

(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2010-142862

(P2010-142862A)

(43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B23K 26/36 (2006.01)	B23K 26/36	4E068
B23K 26/00 (2006.01)	B23K 26/00	G 4G059
B23K 26/42 (2006.01)	B23K 26/42	
C03C 23/00 (2006.01)	C03C 23/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-325424 (P2008-325424)	(71) 出願人	500269934 サイバーレーザー株式会社 東京都江東区青海二丁目38番地 テレコムセンタービル
(22) 出願日	平成20年12月22日 (2008.12.22)	(74) 代理人	100109726 弁理士 園田 吉隆
		(74) 代理人	100101199 弁理士 小林 義教
		(72) 発明者	住吉 哲実 東京都江東区青海2-38 テレコムセンタービル東棟 2階 サイバーレーザー株式会社内
		Fターム(参考)	4E068 AH00 CD02 CD08 CE04 DA01 DB10 DB13 4G059 AA01 AA08 AC01 AC04 AC16 AC22 AC30

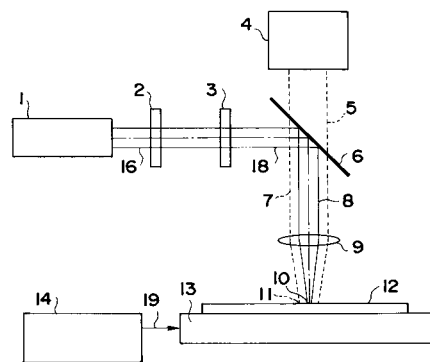
(54) 【発明の名称】 誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 誘電体材料の表面改質のために超微細ナノ周期構造を形成する方法を提供する。

【解決手段】 紫外または可視光である第1の光ビーム5と超短パルスレーザー光である第2の光ビーム16とを被加工物である誘電体材料の表面に同時に照射する。第1の光ビーム5の照射により誘電体材料表面に自由電子を生成し、さらに第2の光ビーム16照射により、好ましくはプラズモンを生成して、該誘電体材料表面にナノ周期構造を形成する。被加工物は、ガラス、有機ポリマー、セラミック、ダイヤモンドまたは窒化ホウ素などである。さらに、誘電体材料内または表面に金属または半導体を添加すると、表面近傍に自由電子を予め分布させ、プラズモンの生成を効率化できる。超短パルスレーザー光源出力の基本波を第2の光ビーム16、非線形光学素子などによって変換された高調波を第1の光ビーム5とする実施形態も可能である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物である誘電体材料の表面に自由電子を生成するため可視光または紫外波長光である第 1 の光ビームを該誘電体材料表面に照射し、該自由電子の滞留中に超短パルスレーザー光である第 2 の光ビームを該誘電体材料表面に照射することにより、該誘電体材料表面にナノ周期構造を形成することを特徴とした誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

【請求項 2】

前記第 1 の光ビームにより誘電体材料の表面に生成した該自由電子が、第 2 の光ビームを該誘電体材料表面に照射するときにプラズモンの形成を支援することを特徴とした請求項 1 記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

10

【請求項 3】

前記第 1 の光ビーム、第 2 の光ビームのいずれかひとつまたは両方が直線偏光であることを特徴とした請求項 1 または 2 に記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

【請求項 4】

前記第 1 の光ビームは連続波発振、Q スイッチ発振もしくはモード同期パルス発振から得られるレーザー光またはそれらの波長変換光であり、前記第 2 の光ビームによるナノ周期構造の形成を支援することを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

【請求項 5】

前記第 2 の光ビームが超短パルスレーザー光源の出力であり、前記第 1 の光ビームが該出力の一部を短波長化したパルスビーム光であることを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

20

【請求項 6】

前記被加工物である誘電体は、有機ポリマー、セラミック、ダイヤモンドまたは窒化ホウ素である、請求項 1 ないし 5 の何れか 1 項記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

【請求項 7】

前記被加工物である誘電体材料は内部または表面に金属、半導体または異種の誘電体を添加した誘電体材料である、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

30

【請求項 8】

前記金属または半導体を添加する方法は、鍍金法、イオン注入法、化学気相成長、物理気相成長または物理蒸着による、請求項 7 記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

【請求項 9】

ナノ周期構造を形成の後で改質材料表面の金属または半導体を除去する工程を有する請求項 7 または 8 記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

【請求項 10】

前記、改質材料表面の金属または半導体の除去はエッチングで行う、請求項 9 記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

40

【請求項 11】

形成されるナノ周期構造の周期は 1 nm から 1 μm の範囲にある、請求項 1 ないし 10 の何れか 1 項記載の誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項記載の方法により形成されたナノ周期構造の表面を有するダイヤモンドまたは窒化ホウ素の刃を備えた工具。

【請求項 13】

請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項記載の方法により形成されたナノ周期構造の表面を有する装飾用ダイヤモンド。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス、ダイヤモンドなどの工具や装飾品等表面性状の改質を図るための誘電体材料表面のナノ周期構造の形成に関し、材料表面の撥水性、光学的反射特性、回折効果による装飾品等の視認性、機能の向上等表面改質による特性向上を図る誘電体材料表面のナノ周期構造形成の方法を提供する。

【背景技術】

【0002】

電子工業において液晶表示装置の表示パネルや携帯電話などフラットパネル表示装置のガラス、自動車の窓ガラス、ダイヤモンド宝石などの表面など超微細な立体構造を付与することで、視認性、超撥水性の光学的、物理的な有用な特性を得ることで製品の表示画像の高品質化、工具の切削性、耐久性の向上などにより製品価値の向上を図る。

10

【0003】

従来、3次元金属微細構造体の製造方法において、光を照射する電子供与体を光硬化樹脂に添加した改質樹脂に対して、短パルスレーザー光を照射して2光子吸収微細造形法により3次元微細構造を備えたポリマー構造体を形成し、その表面に無電解めっきを施しポリマー構造体の表面に金属膜を形成する第2工程から3次元金属微細構造体を形成する方法が提示されている（特開2007-253354号公報）。これはレーザー光を照射して樹脂を硬化させる作用を用いるものであるので、予め固形の樹脂に3次元構造を形成するものではない。

20

【0004】

樹脂基板表面へ紫外波長レーザー光照射によって選択的に場所を特定して表面改質し、それによって液体の濡れ広がり性を増す方法が提示されている（特開平8-259715号公報）。さらに、表面の特性改質方法として、表面に超短パルスレーザーの偏光方向に応じた微細周期構造を形成することで撥水性を付与する処理を行うことが提示されている（特開2006-231353号公報）。ガラスのレーザー加工方法としてクラックの発生を防止して、レーザービーム照射によりアブレーションを照射部に発生させてクラックの発生を伴わない窪み形成法としてガラスに銀イオンを含有させた基板の加工法が提示されている（特開2003-183053号公報）。

【0005】

一方プラズモンを用いた高密度の光記録技術として微小金属体を埋め込んだ平坦基板に光を入射し、局所プラズモンを励起して微小体近傍の光電場を増強し、その光を用いることにより、回折限界を超えた微小領域に情報の記録再生を行う方法が提示されている（特開2001-256664号公報）。金属表面のレーザー加工技術の一つに金属表面に、きわめて微細で蜜な凹凸を形成する方法として金属表面にレーザービームを照射し、その照射面において生じる干渉パターンの強度分布に対応した微細凹凸形成する方法が提示されている（特開平7-148583号公報）。

30

【0006】

これらの表面改質方法は、表面に樹脂や、樹脂に特殊な添加物を有する樹脂、又は金属など限定された対象物があらかじめ付与されており、そこに短パルスレーザー光を照射して表面改質を施すものである。したがって、1つのレーザー加工システムで加工対象物が誘電性材料、金属材料または半導体材料などに対処して表面改質を施すことには難点がある。

40

【0007】

【特許文献1】特開2007-253354号公報

【特許文献2】特開平8-259715号公報

【特許文献3】特開2006-231353号公報

【特許文献4】特開2003-183053号公報

【特許文献5】特開2001-256664号公報

【特許文献6】特開平7-148583号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本願発明により解決しようとする課題は、誘電体の表面にレーザー光を照射して表面に超微細ナノ周期構造を形成して表面改質を施すことである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

課題を解決するために、本発明は誘電体材料表面のナノ周期構造形成方法であって、被加工物である誘電体材料の表面に自由電子を生成するため可視光または紫外波長光である第1の光ビームを該誘電体材料表面に照射し、該自由電子の滞留中に超短パルスレーザー光である第2の光ビームを該誘電体材料表面に照射することにより、該誘電体材料表面にナノ周期構造を形成することを特徴とする。

また、前記第1の光ビームにより誘電体材料の表面に生成した自由電子が、第2の光ビームを該誘電体材料表面に照射するときにプラズモンの形成を支援することを特徴とする。

また、前記第1の光ビーム、第2の光ビームのいずれかひとつまたは両方が直線偏光であることを特徴とする。

【0010】

また、前記第1の光ビームは連続波発振、Qスイッチ発振もしくはモード同期パルス発振から得られるレーザー光またはそれらの波長変換光であり、前記第2の光ビームによるナノ周期構造の形成を支援することを特徴とする。

一方、前記第2の光ビームが超短パルスレーザー光源の出力であり、前記第1の光ビームが該出力の一部を短波長化したパルスビーム光であることを特徴とする。

【0011】

また、前記被加工物である誘電体は、有機ポリマー、セラミック、ダイヤモンドまたは窒化ホウ素であることを特徴とする。

また、前記被加工物である誘電体材料は内部または表面に金属、半導体または異種の誘電体を添加した誘電体材料であることを特徴とする。さらに、前記金属または半導体を添加する方法は、鍍金法、イオン注入法、化学気相成長、物理気相成長または物理蒸着によることを特徴とする。

また、ナノ周期構造を形成の後で改質材料表面の金属または半導体を除去する工程を有することを特徴とする。さらに、前記、改質材料表面の金属または半導体の除去はエッチングで行うことを特徴とする。

【0012】

また、形成されるナノ周期構造の周期は1 nmから1 μmの範囲にあることを特徴とする。

【0013】

一方、本発明は、ダイヤモンドもしくは窒化ホウ素の刃を備えた工具または装飾用ダイヤモンドであって、上述の方法によって形成された、ナノ周期構造の表面を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明のナノ周期構造形成方法では第1の光ビームによる誘電体表面の励起により表面近傍に可視光または紫外光の波長を吸収する表面部分に該波長を有する光の電離作用により自由電子を含んだ層を形成し、そこに超短パルスを照射して、超微細な周期構造を誘電体表面に施すことができる。このため、ダイヤモンドなどの結晶表面にも周期構造を形成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を説明する。図1は、本願発明の第1実施形態を実施するナノ

10

20

30

40

50

周期構造生成用のレーザー照射システムの例である。図1において、超短パルスレーザー発振器1により、超短パルスレーザー光ビームである第2の光ビーム16を放射する。超短パルスとは、100ps以下のパルス幅を有するものとする。超短パルスレーザー発振器1は赤外線波長域の市販のレーザー（たとえば、サイバーレーザー社製モデルIFRIT）を用いることができる。この第2の光ビーム16を偏光方向制御器2で偏光方向を制御し、レーザーパワー減衰器3を通じて、偏光方向とパワーを改質に適する特性の光ビーム18とし、それを表面改質材料12に向けて照射するためのダイクロイックミラー6で反射する。反射された光ビーム8は集光レンズ9で集光されて表面改質材料12の方面に向けて表面改質材料12の表面11に照射される。

【0016】

また、第1の光ビーム発生器4から放出された第1の光ビーム5は、ダイクロイックミラー6を通過して集光レンズ9で適度に集光されて表面改質材料の表面11に照射される。第1の光ビーム5は、紫外または可視領域の光とすると好適である。また、連続波（CW）発振、Qスイッチ発振またはモード同期パルス発振から得られるレーザー光とすることができる。またはそれらのレーザー光を非線形光学素子に通して得られる、波長変換光としてもよい。光源の配置として、第1の光ビーム発生器4と第2の光ビーム発生器1の相対位置を交換することができる。この場合、ダイクロイックミラー6の光学特性は2つのビームに対して透過、反射性能が逆になる。

【0017】

改質面積の処理する大きさがレーザー集光スポット10の面積より大きい場合は、表面改質材料12と重畳2波長ビームとを相対的に移動して改質処理する面積を拡大する。改質材料を移動してその上に重畳2波長ビームを照射する場合は、XYテーブル13に表面改質材料12を搭載してXYテーブル13を駆動部14から発生する駆動信号19に応じて位置、速度等が制御されて走査される。

【0018】

このような装置構成により、図2に示すように、周期20のナノ周期構造の凹凸の溝を有するナノ周期構造形成部分15を表面改質材料12の表面11に形成する。周期構造の形成される編方向は、照射する超短パルスのレーザー光の偏光方向を調整して照射することで設定できる。レーザーパワーは減衰器3により、改質に適するパワーで改質材料の表面11に照射されるように調整して照射する。

【0019】

表面改質材料12は誘電体の場合は、ガラス材料、有機ポリマー、セラミック、ダイヤモンドまたは窒化ホウ素のほか結晶体、セラミックス、酸化物塗布層などが例として挙げられる。

有機ポリマー材料においては、特にフッ素系ポリマー、たとえば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、エチレンテトラフルオロエチレン（ETFE）または熱可塑性フッ素ポリマーが好適であり、製品例としては旭硝子社製サイトップ（登録商標）などがあげられる。

【0020】

必要に応じて誘電体材料内または表面に金属、半導体または異種の誘電体を添加した複合的な誘電体材料とすることができる。

【0021】

誘電体表面に第1の光ビームと超短パルスレーザー光である第2の光ビームを同時的に照射する場合、誘電体表面にプラズモンの生成を効果的に行わせるために、誘電体内に金属や半導体イオンをドーピングし、第1の光ビーム照射による支援の他に表面近傍に自由電子を予め分布させ、プラズモンの生成を効率化できる。この場合、第1の光ビームの照射は必ずしも必要とはしない。誘電体内部に添加する方法以外に、材料の雰囲気や化学的誘電体材料に金属を添加する方法として、鍍金法、イオン注入法、化学気相成長、物理気相成長または物理蒸着等の半導体又は金属の表面への添加法などを使用することができる。これらの方法で金属や半導体をレーザービームの照射部範囲内に置く場合、プラズモン

10

20

30

40

50

の生成源である自由電子が第2の光ビーム照射部に豊富に供給され、レーザー光の強電場の下で高密度のプラズモンの発生が可能で、したがって高密度のレーザー光の偏りのあるエネルギー源が表面近傍に分布し、それにより誘電体材料表面にナノ周期構造が形成される。誘電体材料表面にナノ周期構造が形成された後に、表面近傍に金属や半導体が残留することが望ましくない場合は、周期構造を誘電体表面に残したままエッチングなどにより除去できる。

【0022】

第1の光ビームは改質材料がアブレーションによって加工されない程度のパワーに設定して、改質材料表面に十分な自由電子が生成可能なようにパワーレベルを設定する。超短パルスレーザー光である第2の光ビームのパワーレベルは熱的な変質が材料に誘起されないエネルギーレベルに上限が調整され、あくまでも干渉現象により、超短パルスとプラズモンの間、超短パルスとその自己散乱光の間で、周期的に光強度が増大される部分で非熱加工が行われ、ナノ周期構造を形成されるものである。第1の光ビームは誘電体表面に第2の光ビームの照射と同時に照射すればよいが、少なくとも第2の光ビームの照射時には自由電子が誘電体表面に滞留、残存していることが望ましい。誘電体内に金属や半導体イオンをドーピングしてあるときは、特に制限しない。

10

【0023】

第1の光ビーム照射で生成した自由電子は放置する場合、緩和消滅までの短時間だけ寿命を持って存続するので、その存続期間に第2の光ビームを照射すれば、必ずしも第1の光ビームと第2の光ビームとの照射開始時間が同時でなくても2波長の照射の効果は得ることができる。第1の光ビームと第2の光ビームとの照射は空間的に重なり合った部分で改質が十分行うことができる。照射パルスのスポットサイズより大面積を改質する場合は、改質対象の材料の表面を2波長の照射場所を走査して大面積を処理することができる。

20

【0024】

改質材料に照射するレーザービームの入射角度は、垂直入射に限定されない、ナノ周期構造の周期20は1nm~1μmの範囲で入射角度、発振波長、パワーレベル等を変化し、用途に適した改質構造を得ることができる。装飾品として、ナノ周期構造を表面の光学的性質改変に用いる場合は、ナノ周期構造が周期が200nmより大きければ、反射光が回折効果によって分光されるので、その作用を有効に適用して装飾品の美的価値の向上に利用できる。さらに、このナノ周期構造を各種材料に適用すれば、周期構造の溝の方向に直交する面内での観察者に対してだけ読み取りが可能になる視認方向を制限する効果も得られる。

30

【0025】

つぎに第2の実施形態を説明する。第1の実施形態では、第1の光ビームと第2の光ビームを別個に供給したが、この実施形態では同一のレーザー光源を用いる。すなわち、第2の光ビームを超短パルスレーザーとし、それを短波長化した成分を第2光ビームとする。短波長化には、高調波を発生する既存の非線形光学結晶を用いることができる。例えば、該超短パルスレーザーの波長を780nm~1100nmとすると、この基本波を第2の光ビームとし、その第2高調波の390nm~550nmまたは第3高調波の260nm~370nmの超短パルスを第1の光ビームに用いることができる。これらの波長は可視領域または紫外領域に属する。

40

【0026】

該第2高調波である波長390nm~550nmの領域を第1の光ビームとして用いると、ガラスなどのワイドギャップ材料の被加工物質に対して好適である。この波長領域はガラスなどのワイドバンドギャップ材料に容易に多光子吸収で固体内にプラズマを生成するので、同時もしくは後続する第2の光ビームである基本波のパルスが作用してナノ周期構造が形成されるためである。

【0027】

図3は、本願発明の第2実施形態を実施するナノ周期構造生成用のレーザー照射システムの例である。超短パルスを発生するレーザー発振部21における媒体は、波長780~

50

820nmのチタンサファイア結晶、若しくは1030~1100nmのイッテルビウム(Yb)をドープした結晶(YAG, KYW)、またはYbをドープしたガラスファイバーが好適である。

【0028】

レーザー発振部21からの出力ビーム22を波長板(例えば、2分の1波長板)23を用いて偏光面の方向を回転する。さらに、非線形光学結晶からなる波長変換部25において、基本波の波長の2分の1、3分の1、又は4分の1の紫外または可視領域のレーザー光である第1のレーザー光を発生させる。この変換技術は周知の波長変換技術を用いることができるからここでは詳細は省略する。非線形光学結晶の結晶軸方向と変換前のレーザー光の直線偏光面の相対的な関係は高調波発生の変換効率に影響するので、波長板23は変換効率の調整のために設置してある。出力ビーム22は波長変換部25内を通過すると、波長変換されないで通過した基本波成分の第2のレーザー光28と変換された第1のレーザー光29となる。両者の割合は変換効率によって決められ、適度な比率で混合した2波長レーザー光26が同軸配置で得られる。

10

【0029】

この2波長レーザー光26は波長分割フィルタ27によって、第1のレーザー光29と第2のレーザー光28の成分に分岐される。第1のレーザー光29は波長分割フィルタ27によって反射されて波長合成フィルタ37に向けられる。一方、第2のレーザー光28は波長分割フィルタ27を通過して全反射ミラー31、32を有する光路迂回ユニット39を経由し、波長合成フィルタ37に向けられる。光路迂回ユニット39により、第2のレーザー光28は、第1のレーザー光29よりも長い光路を走行するので、光路差走行時間に応じた遅延時間が付与される。光路差を変化することにより、第1のレーザー光照射から第2のレーザー光照射までの遅延時間を変化することができる。第1のレーザー光29と第2のレーザー光28とは波長合成フィルタ37によって合成され、照射用レーザー光38として同軸上に再度配置される。

20

【0030】

波長変換部25の出力の時点では2波長レーザー光26の第1のレーザー光29と第2のレーザー光28とは時間的に十分重畳していた。光路差を与えることにより、照射用レーザー光38においては、第1のレーザー光29のパルスが先に全反射ミラー35に主パルス部分が到達し、第2のレーザー光28のパルスは遅延時間遅れて全反射ミラー35に到達する。第1の光ビーム照射で生成した自由電子は放置すると緩和消滅までの短時間だけ寿命を持って存続するので、その存続期間の内に第2の光ビームを照射するような、遅延時間を付与すればよい。また、光路迂回ユニット39を除去し、波長分割フィルタ27及び波長合成フィルタ37を全反射ミラーに代えるなどして、光路差を付与しない構成にすると第1の光ビームと第2の光ビームとを同時に照射することができる。

30

【0031】

2波長のレーザー光は空間的に重なって集光レンズ9に入射する。集光レンズ9に入射した以後は、表面改質材料12の方面に向けて表面改質材料12の表面11に照射される。改質面積の処理する大きさがレーザー集光スポット10の面積より大きい場合は、表面改質材料12と2波長レーザー光26とを相対的に移動して改質処理する面積を拡大する。改質材料を移動してその上に2波長レーザー光を照射する場合は、XYテーブル13に表面改質材料12を搭載してXYテーブル13を駆動部14から発生する駆動信号19に応じて位置、速度等が制御されて走査される。

40

【0032】

このような装置構成により、第1の実施形態と同様、図2に示される、周期20のナノ周期構造の凹凸の溝を有するナノ周期構造形成部分15が表面改質材料12の表面11に形成される。表面改質材料12である誘電体材料の例、被加工物体に金属、半導体または異種の誘電体を添加することができる点、誘電体内に金属や半導体イオンをドーピングすると、第1の光ビーム照射による支援の他に表面近傍に自由電子を予め分布させ、プラズモンの生成を効率化できる点、第1及び第2光ビームのパワーの設定、及びレーザービー

50

ムの照射角度など、第1の実施形態に対する記載は本実施形態にも適用される。

【0033】

本発明のナノ周期構造形成方法によれば、表面改質を施す誘電体の材料表面に第1の光ビームを照射すると同時に超短パルスの高ピークパワーを備えた第2の光ビームを該材料表面に照射することにより、表面に周期構造のピッチが1nm~1μmの改質層を形成することが可能である。第1の光ビームを材料表面に照射することで材料表面に自由電子層を形成することでプラズモンの形成を支援し、同時に照射する超短パルスの高パワー密度の第2の光ビームによって表面にプラズモンを形成し、そこに高エネルギー電場を形成し、その作用で材料表面に超微細な凹凸の周期構造を形成する。

【0034】

本発明のナノ周期構造形成方法によって周期構造を材料表面に形成することにより、ガラス材料、建築材料、モバイル装置の表示部や装飾部に撥水性、光沢の付与、などの機能を与え、水滴による曇り防止、光学的な反射光干渉作用による着色性、回折による視認性増加などの有用な効果が得られる。

【0035】

さらに本発明のナノ周期構造形成方法によって表面改質を施したダイヤモンド、窒素化ホウ素などの刃を有する切削工具では、摩擦低減などにより切削速度向上に寄与できる。また、本発明のナノ周期構造形成方法によって表面改質を施した装飾用ダイヤモンド等の結晶材料では、表面の反射機能の変化を起こすことで新たな製品価値の創生がなされる。

【産業上の利用可能性】

【0036】

本発明の活用例として、液晶表示装置のガラスの表面処理、工具類の表面処理で長寿命化や切削性能向上、装飾用結晶類のマーキング、光学的な輝きを増加する表面処理の実施、各種表面性状の改質で撥水性を付与すること、ガラスの曇り防止などに適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本願発明の第1実施形態を実施するナノ周期構造生成用レーザー照射システムの例を示す。

【図2】本願発明により形成されたナノ周期構造形成部分の例を示す。

【図3】本願発明の第2実施形態を実施するナノ周期構造生成用レーザー照射システムの例を示す。

【符号の説明】

【0038】

- 1：超短パルスレーザー発振器
- 2：偏光方向制御器
- 3：レーザーパワー減衰器
- 4：第1の光ビーム発生器
- 5：第1の光ビーム
- 6：ダイクロイックミラー
- 8：第2の光ビーム
- 9：集光レンズ
- 10：レーザー集光スポット
- 11：表面改質材料の表面
- 12：表面改質材料
- 13：XYテーブル
- 14：XYテーブル駆動部
- 15：ナノ周期構造形成部分
- 16、18：第2の光ビーム
- 19：駆動信号
- 20：ナノ周期構造の周期

10

20

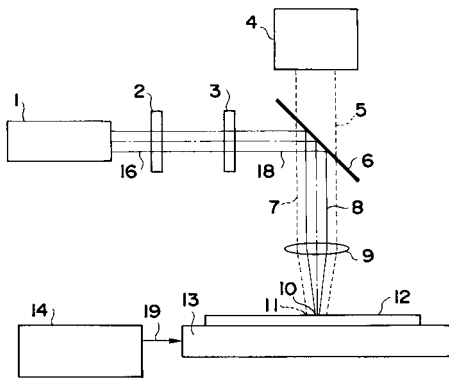
30

40

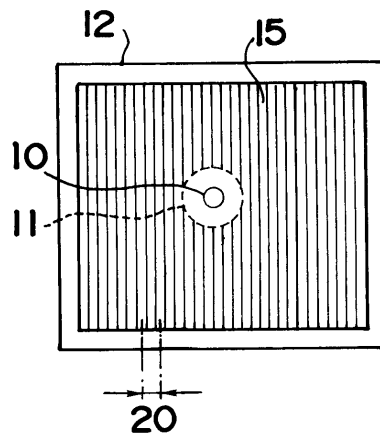
50

- 2 1 : レーザ発振部
- 2 2 : レーザ発振部からの出力ビーム
- 2 3 : 波長板
- 2 5 : 波長変換部
- 2 6 : 2波長レーザー光
- 2 7 : 波長分割フィルタ
- 2 8 : 第2のレーザー光
- 2 9 : 第1のレーザー光
- 3 1、3 2 : 全反射ミラー
- 3 5 : 全反射ミラー
- 3 7 : 波長合成フィルタ
- 3 8 : 照射用レーザー光
- 3 9 : 光路迂回ユニット

【図1】



【図2】



【 図 3 】

