

(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2009-513999  
(P2009-513999A)

(43) 公表日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**GO2B 27/09 (2006.01)** GO2B 27/00 E 2H042  
**GO2B 5/04 (2006.01)** GO2B 5/04 F

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 46 頁)

(21) 出願番号 特願2008-536966 (P2008-536966)  
 (86) (22) 出願日 平成18年10月12日 (2006.10.12)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年4月22日 (2008.4.22)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2006/009852  
 (87) 国際公開番号 W02007/048507  
 (87) 国際公開日 平成19年5月3日 (2007.5.3)  
 (31) 優先権主張番号 60/731, 539  
 (32) 優先日 平成17年10月28日 (2005.10.28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

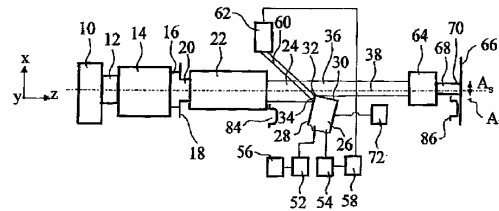
(71) 出願人 503187084  
 カール ツァイス レーザー オプティクス  
 ス ゲーエムベーハー  
 ドイツ連邦共和国・オーベルコヒエン・オ  
 ーベルコヒエン・73446  
 (74) 代理人 100147485  
 弁理士 杉村 憲司  
 (74) 代理人 100134005  
 弁理士 澤田 達也  
 (74) 代理人 100119530  
 弁理士 富田 和幸  
 (74) 代理人 100147692  
 弁理士 下地 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビーム分離光学素子

(57) 【要約】

本発明は、ある角度を囲んで、エッジ(32)を形成する第1の面(28)と第2の面(30)を含んでおり、前記エッジが、入射光ビーム(24)を少なくとも2つのサブビーム(34、36)に空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ1mにつき20µm以下であることを特徴とする、前記入射光ビーム(24)の照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子(26)に関するものである。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが前記入射光ビームを少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20  $\mu$ m 以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

**【請求項 2】**

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記面の少なくとも一方がラッピング及び / 又はポリッシングによって製作されており、前記エッジによって、前記入射光ビームが少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離されることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

10

**【請求項 3】**

前記エッジが直線状又は円形又は楕円形に延びていることを特徴とする請求項 1 に記載のビーム分離光学素子。

**【請求項 4】**

前記第 1 の面及び / 又は前記第 2 の面が所定の形状を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のビーム分離光学素子。

20

**【請求項 5】**

前記形状が湾曲しているか又は曲がっているか又は平面状であることを特徴とする請求項 4 に記載のビーム分離光学素子。

**【請求項 6】**

さらに、もう 1 つの第 1 の面ともう 1 つの第 2 の面が含まれており、前記もう 1 つの第 1 の面と前記もう 1 つの第 2 の面が二面角を囲んで、もう 1 つのエッジを形成し、前記もう 1 つのエッジが、前記入射光ビームが少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20  $\mu$ m 以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

30

**【請求項 7】**

前記エッジと前記もう 1 つのエッジが平行に延びて、スリットを形成することを特徴とする請求項 6 に記載のビーム分離光学素子。

**【請求項 8】**

さらに、前記ビーム分離光学素子の変形を補正するための変形補正装置が含まれることを特徴とする請求項 1 に記載のビーム分離光学素子。

**【請求項 9】**

さらに、所定のやり方で前記ビーム分離素子の形状を調整するための形状調整装置が含まれることを特徴とする請求項 1 に記載のビーム分離光学素子。

**【請求項 10】**

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが、前記入射光ビームの少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを吸収することによって、前記入射光ビームを前記少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20  $\mu$ m 以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

40

**【請求項 11】**

前記ビーム分離素子が 100 W / m K を超える熱伝導率の材料で製造されていることを特徴とする請求項 10 に記載のビーム分離光学素子。

**【請求項 12】**

50

前記ビーム分離素子が  $5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  未満の熱膨張率の材料で製造されていることを特徴とする請求項 10 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 13】

前記材料にセラミック材料が含まれることを特徴とする請求項 10 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 14】

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の少なくとも一方が反射防止コーティングで被覆されていることを特徴とする請求項 10 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 15】

さらに前記ビーム分離素子を冷却するための冷却装置が含まれることを特徴とする請求項 10 に記載のビーム分離光学素子。 10

【請求項 16】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが、前記入射光の少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって、前記入射光ビームを前記少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき  $20 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

【請求項 17】

前記ビーム分離素子が結晶材料製であることを特徴とする請求項 16 に記載のビーム分離光学素子。 20

【請求項 18】

前記材料にフッ化カルシウム ( $\text{CaF}_2$ )、フッ化マグネシウム ( $\text{MgF}_2$ )、フッ化バリウム ( $\text{BaF}_2$ )、サファイア、又は、石英が含まれることを特徴とする請求項 17 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 19】

前記ビーム分離素子が透明材料又はガラス状材料で製造されていることを特徴とする請求項 16 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 20】

前記材料が光学ガラスであることを特徴とする請求項 19 に記載のビーム分離光学素子 30

【請求項 21】

前記ビーム分離素子がセラミック材料製であることを特徴とする請求項 16 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 22】

前記材料に、炭化珪素 ( $\text{SiC}$ )、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、窒化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、又は、臭化ジルコニウム ( $\text{ZrBr}_2$ ) が含まれることを特徴とする請求項 21 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 23】

前記屈折したサブビームが前記ビーム分離素子にそのエネルギーの 1% 未満を蓄積することを特徴とする請求項 16 に記載のビーム分離光学素子。 40

【請求項 24】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが、前記入射光の少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射させることによって、前記入射光ビームを前記少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき  $20 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

【請求項 25】

前記ビーム分離素子が結晶材料製であることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分 50

離光学素子。

【請求項 26】

前記材料に、フッ化マグネシウム ( $MgF_2$ )、フッ化バリウム ( $BaF_2$ )、サファイア、石英、セレン化亜鉛 ( $ZnSe$ )、又は、シリコン ( $Si$ ) が含まれることを特徴とする請求項 25 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 27】

前記ビーム分離素子が透明材料又はガラス状材料で製造されていることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 28】

前記材料が光学ガラスであることを特徴とする請求項 27 に記載のビーム分離光学素子

10

【請求項 29】

前記ビーム分離素子がセラミック材料製であることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 30】

前記材料に、炭化珪素 ( $SiC$ )、窒化珪素 ( $Si_3N_4$ )、窒化アルミニウム ( $Al_2O_3$ )、又は、臭化ジルコニウム ( $ZrBr_2$ ) が含まれることを特徴とする請求項 29 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 31】

前記ビーム分離素子に均一な厚さの反射鏡が含まれることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

20

【請求項 32】

前記反射鏡が前面と底面を備えたガラス板であり、前記底面がアクティブミラーを形成することを特徴とする請求項 31 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 33】

前記ビーム分離素子に、その面に反射コーティングを施すことなく、前記サブビームの 1 つを反射する反射プリズムが含まれることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 34】

前記ビーム分離素子にブレードが含まれることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

30

【請求項 35】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが、前記入射光の少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって、前記入射光ビームを前記少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき  $20 \mu m$  以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

【請求項 36】

前記ビーム分離素子が結晶材料製であることを特徴とする請求項 35 に記載のビーム分離光学素子。

40

【請求項 37】

前記材料に、フッ化マグネシウム ( $MgF_2$ )、フッ化バリウム ( $BaF_2$ )、サファイア、石英、セレン化亜鉛 ( $ZnSe$ )、又は、シリコン ( $Si$ ) が含まれることを特徴とする請求項 36 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 38】

前記ビーム分離素子が透明材料又はガラス状材料で製造されていることを特徴とする請求項 35 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 39】

前記材料が光学ガラスであることを特徴とする請求項 38 に記載のビーム分離光学素子

50

。

## 【請求項 4 0】

前記ビーム分離素子がセラミック材料製であることを特徴とする請求項 3 5 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 1】

前記材料に、炭化珪素 (SiC)、窒化珪素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、窒化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、又は、臭化ジルコニウム (ZrBr<sub>2</sub>) が含まれることを特徴とする請求項 4 0 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 2】

さらに回折格子が含まれることを特徴とする請求項 3 5 に記載のビーム分離光学素子。

10

## 【請求項 4 3】

前記回折格子が反射鏡の面に配置されることを特徴とする請求項 4 2 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 4】

前記回折格子が、回折によって所定の次数のサブビームを形成するように最適化されていることを特徴とする請求項 4 2 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 5】

前記次数が一次又は二次であることを特徴とする請求項 4 4 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 6】

高出力レーザによって放出されるレーザビームから生じ、長軸と短軸を備えた断面を有する鮮鋭な照射線を、パネル上に発生させるための光学装置であって、

20

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子が含まれており、前記ビーム分離光学素子に、

ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが前記入射光ビームを少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、前記エッジが所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20 μm 以下であり、

前記エッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸の少なくとも 1 つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、

光学装置。

30

## 【請求項 4 7】

前記エッジが直線形状を有していることを特徴とする請求項 4 6 に記載の光学装置。

## 【請求項 4 8】

前記第 1 の面と前記第 2 の面の一方が入射面を形成し、前記入射面の法線ベクトルと前記ビームの伝搬方向が入射角を形成することを特徴とする請求項 4 6 に記載の光学装置。

## 【請求項 4 9】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを吸収することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施され、前記入射角がブルースター角か、又は、ブルースター角からのずれが 5 度以下又は最も望ましいのは 2 度以下の角度であることを特徴とする請求項 4 8 に記載の光学装置。

40

## 【請求項 5 0】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記入射角が 80 度に近いが、又は、80 度からのずれが 9 度以下又は望ましいのは 5 度以下の角度であることを特徴とする請求項 4 8 に記載の光学装置。

## 【請求項 5 1】

さらに、前記入射角を所定の値に調整するための入射角調整装置が含まれることを特徴とする請求項 4 8 に記載の光学装置。

50

## 【請求項 5 2】

前記入射角の前記所定の値がブルースター角であることを特徴とする請求項 5 1 に記載の光学装置。

## 【請求項 5 3】

前記入射ビームの前記長軸と前記ビーム分離光学素子の前記直線状エッジが前記入射ビームの伝搬方向に対して垂直な平面において傾斜角を形成し、前記レーザアニーリング装置に、さらに傾斜角を所定の値に調整するための傾斜角調整装置が含まれることを特徴とする請求項 4 6 に記載の光学装置。

## 【請求項 5 4】

前記傾斜角の前記所定の値が 0 度であることを特徴とする請求項 5 3 に記載の光学装置

10

## 【請求項 5 5】

さらに、前記ビーム分離光学素子の前記エッジ近くにおける前記入射光ビームの強度を監視するための強度監視装置と、前記強度監視装置によって監視される強度に応じて前記調整による前記傾斜角の調整を制御するための制御装置が含まれることを特徴とする請求項 5 4 に記載の光学装置。

## 【請求項 5 6】

さらに、前記短軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための及び / 又は前記長軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための位置調整装置が含まれることを特徴とする請求項 4 6 に記載の光学装置。

20

## 【請求項 5 7】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記レーザアニーリング装置にさらに前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを処理するためのビームダンプが含まれることを特徴とする請求項 4 6 に記載の光学装置。

## 【請求項 5 8】

前記ビーム分離光学素子に、さらに、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、  
前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、  
請求項 4 6 に記載の光学装置。

30

## 【請求項 5 9】

さらにもう一つのビーム分離光学素子が含まれており、前記もう一つのビーム分離光学素子に、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、  
前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、  
請求項 4 6 に記載の光学装置。

40

## 【請求項 6 0】

パネル上のアモルファスシリコン層を結晶化させるためのレーザアニーリング装置であって、  
高出力レーザによって放出されるレーザビームから生じ、長軸と短軸を備えた断面を有

50

する鮮鋭な照射線を、前記パネル上に発生するための光学装置が含まれており、前記光学装置に、

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子が含まれ、前記ビーム分離光学素子に、

二面角を囲んで、エッジを形成する第1の面と第2の面が含まれ、前記エッジが前記入射光ビームを少なくとも2つのサブビームに空間的に分離し、前記エッジが長さ1 mにつき20  $\mu$ m以下のエッジ尖鋭度を有しており、

前記エッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸の少なくとも1つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、

レーザアニーリング装置。

10

【請求項61】

前記エッジが直線形状を有することを特徴とする請求項60に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項62】

前記第1の面又は前記第2の面の一方が入射面を形成し、前記入射面の法線ベクトルと前記ビームの伝搬方向が入射角を形成することを特徴とする請求項59に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項63】

前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを吸収することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを屈折させることによって実施され、前記入射角がブルースター角か、又は、ブルースター角からのずれが5度以下又は最も望ましいのは2度以下の角度であることを特徴とする請求項60に記載のレーザアニーリング装置。

20

【請求項64】

前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを反射することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを回折させることによって実施され、前記入射角が80度に近いか、又は、80度からのずれが9度以下又は望ましいのは5度以下の角度であることを特徴とする請求項60に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項65】

さらに、前記入射角を所定の値に調整するための入射角調整装置が含まれることを特徴とする請求項60に記載のレーザアニーリング装置。

30

【請求項66】

前記入射角の前記所定の値がブルースター角であることを特徴とする請求項65に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項67】

前記入射ビームの前記長軸と前記ビーム分離光学素子の前記直線状エッジが前記入射ビームの伝搬方向に対して垂直な平面において傾斜角を形成し、前記レーザアニーリング装置に、さらに傾斜角を所定の値に調整するための傾斜角調整装置が含まれることを特徴とする請求項60に記載のレーザアニーリング装置。

40

【請求項68】

前記傾斜角の前記所定の値が0度であることを特徴とする請求項67に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項69】

さらに、前記ビーム分離光学素子の前記エッジ近くにおける前記入射光ビームの強度を監視するための強度監視装置と、前記強度監視装置によって監視される強度に応じて前記調整による前記傾斜角の調整を制御するための制御装置とが含まれることを特徴とする請求項68に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項70】

さらに、前記短軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための及び/又は前記

50

長軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための位置調整装置が含まれることを特徴とする請求項 60 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 71】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記レーザアニーリング装置にさらに前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを処理するためのビームダンプが含まれることを特徴とする請求項 59 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 72】

前記ビーム分離光学素子に、さらに、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、  
前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、  
請求項 59 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 73】

さらにもう一つのビーム分離光学素子が含まれ、前記もう一つのビーム分離光学素子に、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、  
前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、  
請求項 59 に記載のレーザアニーリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子に関する。本発明は、さらに、例えばパネル上のアモルファスシリコンのような半導体薄膜を結晶化させるためのレーザアニーリング装置に関するものである。

【0002】

本発明は、一般に、例えば基板のレーザアニーリングに用いられる高出力光源又は高出力光学系のビーム整形に関するものである。

【0003】

本発明は、一般にレーザアニーリングプロセスを含むフラットスクリーン又は薄膜太陽電池処理技法に関するものである。

【背景技術】

【0004】

技術的現状によれば、フラットスクリーンは、一般にいわゆるアクティブマトリックス (AM) 又は薄膜トランジスタ技術 (TFT) を利用して制御される。この技術は、多結晶シリコンに基づくものである。多結晶シリコン薄膜は、アモルファスシリコン (a-Si) でコーティングされた基板を鋭い照射光を形成する均質レーザビームで走査することによって再現可能に製造することが可能である。レーザビームは、高強度紫外光を生じるエキシマレーザのような高強度レーザによって放出される。レーザ装置によって放出されるレーザビームの寸法は、一般に、長軸方向において数百ミリメートルで、短軸方向でせいぜい 10 ミクロンである。レーザビームは、厚さが約 50 ~ 150 nm の薄いアモルフ

10

20

30

40

50



ァスシリコン層の面で吸収され、基板が加熱されることはほとんどなく、基板が破壊されることもない。通過するレーザービームによってアモルファスシリコンフィルムが局所的に溶融する。溶融フィルムの冷却中に、シリコンは望みどおりの多結晶シリコン ( p - Si ) を形成して凝固する。

#### 【 0 0 0 5 】

先行技術文献の 1 つ ( 特許文献 1 参照 ) には、こうした結晶化プロセスに利用することが可能な高出力レーザービームから照射面上に鋭い照射線が発生するための光学装置が開示されている。この鋭い照射線は長軸と短軸を含む。この光学装置には、長軸と短軸の方向にレーザービームを結像し、均質化するための結像及び均質化光学系のアナモフィック機構が含まれている。本書の図面には、光学装置にレーザービームの伝搬方向に配置された矩形の視野絞りが示されている。短軸方向において、この矩形視野絞りには 1 ミリメートルの何分の 1 かの寸法の比較的小さいスリットが形成されている。長軸方向において、この隙間は数桁大きくなる。短軸方向において、細いスリットが効率のよいやり方で均質に照射される ( すなわち、レーザーによって供給される放射エネルギーの可能性のある最有効利用が行われる ) 。このスリットが像側においてテレセントリックな縮小光学素子によって照射面に結像する。レーザービームは、照射線の長軸に関する限り上述のスリットに収束しない。代わりに、レーザービームは、照射面すなわち処理される基板上において照射線が形成されることになる面に直接結像する。

10

#### 【 0 0 0 6 】

この光学的均質性や上述の結像系が極めて有効に機能するにもかかわらず、先行技術文献には、矩形視野絞りによって遮断されるレーザービームの放射エネルギーを消失させる方法についてはいかなるヒントも開示されていない。さらにこの文献では、視野絞りによって遮断される放射エネルギーを視野絞りを破壊しない程度にまで制限することが可能な方法、及び、十分な放射エネルギーによって照射線を生じさせることを必ず保証する、すなわち、レーザーによって供給される放射エネルギーの可能性のある最も有効な利用を必ず行う方法が示されていない。

20

#### 【 0 0 0 7 】

先行技術文献の 1 つ ( 特許文献 2 参照 ) には、中出力又は高出力のレーザービームを制限するための装置が開示されている。それに開示されている装置には、鏡面をなし、それによって反射されたビーム部分がレーザービーム軸から離れる方向に向けられるようにレーザービームに対して配置された絞りが含まれている。

30

#### 【 0 0 0 8 】

こうした視野絞りの鏡面は、一般に、エッジの近くで厚さが変化する誘電体コーティングから構成されている。こうした厚さの変化は、レーザービームの鮮鋭なエッジを発生させることができないことを意味する。さらに、ミラーによって反射されたレーザービームを集光して、残留エネルギーを散逸させる極めて大きいビームダンプ ( beam dump ) が必要になる。

#### 【 0 0 0 9 】

特許文献 2 によれば、レーザービームを閉じ込める先行技術では吸収タイプの絞りも周知のところである。こうした絞りは、レーザービームの不要部分を吸収する。しかしながら、レーザーパワーが中以上の範囲内にある場合、すなわち、エネルギー密度が  $50 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  を超えるか又はパワー密度が  $150 \text{ kW} / \text{cm}^2$  を超える場合、こうした絞りには問題が生じる。こうした絞りは、極めて高温になる可能性があり、 $100$  を超える温度を示す場合もある。絞りのこの加熱によって周囲が加熱され、結果として、エッジに例えば周囲空気に脈理 ( すなわちガス密度の変動 ) が形成される可能性がある。そのような脈理によってレーザービームの直進伝搬が乱れることがある。

40

#### 【 0 0 1 0 】

さらに、こうした吸収タイプの絞りは、エッジが極めて直線的で鋭い剃刀の刃のような物体を用いて形成される場合が非常に多い。大規模レーザーシリコン結晶化機構において短軸方向のアスペクト比が高くなる照射線の拡大を制限するためのビーム分離光学素子とし

50

てこうした絞りを利用すると、結晶の成長が不良になることが分かった。さらに、短軸方向において光ビームを部分的に遮断すると、入射光エネルギーの増大のために剃刀の刃状の絞りが破壊されることになりがちであることが観測されている。

【0011】

【特許文献1】米国特許第5,721,416号明細書

【特許文献2】米国特許第5,161,238号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、直交する第1と第2の次元（長軸と短軸方向と呼ばれる）において延びていて、伝搬方向に対して横方向の線ビームを生成するために用いることが可能な入射光ビームの照射フィールドを制限又は限定して、アモルファスシリコンの薄膜でコーティングされた基板に沿った短軸方向に線ビームが伝達され、均質な多結晶シリコン薄膜が大規模に生成されるようにするためのビーム分離又は照射フィールド限定光学素子を提供することにある。

10

【0013】

本発明のもう1つの目的は、高出力光源による照射中に熱の影響の増大によって故障する傾向を軽減する、入射光ビームの照射フィールドを制限する又は限定するためのビーム分離又は照射フィールド限定光学素子を提供することにある。

【0014】

本発明のもう1つの目的は、高出力レーザーによって放出されるレーザービームから生じる、長軸と短軸を持つ断面を有し、 $10\ \mu\text{m} \times 730\ \text{mm}$ を超える高アスペクト比の場合にも保証される鮮鋭な照射線をパネル上に生成するための光学装置を提供することにある。

20

【0015】

本発明のさらにもう1つの目的は、結晶の質が向上した多結晶シリコン薄膜の大規模な生産さえ可能にする、パネル上にアモルファスシリコン層を結晶化するためのレーザーアニーリング装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

いくつかのケースで、反射タイプ素子を利用しただけではビーム分離光学素子に対する熱の影響を軽減するのが不可能であることが分かった。特に、ビームダンプの配置又は望ましくない遮断ビームの反射に十分なスペースがなければ、吸収タイプのビーム分離光学素子が利用されることになる。この場合、当該技術者は、第1の選択肢として上述の剃刀の刃状の物体を利用することになる。精密な検査によって、例えば、米国特許第5,721,416号明細書に記載のアモルファスシリコンを結晶化させるためのレーザーアニーリング装置にこうした絞りを導入すると、絞りの破壊がレーザービームにさらされる絞りの全領域に対して主として局所的に同時ではなく始まるという結論が出た。同時に、照射線によって照射されるパネル上における結晶の成長が、パネル上における照射線の移動後、必ず同じ線に沿って妨げられることが分かった。絞りの局所的破損や局所的に不良の結晶の質には相関性があることが分かっている。すなわち、レーザービームの一部が絞りによって望ましくない形で遮断されたことが分かった。この発見によって、こうした剃刀の刃状の物体の直線性が、アモルファスシリコンを大規模に結晶化するためのレーザーアニーリング装置に関する要件を満たすのに十分ではない可能性があるという結論に至った。すなわち、剃刀の刃状の物体のエッジの鋭さでは、アモルファスシリコン層から均質な多結晶シリコンを生産するのに不十分である。

30

40

【0017】

本発明によれば、第1の面と第2の面を備える入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子が提供されるが、第1の面と第2の面は、二面角を囲んでエッジを形成し、エッジは入射光ビームを少なくともサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの変化が、長さが $20\ \mu\text{m}$ 以下、できれば $10\ \mu\text{m}$ 以下、最も望ましいのは $5\ \mu$

50

m以下である。エッジが故意に直線形状である場合、エッジ長が1mであれば直線性的変化が20 $\mu$ mを超える可能性はない。

【0018】

鋭いエッジを備えるビーム分離光学素子の望ましい製造方法は、面の少なくとも一方がラッピング及び/又はポリッシングによって製造されるということに基づいている。ラッピング及び/又はポリッシングは、両方とも面を平滑にするため粗粒を用いる技法であるが、技術的現状に従って剃刀の刃の製造に用いることが可能な研削技法は、研削装置に固着した粗粒に基づくものである。ポリッシング及び/又はラッピングプロセスによって、鋭さの最大変化がいつも得られる値未満である縁の鋭いエッジを形成することが可能になる。

10

【0019】

本発明のもう1つの態様によれば、高出力レーザから放出されるレーザビームから生じ、長軸と短軸のある断面を有する鮮鋭な照射線をパネル上に発生するための光学装置が提供されるが、光学装置には、入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子が含まれており、ビーム分離光学素子には、第1の面と第2の面が含まれ、第1の面と第2の面はある角度を囲んでエッジを形成し、エッジによって入射光ビームが少なくとも2つのサブビームに空間的に分離され、エッジは、あるエッジ尖鋭度と最大でも20ミクロン/mのその理想形状からの偏差を有しており、エッジはレーザビームによって照射され、短軸の少なくとも1つの方向においてレーザビームを空間的に制限する。

20

【0020】

さらなる利点又は特徴については、本発明の望ましい実施形態が示された下記の説明及び添付の図面明らかになるであろう。

【0021】

以下では、添付の図面に関連して典型的な望ましい実施形態について述べることにする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1には、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置が示されているが、この光学装置はパネル上にアモルファスシリコン層を結晶化させるためのレーザアニリング装置の一部をなすことが可能である。

30

【0023】

この光学装置には、ビーム分離光学素子2が含まれている。図1によるこのビーム分離光学素子2はその面4に入射し、面4によって反射されない光ビームのほぼ全エネルギーを吸収することが可能である。以下では、このビーム分離素子2は吸収タイプのビーム分離素子2と呼ばれる。

【0024】

図1に示す本事例の場合、吸収タイプのビーム分離光学素子2は、第1の面4と第2の面6の2つの面を備えたプリズムのように見えるが、第1の面4と第2の面6は二面角を囲んでエッジ8を形成している。本事例の場合、第1と第2の面4、6は直交座標系のx-z面を示す図面に対して垂直に配置されている。簡略化のため、第1と第2の面4、6は平面になっているが、その第1と第2の面4、6の一方又は両方を曲げるか湾曲させることも可能である。

40

【0025】

本事例の場合、ビーム分離光学素子2はプリズムとして描かれている。それにもかかわらず、ビーム分離光学素子2はバー又はロッド又はプレート又は想像することが可能なあらゆる形状を備えた別の物体とすることも可能である。すなわち、2つの面4、6はまっすぐでも直線状でもない(本事例におけるように)エッジ8を形成することが可能であり、例えば、円、楕円、又は、所望の又は所定の任意の形状をなすことが可能である。さらに、同じか又は類似の形状を備え、プリズム(又はロッド又はバー又はプレート等)のエッジに対して平行か又は角度をなすように配置されて、スリット又はスリット状の開口部

50

を形成する別のエッジを備えた別のプリズム（又はロッド又はバー又はプレート等）を設けることも可能である。

【0026】

説明のため、入射ビーム1が図面の左側から図面の右側（z方向）に伝搬するものと仮定する。本事例の場合、入射ビーム1はビームクラスタ（例えばコリメートされた光線）だけではなく、パネルの照射時に輪郭の明瞭な領域を形成しない光線も表わしている。それにもかかわらず、ビーム分離光学素子2は、入射ビーム1を空間的に閉じ込めるか又は限定することが可能でなければならない。

【0027】

入射ビーム1は第1の面4をかすめる。縁の鋭いエッジ8によって、ビーム1は2つのサブビーム3aと5に分離される。第1のサブビーム3aはビーム分離光学素子2によって吸収される。第2のサブビーム5は、主軸7に沿ってほとんど妨げられることなく、その伝搬方向（z方向）を変えずに伝搬する。エッジ8は、こうして入射光ビーム1を2つのサブビーム3aと5に空間的に分離する。

10

【0028】

エッジ8の形状の直線性に依じて、両方のサブビーム3a、5の強度プロファイルはy方向に沿って多かれ少なかれ直線状のエッジを備えることになる。エッジ8の形状の直線性（又は円又は楕円又は所望の又は所定の任意の形状）からの逸脱は、図2から分かるように、照射フィールド制限装置2の長軸に沿った湾曲15に存在する可能性がある。図2には、エッジ8の形状15が一方の端部9からもう一方の端部11までのその全長lにわたって所定の直線形状19から逸脱する、図1による照射フィールド制限装置2が示されている。所定の形状19からの最大変化量すなわち偏差  $x_{max}$  が図2の線19に対して平行な線13で表示されている。

20

【0029】

エッジ8の形状の直線性（又は円又は楕円又は所望の又は所定の任意の形状）からの逸脱は、図3から分かるように（ほとんどの場合、さらに）照射フィールド制限装置2の長軸に沿って長さの短い残留不規則誤差にも存在する可能性がある。図3には、エッジ形状8の形状17が、こうした残留誤差のために一方の端部9からもう一方の端部11までのその全長lにわたって所定の直線形状19から変化する図1による照射フィールド制限装置2が示されている。所定の形状19からの最大変化量又は偏差  $x_{max}$  が図3の線19に対して平行な2本の線13a、13bによって表示されている。

30

【0030】

本発明によれば、エッジは縁の鋭さと、図面に対する垂直方向（y方向）において直線性の最大変化  $x_{max}$  が1mの長さlにつき  $20 \mu\text{m}$  未満（ $10 \mu\text{m}/\text{m}$  未満が望ましい）のその理想形状からの逸脱の両方を備えている。こうした縁の鋭さは、第1と第2の面4、6の少なくとも一方にラッピング又はポリッシングを施すことによって得ることが可能である。こうした縁の鋭さは、質の高い多結晶シリコン薄膜をもたらずアモルファスシリコン層を結晶化するためのレーザアニリング装置を構成するのに十分である。すなわち、こうした照射フィールド制限装置は、先行技術に従って剃刀の刃を使用する場合のように（少なくとも）局所的に均質な照射線のかなりの部分を遮断することなく、照射線の望ましくない不均質な部分だけを遮断するように調整することが可能である。

40

【0031】

入射光ビームを2つのサブビームに分離するために必要なエッジを形成する剃刀の刃の隣接面の角度は  $10^\circ$  未満であるが、本事例の場合、 $40^\circ$  を超える二面角が望ましい。というのは、角度がより鈍くなると、例えば、要望どおりに  $20 \mu\text{m}$  未満又は最も望ましい  $5 \mu\text{m}$  未満といった縁の鋭さが改善されたエッジの形成に役立つからである。生産上の必要により、エッジを形成するために面をポリッシング又はラッピングを行う際、二面角は  $90^\circ$  以下になるように選択するのが望ましい。それにもかかわらず、こうした製造プロセスを利用して、少なくとも  $135^\circ$  までの二面角を形成することが可能である。

50

## 【0032】

ビーム分離光学素子2の吸収特性を改善するため、入射角すなわち第1の(入射)面4の法線ベクトルと入射ビーム1の伝搬方向z(すなわち主軸7)との間の角度 $\theta$ が、ブルースター角 $\theta_p$ 又は角度 $\theta_p$ からあまりはずれない角度 $\theta$ になるように調整される。

## 【0033】

ビーム分離光学素子2は、熱伝導率 $\kappa$ が高く(できれば100W/mKを超えるか、最も望ましいのは300W/mKを超える)、熱膨張率 $\alpha$ が低い(できれば $10^{-6}K^{-1}$ 未満)材料で製造されるのが望ましい。本発明によれば、炭化ケイ素セラミックを用いるのが望ましい。こうしたセラミックは、約 $2 \sim 4 \times 10^{-6}$ /ケルビンの熱膨張率 $\alpha$ で150~340W/mKの熱伝導率 $\kappa$ を有している。炭化ケイ素(SiC)の代わりに、窒化ケイ素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、窒化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、又は、臭化ジルコニウム(ZrBr<sub>2</sub>)を利用することも可能である。すなわち、こうしたビーム分離光学素子2と水冷却のような対流冷却を組み合わせると、遮断された第1のサブビーム3aによるビーム分離光学素子2の加熱に起因する脈理の形成を有効に回避することが可能になる。

10

## 【0034】

図4には、本発明による光学装置のもう1つの実施形態が示されている。この場合、図1による吸収タイプのビーム分離光学素子2は、反射タイプのビーム分離光学素子2に置き換えられている。図1に示す例と同様(ただし本発明の範囲を制限するわけではないが)ビーム分離光学素子2には、第1の面4と第2の面6が含まれている。面4、6は両方とも平面状の面である。両面4、6とも互いに対して傾斜して、例えば30°といったエッジ角 $\theta$ を形成している。第1の面4と第2の面6の交差線がエッジ8を形成している。このエッジ8は図面に対して垂直に(y方向に)配置された直線である。

20

## 【0035】

本事例の場合、ビーム分離光学素子2は、その熱伝導率 $\kappa$ が優れているためサファイアから構成されている。それにもかかわらず、シリコン又は石英の利用も可能である。

## 【0036】

第1の面4と第2の面6の2つの面は、ラッピングによって製作される。ラッピングは粗粒を利用して、極めて平らで艶のある面の形成を可能にする研磨技法である(ラッピングの代わりに、やはり粗粒を用いる研磨技法であるポリッシングを利用することも可能である)。これら平滑な面は、鋭さの最大変化が1mの長さにつき20ミクロン未満である縁の尖鋭度を有するエッジ8を形成するための必須条件である。

30

## 【0037】

入射ビーム1(上述の)が図面の左側から右側(z方向)に伝搬するものと仮定する。エッジ8によって入射光ビーム1が特に2つのサブビーム3bと5に分離される。第1のサブビーム3bはビーム分離光学素子2の鏡面をなす第1の面4によって反射される。第2のサブビーム5は、入射ビーム1の伝搬方向zに変化することなく伝搬する。

## 【0038】

図5には、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置の第3の実施形態が示されている。上述の最初の2つの光学装置と同様、入射光ビーム1の照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子2が存在する。この実施形態におけるビーム分離光学素子2は屈折タイプである。ビーム分離光学素子2は通常タイプのプリズムによって形成されている。

40

## 【0039】

プリズム2には、第1の入射面4と第2の射出面6が含まれている。入射面4と射出面6はやはり任意の所定の形状を備えることが可能である。すなわち、面4、6は曲げるか又は湾曲させることもできるし、部分的に又は完全に平面状にすることも可能である。

## 【0040】

入射面4と射出面6は互いに対して傾斜している。それらは、例えば約55度のくさび角 $\theta$ といった二面角 $\theta$ を形成している。

## 【0041】

50

入射面 4 と射出面 6 は平面なので、切り取り線は直線である。例えば、両方の面 4、6 が両方とも円錐を形成する場合、切り取り線は円形状又は楕円形状を備えることになる。本事例の場合には直線である切り取り線がエッジ 8 を構成する。上述の例と同様のエッジ 8 は、入射光ビーム 1 ( 図面の左側からの ) を空間的に 2 つのサブビーム 3 c、5 に分離することが可能である。

【 0 0 4 2 】

プリズム 2 の第 1 の面 4 を貫通する入射ビーム 1 の ( 下方 ) 部分は、プリズム 2 の入射面 4 と射出面 6 において屈折する。これは、入射ビーム 1 の入射角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  が第 1 の面 4 と第 2 の面 6 においてゼロに等しくないという事実に起因する。それにもかかわらず、本発明の範囲を制限することなく、第 1 の面 4 又は第 2 の面 6 において入射角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  がそれぞれゼロに等しいという可能性もある。

10

【 0 0 4 3 】

本事例の場合、プリズム形状を備えた屈折ビーム分離光学素子 2 はサファイアから製造される。サファイアはその高熱伝導率 を特徴とする。それにもかかわらず、プリズム 2 は、フッ化カルシウム、フッ化マグネシウム、フッ化バリウム、石英、又は、光学ガラスを含む材料から製造することも可能である。

【 0 0 4 4 】

対応する吸収ビーム分離光学素子は、セレン化亜鉛又はシリコン単結晶のようなセラミック又は結晶材料から製造することが可能である。

【 0 0 4 5 】

図 6 には、図 1 ~ 3 に示す実施形態と極めてよく似た光学装置が示されている。図 6 による光学装置には、屈折タイプと反射タイプのビーム分離光学素子が含まれている。ビーム分離光学素子 2 には、入射面を形成する第 1 の面 4 及び反射面を形成する第 2 の面 6 が含まれている。第 1 の面 4 と第 2 の面 6 の両方とも平面である。第 1 の面 4 と第 2 の面 6 は互いに対して傾斜しており、例えば 64 度といった二面角 を形成している。第 1 の面 4 と第 2 の面 6 は直線状に延びるエッジ 8 を形成している。エッジによって、入射光ビーム 1 は空間的に 2 つのサブビーム 3 d、5 に分離されるが、その一方すなわちサブビーム 5 は入射ビーム 1 の方向すなわち z 方向に伝搬し、もう一方すなわちサブビーム 3 d は入射面 4 において屈折し、背面 6 において反射させられる。

20

【 0 0 4 6 】

面 4 における入射ビーム 1 の入射角  $\theta$  は、前面 4 における反射をできるだけ減少させるためブルースター角  $\theta_p$  になるように選択されるのが望ましい。反射サブビーム 3 d はビームダンプに導かれる。従って、ビーム分離光学素子 2 に対する入射ビーム 1 によって生じる熱負荷が低減する。

30

【 0 0 4 7 】

ビーム分離光学素子は、エッジ 8 が長さ 1 m ( この場合 y 方向で測定される ) につき多くても 20 ミクロン ( この場合 x 方向で測定される ) の縁又はエッジ尖鋭度を有することを特徴とする。こうしたエッジ尖鋭度は、やはり面 4、6 の少なくとも一方のラッピング又はポリッシングプロセスによって得られる。

【 0 0 4 8 】

ビーム分離光学素子 2 は、約 40 W / ( m K ) という高熱伝導率 のためサファイアから製造される。この材料は、全反射中の高エネルギー強度によるビーム分離光学素子 2 の破壊を回避のに役立つ。サファイアの代わりに、フッ化カルシウム、フッ化マグネシウム、フッ化バリウム、石英、セレン化亜鉛、シリコン単結晶、又は、光学ガラスのような材料を用いることも可能である。

40

【 0 0 4 9 】

図 7 には、高アスペクト比 ( 線の長さを幅で割った値 ) の細い照射線を発生するための本発明による光学装置の第 5 の実施形態の概略図面が示されている。図 7 には、いわゆるビーム軸の短い照射線を発生するためのビーム光路が例示されている。

【 0 0 5 0 】

50

図7に例示の光学装置には、それ自体既知のやり方でレーザービーム12を放出するエキシマレーザー10が含まれている。発光するエキシマレーザーの変わりに、CO<sub>2</sub>レーザー、He-Neレーザー、又は、固体レーザーを用いることも可能である。レーザーのパワーは、50Wを超えることがある。放出されるエキシマレーザービーム12の寸法は、例えば15×40cm<sup>2</sup>になる可能性がある。次に、このレーザービーム12は、図7の右側に示す照射線70を生じさせるため、下記で明らかにされることになる光学素子を用いて処理されることになる。

【0051】

エキシマレーザー10によって放出されるビーム12は、ビーム調整及び入射アパーチャ適応装置14に入射する。このビーム調整及び入射アパーチャ適応装置14には、所望の場合、減衰器と、例えば線に沿って次の光学素子の入射アパーチャの寸法を調整するレンズテレスコープを含むことが可能である。

10

【0052】

ビーム調整及び入射アパーチャ適応装置14から出射する適応させられたビーム16は、光入射アパーチャ18に入射する。入射アパーチャ18を通過するビーム20は、特許文献1に記載のものに相当する結像及び均質化光学装置22に導かれる。この結像及び均質化光学装置22によって、幅が約0.005~1mm(短軸A<sub>s</sub>長さ)で長さが例えば10~100mm(長軸A<sub>l</sub>長さ)の長軸と短軸を備えた結像及び均質化ビーム24が送り出される。短軸A<sub>s</sub>の長さが図7の右側に示され(x方向)、一方、長軸A<sub>l</sub>長さが図面に対して垂直に延びている(y方向)。

20

【0053】

短軸A<sub>s</sub>方向における結像及び均質化ビーム24のエッジは、図7に示すビームプロファイル84によって明らかにならぬようにあまり急勾配ではない。処理関連した必要のため、短軸A<sub>s</sub>方向におけるエッジ又はエッジの少なくとも1つは鋭くなければならない。すなわち、本光学装置によって発生するレーザービームでアモルファスシリコン薄膜を照射した場合に、質の高い多結晶シリコン薄膜が生じるようにするには約1µmの尖鋭度が必要になる。

【0054】

本事例の場合、吸収タイプのビーム分離光学素子26が、結像及び均質化ビーム24の伝搬方向zに導入される。吸収タイプのこのビーム分離光学素子26は、短軸方向A<sub>s</sub>の1つにおいて結像及び均質化ビーム24のフラットなエッジを遮断するために用いられる。

30

【0055】

吸収タイプのビーム分離光学素子26は、炭化ケイ素セラミックの薄板から構成される。光学装置が十分に鮮鋭な線ビーム70を発生できるようにするのに役立つ要件を満たすには、二面角を閉じてエッジ32を形成する2つの面28、30が必要になる。

【0056】

本事例の場合、エッジ32によって結像及び均質化ビーム24は2つのサブビーム34、36に分離される。ビーム分離光学素子26の第1の面28に送られるサブビーム34によって、結像及び均質化ビーム24の望ましくない部分が遮断される。このサブビーム34の主部はビーム分離光学素子26によって吸収される。吸収エッジ32によって部分的に制限されるサブビーム36は、主軸38に沿ってz方向に伝搬し、縮小光学素子64に入射する。この縮小光学素子64によって、上述のアモルファスシリコン層を備える基板66とすることが可能なパネル上に吸収エッジ32の像が形成される。

40

【0057】

縮小光学素子64は照射線70のエッジの鋭い鮮明度(鮮鋭度)を生じさせるのに役立つ、その結果、参照番号86によって示されたビーム強度プロファイルを得ることが可能になる。照射線70の鮮鋭度が、本事例の場合x方向であるビーム24の伝搬方向に対して垂直なエッジ32の形状によってかなりの影響を受けるという点に言及しておかなければならない。

50

## 【0058】

これを考慮して、本発明ではエッジ尖鋭度（縁の尖鋭度）が20ミクロン/メートル未満の吸収エッジ32を備えたビーム分離光学素子26が用いられる。これは、x方向における所定の直線性の変化（すなわち一般にその理想形状からの偏差）がy軸方向の1mの長さにはわたって20μm以下であることを表わしている。こうした尖鋭度は、吸収エッジ32を形成する第1の面28及び/又は第2の面30にラッピング又はポリッシングを施すことによって実現されるのが望ましい。縮小光学素子64によって例えば10:1の比率でこうした吸収エッジ32を結像すると、縮小ビーム68によって生じる照射線70の1μmまでのエッジ鮮明度を達成することが可能になる。

## 【0059】

直線状に延びる吸収エッジ32を備えたビーム分離素子26は、照射すべき物体によって決まる要件に応じて、照射線70だけではなく、円形又は楕円形といった他の所定の線のこうした鮮明度を実現するためにも製作することが可能であるということを中心に留めておくべきである。

## 【0060】

図1に示す吸収タイプのビーム分離光学素子26は、ほとんどメンテナンスフリーであり、ビーム分離光学素子26の冷却が十分に行われる限りにおいて、ビーム分離光学素子26によって遮断される高レーザエネルギーを蓄積するために追加ビームダンプを必要とすることはない。

## 【0061】

本事例の場合、ビーム分離光学素子26の吸収特性を最適化させることが可能である。第1の面28には、反射防止コーティングを施すことによって、又は、反射が最小限に抑えられるように入射ビーム24に対して第1の面28を調整することによって対応することが可能である。本事例の場合、ビーム分離光学素子26は反射防止コーティングによって被覆されない。というのは、こうしたコーティングは吸収エッジ32の最適化された尖鋭度を乱すか又は高エネルギー放射線による損傷を被る可能性があるためである。現在のところ、第1の面28と入射結像及び均質化ビーム24の主軸38によって形成される平面の法線ベクトルは、ブルースター角 $\rho$ に近い入射角 $\theta$ を形成する。吸収特性が向上し、残留反射率が最小限に抑えられる。

## 【0062】

入射角 $\theta$ はブルースター角 $\rho$ にできるだけ近くなるように調整しなければならない。ブルースター角 $\rho$ からの偏差は5度以下あるいは最も望ましいのは2度以下であることが必要とされる。均質化ビーム24の伝搬方向zに対するビーム分離光学素子26のこうした配向を実現するため、傾斜角調整装置52が導入される。入射角 $\theta$ は所定の値すなわちブルースター角 $\rho$ に合わせて調整することが可能である。この調整は手動で実現することもできるし、あるいは、モータ又は圧電結晶のような他の任意のアクチュエータによって遂行させることも可能である。図8には、回転軸42まわりでビーム分離光学素子26を回転方向44に回転させることによる典型的な入射角 $\theta$ の調整が示されている。本事例の場合の傾斜角調整装置52は開ループ又は閉ループ制御装置56によって駆動される。

## 【0063】

場合によっては、均質化ビーム24の伝搬方向zに垂直な平面に対してビーム分離光学素子26の位置を調整することが必要になる。すなわち、吸収エッジ32は要求通りに長軸方向A<sub>1</sub>に対応することができない。もう1つの問題は、要求通りにビーム分離光学素子26によってビーム24の一方の端部を遮断することができないという点である。従ってできればということであるが、入射均質化ビーム24に対してビーム分離光学素子26の位置を調整するためには、位置調整装置54が必要である。

## 【0064】

こうした位置調整装置54によれば、図8に示す矢印48、50で表示のようにビーム分離光学素子26の位置調整を行えるようにすることが可能になる。第1の面28の方向

10

20

30

40

50



に平行な  $x - z$  面におけるビーム分離光学素子の直線シフト及び矢印 48 で表示のような第 1 の面 28 に垂直な軸まわりでの回転が可能である。こうした解決法の代わりに、ビーム分離光学素子 26 をそれぞれ  $x$  方向又は  $z$  方向に移動させることについても検討することが可能である。

#### 【0065】

図 7 による光学装置には、さらに、ビーム分離光学素子 26 の吸収エッジ 32 の近くにおける入射光ビームの強度を監視するための強度監視装置 62 も含まれている。本事例の場合、強度監視装置 62 は、ビーム分離光学素子 26 の第 1 の面 28 から生じる残留反射ビーム 60 の強度を検出する光検出器 62 で構成されている。すなわち、この第 3 の残留反射サブビーム 60 の強度分布が長軸  $A_1$  に沿って測定される。制御装置 58 は、検出器 62 によって監視される強度に従って位置調整を制御する。残留反射 60 は、ビーム分離光学素子 26 の長辺の両エッジで測定されるのが望ましい。両信号の和は、入射ビーム 24 とぶつかるビーム分離光学素子 26 の全深度を制御するのに役立つが、ビーム分離光学素子 26 の両端で測定された強度間の差は、長軸方向  $A_1$  に対する吸収エッジ 32 の配向の偏差を調整するのに役立つ。

10

#### 【0066】

図 9 には、本発明による光学装置の第 6 の実施形態が示されている。例えば図 7 に示す結像及び均質化光学素子 22 から放出することが可能な均質化ビーム 88 は、反射鏡 92 に送られる。ビーム 88 は短軸  $A_2$  に沿って均質化される。短軸  $A_2$  に沿ったビーム形状を表わすビームプロファイル 90 から分かるように、ビーム 88 のエッジだけが不均一である。反射鏡 92 は ULE<sup>TM</sup> から構成される。ULE<sup>TM</sup> の代わりに、ZERODUR<sup>TM</sup>、熔融石英、フッ化カルシウム、又は、光学ガラスのような反射鏡に適した任意の他の材料を用いることも可能である。

20

#### 【0067】

反射鏡 92 の役割はプロファイル 90 の均一部分と不均一部分の分離である。これは、均一部分だけが反射され、不均一部分は反射鏡の参照番号 96 で表示された有効領域に当たらないように反射鏡 92 をオーパフィルすることによって実現可能である。反射鏡 92 は、下記において第 1 の面 94、第 2 の面 96、及び、もう一つの第 1 の面 98 として表示される 3 つの特性面を備えた平板の形状を有している。第 2 の面 96 は、反射鏡 92 の有効領域を形成しており、他の両方の面すなわち第 1 の面 94 ともう一つの第 1 の面 98 は、第 2 の面 96 に対する傾きが垂直である。第 1 の面 94 と第 2 の面 96 とでエッジ 100 を形成している。同様に、第 2 の面 96 ともう一つの第 1 の面 98 とでエッジ 102 を形成している。エッジ 100、102 は両方とも  $20 \mu\text{m}/\text{m}$  未満のエッジ尖鋭度を備えている。この尖鋭度は面 94、96、98 のラッピングによって得られる。

30

#### 【0068】

両エッジによって、とりわけ入射光ビーム 88 がそれぞれ 2 つのサブビーム 104、106、及び、106、108 に分離される。第 1 のサブビーム 104 は、第 1 の面 94 において反射されるか、吸収されるか、又は、透過される。第 2 のサブビーム 106 は第 2 の面 96 において反射される。もう一つの第 1 のサブビーム 108 は、入射ビーム 88 と比べて同じ直接伝搬方向を有する反射鏡 92 を通過する。

40

#### 【0069】

上述のように、均一部分すなわち第 2 のサブビーム 106 だけが反射される（伝搬方向におけるビームプロファイル 110 によって分かるように）、一方、プロファイル 90 の不均一部分は分離される（ビームプロファイル 122、124 のサブビーム 104、108）。

#### 【0070】

反射鏡 92 に対する入射ビーム 88 の望ましい入射角  $\theta$  は、例えば  $75^\circ$  以上といったように極めてフラットである。この利点は、短軸  $A_2$  への方向において反射鏡 92 の物理的面積が増大するということである。それによって、層に対する熱負荷をかなり低減させることが可能になる。例えば、反射鏡 92 の第 2 の面 96 の法線ベクトルに関する入射角

50

が 84 度であれば、短軸  $A_s$  に沿ったビーム 88 の寸法と反射鏡 92 の幅との比は 1 : 10 になる。すなわち、短軸  $A_s$  への方向において幅が  $150 \mu\text{m}$  のビーム 88 が、1.5 mm 幅の反射鏡 92 によって反射可能になる。

【0071】

反射鏡 92 としては、厚さが 1.5 mm のガラス板（不図示）を利用することが可能である。ガラス板は、アクティブミラーすなわち参照番号 96 で示される面がガラス板の底面になるように用いられる。反射鏡 92 の代替解決手段としては、ビームが第 1 の面を通過してプリズムに入射すると、プリズム内で第 2 の面における全内反射によって反射され、第 3 の面を通過して再び出射する反射プリズムも可能である。

【0072】

長軸  $A_l$  に沿ってビーム 106 の一定幅を得るためには、ガラス板の厚さは一定でなければならず、エッジは極めて鋭くなければならない。しかし、要件のうちのフラットな入射角のため、アクティブミラーの幅は約  $1/10$  に縮小される。反射ビーム 106 は、縮小光学素子 112 によってパネル 114 の面に結像させられる（縮小ビームは参照番号 116 で表示され、短軸に沿った対応するビームプロファイルが参照番号 120 で表示されている）。縮小光学素子としては、図 9 に示すように 1 つ以上の屈折レンズ 112 又は 1 つ以上の反射鏡を含むか、あるいは、それらの組合せを具備することが可能である。必要とされるのは 1 次元における縮小だけなので、縮小光学素子はできれば円柱状にすべきである。

【0073】

反射鏡 92 を回転させることにより、反射ビーム 106 の一部を変化させることが可能である。これによって線ビーム 106 の幅を調整する可能性が得られる。これは、幅の縮小率に比例したパワー損失をもたらすことになる。

【0074】

既述の解決法を敷衍したもう 1 つの方法は、長軸  $A_l$  に沿ったアクティブミラー 92 すなわち上述のガラス板の変形を安定化させるか、おそらくもっとよいのは阻止するための能動的安定化装置を利用することである。図 9 に示すように、反射鏡 92 に当たらない不均一ビームの一部すなわちもう 1 つの第 1 のサブビーム 108 が、ガラス板 126 に当たる。ビーム 108 は高パワーであるため、ほんのわずかな割合のエネルギーだけしか光検出器 132 に対して反射されないように、ガラス板 126 はブルスター角  $\theta_p$  に近い配向が施される。望ましい解決法の 1 つでは、光検出器 132 は長軸  $A_l$  の全長にわたってカバーし、ビーム 108 の不均一部分の強度分布を監視する電化結合素子アレイである。

【0075】

反射鏡 92 の鋭いエッジ 102 によれば、ビームプロファイル 130 の片側には急峻な強度ランプ（ビームプロファイル 122 を備えたビーム 108 の反射）も生じるはずである。図 11 の b) にも示された短軸  $A_s$  に沿ったこの強度ランプ及び図 11 の a) にも示された長軸  $A_l$  に沿ったこの強度ランプは、検出器 132 によって監視することが可能である。理想的な事例の場合、このランプ 130、138 は、図 11 a) に示すように軸  $A_l$  に沿った直線である。反射鏡 92 にいくつかの変形がある場合、これは検出器 132 によって明らかになるであろう。この情報によって、変形調整装置 134 の制御下で反射鏡 92 の形状を調整することが可能になる。変形調整装置 134 には、図 10 に示すアクチュエータ 136 のようないくつかの機械的要素を含むことが可能である。機械的アクチュエータ 136（例えば圧電結晶）は反射鏡 92（又は例えば上述の反射背面をもたらすガラス板）の両側に配置され、長軸方向に沿って互いに偏位させられる。

【0076】

光検出器 132 と調整装置 134 の組み合わせは、変形の調整又は均等化だけではなく、入射ビーム 88 に対する反射鏡 92 の位置調整にも利用することが可能である。

【0077】

図 12 には、パネル上に鮮鋭な照射線が発生することが可能な光学素子の第 7 の実施形態が示されている。図 12 による解決手段には 2 つのビーム分離光学素子 166、168

10

20

30

40

50

が含まれている。ビーム分離光学素子 166、168 は両方とも同じ形状のプリズムである。異なる形状のプリズムを用いることも可能である。

【0078】

プリズム 166、168 は入射ビーム 140 の伝搬方向に対して直列に配置されている。両方のプリズムとも第 1 と第 2 の面 170、172、174、176 を含んでいる。両プリズム 166、168 の入射ビーム 140 の伝搬方向における第 1 の面 170、174 は入射面を形成し、プリズム 166、168 の第 2 の面 172、176 は射出面を形成している。第 1 のプリズム 166 の第 1 の入射面 170 と第 2 の射出面 172 は、互いに対して傾斜し、例えば 60 度といったくさび角  $\theta_1$  を形成している。第 2 のプリズム 168 の入射面 174 と射出面 176 も互いに対して傾斜し、本事例の場合くさび角  $\theta_1$  と同一のくさび角  $\theta_2$  を形成している。図 12 にはくさび角  $\theta_1$  及び  $\theta_2$  が示されている。

10

【0079】

長軸  $A_1$  と短軸  $A_s$  を有し、アスペクト比の高い入射均質化ビーム 140 から再開すると、図 12 には短軸  $A_s$  に沿ったビームプロファイルが示され、参照番号 142 で表示されている。短軸  $A_s$  に沿ったビーム形状 142 は、本事例ではほぼ強度の一定した短軸  $A_s$  の中心における均一部分と、ビーム 140 の均一部分の両側における不均一部分から構成されている。

【0080】

本発明の役割は、均質化ビーム 140 の均一部分の両側に急な強度ランプを発生することにある。これは 2 つのプリズム 166、168 を用いてビーム 140 の不均一部分を空間的に分離することによって実現される。

20

【0081】

図面の左側から右側に伝搬するビーム 140 が、部分的に第 1 のプリズム 166 の第 1 の面 170 に当たる。入射ビーム 140 は、空間的に 2 つのサブビーム 144、146 に分離される。第 1 のサブビーム 144 は第 1 のプリズム 166 の第 1 の面 170 で屈折する。第 2 のサブビーム 146 は第 1 のプリズム 166 の第 1 の面 170 に当たらない。この第 2 のサブビーム 146 は入射ビーム 140 の主方向に沿って伝搬する。

【0082】

エッジ 178 が鋭ければ鋭いほど、入射ビーム 140 の分離部分、すなわち、第 1 の屈折サブビーム 144 と第 2 の妨害されないサブビーム 146 のそれぞれの側における強度ランプの勾配が急になる。従って、本発明に従って入射光ビームを空間的に分離するエッジ 178 は、 $20 \mu\text{m}/\text{m}$  より鋭い縁又はエッジの尖鋭度を有している。これは、とりわけエッジ 178 を形成する領域において第 1 と第 2 の面 170、172 にラッピング及び/又はポリッシングを施すことによって実現可能である。

30

【0083】

図面の右側に伝搬すると、第 2 のサブビームは第 2 のプリズム 168 の第 1 の面 174 に当たる。第 2 のサブビーム 146 は、この面 174 において屈折し、屈折サブビーム 158 を形成する。屈折サブビームは、第 2 のプリズム 168 の第 2 の面 176 においてもう一度屈折し、2 回屈折した第 2 のサブビーム 160 を形成する。このサブビーム 160 は、図 12 に概略が例示され、参照番号 162 で表示された短軸に沿ったビームプロファイルを備えている。

40

【0084】

第 1 のプリズム 166 の第 1 の面 170 に当たる第 1 のサブビーム 144 は、第 1 の面 171 で屈折する。第 1 のプリズム 166 の第 1 の面 170 における残留反射を低減させるため、入射角  $\theta$  はブルースター角  $\theta_p$  に等しくなるように選択するのが望ましい。屈折した第 1 のサブビーム 144 は、できるだけ吸収が少なくなるようにプリズム 166 を通って伝搬する。第 1 のサブビーム 144 が第 2 の面 172 に当たると、ビームは再び屈折して、ビーム 148 を形成する。図 12 によれば 2 回屈折した第 1 のサブビーム 148 の上部がプリズム 168 の第 1 の面 174 に当たる。2 つの面 174、176 によって形成されるエッジ 180 によって、入射光サブビームと 2 回屈折したサブビーム 148 がさら

50

に2つのサブビーム150、152に空間的に分離される。第1のサブビーム150の第1の部分は、いかなる物体にも妨げられることなくサブビーム148の主軸に沿って伝搬する。第1のサブビーム148の第2の部分152は、第2のプリズム168の第1の面174において屈折する。

【0085】

エッジ180が鋭ければ鋭いほど、第1のサブビーム148の分離部分150、152における強度ランプが急峻になる。後述する要件を満たすため、第2のプリズム168の傾斜した第1と第2の面174、176によって形成されるエッジ180は、エッジ尖鋭度が $20\mu/m$ 以下である。

【0086】

第1のサブビームの第2の部分は、プリズム168の第1の面174で屈折して、ビーム152を形成する。残留屈折をできるだけ低減させるためには、第1の面174に当たるビーム148の入射角はブルースター角 $p$ に等しくなるのが望ましい。

【0087】

ビームの屈折部分152は、プリズム168の第2の面176に当たり、それによって屈折して、図12に示すものに近い、参照番号156で示された短軸に沿った強度分布を有する2回屈折したビーム154を形成する。理想的な事例では、短軸 $A_s$ に沿ったビームプロファイルの両側における強度ランプは回折が制限され、従って、2つのプリズム166、168のエッジ178、180の尖鋭度に強く左右される。

【0088】

図7、9にそれぞれ示された先行例と同様、入射ビーム140に対して及び互いに対して、プリズム166、168の一方又は両方の入射角、傾斜角、及び $\theta$ 又は、位置 $x$ 、 $y$ 、 $z$ を調整するための調整装置を組み込むことが可能である。さらに、係員がビーム140及び $\theta$ 又は互いに対するプリズム166、168の調整を制御できるようにするため、図7、9に示すものと同様の監視システムを取り入れることも可能である。

【0089】

有用なビーム154と有用でないビーム150、160は異なる方向に向けられる。有用ではないビーム160、150をビームダンプに導くことができ、例えばアモルファスシリコンを基板上に結晶化させるため、例えば縮小光学素子によって有用なビーム154だけをパネルに結像させることができるのが望ましい。

【0090】

図13には、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学素子の第8の実施形態が示されている。やはり、照射線は、例えば波長が $193\text{nm}$ のエキシマレーザのような高出力レーザによるレーザビーム182から発生する。照射線182は、上述のような、図13に参照番号200で示す短軸 $A_s$ に沿ったビーム形状を備えている。均質化ビーム182は本事例ではロッドである第1のビーム分離素子204に送られる。ロッドは直方体に似ている。直方体204には、本事例では図面に垂直に（直交座標系における $y$ 方向に）配置された4つの面が含まれている。

【0091】

均質化ビーム182がロッド204に当たると、隣接面208、210によって形成されたエッジ214によって、ビーム182は参照番号184、186で表示のサブビームに再分割される。第2のサブビーム184は利用されずに、ビームダンプに送られる。第1のサブビーム186は第1の面208で回折され、第2の面210で反射して、第2の面210に隣接した第3の面312に送られる。反射した第1のサブビーム188は第3の面212において屈折する。反射し屈折した第1のサブビーム190は、図面に対して同様の配向（関連面の $y$ 軸方向）をなすロッド形態の第2のビーム分離素子に導かれる。サブビーム190は第2のビーム分離素子206の第1の面216に当たる。2つの隣接面216、218によって形成されたエッジ115によって、入射する第1のサブビーム190が2つの部分192、194に再分割される。反射し屈折した第1のサブビーム190の第1の部分192は利用されずに、ビームダンプに導かれる。反射し屈折した第1

10

20

30

40

50

のサブビームの第2の部分194は、第2のロッド206の第1の面216で屈折する。第2の部分194は、第2のビーム分離素子206の第2の面218に当たると、第2の面218に隣接した第3の面120の方向に反射する。反射ビーム196は、ロッド206の第3の面220でさらに屈折する。第1のサブビーム190のこの繰返し反射した第2の部分198は、所定の及び所望のビームプロファイル202を備えた有用なビームを構成する。

【0092】

やはりロッド204、206のエッジ214、215の尖鋭度に従って、射出サブビーム198は、*meanly*回折が制限される短軸 $A_s$ に沿ったビームプロファイルを備える。

10

【0093】

ロッドの材料は熔融石英が望ましい。エッジ214、215をできるだけ鋭く製造できるようにするため、ロッド面のコーティングは利用されない。エッジは、隣接面208、210、及び、216、218にそれぞれポリッシング又はラッピングを施すことによって形成されるのが望ましい。

【0094】

ビーム182、190の入射面208、216における残留反射をそれぞれ低減させるため、入射角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ はできるだけブルースター角に近くなるように選択される。

【0095】

上述のように、結像及び均質化光学素子によって、参照番号200で表示の短軸に沿ったビームプロファイルを備える照射線を発生させることが可能である。結果得られる有用なビーム198は、短軸方向においてアスペクト比が高く、エッジの鮮鋭な線ビームを生じさせるために縮小光学素子によって結像させることができる。こうした照射線は、レーザアニーリングによってa-Siから高質のp-Siを製造するのに利用可能である。

20

【0096】

図14には、質の高い多結晶シリコン薄膜の製造にとって望ましい鮮鋭な照射線を発生する光学素子のもう1つの解決法が示されている。

【0097】

既知タイプでプロファイル224を持つ均質化レーザビーム222が、熔融シリコン製の、図13に示すロッドと同様の配向を施されたロッドの第1の面244に送られる。均質化ビーム222は、ロッド236の第3の面244で反射されて、互いに隣接して配置された第1と第2の面240、242に導かれる。屈折ビーム244は、隣接面240、242で形成されたエッジ246によって2つのサブビームすなわち第1のサブビーム228と第2のサブビーム226に空間的に分離される。第1のサブビーム228は、第1のビーム分離素子236の第1の面240で反射し、第1のビーム分離素子236の第2の面242で屈折して、ビームダンプ(不図示)に導かれる。第2のサブビーム226は第1のビーム分離素子236の第2の面242で屈折し、第2のビーム分離素子238の第3の面254に送られる。第2のサブビーム226はこの面254で屈折し、第2のビーム分離素子238の第3の面254と対向する2つの面250、252に送られる。2つの隣接面250、252で形成されたエッジ248によって、入射光ビーム226は、さらなる2つのサブビームすなわち第1のサブビーム226の第1の部分230と第1のサブビーム226の第2の部分232に空間的に分離される。第1のサブビーム226の第1の部分230は第1の面250で反射し、ロッド238の第2の面252で屈折する。この部分230は有用ではなく、従ってビームダンプ(不図示)に送られる。第1のサブビーム226の第2の部分232は第2のビーム分離素子238の第2の面252で屈折する。第1のサブビーム226のこの第2の部分232は有用なビームを構成する。このビーム232を4:1の比で縮小して、アモルファスシリコン層で被覆されたパネルに送り、この材料を結晶化させることが可能である。

30

40

【0098】

ロッド236、238の傾斜面すなわちロッド236、238の第3の面244と第3

50

の面 2 5 4 における残留反射を低減させるため、傾斜角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  すなわち入射ビーム 2 2 2、2 2 6 の伝搬方向と面 2 4 4、2 5 4 の法線ベクトルとの間の角度は、それぞれブルースター角  $\theta_p$  に等しくなるのが望ましい。

【0099】

本事例の場合、用いられないビーム 2 2 8、2 3 0 はビームダンプに送られる。それらは、入射ビーム 2 2 2、2 2 6 に対するロッド 2 3 6、2 3 8 の位置をそれぞれ監視するといった検出目的に用いることも可能である。入射ビーム 2 2 2、2 2 6 に対するロッド 2 3 6、2 5 0 の一方又は両方の位置をそれぞれ確認すると、所望の配向及び/又は位置を調整するため、ロッド 2 3 6、2 5 0 の一方又は両方を調整することが可能になる。本発明によれば、それぞれエッジ 1 4 6、2 4 8。短軸プロフィール 2 5 5 に沿った強度ランプの険しさ又は急峻さは、エッジの尖鋭度に大きく左右される。エッジ 2 4 6、2 4 8 を形成するそれぞれの面 2 4 0、2 4 2、2 5 0、2 5 2 にラッピング又はポリッシングを施すことによって、20  $\mu\text{m}/\text{m}$  以下のエッジ尖鋭度を実現することが可能である。

10

【0100】

図 1 5 には、本発明による、やはり 2 つのロッド 2 7 2、2 7 4 に基づく光学素子の第 1 0 の実施形態が示されている。

【0101】

短軸に沿った上述のタイプとプロフィール 2 5 8 を持った均質化ビーム 2 5 6 が、第 1 のビーム分離素子 2 7 2 すなわち前述のロッド 2 7 2 の第 3 の面 2 8 0 に送られる。完全ビームが第 3 の面 2 8 0 で屈折し、対向する第 1 と第 2 の面 2 7 6、2 7 8 に導かれる。隣接する第 1 と第 2 の面 2 7 6、2 7 8 で形成されるエッジ 2 8 2 によって、屈折ビーム 2 8 0 が 2 つのサブビーム 2 6 0、2 6 2 に分離される。第 1 のサブビーム 2 6 0 すなわち均質化ビーム 2 5 6 の有用ではない部分が、第 1 の面 2 7 6 で反射し、第 2 の面 2 7 8 で屈折して、ビームダンプ（不図示）に送られる。残りの第 2 のサブビーム 2 6 2 は第 2 の面 2 7 8 で屈折し、第 2 のロッド 2 7 6 に送られる。90 度の二面角  $\theta$  を囲む 2 つの隣接面 2 8 4、2 8 6 で形成されるエッジ 2 1 9 によって、第 2 のサブビーム 2 6 2 はさらに 2 つのサブビーム 2 6 4、2 6 6 に分離される。第 1 のサブビーム 2 6 2 の第 1 の部分 2 6 4 すなわち入射ビーム 2 5 6 のもう 1 つの有用ではない部分が、従ってビームダンプに送られる。第 1 のサブビーム 2 6 2 の第 2 の部分 2 6 6 は、第 2 のビーム分離素子 2 7 4 の第 2 の面 2 6 8 で屈折する。屈折ビームは、第 2 のビーム分離素子 2 7 4 の第 1 の面 2 8 4 で反射し、さらに伝搬すると、第 2 のビーム分離素子 2 7 4 の第 3 の面 2 8 8 で屈折して、短軸に沿った所望のビームプロフィール 2 7 0 を備える、入射ビーム 2 5 6 の有用な部分 2 6 8 を形成する。

20

30

【0102】

ロッド 2 7 2、2 7 4 の製造に用いられる材料、ビーム 2 6 5、2 6 2 に対するロッド 2 7 2、2 7 4 の配向、及び、ビーム 2 5 6 の分離部分又は非分離部分の調整、監視、結像の可能性については、上述の例を考慮に入れることが可能である。

【0103】

図 1 6 には、本発明による光学素子の第 1 1 の実施形態が示されている。前に示した短軸に沿ったビーム形状を備える有用なビームの分離は、2 つのロッド 3 0 8、3 1 0 を含むもう 1 つの構成に基づいている。

40

【0104】

既知タイプと形状 2 9 4 を持つ均質化ビーム 2 9 2 が第 1 のビーム分離素子 3 0 8 の第 3 の面に送られる。均質化ビーム 2 9 2 は、第 1 のビーム分離素子 3 0 8 の第 3 の面 3 1 6 において全体として屈折する。図 1 5 に示す例と同様、屈折ビーム 2 9 2 は 2 つの隣接面 3 1 2、3 1 4 によって形成されたエッジ 3 8 0 で 2 つのサブビーム 2 9 4、2 9 6 に分離される。第 1 のサブビーム 2 9 4 は、第 1 の面 3 1 2 で反射し、第 2 の面 3 1 4 で屈折して、第 2 のビーム分離素子 3 1 0 の第 1 の面 3 2 0 に送られ、第 1 の面 3 2 0 で屈折して、第 3 の面 3 2 4 に送られ、そこで屈折して、ビームダンプ（不図示）に送ることが可能な有用ではないビーム 3 0 4 を形成する。第 2 のサブビーム 2 9 6 は、第 1 のビーム

50

分離素子 308 の第 2 の面 314 で屈折し、第 2 のビーム分離素子 310 に送られる。第 2 のビーム分離素子 310 の 2 つの隣接面 320、322 で形成されたエッジ 326 によって、ビーム 296 は 2 つのさらなるサブビーム 298、300 に分離される。第 2 のサブビーム 296 の第 1 の部分 298 は、第 2 のビーム分離素子の第 1 の面 320 で屈折し、引き続き第 2 のビーム分離素子 310 の第 2 の面 322 で反射する。第 2 のサブビーム 296 の第 1 の部分 298 の後続伝搬方向において、第 1 の部分 298 は第 2 のビーム分離素子 310 の第 3 の面 324 で屈折して、やはりビームダンプに送られるもう 1 つの有用ではないビーム 306 を形成する。

【0105】

第 2 のサブビーム 296 の第 2 の部分 300 は、図 16 に示す所望のビームプロフィール 302 を備えた有用なビームを形成する。

10

【0106】

上述の例と同様、図 16 による実施形態はパネル上のアモルファスシリコン層を結晶化させるためのレーザアニリング装置に実装することが可能である。この機能に要求されるのは、 $20\ \mu\text{m}/\text{m}$  より鋭い、上述と同じように再現可能なエッジ尖鋭度の鋭いエッジ 318、326 である。

【0107】

図 17 には、本発明による光学装置の第 12 の実施形態が示されている。

【0108】

図 12 ~ 16 による光学構成からはずれて、入射光ビームの残留部分は、図 17 に示す実施形態によるビーム分離光学素子の 1 つを通過した後、遮断されない。入射ビームの有用ではない部分が有用な部分から別個に分離される。

20

【0109】

図 17 による光学装置は、ロッド 484、492 の形態をなす 2 つのビーム分離光学素子に基づくものである。既知タイプの入射均質化ビーム 466、すなわち、長軸  $A_1$  及び短軸  $A_2$  と図 17 に参照番号 468 で表示の短軸  $A_3$  に沿ったビームプロフィールを備える照射線が、短軸  $A_3$  に沿った両端でロッド 484、492 の第 1 の面 486、494 に当たる。下記において第 2 のサブビーム 472 及び第 3 のサブビーム 474 と呼ばれるこれら有用ではないビーム部分が、入射均質化ビーム 466 の有用な部分である第 1 のサブビーム 470 から分離される。分離は、それぞれロッド 484、492 の二面角をなす第 1 と第 2 の面 486 と 488 及び 494 と 496 で形成されるそれぞれのエッジ 472、474 によって実施される。第 2 と第 3 のサブビーム 472、474 は、2 つのロッド 484、492 の第 1 の面 486、494 で屈折し、引き続き第 2 の面 488、496 で反射して、サブビーム 476、480 を形成し、ロッド 484、492 の第 3 の面 490、498 で少なくとも屈折して、ビーム 478、482 を生じる。これらのサブビーム 478、482 はビームダンプに送られる。残留反射をできるだけ低減させるためには、2 つのロッド 484、492 の第 1 の面 486、494 に対する入射ビーム 466 の傾斜角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  がブルースター角  $\theta_p$  に等しくなるのが望ましい。

30

【0110】

ロッドに選択されるのが望ましい材料は、上記で示された例と同様、熔融石英である。しかしながら、例えばフッ化カルシウム又は光学ガラスのような任意の他の透明な材料を用いることも可能である。参照番号 500 で表示の線ビームの短軸幅の両側に所望の急峻な強度ランプをもたらす要因となるエッジ 472、474 が、少なくとも一方が  $20\ \mu\text{m}/\text{m}$  以下のエッジ尖鋭度になるように本発明に従って準備される。これは、上述の教示に従い、エッジを形成する隣接面にラッピング又はポリッシングを施すことによって実現することが可能である。

40

【0111】

ここで、傾斜角調整装置、位置調整装置、強度監視装置、任意のビーム調整装置といった上記例に関連して解説の任意の付加装置を導入することができるのは明らかである。

【0112】

50

図 18 には、本発明に従ってパネル上に鮮鋭な照射線が発生する光学装置の第 13 の実施形態が示されている。

【0113】

ここに示すシステムには、入射ビーム 328 の伝搬方向に対して直列に配置された直方体の 2 つの板が含まれている。既知タイプと形状 330 の入射ビーム 328 が第 1 の板 346 の第 1 の面 352 に当たる。入射ビーム 328 は第 1 の面 352 で屈折する。図 18 に示すビーム 328 の上部は、第 3 の面 352 に隣接した第 1 の面 348 に当たり、一方、入射し反射したビーム 328 の残りの下部は、第 3 の面 352 に対して平行な板 346 の第 2 の面 350 に当たる。

【0114】

第 1 と第 2 の面 348、350 の角配置のため、入射ビーム 328 は、2 つの隣接面 348、350 によって形成されたエッジ 354 で分離される。ビーム 328 の上部は、第 1 の面 348 で反射して、上方ビーム 332 を形成する。上方ビーム 332 は、引き続き第 2 の面 350 で屈折して、サブビーム 340 を形成する。サブビーム 340 は、さらにビームダンプ（不図示）に導かれる。残りの主ビームは板 346 の第 2 の面 350 で屈折して、第 2 のサブビーム 334 を形成する。この第 2 のサブビーム 334 は、第 2 の板 356 に送られる。サブビーム 334 の下部は第 2 の面 360 に導かれる。第 2 のサブビーム 334 の中心部分 358 は、第 2 の面 360 に対して角配置をなす板 356 の第 1 の面 358 に当たる。隣接する第 1 と第 2 の面 358、360 で形成されたエッジ 364 によって、入射サブビーム 334 が、さらに 2 つのサブビームすなわち第 2 のサブビーム 334 の第 1 の部分 336 と第 2 のサブビーム 334 の第 2 の部分 338 に分離される。第 1 の部分 336 は第 2 の板 356 の第 2 の面 360 で反射し、不図示のビームダンプに導かれるが、第 2 の部分 338 は第 1 の面 358 で屈折する。第 2 の部分 338 が第 1 の面 358 に平行に配置された第 3 の面 362 に当たると、この第 2 の部分 338 は屈折し、質の高い p - Si の製造にとって望ましいビーム形状 344 のビーム 342 を形成する。

【0115】

図 19 には、本発明による光学装置の第 14 の実施形態が示されている。

【0116】

短軸  $A_s$  に沿った周知のタイプと形状 392 の均質化ビーム 93 がミラー 422 の反射面 426 に送られる。ビーム 319 は、短軸  $A_s$  の方向におけるその全範囲が反射面 426 に当たるわけではない。ビーム 390 の望ましくない上部 394 は、ミラー 422 を通過し、変化することなく伝搬する。この部分 394 はビームダンプ（不図示）に導かれる。下方サブビームは 2 つの直交するように配置された隣接面 426、428 で形成されたミラー 422 のエッジ 430 によって分離される。入射ビーム 390 のこの主部は、第 1 の面 426 で反射して、第 2 のサブビーム 396 を形成する。第 2 のサブビーム 396 の不均一部分は第 2 のミラー 424 の第 1 の面 432 に導かれるが、第 2 のサブビーム 396 の均質部分は、第 2 の面 434 に当たり、第 1 の面 432 に対して直角をなす。従って、2 つの隣接面 432、434 で形成されたエッジ 436 によって両方の部分 398、400 が空間的に分離される。第 2 のサブビーム 396 の第 1 の部分 398 は、所望のビーム形状 420 を備えているが、第 2 の部分 400 は、例えばミラー 424（不図示）によって吸収されるか又は反射され（図 19 に示すように）、（第 1 のサブビーム 394 と同様に）ビームダンプ（不図示）に導かれる。

【0117】

線幅すなわち短軸に沿ったプロフィール 420 の範囲は、ミラー 422、424 の一方又は両方を互いに対してシフトすることによって調整できるという点については言及する価値がある。

【0118】

図 20 には、本発明による光学装置の第 15 の実施形態が示されている。所定の形状とタイプ（図 20 には、やはり短軸に沿ったビーム形状が示され、参照番号 440 で表示されている）の均質化ビーム 438 がゼロではない入射角 でミラー 462 に導かれる。有

10

20

30

40

50



用ではないビームの上部は、ビーム分離素子 450 の第 1 の面 452 に当たる。残りのビームはミラー 462 の反射面 464 に当たる。従って、ビーム分離素子 450 の第 1 の面 452 と第 2 の面 454 で形成されるエッジ 458 によって、入射ビーム 438 が 2 つのサブビーム 440、442 に空間的に分離される。第 1 のサブビーム 442 はミラー 462 の反射面 464 でビーム分離素子 450 の方向に反射されるが、第 2 のサブビーム 444 は、ビーム分離素子 450 の材料及び / 又はビーム分離素子 450 の第 1 の面 452 に対する入射ビーム 438 の入射角に応じて、ビーム分離素子 450 から吸収されるか又はミラー 462 の方向に反射される可能性がある。

【0119】

第 1 のサブビームの望ましくない不均一部分はビーム分離素子 450 の第 2 の面 454 に当たるが、ここでは第 1 のサブビーム 442 の第 1 の部分 446 と称するビームの主体はビーム分離素子 450 を通過する。従って、2 つの隣接面 454、456 で形成されたエッジ 460 によって、サブビーム 442 は、さらに 2 つのサブビームすなわち第 1 のサブビーム 442 の第 1 と第 2 の部分 446、448 に分離される。第 1 の部分 446 はビーム分離素子 450 によって吸収されるか又は反射されるが、第 1 のサブビーム 442 の第 1 の部分 446 は、光によって誘発されるアモルファスシリコンフィルムの結晶化による多結晶シリコンの製造に用いることが可能な所望のビームを構成する。留意すべきは、ミラー 462 と入射ビーム 438 に対してビーム分離素子 450 をシフトするだけで（例えば、図 20 に示す矢印で表示のように）、入射ビーム 438 の遮断される部分、及び、例えば、さらに光によって誘発される結晶化に用いられることになるビームを形成することが可能なビーム部分の調整が可能になるという点である。

【0120】

上記で示された例と同様に、エッジ 458、460 によって利用されるビーム 446 のビームプロファイルがはっきりと決定される。すなわち、エッジ 458、460 が鋭ければ鋭いほど、ビームプロファイルの片側又は両側に生じるランプが急峻になる。従って、本発明によれば、エッジの縁の尖鋭度は  $20 \mu\text{m}/\text{m}$  か又はそれより鋭いことになる。この場合も、面 452、454、456 に対するラッピング又はポリッシングがこうした縁の尖鋭度を得るための方法になる。

【0121】

図 21 には、本発明による光学装置の第 16 の実施形態が示されている。この構成は、図 9 に示すものと極めてよく似ている。平面 96 を備えたミラー 92 の代わりに、回折格子 522 を備えた光学素子 514 が用いられる。短軸 504 に沿った上述タイプと形状の均質化ビーム 502 が、回折格子 522 を備えた光学素子 514 の面に導かれる。回折格子 522 を備えた面と対応する隣接面 518、520 のいずれかで形成される 2 つのエッジ 524、526 によって、ビーム 502 の不均一部分が所望の均一部分から空間的に分離される。ビーム 502 の均一部分は、回折格子 522 で回折し、第 2 のサブビーム 508 を形成する。回折格子 522 は、屈折して一次サブビームを形成するように最適化されている。この場合入射角 と射出角 は異なっている。これによって、ビームは 1 次元において縮小されることになる。回折格子の寸法は、回折によって生じる発散が入射ビームの発散より小さくなるように決定しなければならない。光学素子 514 を回転させることによって、射出ビームの幅を調整することが可能である。従って、回折格子はパネル（ここでは不図示）における線幅の調整が可能な線ビームを実現するための優れた解決法である。図 9 に示すミラーによる解決法に比べると、ビーム幅が変化しても総パワーが減少することはない。

【図面の簡単な説明】

【0122】

【図 1】本発明の原理を明らかにするため、本発明による入射光ビームの照射フィールドを制限するための吸収タイプのビーム分離光学素子を含む、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置に関する第 1 の実施形態の直交座標の  $x-z$  面における断面を示した図である。

10

20

30

40

50

【図 2】ビーム分離光学素子のエッジが y 方向においてかなり湾曲している図 1 によるビーム分離素子の x - y 面における断面を示した図である。

【図 3】ビーム分離光学素子のエッジが y 方向においてかなりの残留誤差（例えばパワー y 誤差を引いた後に生じる）を有している図 1 によるビーム分離素子の x - y 面における断面を示した図である。

【図 4】本発明の原理を明らかにするため、本発明による入射光ビームの照射フィールドを制限するための反射タイプのビーム分離光学素子を含む、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置に関する第 2 の実施形態の概略を示した図である。

【図 5】本発明の原理を明らかにするため、本発明による入射光ビームの照射フィールドを制限するための屈折タイプのビーム分離光学素子を含む、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置に関する第 3 の実施形態の概略を示した図である。

【図 6】本発明の原理を明らかにするため、本発明による入射光ビームの照射フィールドを制限するための屈折タイプのもう 1 つのビーム分離光学素子を含む、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置に関する第 4 の実施形態の概略を示した図である。

【図 7】いわゆるビーム短軸を発生するためのビーム光路を例示する、基板上に鮮鋭な照射線を発生するための本発明による光学装置に関する第 5 の実施形態の概略を示した図である。

【図 8】入射ビームに対する吸収タイプのビーム分離光学素子の配向を例示する、図 7 による光学装置の構成部品である吸収タイプのビーム分離光学素子を大比率で示した図である。

【図 9】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による反射タイプのビーム分離光学素子を含む、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置に関する第 6 の実施形態を示した図である。

【図 10】反射タイプのビーム分離光学素子の位置及び / 又は変形を調整することが可能なくつかのアクチュエータを含む、図 9 に示す反射タイプのビーム分離光学素子の長軸方向における断面図である。

【図 11】a) 図 9 による光学装置の一部である光検出器によって測定される x - y 面における強度分布を示す図と、b) A - A に沿った図 11 a) による強度分布の断面を示す図である。

【図 12】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による屈折タイプのビーム分離光学素子を 2 つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための光学装置の第 7 の実施形態の概略図である。

【図 13】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による屈折タイプのビーム分離光学素子を 2 つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための本発明による光学装置の第 8 の実施形態の概略図である。

【図 14】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による屈折タイプのビーム分離光学素子を 2 つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための本発明による光学装置の第 9 の実施形態の概略図である。

【図 15】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による屈折タイプのビーム分離光学素子を 2 つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための本発明による光学装置の第 10 の実施形態の概略図である。

【図 16】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による屈折タイプのビーム分離光学素子を 2 つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための本発明による光学装置の第 11 の実施形態の概略図である。

【図 17】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による屈折タイプのビーム分離光学素子を 2 つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための本発明による光学装置の第 12 の実施形態の概略図である。

【図 18】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による屈折タイプのビーム分離光学素子を 1 つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線を発生するための本発明による光学装置の第 13 の実施形態の概略図である。

10

20

30

40

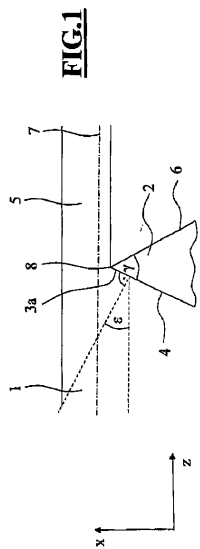
50

【図19】入射光ビームの照射フィールドを制限するための屈折タイプのビーム分離光学素子を2つ含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線が発生するための本発明による光学装置の第14の実施形態の概略図である。

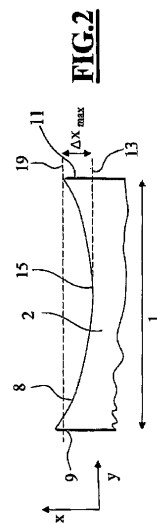
【図20】入射光ビームの照射フィールドを制限するために吸収タイプのビーム分離光学素子(上部#450は反射タイプとすることも可能である)と1つのミラーを含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線が発生するための本発明による光学装置の第15の実施形態の概略図である。

【図21】入射光ビームの照射フィールドを制限するための本発明による回折タイプのビーム分離光学素子を含んでいる、パネル上に鮮鋭な照射線が発生するための本発明による光学装置の第16の実施形態の概略図である。

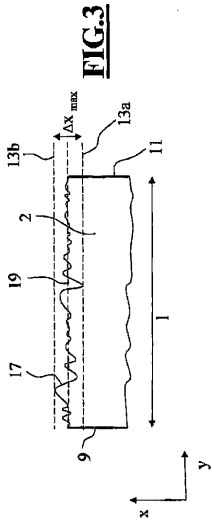
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

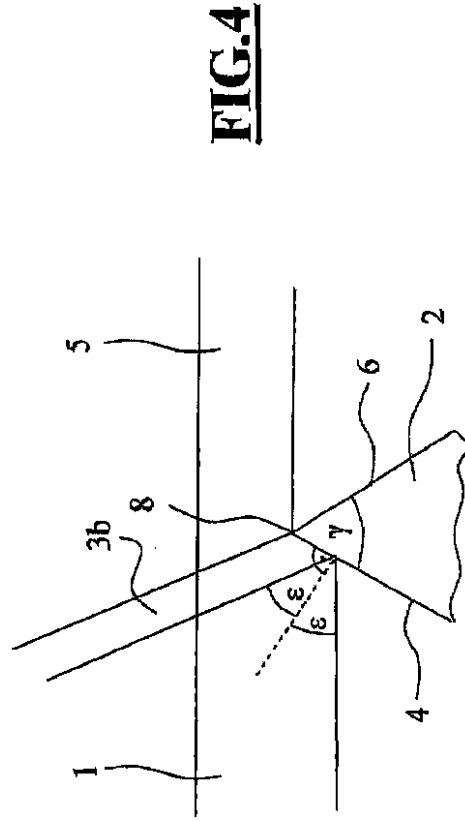


FIG. 4

【 図 5 】

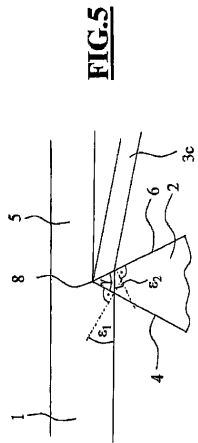


FIG. 5

【 図 6 】

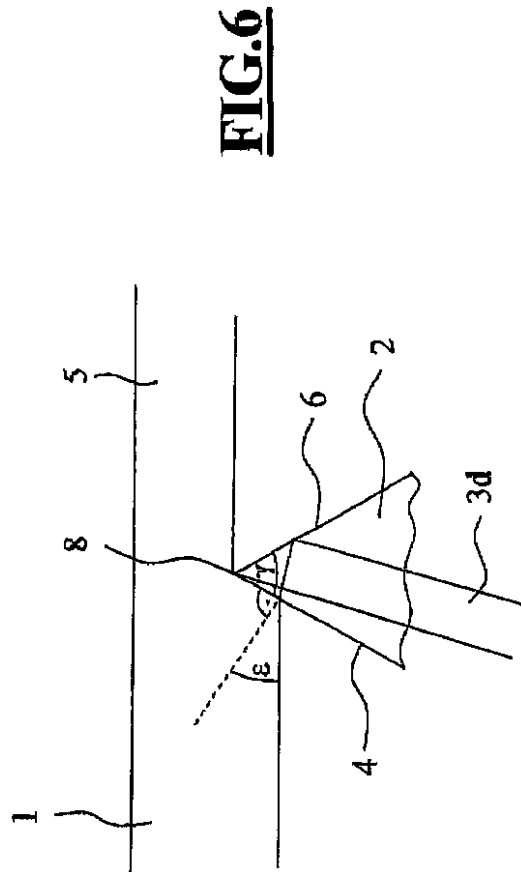
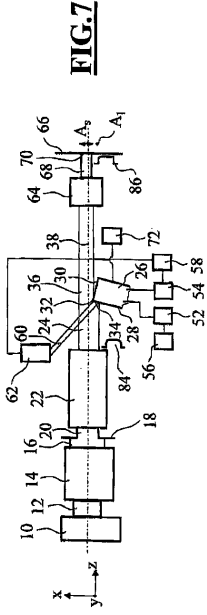


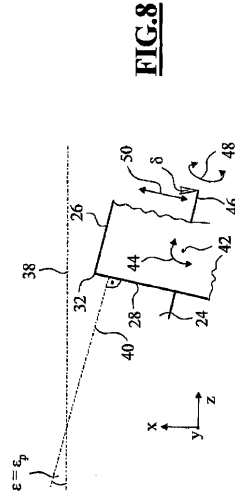
FIG. 6

【 図 7 】



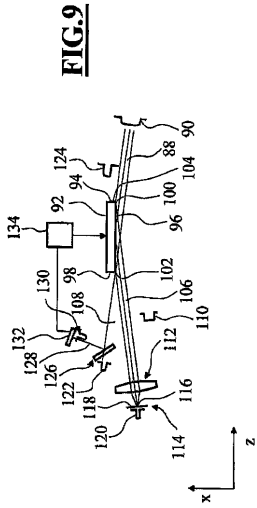
**FIG.7**

【 図 8 】



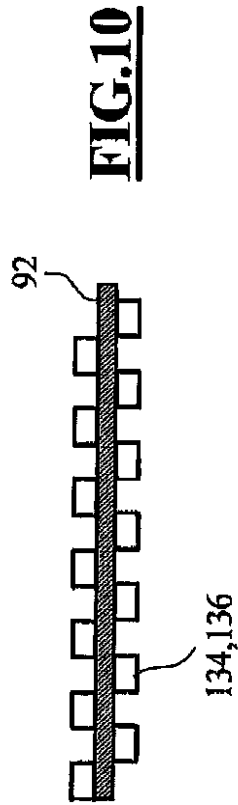
**FIG.8**

【 図 9 】



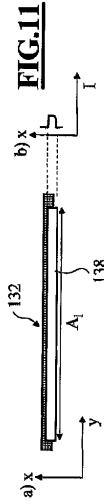
**FIG.9**

【 図 10 】

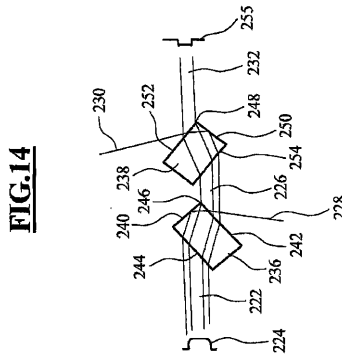


**FIG.10**

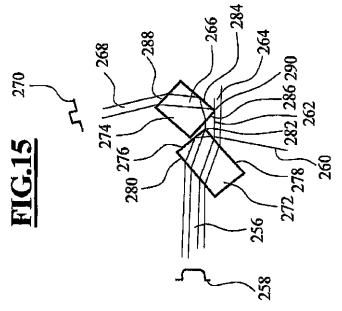
【 図 1 1 】



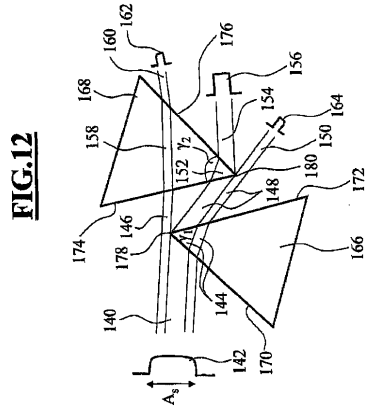
【 図 1 4 】



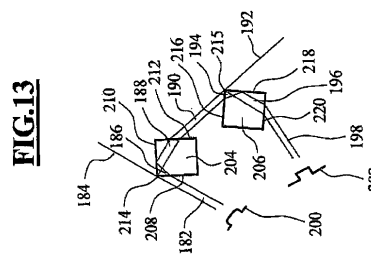
【 図 1 5 】



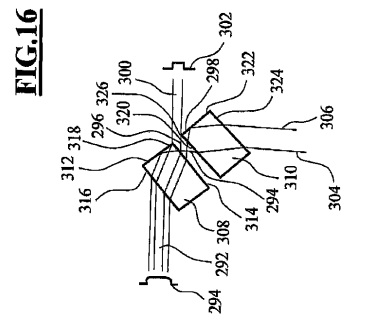
【 図 1 2 】



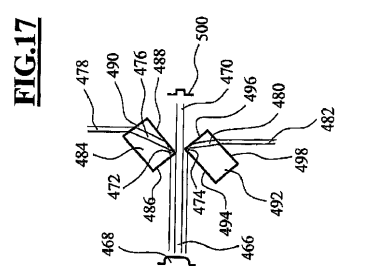
【 図 1 3 】



【 図 1 6 】

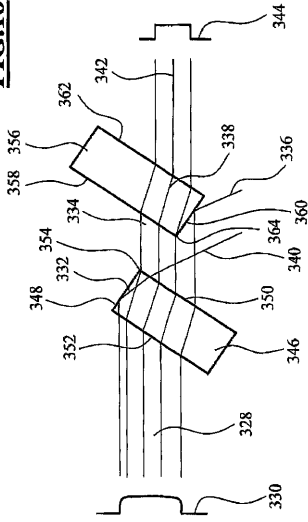


【 図 1 7 】



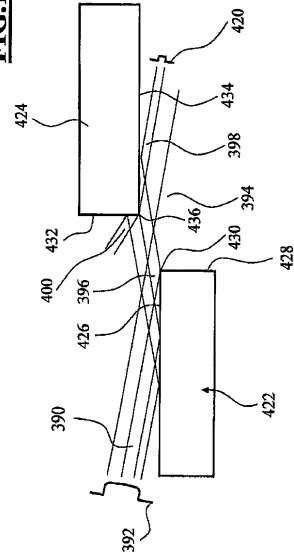
【 図 1 8 】

**FIG.18**



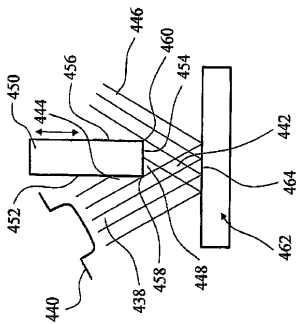
【 図 1 9 】

**FIG.19**



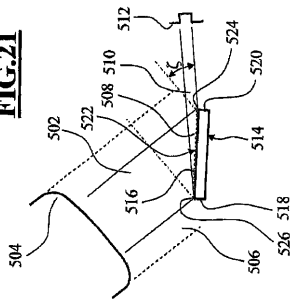
【 図 2 0 】

**FIG.20**



【 図 2 1 】

**FIG.21**



## 【手続補正書】

【提出日】平成20年5月19日(2008.5.19)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

高出力レーザによって放出されるレーザビームから生じ、長軸と短軸を備えた断面を有する鮮鋭な照射線を、パネル上に発生させるための光学装置であって、

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子を含み、前記ビーム分離光学素子に、

ある角度を囲んで、エッジを形成する第1の面と第2の面が含まれており、前記エッジが前記入射光ビームを少なくとも2つのサブビームに空間的に分離し、

前記エッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸の少なくとも1つの方向において前記レーザビームを空間的に制限し、前記入射ビームの前記長軸と前記ビーム分離光学素子の前記直線状エッジが前記入射ビームの伝搬方向に対して垂直な平面において傾斜角を形成し、

さらに、

傾斜角を所定の値に調整するための傾斜角調整装置と、

前記ビーム分離光学素子の前記エッジ近くにおける前記入射光ビームの強度を監視するための強度監視装置と、

前記強度監視装置によって監視される強度に応じて前記調整による前記傾斜角の調整を制御するための制御装置と

を含むことを特徴とする、光学装置。

【請求項2】

前記エッジが所定の形状からの偏差が長さ1mにつき20 $\mu$ m以下である請求項1記載の光学装置。

【請求項3】

前記エッジが直線形状を有していることを特徴とする請求項1又は2に記載の光学装置。

【請求項4】

前記第1の面と前記第2の面の一方が入射面を形成し、前記入射面の法線ベクトルと前記ビームの伝搬方向が入射角を形成することを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項5】

前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを吸収することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを屈折させることによって実施され、前記入射角がブルースター角か、又は、ブルースター角からのずれが5度以下又は最も望ましいのは2度以下の角度であることを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項6】

前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを反射することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを回折させることによって実施され、前記入射角が80度に近いか、又は、80度からのずれが9度以下又は望ましいのは5度以下の角度であることを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項7】

さらに、前記入射角を所定の値に調整するための入射角調整装置が含まれることを特徴



とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項 8】

前記入射角の前記所定の値がブルースター角であることを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項 9】

前記傾斜角の前記所定の値が 0 度であることを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項 10】

さらに、前記短軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための及び / 又は前記長軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための位置調整装置が含まれることを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項 11】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記レーザアニリング装置にさらに前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを処理するためのビームダンプが含まれることを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項 12】

前記ビーム分離光学素子に、さらに、

もう 1 つの第 1 の面ともう 1 つの第 2 の面が含まれており、前記もう 1 つの第 1 の面と前記もう 1 つの第 2 の面がもう 1 つの二面角を囲んで、もう 1 つのエッジを形成し、前記もう 1 つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう 1 つのエッジが直線形状を有し、前記もう 1 つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう 1 つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項 13】

さらにもう 1 つのビーム分離光学素子が含まれており、前記もう 1 つのビーム分離光学素子に、もう 1 つの第 1 の面ともう 1 つの第 2 の面が含まれており、前記もう 1 つの第 1 の面と前記もう 1 つの第 2 の面がもう 1 つの二面角を囲んで、もう 1 つのエッジを形成し、前記もう 1 つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう 1 つのエッジが直線形状を有し、前記もう 1 つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう 1 つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする先行する請求項のいずれかに記載の光学装置。

【請求項 14】

先行する請求項のいずれかに記載された光学装置を含む、パネル上のアモルファスシリコン層の結晶化のためのレーザアニリング装置。

【請求項 15】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが前記入射光ビームを少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20  $\mu$ m 以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

【請求項 16】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記面の少なくとも一方がラッピング及び / 又はポリッシングによって製作されており、前記エッジによって、前記入射光ビームが少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離されることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

## 【請求項 17】

前記エッジが直線状又は円形又は楕円形に延びていることを特徴とする請求項 15 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 18】

前記第 1 の面及び / 又は前記第 2 の面が所定の形状を備えることを特徴とする請求項 15 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 19】

前記形状が湾曲しているか又は曲がっているか又は平面状であることを特徴とする請求項 18 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 20】

さらに、

もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面が二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、

前記もう一つのエッジが、前記入射光ビームが少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20  $\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

## 【請求項 21】

前記エッジと前記もう一つのエッジが平行に延びて、スリットを形成することを特徴とする請求項 20 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 22】

さらに、前記ビーム分離光学素子の変形を補正するための変形補正装置が含まれることを特徴とする請求項 15 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 23】

さらに、所定のやり方で前記ビーム分離素子の形状を調整するための形状調整装置が含まれることを特徴とする請求項 15 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 24】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、

ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、

前記エッジが、前記入射光ビームの少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを吸収することによって、前記入射光ビームを前記少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20  $\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

## 【請求項 25】

前記ビーム分離素子が 100 W / m K を超える熱伝導率の材料で製造されていることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 26】

前記ビーム分離素子が  $5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$  未満の熱膨張率の材料で製造されていることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 27】

前記材料にセラミック材料が含まれることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 28】

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の少なくとも一方が反射防止コーティングで被覆されていることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 29】

さらに前記ビーム分離素子を冷却するための冷却装置が含まれることを特徴とする請求項 24 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 30】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、

ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、

前記エッジが、前記入射光の少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを屈折させることによって、前記入射光ビームを前記少なくとも2つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ1 mにつき20 μm以下であることを特徴とする、  
ビーム分離光学素子。

【請求項31】

前記ビーム分離素子が結晶材料製であることを特徴とする請求項30に記載のビーム分離光学素子。

【請求項32】

前記材料にフッ化カルシウム(CaF<sub>2</sub>)、フッ化マグネシウム(MgF<sub>2</sub>)、フッ化バリウム(BaF<sub>2</sub>)、サファイア、又は、石英が含まれることを特徴とする請求項31に記載のビーム分離光学素子。

【請求項33】

前記ビーム分離素子が透明材料又はガラス状材料で製造されていることを特徴とする請求項30に記載のビーム分離光学素子。

【請求項34】

前記材料が光学ガラスであることを特徴とする請求項33に記載のビーム分離光学素子。

【請求項35】

前記ビーム分離素子がセラミック材料製であることを特徴とする請求項30に記載のビーム分離光学素子。

【請求項36】

前記材料に、炭化珪素(SiC)、窒化珪素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、窒化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、又は、臭化ジルコニウム(ZrBr<sub>2</sub>)が含まれることを特徴とする請求項35に記載のビーム分離光学素子。

【請求項37】

前記屈折したサブビームが前記ビーム分離素子にそのエネルギーの1%未満を蓄積することを特徴とする請求項30に記載のビーム分離光学素子。

【請求項38】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第1の面と第2の面が含まれており、  
前記エッジが、前記入射光の少なくとも2つのサブビームの少なくとも1つを反射させることによって、前記入射光ビームを前記少なくとも2つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ1 mにつき20 μm以下であることを特徴とする、  
ビーム分離光学素子。

【請求項39】

前記ビーム分離素子が結晶材料製であることを特徴とする請求項38に記載のビーム分離光学素子。

【請求項40】

前記材料に、フッ化マグネシウム(MgF<sub>2</sub>)、フッ化バリウム(BaF<sub>2</sub>)、サファイア、石英、セレン化亜鉛(ZnSe)、又は、シリコン(Si)が含まれることを特徴とする請求項39に記載のビーム分離光学素子。

【請求項41】

前記ビーム分離素子が透明材料又はガラス状材料で製造されていることを特徴とする請求項38に記載のビーム分離光学素子。

【請求項42】

前記材料が光学ガラスであることを特徴とする請求項41に記載のビーム分離光学素子。

【請求項43】

前記ビーム分離素子がセラミック材料製であることを特徴とする請求項38に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 4】

前記材料に、炭化珪素 ( $\text{SiC}$ )、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、窒化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、又は、臭化ジルコニウム ( $\text{ZrBr}_2$ ) が含まれることを特徴とする請求項 4 3 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 5】

前記ビーム分離素子に均一な厚さの反射鏡が含まれることを特徴とする請求項 3 8 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 6】

前記反射鏡が前面と底面を備えたガラス板であり、前記底面がアクティブミラーを形成することを特徴とする請求項 4 5 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 7】

前記ビーム分離素子に、その面に反射コーティングを施すことなく、前記サブビームの 1 つを反射する反射プリズムが含まれることを特徴とする請求項 3 8 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 8】

前記ビーム分離素子にブレードが含まれることを特徴とする請求項 3 8 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 4 9】

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子であって、ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが、前記入射光の少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって、前記入射光ビームを前記少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき  $20 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、ビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 0】

前記ビーム分離素子が結晶材料製であることを特徴とする請求項 4 9 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 1】

前記材料に、フッ化マグネシウム ( $\text{MgF}_2$ )、フッ化バリウム ( $\text{BaF}_2$ )、サファイア、石英、セレン化亜鉛 ( $\text{ZnSe}$ )、又は、シリコン ( $\text{Si}$ ) が含まれることを特徴とする請求項 5 0 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 2】

前記ビーム分離素子が透明材料又はガラス状材料で製造されていることを特徴とする請求項 4 9 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 3】

前記材料が光学ガラスであることを特徴とする請求項 5 2 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 4】

前記ビーム分離素子がセラミック材料製であることを特徴とする請求項 4 9 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 5】

前記材料に、炭化珪素 ( $\text{SiC}$ )、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、窒化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、又は、臭化ジルコニウム ( $\text{ZrBr}_2$ ) が含まれることを特徴とする請求項 5 4 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 6】

さらに回折格子が含まれることを特徴とする請求項 4 9 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 7】

前記回折格子が反射鏡の面に配置されることを特徴とする請求項 5 6 に記載のビーム分離光学素子。

## 【請求項 5 8】

前記回折格子が、回折によって所定の次数のサブビームを形成するように最適化されていることを特徴とする請求項 56 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 59】

前記次数が一次又は二次であることを特徴とする請求項 58 に記載のビーム分離光学素子。

【請求項 60】

高出力レーザーによって放出されるレーザービームから生じ、長軸と短軸を備えた断面を有する鮮鋭な照射線を、パネル上に発生させるための光学装置であって、

入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子が含まれており、前記ビーム分離光学素子に、

ある角度を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれており、前記エッジが前記入射光ビームを少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、前記エッジが所定の形状からの偏差が長さ 1 m につき 20  $\mu$ m 以下であり、

前記エッジが前記レーザービームによって照射され、前記短軸の少なくとも 1 つの方向において前記レーザービームを空間的に制限することを特徴とする、光学装置。

【請求項 61】

前記エッジが直線形状を有していることを特徴とする請求項 60 に記載の光学装置。

【請求項 62】

前記第 1 の面と前記第 2 の面の一方が入射面を形成し、前記入射面の法線ベクトルと前記ビームの伝搬方向が入射角を形成することを特徴とする請求項 60 に記載の光学装置。

【請求項 63】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを吸収することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施され、前記入射角がブルースター角か、又は、ブルースター角からのずれが 5 度以下又は最も望ましいのは 2 度以下の角度であることを特徴とする請求項 62 に記載の光学装置。

【請求項 64】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記入射角が 80 度に近いのか、又は、80 度からのずれが 9 度以下又は望ましいのは 5 度以下の角度であることを特徴とする請求項 62 に記載の光学装置。

【請求項 65】

さらに、前記入射角を所定の値に調整するための入射角調整装置が含まれることを特徴とする請求項 62 に記載の光学装置。

【請求項 66】

前記入射角の前記所定の値がブルースター角であることを特徴とする請求項 65 に記載の光学装置。

【請求項 67】

前記入射ビームの前記長軸と前記ビーム分離光学素子の前記直線状エッジが前記入射ビームの伝搬方向に対して垂直な平面において傾斜角を形成し、前記レーザーアニーリング装置に、さらに傾斜角を所定の値に調整するための傾斜角調整装置が含まれることを特徴とする請求項 60 に記載の光学装置。

【請求項 68】

前記傾斜角の前記所定の値が 0 度であることを特徴とする請求項 67 に記載の光学装置。

【請求項 69】

さらに、前記ビーム分離光学素子の前記エッジ近くにおける前記入射光ビームの強度を監視するための強度監視装置と、前記強度監視装置によって監視される強度に応じて前記

調整による前記傾斜角の調整を制御するための制御装置が含まれることを特徴とする請求項 6 8 に記載の光学装置。

【請求項 7 0】

さらに、前記短軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための及び / 又は前記長軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための位置調整装置が含まれることを特徴とする請求項 6 0 に記載の光学装置。

【請求項 7 1】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記レーザアニーリング装置にさらに前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを処理するためのビームダンプが含まれることを特徴とする請求項 6 0 に記載の光学装置。

【請求項 7 2】

前記ビーム分離光学素子に、さらに、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、  
前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、  
請求項 6 0 に記載の光学装置。

【請求項 7 3】

さらにもう一つのビーム分離光学素子が含まれており、前記もう一つのビーム分離光学素子に、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、  
前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、  
請求項 6 0 に記載の光学装置。

【請求項 7 4】

パネル上のアモルファスシリコン層を結晶化させるためのレーザアニーリング装置であって、  
高出力レーザによって放出されるレーザビームから生じ、長軸と短軸を備えた断面を有する鮮鋭な照射線を、前記パネル上に発生するための光学装置が含まれており、前記光学装置に、  
入射光ビームの照射フィールドを制限するためのビーム分離光学素子が含まれ、前記ビーム分離光学素子に、  
二面角を囲んで、エッジを形成する第 1 の面と第 2 の面が含まれ、前記エッジが前記入射光ビームを少なくとも 2 つのサブビームに空間的に分離し、前記エッジが長さ 1 m につき 20  $\mu\text{m}$  以下のエッジ尖鋭度を有しており、  
前記エッジが前記レーザビームによって照射され、前記短軸の少なくとも一つの方向において前記レーザビームを空間的に制限することを特徴とする、  
レーザアニーリング装置。

【請求項 7 5】

前記エッジが直線形状を有することを特徴とする請求項 7 4 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 7 6】

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の一方が入射面を形成し、前記入射面の法線ベクトルと前記ビームの伝搬方向が入射角を形成することを特徴とする請求項 7 3 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 7 7】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを吸収することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施され、前記入射角がブルースター角か、又は、ブルースター角からのずれが 5 度以下又は最も望ましいのは 2 度以下の角度であることを特徴とする請求項 7 4 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 7 8】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射することによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記入射角が 80 度に近いか、又は、80 度からのずれが 9 度以下又は望ましいのは 5 度以下の角度であることを特徴とする請求項 7 4 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 7 9】

さらに、前記入射角を所定の値に調整するための入射角調整装置が含まれることを特徴とする請求項 7 4 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 8 0】

前記入射角の前記所定の値がブルースター角であることを特徴とする請求項 7 9 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 8 1】

前記入射ビームの前記長軸と前記ビーム分離光学素子の前記直線状エッジが前記入射ビームの伝搬方向に対して垂直な平面において傾斜角を形成し、前記レーザアニーリング装置に、さらに傾斜角を所定の値に調整するための傾斜角調整装置が含まれることを特徴とする請求項 7 4 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 8 2】

前記傾斜角の前記所定の値が 0 度であることを特徴とする請求項 8 1 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 8 3】

さらに、前記ビーム分離光学素子の前記エッジ近くにおける前記入射光ビームの強度を監視するための強度監視装置と、前記強度監視装置によって監視される強度に応じて前記調整による前記傾斜角の調整を制御するための制御装置とが含まれることを特徴とする請求項 8 2 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 8 4】

さらに、前記短軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための及び / 又は前記長軸の方向において前記ビーム分離素子を調整するための位置調整装置が含まれることを特徴とする請求項 7 4 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 8 5】

前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを屈折させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを反射させることによって実施されるか、又は、前記分離が前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを回折させることによって実施され、前記レーザアニーリング装置にさらに前記少なくとも 2 つのサブビームの少なくとも 1 つを処理するためのビームダンプが含まれることを特徴とする請求項 7 3 に記載のレーザアニーリング装置。

【請求項 8 6】

前記ビーム分離光学素子に、さらに、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、  
前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう二つのサブビーム

に空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザービームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザービームを空間的に制限することを特徴とする、

請求項 7 3 に記載のレーザーアニリング装置。

【請求項 8 7】

さらにもう一つのビーム分離光学素子が含まれ、前記もう一つのビーム分離光学素子に

、  
もう一つの第 1 の面ともう一つの第 2 の面が含まれており、前記もう一つの第 1 の面と前記もう一つの第 2 の面がもう一つの二面角を囲んで、もう一つのエッジを形成し、

前記もう一つのエッジによって、前記入射光ビームが少なくとももう 2 つのサブビームに空間的に分離され、前記もう一つのエッジが直線形状を有し、前記もう一つのエッジが前記レーザービームによって照射され、前記短軸のもう一つの方向において前記レーザービームを空間的に制限することを特徴とする、

請求項 7 3 に記載のレーザーアニリング装置。



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/009852

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G02B27/09		
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) G02B B23K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
<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 Y	US 2005/219713 A1 (SALLANDER JESPER [SE]) 6 October 2005 (2005-10-06)  paragraph [0021] - paragraph [0028] figures	1-34  46-49, 51-63, 65-73
Y	US 5 721 416 A (BURGHARDT BERTHOLD [DE] ET AL) 24 February 1998 (1998-02-24) cited in the application  figures column 2, line 61 - column 4, line 52  -/--	1-13,15, 24,29, 31-34, 46-48, 57-62, 71-73
<input checked="" 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 document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  9 March 2007		Date of mailing of the international search report  22/03/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Windecker, Robert

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No  
 PCT/EP2006/009852

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 161 238 A (MEHMKE BERND [DE]) 3 November 1992 (1992-11-03) cited in the application  the whole document	1-13,15, 24,29, 31-34, 46-48, 57-62, 71-73
Y	US 5 237 149 A (MACKEN JOHN [US]) 17 August 1993 (1993-08-17)  figure 4 column 4, line 59 - column 5, line 13	1-13,15, 24,29, 31-34, 46-48, 57-62, 71-73
A	DE 100 33 786 A1 (BAASEL CARL LASERTECH [DE]) 31 January 2002 (2002-01-31) abstract	
Y	US 5 331 466 A (VAN SAARLOOS PAUL P [AU]) 19 July 1994 (1994-07-19)  figures 6-9,11,12 column 4, line 12 - column 8, line 12	53,54, 56,67, 68,70
Y		55,69
A	US 2002/154424 A1 (WILLDEN DEE E [US]) 24 October 2002 (2002-10-24) paragraph [0029] - paragraph [0036]; figure 1	50,51, 64,65
A	US 5 083 852 A (THOMPSON RICHARD B [US]) 28 January 1992 (1992-01-28) abstract column 2, line 37 - line 48	49,63
X	DE 199 10 725 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 14 October 1999 (1999-10-14)  abstract; figures 7a-7c column 4, line 37 - line 55	1-7,16, 19,20, 23,24, 27,28
Y		46-48, 57-62, 71-73
Y	US 2003/068836 A1 (HONGO MIKIO [JP] ET AL) 10 April 2003 (2003-04-10)  figures 6,7,11 paragraph [0058] - paragraph [0059] paragraph [0069]	46-49, 51,52, 56-63, 65,66, 70-73

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP2006/009852

**Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
  
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:  
1-34, 46-73
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/EP2006/009852

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-34,46-48,57-62,71-73

A laser annealing apparatus for crystallization of a semiconductor thin film having a beam separating optical element with a high edge accuracy used in a high energy laser beam, wherein a compact beam separating device is used that withstands the energy of the laser.

2. claims: 35-45

A laser annealing apparatus for crystallization of a semiconductor thin film having a beam separating optical element with a high edge accuracy used in a high energy laser beam, wherein a line beam with an adjustable line width is generated without a decrease of light power (cf. page 30, last two sentences).

3. claims: 49,63

A laser annealing apparatus for crystallization of a semiconductor thin film having a refractive beam separating optical element with a high edge accuracy used in a high energy laser beam, wherein the refractive beam separating element is arranged so that reflections from the first surface are minimized (cf. page 13, third paragraph).

4. claims: 50,64

A laser annealing apparatus for crystallization of a semiconductor thin film having a reflective beam separating optical element with a high edge accuracy used in a high energy laser beam, wherein the cooling is simplified by reducing the thermal load to the reflecting surface (cf. page 18, forth paragraph).

5. claims: 51-56,65-70

A laser annealing apparatus for crystallization of a semiconductor thin film having a beam separating optical element with a high edge accuracy is used in a high energy laser beam, wherein the system output is adjustable and controlled (cf. page 17, second paragraph).

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/009852

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005219713	A1	06-10-2005	NONE
US 5721416	A	24-02-1998	DE 19520187 C1 JP 8327942 A
US 5161238	A	03-11-1992	DE 3818129 A1 JP 2032580 A
US 5237149	A	17-08-1993	JP 6142963 A
DE 10033786	A1	31-01-2002	NONE
US 5331466	A	19-07-1994	NONE
US 2002154424	A1	24-10-2002	NONE
US 5083852	A	28-01-1992	NONE
DE 19910725	A1	14-10-1999	NONE
US 2003068836	A1	10-04-2003	CN 1414616 A CN 1619401 A CN 1645222 A JP 2003124136 A KR 20030030908 A TW 583723 B US 2006003478 A1
			30-04-2003 25-05-2005 27-07-2005 25-04-2003 18-04-2003 11-04-2004 05-01-2006

## フロントページの続き

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

(72)発明者 ルメール, ミッシェル

ドイツ連邦共和国・7 3 4 4 7・オーバーコッヘン・マイゼンガッセ・1

(72)発明者 トリシュラー, トルステン

ドイツ連邦共和国・7 6 1 3 7・カールスルーエ・ルイゼンシュトラッセ・2 0

(72)発明者 シュクロバー, ヴィタリー

ドイツ連邦共和国・8 9 5 5 1・ケニグスブロン・ブーヘンヴェーク・7

(72)発明者 ミュンツ, ホルガー

ドイツ連邦共和国・7 3 4 3 3・アーレン・ケルナーシュトラッセ・3

(72)発明者 エッガー, ラファエル

ドイツ連邦共和国・8 1 9 2 7・ミュンヘン・ストルツィングシュトラッセ・6

(72)発明者 デアシュト, ゲルハルト

ドイツ連邦共和国・7 3 4 3 1・アーレン・ヴァイセ シュタイゲ・2 4

Fターム(参考) 2H042 CA01 CA17