

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7200127号  
(P7200127)

(45)発行日 令和5年1月6日(2023.1.6)

(24)登録日 令和4年12月23日(2022.12.23)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 1 L	21/66 (2006.01)	H 0 1 L	21/66	J
G 0 2 B	21/06 (2006.01)	G 0 2 B	21/06	
G 0 1 J	3/10 (2006.01)	G 0 1 J	3/10	

請求項の数 90 (全31頁)

(21)出願番号	特願2019-554788(P2019-554788)	(73)特許権者	500049141 ケーエルエー コーポレーション 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
(86)(22)出願日	平成30年3月28日(2018.3.28)	(74)代理人	110001210 弁理士法人Y K I 国際特許事務所
(65)公表番号	特表2020-517096(P2020-517096 A)	(72)発明者	マナッセン アムノン イスラエル ハイファ ゴルダ メイア ス トリート 10
(43)公表日	令和2年6月11日(2020.6.11)	(72)発明者	ネグリ ダリア イスラエル ネッシャー ハアロン スト リート 38 / 1
(86)国際出願番号	PCT/US2018/024702	(72)発明者	ヒル アンドリュウ ブイ アメリカ合衆国 カリフォルニア パーク リー ロス エンジェルズ アベニュー 2
(87)国際公開番号	WO2018/187108		
(87)国際公開日	平成30年10月11日(2018.10.11)		
審査請求日	令和3年3月29日(2021.3.29)		
(31)優先権主張番号	62/481,685		
(32)優先日	平成29年4月5日(2017.4.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	15/608,766		
(32)優先日	平成29年5月30日(2017.5.30)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 層特定の照明スペクトルによる計量システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

スペクトル可調照明装置、並びに

2個以上の標本層上に計量ターゲット要素が備わる標本の画像を、そのスペクトル可調照明装置からの照明に応じその標本から発せられる輻射に基づき生成するよう構成された検出器、

を有するイメージング装置と、

そのイメージング装置に可通信結合されたコントローラであり、プログラム命令を実行するよう構成された1個又は複数個のプロセッサを有するコントローラと、

を備え、前記1個又は複数個のプロセッサが、

前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるよう前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決定し、各層特定のイメージングコンフィギュレーションが前記スペクトル可調照明装置からの照明スペクトルを含み、

それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の1枚又は複数枚の画像を、前記イメージング装置から受け取り、且つ

前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行うよう、

前記プログラム命令が構成されており、

前記スペクトル可調照明装置が、  
2個以上の狭帯域照明源と、  
それら2個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも1個からの照明を選択して前記標本の  
イメージングに供する選択装置と、  
を備える計量システム。

【請求項2】

請求項1に記載の計量システムであって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、前記検出器の画像捕捉パラメタを含む計量システム。

【請求項3】

請求項2に記載の計量システムであって、前記検出器の前記画像捕捉パラメタが、利得及び積分時間のうち少なくとも一方を含む計量システム。

10

【請求項4】

請求項1に記載の計量システムであって、前記イメージング装置が、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリック照明が行われるポジションを含む計量システム。

【請求項5】

請求項1に記載の計量システムであって、前記イメージング装置が、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリックイメージングが行われるポジションを含む計量システム。

20

【請求項6】

請求項1に記載の計量システムであって、前記イメージング装置が、前記標本を自イメージング装置の可調焦点位置に位置決めするステージを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その標本の焦点位置を含む計量システム。

【請求項7】

請求項1に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調照明装置が、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上の照明スペクトルを順次供給し、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像が、それら2個以上の標本層に係る別々の画像を含み、前記検出器が、当該二通り以上の照明スペクトルに基づきそれら2個以上の標本層に関し当該別々の画像を順次生成する計量システム。

30

【請求項8】

請求項1に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調照明装置が、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上の空間分離照明スペクトルを同時供給することで前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素向けに別々の照明スペクトルを供給し、前記検出器により生成された、それら2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像が、単一の画像を含む計量システム。

【請求項9】

請求項1に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調照明装置が、  
 広帯域照明源と、  
 その広帯域照明源のスペクトルを修正する1個又は複数個の分光フィルタと、  
 を備える計量システム。

40

【請求項10】

請求項9に記載の計量システムであって、前記1個又は複数個の分光フィルタが、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ及びバンドリジェクトフィルタのうち少なくとも1個を含む計量システム。

【請求項11】

請求項9に記載の計量システムであって、前記1個又は複数個の分光フィルタが、

50

その分光透過率が固定な 1 個又は複数個の分光フィルタリング特性固定型分光フィルタを含む計量システム。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調照明装置が、更に、前記 1 個又は複数個の分光フィルタリング特性固定型分光フィルタを、前記広帯域照明源からの照明路のうち前記標本より前のところに選択的に挿入する、少なくとも 1 個のフィルタ挿入装置を備える計量システム。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の計量システムであって、前記フィルタ挿入装置が、フィルタホイール、直線並進装置及びフリッパ装置のうち少なくとも 1 個を備える計量システム。

10

【請求項 1 4】

請求項 9 に記載の計量システムであって、前記 1 個又は複数個の分光フィルタが、1 個又は複数個の分光フィルタリング特性可調型分光フィルタを含む計量システム。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の計量システムであって、前記 1 個又は複数個の分光フィルタリング特性可調型分光フィルタが、

前記広帯域照明源からの照明の入射角に基づき分光フィルタリング特性が調整される 1 個又は複数個の角度可調分光フィルタを備え、前記スペクトル可調照明装置が、更に、その広帯域照明源からの照明の当該 1 個又は複数個の角度可調分光フィルタ上への入射角を調整する回動装置を備える計量システム。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 4 に記載の計量システムであって、前記 1 個又は複数個の分光フィルタリング特性可調型分光フィルタが、

可調ダブルモノクロメータを備える計量システム。

【請求項 1 7】

請求項 9 に記載の計量システムであって、前記広帯域照明源が、超連続体レーザ光源を備える計量システム。

【請求項 1 8】

請求項 9 に記載の計量システムであって、前記広帯域照明源が、レーザ励起プラズマ照明源及びランプ型照明源のうち少なくとも一方を備える計量システム。

30

【請求項 1 9】

請求項 1 に記載の計量システムであって、前記 2 個以上の狭帯域照明源のうちある狭帯域照明源が、

レーザ光源及び分光フィルタ付広帯域照明源のうち少なくとも一方を備える計量システム。

【請求項 2 0】

請求項 1 に記載の計量システムであって、前記指定画質公差が、コントラスト、解像度、輝度及びノイズ許容度のうち少なくとも一つを含む計量システム。

40

【請求項 2 1】

請求項 1 に記載の計量システムであって、前記検出器が、電荷結合デバイス型検出器及び相補金属酸化物半導体型検出器のうち少なくとも一方を備える計量システム。

【請求項 2 2】

請求項 1 に記載の計量システムであって、前記計量計測が、前記 2 個以上の標本層間のオーバレイの計測を含む計量システム。

【請求項 2 3】

請求項 1 に記載の計量システムであって、前記計量計測が、

50

前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の限界寸法を含む計量システム。

【請求項 2 4】

請求項 1 に記載の計量システムであって、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める際に、

前記 2 個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用い前記イメージング装置で生成し、

前記 2 個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択する、

計量システム。

10

【請求項 2 5】

請求項 1 に記載の計量システムであって、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める際に、

前記 2 個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用いシミュレーションし、

前記 2 個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択する、

計量システム。

20

【請求項 2 6】

広帯域照明源、

その広帯域照明源からの照明に応じ標本から発せられる輻射を分光フィルタリングするスペクトル可調フィルタ、並びに

2 個以上の標本層を有する前記標本の画像を、その標本から発せられ前記スペクトル可調フィルタによりフィルタリングされた輻射に基づき生成する検出器、

を有するイメージング装置と、

そのイメージング装置に可通信結合されたコントローラであり、プログラム命令を実行するよう構成された 1 個又は複数個のプロセッサを有するコントローラと、

を備え、前記 1 個又は複数個のプロセッサが、

前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるよう、また個々の層特定のイメージングコンフィギュレーションが前記スペクトル可調フィルタによりフィルタリングされた前記標本からの輻射のスペクトルを含むよう、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決め、

30

それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の 1 枚又は複数枚の画像を、前記検出器から受け取り、且つ

前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記 1 枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行うよう、

前記プログラム命令が構成されており、

前記広帯域照明源が、

40

2 個以上の狭帯域照明源と、

それら 2 個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも 1 個からの照明を選択して前記標本のイメージングに供する選択装置と、

を備える計量システム。

【請求項 2 7】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、前記検出器の画像捕捉パラメタを含む計量システム。

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載の計量システムであって、前記検出器の前記画像捕捉パラメタが、利得及び積分時間のうち少なくとも一方を含む計量システム。

50

## 【請求項 29】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記イメージング装置が、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリック照明が行われるポジションを含む計量システム。

## 【請求項 30】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記イメージング装置が、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリックイメージングが行われるポジションを含む計量システム。

10

## 【請求項 31】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記イメージング装置が、前記標本を自イメージング装置の可調焦点位置に位置決めするステージを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その標本の焦点位置を含む計量システム。

## 【請求項 32】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調フィルタが、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上のフィルタリング済スペクトルを順次供給し、前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記 1 枚又は複数枚の画像がそれら 2 個以上の標本層に係る別々の画像を含み、前記検出器が、当該二通り以上のフィルタリングされたスペクトルに基づき当該 2 個以上の標本層に係る当該別々の画像を順次生成する計量システム。

20

## 【請求項 33】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調フィルタが、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上の空間分離照明スペクトルを同時供給することで前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素向けに別々の照明スペクトルを供給し、前記検出器により生成された、それら 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記 1 枚又は複数枚の画像が、単一の画像を含む計量システム。

## 【請求項 34】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調フィルタが、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ及びバンドリジェクトフィルタのうち少なくとも 1 個を含む計量システム。

30

## 【請求項 35】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調フィルタが、その分光透過率が固定な 1 個又は複数個の分光フィルタリング特性固定型分光フィルタを含む計量システム。

## 【請求項 36】

請求項 35 に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調フィルタが、更に、前記 1 個又は複数個の分光フィルタリング特性固定型分光フィルタを、前記標本に発する輻射路のうち前記標本より前のところに選択的に挿入する、少なくとも 1 個のフィルタ挿入装置を備える計量システム。

40

## 【請求項 37】

請求項 36 に記載の計量システムであって、前記フィルタ挿入装置が、フィルタホイール、直線並進装置及びフリッパ装置のうち少なくとも 1 個を備える計量システム。

## 【請求項 38】

請求項 26 に記載の計量システムであって、前記スペクトル可調フィルタが、1 個又は複数個の分光フィルタリング特性可調型分光フィルタを含む計量システム。

## 【請求項 39】

請求項 38 に記載の計量システムであって、前記 1 個又は複数個の分光フィルタリング

50

特性可調型分光フィルタが、

前記広帯域照明源からの照明の入射角に基づき分光フィルタリング特性が調整される 1 個又は複数個の角度可調分光フィルタを備え、前記イメージング装置が、更に、その広帯域照明源からの照明の当該 1 個又は複数個の角度可調分光フィルタ上への入射角を調整する回動装置を備える計量システム。

【請求項 4 0】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記広帯域照明源が、超連続体レーザ光源を備える計量システム。

【請求項 4 1】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記広帯域照明源が、レーザ励起プラズマ照明源及びランプ型照明源のうち少なくとも一方を備える計量システム。

10

【請求項 4 2】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記指定画質公差が、コントラスト、解像度、輝度及びノイズ許容度のうち少なくとも一つを含む計量システム。

【請求項 4 3】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記検出器が、電荷結合デバイス型検出器及び相補金属酸化物半導体型検出器のうち少なくとも一方を備える計量システム。

20

【請求項 4 4】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記計量計測が、前記 2 個以上の標本層間のオーバーレイの計測を含む計量システム。

【請求項 4 5】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記計量計測が、前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の限界寸法を含む計量システム。

【請求項 4 6】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める際に、

前記 2 個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用い前記イメージング装置で生成し、

前記 2 個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択する、

計量システム。

30

【請求項 4 7】

請求項 2 6 に記載の計量システムであって、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める際に、

前記 2 個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用いシミュレーションし、

前記 2 個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択する、

計量システム。

40

【請求項 4 8】

標本に備わる 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるようイメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを 1 個又は複数個のプロセッサで決定するステップであって、各層特定のイメージングコンフィギュレーションがイメージングスペクトルを含むステップと、

それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、前記 2 個以上

50

の標本層上の計量ターゲット要素の1枚又は複数枚の画像を、前記イメージング装置から受け取るステップと、

前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行うステップと、

を有し、

前記イメージング装置が、

2個以上の狭帯域照明源と、

それら2個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも1個からの照明を選択して前記標本のイメージングに供する選択装置と、

を備える、方法。

10

【請求項49】

請求項48に記載の方法であって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションのうちイメージングスペクトルが、前記標本上に入射する照明のスペクトルを含む方法。

【請求項50】

請求項48に記載の方法であって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションのうちイメージングスペクトルが、前記イメージング装置に備わる検出器上に入射する輻射のうち、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像を生成するスペクトルを含む方法。

【請求項51】

請求項50に記載の方法であって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、前記検出器の画像捕捉パラメタを含む方法。

20

【請求項52】

請求項51に記載の方法であって、前記検出器の前記画像捕捉パラメタが、利得及び積分時間のうち少なくとも一方を含む方法。

【請求項53】

請求項48に記載の方法であって、前記イメージング装置が、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリックイメージングが行われるポジションを含む方法。

【請求項54】

30

請求項48に記載の方法であって、前記イメージング装置が、前記標本を自イメージング装置の可調焦点位置に位置決めするステージを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その標本の焦点位置を含む方法。

【請求項55】

請求項48に記載の方法であって、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決めるステップが、

前記2個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用い前記イメージング装置で生成するステップと、

前記2個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択するステップと、

40

を含む方法。

【請求項56】

請求項48に記載の方法であって、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決めるステップが、

前記2個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用いシミュレーションするステップと、

前記2個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択するステップと、

50

を含む方法。

【請求項 57】

1 つまたは複数のレンズ、並びに

2 個以上の標本層上に計量ターゲット要素を含む標本を、照明源からの照明に基づきイメージングするよう構成された検出器、

を有するイメージングサブシステムと、

そのイメージングサブシステムに可通信結合されたコントローラであり、プログラム命令を実行するよう構成された 1 個又は複数個のプロセッサを有するコントローラと、

を備え、前記 1 個又は複数個のプロセッサが、

前記 2 個以上の標本層上の前記計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるよう前記イメージングサブシステムの層特定のイメージングコンフィギュレーションを決定し、各層特定のイメージングコンフィギュレーションが前記イメージングサブシステムの 1 つまたは複数のコンポーネントの選択されたコンフィギュレーションを含み、

それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、前記 2 個以上の標本層上の前記計量ターゲット要素の 1 枚又は複数枚の画像を、前記イメージングサブシステムから受け取り、且つ

前記 2 個以上の標本層上の前記計量ターゲット要素の前記 1 枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行うよう、

前記プログラム命令が構成されており、

前記イメージングサブシステムが、

2 個以上の狭帯域照明源と、

それら 2 個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも 1 個からの照明を選択して前記標本のイメージングに供する選択装置と、

を備える計量システム。

【請求項 58】

請求項 57 に記載の計量システムであって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、前記検出器の画像捕捉パラメタを含む計量システム。

【請求項 59】

請求項 58 に記載の計量システムであって、前記検出器の前記画像捕捉パラメタが、利得及び積分時間のうち少なくとも一方を含む計量システム。

【請求項 60】

請求項 57 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリック照明が行われるポジションを含む計量システム。

【請求項 61】

請求項 57 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリックイメージングが行われるポジションを含む計量システム。

【請求項 62】

請求項 57 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが、前記標本を自イメージングサブシステムの可調焦点位置に位置決めするステージを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その標本の焦点位置を含む計量システム。

【請求項 63】

請求項 57 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが偏光子を備えて前記照明源からの照明の偏光を調整し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、前記標本における照明の偏光を含む計量システム。

【請求項 64】

10

20

30

40

50

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが、前記イメージングサブシステムの前記層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上の照明スペクトルを順次供給し、前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記 1 枚又は複数枚の画像が、それら 2 個以上の標本層に係る別々の画像を含み、前記検出器が、当該二通り以上の照明スペクトルに基づきそれら 2 個以上の標本層に関し当該別々の画像を順次生成する計量システム。

【請求項 6 5】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上の空間分離照明スペクトルを同時供給し、前記検出器により生成された、それら 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記 1 枚又は複数枚の画像が、単一の画像を含む計量システム。

10

【請求項 6 6】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが、  
広帯域照明源と、  
その広帯域照明源のスペクトルを修正する 1 個又は複数個の分光フィルタと、  
を備える計量システム。

【請求項 6 7】

請求項 6 6 に記載の計量システムであって、前記広帯域照明源が、  
超連続体レーザ光源を備える計量システム。

【請求項 6 8】

請求項 6 6 に記載の計量システムであって、前記広帯域照明源が、  
レーザ励起プラズマ照明源及びランプ型照明源のうち少なくとも一方を備える計量システム。

20

【請求項 6 9】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムが、さらに、  
2 個以上の狭帯域照明源と、  
それら 2 個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも 1 個からの照明を選択して前記標本のイメージングに供するビーム結合器と 1 つまたは複数のシャッタの少なくとも一方と、  
を備える計量システム。

【請求項 7 0】

請求項 6 9 に記載の計量システムであって、前記 2 個以上の狭帯域照明源のうちある狭帯域照明源が、  
レーザ光源及び分光フィルタ付広帯域照明源のうち少なくとも一方を備える計量システム。

30

【請求項 7 1】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記指定画質公差が、  
コントラスト、解像度、輝度及びノイズ許容度のうち少なくとも一つを含む計量システム。

【請求項 7 2】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記検出器が、  
電荷結合デバイス型検出器及び相補金属酸化物半導体型検出器のうち少なくとも一方を備える計量システム。

40

【請求項 7 3】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記計量計測が、  
前記 2 個以上の標本層間のオーバーレイの計測を含む計量システム。

【請求項 7 4】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記計量計測が、  
前記 2 個以上の標本層のうち少なくとも 1 個の標本層上の少なくとも 1 つの計量ターゲット要素の限界寸法を含む計量システム。

【請求項 7 5】

50

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムの前記層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める際に、

前記 2 個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用い前記イメージングサブシステムで生成し、

前記 2 個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択する、

計量システム。

【請求項 7 6】

請求項 5 7 に記載の計量システムであって、前記イメージングサブシステムの前記層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める際に、

前記 2 個以上の標本層それぞれの上の計量ターゲット要素の画像を、様々なイメージングコンフィギュレーションを用いシミュレーションし、

前記 2 個以上の標本層それぞれに関し、前記様々なイメージングコンフィギュレーションの中から、前記指定画質公差と合致する画像を提供する層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択する、

計量システム。

【請求項 7 7】

照明ビームを生成するように構成された照明源と、

1 つまたは複数の並進ステージを含み、2 個以上の標本層を有する標本の位置を選択的に調整する、標本ステージと、

前記照明ビームを前記標本に方向付けるように構成された 1 つまたは複数の照明光学系であって、前記照明ビームの偏光を選択的に調整する偏光子を含む、1 つまたは複数の照明光学系と、

前記照明ビームに応答して前記標本から発せられる輻射を収集するように構成された 1 つまたは複数の収集光学系と、

前記標本の画像を、その標本から発せられ前記 1 つまたは複数の収集光学系により収集された輻射に基づき生成する検出器と、

前記照明源、前記 1 つまたは複数の照明光学系のいずれか、前記 1 つまたは複数の収集光学系のいずれか、または前記検出器のうちの少なくとも 1 つに可通信結合されたコントローラであり、プログラム命令を実行するよう構成された 1 個又は複数個のプロセッサを有するコントローラと、

を備え、前記 1 個又は複数個のプロセッサが、

前記 2 個以上の標本層に対する層特定のイメージングコンフィギュレーションを受け取り、各層特定のイメージングコンフィギュレーションが、前記 2 個以上の標本層のうち特定の標本層をイメージングするために、前記照明源のスペクトル、前記照明ビームの偏光、または前記標本の位置の少なくともいずれかの、選択されたコンフィギュレーションを含み、

それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用いて、前記 2 個以上の標本層に対する画像を生成し、

前記 2 つ以上の画像に基づき計量計測を行うよう、

前記プログラム命令が構成されており、

前記照明源が、

2 個以上の狭帯域照明源と、

それら 2 個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも 1 個からの照明を選択して前記標本のイメージングに供する選択装置と、

を備えるイメージングシステム。

【請求項 7 8】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、前記検出器の画像捕捉パラメータを含むイメージングシステム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 7 9】

請求項 7 8 に記載のイメージングシステムであって、前記検出器の前記画像捕捉パラメータが、利得及び積分時間のうち少なくとも一方を含むイメージングシステム。

## 【請求項 8 0】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記 1 つまたは複数の照明光学系が、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリック照明が行われるポジションを含むイメージングシステム。

## 【請求項 8 1】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記 1 つまたは複数の収集光学系が、そのポジションが可調な開口絞りを有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その開口絞りのポジションのうち、指定テレセントリシティ公差内で前記標本のテレセントリックイメージングが行われるポジションを含むイメージングシステム。

10

## 【請求項 8 2】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記 1 つまたは複数の収集光学系が偏光子を有し、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが、更に、その標本から発せられ前記検出器に入射する輻射の偏光を含むイメージングシステム。

## 【請求項 8 3】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションが前記照明源の前記スペクトルを含み、前記照明源が、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上の照明スペクトルを順次供給し、前記検出器が、当該二通り以上の照明スペクトルに基づき当該 2 個以上の標本層に係る別々の画像を順次生成するイメージングシステム。

20

## 【請求項 8 4】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記照明源が、前記層特定のイメージングコンフィギュレーションに係る二通り以上の空間分離照明スペクトルを同時供給し、前記検出器により生成された、前記 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の 1 枚又は複数枚の画像が、単一の画像を含むイメージングシステム。

## 【請求項 8 5】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記照明源が、  
広帯域照明装置と、  
前記広帯域照明装置の前記スペクトルを修正する 1 つまたは複数の分光フィルタと、  
を備える、イメージングシステム。

30

## 【請求項 8 6】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、さらに、  
2 個以上の狭帯域照明源と、  
それら 2 個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも 1 個からの照明を選択して前記標本をイメージングするビーム結合器と 1 つまたは複数のシャッタの少なくとも一方と、  
を備えるイメージングシステム。

40

## 【請求項 8 7】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記計量計測が、  
前記 2 個以上の標本層間のオーバレイの計測を含むイメージングシステム。

## 【請求項 8 8】

請求項 7 7 に記載のイメージングシステムであって、前記計量計測が、  
前記 2 個以上の標本層のうち少なくとも 1 個の標本層上の少なくとも 1 つの計量ターゲット要素の限界寸法を含む、イメージングシステム。

## 【請求項 8 9】

標本の 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるようイメージングサブシステムの層特定のイメージングコンフィギュレーションを決定

50

するステップであって、各層特定のイメージングコンフィギュレーションが前記イメージングサブシステムの1つまたは複数のコンポーネントの選択されたコンフィギュレーションを含む、ステップと、

それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用いて、前記2個以上の標本層上の前記計量ターゲット要素の1枚又は複数枚の画像を、前記イメージングサブシステムで生成するステップと、

前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行うステップと、

を有し、

前記イメージングサブシステムが、

2個以上の狭帯域照明源と、

それら2個以上の狭帯域照明源のうち少なくとも1個からの照明を選択して前記標本のイメージングに供する選択装置と、

を備える方法。

【請求項90】

請求項89に記載の方法であって、各層特定のイメージングコンフィギュレーションが、前記照明源のスペクトル、前記照明源からの照明ビームの偏光、テレセントリック照明、テレセントリックイメージング、または前記標本の位置の少なくともいずれかの、選択されたコンフィギュレーションを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件開示は総じて計量システムに関し、より具体的には層特定のコンフィギュレーション（構成設定）での多層計量に関する。

【背景技術】

【0002】

（関連出願への相互参照）

本出願は、「諸プロセス層が相異なるスペクトルにより照明されるオーバーレイ計量」(OVERLAY METROLOGY WITH PROCESS LAYERS ILLUMINATED BY DIFFERENT SPECTRA)と題しAmnon Manassen、Daria Negri、Andrew Hill、Ohad Bachar、Vladimir Levinski及びYuri Paskoverを発明者とする2017年4月5日付米国仮特許出願62/481685号に基づき米国特許法第119条(e)の規定による利益を主張する出願であるので、この参照によりその全体を本願に繰り入れることにする。

【0003】

計量システムであり、多層標本例えば半導体デバイスの特徴解明に適するものなら、標本上の層を何個でも分析できよう。しかしながら、こういった所与層の計量計測も周囲物質により影響されうるので、所与コンフィギュレーションの計量システムで全標本層に関し同程度の性能（例．精度、再現性等）を提供できるとは限らない。例えば、サブ表面層（表面下層）の計量においては、表面付近の1個又は複数個の透明又は半透明層内を照明ビームが伝搬し、その透明又は半透明層を介しそのサブ表面層からの輻射が受光されることとなりうる。そのため計量性能が高度に層特定のになり、これに限られないが標本層の厚み、標本層の光学特性、標本層上のパターン化フィーチャ（パターンニングされた外形特徴）等、標本レイアウトの特定諸側面に計量性能が依存することとなりうる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】米国特許第6985618号明細書

米国特許出願公開第2014/0172394号明細書

【発明の概要】

10

20

30

40

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

従って、欠陥、例えば上述したそれを克服するシステム及び方法を提供することが望ましい。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本件開示の1個又は複数個の例証的实施形態に係る計量システムが開示される。ある例証的实施形態のシステムはイメージング装置を有する。また、ある例証的实施形態では、そのイメージング装置がスペクトル可調照明装置を有する。また、ある例証的实施形態では、そのイメージング装置が、2個以上の標本層上に計量ターゲット要素がある標本の画像を、そのスペクトル可調照明装置からの照明に応じ標本から発せられる輻射に基づき生成する、検出器を有する。また、ある例証的实施形態のシステムは、そのイメージング装置に可通信結合されたコントローラを有する。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるよう、また個々の層特定のイメージングコンフィギュレーションが前記スペクトル可調照明装置からの照明スペクトルを含むよう、前記イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の1枚又は複数枚の画像を、前記イメージング装置から受け取る。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、それら2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行う。

10

20

**【0007】**

本件開示の1個又は複数個の例証的实施形態に係る計量システムが開示される。ある例証的实施形態に係るシステムはイメージング装置を有する。また、ある例証的实施形態では、そのイメージング装置が広帯域照明装置を有する。また、ある例証的实施形態では、そのイメージング装置が、その広帯域照明装置からの照明に応じ標本から発せられる輻射を分光フィルタリングするスペクトル可調フィルタを有する。また、ある例証的实施形態では、そのイメージング装置が、2個以上の標本層を有する標本の画像を、その標本から発せられ前記スペクトル可調フィルタによりフィルタリングされた輻射に基づき生成する、検出器を有する。また、ある例証的实施形態のシステムは、そのイメージング装置に可通信結合されたコントローラを有する。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるよう、また個々の層特定のイメージングコンフィギュレーションが標本からの輻射のスペクトルであり前記スペクトル可調フィルタによりフィルタリングされたものを含むよう、そのイメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の1枚又は複数枚の画像を、検出器から受け取る。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行う。

30

40

**【0008】**

本件開示の1個又は複数個の例証的实施形態に係る方法が開示される。ある例証的实施形態の方法では、標本に備わる2個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるよう、また個々の層特定のイメージングコンフィギュレーションにイメージングスペクトルが含まれるよう、イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを決める。また、ある例証的实施形態の方法では、それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の1枚又は複数枚の画像を、イメージング装置から受け取る。また、ある例証的实施形態の方法では、前記2個以上の標本層上の計量ターゲット要素の前記1枚又

50

は複数枚の画像に基づき計量計測を行う。

【 0 0 0 9 】

理解し得るように、上掲の概略記述及び後掲の詳細記述は共に専ら例示的且つ説明的なものであり、特許請求の範囲記載の発明を必ずしも限定するものではない。添付図面は、明細書に組み込まれ明細書の一部を構成するものであり、本発明の諸実施形態を描出しており、また概略記述と相俟ち本発明の諸原理を説明する働きを有している。

【 0 0 1 0 】

本件技術分野に習熟した者（いわゆる当業者）であれば、以下の如き添付図面を参照することで、本件開示の多数の長所をより良好に理解できよう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係るイメージング装置を描いた概念図である。

【 図 2 A 】 本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係るスペクトル可調照明源の概念図である。

【 図 2 B 】 本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り、広帯域照明源と、その広帯域照明源のスペクトルを選択的にフィルタリングするダブルモノクロメータと、を有する照明源の概念図である。

【 図 2 C 】 本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り、広帯域照明源と、その分光透過率が固定な複数個のフィルタリングチャンネルと、を有するマルチチャンネル照明源の概念図である。

【 図 3 】 本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係るイメージング装置の概念図である。

【 図 4 】 本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り、層特定のイメージングコンフィギュレーションによる画像依拠計量方法にて実行される、諸ステップを描いたフロー図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下、添付図面に描かれている被開示主題を詳細に参照する。ある種の実施形態及びその具体的特徴との関連で本件開示を具体的に図示及び記述してある。本願中で説明されている諸実施形態は限定ではなく例証であると把握されるべきである。いわゆる当業者には直ちに察せられるべきことに、本件開示の神髄及び技術的範囲から離隔することなく形態及び細部に様々な改変及び修正を施すことができる。

【 0 0 1 3 】

本件開示の諸実施形態は、標本に備わる複数個の層を層特定のイメージングコンフィギュレーションを用いイメージングするシステム及び方法を指向している。イメージングコンフィギュレーションの例としては、これに限られないが、イメージング対象標本上に入射する照明のスペクトル、照明プロファイル、検出器上に入射する輻射のスペクトル、焦点体積における標本の位置（例．焦点位置）、視野絞りのコンフィギュレーション、開口絞りのコンフィギュレーション（例．像及びノ又は物空間テレセントリシティを修正するためのそれ等）、検出器パラメータ（例．利得、積分時間等）等がある。このように、本件開示の諸実施形態は、標本上の相異なる注目層上に所在するフィーチャの正確なイメージング向けに、テイラードな（お誂えの）イメージングコンフィギュレーションを生成することを指向している。

【 0 0 1 4 】

本願での認識によれば、標本を照明すること及びその照明に応じその標本から発せられる輻射を検出することで、イメージングシステムにより標本層の画像を生成することができる。一般に、輻射は、これに限られないが反射、散乱、回折、ルミネッセンス等を初めとする広範な相互作用機構を通じ、入射照明に応じて標本のどの層からも発せられうる。更に、照明のスペクトルとそのシステムの数値開口（NA）とにより少なくとも部分的に定まる被写界深度内のフィーチャの集束像を、イメージングシステムにより生成すること

10

20

30

40

50

ができる。ひいては、標本の表面上のフィーチャ並びに半透明標本の被写界深度内サブ表面フィーチャをイメージングしうるよう、イメージングシステムを構成することができる。

【0015】

サブ表面層をイメージングするには、どのようなものであれ近表面層内で照明を伝搬させ、注目サブ表面層との相互作用に根ざす輻射を検出すればよい。注目サブ表面層に発する輻射をそれら近表面層内で更に伝搬させ、検出器に到達させればよい。サブ表面層との関係で得られるイメージング信号は、従ってそれら近表面層の影響を受けうる。例えば、近表面層にて照明のうち特定の波長が吸収されることがある。加えて、近表面層では、単一層上の異種素材間又は層間のいずれかの界面にて照明が屈折すること、ひいては照明の集束具合が修正されること及び/又は分散が入り込んでその標本内に波長依存性光路(例、色収差)が生じることがありうる。更に、いずれかの標本層上のパターン化フィーチャが、得られるイメージング信号に対し、散乱及び/又は回折を通じ影響を及ぼすことがある。

10

【0016】

従って、相異なる標本層上のフィーチャを単一のイメージングコンフィギュレーションを用いイメージングした場合、それら標本層間の光路差が原因で画質が変わることがありうる。画質は、これに限られないが画像コントラスト、画像輝度、画像ノイズ等、どのような指標に従い測ってもよい。更に、(例、テイラードな照明スペクトルを生成すること等によって)2個以上の標本層の画像を提供するようイメージングコンフィギュレーションが逃えられている場合でも、そのテイラードなイメージングコンフィギュレーションでは、一通り又は複数通りの画質指標を踏まえ望ましいとされる公差内で、各注目層の画像が提供されないことがありうる。本件開示の付加的諸実施形態は、各注目標本層上のフィーチャの画像を指定画質公差内で提供しうるよう、複数個の注目標本層に関しテイラードな層特定のイメージングコンフィギュレーションを生成することを、指向している。

20

【0017】

更に、本願での認識によれば、標本の諸層の画像に基づく計量計測の精度及び/又は再現性が、その画質によって変わることがある。例えば、照明のスペクトルコンテンツがフィーチャの視認位置に及ぼす影響は、相異なる標本層では別様になりうる。標本層の画像における、フィーチャの視認位置のそうした変動は、複数個の層上でのフィーチャの相対位置を利用しオーバーレイ誤差を求めるオーバーレイ計量にて、ひときわ問題含みとなりうる。

30

【0018】

付加的諸実施形態は、層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い、標本に備わる2個以上の層に対する計量計測を実行することを、指向している。更に、層特定のイメージングコンフィギュレーションを用いることで、本件技術分野で既知ないずれの計量システムでも、指定公差内の計量性能を提供することができる。例えば、画像依拠オーバーレイ計量を実行するには、2個以上の注目層上のオーバーレイターゲットフィーチャを、テイラードな層特定の計量コンディションで以てイメージングし、それら層特定の画像に基づきそれらの層のオーバーレイ誤差を求めればよい。この構成によれば、各層上のオーバーレイターゲットフィーチャを、特定の標本に基づき逃えられた層特定のイメージングコンフィギュレーションで以てイメージングし、指定公差内の画質指標を呈する画像を提供することができる。また例えば、計量システムにより、標本層上のパターン化フィーチャの一側面又は複数側面(例、限界寸法、側壁(サイドウォール)角等)を、層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い計測することができる。

40

【0019】

層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、2個以上の層に対する計量計測は、順次実行しても同時実行してもよい。例えば、計量計測を第1注目層に関し第1組の計量コンディションを用いて実行した後、計量計測を第2注目層に関し第2組の計量コンディションを用いて実行すること等々ができる。また例えば、相異なる標本層上にあり空間的に離れている諸フィーチャの計量計測を、層特定の計量コンフィギュレーションを用い同時実行することができる。一例としては、相異なる標本層上にあり空間的

50

に離れている諸フィーチャ（例．複数個の標本層上にありオーバーレイ計量ターゲットを構成している諸フィーチャ）を、どの注目層内のフィーチャについても指定画質公差を呈する単一の画像が検出器上に生じるよう、相異なる層特定の照明スペクトルで以て同時照明すればよい。

#### 【 0 0 2 0 】

付加的諸実施形態は、標本に備わる 2 個以上の層に関し層特定の計量コンフィギュレーションを決めることを指向している。例えば、多層標本の三次元表現に基づき各注目標本層の計量をシミュレーションすることで、層特定の計量コンフィギュレーションを決めることができる。また例えば、計量コンディションを変えつつ注目標本層毎に一連の計量計測を行い、それに基づき層特定の計量コンフィギュレーションを実験的に決めることができる。付加的諸実施形態は、標本に備わる 2 個以上の層に関し層特定の計量コンフィギュレーションで以て計量計測を行うことを指向している。

10

#### 【 0 0 2 1 】

付加的諸実施形態は、多層標本に対する層特定の計量を行うのに適した計量システムを指向している。層特定の計量計測を行うのに適した計量システムの例としては、具備必須ではないが、層特定の照明スペクトルを生成するスペクトル可調照明装置、スペクトル可調フィルタ、層特定の標本位置を提供する並進型標本ステージ、コンフィギュラブル（構成設定可能）な視野絞り、コンフィギュラブルな（例．像及びノ又は物空間テレセントリシティを調整しうる）開口絞り、或いはそのパラメタ（例．利得、積分時間等）がコンフィギュラブルな検出器があろう。

20

#### 【 0 0 2 2 】

図 1 は、本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係るイメージング装置 1 0 0 を描いた概念図である。更に、このイメージング装置 1 0 0 に計量装置を具備させ、そのイメージング装置 1 0 0 により生成された画像に基づき、一通り又は複数通りの計量計測結果を求めることができる。この構成のイメージング装置 1 0 0 によれば、本件技術分野で既知な何らかの方法を用いアライメント（位置揃え具合）を計測することができる。実施形態の一つはイメージング装置 1 0 0 が画像依拠計量ツールを有するものであり、それにより、標本層の画像 1 枚又は複数枚に基づき計量計測（例．オーバーレイ計測、フィーチャサイズ計測等）を実行することができる。他実施形態としては、イメージング装置 1 0 0 がスカッタロメトリ（散乱計測法）式計量ツールを有していて、標本からの光の散乱（反射、回折、散漫散乱等）を踏まえて計量計測を実行するものがある。

30

#### 【 0 0 2 3 】

実施形態に係るイメージング装置 1 0 0 は、照明ビーム 1 0 4 を生成する照明源 1 0 2 を有している。その照明ビーム 1 0 4 は一通り又は複数通りの指定波長の光を含むものとすることができ、その例としては、これに限られないが真空紫外（VUV）輻射、深紫外（DUV）輻射、紫外（UV）輻射、可視輻射、赤外（IR）輻射等がある。照明源 1 0 2 にて生成される照明ビーム 1 0 4 がこのほかにどのような領域の指定波長を含んでいてもよい。他実施形態としては、照明源 1 0 2 がスペクトル可調照明源を有していて、そのスペクトルが可調な照明ビーム 1 0 4 を生成するものがある。

#### 【 0 0 2 4 】

更に、照明源 1 0 2 により提供される照明ビーム 1 0 4 がどのような時間プロファイルを有していてもよい。例えば、照明源 1 0 2 により生成される照明ビーム 1 0 4 が、連続プロファイルを有していても、パルス状プロファイルを有していても、或いは変調プロファイルを有していてもよい。加えて、照明ビーム 1 0 4 が照明源 1 0 2 から自由空間伝搬を介し送給されるのでも、光導波路（例．光ファイバ、光パイプ等）を介し送給されるのでもよい。

40

#### 【 0 0 2 5 】

また、実施形態に係る照明源 1 0 2 は、照明ビーム 1 0 4 を照明路 1 0 8 を介し標本 1 0 6 へと差し向けている。また、実施形態に係るイメージング装置 1 0 0 は、その照明ビーム 1 0 4 を標本 1 0 6 上へと集束させる対物レンズ 1 1 4 を有している。

50

## 【 0 0 2 6 】

照明路 1 0 8 には、照明ビーム 1 0 4 を修正・修飾及び/又は調光するのに適した 1 個又は複数個のレンズ 1 1 0 又は付加的光学部材 1 1 2 を設けることができる。例えば、当該 1 個又は複数個の光学部材 1 1 2 に含まれうるものとしては、これに限られないが、1 個又は複数個のポラライザ（偏光子）、1 個又は複数個のフィルタ、1 個又は複数個のビームスプリッタ、1 個又は複数個のディフューザ（散光器）、1 個又は複数個のホモジナイザ、1 個又は複数個のアポダイザ、1 個又は複数個のビーム整形器等がある。また例えば、当該 1 個又は複数個の光学部材 1 1 2 に、標本 1 0 6 上での照明角を制御する開口絞り、及び/又は、標本 1 0 6 上での照明の空間的拡がりを制御する視野絞りを、含めることができる。一例としては、照明路 1 0 8 に、対物レンズ 1 1 4 の後焦点面に対し共役な平面に所在する開口絞りを設けて、その標本のテレセントリック照明を行うことができる。また、実施形態ではその標本 1 0 6 が標本ステージ 1 1 6 上に配置されている。その標本ステージ 1 1 6 には、イメージング装置 1 0 0 内で標本 1 0 6 を位置決めするのに適した、あらゆる装置を具備させることができる。例えば、標本ステージ 1 1 6 に、直線並進ステージ、回動ステージ、ティップ/ティルトステージ等を任意の組合せで具備させることができる。

10

## 【 0 0 2 7 】

また、実施形態に係るイメージング装置 1 0 0 は、標本 1 0 6 に発する輻射を集光路 1 2 0 経由で捉えるよう構成された検出器 1 1 8 を有している。例えば、その集光路 1 2 0 上に、具備必須ではないが、集光レンズ（例．図 1 に描いた対物レンズ 1 1 4 ）や、1 個又は複数個の付加的な集光路レンズ 1 2 2 を設けることができる。また例えば、検出器 1 1 8 にて、（例．鏡面反射、拡散反射等により）標本 1 0 6 で反射又は散乱された輻射を受光してもよい。また例えば、検出器 1 1 8 にて、標本 1 0 6 により生成された輻射（例．照明ビーム 1 0 4 の吸収に係るルミネッセンス等）を受光してもよい。

20

## 【 0 0 2 8 】

検出器 1 1 8 には、標本 1 0 6 から受光した照明を計測するのに適し本件技術分野で既知な、あらゆる種類の検出器を含めることができる。例えば、検出器 1 1 8 に含めうるものの中には、これに限られないが、CCD型検出器、TDI型検出器、光電子増倍管（PMT）、アバランシェフォトダイオード（APD）等がある。また、実施形態に係る検出器 1 1 8 に、標本 1 0 6 に発する輻射の波長を識別するのに適した分光型検出器を含めることができる。また、実施形態に係るイメージング装置 1 0 0 に複数個の検出器 1 1 8 を（例．1 個又は複数個のビームスプリッタにより生成された複数本のビーム路に関連付けて）具備させ、自イメージング装置 1 0 0 による複数通りの計量計測を容易化することができる。

30

## 【 0 0 2 9 】

集光路 1 2 0 には、更に、対物レンズ 1 1 4 により集光された照明を差し向け及び/又は修正・修飾する光学素子を何個でも設けることができ、その中には、これに限られないが 1 個又は複数個の集光路レンズ 1 2 2、1 個又は複数個のフィルタ、1 個又は複数個のポラライザ、1 個又は複数個のビームブロック等が含まれうる。加えて、集光路 1 2 0 に、検出器 1 1 8 上の像における標本の空間的拡がりを制御する視野絞りや、その標本からの照明の角度的拡がりを制御する開口絞りを設け、それを用い検出器 1 1 8 上に像を生成することができる。また、実施形態に係る集光路 1 2 0 に、対物レンズ 1 1 4 に備わる光学素子の後焦点面に対し共役な平面に所在する開口絞りを設けて、その標本のテレセントリックイメージングを行うことができる。

40

## 【 0 0 3 0 】

図 1 に描いた通り、実施形態に係るイメージング装置 1 0 0 はビームスプリッタ 1 2 4 を有しており、その向きが然るべく定められているので、対物レンズ 1 1 4 により、同時に、標本 1 0 6 に照明ビーム 1 0 4 を差し向け且つその標本 1 0 6 に発する輻射を集めることができる。この構成によるイメージング装置 1 0 0 は、エピ照明モードに従い構成設定することができる。

50

## 【0031】

実施形態によっては、標本106上への照明ビーム104の入射角が可調とされる。例えば、ビームスプリッタ124及び対物レンズ114を通る照明ビーム104の経路を調整することで、標本106上への照明ビーム104の入射角を制御することができる。この構成によれば、照明ビーム104の経路を、その照明ビーム104が標本106上で直交入射角を呈するよう、ビームスプリッタ124及び対物レンズ114を通る直交経路とすることができる。また例えば、ビームスプリッタ124上での照明ビーム104の位置及び/又は角度を(例、可回動鏡、空間光変調器、フリーフォーム照明源等により)修正・修飾することで、標本106上への照明ビーム104の入射角を制御することができる。また、実施形態によっては、照明源102が、1本又は複数本の照明ビーム104をある角度(例、かすめ角、45°角等)にて標本106へと差し向ける。

10

## 【0032】

また、実施形態に係るイメージング装置100はコントローラ126を有している。実施形態に係るコントローラ126は、記憶媒体130上に保持されているプログラム命令を実行するよう構成された1個又は複数個のプロセッサ128を有している。この構成によれば、コントローラ126に備わる1個又は複数個のプロセッサ128によって、本件開示の随所に記載されている様々な処理ステップのいずれかを実行することができる。更に、データを受け取るようそのコントローラ126を構成することができ、そのデータには、これに限られないが、計量データ(例、アライメント計測結果、ターゲットの像、瞳像等)や計量指標(例、精度、ツール誘起性シフト、感度、回折効率等)を含めることができる。

20

## 【0033】

コントローラ126に備わる1個又は複数個のプロセッサ128には、本件技術分野で既知なあらゆる処理素子が含まれうる。その意味で、当該1個又は複数個のプロセッサ128には、アルゴリズム及び/又は命令を実行するよう構成されたあらゆるマイクロプロセッサ型デバイスが含まれうる。ある実施形態によれば、当該1個又は複数個のプロセッサ128を、デスクトップコンピュータ、メインフレームコンピュータシステム、ワークステーション、イメージコンピュータ、並列プロセッサ、或いはプログラムを実行するよう構成された他の何らかのコンピュータシステム(例、ネットワーク接続されたコンピュータ)で構成することができ、またそのプログラムを、本件開示の随所に記載の如くイメージング装置100を動作させるよう構成することができる。更なる認識によれば、語「プロセッサ」は、非一時的記憶媒体130から得たプログラム命令を実行する処理素子を1個又は複数個有するデバイス全てが包括されるよう、広義に定義することができる。更に、本件開示の随所に記載の諸ステップを、単一のコントローラ126により実行してもよいし、それに代え複数個のコントローラにより実行してもよい。加えて、コントローラ126に備わる1個又は複数個のプロセッサを、共通コントローラハウジング内に収容してもよいし、或いは複数個のハウジング内に収容してもよい。このように、何らかのコントローラ又はコントローラコンビネーションを個別パッケージングして、イメージング装置100内への統合に適したモジュールにすることができる。更に、コントローラ126により、検出器118から受け取ったデータを解析すること、並びにそのデータをイメージング装置100内又はイメージング装置100外の付加的諸部材へと送ることができる。

30

40

## 【0034】

記憶媒体130には、連携先の1個又は複数個のプロセッサ128により実行可能なプログラム命令を格納するのに適し本件技術分野で既知な、あらゆる格納媒体が含まれうる。例えば、記憶媒体130に非一時的記憶媒体を含めうる。また例えば、記憶媒体130に、これに限られないがリードオンリメモリ、ランダムアクセスメモリ、磁気又は光学記憶デバイス(例、ディスク)、磁気テープ、固体ドライブ等を含めうる。更に注記されることに、記憶媒体130を1個又は複数個のプロセッサ128と共に共通コントローラハウジング内に収容してもよい。ある実施形態によれば、記憶媒体130を、1個又は複数個のプロセッサ128及びコントローラ126の物理的な居所に対しリモートに所在させ

50

ることができる。一例としては、コントローラ 126 に備わる 1 個又は複数個のプロセッサ 128 から、ネットワーク（例．インターネット、イントラネット等）を介しアクセス可能なりモートメモリ（例．サーバ）にアクセスすることができる。従って、上掲の記述は、本発明に対する限定事項としてではなく、単なる例証として解されるべきである。

#### 【0035】

また、実施形態に係るコントローラ 126 は、層特定の計量コンフィギュレーション情報を提供すべく、イメージング装置 100 の構成要素 1 個又は複数個に可通信結合されている。例えば、コントローラ 126 を、必須ではないが、標本上に入射する照明のスペクトルを制御すべく照明源 102 に可通信結合させること、照明ビーム 104 を及びノ又は検出器 118 により捉えられる標本からの輻射を操作すべく 1 個又は複数個の絞りに可通信結合させること、検出パラメタを修正・修飾すべく検出器 118 に可通信結合させること、或いはイメージング装置 100 内での標本 106 の位置を調整すべく標本ステージ 116 に可通信結合させることができる。

10

#### 【0036】

一実施形態に係る層特定のイメージングコンフィギュレーションは、標本 106 上に入射する照明の層特定のスペクトルを含むものである。従って、照明源 102 をスペクトル可調照明源として構成して、層特定の計量用照明スペクトルを提供することができる。本願での認識によれば、その照明源 102 を、照明源に加え、自照明源からの照明を調光する何個かの付加的部材を有するものとすることができる。更に、それら付加的部材が照明源 102 と共通容器を共有することや、それら付加的部材をイメージング装置 100 内に統合することができる。

20

#### 【0037】

図 2A ~ 図 2C には、本件開示の諸実施形態に係るスペクトル可調照明源が描かれている。

#### 【0038】

図 2A は、本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係るスペクトル可調照明源 102 の概念図である。実施形態の照明源 102 は、広いスペクトル（例．照明波長域）を呈する広帯域照明源 202 と、その広帯域照明源 202 のスペクトルをフィルタリングして層特定の照明スペクトルを生成する可調分光フィルタ 204 とを有している。また、実施形態の照明源 102 は、照明ビーム 104 のパワーを調整する中性濃度フィルタ 206（例．波長非依存性フィルタ）を有している。中性濃度フィルタ 206 には、本件技術分野で既知なあらゆる種類の波長非依存性フィルタを含めることができ、その例としては、これに限られないが、ポラライザと結合された偏光回転器、その光学濃度が固定な 1 個又は複数個のフィルタ、その光学濃度が自フィルタ横断方向位置の関数として変化するグラディエントフィルタ等がある。更に、中性濃度フィルタ 206 はフィルタ制御装置 208 を有していて、それにより自中性濃度フィルタ 206 の透過率を選択的に修正・修飾することができる。例えば、そのフィルタ制御装置 208 に、これに限られないが、ポラライザより前段で照明ビーム 104 の偏光を選択的に調整する可調偏光回転器、何個かのフィルタのうち 1 個を照明ビーム 104 の経路上に選択的に配置するフィルタホイール（例．図 2A に描いたそれ）、グラディエントフィルタを選択的に位置決めする並進装置（例．回動装置、直線並進装置等）等を具備させることができる。

30

40

#### 【0039】

広帯域照明源 202 には、ある領域の計量用波長を有する照明ビーム 104 を提供するのに適した、あらゆる照明源を含めうる。一実施形態に係る広帯域照明源 202 はレーザー光源である。そうした広帯域照明源 202 の例としては、これに限られないが広帯域レーザー光源、超連続体（超広帯域）レーザー光源、白色光レーザー光源等であろう。この構成の広帯域照明源 202 により提供される照明ビーム 104 は、高いコヒーレンス（例．高い空間コヒーレンス及びノ又は時間コヒーレンス）を有するものとなりうる。もう一つの実施形態に係る広帯域照明源 202 はレーザー維持プラズマ（LSP）光源を有するものである。そうした広帯域照明源 202 の例としては、これに限られないが、レーザー光源によりプ

50

ラズマ状態へと励起されたときに広帯域照明を発しうる一種類又は複数種類の要素を収容するのに適した、LSPランプ、LSPバルブ、LSPチャンバ等がある。もう一つの実施形態に係る広帯域照明源202はランプ型光源を有するものである。そうした広帯域照明源202の例としては、これに限られないがアークランプ、放電ランプ、無電極ランプ等がある。この構成の広帯域照明源202により提供される照明ビーム104は、低いコヒーレンス(例、低い空間コヒーレンス及び/又は時間コヒーレンス)を有するものとなりうる。

#### 【0040】

可調分光フィルタ204により、指定波長のスペクトルパワーを他のそれに対し減らすことで、入射照明(例、広帯域照明源202により生成された照明ビーム104)のスペクトルを修正・修飾することができる。従って、分光フィルタの分光透過率により、照明の透過率を波長の関数として記述することができる(例、0%~100%、0~1等)。注記されることに、透過率とは、照明のうち、透過及び/又は反射を通じフィルタを通過したもののことであると言える。典型的な分光フィルタの中には、必須ではないが、スペクトルコンテンツが空間分布するレンズフリー面に所在する1個又は複数個の空間フィルタ或いは1個又は複数個の波長依存性フィルタが含まれよう。更に、可調分光フィルタ204による分光透過率の修正・修飾は、いずれの分布に従い行ってもよい。例えば、その可調分光フィルタ204に、カットオフ波長を上回る波長を減衰させるローパスフィルタ、カットオフ波長を下回る波長を減衰させるハイパスフィルタ、特定スペクトル帯域幅の照明を通じ指定波長帯外の波長を減衰させるバンドパスフィルタ、指定波長帯内の波長を減衰させるバンドリジェクトフィルタ、テイラードな分光透過率分布を有するフィルタ等を含めることができる。

#### 【0041】

可調分光フィルタ204には、広帯域照明源202のスペクトルをフィルタリングするのに適したあらゆる種類の装置を含めうる。一実施形態に係る可調分光フィルタ204は、その分光透過率が可調な1個又は複数個のフィルタを有している。この構成によれば、照明ビーム104の経路上にある可調フィルタの分光透過率を選択的に修正・修飾して、層特定の照明スペクトルを提供することができる。例えば、その可調分光フィルタ204を、必須ではないが1個又は複数個の誘電素材スタック層で形成された薄膜可調フィルタを有するものにするすることができる。更に、その可調分光フィルタ204を、反射型分光フィルタや透過型分光フィルタを有するものにするすることができる。加えて、分光フィルタを単一の光学素子で形成しても光学素子の組合せで形成してもよい。

#### 【0042】

実施形態によっては、可調分光フィルタ204が、その分光透過率が向き依存的な部材を1個又は複数個有するものとされる。例えば、図2Aに描いた通り、可調分光フィルタ204を、そのカットオフ波長が位置感応的でフィルタ横断方向に沿い(例、直線的に)変化する1個又は複数個のエッジフィルタ(例、エッジフィルタ204a、エッジフィルタ204b)を有するものとするすることができる。ひいては、照明ビーム104の経路に対するそれらエッジフィルタ204a、204bの位置を(例、コントローラ126により)調整することで、層特定の照明スペクトルを得ることができる。また例えば、可調分光フィルタ204に角度可調フィルタを具備させ、それを回動装置に連結することで、その角度可調フィルタ上への照明ビーム104の入射角を選択的に修正・修飾可能にすることができる。

#### 【0043】

実施形態によっては、可調分光フィルタ204に、その分光透過率が固定な1個又は複数個のフィルタと、照明ビーム104の経路上にそれらフィルタを選択的に挿入して層特定の照明スペクトルをもたらすフィルタ挿入装置とを具備させる。そのフィルタ挿入装置には、照明ビーム104の経路上にフィルタを選択的に挿入するのに適したあらゆる組合せの素子を具備させることができる。例えば、そのフィルタ挿入装置に、1個又は複数個のフィルタを回動させて照明ビーム104の経路上に入れる部材、例えばこれに限られな

10

20

30

40

50

いがフィルタホイールやフリッパ装置を具備させることができる。また例えば、そのフィルタ挿入装置に、1個又は複数個のフィルタを直線並進させて照明ビーム104の経路上に入れる部材、例えばこれに限られないが直線並進型のステージに装着されていて1個又は複数個のフィルタをしっかりと保持しうるマウントを具備させることができる。

#### 【0044】

実施形態によっては、可調分光フィルタ204に少なくとも1個の分散素子を具備させ、それを空間フィルタと結合させることで、広帯域照明源202のスペクトルを修正・修飾しうるようにする。図2Bは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係り、広帯域照明源202と、その広帯域照明源202のスペクトルを選択的にフィルタリングするダブルモノクロメータと、を有する照明源102の概念図である。ダブルモノクロメータを用いた広帯域光源スペクトル調整システム及び方法が2016年10月31日付米国特許出願第15/339312号に概述されているので、この参照を以てその全体を本願に繰り入れることにする。実施形態に係る可調分光フィルタ204は、広帯域照明源202からの照明にスペクトル分散を持ち込む第1可調分散素子210と、その広帯域照明源202から焦点面214へとそのスペクトル分散照明を集束させることで広帯域照明源202からの照明のスペクトルを焦点面214横断的に空間分布させうる第1光学素子212(例、1個又は複数個のレンズ等)と、広帯域照明源202からの照明をその焦点面におけるスペクトル分布に基づきフィルタリングする空間フィルタリング素子216と、空間フィルタリング素子216を通過したスペクトル分散照明を集光する第2光学素子218(例、1個又は複数個のレンズ等)と、第1可調分散素子210により持ち込まれた分散を除去して照明ビーム104を形成する第2可調分散素子220と、を有している。

#### 【0045】

例えば、第1可調分散素子210によって広帯域照明源202からの照明をスペクトル分散させることができ、ひいては広帯域照明源202からの照明のスペクトルを第1可調分散素子210の焦点にてビームプロファイル横断的に空間分布させることができる。空間フィルタリング素子216によって、広帯域照明源202からの照明の諸部分を選択的に通過させ又は阻止することができる。この構成によれば、可調分光フィルタ204の分光透過率を空間フィルタリング素子216の空間透過率に関連付けることができる。一例としては、図2Bに描いた通り、広帯域照明源202からの照明に三通りの波長成分 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 及び $\lambda_3$ を含ませておき、空間フィルタリング素子216により $\lambda_2$ を選択的に通過させることで、層特定の照明スペクトルを形成することができる。更に、第1可調分散素子210により持ち込まれ第2光学素子218により集められたスペクトル分散を、第2可調分散素子220により除去することで、広帯域照明源202からの照明のスペクトルを、ビームプロファイル横断的に空間分布していないものにすることができる。例えば、第2可調分散素子220の分散を動的に調整して第1可調分散素子210の分散に相応させることで、第1可調分散素子210により持ち込まれた分散を除去することができる。従って、広帯域照明源202からの照明のスペクトルコンテンツを、可調分光フィルタ204により、更なるビーム特性(例、散乱角等)の修正・修飾無しでフィルタリングすることができる。

#### 【0046】

分散素子(例、第1可調分散素子210や第2可調分散素子220)は、広帯域照明源202からの照明にスペクトル分散を持ち込むのに適し本件技術分野で既知ないずれの種類の分散素子であってもよい。例えば、それら分散素子により、広帯域照明源202からの照明における分散を修正・修飾する際に、これに限られないが回折や屈折等、どのような機構を介してもよい。更に、第1可調分散素子210は透過型及び/又は反射型光学素子で形成されうる。一例に係る第1可調分散素子210は、動生成回折格子(例、音響光学変調器等)を有するものである。この構成によれば、回折格子を基板素材(例、透明光学素材)内で動的に生成することができる。更に、その動生成回折格子の物理特性を調整することで、その分散を動的に修正・修飾して可調分光フィルタ204を調整することができる。例えば、動生成回折格子の周期又は変調度を(例、コントローラ126の働きで

)調整することで、分散の値(例、特定波長の照明が回折される角度)を制御することができる。また例えば、その動生成回折格子の変調度を(例、コントローラ126の働きで)調整することで、分散効率(例、特定波長の照明が回折される効率値)を制御することができる。

#### 【0047】

実施形態によっては、照明源102がマルチチャンネル照明源を有する。高速スペクトル選択用マルチチャンネル照明源が2016年12月21日付米国特許出願第15/387180号に概述されているので、この参照を以てその全体を本願に繰り入れることにする。図2Cは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係り、広帯域照明源202と、その分光透過率が固定な複数個のフィルタリングチャンネルと、を有するマルチチャンネル照明源の概念図である。実施形態のマルチチャンネル照明源は、広帯域照明源202からの照明を2個以上のフィルタリングチャンネル224へと差し向けるチャンネルセクタ222を有しており、またそれらフィルタリングチャンネル224それぞれが、相異なる分光透過率を有するフィルタ226を有している。更に、このマルチチャンネル照明源はビーム結合器228を有しているので、任意のフィルタリングチャンネル224からの照明を結合させて照明ビーム104とすることができる。従って、マルチチャンネル照明源により(例、コントローラ126の働きで)チャンネルセクタ222を調整し、指定された1個又は複数個のフィルタリングチャンネル224内へと広帯域照明源202からの照明が向かうようにすることで、層特定の照明スペクトルを提供することができる。

10

#### 【0048】

チャンネルセクタ222には、広帯域照明源202からの照明をフィルタリングチャンネル224の任意な組合せへと差し向けるのに適するいずれの光学素子又は光学素子群を具備させてもよい。例えば、チャンネルセクタ222が1個又は複数個のビームスプリッタ230を有していてもよい。また例えば、チャンネルセクタ222が1個又は複数個のダイクロイックミラーを有していてもよい。更に例えば、図2Cに描いた通り、チャンネルセクタ222が偏光回転器232(例、波長板、電気光学セル等)を有していてもよい。それに加え、チャンネルセクタ222が1個又は複数個の偏光ビームスプリッタ(例、ビームスプリッタ230等)を有していてもよい。この構成によれば、それらフィルタリングチャンネル224における照明の相対強度を、偏光ビームスプリッタの向きを基準として偏光回転器232を調整することで、制御可能とすることができる。加えて、チャンネルセクタ222が、フィルタリングチャンネル224内に至る照明の分布を制御する1個又は複数個のシャッタを有していてもよい。

20

30

以上

#### 【0049】

マルチチャンネル照明源により、層特定の照明スペクトルに係る1本又は複数本のビームを提供して、標本に差し向けることができる。この構成によれば、イメージング装置100に備わるマルチチャンネル照明源により、フィルタリングチャンネル224毎に相独立なスペクトル制御を行い標本を照明すること、またそのスペクトルをある広い連続波長域に亘り選択的に制御することができる。加えて、そのマルチチャンネル照明源により、標本を、各チャンネルからの照明で以て同時照明することも順次照明することもできる。更に、そのマルチチャンネル照明源により、標本の相異なる部分(例、計量ターゲットに備わる相異なるセル等)を、相異なる照明チャンネルで以て照明することができる。この構成のマルチチャンネル照明源によれば、相異なる層特定の照明スペクトルを、その標本の相異なる領域(例、計量ターゲットに備わり相異なる層上に所在するフィーチャ群等)に提供することができる。

40

#### 【0050】

実施形態によっては(図示せず)、照明源102が、複数個の狭帯域照明源と、それら狭帯域照明源からの照明の任意な組合せを含む層特定の照明スペクトルを提供する照明源セクタとを、有するものとされる。例えば、それら狭帯域照明源に、これは必須ではないが、相異なるスペクトル特性を有するレーザ光源を含めることができる。更に、その照

50

明源セレクトには、1個又は複数個の狭帯域照明源からの照明を選択するのに適した、あらゆる組合せの素子を具備させることができる。例えば、照明源セレクトには、これに限られないが、1個又は複数個のビームスプリッタ、1個又は複数個のシャッタ、1枚又は複数枚の波長板、1個又は複数個のポラライザ、1個又は複数個のビーム結合器、1個又は複数個のシャッタ等を具備させることができる。

#### 【0051】

実施形態によっては、層特定のイメージングコンフィギュレーションに層特定の検出スペクトルを含める。例えば、固定スペクトル（例．広帯域スペクトル）となるよう照明源102を構成すると共に、イメージング装置100に可調分光フィルタをも具備させることで、標本106に発し検出器118上での画像生成に用いられる輻射のスペクトルを  
10  
逃えることができる。一例としては、イメージング装置100の集光路120上、検出器より前段に可調分光フィルタを設け、それにより層特定の検出スペクトルを提供することができる。その可調分光フィルタにはあらゆる種類の可調フィルタを含めることができ、その例としては、これに限られないが、その分光透過率が固定な可選択的フィルタ群、その分光透過率が向き依存的な1個又は複数個のフィルタ等がある。

#### 【0052】

実施形態によっては、図示しないが、二通り以上の層特定の検出スペクトルに従いフィルタリングされた標本画像の同時生成のため、イメージング装置100の集光路120上に2個以上の検出器118が設けられる。例えば、集光路120上に1個又は複数個のビームスプリッタを設けることで、標本に発する輻射を2個以上の検出チャンネルへと分岐させる  
20  
ことができる。各検出チャンネルには、更に、層特定の検出スペクトルを提供するフィルタと、その層特定の検出スペクトルで以て標本の画像を生成する検出器118とを、具備させることができる。

#### 【0053】

層特定のイメージングコンフィギュレーションには、イメージング装置100内光路を逃えるシステム内の1個又は複数個の絞りのポジション及び/又は開口直径を、含めることができる。図3は、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係るイメージング装置100の概念図である。実施形態のイメージング装置100は1個又は複数個の開口絞りを有している。一般的には、開口絞りによって、そのシステム内を伝搬する照明の角度的拡がりを制限することができる。例えば、図3に描いた通り、照明路108上の開口絞り302により、層特定の角度的拡がりを有する照明を標本上にもたらすことができる。また  
30  
例えば（図示せず）、集光路120上の開口絞りにより、標本に発し画像の生成に用いられる輻射の角度的拡がりに層特定の制限を課すことができる。

#### 【0054】

実施形態によっては、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、照明路108及び/又は集光路120上の開口絞りの開口直径を含める。従って、イメージング装置100に、（例．コントローラ126に連結されていて）その開口直径が可調な開口絞りを設け、層特定のイメージングコンフィギュレーションの生成に供することができる。

#### 【0055】

実施形態によっては、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、照明路108及び/又は集光路120上の開口絞りのポジションを含める。例えば、照明路108上にあり対物レンズ114の焦点に対し共役な平面に所在する開口絞り（例．開口絞り302）により、標本106のテレセントリック照明を行うことができる。この構成にて、標本106上での照明の角度的拡がりを制限して、実質的に平行な光線にすることができる。また例えば、集光路120上にあり対物レンズ114の焦点に対し共役な平面に所在する開口絞りにより、標本106のテレセントリックイメージングを行うことができ、ひいてはフィーチャの見かけ上のサイズを対物レンズ114からの距離に依存させることができる（例．標本106の層）。

#### 【0056】

本願での認識によれば、対物レンズ114の焦点の精密位置は波長（例．照明スペクト

10

20

30

40

50

ルの波長又は標本 106 に発する輻射の波長)により変わりうるものであり、これに限られないが色収差を含む多数の因子がその原因となっている。従って、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、照明路 108 及び/又は集光路 120 上における開口絞りの精密な居所を含めて、照明及び/又はイメージングのテレセントリシティを指定公差内で調整することができる。例えば、イメージング装置 100 に(例. コントローラ 126 に接続された)位置決め装置 304 を具備させ、それにより開口たる開口絞りを照明路 108 及び/又は集光路 120 上で位置決めすることができる。位置決め装置 304 には、イメージング装置 100 内で開口絞り(例. 開口絞り 302)を位置決めするのに適する構成要素をあらゆる組合せで具備させることができ、その例としては、これに限られないが直線並進型ステージ、回動並進型ステージ等がある。

10

## 【0057】

更に、イメージング装置 100 には、開口絞りの平面における照明を構成設定する光学素子を何個でも具備させることができる。例えば、図 3 に描いた通り、照明路 108 上にレンズ 110a を設け、照明源 102 からの照明ビーム 104 を開口絞りの平面に集束させることができる。加えて、その照明路 108 上に光学部材 112 (例. ポライザ等)を設け、その照明ビーム 104 を更に調光することができる。また例えば、照明路 108 上にレンズ 110b を設け、その開口絞りの平面を中継することができる。例えば、開口絞り 302 を調整して標本 106 のテレセントリック照明を行うことができるよう、それらレンズ 110b により対物レンズ 114 の後焦点面を中継することができる。

## 【0058】

20

また、実施形態のイメージング装置 100 は 1 個又は複数個の視野絞りを有している。一般的には、視野絞りによって、標本 106 に対し共役な平面における光の空間的拡がりを制限することができる。例えば、図 3 に描いた通り、照明路 108 上の視野絞り 306 によって、層特定の空間的拡がりを有する照明を標本 106 上にもたらしすることができる。また例えば、集光路 120 上の開口絞りによって、標本 106 に発し画像の生成に用いられる輻射の空間的拡がりに層特定の制限をもたらし、ひいては画像サイズに制限をもたらすことができる。

## 【0059】

実施形態によっては、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、照明路 108 及び/又は集光路 120 上の視野絞りの開口直径を含める。従って、イメージング装置 100 に、(例. コントローラ 126 に結合されており)その開口直径が可調な視野絞りを設けて、層特定のイメージングコンフィギュレーションの生成に供することができる。本願での認識によれば、視野絞りの開口直径を調整することで、標本のうちイメージングされる部分を制限及び/又は特定することができ、それにより望外及び/又は不要光を減らして高質画像を実現することができる。例えば、視野絞りの開口直径を調整することで、所与標本層上の注目フィーチャを含む指定半径のみが照明され及び/又はそこからの輻射のみが検出されるようにすることができる。この構成によれば、その指定半径外のフィーチャにより、指定半径内フィーチャの画像にノイズが持ち込まれることがないため、高いコントラスト、輝度等を有する画像を実現することができる。

30

## 【0060】

40

更に、本願での認識によれば、標本 106 に対し共役な平面の精密位置は波長(例. 照明スペクトルの波長又は標本 106 に発する輻射の波長)によって変わりうるものであり、これに限られないが色収差等、何個かの因子がその原因となっている。従って、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、照明路 108 及び/又は集光路 120 上における視野絞りの精密な居所を含めて、標本 106 に対し共役な平面における光の空間的拡がりを指定公差内で調整するとよい。例えば、イメージング装置 100 に並進ステージを設け(例. コントローラ 126 に連結し)、開口たる視野絞りを照明路 108 及び/又は集光路 120 上で位置決めすることができる。

## 【0061】

実施形態によっては、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、標本 106 を

50

しっかり保持する標本ステージ 1 1 6 の位置を含める。こうすることで、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、対物レンズ 1 1 4 の焦点体積内での標本 1 0 6 の位置を含めることができる。この構成によれば、表面上又は標本 1 0 6 内での照明ビーム 1 0 4 の集束条件を、注目層毎に逃えることができる。

#### 【 0 0 6 2 】

実施形態によっては、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、検出器 1 1 8 の 1 個又は複数個のイメージングパラメタを含める。例えば、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、これは必須ではないが、利得、積分時間等の指定セッティングを含めることができる。従って、相異なる注目層の画像を、テイラードな検出器セッティングを用い捉えて、その画質指標（例．輝度、コントラスト、ノイズレベル、画像内フィーチャの位置正確性等）が指定公差内の画像を提供することができる。

10

#### 【 0 0 6 3 】

図 4 は、本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り、層特定のイメージングコンフィギュレーションによる画像依拠計量方法 4 0 0 にて実行される諸ステップを描いたフロー図である。出願人の注記によれば、イメージング装置 1 0 0 の文脈に沿い本願中でこれまで述べてきた諸実施形態及びその実現テクノロジーを、方法 4 0 0 に敷衍して解すべきである。とはいえ、更なる注記によれば、方法 4 0 0 はイメージング装置 1 0 0 のアーキテクチャに限定されるものではない。

#### 【 0 0 6 4 】

実施形態の方法 4 0 0 は、標本の 2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素が指定画質公差内でイメージングされるよう、イメージング装置の層特定のイメージングコンフィギュレーションを（例．コントローラ 1 2 6 等を用い）決めるステップ 4 0 2 を有している。層特定のイメージングコンフィギュレーションには、これに限られないが、標本上に入射する照明スペクトル、入射輻射の検出スペクトル、イメージング装置内の開口絞り及び／又は視野絞りのポジションを、何らかの組合せで含めるとよい。

20

#### 【 0 0 6 5 】

画質指標に含まれるものには、これに限られないが、画像輝度、画像コントラスト、画像ノイズ等がある。この構成によれば、照明スペクトルを標本層毎に逃え、フィーチャ（例．計量ターゲット要素）の画像を指定公差内で提供することができる。この構成にて指定公差に含まれるものには、その画像内の 1 個又は複数個の画素に係る所望画素強度、所望平均画素強度、画像の最高・最低画素強度間の所望差、画素強度のランダム変動（例．ノイズ）の所望量等がある。

30

#### 【 0 0 6 6 】

例えば、イメージングコンフィギュレーションが画質指標に影響すること、ひいては生成画像に基づく計量計測の正確性及び／又は再現性が変動することがありうる。また例えば、イメージングコンフィギュレーションが、誤整列、収差等によるシステム不備に対する生成画像依拠計量計測（例．オーバーレイ計測、フィーチャサイズ計測等）の感度に、影響することがありうる。従って、層特定のイメージングコンフィギュレーションを提供することで、指定公差内の画質を有する画像の生成を実現すること、更には正確で再現性がありロバストな計量計測を実現することができる。

40

#### 【 0 0 6 7 】

その層特定のイメージングコンフィギュレーションには、イメージング装置のパラメタをあらゆる組合せで含めることができる。例えば、層特定のイメージングコンフィギュレーションに、画像を生成すべく標本上に入射される照明のスペクトルを含めることができる。従って、各層上のフィーチャ（例．計量ターゲット要素）を、指定公差内の画質指標を有する画像を提供するのに適したテイラードな照明スペクトルで以て、イメージングすることができる。ひいては、その照明スペクトルを、必須ではないが周辺層の特性（例．周辺層の吸収率、屈折率、厚み等）に基づき注目層毎に調整することができる。

#### 【 0 0 6 8 】

また例えば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、標本に発し画像生

50

成に用いられる輻射のフィルタリング後スペクトル（例．検出スペクトル）を含めることができる。この構成によれば、標本層を固定な照明スペクトルで以て照明することができ、また標本に発する輻射を検出器より前段でフィルタリングすることにより注目層を層特定の検出スペクトルで以てイメージングすることができる。

【 0 0 6 9 】

また例えば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、開口絞りの開口直径及び／又はポジションを含めることができる。この構成によれば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、標本上に入射する照明の角度的拡がり、及び／又は、標本に発し標本層の画像の生成に用いられる輻射の角度的拡がりを、含めることができる。一例としては、そのイメージングシステムの照明アーム（例．照明路 1 0 8 ）上の集光レンズ（例．対物レンズ 1 1 4 ）の後焦点面に対し共役な平面内に配置されたときにテレセントリック照明が行われるよう、開口絞りを構成することができる。別例としては、そのイメージングシステムの集光アーム（例．集光路 1 2 0 ）上の集光レンズの後焦点面に対し共役な平面内に配置されたときに標本のテレセントリックイメージングが行われるよう、開口絞りを構成することができる。

10

【 0 0 7 0 】

また例えば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、視野絞りの開口直径及び／又はポジションを含めることができる。ひいては、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、画像上での照明の空間的拡がり、及び／又は、標本に発し画像生成のため検出器に差し向けられた輻射の空間的拡がりを、含めることができる。この構成によれば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに標本の特定部分を含めて、標本のうち所与標本層画像に関し注目外な諸部分に係る望外及び／又は不要光を減らすことができる。

20

【 0 0 7 1 】

また例えば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、そのイメージングシステムの焦点体積内での標本の位置（例．標本ステージにより制御されるそれ）を含めることができる。例えば、標本の焦点位置を調整することで、相異なる標本層間の光路差を補償すること、色収差を補償すること等ができる。

【 0 0 7 2 】

また例えば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、画像生成に係る一通り又は複数通りの検出器セッティングを含めることができる。例えば、その層特定のイメージングコンフィギュレーションに、これは必須ではないが、検出器の利得、積分時間等の指定値であり標本層毎に誂えられたものを、含めることができる。

30

【 0 0 7 3 】

ステップ 4 0 2 にて決まる注目標本層毎の層特定のイメージングコンフィギュレーションは、注目標本層の画像であり指定公差内の画質指標を有するものを提供するのに適し、本件技術分野で既知なあらゆる方法で構成設定することができる。ある実施形態では、それら層特定のイメージングコンフィギュレーションが、潜在的なイメージングコンフィギュレーションパラメタ（例．照明スペクトル、検出スペクトル、絞りのコンフィギュレーション、標本の焦点位置、検出器セッティング等）が変動する一連の実験を通じ決定される。この構成によれば、注目標本層の画像（例．注目標本層上の計量ターゲットに備わるフィーチャの画像）を、様々なイメージングコンフィギュレーションパラメタ候補を用い生成することができる。その上で、注目標本層に係る画質指標を様々な組合せのイメージングコンフィギュレーションパラメタに関し比較し、所望の画質指標群を提供するイメージングコンフィギュレーションを注目標本層毎に選択すればよい。

40

【 0 0 7 4 】

実施形態によっては、注目標本層の画像（例．注目標本層上の計量ターゲットに備わるフィーチャの画像）をシミュレーションし、所望の画質指標群を提供するイメージングコンフィギュレーションを注目標本層毎に選択することで、それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを選択することができる。

50

## 【 0 0 7 5 】

更に、ステップ402にて、標本層の画像（例．計測を通じ及び／又は付加的なシミュレーションにより生成されたもの）に基づく一通り又は複数通りの計量計測を、層特定のイメージングコンフィギュレーションに基づきシミュレーションしてもよい。

## 【 0 0 7 6 】

標本層上の計量ターゲット要素に係る計量計測には、これに限られないが、オーバーレイ計測、限界寸法（CD）計測、側壁角、膜厚等を含めることができる。更に、計量ターゲット要素の一側面又は複数側面を、プロセス関連パラメタ（例．焦点、線量等）を示すものにすることができる。それらターゲットに、その性質上周期的なある種の注目領域を設けること、例えばメモリダイ内に格子を設けることができる。それら計量ターゲットは、更に、様々な空間特性を備えうるものであり、通例に倣い1個又は複数個のセルで構成されるものであり、そのセルの1個又は複数個の層内、即ち一通り又は複数通りのリソグラフィ的個別露出にて印刷されうる層内にはフィーチャを設けることができる。それらターゲットやセルには様々な対称性、例えば二回転又は四回転対称性、鏡映対称性等を持たせることができる。そうした計量構造の諸例が特許文献1に記載されているので、この参照を以てその全体を本願に繰り入れることにする。様々なセル又はセルコンビネーションを別々の層又は露出工程に属させることができる。それら個別のセルが、分離された非周期的なフィーチャを備えていてもよいし、それに代えそれらが一次元、二次元又は三次元の周期的構造で、或いは非周期的構造と周期的構造の組合せで構成されていてもよい。それら周期的構造は非セグメント的なものであっても、或いはそれらが細セグメント化フィーチャで構成されていてもよいし、その細セグメント化が印刷用リソグラフィプロセスのミニマムデザインルール又はその付近で行われていてもよい。

## 【 0 0 7 7 】

ステップ402でのシミュレーションには多数のアルゴリズムが関わりうる。例えば、サンプル106上の計量ターゲットとの照明ビーム104の光学的相互作用を、これに限られないが電磁（EM）ソルバを用いモデル化してもよい。更に、そのEMソルバにて利用する方法は本件技術分野で既知ないずれの方法でもよく、それに含まれるものとしては、これに限られないが厳密結合波分析（RCWA）、有限要素法分析、モーメント分析法、面積分技術、体積積分技術、有限差分時間領域分析等がある。加えて、集まったデータをデータ当てはめ及び最適化技術を用い分析してもよく、それに含まれるものとしては、これに限られないが、ライブラリ、高速減次（fast-reduced-order）モデル、回帰、機械学習アルゴリズム例えばニューラルネットワーク、サポートベクタマシン（SVM）、次元縮退アルゴリズム（例．主成分分析（PCA）、独立成分分析（ICA）、局所線形埋込（LLE）等）、スパースデータ表現（例．フーリエ又はウェーブレット変換、カルマンフィルタ、同種又は別種ツールからのマッチングを促進するアルゴリズム等）等がある。例えば、データの収集及び／又は当てはめを、必須ではないが、KLA-TENCORにより提供される信号応答計量（SRM）ソフトウェア製品により実行するとよい。実施形態によっては、計量ツールにより生成された生データが、モデル化、最適化及び／又は当てはめを含まないアルゴリズム（例．相特徴付け等）により分析される。

## 【 0 0 7 8 】

本願にて注記されることに、コントローラにより実行される情報処理アルゴリズムは、必須ではないが、並列化、分散情報処理、負荷バランシング、マルチサービスサポート、情報処理ハードウェアの設計及び具体化、或いは動的負荷最適化の使用を通じ、計量アプリケーション向けに逃えることができる。更に、様々な実現形態のアルゴリズムを、必須ではないが、（例．ファームウェア、ソフトウェア又はフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）等を媒介にして）コントローラにより実行することや、その計量ツールに係る1個又は複数個のプログラマブル光学素子により実行することができる。プロセスモデリングの使用が2014年6月19日付特許文献2にて概述されているので、この参照を以てその全体を本願に繰り入れることにする。

## 【 0 0 7 9 】

10

20

30

40

50

また、実施形態の方法 400 は、層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い生成された、2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の 1 枚又は複数枚の画像を、イメージング装置から受け取るステップ 404 を有している。例えば、そのイメージングシステムにより、それら層特定のイメージングコンフィギュレーションを用い注目標本層の画像を生成することができる。

【0080】

また、実施形態の方法 400 は、2 個以上の標本層上の計量ターゲット要素の 1 枚又は複数枚の画像に基づき計量計測を行うステップ 406 を有している。ステップ 406 においては、2 個以上の標本層の画像に基づいて本件技術分野で既知なあらゆる種類の計量計測、例えば、これに限られないが、相異なる標本層でのフィーチャの相対位置に係るオーバレイ計測、各層内フィーチャの一側面又は複数側面（例．サイズ、向き等）の計測等を、行うことができる。

10

【0081】

本願記載の主題は、ときに、他部材内に組み込まれ又は他部材に接続・連結された様々な部材を以て描出されている。ご理解頂けるように、それら描写されているアーキテクチャは単なる例示であり、実のところは、他の多くのアーキテクチャを実施し同じ機能を実現することが可能である。概念的には、どのような部材配置であれ同じ機能が実現されるなら、その部材配置は、実質的に「連携」することで所望機能を実現しているのである。従って、本願中のいずれの二部材であれ、ある特定の機能を実現すべく組み合わせられているものは、その所望機能が実現されるよう互いに「連携」していると思わせるのであり、アーキテクチャや介在部材の如何は問われない。同様に、いずれの二部材であれそのように連携しているものはその所望機能を実現すべく互いに「接続・連結され」又は「結合され」ているとも見ることができ、またいずれの二部材であれそのように連携させうるものはその所望機能を実現すべく互いに「結合可能」であるとも見ることができる。結合可能、の具体例としては、これに限られないが、物理的に相互作用可能な及び／又は物理的に相互作用する諸部材、及び／又は無線的に相互作用可能な及び／又は無線的に相互作用する諸部材、及び／又は論理的に相互作用可能な及び／又は論理的に相互作用する諸部材がある。

20

【0082】

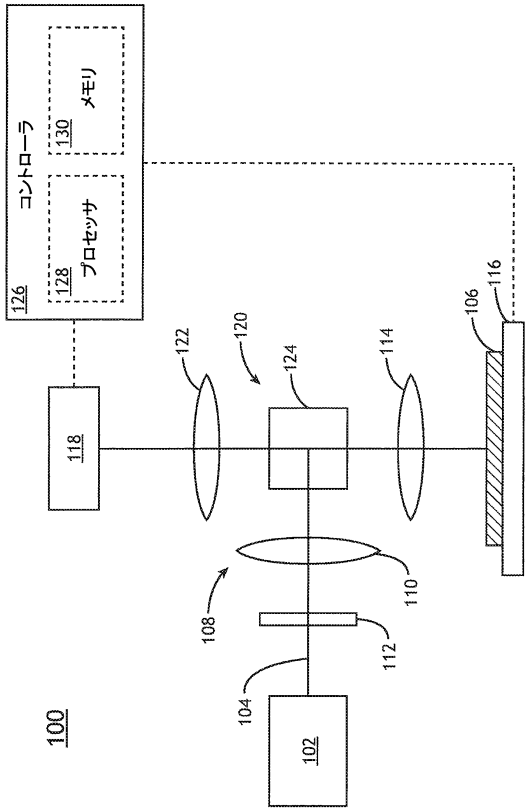
本件開示及びそれに付随する長所の多くについては上掲の記述により理解頂けるであろうし、開示されている主題から離隔することなく或いはその主要な長所全てを損なうことなく諸部材の形態、構成及び配置に様々な改変を施せることも明らかであろう。述べられている形態は単なる説明用のものであり、後掲の特許請求の範囲の意図はそうした改変を包括、包含することにある。更に、理解し得るように、本発明を定義しているのは別項の特許請求の範囲である。

30

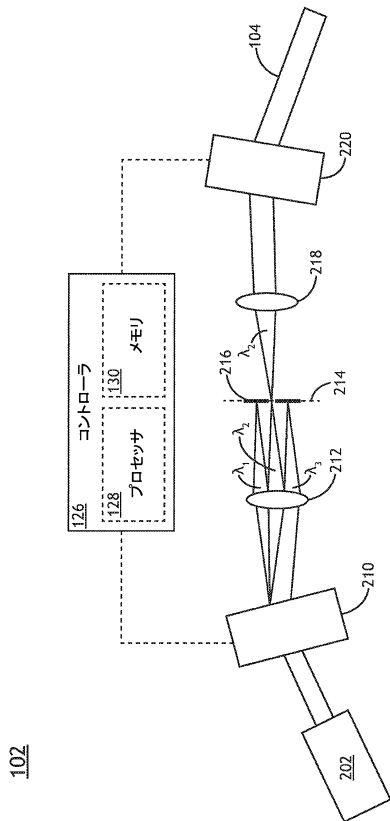
40

50

【図面】  
【図 1】

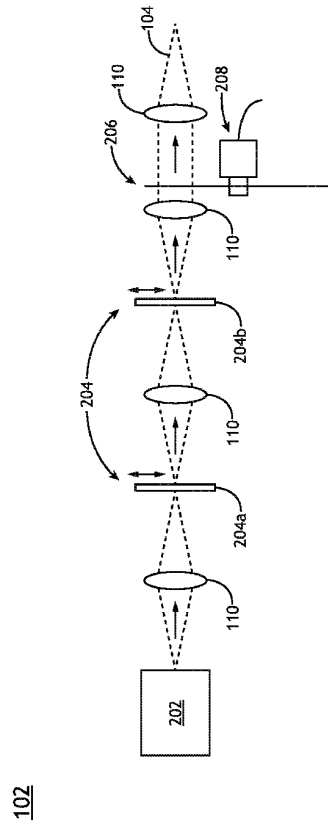


【図 2 B】



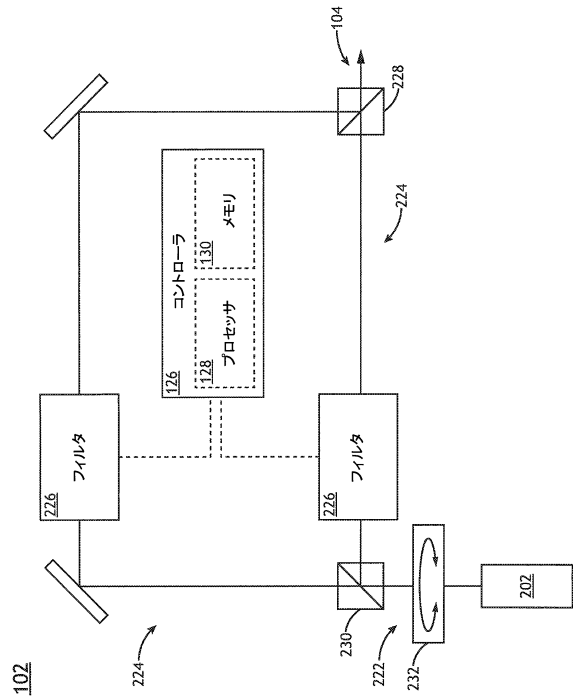
102

【図 2 A】



102

【図 2 C】



102

FIG.2A

10

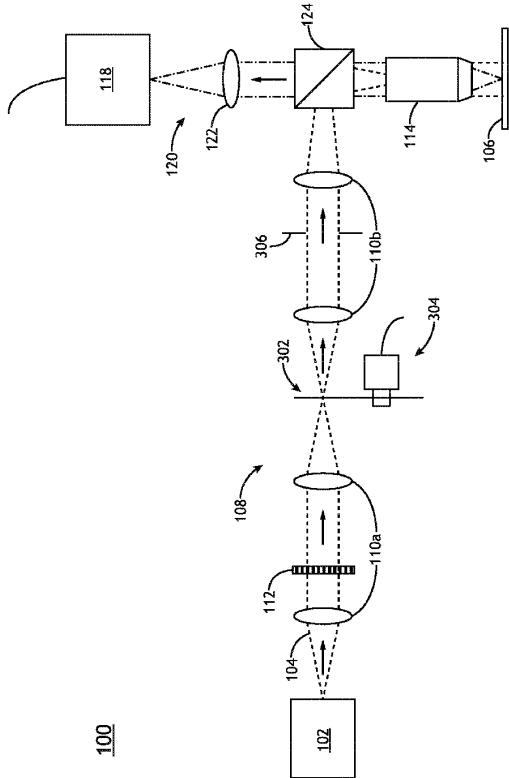
20

30

40

50

【図3】



100

【図4】

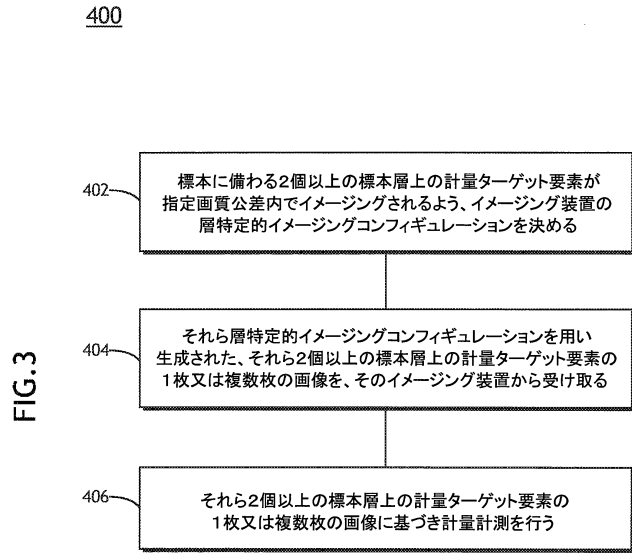


FIG.3

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

1 1 2

## (72)発明者 パチャル オハド

イスラエル ティムラート ハエラー ストリート 2 9

## (72)発明者 レビンスキー ブラディミール

イスラエル ミグダル ハエメク ハーモン 9

## (72)発明者 パスコバー ユーリ

イスラエル ビンヤミーナ セオラ ストリート 3 2 エイ

審査官 小池 英敏

## (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 6 / 1 6 4 3 7 2 ( W O , A 1 )

国際公開第 2 0 1 6 / 1 8 7 1 3 9 ( W O , A 1 )

国際公開第 2 0 1 7 / 0 4 4 2 8 3 ( W O , A 1 )

特表 2 0 1 6 - 5 1 6 3 0 7 ( J P , A )

特開 2 0 0 8 - 2 1 8 7 9 9 ( J P , A )

## (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 6 6

G 0 2 B 2 1 / 0 6

G 0 1 J 3 / 1 0

G 0 1 N 2 1 / 4 7