

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012年2月9日(09.02.2012)

(10) 国際公開番号
WO 2012/017565 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/268 (2006.01) H01L 21/20 (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/066793
- (22) 国際出願日: 2010年9月28日(28.09.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-175245 2010年8月4日(04.08.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ウシオ電機株式会社 (USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松田 僚三 (MATSUDA Ryoza) [JP/JP]; 〒2250004 神奈川県横浜市青葉区元石川町6409番地ウシオ電機株式会社内 Kanagawa (JP). 鳴海 恵司 (NARUMI Keiji) [JP/JP]; 〒2250004 神奈川県横浜市青葉区元

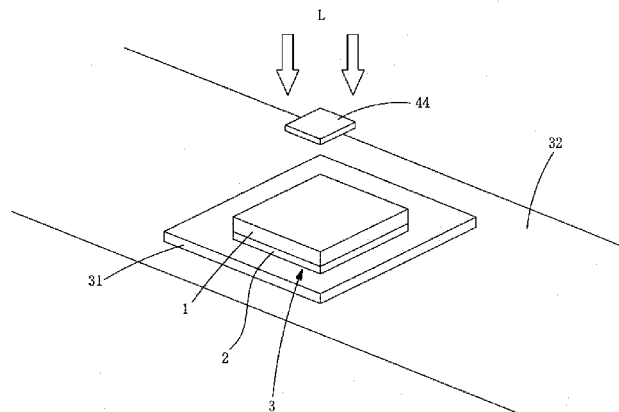
石川町6409番地ウシオ電機株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 長澤俊一郎 (NAGASAWA Shunichirou); 〒1160013 東京都荒川区西日暮里四丁目23番3号きすなビル4階4A Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

[続葉有]

- (54) Title: LASER LIFT-OFF APPARATUS
- (54) 発明の名称: レーザリフトオフ装置

[図1]



(57) Abstract: The present invention makes it possible to perform laser lift-off processing in a short time without generating cracks in a material layer formed on a substrate. In order to remove a material layer (2) from a substrate (1) at the interface between the substrate and the material layer, a laser beam is applied to a work (3) from the substrate (1) side through a mask (44), said work having the material layer (2) formed on the substrate (1). The laser beam is split into a plurality of small-area laser beams by means of the mask (44), and a plurality of irradiation regions are formed on the work, said irradiation regions being spaced apart from each other. The adjacent irradiation regions are spaced apart from each other, irradiation region edges and adjacent irradiation region edges extending in the direction parallel to the relative moving direction of the work are arranged such that the irradiation region edges and the adjacent irradiation region edges are sequentially superimposed as the work moves, and each of the irradiation region edges is superimposed on the adjacent irradiation region edge. Consequently, the material layer can be reliably removed from the substrate without generating cracks in the material layer formed on the substrate.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/017565 A1



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, 添付公開書類:
SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

基板上に形成された材料層に割れを生じさせることなく、レーザーリフトオフ処理を短時間に行うことを可能とする。基板 1 と前記材料層 2 との界面で前記材料層を前記基板から剥離させるため、基板 1 上に材料層 2 が形成されたワーク 3 に対し、基板 1 側からマスク 4 4 を介してレーザー光を照射する。レーザー光はマスク 4 4 により複数の小面積のレーザー光に分割され、ワーク上に互いに離間した複数の照射領域が形成される。また隣り合う照射領域は互いに離間し、各照射領域の端部と、隣接する照射領域の、ワークの相対的移動方向に対して平行方向に伸びる端部とは、ワークが移動するに従って順次に重畳するように配列され、上記各照射領域の端部は隣接する照射領域の端部と互いに重畳する。これにより、基板上に形成された材料層に割れを生じさせることなく、材料層を基板から確実に剥離させることができる。

明 細 書

発明の名称： レーザリフトオフ装置

技術分野

[0001] 本発明は、化合物半導体により形成される半導体発光素子の製造プロセスにおいて、基板上に形成された結晶層にレーザ光を照射することによって、当該結晶層を分解して当該基板から剥離する（以下、レーザリフトオフという）ためのレーザリフトオフ装置に関する。特に、レーザ光出射部を介したレーザ光を、基板を通して照射して、ワークへのパルスレーザ光の照射領域を刻々と変えながら、基板と結晶層の界面で結晶層を基板から剥離するレーザリフトオフ装置に関するものである。

背景技術

[0002] GaN（窒化ガリウム）系化合物半導体により形成される半導体発光素子の製造プロセスにおいて、サファイア基板の上に形成されたGaN系化合物結晶層を当該サファイア基板の裏面からレーザ光を照射することにより剥離するレーザリフトオフの技術が知られている。以下、基板上に形成された結晶層（以下材料層という）に対してレーザ光を照射して基板から材料層を剥離することをレーザリフトオフと呼ぶ。

例えば、特許文献1においては、サファイア基板の上にGaN層を形成し、当該サファイア基板の裏面からレーザ光を照射することにより、GaN層を形成するGaNが分解され、当該GaN層をサファイア基板から剥離する技術について記載されている。以下では基板上に材料層が形成されたものをワークと呼ぶ。

[0003] 特許文献2には、ワークを搬送しながらワークに対してサファイア基板越しにライン状のレーザ光を照射することが記載される。具体的に同文献には、図12に示すように、サファイア基板121とGaN系化合物の材料層122の界面への照射領域123がライン状になるようにレーザ光124を成形し、サファイア基板121をレーザ光124の長手方向と垂直方向に移動

させながら、当該レーザ光 124 をサファイア基板 121 の裏面から照射する技術が開示されている。

GaN 系化合物材料層を基板からレーザリフトオフするためには、GaN 系化合物を Ga と N₂ とに分解するために必要な照射エネルギーを有するレーザ光をワークの全面に亘り照射することが重要になる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表 2001-501778 号公報

特許文献2：特開 2003-168820 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述したレーザリフトオフ処理において、レーザリフトオフに要する時間（つまり、ワークの全面に亘りレーザ光を照射するために必要な時間）は、主にレーザ光の照射面積とワークの搬送速度とに依存する。ワークの処理に要するレーザ光の照射時間は、当然のことながらワークへのレーザ光の照射面積が大きく尚且つワークを高速で搬送すれば短くなり、その逆であれば長くなる。

しかしながら、ワークの搬送速度には自ずと限界がある。よって、レーザリフトオフに要する時間は、主としてワークへのレーザ光の照射面積に依存する。ところが、ワークへのレーザ光の照射面積を大きくすることは、次に説明するように様々な困難が伴う。

即ち、レーザリフトオフに使用されるレーザ光には、材料層を構成する物質を分解するための分解閾値を超える照射エネルギーが必要とされるが、レーザリフトオフに必要な照射エネルギーを維持しつつレーザ光の照射面積を大きくすることは困難である。

本発明者らが鋭意検討したところ、ワークへのレーザ光の照射面積を大きくした場合は、レーザリフトオフ時に材料層に例えばクラック（割れ）など

のダメージが発生することが判明した。

前述したように、材料層 2 はパルスレーザ光が照射されることにより、材料層 2 の GaN が Ga と N₂ とに分解する。GaN が分解することにより N₂ ガスが発生することから、当該 GaN 層にせん断応力が加わり、当該レーザ光の照射領域の境界部においてクラックが生じるなど、照射領域のエッジ部にダメージを与える。

この分解によるダメージの大きさは、レーザ光の照射面積に大きく依存しているものと考えられる。すなわち、照射面積 S が大きいほど、上記 N₂ ガスの発生量が多くなる等、パルスレーザ光の照射領域のエッジ部へ大きな力が加わる。

[0006] 上記した理由により、レーザリフトオフ時の材料層へのダメージを軽減するため、ワークへのレーザ光の照射面積を小さくするのが望ましい。

しかしながら、レーザ光照射面積を小さくすると、レーザリフトオフに要するレーザ光の照射時間が長くなるという問題がある。例えば、以下の条件 1 では、φ 2 インチ (50.8 mm) のワークをレーザリフトオフするために要するレーザ光の照射時間は約 25 秒である。一方、以下の条件 2 では、φ 2 インチのワークをレーザリフトオフするために要するレーザ光の照射時間は約 625 秒となる。

(条件 1)

- ・ワークの直径：φ 2 インチ
- ・ワークへのレーザ光の照射領域：1 mm 角の正方形
- ・パルスレーザ光の周波数：100 Hz

(条件 2)

- ・ワークの直径：φ 2 インチ
- ・ワークへのレーザ光の照射領域：0.2 mm 角の正方形
- ・パルスレーザ光の周波数：100 Hz

以上のように、レーザ光の照射面積を大きくすると、レーザリフトオフ処理に要する時間が小さくなるものの材料層へのダメージが大きくなり、また

、照射面積を小さくすると、材料層へのダメージは小さくなるもののレーザーリフトオフ処理に要する時間が増加するといった、相反する問題が生ずる。

[0007] 一方、本発明者らが鋭意検討したところ、GaN系化合物材料層を基板からレーザーリフトオフするためには、GaN系化合物をGaとN₂とに分解するために必要な分解閾値以上の照射エネルギーを有するレーザー光をワークの全面に亘り照射することが必要であることが分かった。

分解閾値以上の照射エネルギーを有するレーザー光が照射されない領域が存在すると、材料層を構成するGaNの未分解領域が形成され、材料層を基板から十分に剥離させることができない。このため、隣り合う照射領域のエッジ部が、分解閾値V_Eを超えるエネルギー領域において重畳する必要がある。

図13は、互いに隣接する照射領域に照射されるレーザー光の光強度分布の一例を示す図である。同図において縦軸はワークの各照射領域に照射されるレーザー光の強度を、横軸はワークの搬送方向を示す。また、L1、L2は、それぞれワークの照射領域に照射されるレーザー光のプロファイルを示す。

図13に示すように、レーザー光L1、L2は、GaN系化合物の材料層を分解してサファイアの基板から剥離させるために必要な分解閾値V_Eを超えるエネルギー領域において重畳させる必要がある。

[0008] すなわち、各レーザー光の光強度分布における、レーザー光L1とL2との交差位置Cでのレーザー光の強度（エネルギー値）C_Eは、上記分解閾値V_Eを超える値になるように設定される。レーザー光L1とL2との交差位置Cでのレーザー光の強度C_E、すなわち、レーザー光が重畳して照射される領域におけるそれぞれのパルスレーザー光の強度を、上記分解閾値V_Eを超える値になるように設定することで、材料層を基板から剥離させるために十分なレーザーエネルギーが与えることができ、基板上に形成された材料層に割れを生じさせることなく、材料層を基板から確実に剥離させることができる。

[0009] 上述したように、ダメージを生じさせることなく材料層を基板から十分に剥離させるためには、隣り合う照射領域のエッジ部が、分解閾値V_Eを超え

るエネルギー領域において重畳するようにレーザ光をワークの全面に亘り照射することが必要であるが、これに加えて、レーザ光の照射面積を小さくすることが必要である。

しかし、レーザ光の照射面積を小さくすると、前述したように、レーザリフトオフ処理に要する時間が増加するといった問題が生ずる。

本発明は上記問題点を解決するものであって、基板上に形成された材料層に割れを生じさせることなく、しかも、レーザリフトオフ処理を短時間に行うことが可能なレーザリフトオフ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するため、本発明においては、マスクなどのレーザ光を分割するための複数の小面積のレーザ光出射部が設けられたレーザ光形成手段を用いて、レーザ源から出射するレーザ光を複数のレーザ光に分割し、ワーク上に互いに離間した面積の小さな複数の照射領域を形成する。なお、ここでは、上記複数のレーザ光出射部から出射した各レーザ光が照射される領域を照射領域という。

そして、ワークあるいはレーザ源（照射領域）を相対的に移動させながら、ワーク上に、上記互いに離間した複数の照射領域が形成されるように、レーザ光を一括照射する。

その際、隣り合う照射領域が、上記ワークの移動方向に対して斜めに配置されるように互いに離間させ、隣接する照射領域のワークの相対的移動方向に対して平行方向に伸びる端部が、移動するに従って順次に重畳するように上記複数の照射領域を配列する。さらに、各照射領域におけるワークの搬送方向と直交方向に伸びるエッジ部が互いに重畳するように、ワークの搬送速度とパルスレーザ光の照射間隔を設定する。

すなわち、上記各照射領域の端部（エッジ部）は隣接する照射領域の端部（エッジ部）と互いに重畳する。

上記ワーク上に形成される照射領域（レーザ光形成手段としてマスクを用いた場合はマスクの開口）は、具体的には、ワークの移動方向に対して傾斜

した一直線上になるように配列したり、あるいは、千鳥状に配列される。

[0011] 以下に説明する実施例では、主として、レーザ光形成手段としてマスクを使用し、複数のレーザ光出射部がマスクに形成された開口である例について説明する。

マスクに設けられた隣接する各開口から出射するレーザ光により形成される照射領域 $L A$ のエッジ部 $L A 1$ は、後述する図 5 に示すように、ワークの搬送方向と直交方向に隣接する照射領域 $L B$ のエッジ部 $L B 1'$ と、ワークを搬送するに従って、わずかな時間を隔てて順次に重畳する。 $L B \sim L J$ についても同様である。

また、ワーク 3 の搬送速度とパルスレーザ光の照射間隔は、照射領域 $L A$ におけるワークの搬送方向と直交方向に伸びるエッジ部 $L A 2$ が互いに重畳するように設定される。 $L B \sim L J$ についても同様である。このようにすれば、実質的にワークへのレーザ照射領域を大面積にしたことと同じになる。

なお、ワーク上で重畳して照射されるレーザ光（図 5 の $L A$ と $L B$ など）は、ワークを搬送していることから、わずかながらも時間を隔てて照射される。材料層が $G a N$ （ガリウムナイトライド）系化合物である場合は、材料層が分解する温度に達した後に室温に戻るまでの時間は極めて短く、概ね 100μ 秒程度である。これに対し、図 5 の重畳領域 $T 1$ に照射されるレーザ光 $L A$ 、 $L B$ の各々の照射間隔は上記の 100μ 秒よりもはるかに長い。つまり、図 5（b）に示すレーザ光重畳領域 $T 1$ では、レーザ光 $L A$ が $L B$ よりも後に照射されるが、レーザ光 $L A$ の照射時において、レーザ光 $L B$ が照射された領域の温度が既に室温レベルに下がっている。したがって、重畳領域 $T 1$ では、レーザ光 $L A$ と $L B$ のそれぞれの照射エネルギーが合算されないため、各々のレーザ光出射部から出射したレーザ光の照射領域が実質的に小面積になり、材料層へのダメージは低減されることになる。

発明の効果

[0012] 本発明のレーザリフトオフ装置によれば、次の効果を期待することができる。

(1) レーザ光形成手段により、レーザ源から出射するレーザ光を、複数のレーザ光に分割し、分割された各レーザ光により前記ワーク上に互いに離間した複数の照射領域を形成し、ワーク上の各照射領域にレーザ光を一括照射するようにしたので、一度のレーザ光の照射で複数の照射領域にレーザ光を照射することができる。すなわち、複数の照射領域に一括してレーザ光を照射することができるので、各照射領域を小面積にしても、レーザリフトオフ処理を短時間に行うことができ、スループットの向上を図ることができる。

(2) 隣接する各レーザ光出射部から出射したレーザ光の、ワークの移動方向と平行方向に伸びるエッジ部がワークの移動に従って順次に重畳されるようにするとともに、各照射領域におけるワークの搬送方向と直交方向に伸びるエッジ部が互いに重畳するようにしたので、Ga₂N系化合物をGaとN₂とに分解するために必要な分解閾値以上の照射エネルギーを有するレーザ光を、各照射面積を小さくしながら、ワークの全面に亘り照射することができる。

また、前述したように重畳領域に照射されるレーザ光は、照射された領域の温度が低下するに十分な時間間隔をおいて照射されるので、重畳領域に照射されるレーザ光のそれぞれの照射エネルギーが合算されることはない。したがって、各照射領域が重畳していても、実質的に各照射領域毎にレーザ光を照射したのと同等の効果を得ることができる。このため、材料層を基板から剥離するときの材料層へのダメージを低減化することができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の実施例のレーザリフトオフ装置の構成の概要を示す図である。
- [図2]本発明の実施例のレーザリフトオフ装置の光学系の概念図である。
- [図3]レーザリフトオフ装置に用いられるマスクの第1の実施例を示す図である。
- [図4]本発明の実施例のレーザリフトオフ装置に係るレーザ光照射方法を説明する図である。
- [図5]ワーク上でのレーザ光のスキャン方向とワークへのレーザ光の照射パタ

ーンを示す図である。

[図6] レーザ光の照射及び休止のタイミングを示すタイムチャートである。

[図7] パルスレーザ光の照射タイミングとワーク上の照射領域の関係を示す図である。

[図8] レーザリフトオフ装置に用いられるマスクの第2の実施例を示す図である。

[図9] その他の実施例のレーザ光形成手段を備えたレーザリフトオフ装置の光学系の概念図である。

[図10] レーザ光形成手段のその他の実施例を示す図である。

[図11] 本発明のレーザリフトオフ装置を用いることができる半導体発光素子の製造方法を説明する図である。

[図12] ライン状のレーザ光を、レーザ光の長手方向と垂直方向に移動させながら、基板の裏面から照射する従来技術を説明する図である。

[図13] 互いに隣接する照射領域に重畳して照射されるレーザ光の光強度分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 図1は、本発明の実施例のレーザリフトオフ装置の構成の概要を示す図である。

同図に示すレーザリフトオフ装置は、レーザ光を透過する基板1上に材料層2が形成されたワーク3が、ワークステージ31上に載置されている。ワーク3を載せたワークステージ31は、コンベヤのような搬送機構32に載置され、搬送機構32によって所定の速度で搬送される。ワーク3は、ワークステージ31と共に所定方向に搬送されながら、基板1を通じてレーザ光Lが照射される。

ワーク3は、サファイアからなる基板1の表面に、Ga₂N₃（窒化ガリウム）系化合物の材料層2が形成されてなるものである。基板1は、Ga₂N₃系化合物の材料層を良好に形成することができ、尚且つ、Ga₂N₃系化合物材料層を分解するために必要な波長のレーザ光を透過するものであれば良い。材料

層 2 には、低い入力エネルギーによって高出力の青色光あるいは紫外光を効率良く出力するために G a N 系化合物が用いられる。

[0015] レーザ光は、基板 1 および基板 1 から剥離する材料層を構成する物質に対応して適宜選択すべきである。サファイアの基板 1 から G a N 系化合物の材料層 2 を剥離する場合には、例えば波長 2 4 8 n m のパルスレーザ光を放射する K r F (クリプトンフッ素) エキシマレーザを用いることができる。レーザ波長 2 4 8 n m の光エネルギー (5 e V) は、G a N のバンドギャップ (3 . 4 e V) とサファイアのバンドギャップ (9 . 9 e V) の間にある。したがって、波長 2 4 8 n m のレーザ光はサファイアの基板から G a N 系化合物の材料層を剥離するために望ましい。ワーク 3 の上方にはレーザ源から発したレーザ光 L に所定のレーザ光パターンを形成するためのマスク 4 4 が配置されている。図 1 では後述する投影レンズは省略している。

[0016] 図 2 は、本発明の実施例のレーザリフトオフ装置の光学系の概念図である。

同図において、レーザリフトオフ装置 1 0 0 は、パルスレーザ光を発生するレーザ源 2 0 と、レーザ光を所定の形状に成形するためのレーザ光学系 4 0 と、ワーク 3 が載置されるワークステージ 3 1 と、ワークステージ 3 1 を搬送する搬送機構 3 2 と、レーザ源 2 0 で発生するレーザ光の照射間隔および搬送機構 3 2 の動作を制御する制御部 3 3 とを備えている。

レーザ光学系 4 0 は、シリンдриカルレンズ 4 1、4 2 と、レーザ光をワークの方向へ反射するミラー 4 3 と、レーザ光を透過させる開口を有するマスク 4 4 と、マスク 4 4 を通過したレーザ光 L の像をワーク 3 上に投影する投影レンズ 4 5 とを備えている。上記マスク 4 4 は、レーザ光を分割するための複数の開口を有し、上記レーザ源 2 から出射するレーザ光を、複数のレーザ光に分割し、分割された各レーザ光により前記ワーク上に互いに離間した複数の照射領域を形成する。すなわち、マスク 4 4 は前記したレーザ光形成手段として機能し、上記複数の開口はレーザ光出射部となる。

ワーク 3 へのパルスレーザ光の照射領域の配置、形状、面積は、上記レー

ザ光形成手段として機能するマスク 44 の開口の配置、形状、大きさ等を選定することにより、適宜設定することができる。レーザ光学系 40 の先にはワーク 3 が配置されている。ワーク 3 はワークステージ 31 上に載置されている。ワークステージ 31 は搬送機構 32 に載置されており、搬送機構 32 によって搬送される。

[0017] レーザ源 20 で発生したパルスレーザ光 L は、シリンдриカルレンズ 41、42、ミラー 43、マスク 44 を通過した後に、投影レンズ 45 によってワーク 3 上に投影される。パルスレーザ光 L は基板 1 を通じて基板 1 と材料層 2 の界面に照射される。基板 1 と材料層 2 の界面では、パルスレーザ光 L が照射されることにより、材料層 2 の基板 1 との界面付近の GaN が分解される。このようにして材料層 2 が基板 1 から剥離される。

[0018] 図 3 は本発明のレーザリフトオフ装置が備えるマスクの第 1 の実施例を示す図である。本実施例のマスク 44 は、図 3 に示すように、金属製の板部において、レーザ光出射部としての複数の開口 M1～M5 を、互いに離間すると共に、後述する図 4 に示すように、ワーク 3 の搬送方向（同図の矢印方向）に対して傾斜する一直線上に配列するように穿設したものである。各々のレーザ光出射部となる開口 M1～M5 は、後述する図 5 に示すように、ワーク 3 を一方向に搬送したときに、隣接する各レーザ光出射部（マスクの各開口）から出射するレーザ光により形成される照射領域の、ワーク 3 の搬送方向と平行方向に伸びるエッジ部が重畳するように、互いに連続することなく離間して形成されている。

マスク 44 に形成された開口 M1～M5 は、レーザ源から発したレーザ光を分割し互いに離間した複数の照射領域を形成するものであり、各々の照射領域の面積は、例えば照射領域の形状が正方形に近い場合には、 0.25 m^2 以下になるような大きさに設定されている。

[0019] 上記分割されたレーザ光による照射面積を上記のように小さくすれば、材料層を基板から剥離させるときに材料層に加わるダメージを低減することができる。

すなわち、前述したように、GaNが分解する際、GaN層にせん断応力が加わり、当該レーザ光の照射領域の境界部においてクラックが生じるなど、照射領域のエッジ部にダメージを与えるが、この分解によるダメージの大きさは、レーザ光の照射面積に大きく依存しているものと考えられる。

実験等を行って検証した結果、上記のように照射領域の形状が正方形に近い場合には、ワークへのレーザ光の照射面積を 0.25 mm^2 以下とすれば、ワークの材料層へのクラックの発生を防止することができることが確認された。

[0020] 以下、本実施例のレーザリフトオフ装置に係るレーザ光照射方法について説明する。

図4は、本実施例のレーザリフトオフ装置に係るレーザ光照射方法を説明する図であり、(a)はレーザ照射期間、(b)はレーザ休止期間、(c)はレーザ照射期間を示す。また、同図中の括弧数字はレーザ光照射の手順を示し、(2)(5)の手順をレーザ光の照射期間(図6のLA、LC参照)に実行し、(3)(4)の手順をレーザ光の休止期間(図6のLB参照)に実行する。

また、図5は、ワーク上でのレーザ光のスキャン方向とワークへのレーザ光の照射パターンを示し、図6はレーザ光の照射及び休止のタイミングを示すタイムチャートを示す。図6の(2)(3)(4)(5)は、図4の照射期間(2)(5)と休止期間(3)(4)に対応している。さらに、図7はパルスレーザ光の照射タイミングとワーク上の照射領域の関係を示す。

なお、本実施例のレーザリフトオフ装置においては、マスクは移動せず、ワークを移動させながらパルスレーザ光を照射するが、図5は、説明の都合上、レーザ光をスキャンするように描かれている。

[0021] 図4(a)の(1)の手順では、マスク44は同図中で最も上方に位置する開口M1の上端がワーク3の上端と同一直線上に並ぶように配置される。

(2)の手順では、レーザ光を照射しながらワーク3を右方から左方に一方方向に搬送する。

ここで、レーザ光は、前記図 3 に示したマスク 44 を介することによって、図 5 (a) (b) に示すように、分割されたレーザ光により形成される照射領域 L A ~ L E がワーク 3 の搬送方向に対して傾斜した一直線上に配列され、図 4 (a) に示すように、ワーク 3 の左方から右方に向けて当該レーザ光が、ワーク 3 上において、マスク 44 の最も上方に位置する開口 M 1 の上端 (図 4 の仮想線 L L 1) から、マスク 44 の最も下方に位置する開口 M 5 の下端 (図 4 の仮想線 L L 2) に亘る領域 S 1 に照射される。

[0022] ここで、図 5 (b) に示すように、それぞれ隣接するマスク 44 の開口から照射されるレーザ光により形成される照射領域 L A と L B、L B と L C、L C と L D、L D と L E は、ワーク 3 を一方向に搬送したときに、ワーク 3 の移動方向と平行方向に伸びるエッジ部 L A 1、L B 1' が互いに重畳し (L B、L C、L D、…についても同様)、重畳領域 T 1 が形成されるように照射される。

また、ワーク 3 を一方向に搬送したときに、各照射領域におけるワーク 3 の搬送方向と直交方向に伸びるエッジ部 L A 2、L B 2、…が互いに重畳するように、ワーク 3 の搬送速度とパルスレーザ光の照射間隔が設定されている。

レーザ光のパルス間隔は、ワークがレーザ光の 1 ショット分の照射領域に相当する距離を移動するために要する時間よりも短く設定される。例えば、ワーク 3 の搬送速度が 100 mm/秒、レーザ光の重畳領域 S T の幅が 0.1 mm である場合、レーザ光のパルス間隔は 0.004 秒 (250 Hz) である。

[0023] 図 7 はパルスレーザ光の照射タイミングとワーク上の照射領域の関係を示す図であり、

同図 (a) はワーク上の照射領域を示し、(b) は各パルスレーザ光を示しており、同図は、ワーク上の照射領域 A → B → C の順にレーザ光が照射され、照射領域 A にはレーザ光 a が照射され、照射領域 B にはレーザ光 b が照射され、照射領域 C にはレーザ光 c が照射される場合を示している。

図7において、パルスレーザ光aがマスク44の開口を通過してワーク3上の照射領域Aに照射され、次のパルスレーザ光bが照射されるまでの間に、ワーク3は同図のBの照射領域にレーザ光が照射される位置まで移動する。

そして、次のパルスレーザ光bは、上記照射領域Aと照射領域Bのワーク3の搬送方向と直交方向に伸びるエッジ部（同図のハッチングを付した部分）T3が重畳するようなタイミングでワーク3上の照射領域Bに照射される。

同様に、次のパルスレーザ光cが照射されるまでの間に、ワーク3は同図の照射領域Cにレーザ光が照射される位置まで移動し、次のパルスレーザ光cは、照射領域Bと照射領域Cのエッジ部（同図のハッチングを付した部分）が互いに重畳するようなタイミングで照射される。

[0024] 次の図4に示す（3）（4）の手順はパルスレーザ光の休止期間（図6参照）に実行され、ワーク3の次なる領域にレーザ光を照射するための準備を行う。

（3）の手順では、ワークの次なる領域にレーザ光を照射するために、レーザ光の休止期間において、図4（a）のレーザ照射した領域S1よりもやや短い距離だけワーク3を図4に示す矢印（3）の方向に搬送する。ワーク3の搬送距離をレーザ照射した領域S1よりやや短くするのは、後述の（5）の手順において、図4（c）に示すレーザ光を照射する領域S1とS2とを重畳させるためである。（4）の手順では、パルスレーザ光の休止期間中に、マスク44に対するワーク3の移動方向を（2）の移動方向と同じにするため、図4の矢印（4）に従ってワークを左方から右方に搬送する。

[0025] 次の（5）の手順では、レーザ光を照射しながら、図4の矢印（5）に従ってワーク3を右方から左方に一方向に搬送する。このとき、図5（b）に示すように、レーザ光により形成される照射領域LF～LJがワークの搬送方向に対して傾斜した一直線上に配列され、当該レーザ光が、ワーク3の左方から右方に向けて、つまり、レーザ光を照射した領域S1にレーザ光を照

射したときと同じ方向から照射され、ワーク 3 においてマスク 4 4 の最も上方に位置する開口 M 1 の上端（図 4（c）の仮想線 L L 3）から、マスク 4 4 の最も下方に位置する開口 M 5 の下端（図 4（C）の仮想線 L L 4）に亘る領域 S 2 に照射される。

図 5（b）に示すように、それぞれ隣接するレーザ光出射部から照射されるレーザ光により形成される照射領域 L F と L G、L G と L H、L H と L I、L I と L J は、ワークの移動方向と平行方向に伸びるエッジ部が重畳するように照射される。

また、（3）の手順において、前記のようにワーク 3 の搬送距離を調整することにより、レーザ光照射する領域 S 1 と S 2 とを重畳させる（重畳領域 T 2）。

さらに、レーザ光 L F ～ L J は、前記図 7 で説明したように、ワーク 3 の搬送方向と直交方向に伸びる各照射領域のエッジ部が重畳するように照射される。

このような手順（1）～（5）を繰返し実行することにより、ワーク 3 の全面に亘りレーザ光が照射される。

[0026] 上記実施例においては、レーザ光形成手段として、互いに離間して配置される複数の開口 M 1 ～ M 5（レーザ光出射部に相当）を有するマスク 4 4 を備えており、該マスク 4 4 の開口 M 1 ～ M 5 により分割されたレーザ光 L A ～ L E により、ワーク上に、互いに離間した照射領域を形成し、また、隣接する開口 M 1 ～ M 5 から出射したレーザ光 L A ～ L E により形成される照射領域の、ワークの移動方向と平行方向に伸びるエッジ部が、ワークを一方向に移動するに従って順次に重畳されながら、ワークに対して一括照射されるように構成されている。このため、レーザリフトオフを短時間に行うことができ、スループットを向上させることができる。

しかも、上記実施例は、互いに離間して配置されるレーザ光出射部から出射した各レーザ光 L A ～ L E が、前記したように時間を隔てて順次に重畳される。

このため、分割された各レーザ光の照射エネルギーが合算されることがない。例えば、レーザ光L AはL Bよりも後に照射されるが、材料層が分解温度から室温に戻るまでの時間が極めて短いことから、L Aが照射される時にはL Bによって既に照射された領域は既に室温状態になっているため、レーザ光L AとL Bの照射エネルギーは合算されない。つまり、マスク44によって分割された各レーザ光は、個別にワークに照射されるのと同然であり、各々のレーザ照射領域が小面積となる。このため、基板から材料層を剥離する際の材料層へのダメージを軽減することができる。

なお、図4に示した手順においては、図5(a)に示すように、ワークに対するレーザ光のスキャン方向が常に同じになるようにしているが、必ずしもスキャン方向を常に同じになるようにする必要はない。

[0027] 図8は、本発明のレーザリフトオフ装置に用いられるマスクの第2の実施例を示す図である。

図8に示すマスク44は、レーザ光出射部となる各々の開口M1-M6が、互いに連続することなく離間して形成され、千鳥状に配列されている。

すなわち、少なくとも2列の一乃至複数の開口が、前記ワークの移動方向と直交方向に直線状に配列され、一方の列の開口と、他方の列の開口は、前記ワークの移動方向に対して斜め方向に配列される。

さらに、各々の開口M1-M6は、ワーク3を搬送したときに、ワーク搬送方向に直交する方向に隣接する開口（例えば開口M1とM2）から出射するレーザ光により形成される照射領域の、ワーク3の搬送方向に平行方向に伸びるエッジ部が重畳するように配列されている。

マスク44の形状を上記のようにしても、前記第1の実施例のマスクで説明したのと同様各照射領域の端部（エッジ部）を隣接する照射領域の端部（エッジ部）と互いに重畳させることができ、第1の実施例と同様、レーザリフトオフ処理を短時間に行うことができ、スループットの向上を図ることができる。

[0028] 図9はその他のレーザ光形成手段を用いた場合のレーザリフトオフ装置の

光学系の概念図、図10は、図9に示したレーザ光形成手段を拡大して示した図であり、図10(a)はワーク近傍を拡大して示した図、同図(b)は光出射素子の配置を示す図である。

本実施例においては、レーザ光形成手段が導光部61a～61eと光出射素子62a～62eと光ファイバ60a～60eから構成され、マスクの開口に相当するレーザ光出射部は光出射素子62a～62eに対応する。

すなわち、図10(a)(b)に示すように、複数の光出射素子62a～62eが、図3に示したマスクの開口M1～M5と同様、ワーク3の搬送方向に対して傾斜する一直線上に配列されており、各々の光出射素子62a～62eは、例えば前記図5に示したように、ワーク3を一方向に搬送したときに、隣接する各レーザ光出射部から出射するレーザ光により形成される照射領域の、ワーク3の搬送方向と平行方向に伸びるエッジ部が重畳するように、互いに離間して配置されている。

なお、図10では、光出射素子62a～62eを図3に示したマスクの開口M1～M5と同様、直線状に配列したが、図8に示したように千鳥状に配列してもよい。

[0029] 最後に、上記したレーザリフトオフ装置を用いることができる半導体発光素子の製造方法について説明する。以下ではGa_{0.9}N_{0.1}系化合物材料層により形成される半導体発光素子の製造方法について図11を用いて説明する。

結晶成長用の基板には、レーザ光を透過し材料層を構成する窒化ガリウム(GaN)系化合物半導体を結晶成長させることができるサファイア基板を使用する。図11(a)に示すように、サファイア基板101上には、例えば有機金属気相成長法(MOCVD法)を用いて迅速にGa_{0.9}N_{0.1}系化合物半導体よりなるGa_{0.9}N_{0.1}層102が形成される。

続いて、図11(b)に示すように、Ga_{0.9}N_{0.1}層102の表面には、発光層であるn型半導体層103とp型半導体層104とを積層させる。例えば、n型半導体としてはシリコンがドーパされたGa_{0.9}N_{0.1}が用いられ、p型半導体としてはマグネシウムがドーパされたGa_{0.9}N_{0.1}が用いられる。

続いて、図 11 (c) に示すように、p 型半導体層 104 上には、半田 105 が塗布される。続いて、図 11 (d) に示すように、半田 105 上にサポート基板 106 が取付けられる。サポート基板 106 は例えば銅とタンゲステンの合金からなる。

そして、図 11 (e) に示すように、サファイア基板 101 の裏面側からサファイア基板 101 と GaN 層 102 との界面に向けてレーザ光 107 を照射する。

レーザ光 107 をサファイア基板 101 と GaN 層 102 の界面に照射して、GaN 層 102 を分解することにより、サファイア基板 101 から GaN 層 102 を剥離する。剥離後の GaN 層 102 の表面に透明電極である ITO 108 を蒸着により形成し、ITO 108 の表面に電極 109 を取付ける。

符号の説明

[0030]	1	基板
	2	材料層
	3	ワーク
	10	レーザリフトオフ装置
	20	レーザ源
	31	ワークステージ
	32	搬送機構
	33	制御部
	40	レーザ光学系
	41、42	シリンドリカルレンズ
	43	ミラー
	44	マスク
	45	投影レンズ
	60a～60e	ファイバ
	61a～61e	導光部

6 2 a ~ 6 2 e 光出射素子

1 0 1 サファイア基板

1 0 2 G a N 層

1 0 3 n 型半導体層

1 0 4 p 型半導体層

1 0 5 半田

1 0 6 サポート基板

1 0 7 レーザ光

1 0 8 透明電極 (I T O)

1 0 9 電極

L, L 1, L 2 レーザ光

M 1 ~ M 5 マスクの開口

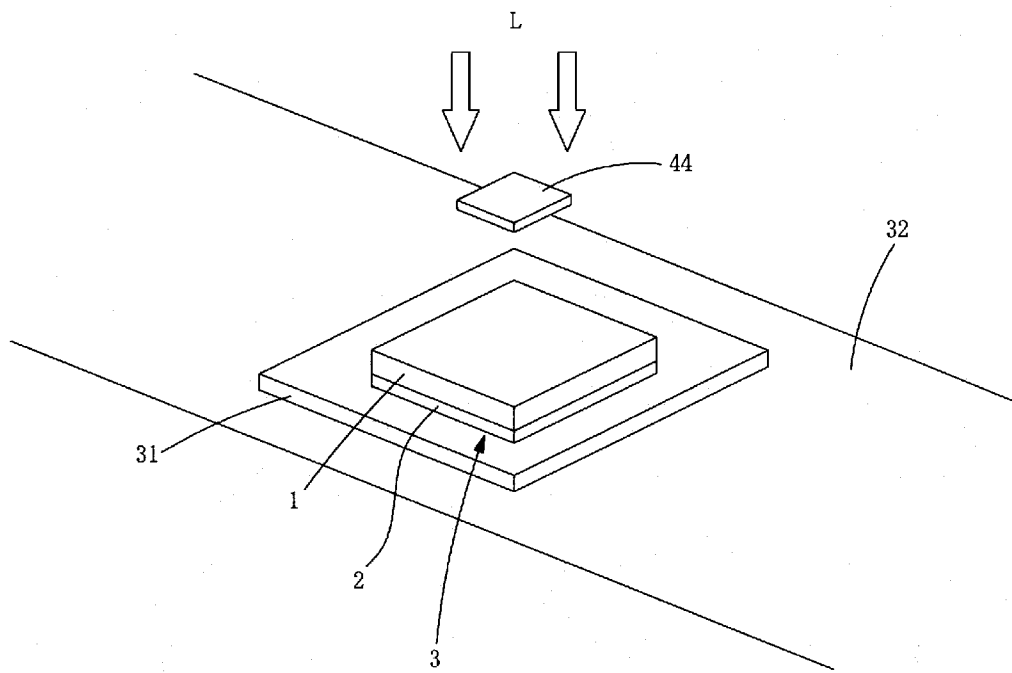
L E エッジ部

V E 分解閾値

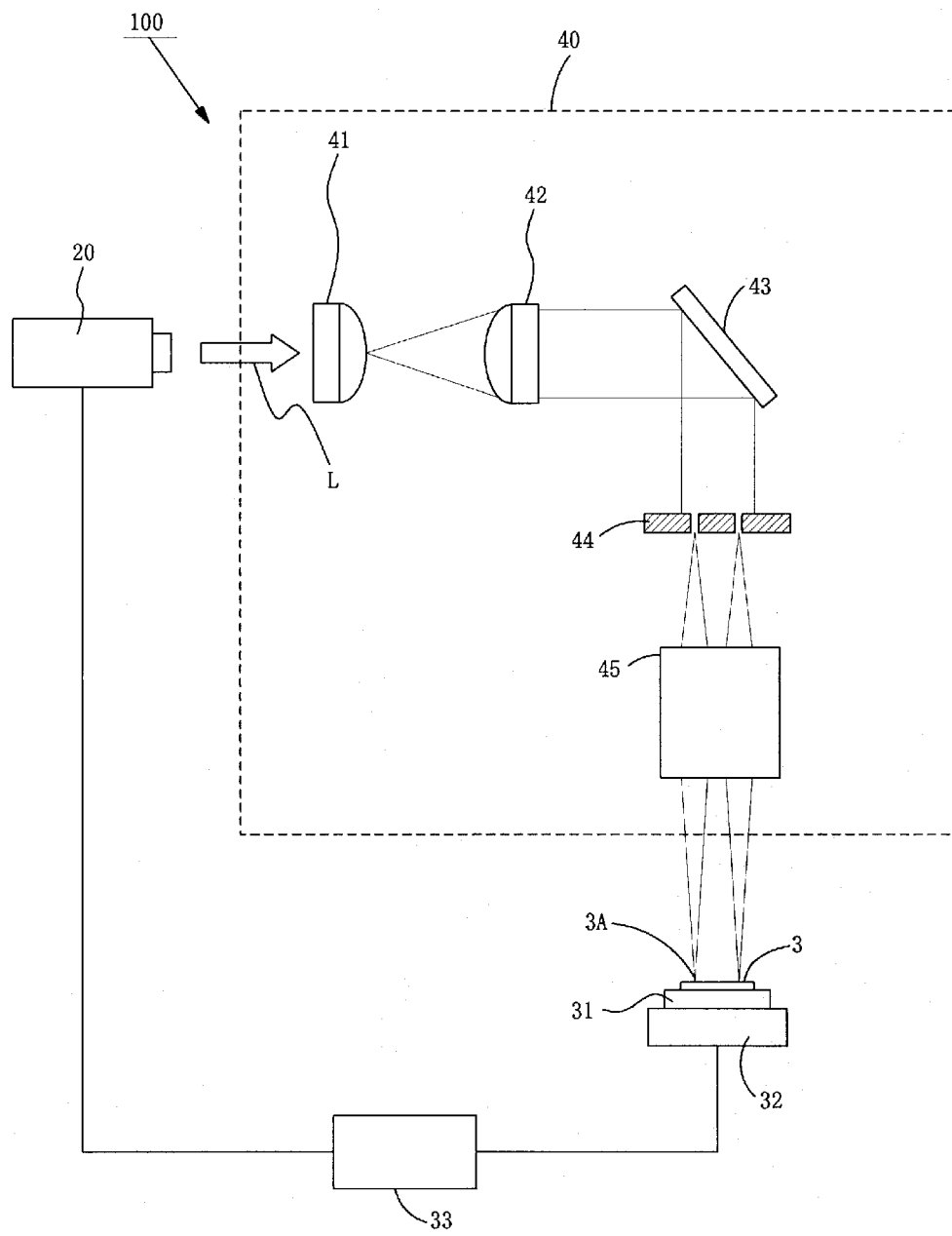
請求の範囲

- [請求項1] 基板上に材料層が形成されてなるワークに対し、前記基板を通してレーザ光を照射するレーザ源と、前記ワークと前記レーザ源とを相対的に移動させる搬送機構とを備えるレーザリフトオフ装置であって、
- 前記レーザ源から出射するレーザ光を、複数のレーザ光に分割し、分割された各レーザ光により前記ワーク上に互いに離間した複数の照射領域を形成するレーザ光形成手段を有し、
- 前記レーザ光形成手段により形成される複数の照射領域は、隣接する照射領域の前記ワークの移動方向と平行方向に伸びる端部が、前記ワークが前記レーザ源に対して相対的に一方向に移動するに従って、順次に重畳するように配列される
- ことを特徴とするレーザリフトオフ装置。
- [請求項2] 前記レーザ光形成手段は、複数の方形状の開口を有するマスクである
- ことを特徴とする請求項1記載のレーザリフトオフ装置。
- [請求項3] 前記ワーク上に形成される照射領域は、前記ワークの移動方向に対して傾斜した一直線上に配列されることを特徴とする請求項1または請求項2記載のレーザリフトオフ装置。
- [請求項4] 前記ワーク上に形成される照射領域は、千鳥状に配列されることを特徴とする請求項1または請求項2記載のレーザリフトオフ装置。

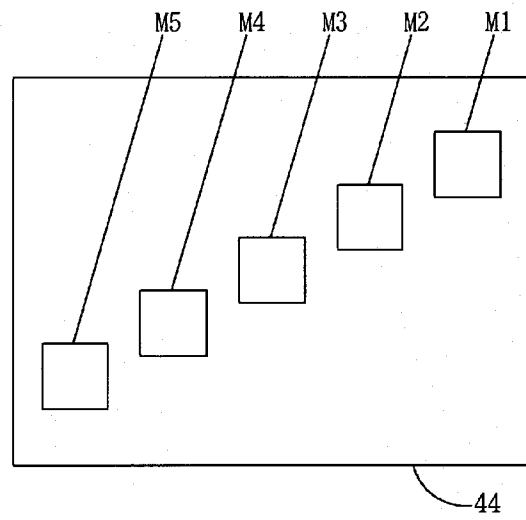
[図1]



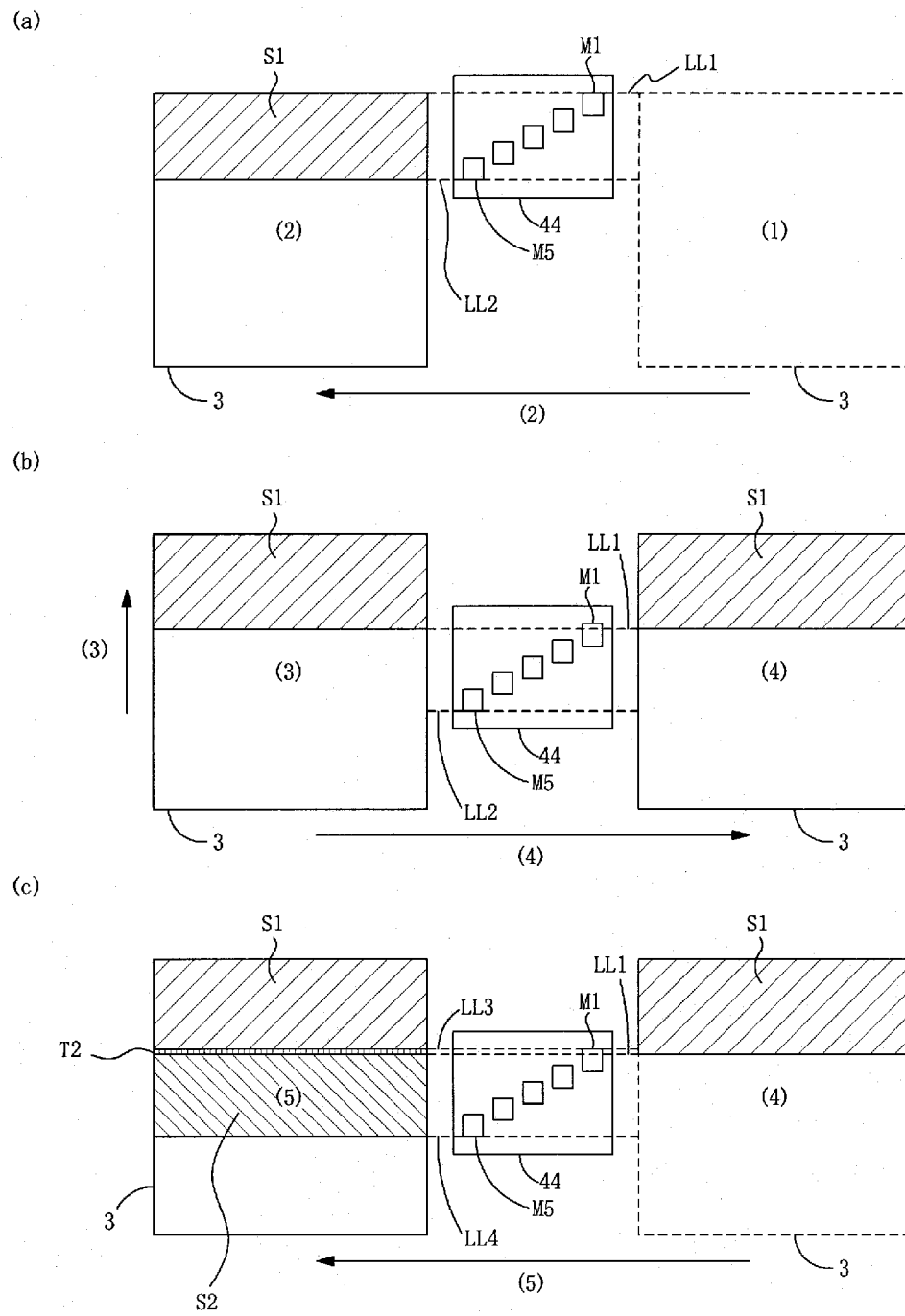
[図2]



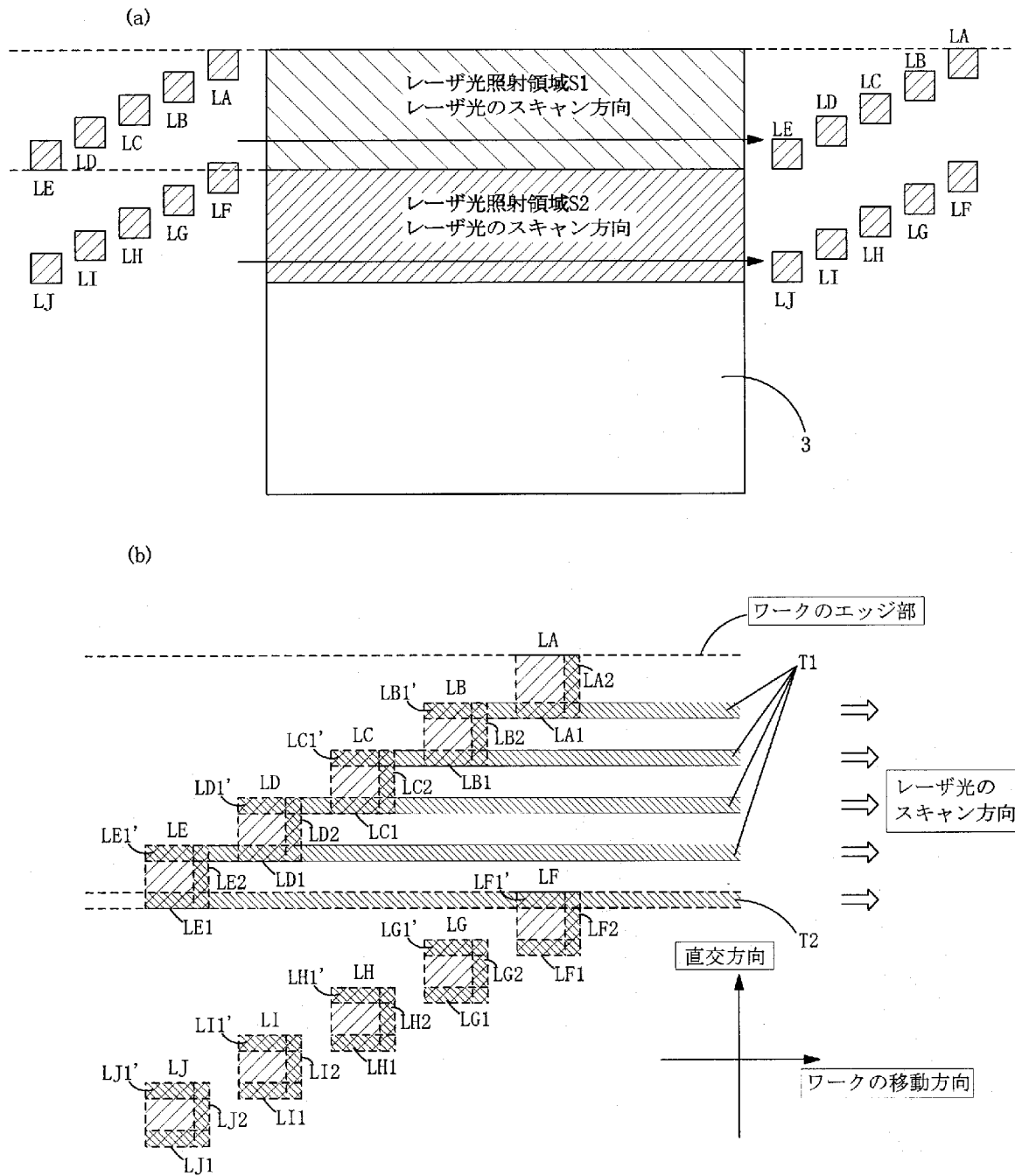
[図3]



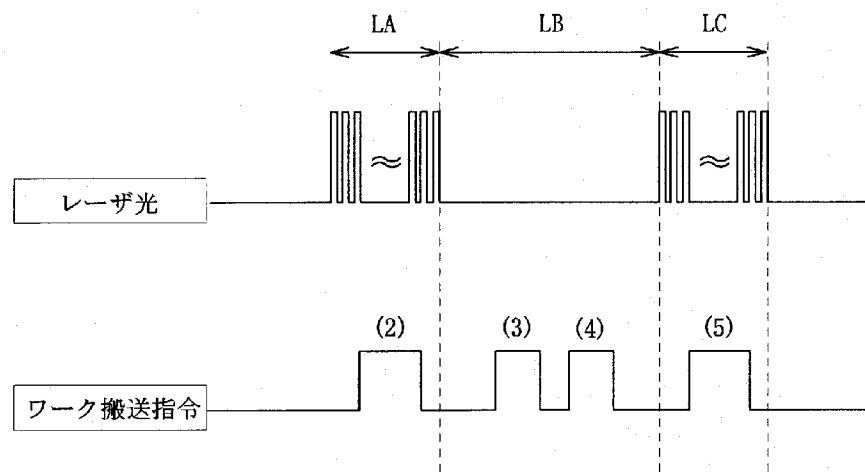
[図4]



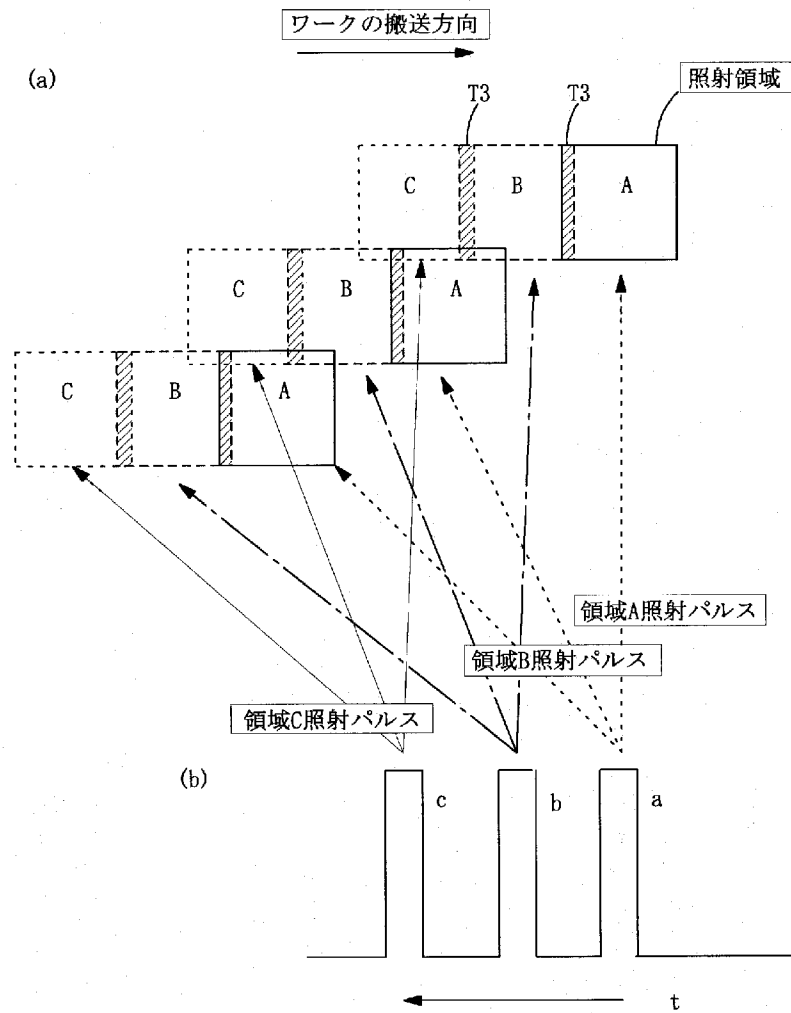
[図5]



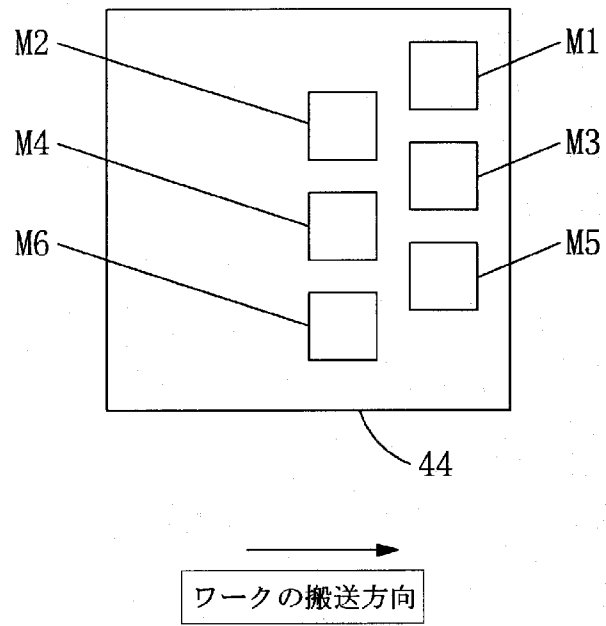
[図6]



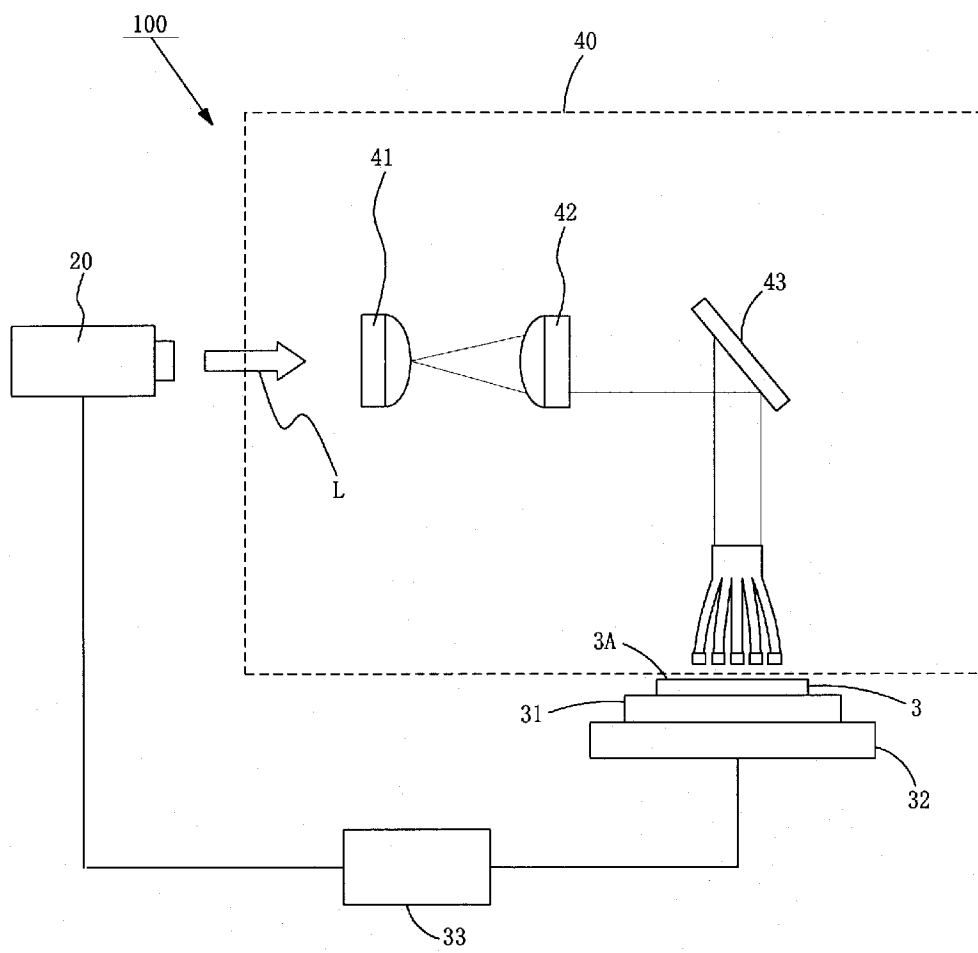
[図7]



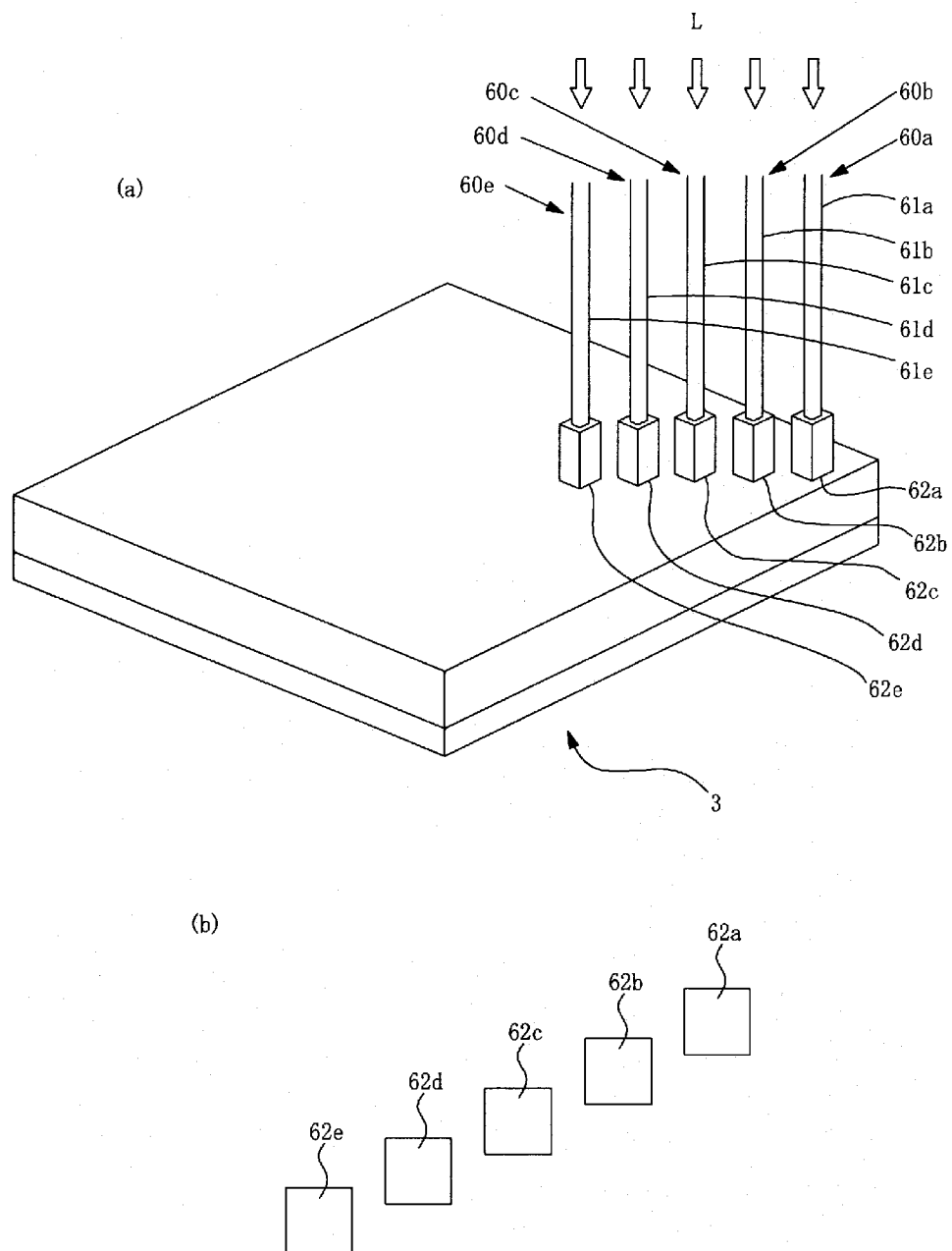
[図8]



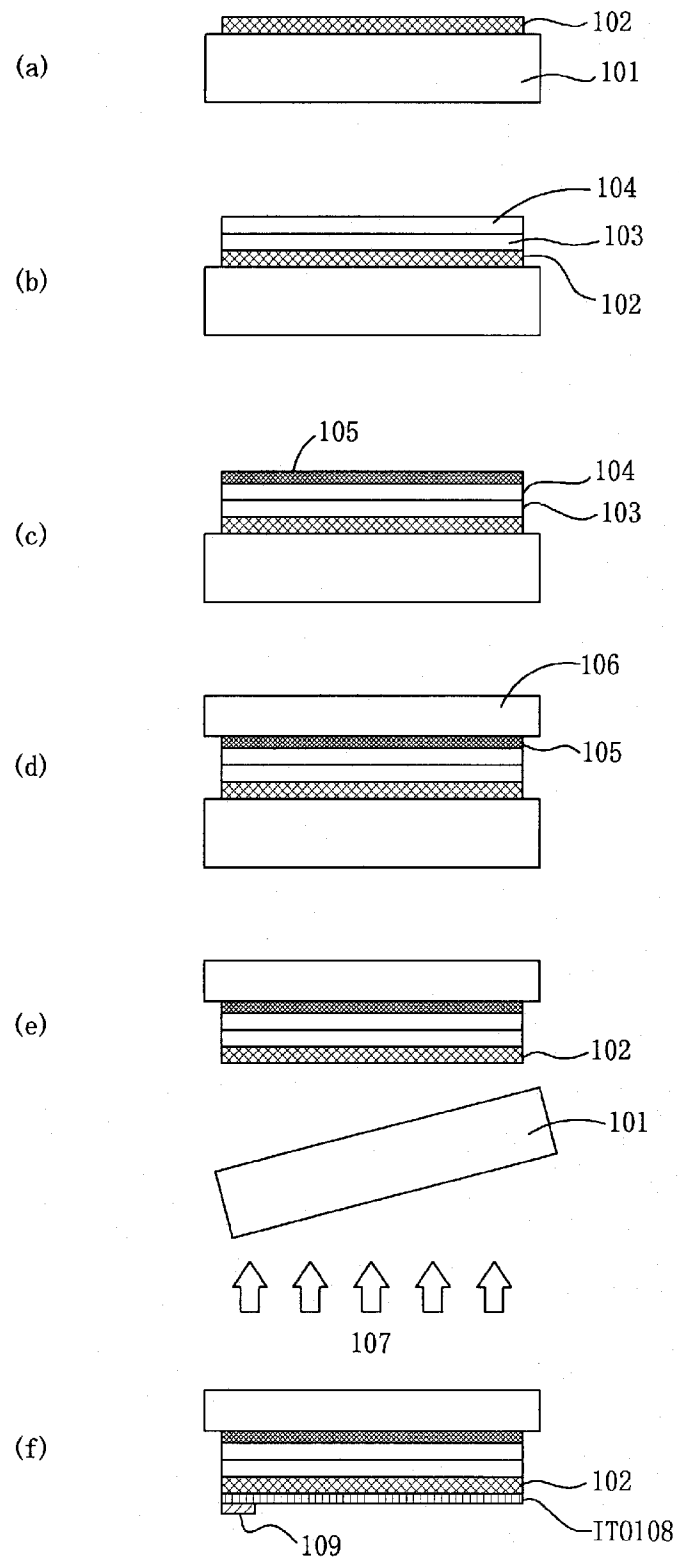
[図9]



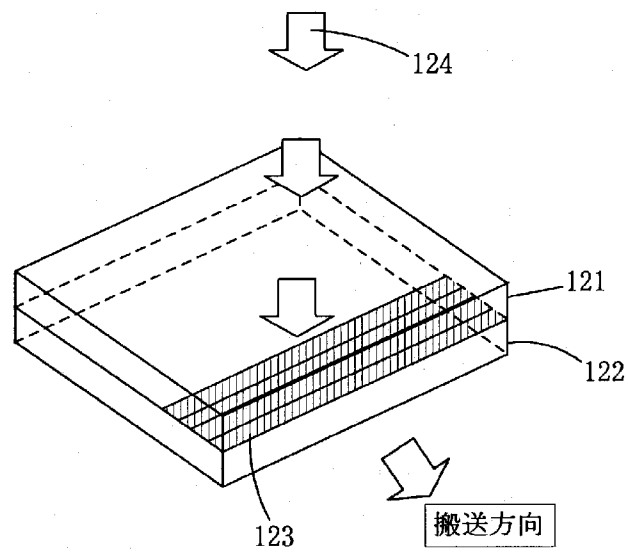
[図10]



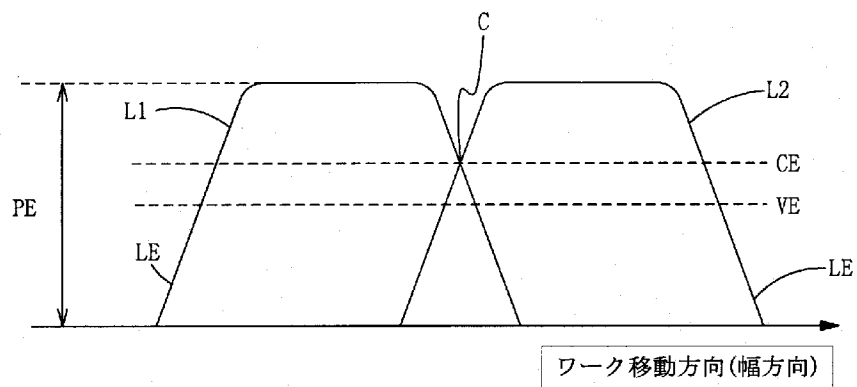
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066793

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/268(2006.01)i, H01L21/02(2006.01)i, H01L21/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/268, H01L21/02, H01L21/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-282441 A (Sharp Corp.), 03 October 2003 (03.10.2003), fig. 3, 5, 6 & US 2003/0170963 A1 & US 2004/0101998 A1	1-4
A	JP 2003-168820 A (Sony Corp.), 13 June 2003 (13.06.2003), paragraphs [0011] to [0030]; fig. 1 to 6 & US 2003/0150843 A1	1-4
A	JP 2007-149988 A (Tokyo Institute of Technology), 14 June 2007 (14.06.2007), paragraphs [0014], [0034], [0035]; fig. 2, 3 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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
14 October, 2010 (14.10.10)

Date of mailing of the international search report
26 October, 2010 (26.10.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066793

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-534164 A (J.P. Sercel Associates Inc.), 22 November 2007 (22.11.2007), paragraphs [0023] to [0055]; fig. 8 to 20 & EP 1735837 A2 & WO 2005/094320 A2 & KR 10-2007-0013288 A & CN 1973375 A & TW 278923 B	1-4
A	JP 2001-501778 A (Siemens AG.), 06 February 2001 (06.02.2001), page 10, line 25 to page 16, line 4; fig. 1 to 9 & US 2003/0104678 A1 & US 2004/0072382 A1 & US 2006/0040468 A1 & US 2008/0164571 A1 & US 6559075 B1 & EP 931332 A1 & WO 98/14986 A1 & DE 19640594 A1 & TW 409295 B	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066793

Box No. 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 No. 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 extra 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 additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
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.:

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 and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/066793

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Document 1 teaches that radiation regions on a work are spaced from each other, and that a work is irradiated with a laser beam by using the mask which has a plurality of such square openings as are arrayed so that the end portions of the adjoining radiation regions extending in parallel with the moving direction of the work may be arranged to overlap sequentially when the work moves in one direction relative to a laser source, as are arrayed on one straight line inclined with respect to the moving direction of the work, or as are arrayed in a zigzag shape. It is accepted that the constitution as the apparatus of the invention of claims 1-4 is taught by document 1. Hence, the invention of claim 1 is not admitted to involve any novelty to and any special technical feature over the invention disclosed in document 1.

Therefore, there exists no matter common to all the inventions of claims 1-4.

Since there is no other common matter which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence can be seen among those different inventions.

Hence, it is apparent that the inventions of claims 1-4 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/268 (2006.01)i, H01L21/02 (2006.01)i, H01L21/20 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/268, H01L21/02, H01L21/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2003-282441 A（シャープ株式会社）2003.10.03, 第3, 5, 6 図 & US 2003/0170963 A1 & US 2004/0101998 A1	1-4
A	JP 2003-168820 A（ソニー株式会社）2003.06.13, 段落【0011】 －【0030】、第1－6図 & US 2003/0150843 A1	1-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 6 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

萩原 周治

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 9 8

4 L

9 8 3 5

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-149988 A (国立大学法人東京工業大学) 2007.06.14, 段落【0014】、【0034】、【0035】、第2, 3図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2007-534164 A (ジェイピー・サーセル・アソシエイツ・インコーポレーテッド) 2007.11.22, 段落【0023】－【0055】、第8－20図 & EP 1735837 A2 & WO 2005/094320 A2 & KR 10-2007-0013288 A & CN 1973375 A & TW 278923 B	1-4
A	JP 2001-501778 A (シーメンス アクチエンゲゼルシャフト) 2001.02.06, 第10頁第25行－第16頁第4行, 第1－9図 & US 2003/0104678 A1 & US 2004/0072382 A1 & US 2006/0040468 A1 & US 2008/0164571 A1 & US 6559075 B1 & EP 931332 A1 & WO 98/14986 A1 & DE 19640594 A1 & TW 409295 B	1-4

文献 1 には、ワーク上の照射領域が互いに離間するとともに、隣接する照射領域のワークの移動方向と平行方向に伸びる端部が、ワークがレーザ源に対して相対的に一方向に移動するに従って、順次に重畳するように配列されるように、ワークの移動方向に対して傾斜した一直線上に配列されるかもしくは千鳥状に配列された複数の方形状の開口を有するマスクを用いて、ワークにレーザ光を照射することが教示されており、請求項 1－4 に係る発明の装置としての構成は、文献 1 に教示されているものであると認められるから、請求項 1 に係る発明は、文献 1 に教示された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

それ故、請求項 1－4 に係る発明すべてに共通の事項はない。

PCT 規則 1 3. 2 の第 2 文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの発明の間に規則 1 3. 2 の第 2 文の意味における技術的な関連をみいだすことはできない。

よって、請求項 1－4 に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。