線形フィルタリング方向に沿った位置の関数として複数の特性（たとえば、輝度およびスペクトル）の変動を実現し得る。

【００２５】

集束光学部品１０４は、当技術分野で周知の任意のタイプの光学素子を含み得、入力ビーム１１０の予想スペクトルに基づいて選択され得る。一実施形態では、集束光学部品１０４の少なくとも１つは反射光学素子を含む。この点で、集束光学部品１０４は、広帯域および／またはＵＶ適用に適していることがある。たとえば、集束光学部品１０４は、限定はしないが、放物面ミラー、または楕円形ミラーを含み得る。別の実施形態では、集束光学部品１０４の少なくとも１つは反射光学素子を含む。たとえば、集束光学部品１０４は、限定はしないが、屈折走査レンズを含み得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

集束光学部品 1 0 4 は、任意の選択された焦点距離を有し得る。さらに、集束光学部品 1 0 4 は、必須ではないが同一の焦点距離を有し得る。集束光学部品 1 0 4 の場合では、波長可変フィルタ 1 0 2 は、焦点距離の比に基づいて入力ビーム 1 1 0 の直径を拡大または縮小し得る。

【 0 0 2 7 】

角度走査構成要素 1 0 8 は、限定はしないが、ガルバノミラー、音響光学偏向器、電気光学偏向器、ポリゴンスキャナ、または微小電子機械システム (M E M S) 偏向器を含む、調節可能なティップおよび/またはティルトを実現する任意のタイプの調節可能ミラーを含み得る。

10

【 0 0 2 8 】

次に図 1 B を参照すると、本開示の 1 つ以上の実施形態による、線形可変フィルタ 1 0 6 を用いる選択的同調が示されている。図 1 B は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、入力角度走査構成要素 1 0 8 a、線形可変フィルタ 1 0 6、および入力集束光学部品 1 0 4 a を含む波長可変フィルタ 1 0 2 の一部の概略図である。

【 0 0 2 9 】

一実施形態では、入力角度走査構成要素 1 0 8 a が入力集束光学部品 1 0 4 a の前方焦点面に配置され、線形可変フィルタ 1 0 6 が入力集束光学部品 1 0 4 a の後方焦点面に配置される。この構成では、入力角度走査構成要素 1 0 8 a および線形可変フィルタ 1 0 6 での光の分散が、フーリエ変換によって関係付けられ、線形可変フィルタ 1 0 6 上の光の空間位置が、入力角度走査構成要素 1 0 8 a からの光の角度 1 1 2 に基づく。したがって、フィルタリング済みビーム 1 1 4 (たとえば、線形可変フィルタ 1 0 6 によってフィルタリングされた入力ビーム 1 1 0) の特性が、入力集束光学部品 1 0 4 a の角度 1 1 2 を制御することによって同調され得る。したがって、たとえば、入力角度走査構成要素 1 0 8 a に入射する平行入力ビーム 1 1 0 が、入力角度走査構成要素 1 0 8 a の角度 1 1 2 によって制御される位置の入力集束光学部品 1 0 4 a により、線形可変フィルタ 1 0 6 上に集束されることになる。別の例として、入力角度走査構成要素 1 0 8 a 上のビームウエストと共に位置付けされるガウスビームが、線形可変フィルタ 1 0 6 上の別のビームウエストを有するように中継され得る。

20

【 0 0 3 0 】

図 1 C は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、平行入力ビーム 1 1 0 の経路を示す波長可変フィルタ 1 0 2 の概略図である。例示のために、図 1 C の入力ビーム 1 1 0 の経路が単一の光線として表されている。具体的には、図 1 C は、線形フィルタリング方向に沿った 5 つの異なる場所で線形可変フィルタ 1 0 6 と相互作用し、フィルタリング済みビーム 1 1 4 の異なる特性を実現するための、入力角度走査構成要素 1 0 8 a の 5 つの異なる角度 1 1 2 によって生成される、入力経路 1 1 6 からの入力ビーム 1 1 0 の 5 つの選択可能な経路を示す。さらに、図 1 C は、入力角度走査構成要素 1 0 8 a の選択された角度 1 1 2 の如何に関わらず、フィルタリング済みビーム 1 1 4 が出力角度走査構成要素 1 0 8 b から共通出力経路 1 1 8 に沿って出力ビーム 1 2 0 としてどのように向けられ得るかを示す。

30

40

【 0 0 3 1 】

一実施形態では、波長可変フィルタ 1 0 2 は、出力集束光学部品 1 0 4 b および出力角度走査構成要素 1 0 8 b を含み、線形可変フィルタ 1 0 6 が出力集束光学部品 1 0 4 b の前方焦点面に配置され、出力角度走査構成要素 1 0 8 b が出力集束光学部品 1 0 4 b の後方焦点面に配置される。この点で、出力集束光学部品 1 0 4 b は、線形可変フィルタ 1 0 6 の任意の場所から現れるフィルタリング済みビーム 1 1 4 を収集し、フィルタリング済みビーム 1 1 4 を共通出力軸に沿って(たとえば、共通出力方向に沿って)出力ビーム 1 2 0 として供給し得る。さらに、入力ビーム 1 1 0 とフィルタリング済みビーム 1 1 4 が共に同一の発散特性を有し得るように、波長可変フィルタ 1 0 2 のこの構成は 4 - f システムに対応し得る。たとえば、平行入力ビーム 1 1 0 は平行フィルタリング済みビーム 1

50

１４として波長可変フィルタ１０２から出ることになる。

【００３２】

別の実施形態では、図１Ｃに示されるように、波長可変フィルタ１０２はクロス軸角度走査構成要素１０８ｃを含み得る。さらに、波長可変フィルタ１０２は、出力角度走査構成要素１０８ｂからクロス軸角度走査構成要素１０８ｃに出力ビーム１２０を中継するための１つ以上のリレーレンズ１２２を含み得る。たとえば、クロス軸角度走査構成要素１０８ｃは、出力角度走査構成要素１０８ｂによって与えられるよりも大きい、直交する角度に沿った偏向を与え得る。この点で、出力経路１１８は一般に３次元の任意の方向に沿って存在し得、それにより、出力ビーム１２０の正確な配置が容易になり得る。たとえば、出力角度走査構成要素１０８ｂとクロス軸角度走査構成要素１０８ｃの組合せにより、出力ファイバ上の出力ビーム１２０の正確な配置が実現され得る。

10

【００３３】

次に図２Ａ～２Ｃを参照して、角度走査構成要素１０８の制御を通じて線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の位置を選択することが、本開示の１つ以上の実施形態に従ってより詳細に説明される。

【００３４】

図２Ａは、本開示の１つ以上の実施形態による、中心位置２０２で線形可変フィルタ１０６と相互作用する入力ビーム１１０の経路を示す、波長可変フィルタ１０２の概略図である。図２Ａでは、線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の位置 δ_x が中心位置２０２に対して測定され、中心位置２０２から線形可変フィルタ１０６の使用可能部分の端までの長さに対応する最大絶対値 D を有する。角度 θ は、この中心位置２０２に対応する入力集束光学部品１０４ａによる入力ビーム１１０の入射と反射の間の角度に対応する。入力角度走査構成要素１０８ａの角度 ϕ_1 が、この中心位置２０２に対応する公称角度に対して測定される。

20

【００３５】

一実施形態では、線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の位置 δ_x が以下のように特徴付けられ得、

【数１】

$$\delta_x = 2f \tan \left[\frac{(\theta + 2\phi_1)}{2} \right] - D, \quad (1)$$

30

上式で、 f は入力角度走査構成要素１０８ａの焦点距離である。

【００３６】

図２Ｂは、本開示の１つ以上の実施形態による、線形フィルタリング方向に沿った線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の位置(δ_x)を、入力角度走査構成要素１０８ａの角度 ϕ_1 の関数として示すプロットである。具体的には、図２Ｂのプロットは、 $f = 160 \text{ mm}$ および $D = 60 \text{ mm}$ である波長可変フィルタ１０２の構成に対応する。図２Ｂに示されるように、線形可変フィルタ１０６上の入力ビーム１１０の位置 δ_x は、入力角度走査構成要素１０８ａの角度 ϕ_1 の関数として線形に変動し得る。

【００３７】

40

図２Ｃは、本開示の１つ以上の実施形態による、入力角度走査構成要素１０８ａの任意の選択された角度 ϕ_1 について、フィルタリング済みビーム１１４を共通(たとえば、固定)出力経路１１８に沿って出力ビーム１２０として供給するのに必要とされる図２Ｂの入力角度走査構成要素１０８ａの角度 ϕ_1 の関数としての、出力角度走査構成要素１０８ｂの角度 ϕ_2 を示すプロットである。

【００３８】

一実施形態では、入力角度走査構成要素１０８ａの任意の選択された角度 ϕ_1 について、フィルタリング済みビーム１１４を共通出力経路１１８に沿って出力ビーム１２０として供給するのに必要とされる図２Ｂの入力角度走査構成要素１０８ａの角度 ϕ_1 の関数としての、出力角度走査構成要素１０８ｂの角度 ϕ_2 は、以下のように特徴付けられ、

50

【数 2】

$$\phi_2 = \text{atan} \left[\frac{(D - \delta_x)}{2f} \right] - \frac{\theta}{2}, \quad (2)$$

上式で、出力角度走査構成要素 108b の角度 ϕ_2 は、図 2A の中心位置 202 (たとえば、 $\delta_x = 0$) に対応する公称角度に対して測定される。さらに、図 2C のプロットは、出力角度走査構成要素 108b の焦点距離が f にも等しい、波長可変フィルタ 102 の構成に基づいて生成される。図 2C に示されるように、共通出力経路 118 に沿って出力ビーム 120 を供給するのに必要とされる出力角度走査構成要素 108b の角度 ϕ_2 は、入力角度走査構成要素 108a の角度 ϕ_1 の選択に基づいて線形に変動し得る。

10

【0039】

次に図 3 を参照すると、複数の波長可変フィルタ 102 の組合せが、本開示の 1 つ以上の実施形態に従ってより詳細に説明される。複数の波長可変フィルタ 102 が直列に組み合わせられ、入力ビームの複数の特性の調整されたフィルタリングが実現され得ることが本明細書で企図される。この構成では、複数の波長可変フィルタ 102 はフィルタリングサブシステム 302 を形成し得、波長可変フィルタ 102 のうちの最初に対する入力ビーム 110 が、フィルタリングサブシステム 302 に対する入力ビームであり得、波長可変フィルタ 102 の最後以外のすべての波長可変フィルタの出力ビーム 120 が、後続の波長可変フィルタ 102 に対する入力ビーム 110 であり、波長可変フィルタ 102 のうちの最後の出力ビーム 120 が、フィルタリングサブシステム 302 の出力ビーム 120 である。

20

【0040】

さらに、フィルタリングサブシステム 302 内の様々な波長可変フィルタ 102 が、必須ではないが、限定はしないが集束光学部品 104 または角度走査構成要素 108 を含む任意の構成要素を共用し得る。

【0041】

図 3 は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、入力ビーム 110 の複数の特性をフィルタリングするための相異なる線形可変フィルタ 106 を有する複数の波長可変フィルタ 102 の概略図である。具体的には、図 3 は、直列の、入力角度走査構成要素 108a - 1 及び出力角度走査構成要素 108b - 1 を含む第 1 の波長可変フィルタ 102 - 1、入力角度走査構成要素 108a - 2 及び出力角度走査構成要素 108b - 2 を含む第 2 の波長可変フィルタ 102 - 2、および入力角度走査構成要素 108a - 3 及び出力角度走査構成要素 108b - 3 を含む第 3 の波長可変フィルタ 102 - 3 を示す。たとえば、3 つの波長可変フィルタ 102 の線形可変フィルタ 106 は、限定はしないが、中性フィルタ、低域スペクトルフィルタ、および高域スペクトルフィルタを任意の順序で含み得る。

30

【0042】

入力ビーム 110 の複数の特性をフィルタリングするために、波長可変フィルタ 102 が様々な手段で組み合わせられ得ることが本明細書で企図される。一実施形態では、図 3 に示されるように、第 1 の波長可変フィルタ 102 - 1 の出力角度走査構成要素 108b - 1 は、第 2 の波長可変フィルタ 102 - 2 の入力角度走査構成要素 108a - 2 でもある。同様に、第 2 の波長可変フィルタ 102 - 2 の出力角度走査構成要素 108b - 2 は、第 3 の波長可変フィルタ 102 - 3 の入力角度走査構成要素 108a - 3 でもある。この点で、入力ビーム 110 をフィルタリングするために、任意の数の波長可変フィルタ 102 が直列に設けられ得る。別の実施形態では、図示していないが、各波長可変フィルタ 102 は、別々の入力角度走査構成要素 108a および出力角度走査構成要素 108b を含み得る。

40

【0043】

一実施形態では、図 3 に示されるように、連続する波長可変フィルタ 102 (たとえば、図 3 の波長可変フィルタ 102 - 1、102 - 2、102 - 3) は、必須ではないが、集束光学部品 104 を共用し得る。たとえば、図 3 に示されるように、出力集束光学部品

50

104b-1および入力集束光学部品104a-2が、共通光学素子として形成される。同様に、出力集束光学部品104b-2および入力集束光学部品104a-3が、共通光学素子として形成される。しかし、入力集束光学部品104a-1と出力集束光学部品104b-3は、別個の要素として形成される。別の実施形態では、図示していないが、各波長可変フィルタ102は別々の集束光学部品104を含み得る。

【0044】

図3は、フィルタリングサブシステム302からの出力経路118に関する制御を実現するための、クロス軸角度走査構成要素108cおよびリレーレンズ122をさらに示す。具体的には、図3は2つの可能な出力経路118を示す。

【0045】

図1Aを再び参照すると、波長可変フィルタリングシステム100はコントローラ124を含み得、コントローラ124は、限定はしないが、角度走査構成要素108（たとえば、入力角度走査構成要素108a、出力角度走査構成要素108b、および/またはクロス軸角度走査構成要素108c）などの波長可変フィルタリングシステム100の任意の構成要素に通信可能に結合され得る。

【0046】

別の実施形態では、コントローラ124は、メモリデバイス128またはメモリ上に維持されるプログラム命令を実行するように構成された、1つ以上のプロセッサ126を含む。コントローラ124の1つ以上のプロセッサ126は、当技術分野で周知の任意の処理要素を含み得る。この意味で、1つ以上のプロセッサ126は、アルゴリズムおよび/または命令を実行するように構成された任意のマイクロプロセッサ型デバイスを含み得る。さらに、メモリデバイス128は、関連する1つ以上のプロセッサ126によって実行可能なプログラム命令を記憶するのに適した、当技術分野で周知の任意の記憶媒体を含み得る。たとえば、メモリデバイス128は非一時的メモリ媒体を含み得る。追加の例として、メモリデバイス128は、限定はしないが、読取り専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、磁気または光メモリデバイス（たとえば、ディスク）、磁気テープ、ソリッドステートドライブなどを含み得る。メモリデバイス128が1つ以上のプロセッサ126と共に共通コントローラハウジング内に収容され得ることにさらに留意されたい。

【0047】

この点で、コントローラ124の1つ以上のプロセッサ126は、本開示全体にわたって説明される様々なプロセスステップのいずれかを実行し得る。たとえば、コントローラ124の1つ以上のプロセッサ126は、角度走査構成要素108（たとえば、入力角度走査構成要素108a、出力角度走査構成要素108b、および/またはクロス軸角度走査構成要素108c）の角度を制御して、入力ビーム110の波長可変フィルタリングを実現し得る。

【0048】

一実施形態では、ユーザインターフェース130がコントローラ124に通信可能に結合される。一実施形態では、ユーザインターフェース130は、限定はしないが、1つ以上のデスクトップ、ラップトップ、タブレットなどを含み得る。別の実施形態では、ユーザインターフェース130は、ユーザに波長可変フィルタリングシステム100のデータを表示するために使用されるディスプレイを含む。ユーザインターフェース130のディスプレイは、当技術分野で周知の任意のディスプレイを含み得る。たとえば、ディスプレイは、限定はしないが、液晶ディスプレイ（LCD）、有機発光ダイオード（OLED）ベースのディスプレイ、またはCRTディスプレイを含み得る。ユーザインターフェース130と統合することのできる任意のディスプレイデバイスが本開示での実装に適していることを当業者は理解されたい。別の実施形態では、ユーザは、ユーザインターフェース130のユーザ入力デバイスを介して、ユーザに表示されたデータにตอบสนองして選択および/または命令を入力し得る。

【0049】

次に図 4 A および 4 B を参照して、少なくとも 1 つの波長可変フィルタ 1 0 2 を含む照射システム 4 0 2 が、本開示の 1 つ以上の実施形態に従ってより詳細に説明される。具体的には、図 4 A および 4 B の照射システム 4 0 2 が、図 3 に示される 3 つの波長可変フィルタ 1 0 2 (たとえば、第 1 の波長可変フィルタ 1 0 2 - 1、第 2 の波長可変フィルタ 1 0 2 - 2、および第 3 の波長可変フィルタ 1 0 2 - 3) を含む。しかしながら、この特有の構成がもっぱら例示のために与えられること、および照射システム 4 0 2 が任意の構成の任意の数の波長可変フィルタ 1 0 2 を含み得ることを理解されたい。

【 0 0 5 0 】

図 4 A は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、共通入力経路 1 1 6 に沿って入力ビーム 1 1 0 を供給する 2 つの照射源 4 0 4 を含む、照射システム 4 0 2 の概略図である。

10

【 0 0 5 1 】

一実施形態では、照射システム 4 0 2 は、1 つ以上の照射チャネル 4 0 6 内の 1 つ以上の照射源 4 0 4 を含む。たとえば、図 4 A では、2 つの照射源 4 0 4 からの光が、(たとえば、ビームコンバイナ 4 0 8 を使用して) 共通入力経路 1 1 6 に沿った共通入力ビーム 1 1 0 として組み合わせられる。一実施形態では、第 1 の照射源 4 0 4 はスーパーコンティニウムレーザ源を含み、第 2 の照射源 4 0 4 は(たとえば、約 4 0 5 n m の波長を有する)レーザダイオードを含む。

【 0 0 5 2 】

別の実施形態では、照射システム 4 0 2 は 1 つ以上の出力チャネル 4 1 0 を含む。具体的には、図 4 A は、結合レンズ 4 1 4 を通じて出力ファイバ 4 1 2 にそれぞれ結合された 2 つの出力チャネル 4 1 0 を示す。この点で、1 つ以上の波長可変フィルタ 1 0 2 からの出力ビーム 1 2 0 が、出力チャネル 4 1 0 のいずれかの中に選択的に向けられ得る。たとえば、相異なる出力チャネル 4 1 0 が、相異なる特性を有する照射を供給するように使用され得る。一例として、コントローラ 1 2 4 が、(たとえば、1 つ以上の波長可変フィルタ 1 0 2 内の 1 つ以上の線形可変フィルタ 1 0 6 上の入力ビーム 1 1 0 の、異なる選択された位置によって生成された)異なるフィルタリング済み特性を有する光を、異なる出力チャネル 4 1 0 に選択的に向け得る。別の例として、異なる出力チャネル 4 1 0 が、異なる入射角、偏光などで(たとえば、サンプルの)照射を実現するように構成され得る。

20

【 0 0 5 3 】

図 4 A は、図 1 C に関して説明したクロス軸角度走査構成要素 1 0 8 c およびリレーレンズ 1 2 2 をさらに示す。この点で、出力角度走査構成要素 1 0 8 b - 3 とクロス軸角度走査構成要素 1 0 8 c の組合せは、出力ビーム 1 2 0 の出力経路 1 1 8 に関する 3 次元制御を実現し得る。

30

【 0 0 5 4 】

次に図 4 B を参照して、照射チャネル 4 0 6 および / または出力チャネル 4 1 0 の選択を実現するための波長可変フィルタ 1 0 2 (または一連の波長可変フィルタ 1 0 2) の使用が、本開示の 1 つ以上の実施形態に従ってより詳細に説明される。

【 0 0 5 5 】

図 4 B は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、相異なる入力経路 1 1 6 に沿って入力ビーム 1 1 0 を供給する照射源 4 0 4 を含む、照射システム 4 0 2 の概略図である。

40

【 0 0 5 6 】

一実施形態では、角度走査構成要素 1 0 8 の任意の組合せが、特有の照射源 4 0 4 を選択するように調節され得る。たとえば、入力角度走査構成要素 1 0 8 a (たとえば、図 4 B の入力角度走査構成要素 1 0 8 a - 1) の角度が、任意の選択された照射源 4 0 4 から線形可変フィルタ 1 0 6 上の選択された位置に光を向けるように調節され、選択された照射源 4 0 4 からの入力ビーム 1 1 0 の波長可変フィルタリングが実現され得る。別の例として、出力角度走査構成要素 1 0 8 b (たとえば、図 4 B の出力角度走査構成要素 1 0 8 b - 3) および / またはクロス軸角度走査構成要素 1 0 8 c が、選択された照射源 4 0 4 からの光を所望の出力経路 1 1 8 に沿って向けることにより、照射源 4 0 4 を選択するように調節され得る。この点で、波長可変フィルタ 1 0 2 が対称的であり、入力角度走査構

50

成要素 108a と出力角度走査構成要素 108b の任意の組合せが照射源 404 を選択し得ることが本明細書で企図される。さらに、角度走査構成要素 108 のうちのいずれかが調節され、照射源 404 の選択が実現され得ることを理解されたい。

【0057】

別の実施形態では、角度走査構成要素 108 の任意の組合せが、任意の照射源 404 から選択された出力チャネル 410 に出力ビーム 120 を供給するように調節され得る。照射源 404 の選択について上記で説明したのと同じであるが、逆の概念を用いて出力チャネル 410 が選択され得ることが本明細書で企図される。たとえば、入力角度走査構成要素 108a (たとえば、図 4B の入力角度走査構成要素 108a - 1) と出力角度走査構成要素 108b (たとえば、図 4B の出力角度走査構成要素 108b - 3) との任意の組合せが、任意の選択された照射源 404 から任意の選択された出力チャネル 410 に出力ビーム 120 を供給するように調節され得る。

10

【0058】

別の実施形態では、波長可変フィルタ 102 (または一連の波長可変フィルタ 102) がスペックルを軽減するために使用され得る。たとえば、サンプルの表面あらさのために、コヒーレント光 (たとえば、本明細書で開示される波長可変フィルタ 102 からのコヒーレント出力ビーム 120) でサンプルを照射するとき、スペックルが存在し得る。一実施形態では、波長可変フィルタ 102 の出力角度走査構成要素 108b および / またはクロス軸角度走査構成要素 108c が、出力経路 118 に沿った出力ビーム 120 の出力角度を変調するように制御され、スペックルが軽減され得る。たとえば、出力角度走査構成要素 108b および / またはクロス軸角度走査構成要素 108c は、出力角度の選択された範囲内で任意のパターン (たとえば、ランダム化されたパターン、走査されたパターンなど) に沿って出力ビーム 120 を迅速に振動させ、出力経路 118 の小さなゆらぎを導入し得る。振動の時間尺度が測定時間尺度 (たとえば、露出時間) よりも短い場合、スペックルの影響が、出力ビーム 120 の振動によって平均化され得る。さらに、出力角度走査構成要素 108b および / またはクロス軸角度走査構成要素 108c の振動を通じてスペックルを軽減することは、拡散板を回転することや照射ファイバを機械的に振動させることなどの、典型的なスペックル低減技法よりも高速な振動を容易にし得ることが本明細書で企図される。したがって、本明細書で説明される波長可変フィルタ 102 は、典型的なスペックル低減技法よりも短い測定時間尺度 (たとえば、露出時間) を可能にし得、そのことは、性能を犠牲にすることなく測定スループットを向上させることを同じく可能にし得る。

20

30

【0059】

一実施形態では、波長可変フィルタ 102 の出力角度走査構成要素 108b および / またはクロス軸角度走査構成要素 108c が、光ファイバの入力面上で出力ビーム 120 を迅速に振動させ得る。このようにして、光ファイバ (たとえば、マルチモード光ファイバ) の入口での空間的にコヒーレントな出力ビーム 120 の発射条件を変調することは、ファイバから出る光の近距離場および遠距離場スペックル分布を変調し得る。振動がファイバの収集開口数 (NA) 以内であることを条件として、出力ビーム 120 の全出力が取り込まれ得る。たとえば、図 4B では、出力角度走査構成要素 108b - 3 および / またはクロス軸角度走査構成要素 108c が、(たとえば、コントローラ 124 を使用して) 出力ファイバ 412 のうちのいずれかの入力面上の出力ビーム 120 を振動させるように構成され得る。

40

【0060】

本明細書で説明された主題は、他の構成要素内に含まれ、または他の構成要素に接続される、異なる構成要素を示すことがある。そのような図示されたアーキテクチャが例示的なものに過ぎないこと、および実際には同一の機能を達成する多くの他のアーキテクチャが実装され得ることを理解されたい。概念的な意味では、同一の機能を達成するための構成要素の任意の組合せ方が、所望の機能が達成されるように実質的に「関連付けられる」。したがって、特有の機能を達成するために組み合わせられる本明細書の任意の 2 つの構成

50

要素が、アーキテクチャまたは中間構成要素に関わりなく、所望の機能が達成されるように互いに「関連付けられる」と理解することができる。同様に、そのように関連付けられた任意の2つの構成要素は、所望の機能を達成するために互いに「接続」または「結合」されていると見なすこともでき、そのように関連付けることのできる任意の2つの構成要素は、所望の機能を達成するために互いに「結合可能」と見なすこともできる。結合可能の特定の例は、限定はしないが、物理的に相互作用可能な、かつ／または物理的に相互作用している構成要素、および／またはワイヤレスに相互作用可能な、かつ／またはワイヤレスに相互作用している構成要素、および／または論理的に相互作用可能な、かつ／または論理的に相互作用している構成要素を含む。

【0061】

本開示およびそれに付随する利点の多くは、上記の説明によって理解されと考えられ、開示される主題から逸脱することなく、またはその物質的利点のすべてを犠牲にすることなく、構成要素の形状、構成、および組合せ方の様々な変更が行われ得ることが明らかとなるであろう。説明される形態は説明的なものに過ぎず、そのような変更を包含し、含むことが以下の特許請求の範囲の意図である。さらに、本発明は添付の特許請求の範囲によって定義されることを理解されたい。

10

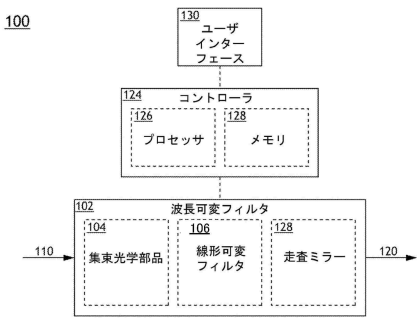
20

30

40

50

【図面】
【図 1 A】



【図 1 B】

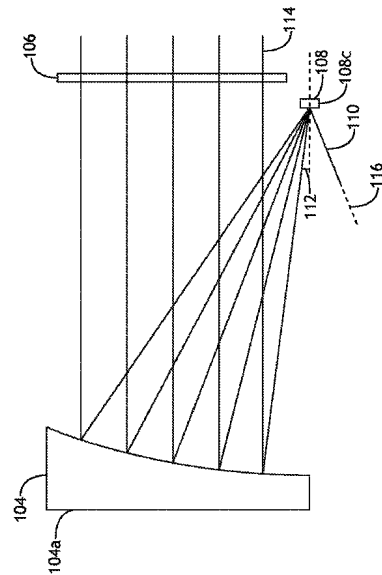
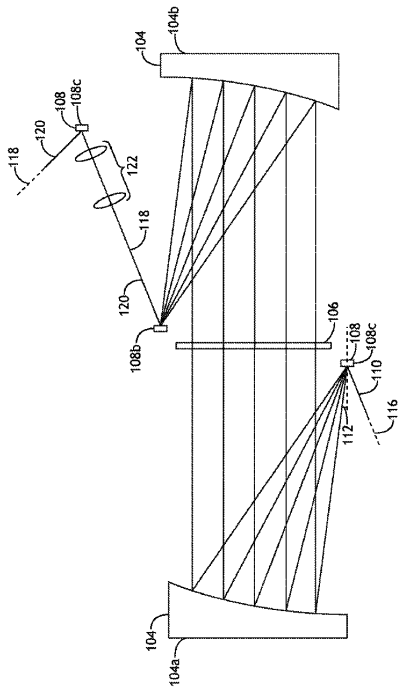


FIG.1B

10

20

【図 1 C】



【図 2 A】

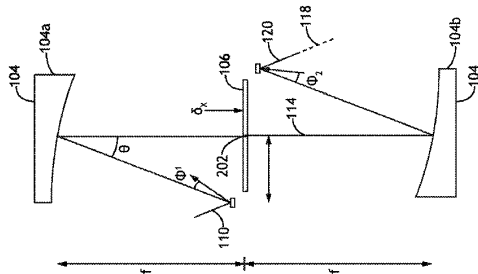


FIG.2A

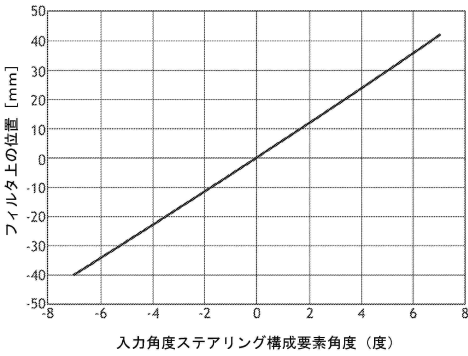
30

FIG.1C

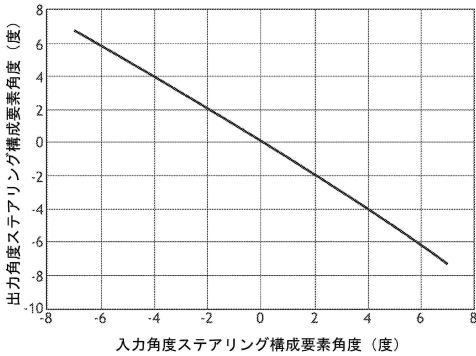
40

50

【図 2 B】

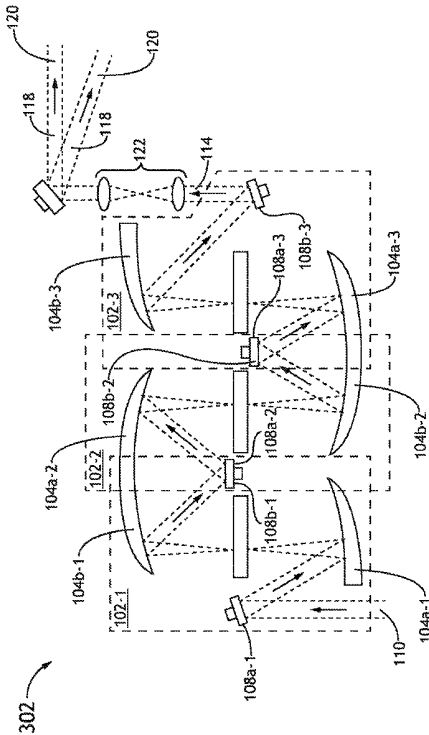


【図 2 C】

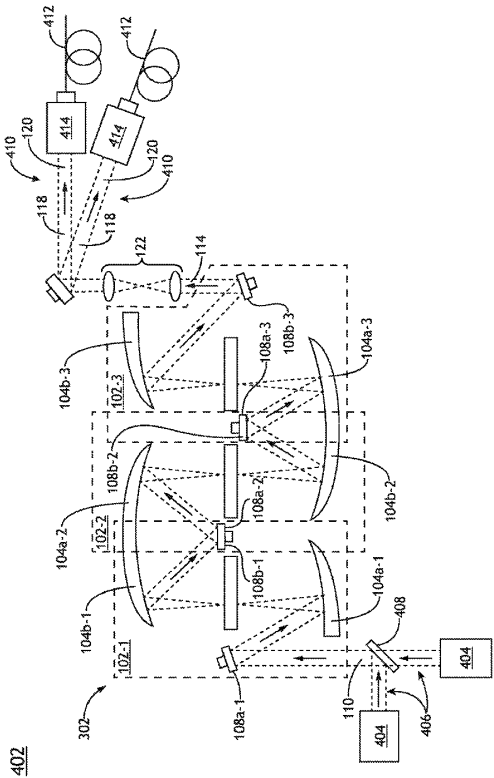


10

【図 3】



【図 4 A】



20

30

40

50

【 図 4 B 】

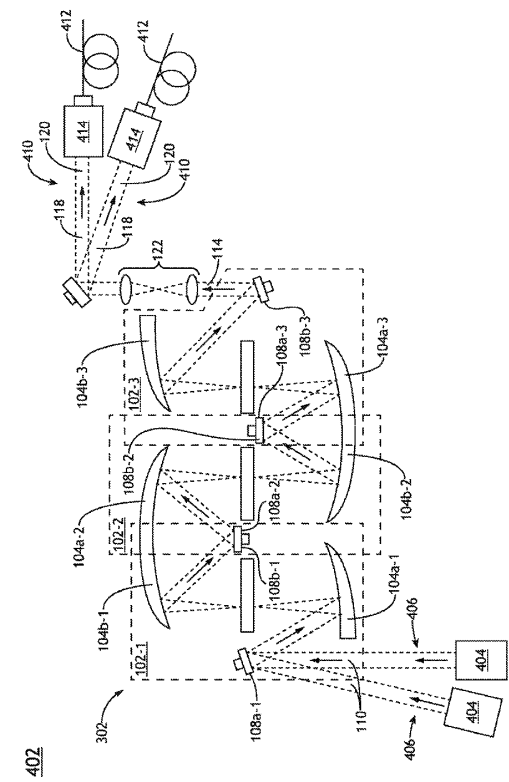


FIG.4B

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 F	1/33 (2006.01)	G 0 2 F	1/33
G 0 2 B	5/20 (2006.01)	G 0 2 B	5/20
G 0 2 B	5/22 (2006.01)	G 0 2 B	5/22
G 0 2 F	1/365(2006.01)	G 0 2 F	1/365
G 0 2 B	6/26 (2006.01)	G 0 2 B	6/26

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

ンナ サーティシックス ハバニウム ロード

(72)発明者 ガルミデル ヴァレリー

イスラエル カルミエル ナチリエリ 48 / 1

審査官 福田 知喜

(56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0123119(US, A1)

特表2007-531017(JP, A)

特開2006-024876(JP, A)

特開2012-128180(JP, A)

特開2003-043382(JP, A)

特表2019-528444(JP, A)

特開2019-032470(JP, A)

国際公開第2002/071142(WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 26 / 0 0

G 0 2 B 26 / 0 8

G 0 2 B 27 / 4 8

G 0 2 B 6 / 3 2

G 0 2 F 1 / 2 9

G 0 2 F 1 / 3 3

G 0 2 B 5 / 2 0

G 0 2 B 5 / 2 2

G 0 2 F 1 / 3 6 5

G 0 2 B 6 / 2 6