

(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2005-144530
(P2005-144530A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/18	B 2 3 K 26/18	4 E 0 6 8
B 2 3 K 26/00	B 2 3 K 26/00	4 G 0 5 9
// C 0 3 C 23/00	C 0 3 C 23/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2003-388985 (P2003-388985)	(71) 出願人	301021533 独立行政法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(22) 出願日	平成15年11月19日(2003.11.19)	(72) 発明者	牧野 俊晴 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
		(72) 発明者	吉川 博道 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
		(72) 発明者	藤森 直治 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
		F ターム (参考)	4E068 AC01 AF01 CA01 CE03 CF01 CF03 DB11 DB13 4G059 AA01 AA20 AB06 AC01 AC11

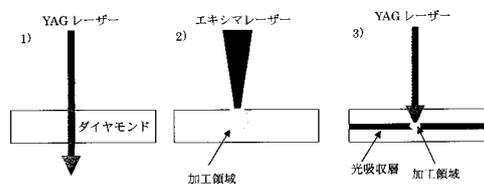
(54) 【発明の名称】 透明媒体のレーザー精密加工法

(57) 【要約】

【課題】 ダイヤモンド等の損傷を無くし、精密かつ効率良く加工できるレーザー加工方法を提供するものであり、特にYAGレーザーなどの安価で、取り扱いやすいレーザー波長を利用して、加工コストと加工精度の問題を解決する。

【解決手段】 光学的に透明な媒体の表層又は内部に光吸収層を導入し、その光吸収層に向けてレーザーを照射し加工することを特徴とする透明媒体のレーザー精密加工法、光学的に透明な媒体に溝加工を施し、又は媒体を変質させ、電極又は配線を形成することを特徴とする同透明媒体のレーザー精密加工法、光学的に透明な媒体の気相成長中に、ボロン又はリン等を導入して着色層を形成し、その着色層にレーザーを照射して加工を行うことを特徴とする同透明媒体のレーザー精密加工法。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学的に透明な媒体の表層又は内部に光吸収層を導入し、その光吸収層に向けてレーザーを照射し加工することを特徴とする透明媒体のレーザー精密加工法。

【請求項 2】

光学的に透明な媒体に溝加工を施すことを特徴とする請求項 1 記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

【請求項 3】

光学的に透明な媒体にレーザーをスキャンし、該媒体を変質させ、電極又は配線を形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

10

【請求項 4】

光学的に透明な媒体の気相成長中に、ボロン又はリン等を導入して着色層を形成し、その着色層にレーザーを照射して加工を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

【請求項 5】

基板に光学的に透明な媒体を気相成長させ、次に光吸収層をドーピングし、その上に再度、光学的に透明な媒体を気相成長させて内部に光吸収層を形成することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

【請求項 6】

光吸収層を形成する際に、マスクングにより特定領域にのみ形成することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

20

【請求項 7】

光学的に透明な媒体を気相成長させる基板及び又は該媒体に、加工の際に発生するガスの抜き孔を形成することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

【請求項 8】

透明な媒体として、ダイヤモンド、一般ガラス、石英ガラス、フッ化カルシウム、シリコンカーバイト、サファイア、アルミナ、水晶であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

【請求項 9】

レーザーとして、エキシマレーザー又は Y A G レーザーを用いることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

30

【請求項 10】

光吸収層を、イオンドーピング又はスパッタリングにより形成することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学的に透明な媒体に、安価な Y A G レーザーを用い、高い位置精度をもって加工することができる、透明媒体のレーザー精密加工法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

ダイヤモンドは、その優れた諸特性を有する物質として知られているが、難加工材であり、その応用が限定されている。

近年、レーザーによる加工が行われ、切断や表面の加工が可能になってきている。しかしながら、微細な部品を作成する場合には、内部の加工が必要になってきている。

現在、エキシマレーザーなどの短波長光を集光させ内部を加工する手法が考案されている。しかし、これらは装置コストや加工精度の問題が存在している。

【0003】

50

従来、実際のダイヤモンドの局所加工又は特定領域の加工は、微小な工具を用いた機械加工又は微小領域に集光させたレーザーによる加工により行われる。

しかしながら、機械加工による場合には、ダイヤモンドが硬く脆い物質であるために、単純な形状のみしか加工できず、また長時間かけて行うという非能率的な手段でしかなかった。

一方、レーザーを用いる加工方法は、複雑な加工が短時間でと考えられたが、ダイヤモンド自体が光透過性に優れているために、加工が進行しないという問題を生じた。

【0004】

このため、表面からエネルギーの高い短波長のレーザーを照射して加工する必要が生じた。ところが、エキシマレーザーを内部に集光させ、厚さ500 μm の透明ダイヤモンドに加工を行うと、特定の領域が加工されるのではなく、加工領域が広がり、集光点から上面にかけて広くダメージを受けた状態となるという問題を生じた。

前記の通り、汎用のYAGレーザーを用いる場合は、光が透過してしまい、加工が進行しない。パワーをあげることで加工は進展するが、被加工物全体に黒鉛化が進み、特定の領域の加工が実現できないという問題があった。このようにレーザー加工はいくつかの問題があり、さらに改善が求められていた。

【0005】

上記のような従来技術の例としては、レーザーをパルス状とし、レーザー1パルス当たりのエネルギー密度を10 J/cm^2 以上、10³ J/cm^2 以下とし、発振波長が190 nm 以上、310 nm 以下の範囲とするエキシマレーザー光を用いた加工法(特許文献1参照)、ダイヤモンド表面に水素ガス又は不活性ガスを吹き付けて、波長190 nm から360 nm の光を照射してダイヤモンドを研削加工する方法(特許文献2、3参照)、波長190 nm から360 nm の範囲の光を照射してダイヤモンドを加工する方法(特許文献4参照)、冷却媒体の通路を形成したレーザー光線による加工方法(特許文献5参照)、酸素、水素、不活性ガス等の雰囲気ガス中でダイヤモンドに波長190 nm から360 nm のレーザー光を照射する方法(特許文献6参照)がある。

これらは、いずれもレーザー出力が高いためにダイヤモンドに損傷を与えるか又は低すぎてレーザー加工が遅延するかのいずれかであった。

【0006】

上記のような種々の提案に対して、レーザー波長に強い吸収を持つ流動性物質を透明材料の裏面に接触させ、同表面から0.01 J/cm^2 ~100 J/cm^2 パルスレーザーを用いてダイヤモンドを加工する技術が提案された(特許文献7参照)。この手法はダイヤモンドに損傷を与えず、微細にエッチング加工できるという意味で有効な手法である。しかし、この手法は表面からの加工に制限されること、ダイヤモンドの裏面に流動性物質を接触させて保持と管理を行う必要であること等から精密加工に限界がある点が問題となった。

【特許文献1】特開平9-253877号公報

【特許文献2】特開平8-227956号公報

【特許文献3】特開平7-40336号公報

【特許文献4】特開平6-40797号公報

【特許文献5】特開平7-41387号公報

【特許文献6】特開平6-316406号公報

【特許文献7】特開2000-94163号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、ダイヤモンド等の損傷を無くし、精密かつ効率良く加工できるレーザー加工方法を提供するものであり、特にYAGレーザーなどの安価で、取り扱いやすいレーザー波長を利用して、加工コストと加工精度の問題を解決することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は光学的に透明な媒体の表層又は内部に光吸収層を導入する方法を用いるものである。

具体的には、1) 光学的に透明な媒体の表層又は内部に光吸収層を導入し、その光吸収層に向けてレーザーを照射し加工することを特徴とする透明媒体のレーザー精密加工法、2) 光学的に透明な媒体に溝加工を施すことを特徴とする1記載の透明媒体のレーザー精密加工法、3) 光学的に透明な媒体にレーザーをスキャンし、該媒体を変質させ、電極又は配線を形成することを特徴とする1又は2記載の透明媒体のレーザー精密加工法、4) 光学的に透明な媒体の気相成長中に、ボロン又はリン等を導入して着色層を形成し、その着色層にレーザーを照射して加工を行うことを特徴とする1～3のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法、5) 基板に光学的に透明な媒体を気相成長させ、次に光吸収層をドーピングし、その上に再度、光学的に透明な媒体を気相成長させて内部に光吸収層を形成することを特徴とする1～4のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法を提供する。

10

【0009】

本発明は、また

6) 光吸収層を形成する際に、マスキングにより特定領域にのみ形成することを特徴とする1～5のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法、7) 光学的に透明な媒体を気相成長させる基板及び又は該媒体に、加工の際に発生するガスの抜き孔を形成することを特徴とする1～6のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法、8) 透明な媒体として、ダイヤモンド、一般ガラス、石英ガラス、フッ化カルシウム、シリコンカーバイド、サファイア、アルミナ、水晶であることを特徴とする1～7のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法、9) レーザーとして、エキシマレーザー又はYAGレーザーを用いることを特徴とする1～8のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法、10) 光吸収層を、イオンドーピング又はスパッタリングにより形成することを特徴とする1～9のいずれかに記載の透明媒体のレーザー精密加工法を提供するものである。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ダイヤモンド等の損傷を無くし、特定領域を精密かつ効率良く加工できるといった優れた効果を有する。また、これによって、特にYAGレーザーなどの安価で、取り扱いやすい汎用レーザーを利用することが可能となり、加工コストと加工精度の問題を解決することができるという著しい効果を有する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明は、光学的に透明な媒体の表層又は内部に光吸収層を導入する。透明な媒体としては、ダイヤモンド、一般ガラス、石英ガラス、フッ化カルシウム、シリコンカーバイド、サファイア、アルミナ、水晶を挙げることができ、本発明を適用する場合において有効である。

しかし、これら以外に、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の無機材料に、またポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ビニル樹脂などの有機材料、有機ガラス、有機結晶等の材料に使用できる。このように、透明性の材料であれば、いずれの場合にも本発明を利用できる。

40

【0012】

以下に、ダイヤモンドを例にとって説明すると、ダイヤモンドの表層又は内部にスパッタリング、イオンプレーティング、イオンドーピング等の手段により光吸収層を形成する。この光吸収層を構成する物質としては、例えばボロン又はリン等の着色材料が有効である。

この光吸収層に向けてレーザーを照射し加工する。レーザーとしては、エキシマレーザー又はYAGレーザーを用いることができる。

図1に、YAGレーザーを用いて、そのままダイヤモンドに照射した場合1)、エキシマ

50

レーザーを同様に、そのままダイヤモンドに照射した場合1)、及び本発明のダイヤモンドの内部に光吸収層を形成してYAGレーザーを照射した場合3)の、レーザー加工の概念説明図を示す。

【0013】

ダイヤモンドにそのままYAGレーザーを照射した場合には、ダイヤモンドを素通りし、加工が進行しない1)。しかし、エキシマレーザーの短波長光を集光させて照射した場合、加工領域が広がり、集光面から上面にかけてダメージ層が形成される2)。

これらに対して、本発明の光吸収層を形成したものは、YAGレーザーによる加工領域が、内部のその点のみとなり、加工精度が著しく向上し、効率良く加工できるという効果がある。

10

【0014】

図1の例に示すように、光学的に透明な媒体に形成した光吸収層に沿ってレーザーを照射すると線状(トンネル状)に加工することができる。また、同様に光学的に透明な媒体に溝加工を施すこともできる。このように、精度の高い通路(流路)をダイヤモンドの内部に形成することができる。このような流路はマイクロリアクターとして使用することができる。

また、光学的に透明な媒体にレーザーをスキャンし、媒体を変質させること、例えばグラフィット化も可能であり、さらに電極又は配線を、例えば、配線パターン状にレーザーをスキャン若しくはマスクを用いたパターン転写のようにして形成することも可能である。

さらに、光学的に透明な媒体の気相成長(CVD、PVD等の薄膜の形成)中に、ボロン又はリン等を導入して着色層を形成し、任意の位置又は任意のサイズ(厚み、幅等)に光吸収層することもできる。

20

【0015】

基板上に、一旦光学的に透明な媒体を気相成長させ、次に光吸収層をドーピングし、その上に再度、光学的に透明な媒体を気相成長させて内部にサンドイッチ型に光吸収層を形成することもできる。

このような光吸収層を形成する際には、マスクングにより特定領域にのみ形成することが可能である。

また、光学的に透明な媒体を気相成長させる際に、基板及び又は該媒体に、加工の際に発生するガスの抜き孔を1個以上形成することもできる。

30

これによって、レーザーを照射した場合に、発生するガス(CO、CO₂等)を、このガス抜き孔を通して、排気又は除去することができる。

【0016】

光吸収層の形成に際しては、例えばイオンドーピング又はスパッタリング等により形成することが簡便かつ有効な方法である。イオンドーピングの際には、ダイヤモンドに損傷を与えずに異種元素を導入するためには重要であり、導入元素のイオンを100eV以下のエネルギーで照射することが望ましい。しかし、光吸収層の形成に際しては、これらの例に制限されず、他の方法を使用しても良い。

【実施例1】

【0017】

次に、本発明の実施例について述べるが、本発明はこれに拘束され、限定されるものではない。すなわち、本発明の技術思想の範囲での改変、他の実施例又は態様は全て本発明に含まれるものである。

40

【0018】

厚さ500 μ mの透明ダイヤモンド上に、青色に吸収をもつボロンを気相合成法により30 μ m形成し、高濃度にボロンをドーピングした層をダイヤモンド上に形成した。

次に、300 μ mの透明ダイヤモンド層を、同じく気相合成法により形成させた。また、上記基板に、ガス抜けの穴を4箇所形成させた。形成法はエキシマレーザー、YAG4次高調波、プラズマエッチングの何れの手法でも可能であった。

次に、形成したい溝、流路にそってYAG3次高調波又は2次高調波を1J/cm²/p

50

ulse、500Hz、5mm/min.という条件でボロンドープ層に集光照射させガ
ス化させることで、除去を行った。

【0019】

除去される部分は光吸収層が主として存在する部分であり、それ以外の部分、すなわちダイ
アモンド自体は熱伝導率が高い物質であるため、レーザーによる損傷(ダメージ)を受
けず、そのまま残留した。

これによって、安価でパワーを有するYAGレーザーを用いて、ダイヤモンド板の内部に
精度の高い流路を形成することができた。

上記においては、青色に吸収をもつボロンを使用したか、赤色に吸収を有するリンをドー
プしても、同様に光吸収層を効果的に形成することができた。

10

【0020】

このように、張り合わせ部分が無く、他の物質の影響を受けないため、ダイヤモンドの特
性を十分生かした、耐薬品性、高い合成、光透過率を生かしたマイクロチップの作製が可
能となる。そして、このようなダイヤモンドは、微少サンプルによる高精度な分析に用い
るマイクロリアクターにおいて、耐食性、物質の防着性、精密温度コントロール等を求め
る領域に特に有効である。

上記については、主としてダイヤモンドについて説明したが、他の透明媒体である一般ガ
ラス、石英ガラス、フッ化カルシウム、シリコンカーバイド、サファイア、アルミナ、水
晶等にも、当然本発明を適用できる。

【産業上の利用可能性】

20

【0021】

本発明は、ダイヤモンド等の損傷を無くし、特定領域を精密かつ効率良く加工できるとい
う優れた効果を有し、これによって特にYAGレーザーなどの安価で、取り扱いやすい汎
用レーザーを利用することが可能となり、加工コストと加工精度の問題を解決することが
できるという著しい効果を有する。したがって、ダイヤモンド等を用いた耐環境性を有す
るマイクロマシン、MEMS、NEMS、高精度な分析に用いるマイクロリアクター、 μ
TAS等に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】YAGレーザーを用いて、そのままダイヤモンドに照射した場合1)、エキシマ
レーザーを同様に、そのままダイヤモンドに照射した場合2)、及び本発明のダイヤモン
ドの内部に光吸収層を形成してYAGレーザーを照射した場合3)のレーザー加工の概念
説明図である。

30

【 図 1 】

