

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-52029

(P2010-52029A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

|                                      |                       |             |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                         | F I                   | テーマコード (参考) |
| <b>B 2 3 K 26/36 (2006.01)</b>       | B 2 3 K 26/36         | 2 H 0 9 7   |
| <b>H 0 1 L 21/027 (2006.01)</b>      | H 0 1 L 21/30 5 0 2 G | 4 E 0 6 8   |
| <b>G 0 3 F 7/20 (2006.01)</b>        | G 0 3 F 7/20 5 0 5    | 5 F 0 4 6   |
| <b>B 2 3 K 26/08 (2006.01)</b>       | B 2 3 K 26/08 B       |             |
| <b>B 2 3 K 26/00 (2006.01)</b>       | B 2 3 K 26/00 N       |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 22 頁) 最終頁に続く |                       |             |

|           |                              |          |                                |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-221911 (P2008-221911) | (71) 出願人 | 306037311                      |
| (22) 出願日  | 平成20年8月29日 (2008. 8. 29)     |          | 富士フイルム株式会社                     |
|           |                              |          | 東京都港区西麻布2丁目26番30号              |
|           |                              | (74) 代理人 | 100116034                      |
|           |                              |          | 弁理士 小川 啓輔                      |
|           |                              | (74) 代理人 | 100144624                      |
|           |                              |          | 弁理士 稲垣 達也                      |
|           |                              | (72) 発明者 | 宇佐美 由久                         |
|           |                              |          | 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地             |
|           |                              |          | 富士フイルム株式会社内                    |
|           |                              | Fターム(参考) | 2H097 AA03 LA10                |
|           |                              |          | 4E068 CA02 CA03 CB08 CE03 DA10 |
|           |                              |          | 5F046 AA06 BA07                |

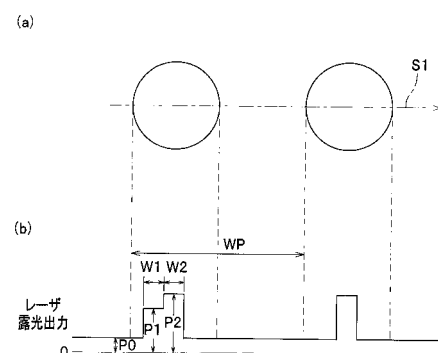
(54) 【発明の名称】 パターン形成体の製造方法および電磁ビーム加工装置

## (57) 【要約】

【課題】電磁ビームでの加工時に飛散物を少なくし、点状のパターンを簡易かつ効率的に形成する。

【解決手段】点状のパターンが配列して形成されたパターン形成体の製造方法である。この製造方法は、ヒートモードの形状変化が可能なフォトリソスト層を有する基板を準備する準備工程と、フォトリソスト層に対し電磁ビームを走査させながら照射してフォトリソスト層の一部を除去する露光工程と、を有する。そして、露光工程において凹部21を形成するに際し、出力P2でフォトリソスト層を除去する主発光と、主発光の直前に、主発光よりも低い出力であり、かつ電磁ビームのフォーカサー制御に必要な基準出力よりも高い出力P1で予備発光を行う。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

点状のパターンが配列して形成されたパターン形成体の製造方法であって、  
ヒートモードの形状変化が可能なフォトリソ層を有する基板を準備する準備工程と

、  
前記フォトリソ層に対し電磁ビームを走査させながら照射して前記フォトリソ層の一部を除去する露光工程と、を有し、

前記露光工程において、前記フォトリソ層を除去する主発光と、前記主発光の直前に、前記主発光よりも低い出力であり、かつ電磁ビームのフォーカスサーボ制御に必要な基準出力よりも高い出力で予備発光を行うことを特徴とするパターン形成体の製造方法。

10

## 【請求項 2】

前記予備発光を、前記フォトリソ層を除去することが可能な出力で行うことを特徴とする請求項 1 に記載のパターン形成体の製造方法。

## 【請求項 3】

前記予備発光と前記主発光とを連続して行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のパターン形成体の製造方法。

## 【請求項 4】

前記予備発光と前記主発光とを 1  $\mu$  s e c 以内の時間間隔を介して行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のパターン形成体の製造方法。

## 【請求項 5】

前記露光工程の後、前記フォトリソ層をマスクとして前記基板をエッチングするエッチング工程を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のパターン形成体の製造方法。

20

## 【請求項 6】

前記露光工程の後、前記フォトリソ層に形成された凹部から露出した基板上に膜を形成する膜形成工程と、

前記フォトリソ層を除去する除去工程とを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のパターン形成体の製造方法。

## 【請求項 7】

点状のパターンが配列して形成されたパターン形成体を製造する電磁ビーム加工装置であって、

30

ヒートモードの形状変化が可能なフォトリソ層を有する基板を保持するホルダと、  
電磁ビームを発する光線源と、

前記フォトリソ層に対し、前記光線源で発する電磁ビームを走査させる走査手段と

、  
前記光線源から発する電磁ビームの出力を変化させるよう制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、点状の凹部を前記フォトリソ層に形成するため、前記フォトリソ層を除去する主発光と、前記主発光の直前に、前記主発光よりも低い出力であり、かつ電磁ビームのフォーカスサーボ制御に必要な基準出力よりも高い出力で予備発光を行うよう、前記光線源を制御することを特徴とする電磁ビーム加工装置。

40

## 【請求項 8】

前記制御装置は、前記予備発光を、前記フォトリソ層を除去することが可能な程度の出力で行うことを特徴とする請求項 7 に記載の電磁ビーム加工装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、微小な凹凸パターンを有するパターン形成体の製造方法および当該製造方法に用いられる電磁ビーム加工装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

50

LEDや蛍光灯、EL (electro-luminescence) 素子、プラズマディスプレイなどの発光素子は、透明なレンズ、保護膜またはガラス管などにより発光体の外装部材が形成されており、これらの外装部材の表面から光が外部へ放出される。

このような透明な外装部材の屈折率は、一般に空気の屈折率よりもかなり大きく、外装部材から外部に光が出ようとするときに界面で反射が起こる。この反射した光は、角度によっては、外装部材内から外へ出ることができず最終的には熱になってしまう。また、このことは、半導体からなるLEDの素子の発光面でも同様である。

#### 【0003】

界面反射による光のロスを防止する技術として、発光面などの表面に微細な凹凸構造を設ける技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。そして、発光面に微細な凹凸構造を設けて界面での光の反射を防止する場合、微細な凹凸が密に、急峻な形状で形成されるのが望ましい。

#### 【0004】

また、上記の微細構造を簡易かつ精密に形成する方法として、従来、特許文献2のように、熱反応型（ヒートモード）材料に対しレーザ光で穴加工する方法が知られている。

#### 【0005】

【特許文献1】特開2003-174191号公報

【特許文献2】特開2007-216263号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

しかし、ヒートモードの形状変化が可能なフォトリジスト層に対しレーザ光を走査させて加工する場合、フォトリジスト材料が熱により膨張して弾けると、フォトリジスト材料の飛散物が多量に発生してフォトリジスト層の表面に堆積することがある。このような堆積物があると、洗浄の工程を念入りに行う必要があって生産効率が悪くなる。また、飛散物がフォトリジスト層の表面に堆積すると、露光の障害となり、精密な凹凸形状を形成しにくくなる。

#### 【0007】

そこで、本発明では、電磁ビームでの加工時に飛散物を少なくし、点状のパターンを効率的かつ精度良く形成できるパターン形成体の製造方法および電磁ビーム加工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】

#### 【0008】

前記した課題を解決する本発明は、点状のパターンが配列して形成されたパターン形成体の製造方法であって、ヒートモードの形状変化が可能なフォトリジスト層を有する基板を準備する準備工程と、前記フォトリジスト層に対し電磁ビームを走査させながら照射して前記フォトリジスト層の一部を除去する露光工程と、を有し、前記露光工程において、前記フォトリジスト層を除去する主発光と、前記主発光の直前に、前記主発光よりも低い出力であり、かつ電磁ビームのフォーカスサーボ制御に必要な基準出力よりも高い出力で予備発光を行うことを特徴とする。

#### 【0009】

このように、主発光より低い出力で、かつ電磁ビームのフォーカスサーボ制御に必要な基準出力よりも高い出力で予備発光を行うことにより、フォトリジスト層に凹部を形成しようとする部分が予め多少加熱される。この予備発光により加えられた熱は、フォトリジスト材料中を伝導して電磁ビームが照射された範囲より広い範囲に広がり、実際に除去しようとする部分の表面が蒸発し、または、除去されやすい状態となる。この除去されやすい状態で主発光を行うことで、フォトリジスト材料の飛散物は少なくなる。なお、電磁ビームのフォーカスサーボ制御に必要な基準出力よりも高い出力での予備発光は、フォーカスサーボ制御を行っている状態よりも高い出力で電磁ビームを発することをいい、具体的な出力値は、電磁ビーム加工装置ごとに異なる。

10

20

30

40

50

## 【0010】

前記した製造方法においては、前記予備発光を、前記フォトリジスト層を除去することが可能な出力で行ってもよい。このように、ある程度高い出力で予備発光を行うことで、加工時の飛散物をより少なくすることができる。なお、この出力は、主発光よりも低い出力で、飛散物が発生しない程度の出力に適宜調整するとよい。

## 【0011】

前記露光工程の後、前記フォトリジスト層をマスクとして前記基板をエッチングするエッチング工程を有してもよい。これにより、フォトリジスト層に形成された点状の凹部に対応した凹部を基板自体に形成することができる。

## 【0012】

前記露光工程の後、前記フォトリジスト層に形成された凹部から露出した基板上に膜を形成する膜形成工程と、前記フォトリジスト層を除去する除去工程とを有するようにしてもよい。これによっても、基板上に形成された、点状の膜により、凹凸のパターンを基板上に形成することができる。

## 【0013】

前記した製造方法においては、前記予備発光と前記主発光とを連続して行ってもよいし、前記予備発光と前記主発光とを1  $\mu$  s e c 以内の時間間隔を介して行ってもよい。予備発光と主発光とを連続して行えば、予備発光でフォトリジスト材料に与えられた熱は、主発光での加工に有効に使われやすい。予備発光と主発光との時間間隔が余り長いと、予備発光が主発光での加工に与える影響が希薄になってしまうが、予備発光の後、1  $\mu$  s e c 以内に主発光を行うことで、上記の効果を得やすくなる。

## 【0014】

前記した課題を解決する本発明は、点状のパターンが配列して形成されたパターン形成体を製造する電磁ビーム加工装置であって、ヒートモードの形状変化が可能なフォトリジスト層を有する基板を保持するホルダと、電磁ビームを発する光線源と、前記フォトリジスト層に対し、前記光線源で発する電磁ビームを走査させる走査手段と、前記光線源から発する電磁ビームの出力を変化させるよう制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、点状の凹部を前記フォトリジスト層に形成するため、前記フォトリジスト層を除去する主発光と、前記主発光の直前に、前記主発光よりも低い出力であり、かつ電磁ビームのフォーカスサーボ制御に必要な基準出力よりも高い出力で予備発光とを行うよう、前記光線源を制御することを特徴とする。

## 【0015】

このような電磁ビーム加工装置によれば、上記の製造方法と同様に、予備発光による熱がフォトリジスト材料に与えられ、フォトリジスト材料が蒸発し、または、除去されやすい状態となる。この除去されやすい状態で主発光を行うことで、フォトリジスト材料の飛散物は少なくなる。

## 【0016】

このような電磁ビーム加工装置においても、前記制御装置は、前記予備発光を、前記フォトリジスト層を除去することが可能な出力で行うことが望ましい。

## 【発明の効果】

## 【0017】

本発明のパターン形成体の製造方法および当該製造方法に用いる電磁ビーム加工装置によれば、予備発光により熱がフォトリジスト材料に与えられ、フォトリジスト材料が蒸発し、または、除去されやすい状態となるので、主発光による加工において、フォトリジスト材料の飛散物は、少なくなる。よって、飛散物の洗浄は容易となって効率的なパターン形成体の製造ができ、また、飛散物が少なくなることで、露光が良好に行われ、精度良くパターン形成体を製造することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

次に、本発明に係る本発明のパターン形成体の製造方法および当該製造方法に用いる電

10

20

30

40

50

磁ビーム加工装置について説明する。参照する図において、図1は、本発明のパターン形成体の一例に係るLEDチップが複数形成されたシリコン基板の平面図であり、図2は、シリコン基板の断面図であり、図3は、レーザ加工装置の構成図であり、図4は、フォトレジスト層に凹部を形成するときの、(a)凹部の形状と、(b)レーザの露光出力の関係を走査方向に沿って示す図である。

#### 【0019】

図1に示すように、複数のLEDチップ2を製造途中のシリコン基板に凹凸表面を形成した、パターン形成体の一例としてのワーク1は、全体が略円板の形状をなしており、LEDチップ2が半導体回路の製造手法により設けられている。

#### 【0020】

図2に示すように、ワーク1は、シリコンからなる基板10（回路は省略）上にフォトレジスト層20が設けられている。

フォトレジスト層20は、ヒートモードによる形状変化、つまり、光やX線などの電磁ビームを照射することにより加熱することで材料の変形、蒸発などが起こって形状が変化する、フォトレジスト材料、例えば、光吸収性低分子からなる。フォトレジスト層20の厚さは、例えば、1～10000nmの範囲で適宜設定することができ、厚さの下限は、好ましくは10nmであり、より好ましくは50nmである。また、厚さの上限は、好ましくは1000nmであり、より好ましくは500nmである。

#### 【0021】

フォトレジスト層20を形成するときは、フォトレジスト材料となる物質を適当な溶剤に溶解または分散して塗布液を調製した後、この塗布液をスピンコート、ディップコート、エクストルージョンコートなどの塗布法により基板10の表面に塗布することにより形成することができる。

#### 【0022】

フォトレジスト層20には、複数の凹部21が形成されている。この凹部21は、図1に示す、トラックT1, T2, …Tnのように、略同心の複数の円状のトラックに並んで配列されている。トラックT1, T2, …Tnは、直径が異なる別個の円形であってもよいし、隣接するトラック同士が接続した渦巻き状であってもどちらでもよい。しかし、凹部21を効率よく形成するには、トラックT1, T2, …Tnは、渦巻き状に形成されている方が、連続した露光が可能であるので望ましい。以下、トラックT1, T2, …Tnは、渦巻き状に形成されているものとする。

#### 【0023】

凹部21同士のピッチの具体的な大きさとしては、1～10000nmであるのが望ましい。このように、10000nm以下の微細なピッチとすることで、界面の光透過率を向上した光学素子として用いることができる。また、1nm以上のピッチとすることで、凹部同士が繋がってしまうのを防止することができる。ピッチの大きさは、独立した形状の凹部を形成して穴間高さh（図2参照）を確保する観点からは、10nm以上であるのがより望ましく、50nm以上がさらに望ましく、100nm以上であるのが最も望ましい。また、界面での光の透過性を向上させる観点からは、凹部21同士のピッチの大きさは、5μm以下であるのがより望ましく、2μm以下がさらに望ましく、1μm以下であるのが最も望ましい。

なお、フォトレジスト層20の膜厚に対する穴間高さhの比は、40%以上が好ましく、60%以上がさらに望ましい。

#### 【0024】

以上のように、本実施形態のワーク1では、表面のフォトレジスト層20に微細な凹部21の配列、つまり、凹凸が形成されているので、LEDチップ2から発光する光を良好に外部に取り出すことができる。このような、パターン形成体の一例としての、点状の凹部が形成されたワーク1を製造する電磁ビーム加工装置の一例としてのレーザ加工装置について次に説明する。

#### 【0025】

図 3 に示すレーザ加工装置 50 は、原理的には C D - R ドライブのようなレーザ露光装置と同様のもので、本実施形態のフォトリジスト層 20 の露光に適するようにワーク 1 の回転速度およびレーザ光源 51 の出力を制御装置 58 により制御するように構成されている。

#### 【0026】

レーザ加工装置 50 は、レーザ光源 51 と、リニアアクチュエータ 52 と、ガイドレール 53 と、回転ステージ 55 と、エンコーダ 56 と、制御装置 58 とを備えている。

#### 【0027】

レーザ光源 51 は、電磁ビームを発する光線源の一例である。フォトリジスト層 20 に凹部 21 を形成するには、フォトリジスト層 20 の材料が吸収を有する波長の電磁ビームを発すればよく、そのようなレーザ光源 51 を選択するとよい。もちろん、レーザ光源 51 が発する光の波長に基づいてフォトリジスト層 20 の材料を選択してもよい。微細な凹部 21 を精度よく形成するためには、電磁ビームの波長は短い方がよく、また、波長が揃っているのが望ましい。このため、レーザ光源 51 としては、例えば、波長 405 nm の青紫レーザダイオードを用いるのが望ましい。

#### 【0028】

リニアアクチュエータ 52 は、レーザ光源 51 を、ワーク 1 の径方向に直線移動させる公知の装置である。ガイドレール 53 は、ワーク 1 の径方向に沿って延び、リニアアクチュエータ 52 は、レーザ光源 51 をガイドレール 53 に沿って移動させる。

#### 【0029】

回転ステージ 55 は、ホルダの一例であり、ワーク 1 をチャックするとともに、ワーク 1 を回転させる公知の装置である。ワーク 1 は、その中心が回転ステージ 55 の回転中心と円板の中心が合わされて装着される。なお、回転ステージ 55 とリニアアクチュエータ 52 は、走査手段の一例である。

#### 【0030】

エンコーダ 56 は、回転ステージ 55 に設けられ、回転ステージ 55 が所定角度回転する毎に同期信号を発する。エンコーダ 56 は、例えば、回転ステージ 55 が 1 回転する毎に同期信号を出力する。エンコーダ 56 の出力は、制御装置 58 に入力される。

#### 【0031】

制御装置 58 は、レーザ光源 51、リニアアクチュエータ 52 および回転ステージ 55 を制御する装置である。制御装置 58 は、エンコーダ 56 の出力に基づいて回転ステージ 55 の回転速度を制御するとともに、レーザ光源 51 を適宜なタイミングで明滅させる。また、レーザ光をワーク 1 の全面に露光するためや、トラック間のピッチを適切にするため、制御装置 58 は、リニアアクチュエータ 52 を制御して、適宜な速度でレーザ光源 51 を径方向（基板 10 の回転中心に近接・離間する方向）に移動させるように構成されている。

#### 【0032】

詳細な説明は省略するが、レーザ光源 51 が発するレーザ光は、フォトリジスト層 20 にフォーカスが合わされる。そのため、露光中は、フォトリジスト層 20 を変形させない箇所においてもフォーカスサーボ制御が可能なように低い出力でレーザ光が出射されている。したがって、ここでいうレーザ光の明滅は、出力が高くなったり低くなったりする意味であり、必ずしもレーザ光が消える意味ではない。

制御装置 58 は、詳細には後述するように、レーザ光源 51 にパルス信号を出力するようになっている。

#### 【0033】

このようなレーザ加工装置 50 を用いて、ワーク 1 に、凹部 21 を形成してパターン形成体を製造する方法について説明する。

まず、LED チップ 2 が複数形成された基板 10 を用意し、この基板 10 の表面にフォトリジスト材料を適宜な溶剤に溶かして、スピンコートなどにより塗布する。これによりフォトリジスト層 20 が形成される。そして、このフォトリジスト層 20 が付いた基板 1

10

20

30

40

50

0を、回転ステージ55にチャックさせる。このとき、回転ステージ55の回転中心と基板10の中心とを合わせる。

#### 【0034】

次に、制御装置58により、回転ステージ55を所定回転数で回転させ、回転数が安定したら、レーザ光源51を点滅させて露光を開始する。この露光のタイミングは、前記したようにエンコーダ56から入力される同期信号を基準として決定される。

#### 【0035】

この露光工程により、フォトリジスト層20のうち、高い出力のレーザ光が当たった部分のみにおいてフォトリジスト材料が蒸発などにより除去され、フォトリジスト層20に凹部21が形成される。

10

このとき、制御装置58がレーザ光源51に送る信号の出力は、除去されたフォトリジスト材料の飛散物がフォトリジスト層20の表面に堆積しないように制御される。

#### 【0036】

具体的には、図4に示すように、制御装置58は、レーザ加工する前においては、レーザ光がフォトリジスト層20にフォーカスできるように、フォトリジスト材料を蒸発、変形などさせない程度の出力P0でレーザ光源51を制御する。制御装置58は、公知のように、フォトリジスト層20から帰ってきた光の受光結果に応じ、非点収差法などの方法によりレーザ光をフォーカスサーボ制御する。フォーカスサーボ制御を行うときの出力P0は、例えば、0.4mW以下である。

#### 【0037】

20

そして、レーザ光源51が加工すべき凹部21の位置に対面した後、若干経過してから、レーザ光源51を出力P1にする。この出力P1は、フォーカスサーボ制御中の出力P0よりは高い。この出力P1でのレーザ光の発光は、W1の時間間隔だけ続けられる。この出力P1での発光を「予備発光」という。制御装置58は、予備発光の後、出力を下げることなく連続して高くし、P2とする。この出力P2でのレーザ光の発光はW2の時間間隔だけ続けられる。出力P2は、フォトリジスト材料を十分に蒸発、変形させられる程度の出力であり、この出力P2での発光を「主発光」という。一方、予備発光の出力P1は、主発光の出力P2よりも低く設定されている。予備発光は、フォトリジスト材料を予熱して、主発光時にフォトリジスト材料の飛散物を少なくするために行うものなので、出力P1は、望ましくは、フォトリジスト材料をかるうじて蒸発、変形させられる程度の出力であるのが望ましい。なお、この具体的な出力値は、フォトリジスト材料の材質だけでなく、フォトリジスト層20の厚さ、レーザ光のビーム径、フォトリジスト層20に対するレーザ光の走査速度（線速）などにも依存するので、具体的な条件に合わせて適宜設定するのがよい。

30

#### 【0038】

制御装置58は、主発光の後、再び出力をP0に下げ、次の凹部21の加工まで出力P0でフォーカスサーボ制御を続ける。

#### 【0039】

以上のようなレーザ光の予備発光および主発光（本実施形態では、厳密には、出力が低い状態（P0）から、高い状態に変えることであるが、以下、単に「発光」という。）の時間は、形成しようとする凹部21の走査方向におけるピッチに対応する走査時間を100%として、例えば、それぞれ15%程度の時間である。本明細書においては、この比率を「duty比」と称する。具体的には、レーザ光が図4に示す走査経路S1上を走査し、凹部21の、走査経路S1における上流側の端から、次の凹部21の上流側の端まで至るまでの時間がWPであったとすると、このWPだけの時間発光していればduty比は100%となる。本実施形態では、予備発光はW1の時間、主発光はW2の時間それぞれ続き、duty比でいうとそれぞれ15%程度となっている。

40

#### 【0040】

予備発光の出力P1の大きさは、主発光の出力P2の大きさと比較すると、3分の2以下であるのが望ましい。これにより、予備発光時に急激な加熱がなされず、飛散物が生じ

50

ない程度の予熱を行うことができる。

#### 【0041】

主発光の duty 比が小さいときに、フォトレジスト材料が急激に加熱され、フォトレジスト層 20 の内部で爆発的にフォトレジスト層が気化し、飛散物が発生しやすいことを考慮すると、前記した duty 比は、主発光に関して 10～40%である場合に、本発明の予備発光を行うのが特に有効である。

#### 【0042】

フォトレジスト層 20 の熱の溜まりを防止して、凹部 21 を点状にする観点からは、主発光の duty 比は、35%以下がより望ましく、25%以下がさらに望ましい。また、レーザ光の出力が所望の値まで高くなるのには、実際には僅かな時間がかかる。そのため、レーザ光の十分な出力を得て凹部 21 の加工を可能にする観点からは、duty 比は、15%以上であるのがより望ましく、20%以上であるのがさらに望ましい。

10

#### 【0043】

そして、予備発光のエネルギー（パルス幅とパワーの積）は、主発光のエネルギーに対して 60%以下であるのが好ましく、40%以下であるのがより好ましい。また、予備発光のエネルギーは、主発光のエネルギーに対して、10%以上であるのが好ましく、20%以上がより好ましく、30%以上がさらに好ましい。

#### 【0044】

そして、フォトレジスト層 20 をレーザ光に対し移動させてレーザ光をフォトレジスト層 20 に対し走査させる線速は、6～200m/s とするのが望ましい。フォトレジスト層の移動に対し主発光のレーザ光の出力の立ち上がりを十分良くして、凹部 21 の段差を急峻にする観点からは、線速は遅い方がよく、150m/s 以下がより望ましく、100m/s 以下がさらに望ましい。一方、フォトレジスト層 20 への熱の溜まりを防止し、凹部 21 を点状にする観点からは、線速は高い方がよく、9m/s 以上がより望ましく、12m/s 以上がさらに望ましい。

20

なお、線速が高い場合には、フォトレジスト材料を加工するのに十分な熱が供給されるようにするため、duty 比を大きくするか、レーザの出力を高くするとよい。

#### 【0045】

レーザ光源 51 から発するレーザ光の波長としては、レーザスポットサイズを小さくして、微細な凹部 21 を形成する観点からは、短い方が望ましい。したがって、レーザ光の波長は 800nm 以下が望ましく、700nm 以下がより望ましく、600nm 以下がさらに望ましい。一方、空気による吸収、散乱を抑えて、良好なレーザ加工を行うためには、レーザ光の波長は長い方が望ましい。したがって、レーザ光の波長は、10nm 以上が望ましく、100nm 以上がより望ましく、150nm 以上がさらに望ましい。例えば、前記したように波長 405nm のレーザ光を用いるとよい。

30

#### 【0046】

このような露光条件により、フォトレジスト材料をレーザ加工装置 50 により除去すると、予備発光により、形成すべき凹部 21 の部分で、フォトレジスト材料が予熱され、フォトレジスト層 20 の表面が蒸発し始めるか、蒸発しやすい状態（除去されやすい状態）となる。そのため、予熱後に主発光を行うと、フォトレジスト材料は、十分に蒸発して、固形物として凹部 21 の周りに飛散して堆積しにくくなる。

40

したがって、飛散物を洗浄する工程を簡易にし、または、省略して効率よくパターン形成体を製造することができる。また、飛散物が少なくなることで、飛散物が露光の障害になることが無く、凹部 21 を精度良く形成することができる。そして、この加工は、現像をしなくても、露光という簡易な方法により行えるので、微細かつ精密な加工を簡易に行うことができる。

#### 【0047】

以上に、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、前記実施形態に限定されることなく、適宜変形して実施することが可能である。

前記実施形態においては、予備発光と主発光とを連続して行ったが、僅かな時間間隔を

50

介して行ってもよい。例えば、図5に示すように、予備発光と主発光との間に時間 $W_i$ の間隔だけ、レーザ光の出力を $P_0$ にしてもよい。この時間 $W_i$ は、予備発光の予熱の効果を主発光時の加工に利用するためには短い方が良く、 $1\mu\text{sec}$ 以下であるのが望ましい。

#### 【0048】

前記実施形態においては、本発明の製造対象となるパターン形成体としてのワーク1は、基板10の上のフォトリソ層20に凹凸形状を形成し、これ自体により界面の光透過率を向上させていたが、このフォトリソ層20をマスクとして、エッチング工程またはメッキなどの膜形成工程により凹凸を形成し、基板10自体の凹凸または膜による凹凸を界面の光透過率を向上させる構造としてもよい。

10

#### 【0049】

例えば、図6(a)に示すように、凹部21が形成されたフォトリソ層20をマスクとして基板10をエッチングし、基板10の表面に凹部24を形成する。そして、図6(b)に示すように、フォトリソ層20を溶媒などで除去することで、基板10の表面に直接凹部24を形成することができる。

#### 【0050】

また、基板10の表面に予め導電性を持たせておき(図示せず)、図7(a)に示すように、凹部21の底に露出した導電層部分にメッキする。そして、図7(b)に示すようにフォトリソ層20を溶媒などで除去することで、基板10の表面に、メッキによる凹凸を設けることも可能である。

20

このように、パターン形成体は、フォトリソ材料以外の材料で凹凸のパターンが形成されていてもよい。

#### 【0051】

さらに、前記実施形態においては、ワーク1を回転させながらフォトリソ層20にレーザ光を露光して、略同心円状のトラック上に凹部21を形成したが、凹部21が直交する $xy$ 方向に並ぶようにしてもよい。この場合、例えば、レーザ光を2軸のガルバノミラーなどにより $xy$ 方向に走査してフォトリソ層20の露光を行うとよい。

#### 【0052】

前記実施形態においては、主発光の前に、主発光より低い出力の予備発光を行ったが、主発光の後に、主発光より低い出力で、かつフォーカスサーボ制御に必要な基準出力より高い出力の事後発光を行ってもよい。この事後発光も、予備発光と同様に、主発光に連続して行ってもよいし、僅かな時間間隔を介して行ってもよい。

30

#### 【0053】

なお、前記実施形態で挙げたヒートモード型のフォトリソ材料の具体例や、フォトリソ層の加工条件等は、以下に示す通りである。

#### 【0054】

ヒートモード型のフォトリソ材料は、従来、光記録ディスクなどの記録層に多用されている記録材料、たとえば、シアニン系、フタロシアニン系、キノン系、スクワリリウム系、アズレニウム系、チオール錯塩系、メロシアニン系などの記録材料を用いることができる。

40

#### 【0055】

本発明におけるフォトリソ層は、色素をフォトリソ材料として含有する色素型とすることが好ましい。

従って、フォトリソ層に含有されるフォトリソ材料としては、色素等の有機化合物が挙げられる。なお、フォトリソ材料としては、有機材料に限られず、無機材料または無機材料と有機材料の複合材料を使用できる。ただし、有機材料であると、成膜をスピンコートやスプレー塗布により容易にでき、転移温度が低い材料を得易いため、有機材料を採用するのが好ましい。また、有機材料の中でも、光吸収量が分子設計で制御可能な色素を採用するのが好ましい。

#### 【0056】

50

ここで、フォトレジスト層の好適な例としては、メチン色素（シアニン色素、ヘミシアニン色素、スチリル色素、オキソノール色素、メロシアニン色素など）、大環状色素（フタロシアニン色素、ナフタロシアニン色素、ポルフィリン色素など）、アゾ色素（アゾ金属キレート色素を含む）、アリリデン色素、クマリン色素、アゾール誘導体、トリアジン誘導体、1-アミノブタジエン誘導体、桂皮酸誘導体、キノフタロン系色素などが挙げられる。中でも、メチン色素、オキソノール色素、大環状色素、アゾ色素が好ましい。

#### 【0057】

かかる色素型のフォトレジスト層は、露光波長領域に吸収を有する色素を含有していることが好ましい。特に、光の吸収量を示す消衰係数 $k$ の値は、その上限値が、10であることが好ましく、5であることがより好ましく、3であることがさらに好ましく、1であることが最も好ましい。また、消衰係数 $k$ の下限値は、0.0001であることが好ましく、0.001であることがより好ましく、0.1であることがさらに好ましい。消衰係数 $k$ を前述した範囲内に設定すると、穴形状の均一性を高めることができる。

10

#### 【0058】

なお、フォトレジスト層は、前記したように露光波長において光吸収があることが必要であり、かような観点からレーザ光源の波長に応じて適宜色素を選択したり、構造を改変することができる。

例えば、レーザ光源の発振波長が780nm付近（近赤外領域）であった場合、ペンタメチンシアニン色素、ヘプタメチンオキソノール色素、ペンタメチンオキソノール色素、フタロシアニン色素、ナフタロシアニン色素などから選択することが有利である。この中

20

でも、フタロシアニン色素またはペンタメチンシアニン色素を用いるのが好ましい。

また、レーザ光源の発振波長が660nm付近（可視領域）であった場合は、トリメチンシアニン色素、ペンタメチンオキソノール色素、アゾ色素、アゾ金属錯体色素、ピロメテン錯体色素などから選択することが有利である。

さらに、レーザ光源の発振波長が405nm付近（近紫外領域）であった場合は、モノメチンシアニン色素、モノメチンオキソノール色素、ゼロメチンメロシアニン色素、フタロシアニン色素、アゾ色素、アゾ金属錯体色素、ポルフィリン色素、アリリデン色素、錯体色素、クマリン色素、アゾール誘導体、トリアジン誘導体、ベンゾトリアゾール誘導体、1-アミノブタジエン誘導体、キノフタロン系色素などから選択することが有利である。

30

ここで、「誘導体」とは、例えばトリアジン誘導体であれば、トリアジン骨格を有する化合物のことを指す。

#### 【0059】

以下、レーザ光源の発振波長が780nm付近であった場合、660nm付近であった場合、405nm付近であった場合に対し、フォトレジスト層（フォトレジスト材料）としてそれぞれ好ましい化合物の例を挙げる。ここで、以下の化学式1, 2で示す化合物（I-1～I-10）は、レーザ光源の発振波長が780nm付近であった場合の化合物である。また、化学式3, 4で示す化合物（II-1～II-8）は、660nm付近であった場合の化合物である。さらに、化学式5, 6で示す化合物（III-1～III-14）は、405nm付近であった場合の化合物である。なお、本発明はこれらをフォトレジスト材料に用いた場合に限定されるものではない。

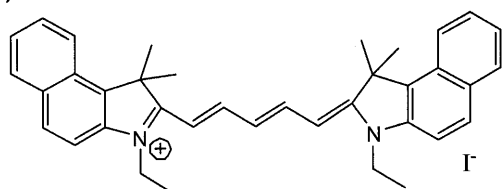
40

#### 【0060】

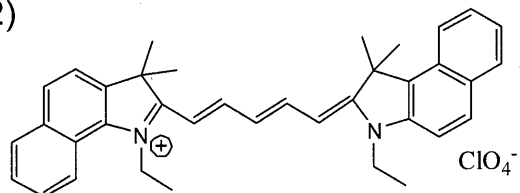
<レーザ光源の発振波長が780nm付近（近赤外領域）である場合のフォトレジスト材料例>

## 【化 1】

(I-1)

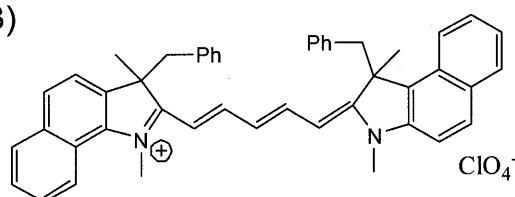


(I-2)



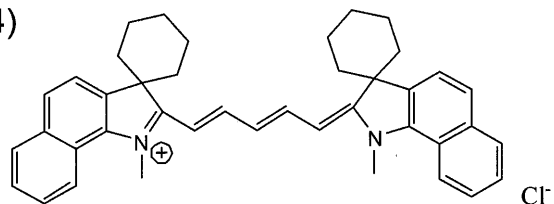
10

(I-3)

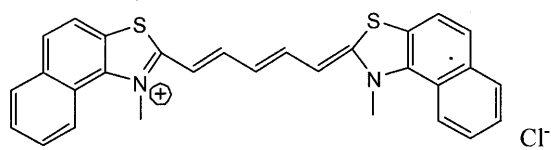


20

(I-4)



(I-5)



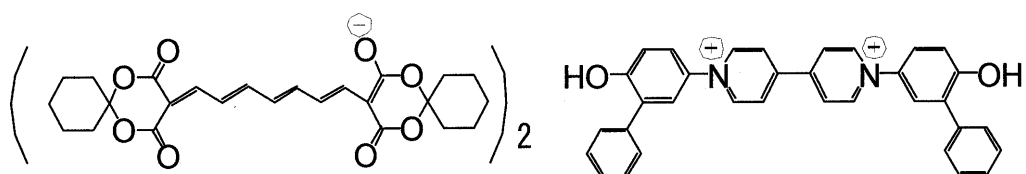
30

## 【 0 0 6 1 】

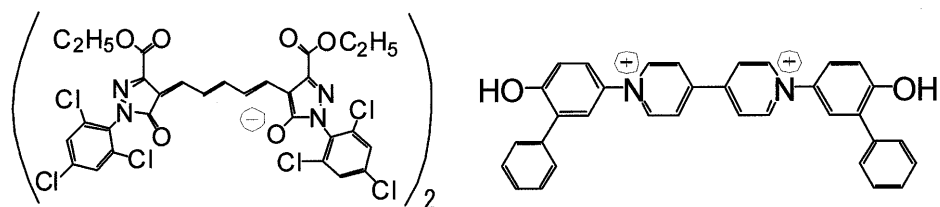
<レーザ光源の発振波長が780nm付近（近赤外領域）である場合のフォトレジスト材料例>

【化 2】

(I-6)

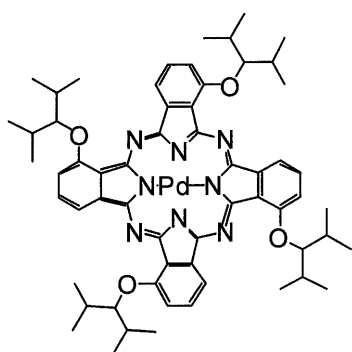


(I-7)

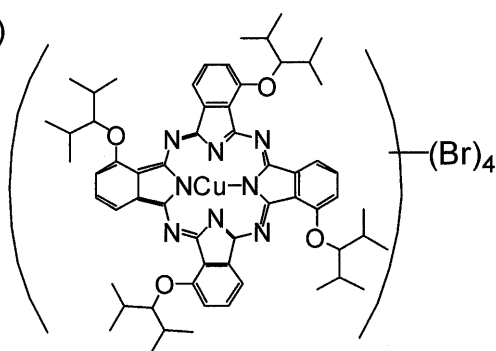


10

(I-8)

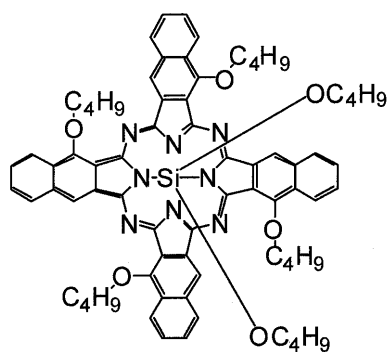


(I-9)



20

(I-10)



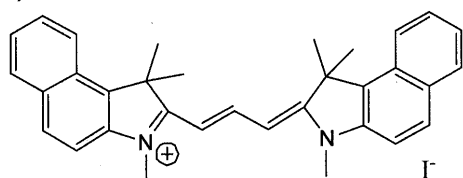
30

【0062】

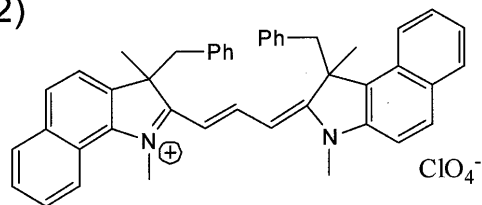
<レーザ光源の発振波長が660nm付近（可視領域）である場合のフォトレジスト材料例>

【化 3】

(II-1)

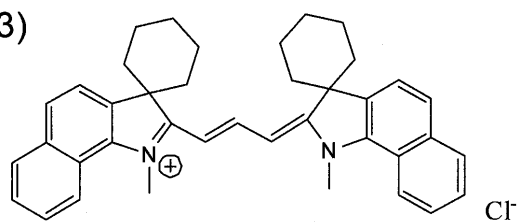


(II-2)



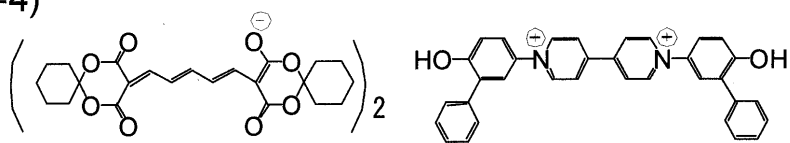
10

(II-3)

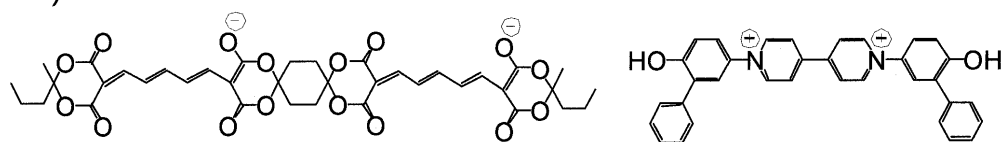


20

(II-4)



(II-5)



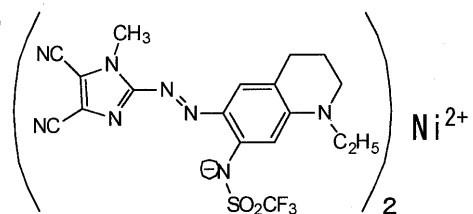
30

【 0 0 6 3 】

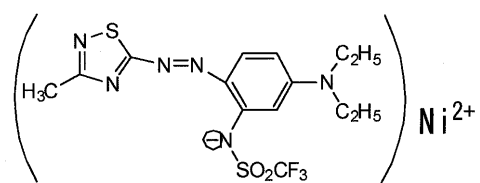
<レーザー光源の発振波長が660nm付近（可視領域）である場合のフォトレジスト材料例>

【化 4】

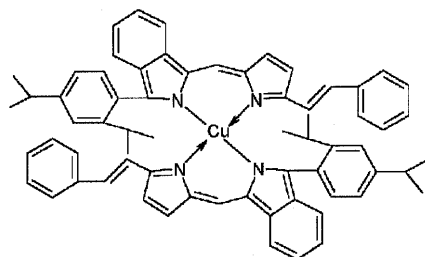
(II-6)



(II-7)



(II-8)



10

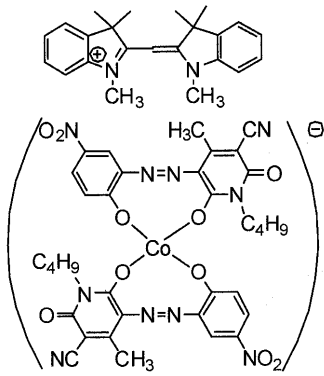
【 0 0 6 4 】

<レーザ光源の発振波長が405nm付近（近紫外領域）である場合のフォトレジスト材料例>

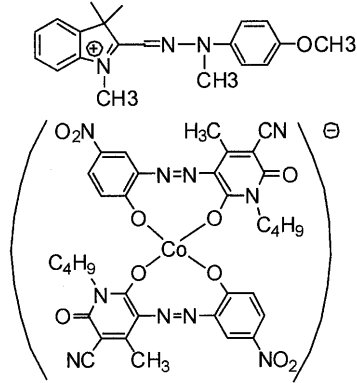
20

## 【化 5】

(III-1)

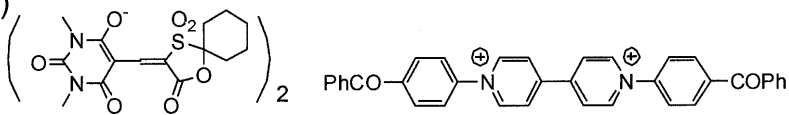


(III-2)

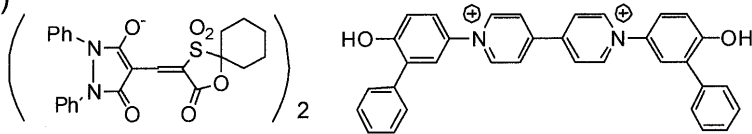


10

(III-3)

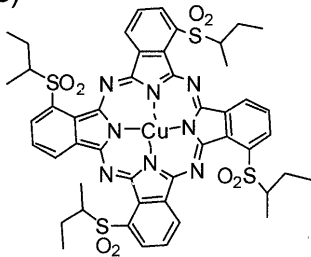


(III-4)

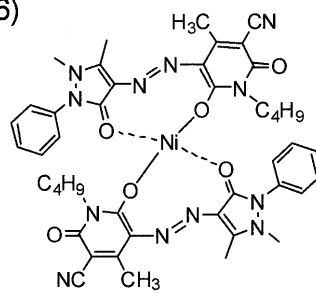


20

(III-5)



(III-6)



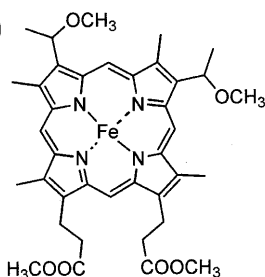
30

## 【0065】

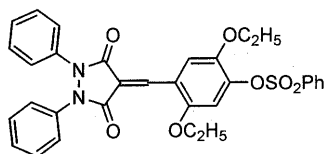
<レーザー光源の発振波長が405nm付近（近紫外領域）である場合のフォトレジスト材料例>

## 【化 6】

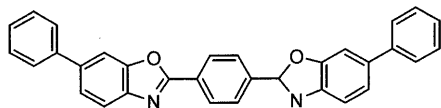
(III-7)



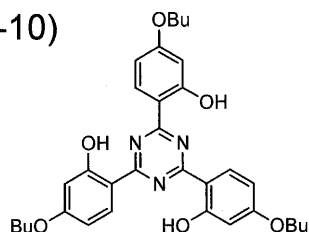
(III-8)



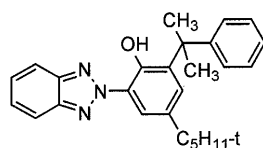
(III-9)



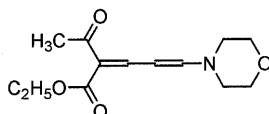
(III-10)



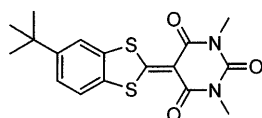
(III-11)



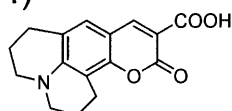
(III-12)



(III-13)



(III-14)



## 【0066】

また、特開平4-74690号公報、特開平8-127174号公報、同11-53758号公報、同11-334204号公報、同11-334205号公報、同11-334206号公報、同11-334207号公報、特開2000-43423号公報、同2000-108513号公報、及び同2000-158818号公報等に記載されている色素も好適に用いられる。

## 【0067】

このような色素型のフォトレジスト層は、色素を、結合剤等と共に適当な溶剤に溶解して塗布液を調製し、次いで、この塗布液を、基板上に塗布して塗膜を形成した後、乾燥することにより形成できる。その際、塗布液を塗布する面の温度は、10～40℃の範囲であることが好ましい。より好ましくは、下限値が、15℃であり、20℃であることが更に好ましく、23℃であることが特に好ましい。また、上限値としては、35℃であることがより好ましく、30℃であることが更に好ましく、27℃であることが特に好ましい。このように被塗布面温度が上記範囲にあると、塗布ムラや塗布故障の発生を防止し、塗膜の厚さを均一とすることができる。

なお、上記の上限値及び下限値は、それぞれが任意で組み合わせることができる。

ここで、フォトレジスト層は、単層でも重層でもよく、重層構造の場合、塗布工程を複数回行うことによって形成される。

塗布液中の色素の濃度は、一般に0.01～15質量%の範囲であり、好ましくは0.1～10質量%の範囲、より好ましくは0.5～5質量%の範囲、最も好ましくは0.5～3質量%の範囲である。

## 【0068】

10

20

30

40

50

塗布液の溶剤としては、酢酸ブチル、乳酸エチル、セロソルブアセテート等のエステル；メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、メチルイソブチルケトン等のケトン；ジクロルメタン、1，2-ジクロルエタン、クロロホルム等の塩素化炭化水素；ジメチルホルムアミド等のアミド；メチルシクロヘキサン等の炭化水素；テトラヒドロフラン、エチルエーテル、ジオキサン等のエーテル；エタノール、*n*-プロパノール、イソプロパノール、*n*-ブタノールジアセトンアルコール等のアルコール；2，2，3，3-テトラフルオロプロパノール等のフッ素系溶剤；エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル等のグリコールエーテル類；等を挙げることができる。なお、フッ素系溶剤、グリコールエーテル類、ケトン類が好ましい。特に好ましいのはフッ素形溶剤、グリコールエーテル類である。更に好ましいのは、2，2，3，3-テトラフルオロプロパノール、プロピレングリコールモノメチルエーテルである。

上記溶剤は使用する色素の溶解性を考慮して単独で、或いは二種以上を組み合わせることができる。塗布液中には、更に、酸化防止剤、UV吸収剤、可塑剤、潤滑剤等各種の添加剤を目的に応じて添加してもよい。

#### 【0069】

塗布方法としては、スプレー法、スピンコート法、ディップ法、ロールコート法、ブレードコート法、ドクターロール法、ドクターブレード法、スクリーン印刷法等を挙げることができる。なお、生産性に優れ膜厚のコントロールが容易であるという点でスピンコート法を採用するのが好ましい。

フォトレジスト層は、スピンコート法による形成に有利であるという点から、有機溶媒に対して0.3wt%以上30wt%以下で溶解することが好ましく、1wt%以上20wt%以下で溶解することがより好ましい。特にテトラフルオロプロパノールに1wt%以上20wt%以下で溶解することが好ましい。また、フォトレジスト材料は、熱分解温度が150℃以上500℃以下であることが好ましく、200℃以上400℃以下であることがより好ましい。

塗布の際、塗布液の温度は、23～50℃の範囲であることが好ましく、24～40℃の範囲であることがより好ましく、中でも、25～30℃の範囲であることが特に好ましい。

#### 【0070】

塗布液が結合剤を含有する場合、結合剤の例としては、ゼラチン、セルロース誘導体、デキストラン、ロジン、ゴム等の天然有機高分子物質；ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリイソブチレン等の炭化水素系樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ塩化ビニル・ポリ酢酸ビニル共重合体等のビニル系樹脂、ポリアクリル酸メチル、ポリメタクリル酸メチル等のアクリル樹脂、ポリビニルアルコール、塩素化ポリエチレン、エポキシ樹脂、ブチラール樹脂、ゴム誘導体、フェノール・ホルムアルデヒド樹脂等の熱硬化性樹脂の初期縮合物等の合成有機高分子；を挙げることができる。フォトレジスト層の材料として結合剤を併用する場合に、結合剤の使用量は、一般に色素に対して0.01倍量～50倍量（質量比）の範囲にあり、好ましくは0.1倍量～5倍量（質量比）の範囲にある。

#### 【0071】

また、フォトレジスト層には、フォトレジスト層の耐光性を向上させるために、種々の褪色防止剤を含有させることができる。

褪色防止剤としては、一般的に一重項酸素クエンチャーが用いられる。一重項酸素クエンチャーとしては、既に公知の特許明細書等の刊行物に記載のものを利用することができる。

その具体例としては、特開昭58-175693号公報、同59-81194号公報、同60-18387号公報、同60-19586号公報、同60-19587号公報、同60-35054号公報、同60-36190号公報、同60-36191号公報、同60-44554号公報、同60-44555号公報、同60-44389号公報、同60

10

20

30

40

50

ー 4 4 3 9 0 号公報、同 6 0 - 5 4 8 9 2 号公報、同 6 0 - 4 7 0 6 9 号公報、同 6 3 - 2 0 9 9 9 5 号公報、特開平 4 - 2 5 4 9 2 号公報、特公平 1 - 3 8 6 8 0 号公報、及び同 6 - 2 6 0 2 8 号公報等の各公報、ドイツ特許 3 5 0 3 9 9 号明細書、そして日本化学会誌 1 9 9 2 年 1 0 月号第 1 1 4 1 頁等に記載のものを挙げることができる。前記一重項酸素クエンチャー等の褪色防止剤の使用量は、色素の量に対して、通常 0. 1 ~ 5 0 質量 % の範囲であり、好ましくは、0. 5 ~ 4 5 質量 % の範囲、更に好ましくは、3 ~ 4 0 質量 % の範囲、特に好ましくは 5 ~ 2 5 質量 % の範囲である。

#### 【 0 0 7 2 】

なお、フォトレジスト層は材料の物性に合わせ、蒸着、スパッタリング、C V D 等の成膜法によって形成することもできる。

#### 【 0 0 7 3 】

なお、色素は、凹部パターンの加工に用いるレーザ光の波長において、他の波長よりも光の吸収率が高いものが用いられる。

この色素の吸収ピークの波長は、必ずしも可視光の波長域内であるものに限定されず、紫外域や、赤外域にあるものであっても構わない。

#### 【 0 0 7 4 】

なお、凹部パターンを形成するためのレーザ光の波長  $\lambda_w$  は、大きなレーザパワーが得られる波長であればよく、例えば、フォトレジスト層に色素を用いる場合は、1 9 3 nm、2 1 0 nm、2 6 6 nm、3 6 5 nm、4 0 5 nm、4 8 8 nm、5 3 2 nm、6 3 3 nm、6 5 0 nm、6 8 0 nm、7 8 0 nm、8 3 0 nm など、1 0 0 0 nm 以下が好ましい。

#### 【 0 0 7 5 】

また、レーザ光は、連続光でもパルス光でもよいが、自在に発光間隔が変更可能なレーザ光を採用するのが好ましい。例えば、半導体レーザを採用するのが好ましい。レーザを直接オンオフ変調できない場合は、外部変調素子で変調するのが好ましい。

#### 【 0 0 7 6 】

また、レーザパワーは、加工速度を高めるためには高い方が好ましい。ただし、レーザパワーを高めるにつれ、スキャン速度（レーザ光でフォトレジスト層を走査する速度；例えば、前記実施形態に係る回転ステージ 5 5 の回転速度）を上げなければならない。そのため、レーザパワーの上限値は、スキャン速度の上限値を考慮して、1 0 0 W が好ましく、1 0 W がより好ましく、5 W がさらに好ましく、1 W が最も好ましい。また、レーザパワーの下限値は、0. 1 mW が好ましく、0. 5 mW がより好ましく、1 mW がさらに好ましい。

#### 【 0 0 7 7 】

さらに、レーザ光は、発信波長幅およびコヒーレンシが優れていて、波長並みのスポットサイズに絞ることができるような光であることが好ましい。

また、フォトレジスト層の厚さ  $t$  と、凹部の直径  $d$  とは、以下の関係であることが好ましい。すなわち、フォトレジスト層の厚さ  $t$  の上限値は、 $t < 10 d$  を満たす値とするのが好ましく、 $t < 5 d$  を満たす値とするのがより好ましく、 $t < 3 d$  を満たす値とするのがさらに好ましい。また、フォトレジスト層の厚さ  $t$  の下限値は、 $t > d / 100$  を満たす値とするのが好ましく、 $t > d / 10$  を満たす値とするのがより好ましく、 $t > d / 5$  を満たす値とするのがさらに好ましい。なお、このように凹部の直径  $d$  との関係でフォトレジスト層の厚さ  $t$  の上限値および下限値を設定すると、前述と同様に、エッチングマスクとしての効果や、加工速度の向上等を発揮することができる。

#### 【実施例】

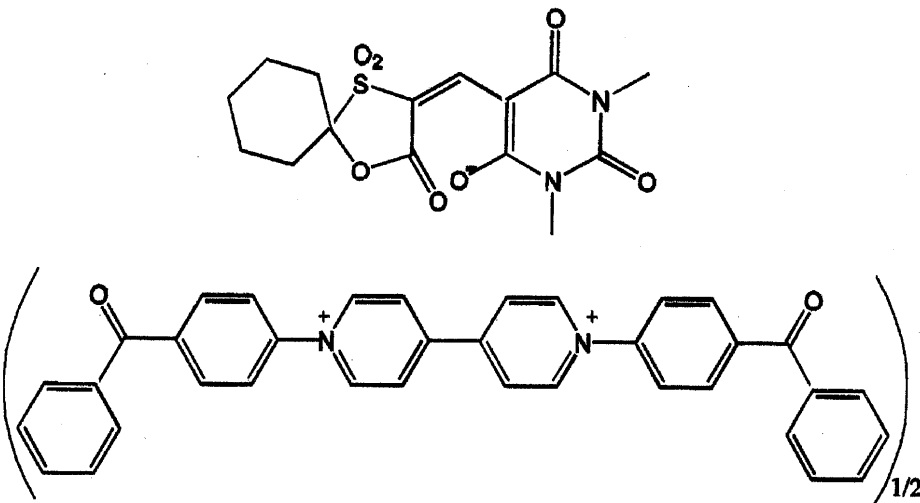
#### 【 0 0 7 8 】

次に、本発明の効果を確認した一実施例について説明する。

下記のフォトレジスト材料を 1 5 m g / m l で T F P（テトラフルオロプロパノール）溶剤に溶解した塗布液を調製し、当該塗布液を直径 4 インチ（約 1 0 c m）のガラス基板に、スピコートにより 5 0 n m の厚さで塗布してフォトレジスト層を形成した。

【 0 0 7 9 】

【 化 7 】



10

【 0 0 8 0 】

そして、実施形態において説明したのと同様の製造方法によりフォトリソスト層にレーザー光を露光して、フォトリソスト層に凹部を形成した。

20

【 0 0 8 1 】

凹部の形成条件は、以下の通りである。

|                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| 露光装置             | NEO1000 (パルステック工業株式会社製) |
| トラックピッチ          | 400 nm                  |
| レーザー出力           | 17 mW                   |
| 主発光の露光信号の duty 比 | 20 %                    |
| 線速               | 5 m / s                 |

【 0 0 8 2 】

主発光のエネルギーに対する予備発光のエネルギーの比（エネルギー比 E [%] とする）を変化させて凹部を形成した。凹部を形成したフォトリソスト層の表面を電子顕微鏡で観察し、飛散物の有無および穴間高さを確認した。この結果を下記表にまとめて示す。

30

下記表において、飛散物は、×は、飛散物が多く、○が多いほど、飛散物が少ないことを示す。

表 1 に示すように、予備発光を行った場合には、飛散物が少ないことが確認された。

【 0 0 8 3 】

【 表 1 】

|              |    | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 比較例 |
|--------------|----|------|------|------|------|------|------|-----|
| 予備発光のエネルギー比E | %  | 30   | 40   | 50   | 20   | 10   | 60   | 0   |
| 飛散物          |    | ○○○  | ○○○  | ○○○  | ○○   | ○    | ○○○  | ×   |
| 穴間高さ         | nm | 50   | 40   | 30   | 50   | 50   | 10   | 50  |

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 4 】

【 図 1 】 本発明のパターン形成体の一例に係る LED チップが複数形成されたシリコン基板の平面図である。

【 図 2 】 シリコン基板の断面図である。

【 図 3 】 レーザ加工装置の構成図である。

【 図 4 】 フォトリソスト層に凹部を形成するときの、（ a ）凹部の形状と、（ b ）レーザー

50

の露光出力の関係を走査方向に沿って示す図である。

【図 5】 予備発光と主発光の間に時間間隔を設けた変形例に係るパターン形成体の製造方法を説明する図であり、フォトリソスト層に凹部を形成するときの、(a) 凹部の形状と、(b) レーザの露光出力の関係を走査方向に沿って示す図である。

【図 6】 変形例に係るパターン形成体の製造方法を説明する図であり、(a) は、エッチング工程、(b) は、フォトリソスト層の除去工程を示す。

【図 7】 変形例に係るパターン形成体の製造方法を説明する図であり、(a) は、メッキ工程、(b) は、フォトリソスト層の除去工程を示す。

【符号の説明】

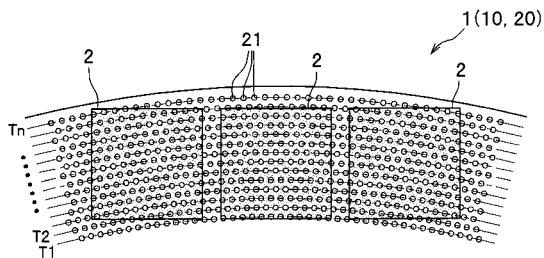
【0085】

- 1       ワーク
- 2       LEDチップ
- 10      基板
- 20      フォトリソスト層
- 21      凹部
- 50      レーザ加工装置
- 51      レーザ光源
- 52      リニアアクチュエータ
- 53      ガイドレール
- 55      回転ステージ
- 56      エンコーダ
- 58      制御装置
- S1      走査経路

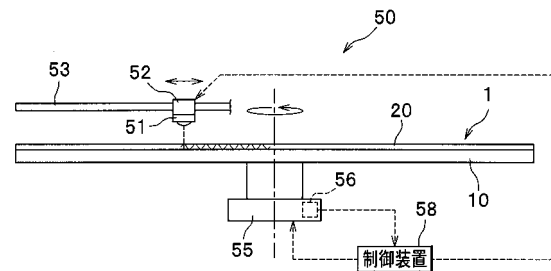
10

20

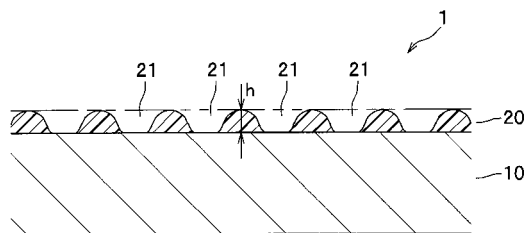
【図 1】



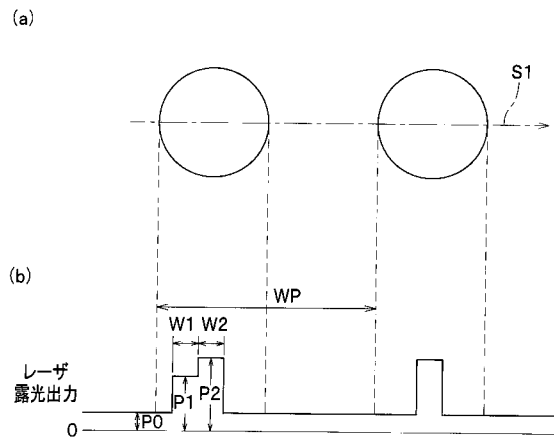
【図 3】



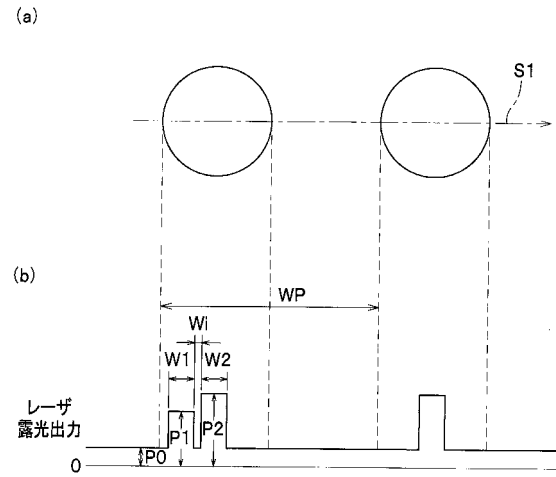
【図 2】



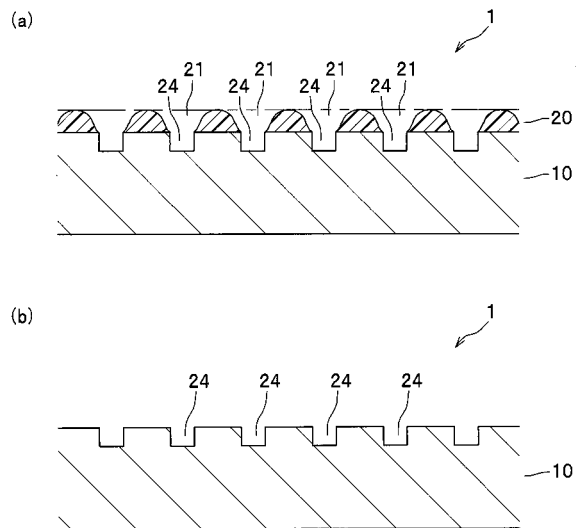
【図 4】



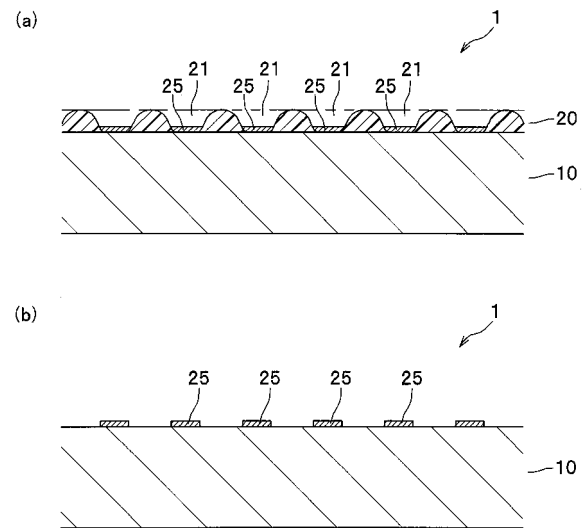
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

B 2 3 K 101/40

(2006.01)

F I

B 2 3 K 101:40

テーマコード (参考)