

(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2007-157962

(P2007-157962A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
H O 1 L 21/027 (2006.01)		H O 1 L	21/30	5 O 2 D	4 F 2 O 2
C 2 3 C 16/01 (2006.01)		C 2 3 C	16/01		4 K O 3 O
B 8 1 C 5/00 (2006.01)		B 8 1 C	5/00		5 F O 4 6
B 2 9 C 33/38 (2006.01)		B 2 9 C	33/38		

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-350187 (P2005-350187)	(71) 出願人	000002130
(22) 出願日	平成17年12月5日 (2005.12.5)		住友電気工業株式会社
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
		(74) 代理人	100116713
			弁理士 酒井 正己
		(74) 代理人	100094709
			弁理士 加々美 紀雄
		(74) 代理人	100117145
			弁理士 小松 純
		(74) 代理人	100078994
			弁理士 小松 秀岳
		(72) 発明者	今井 貴浩
			兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
			電気工業株式会社伊丹製作所内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 型成形工具

(57) 【要約】

【課題】型成形工具の摩耗を抑制し、特に石英等の既存の直接プリント法ではパターン形成が難しいような被加工物に対して、モールドを消耗、破壊させることなく、形状転写性良くパターン形状を作製することが可能なモールドを提供する。

【解決手段】被加工物に対して凹凸形状を転写するための型成形工具であって、前記型成形工具の被加工物に接触する部分が凹凸形状を有するダイヤモンドからなる型成形工具を提供する。また前記型成形工具が、補助基体上にダイヤモンドが形成された2層以上の複合体構造であることが好ましく、さらに前記型成形工具が、5～100μmの波長域における光の透過率が30%以上であることが好ましい。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物に対して凹凸形状を転写するための型成形工具であって、該型成形工具の被加工物に接触する部分が凹凸形状を有するダイヤモンドから形成されてなることを特徴とする型成形工具。

【請求項 2】

前記型成形工具が、補助基体上にダイヤモンドが形成された 2 層以上の複合体構造であることを特徴とする請求項 1 に記載の型成形工具。

【請求項 3】

前記型成形工具が、 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ の波長域における光の透過率が 30 % 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の型成形工具。 10

【請求項 4】

前記ダイヤモンドが、CVD 法又は高圧法によって形成されたものであることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかーに記載の型成形工具。

【請求項 5】

前記ダイヤモンドが、CVD 法又は高圧法によって形成され、かつモールド型転写法によって凹凸形状が作製されたものであることを特徴とする請求項 4 に記載の型成形工具。

【請求項 6】

前記補助基体が、Ge または ZnSe であることを特徴とする請求項 2 ～ 5 のいずれかーに記載の型成形工具。 20

【請求項 7】

前記型成形工具の表裏の 2 つの面のうち、少なくとも一方の面に反射防止膜がコーティングされていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかーに記載の型成形工具。

【請求項 8】

前記補助基体上に形成されているダイヤモンドが、該補助基体に対して直接接合法によって固定されていることを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれかーに記載の型成形工具。

【請求項 9】

前記直接接合法によって接合されているダイヤモンド上に形成されている凹凸形状が、CVD 法によってダイヤモンドが形成される際にモールド型転写法によって形成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の型成形工具。 30

【請求項 10】

前記凹凸形状が、被加工物に形状転写されるレジストパターンであることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかーに記載の型成形工具。

【請求項 11】

前記請求項 1 ～ 10 のいずれかーに記載の型成形工具の背面側から炭酸ガスレーザー光を入射させ、前記ダイヤモンドの凹凸形状を有する面を透過させて、被加工物に照射し、照射しながら該型成形工具を押しつけて型形成することによって作製されたことを特徴とする被加工物。

【請求項 12】

前記被加工物が、石英であることを特徴とする請求項 11 に記載の被加工物。 40

【請求項 13】

前記請求項 1 ～ 10 のいずれかーに記載の型成形工具の背面側から炭酸ガスレーザー光を入射させ、前記ダイヤモンドの凹凸形状を有する面を透過させて、被加工物に照射し、照射しながら該型成形工具を押しつけて型形成することを特徴とする被加工物の加工方法。

【請求項 14】

前記型形成される被加工物が、石英であることを特徴とする請求項 13 に記載の被加工物の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、被加工物に対して凹凸形状を転写するための型成形工具であって、型成形工具の被加工物と接触する部分が凹凸形状を有するダイヤモンドからなる型成形工具に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

ナノインプリントリソグラフィ技術は安価でありながら、10nm程度の解像度を有する加工技術として注目されている。この手法は1995年Chouらによって提案された技術であり、非特許文献1に示す内容、すなわち、(1)シリコン基板にレジストを塗布したものを200℃まで加熱してレジストを軟化させ、(2)型成形工具(以下、モールドともいう)にレジストを接触させて加圧することによってレジストを変形させ、(3)そのまま冷却してレジストを硬化させモールドの凹凸をレジストに転写する。(4)その後、シリコン基板上に残った余分な残膜を反応性イオンエッチング法(以下、RIEという)等で除去し、得られたレジストをマスクや犠牲層としてAl配線等に利用する、という手法であり、レジストを変形させる時に加熱し、硬化時に冷却することから熱サイクルナノインプリント法と呼ばれている。

【 0 0 0 3 】

前述の方法が熱可塑性樹脂を用いている代わりに、非特許文献2に示すように紫外光で硬化する光硬化樹脂を用いる方法もある。これは、モールドに石英等の紫外光の透過性が良いものを用い、光硬化樹脂をモールドで変形させた後、紫外線を照射して樹脂を硬化させ、モールドを離すことによって転写形状を得るものである。これらは、いずれも被加工物(以下、ワークともいう)の上にレジスト層を堆積し、これに凹凸形状(以下、凹凸パターンともいう)を形成してから、エッチングによって被加工物をパターン形成する方法である。

【 0 0 0 4 】

これに対し、非特許文献3のようにワークに対してモールドの凹凸パターンを直接押しあてて凹凸パターンを形成する方法があり、これらは直接プリント法と呼ばれている。この方法の場合、レジストを用いず直接被加工物にモールドが接触するため、モールドの消耗や破壊が問題になってくるが、モールドに硬度が高いSiCを用いることでこの問題を解決できると非特許文献3に記載されている。ここでは被加工物がAlであって、このような比較的柔らかい金属に対して、硬いSiCのモールドを用いることで直接プリントに成功している。

【 0 0 0 5 】

ワークがより硬い金属やガラス等のように硬く、脆い材質である場合は、当然モールドを押しあてることによって変形しにくいいため、この手法は難しい。しかし、このような材料であっても例えばワーク表面にレーザーを照射することによって、最表面部をスタンパー(モールド)を押しあてる瞬間のみ軟化させることができれば、直接パターンを形成することが可能となる。非特許文献4ではモールドに石英を用い、モールドの背面から紫外線レーザー(エキシマレーザー: XeCl)を照射することで被加工物のSiの表面を軟化させ、モールドを押しつけることでパターン形成に成功している。

【 0 0 0 6 】

このようにプリント法によってパターン形成する方法には様々な方法が提案されており、その用途としては半導体デバイスプロセスのリソグラフィ技術の置き換えや透明樹脂にパターン形成をした光学部品、フォトニック結晶等が検討されている。

【 0 0 0 7 】

直接プリント法は、照射するレーザーとモールド、被加工物の組み合わせの相性が良い場合は有効であるが、かなり限定されてしまう、という問題がある。モールドに石英を用いる場合、被加工物が紫外線レーザーで表面が適切に軟化するものであれば、原理的には可能である。

【 0 0 0 8 】

10

20

30

40

50

他方、被加工物として石英を用いた場合、石英にパターン形状を形成することができればフォトリソグラフィ結晶など様々な用途に広がるのが期待できるが、石英は紫外線を透過してしまうためこの手法では無理である。加熱して軟化させることも極めて難しい。SiCとの比較では、硬度ではSiCの方が石英よりも硬いが、型を押し込んで凹凸パターンを形成することは難しく、モールドの変形や、不明瞭なパターンの形成、石英の割れなどの問題が発生してしまう。

【0009】

【特許文献1】特開平6-208004

【非特許文献1】Appl. Phys. Lett. 71, 3174 (1997)

【非特許文献2】Proc. SPIE 3676, 379 (1999)

【非特許文献3】J. Vac. Sci. Technol. B 16, 1145 (1998)

【非特許文献4】NATURE Vol. 417, 20 June, p 835 (2002)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

このように、本発明は、型成形工具の摩耗を抑制し、特に石英などの、既存の直接プリント法ではパターン形成が難しいような被加工物に対して、モールドを消耗、破壊させることなく、形状転写性良くパターン形状を作製することが可能な型成形工具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】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明者が鋭意検討を重ねた結果、型成形工具に透明なダイヤモンドを用い、かつこのダイヤモンドが5 μm 以上の波長の光を透過することによって、炭酸ガスレーザーによって被加工物を照射、軟化させながら型成形ができることを見だし本発明を創作するに至った。すなわち本発明は以下の構成を採用する。

【0012】

(1) 被加工物に対して凹凸形状を転写するための型成形工具であって、該型成形工具の被加工物に接触する部分が凹凸形状を有するダイヤモンドから形成されてなることを特徴とする型成形工具である。

(2) 前記型成形工具が補助基体上にダイヤモンドが形成された2層以上の複合体構造であることを特徴とする上記(1)に記載の型成形工具である。

(3) 前記型成形工具が5 ~ 100 μm の波長域における光の透過率が30%以上であることを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の型成形工具である。

【0013】

(4) 前記ダイヤモンドがCVD法又は高圧法によって形成されたものであることを特徴とする上記(1) ~ (3)のいずれか一に記載の型成形工具である。

(5) 前記ダイヤモンドがCVD法又は高圧法によって形成され、かつモールド型転写法によって凹凸形状が作製されたものであることを特徴とする。

(6) 前記補助基体がGeまたはZnSeであることを特徴とする上記(2) ~ (5)のいずれか一に記載の型成形工具である。

【0014】

(7) 前記型成形工具の表裏の2つの面のうち、少なくとも一方の面に反射防止膜がコーティングされていることを特徴とする上記(1) ~ (6)のいずれか一に記載の型成形工具である。

(8) 前記補助基体上に形成されているダイヤモンドが、該補助基体に対して直接接合法によって固定されていることを特徴とする上記(2) ~ (7)のいずれか一に記載の型成形工具である。

(9) 前記直接接合法によって接合されているダイヤモンド上に形成されている凹凸形状が、CVD法によってダイヤモンドが形成される際にモールド型転写法によって形成され

10

20

30

40

50

ていることを特徴とする上記(8)に記載の型形成工具である。

(10)前記凹凸形状が、被加工物に形状転写されるレジストパターンであることを特徴とする前記(1)～(9)のいずれかーに記載の型形成工具である。

(11)前記(1)～(10)のいずれかーに記載の型形成工具の背面側から炭酸ガスレーザー光を入射させ、前記ダイヤモンドの凹凸形状を有する面を透過させて、被加工物に照射し、照射しながら該型形成工具を押しつけて型形成することによって作製されたことを特徴とする被加工物である。

【0015】

(12)前記被加工物が石英であることを特徴とする上記(11)に記載の被加工物である。

(13)上記(1)～(10)のいずれかーに記載の型形成工具の背面側から炭酸ガスレーザー光を入射させ、前記ダイヤモンドの凹凸形状を有する面を透過させて、被加工物に照射し、照射しながら該型形成工具を押しつけて型形成することを特徴とする被加工物の加工方法である。

(14)前記型形成される被加工物が石英であることを特徴とする上記(13)に記載の被加工物の加工方法である。

【発明の効果】

【0016】

本発明により、石英などの既存の直接プリント法では凹凸パターン形成が難しかった被加工物に対しても、型形成工具を消耗、破壊させることなく、形状転写性良くパターン形状を作製することが可能な型形成工具を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

(型形成工具に用いるダイヤモンドの素性)

本発明に係る型形成工具に用いるダイヤモンド素材としては、様々な製法によるダイヤモンドのうち、特に特定のものに限定されるわけではないが、5～100 μ mの波長域での光透過率が30%以上であることが重要である。すなわち、ダイヤモンドにおいては吸収されず、被加工物のみで吸収される光の波長域が広いことが好ましい。特に、従来は困難であった石英の加工をするためには、10.6 μ mの波長の光を30%以上透過するものであることが好ましい。

高圧法によるダイヤモンド基板を用いても良いし、CVD法によるダイヤモンド基板でも良い。基板のサイズは特に限定されないが、3mm角以上、厚みは0.3mm以上であることが好ましい。

【0018】

(高圧ダイヤモンド基板への凹凸形状の形成)

ダイヤモンド基板の表面に凹凸パターン等の形状を形成する必要がある。加工の方法は特に限定されない。レーザー加工、エッチング、RIE、イオンビーム加工、電子ビーム加工等がある

【0019】

(CVDダイヤモンド基板への凹凸形状の形成)

ダイヤモンドはCVD法によって形成したものでもよい。CVD法によって、基板上にダイヤモンドの膜厚を0.3mm以上堆積させた後、基板を分離し、ダイヤモンド膜表面の凹凸を研磨加工等によって平滑化した後、所望の凹凸形状を上記手法により形成することが可能である。

また、上記高圧法によるダイヤモンド又はCVDダイヤモンドにモールド型転写法によって凹凸形状を形成してもよい。ここで、モールド型転写法とは、CVDダイヤモンド又は高圧法によるダイヤモンドを形成する基板にあらかじめ凹凸形状を形成し、その上に堆積したダイヤモンドをエッチング等により基板から分離することによって、基板の凹凸形状をCVDダイヤモンドの表面に形成する手法をいう。このように得られた基板を用いてもよい。

10

20

30

40

50

【0020】

(凹凸形状を有するCVDダイヤモンド基板と補助基体の接合)

型形成工具はダイヤモンド基板そのものであってもよいし、ダイヤモンド基板を別の補助基体に接合したものであってもよい。このとき、型形成工具は5～100 μ mの波長域において光を透過するものであればよい。透過率は30%以上であればよい。好ましくは、10 μ m以上の波長の光を、より好ましくは10.6 μ mの波長の光を30%以上透過するものであることが望ましい。

接合の方法は特に限定されないが、直接接合法を好ましく利用することができる。直接接合法としては、双方の表面を清浄、平坦、平滑なものとした後に親水性処理し、双方を室温で密着させて熱処理により水を飛ばし、更に高温熱処理によって水素を脱離させて接合するという公知の方法が利用可能である。

また補助基体上にCVDダイヤモンドを成長させた後、ダイヤモンド表面を研磨などによって平坦化させ、さらにその後表面に凹凸形状を形成してやってもよい。あるいは、凹凸形状を有する基板上にダイヤモンドを形成し、基板と逆側のダイヤモンド表面を研磨などによって平坦化させた後、エッチング溶解などによってダイヤモンドを基板から分離し、研磨した面と補助基体を直接接合してもよい。

また、接合方法は適切な接着剤を用いて行ってもよい。

補助基体の材質は波長が5～100 μ m以上の光に対して30%以上透過するものであればよい。好ましくは、10 μ m以上の波長の光を、より好ましくは、10.6 μ mの波長の光を30%以上透過する材質である。特に、Ge、ZnSeであることが好ましい。

【0021】

(反射防止膜の形成)

型形成工具の表裏の2つの面のうち、少なくとも一方の面に反射防止膜がコーティングされていることが好ましい。特に、炭酸ガスレーザー光が入射する面にコーティングされていることが好ましい。反射防止膜をコーティングしていない場合には、入射させるレーザー光が型形成工具表面で反射されてしまい、透過量が低下するため、好ましくない。

10.6 μ mの波長のレーザー光を反射させずに効率良く透過させるためには、 TiF_4 とZnSeを交互に積層した多層膜コート(特許文献1参照)が好ましい。また、反射防止膜は真空蒸着法等により型形成工具表面にコーティングすることが可能である。

【0022】

(炭酸ガスレーザーの透過)

前述の方法によって得られた型形成工具は、炭酸ガスレーザーを凹凸が形成された面の背面から照射した際、照射側と反対の方向、すなわち凹凸を形成した面からレーザー光が通過してでてくるものであることが望ましい。この観点から、ダイヤモンドの表面が多結晶ダイヤモンド成長直後のように多数の凹凸が存在するようなものは不適當であり、必ず研磨等によって表面が平滑化したものを用いることが必要である。

【0023】

(石英への凹凸形状転写)

被加工物を石英とした場合、透明なダイヤモンド型形成工具の凹凸を有する面を石英と対向させ、型形成工具の背面側から型形成工具面に垂直に炭酸ガスレーザーを照射することにより、レーザー光が型形成工具を透過して石英に達し、石英の表面でレーザー光が吸収されて表面が軟化し、この時に型形成工具を石英に押し当てることで型形成工具の凹凸形状が石英側に転写されることで石英に凹凸パターンを加工することが可能となる。

【実施例】

【0024】

実施例1

サイズが5mm×5mm×1mmの高圧法で作製したダイヤモンド単結晶基板上に電子ビームリソグラフィによって100nmピッチ高さ100nmのドット形状パターンを形成したモールドを作製した。

このモールドを用い、石英の板の表面にパターン形成面を対向させ、モールドの背面か

10

20

30

40

50

ら炭酸ガスレーザーを照射するとともにモールドを石英に押しつけ、レーザー照射を中止した後にモールドを離した。

得られた石英の表面を観察したところ、100nmピッチ高さ100nmのドット形状パターンが良好に作製されていた。

【0025】

実施例 2

サイズが50mm×1mmのCVD法で作製したダイヤモンド多結晶基板を準備した。ダイヤモンド基板は、Si基板上に1mm以上の厚みにマイクロ波プラズマCVD法によって成膜されたのち、Siをフッ硝酸エッチングによって除去し、基板の両面を研磨によって平坦、平滑化したものを用いた。このダイヤモンド基板上に電子ビームリソグラフィによって基板の中央10mm角の領域に100nmピッチ高さ100nmのドット形状パターンを形成したモールドを作製した。

このモールドを用い、石英の板の表面にパターン形成面を対向させ、モールドの背面から炭酸ガスレーザーを照射するとともにモールドを石英に押しつけ、レーザー照射を中止した後にモールドを離した。

得られた石英の表面を観察したところ、100nmピッチ高さ100nmのドット形状パターンが良好に作製されていた。

【0026】

実施例 3

サイズが50mm×5mmのZnSeを補助基体として用い、その補助基体上にマイクロ波プラズマCVD法でダイヤモンド多結晶膜を厚み50μmコーティングしたのち、表面を研磨によって平坦・平滑化した。その後、ダイヤモンドの表面10mm角の領域を電子ビームリソグラフィによって複合基板の中央10mm角の領域に100nmピッチ高さ100nmのドット形状パターンを形成したモールドを作製した。

このモールドを用い、石英の板の表面にパターン形成面を対向させ、モールドの背面から炭酸ガスレーザーを照射するとともにモールドを石英に押しつけ、レーザー照射を中止した後にモールドを離した。

得られた石英の表面を観察したところ、100nmピッチ高さ100nmのドット形状パターンが良好に作製されていた。

10

20

フロントページの続き

(72)発明者 関 裕一郎

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

Fターム(参考) 4F202 AF01 AG01 AG05 AH73 AJ06 AJ09 AJ14 CA19 CB01 CD07

CD23 CD30

4K030 BA28 DA08 LA21

5F046 AA28