

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分  
 【発行日】平成 27 年 8 月 6 日 (2015.8.6)

【公表番号】特表 2014-525141 (P2014-525141A)  
 【公表日】平成 26 年 9 月 25 日 (2014.9.25)  
 【年通号数】公開・登録公報 2014-052  
 【出願番号】特願 2014-517117 (P2014-517117)  
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/268 (2006.01)

B 2 3 K 26/06 (2014.01)

【F I】

H 0 1 L 21/268 J

H 0 1 L 21/268 T

B 2 3 K 26/06

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 6 月 19 日 (2015.6.19)

【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】

基板を熱処理する装置であって、  
 電磁エネルギーパルスを生成するように動作可能な電磁エネルギー源と、  
 前記電磁エネルギー源から電磁エネルギーパルスを受信するように位置決めされるパルスコンバイナ、パルスシェーパ、ホモジナイザおよび開孔部材を備える光学システムと、  
 前記光学システムに対して基板を移動させるように動作可能な基板支持体と、  
 前記光学システムの光路に沿って前記基板を視認するように動作可能な結像システムとを備える装置。

【請求項 2】

前記パルスコンバイナは第 1 のパルスを偏光する第 1 の偏光子と、第 2 のパルスを偏光する第 2 の偏光子と、偏光面を有する合成光学系とを備え、前記第 1 のパルスおよび前記第 2 のパルスは前記偏光面の互いに反対側に誘導される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記結像システムは、基板から反射された光を視認光学系に選択的に反射する反射体を備える、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

電磁エネルギーパルスを合成する装置であって、  
 第 1 のエネルギー入力と、  
 第 2 のエネルギー入力と、  
 前記第 1 のエネルギーに第 1 の光学特性を与える第 1 の光学系と、  
 前記第 2 のエネルギーに第 2 の光学特性を与える第 2 の光学系と、  
 前記第 1 の光学特性および前記第 2 の光学特性に基づいてエネルギーを反射または透過する選択面と、

前記第 1 のエネルギーパルスを前記選択面の第 1 の側にある第 1 の場所に誘導し、前記第 2 のエネルギーパルスを前記選択面の前記第 1 の側の反対側の前記選択面の第 2 の側にある第 2 の場所に誘導する誘導光学系であって、前記第 1 の場所と前記第 2 の場所が位置

合わせされる、誘導光学系と、

前記選択面に光学的に結合される診断モジュールと  
を備える装置。

【請求項 5】

前記診断モジュールはエネルギー検出器と、強度プロファイル検出器とを備える、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

能動 q スイッチをそれぞれが有する複数のレーザエネルギー源と、

前記レーザエネルギー源に光学的に結合される少なくとも 2 つのコンバイナであって、各コンバイナは合成光学系を有し、各合成光学系は選択面を有する、少なくとも 2 つのコンバイナと、

前記複数のレーザエネルギー源から各選択面の互いに反対側に光を誘導する光学システムと、

各合成光学系からパルスを受信するパルス強度プロファイル検出器と、

各合成光学系からパルスを受信するパルスエネルギー検出器と、

異なる長さを有する複数の光路を備えるパルスシェーパであって、前記コンバイナに高  
テク的に結合される、パルスシェーパと、

前記パルスシェーパに光学的に結合される少なくとも 2 つのマイクロレンズアレイを備えるホモジナイザと

を備える熱処理システム。

【請求項 7】

前記少なくとも 2 つのコンバイナはそれぞれ、2 つのエネルギーパルスを合成して 1 つのエネルギーパルスにし、前記合成されたエネルギーパルスは前記コンバイナのうちの一方のコンバイナの寸法よりも短い距離だけ分離される、請求項 6 に記載の熱処理システム。

【請求項 8】

基板を処理するシステムであって、

電磁エネルギー源と、

前記電磁エネルギーを合焦する光学システムと、

その中に埋め込まれた反射部分を有する開孔部材であって、前記反射部分は前記電磁エネルギーがそこを通過して投影する開口部を有し、前記反射部分の表面は前記電磁エネルギーの焦点面に位置決めされる、開孔部材と

を備えるシステム。

【請求項 9】

前記開孔部材は石英であり、前記反射部分は誘電体ミラーである、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

エネルギーを検出光学系に反射する反射面を有するサンプリング光学系を備える結像シ  
ステムをさらに備える、請求項 6 に記載の熱処理システム。

【請求項 11】

前記サンプリング光学系が前記ホモジナイザからエネルギーを送達する、請求項 10 に  
記載の熱処理システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

図 1 は、基板をレーザ処理するためのシステム 100 の平面図である。システム 100 は、複数のパルス状レーザパルスを生成する複数のパルス式レーザ源を有するエネルギー

入力モジュール 102 と、個々のパルス状レーザパルスを合成して、合成パルス状レーザパルスにし、かつ合成パルス状レーザパルスの強度、周波数特性および極性特性を制御するパルス制御モジュール 104 と、合成済みパルス状レーザパルスのパルスの時間プロファイル进行调整するパルス整形モジュール 106 と、パルスの空間エネルギー分布を調整して、合成パルス状レーザパルスを重ね合わせて単一の均一なエネルギー場にするホモジナイザ 108 と、エネルギー場から残留エッジ不均一性を除去する開孔部材 116 と、レーザエネルギー場と基板支持体 110 上に配置される基板とを正確に位置合わせできるようにする位置合わせモジュール 118 とを備える。コントローラ 112 が、レーザパルスの生成を制御するためにエネルギー入力モジュール 102 に、パルス特性を制御するためにパルス制御モジュール 104 に、かつエネルギー場に対する基板の移動を制御するために基板支持体 110 に結合される。筐体 114 が典型的には、システム 100 の動作構成要素を封入する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

レーザは、高出力レーザ放射の、例えば、約 100 nsec 未満の持続時間の短いパルスを形成することができる任意のタイプのレーザとすることができる。典型的には、500 を超える空間モードを有し、 $M^2$  が約 30 より大きい高モダリティ (high modality) レーザが用いられる。Nd:YAG、Nd:ガラス、チタン-サファイアなど固体レーザ、または他の希土類元素をドープされた結晶レーザが頻繁に用いられるが、エキシマレーザ、例えば、XeCl<sub>2</sub>、ArF または KrF レーザなどガスレーザを用いることもできる。レーザは、例えば、q スwitching (受動または能動)、利得スitching またはモード同期によって切り替えることができる。レーザの出力に近接してポッケルスセルを用いて、レーザによって放出されたビームを遮断することによってパルスを形成することもできる。一般的に、パルス式レーザ処理のために使用可能なレーザは、約 1 nsec ~ 約 100  $\mu$ sec の持続時間で約 100 mJ ~ 約 10 J のエネルギー含量を有し、典型的には約 8 nsec において約 1 J を有するレーザ放射のパルスを生成することができる。レーザは、約 400 nm ~ 約 1,000 nm、例えば、約 532 nm など、約 200 nm ~ 約 2,000 nm の波長を有することができる。一実施形態では、レーザは、q スitching 式周波数逡倍 Nd:YAG レーザである。レーザは全て同じ波長において動作することができるか、またはレーザのうちの 1 つまたは複数が、エネルギー入力モジュール 102 内の他のレーザと異なる周波数において動作することができる。レーザを増幅して、所望の出力レベルをもたらすことができる。大抵の場合、増幅媒体は、レージング媒体と同じ、または類似の組成物になる。個々のレーザパルスは通常、単独で増幅されるが、実施形態によっては、合成後に全てのレーザパルスを増幅することができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

複数のレーザは、各レーザがパルス制御モジュール 104 の中に現れる複数のパルスを生成するように配列され、パルス制御モジュールは 1 つまたは複数のパルスコントローラ 105 を有することができる。図 2A は、一実施形態によるパルスコントローラ 200A の平面図である。図 1 に関連して上述した 1 つまたは複数のパルスコントローラ 105 はそれぞれ、図 2A に示されるパルスコントローラ 200A などパルスコントローラとすることができる。光の汚染を防ぐために筐体 299 内に入れられた光学系を用いて、パルス

コントローラ 200A は、エネルギー入力モジュール 102 から受信された第 1 の入力パルス 224A と、エネルギー入力モジュール 102 から受信された第 2 の入力パルス 224B とを合成して、1 つの出力レーザパルス 238 にする。2 つの入力レーザパルス 224A / B は、筐体 299 の開口部内に配置される入力レンズ 202A および 202B を通ってパルスコントローラ 200A に入る。図 2A の実施形態では、2 つの入力レンズ 202A / B は、筐体 299 の 1 つの表面に沿って位置合わせされ、レーザパルス 224A / B は概ね平行な向きで筐体 299 に入る。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

一実施形態では、選択面 209 は偏光面である。偏光面は直線の極性軸を有することができ、偏光面の軸に対して平行な入射パルス 226B を偏光することによって、入射パルス 226B が偏光面を透過できるようにし、偏光面の軸に対して垂直な入射パルス 226A を偏光することによって、入射パルス 226A が偏光面から反射できるようにする。2 つの入射パルス 226A / B を偏光面上の同じ場所に位置合わせすることによって、合成光学系 208 の第 1 の出口面 207C から、面 207C に対して垂直に現れる合成パルス 228 を作り出し、合成パルス 228 の屈折を避ける。代替として、選択面 209 は円偏光子とすることができ、入射パルス 226A が反射するために円偏光子の向きと反対に円偏光され、入射パルス 226B が透過するために円偏光子と同じ向きで円偏光される。別の実施形態では、入射パルス 226A / B は異なる波長を有することができ、選択面 209 は、誘電体ミラーの場合のように、一方の波長の光を反射し、別の波長の光を透過するように構成することができる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

偏光実施形態では、入射パルス 226A / B の偏光は、偏光フィルタなどの偏光子 206A / B を用いて成し遂げられる。偏光フィルタ 206A / B は、合成光学系 208 の選択面 209 によって選択的に反射または透過されるように入力パルス 224A / B を偏光する。偏光子 206A / B は、選択面 209 における選択的な反射および透過のために直交する偏光を生成するように互いに直交するように配向される偏光軸を有する波長板、例えば、半波長板または 4 分の 1 波長板とすることができる。各偏光子 206A / B の軸を、例えば、回転アクチュエータ 205A / B を用いて独立して調整し、入射パルス 226A / B の偏光を選択面 209 の偏光軸と正確に位置合わせすることができるか、または入射パルス 226A / B の偏光軸と選択面 209 の偏光軸との間に所望の偏角を与えることができる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

入射パルス 226A / B の偏光軸を調整することによって、合成パルス 228 の強度が制御される。なぜなら、偏光フィルタはマリユスの法則に従って入射光を透過し、その法則によれば、偏光フィルタによって透過される光の強度は、入射強度と、フィルタの偏光

軸と入射光の偏光軸との間の角度の余弦の二乗とに比例することが成り立つためである。したがって、偏光子 206A の偏光軸が選択面 209 の偏光軸に対して垂直な向きから逸れるように偏光子 206A を回転させると、入射パルス 226A の一部が選択面 209 を透過する。同様に、偏光子 206B の偏光軸が選択面 209 の偏光軸に対して平行な向きから逸れるように偏光子 206B を回転させると、入射パルス 226B の一部が選択面 209 から反射される。各入射パルス 226A / B からのこの「非選択」光は合成して排除パルス 230 になり、そのパルスは第 2 の出口面 207D を通して合成光学系 208 から出て、パルス排除部 210 に入る。このようにして、各偏光子は、偏光フィルタを通り抜けるパルスの強度を減衰させる調光スイッチとしての役割を果たす。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

合成パルス 228 は、合成パルス 228 を出力パルス 238 とサンプリングパルス 232 とに分離する第 1 のスプリッタ 212 と相互作用する。スプリッタ 212 は部分ミラーまたはパルススプリッタとすることができる。サンプリングパルス 232 は診断モジュール 233 に誘導され、診断モジュールは、サンプリングパルス 232 の特性を解析して出力パルス 238 の特性を示す。図 2A の実施形態では、診断モジュール 233 は、パルスの強度プロファイルおよびパルスの全エネルギー含量をそれぞれ検出する 2 つの検出器 216 および 218 を有する。第 2 のスプリッタ 214 が、それぞれの検出器に入力するための第 1 のパルス 236 および第 2 のパルス 234 を形成する。強度プロファイル検出器 216 は、非常に短い時間スケールにおいてモニタ上に入射する光の強度を信号として出力する強度モニタである。強度プロファイル検出器に入射する光パルスは、1 ピコ秒 (psec) ~ 100 nsec の全持続時間を有することができるので、フォトダイオードまたはフォトダイオードアレイとすることができる強度プロファイル検出器は、これらの時間スケールを細分した有効な時間スケールにおいて強度信号を与える。エネルギー検出器 218 は、熱電対など焦電デバイスとすることができ、入射電磁放射をエネルギーサンプルパルス 234 のエネルギー含量を示すために測定することができる電圧に変換する。第 1 のスプリッタ 212 および第 2 のスプリッタ 214 は、第 1 のスプリッタ 212 および第 2 のスプリッタ 214 の透過割合に基づいて入射光の既知の割合をサンプリングするので、出力パルス 238 のエネルギー含量は、エネルギーサンプルパルス 234 のエネルギー含量から計算することができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

図 5A は、一実施形態による開孔部材 500 の側面図である。図 1 の開孔部材 116 は図 5A の開孔部材 500 とすることができる。開孔部材 500 は、選択された波長を有する光またはレーザ放射など、選択された形のエネルギーに対して概ね透明である第 1 の部材 502 を有する。不透明または反射性とすることができるエネルギー阻止部材 504 が、第 1 の部材 502 の表面の一部にわたって形成され、エネルギーが開口部 508 の形状において通り抜けることになる開口部 508 を画定する。第 2 の部材 506 が第 1 の部材 502 およびエネルギー阻止部材 504 にわたって配置され、開口部 508 を覆う。第 2 の部材 506 も、開孔部材 500 を通って透過されることになるエネルギーに対して概ね透明であり、第 1 の部材 502 と同じ材料とすることができる。開孔部材 500 のエッジは、微粒子が開口部 508 に入らないのを確実にする被覆 510 によって包囲される。

## 【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

第1の部材502および第2の部材506は典型的には同じ材料、通常ガラスまたは石英から形成される。エネルギー阻止部材504は、金属、白色塗料または誘電体ミラーなど不透明部分または反射部分とすることができる。エネルギー阻止部材504は形成および整形することができ、形成および整形されたエネルギー阻止部材504は、カナダバルサムなど適切な接着剤を用いて第1の部材502に貼付することができる。代替として、エネルギー阻止部材504は、第1の部材502上に堆積することができ、その後、開口部508を設けるためにエッチングすることができる。第2の部材506は典型的には、接着剤を用いてエネルギー阻止部材504に貼付される。

## 【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

サンプリング光学系612は基板支持体に、かつ検出モジュール616に光学的に結合される反射面618を有する。開孔部材116からのエネルギーが透過光学系602に入り、第1の透過光学系610、サンプリング光学系612および第2の透過光学系614を通り抜け、基板支持体110の工作面120上に配置される基板を照明する。基板から反射されたエネルギーは、第2の透過光学系614を通して戻るように進行し、サンプリング光学系612の反射面618から反射する。反射されたエネルギーは検出光学系616に誘導される。

## 【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

検出光学系616は、第1の誘導光学系604と、第2の誘導光学系606と、検出器608とを有する。第1の誘導光学系604および第2の誘導光学系606は基板から反射されたエネルギー場を検出器608上の所望の位置に位置決めするように動作可能である。これにより、エネルギー場の種々の部分を検出器608において高い精度で結像できるようになる。検出器608は、基板と相互作用するエネルギー場を視覚化できるようにするフォトダイオードアレイまたはCCDマトリックスなどの視認光学系とすることができる。基板がエネルギー場によって照明されるときに、結像システム600を用いて基板上のマーカを視認し、エネルギー場と基板上の所望の構造との位置合わせを容易にすることができる。代替として、一定の低強度の周囲光源を設けて、基板がエネルギー場によって照明されないときに、結像システム600を通して基板を視認するのを容易にすることができる。x、y、zおよび に対してバーニア調整を行うことができ、観測結果に基づいて結像システム600を用いて基板を位置決めし、基板の第1のアニール領域を処理するためにエネルギーおよび基板の正確な位置合わせおよび合焦を達成することができる。その後、後続の位置決めは、コントローラ112の管理下で基板支持体110によって自動的に実行される。

## 【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 8 】

図 6 の結像モジュール 6 0 0 内に 2 つの診断機器 6 2 0 および 6 2 2 が示されるが、基板の条件を監視する位置に、任意の数の診断機器を配置することができる。幾つかの実施形態では、音響検出器または光音響検出器またはその両方を配置して、基板上のアニールエネルギーの音響効果を検出することができる。基板からの音響応答を用いて、相変化など基板材料の状態変化を指示することができる。一実施形態では、聴取デバイスが、基板の一部の溶融を検出することができる。