【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３部門第４区分
【発行日】平成18年2月9日(2006.2.9)

【公開番号】特開2004-339538(P2004-339538A)
【公開日】平成16年12月2日(2004.12.2)
【年通号数】公開・登録公報2004-047
【出願番号】特願2003-134403(P2003-134403)
【国際特許分類】
Ｃ２３Ｆ　4/00　(2006.01)
Ｂ２３Ｋ　26/00　(2006.01)
Ｂ２３Ｋ　26/06　(2006.01)
Ｂ８１Ｃ　5/00　(2006.01)
Ｇ１１Ｂ　5/84　(2006.01)
Ｈ０１Ｓ　3/00　(2006.01)
Ｈ０１Ｓ　3/10　(2006.01)
Ｈ０１Ｓ　3/1055　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｃ２３Ｆ　4/00　Ｚ
Ｂ２３Ｋ　26/00　Ｎ
Ｂ２３Ｋ　26/06　Ａ
Ｂ８１Ｃ　5/00
Ｇ１１Ｂ　5/84　Ｚ
Ｈ０１Ｓ　3/00　Ｂ
Ｈ０１Ｓ　3/10　Ｚ
Ｈ０１Ｓ　3/1055

【手続補正書】
【提出日】平成17年12月19日(2005.12.19)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３８】
まず、図１（ａ）（ｂ）に基づいて、実施の形態１における微小バンプ作製方法によってナノサイズクラスの周期構造のバンプが作製できる原理を説明する。図１（ａ）（ｂ）において、１はナノサイズクラスの周期構造をもつバンプを形成する作製用基板、１ａは作製用基板１に形成されたバンプ、１ｂはバンプ１ａを作製したい基板、１ｃは基板１ｂ上に形成された薄膜である。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４４】
また、第２のメカニズムは、図１（ｂ）に示すように、薄膜１ｃあるいは基板１ｂの一部が蒸発し、その圧力によって薄膜１ｃを押し上げることによるものである。これらのうち、どちらか一方または両方の発生条件が満たされたときに高いアスペクト比のバンプが形成される。なお、この第２のメカニズムが起こるときは高温のため第１のメカニズムが同

時に発生するが、第１，第２のメカニズムのどちらかを主体としてレーザー加工装置に最も適した作製用基板１にすることができる。
【手続補正３】
【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】
ところで、基板１ｂを透明基板にすると、薄膜１ｃの背面側、すなわち透明な基板１ｂの側からレーザー光を入射することができる。透明基板の上に形成された薄膜１ｃを加工する場合に、薄膜１ｃと基板１ｂの間の部分に背面側からレーザー光を照射することで薄膜１ｃにバンプを形成したり、加工したり、剥離することも可能である。微小な開口が形成された薄膜１ｃの場合、これを用いることで薄膜１ｃを分離して取り出して微細メッシュにすることができる。このとき使用するレーザーはバンプまたは開口作製に用いるレーザー加工装置のフェムト秒レーザー部を使うのでも、または以下説明するフェムト秒レーザー励起用の固体レーザーを用いるのでも、さらに別のレーザーを設けるのでもよい。また、機械的剥離を用いてもよい。
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５１】
５はビーム分割部４によって複数に分けられた光束を互いに干渉させるためのビーム干渉部、５ａは干渉制御部、６，７はビーム干渉部５を構成する１組の凸レンズである。ビーム干渉部５によって作製用基板１の表面で干渉させる。凸レンズ６の焦点距離はＦ１、凸レンズ７の焦点距離をＦ２、ビーム分割部４から凸レンズ６までの距離をＬ１、凸レンズ６，７間の距離をＬ２、凸レンズ７から作製用基板１までの距離Ｌ３とする。凸レンズ６，７は透過型回折格子４ａによって回折された光束を再度小さな角度θで交差させて、これを干渉させる。ビームを効率よく干渉させるためには、Ｌ１　Ｆ１、Ｌ２　Ｆ１＋Ｆ２、Ｌ３　Ｆ２となるように配置するのがよい。
【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５２】
干渉する複数の光束の交差する角度θは干渉縞（干渉域）の周期に影響し、これが大きくなると周期構造のピッチが狭くなり、小さくなるとピッチが広くなる。交差角度θは透過型回折格子による回折角とレンズの倍率で決定され、光束の数はビーム分割部４、実施の形態１では透過型回折格子４ａの種類と途中に設けるダンプ部１０（後述）によって決定される。また、作製用基板１の表面でのレーザー光の平均フルエンス（干渉による強弱を平均したもの）はビーム調整部３の減光フィルターの透過率をＴ、２枚のレンズの倍率をＭ（Ｍ＝Ｆ２／Ｆ１）としたとき、全体でＴ／$Ｍ^{2}$倍にコントロールされる。交差角度θ、干渉域の数、フルエンスによって、干渉域の形状が決定され、この干渉域の形状と熱の拡散の程度によって周期構造をもつバンプが決定される。
【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５９
【補正方法】変更

【補正の内容】
【００５９】
図３は４光束による干渉と加工状態の説明図である。分割された光束Ｉ～ＩＶはビーム干渉部５を構成する凸レンズ６を透過し、０次の回折光はダンプ部１０で遮断され、凸レンズ７で再び集光される。４光束が凸レンズ７の焦点近くで干渉する。対向する４本，８本等の光束が集光されると、光束同士が干渉し、光強度の高いスポットが多数分布した干渉域（温度分布）が形成される。なお、４本の光束のうち１本をダンプして３本にしたときは、楕円状のスポットが分布する。これらの詳細については後述する。また、ビーム分割部４において、２本の光束に分離して干渉させる場合は、光強度の高いラインが一列に並んだ干渉縞を形成する。
【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６０】
システム制御部１１は最初の１ショットの加工が終わると、カウンタ１１ｅでカウントし、Ｘ方向及び／またはＹ方向の駆動モータ９ａに起動をかけ、作製用基板１の所定の方向への所定量の移送を行う。なお、発停を繰返すことも、連続で移送させることもできる。計時手段１１ｄの計時により、二度目のショットを行う前にシャッタを開放し、フェムト秒レーザー部２から二度目のショットを出射する。このレーザー光は透過型回折格子４ａで回折され、凸レンズ６，７を透過して干渉領域を形成する。二度目のショットで二回目のバンプまたは開口等が複数個並んで同時に加工される。
【手続補正８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６８】
【実施例】
（実施例１）
実施例１のレーザー加工装置は、実施の形態１で説明した全固体高エネルギー超短パルスレーザーであり、グリーン固体レーザー励起で自己モード同期発振を行うフェムト秒チタンサファイアレーザーと、ＹＡＧレーザー励起チタンサファイア再生増幅器を組み合わせたシステムである。波長は約８００ｎｍ、パルス幅は約９０フェムト秒（ｆｓ）、これを透過型回折格子で分割した。１次光の光束数は４本、１ショットのエネルギーは最大５ｍＪ、０次光を遮断した場合２．３ｍＪ、レーザーの繰り返し周波数は１０Ｈｚである。