(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第5002207号
(P5002207)
(45)発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)　(24)登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51)Int.Cl.			F I		
B29C	59/02	(2006.01)	Ｂ２９Ｃ	59/02	Ｚ
H01L	21/027	(2006.01)	Ｂ２９Ｃ	59/02	Ｂ
B81C	99/00	(2010.01)	Ｈ０１Ｌ	21/30	５０２Ｄ
			Ｂ８１Ｃ	99/00	

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2006-202802(P2006-202802)
(22)出願日 平成18年7月26日(2006.7.26)
(65)公開番号 特開2008-34412(P2008-34412A)
(43)公開日 平成20年2月14日(2008.2.14)
審査請求日 平成21年7月24日(2009.7.24)

(73)特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人 100105289
弁理士 長尾 達也
(72)発明者 今田 彩
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号 キヤノン株式会社内
(72)発明者 田 透
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号 キヤノン株式会社内

審査官 長井 真一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】パターンを有する構造体の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
パターンを有する構造体の製造方法であって、
熱可塑性材料である被加工層のパターン形成領域に、表面に凹凸構造を有するスタンパをプレスし、熱転写で第１のパターンを形成する第１のパターン形成工程と、
前記第１のパターンを形成した際のパターン形成領域と前記スタンパとの相対的な位置を移動させ、前記スタンパを前記パターン形成領域の少なくとも一部にプレスし、熱転写で第２のパターンを形成する第２のパターン形成工程と、
を有し、
前記凹凸構造は、格子状に配列された構造を備え、
前記第２のパターンは、前記スタンパにより形成された第１のパターンの格子配列のユニットセルの重心点の位置に形成され、
前記第１のパターンの凹部の深さと前記第２のパターンの凹部の深さとがほぼ等しくなるように、前記第１パターンを第１の温度のもとで形成し、前記第２パターンを前記第１の温度よりも低い第２の温度のもとで形成することを特徴とするパターンを有する構造体の製造方法。
【請求項２】
前記凹凸構造の格子状の配列が、四角格子状の配列であり、
前記第２のパターンが、前記スタンパにより形成された第１のパターンの四角格子配列のユニットセルにおける四角形の重心点の位置に形成されることを特徴とする請求項１に

記載のパターンを有する構造体の製造方法。
【請求項３】
前記凹凸構造の格子状の配列が、三角格子状の配列であり、
前記第２のパターンが、前記スタンパにより形成された第１のパターンの三角格子配列のユニットセルにおける三角形の重心点の位置に形成され、
更に、第３のパターンが、前記第１のパターンの前記三角形における前記第２のパターンが形成されていない重心点の位置に形成されることを特徴とする請求項１に記載のパターンを有する構造体の製造方法。
【請求項４】
前記第１パターンを第１の圧力のもとで形成し、前記第２パターンを前記第１の圧力よりも高い第２の圧力のもとで形成することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のパターンを有する構造体の製造方法。
【請求項５】
前記第１パターンを第１の時間かけて形成し、前記第２パターンを前記第１の時間よりも長い第２の時間かけて形成することを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載のパターンを有する構造体の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、パターンを有する構造体の製造方法に関し、特に、複数回のインプリントによってナノスケールのパターンを有する構造体を製造する方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
物体表面に微細な構造を作製する技術として、フォトリソグラフィー、電子線露光、Ｘ線露光、ナノインプリントリソグラフィー等といった手法が、従来より知られている。
これらの手法のうち、例えば、フォトリソグラフィーは特許文献１に、電子線露光は特許文献２に、Ｘ線露光は特許文献３に、ナノインプリントリソグラフィーは特許文献４等に開示されている。
【０００３】
また、上記以外の方法では、アルミニウム等の陽極酸化法や、分子自己組織構造を利用したボトムアップ手法による微細構造の形成法が知られている。例えば、アルミニウム等の陽極酸化法は特許文献５に、またボトムアップ手法による微細構造の形成法は特許文献６等に開示されている。
【特許文献１】特開平０５－０２１３１０号公報
【特許文献２】特開２００３－０６８６１８号公報
【特許文献３】特開２００４－２９６７８０号公報
【特許文献４】特開２００５－１０１２０１号公報
【特許文献５】特開２００３－１８３８８８号公報
【特許文献６】特開２０００－２５１２３６号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、上記した従来例の電子線描画やイオンビーム描画のような直描技術では、微細な構造になる程パターン形成に要する時間が長くなる。
そのため、安価に大量生産をする必要のある場合には、Ｘ線露光用や紫外線露光用やプレスモールド用のマスクを直描技術等で精密に作製する。そして、フォトリソグラフィーやナノインプリントリソグラフィーで短時間に一括してパターンを形成するという手法が主流になっている。
しかしながら、これらのいずれの手法においても形成できる構造のサイズには限界がある。現在、最も微細な構造を作製することが出来る電子線露光においても、φ１０ｎｍの単

一ドットを形成することはできるが、これをピッチ２０ｎｍ以下に配列することは困難である。
また、上記した従来例のアルミニウム等の陽極酸化法や、分子自己組織構造を利用したボトムアップ手法による微細構造の形成法では、規則的な繰り返し構造を大面積に形成するには適しているが、任意の構造を形成することは困難である。
【０００５】
本発明は、上記課題に鑑み、簡易な方法によってナノスケールのパターンを有する構造体を製造する方法を提供することを目的とするものである。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明は、上記課題を解決するため、つぎのように構成したパターンを有する構造体の製造方法を提供するものである。
本発明のパターンを有する構造体の製造方法は、
熱可塑性材料である被加工層のパターン形成領域に、表面に凹凸構造を有するスタンパをプレスし、熱転写で第１のパターンを形成する第１のパターン形成工程と、
前記第１のパターンを形成した際のパターン形成領域と前記スタンパとの相対的な位置を移動させ、前記スタンパを前記パターン形成領域の少なくとも一部にプレスし、熱転写で第２のパターンを形成する第２のパターン形成工程と、
を有し、
前記凹凸構造は、格子状に配列された構造を備え、
前記第２のパターンは、前記スタンパにより形成された第１のパターンの格子配列のユニットセルの重心点の位置に形成され、
前記第１のパターンの凹部の深さと前記第２のパターンの凹部の深さとがほぼ等しくなるように、前記第１パターンを第１の温度のもとで形成し、前記第２パターンを前記第１の温度よりも低い第２の温度のもとで形成することを特徴とする。
また、本発明のパターンを有する構造体の製造方法は、
前記凹凸構造の格子状の配列が、四角格子状の配列であり、
前記第２のパターンが、前記スタンパにより形成された第１のパターンの四角格子配列のユニットセルにおける四角形の重心点の位置に形成されることを特徴とする。
また、本発明のパターンを有する構造体の製造方法は、前記凹凸構造の格子状の配列が、三角格子状の配列であり、
前記第２のパターンが、前記スタンパにより形成された第１のパターンの三角格子配列のユニットセルにおける三角形の重心点の位置に形成され、
更に、第３のパターンが、前記第１のパターンの前記三角形における前記第２のパターンが形成されていない重心点の位置に形成されることを特徴とする。
また、本発明のパターンを有する構造体の製造方法は、前記第１パターンを第１の圧力のもとで形成し、前記第２パターンを前記第１の圧力よりも高い第２の圧力のもとで形成することを特徴とする。
また、本発明のパターンを有する構造体の製造方法は、前記第１パターンを第１の時間かけて形成し、前記第２パターンを前記第１の時間よりも長い第２の時間かけて形成することを特徴とする。
【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、パターンを有する構造体の製造に際し、簡易な方法によってナノスケールのパターンを有する構造体を製造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】
【０００８】
つぎに、本発明の実施の形態について説明する。
本実施の形態では、例えば支持基板上に熱可塑性樹脂からなる被加工層を形成し、被加工層に同一のスタンパで複数回プレスを行うパターンを有する構造体の製造方法を構成する

ことができる。
これによって、スタンパの凹凸構造よりも更に微細なパターンを形成することが可能となる。
この方法においては、まず、上記被加工層内のパターン形成領域に、表面にナノメートルスケールの構造体からなる凹凸構造を有するスタンパをプレスして第１のパターンを形成する。
次に、同じスタンパを用いて、上記第１のパターンを形成した際におけるスタンパとパターン形成領域との相対的な位置を移動させ、上記被加工層内のパターン形成領域の少なくとも一部に、スタンパを再度プレスして第２のパターンを形成する。
これにより、上記第１のパターンと上記第２のパターンとによる、スタンパの凹凸構造よりも更に微細なパターンを形成することができる。
【０００９】
以上の方法では被加工層に熱可塑性樹脂を用いたが、被加工層はプレスによりスタンパの凹凸形状が転写されるほどの硬度であれば、熱可塑性材料で無くても良い。
なお、熱可塑性材料を用いた場合には、熱可塑性材料とスタンパを熱して硬度を低下させ、スタンパをプレスし、冷却した後にスタンパを剥離すると、低圧で且つより良い凹凸構造の転写を行うことができる。
また、以上の方法では、第１のパターンと第２のパターンによる２回のパターン形成が行われているが、更に複数回のパターン形成を行っても良い。
また、以上の方法では、複数回のプレスによるパターンは、互いに重なり合わない位置に形成される。
【００１０】
また、第２のパターンを形成する際、スタンパの位置を最適化することにより、第１のパターンと同様の配列であり且つ周期が減少するようなパターンを形成することが可能となる。
例えば、スタンパの凹凸構造が四角格子状に配列した周期Ａの凸構造体である場合、第２のパターンをプレスする位置が第１のパターンの四角格子配列のユニットセルを成す四角形の重心点であるよう調整する。
これにより、第１のパターンと第２のパターンにより形成されるパターンは、周期がＡ’（＝Ａ／√２）の四角格子状配列となるパターンを形成することが可能となる（図１参照）。
その際、位置調整は、被加工層内に設けたアライメントマークで行っても良いし、ピエゾステージ上に被加工層を配置することで行っても良い。
また、スタンパの凹凸構造が三角格子状に配列したナノスケールの周期Ｂの凸構造体である場合、第２のパターンをプレスする位置と更に第３のパターンをプレスする位置とを、つぎのように調整する。
すなわち、第２のパターンをプレスする位置が第１のパターンの三角格子配列のユニットセルを成す三角形の重心点であるよう調整する。更に、第３のパターンをプレスする位置が第１のパターンの三角形において第２のパターンが形成されていない重心点であるよう調整する。
これにより、第１と第２と第３のパターンから形成されるパターンは、周期がＢ’（＝Ｂ／√３）の三角格子状配列となるパターンを形成することが可能となる（図３参照）。
【００１１】
被加工層が熱可塑性材料であり熱インプリントによる形状転写を行う場合、２回目以降のプレスではそれ以前に形成した凹凸構造が影響を受け、形状が変化することがある。
例えば、第１のプレスと第２のプレスを同じ温度・圧力・保持時間で行うと、第１のプレスによる凹凸構造の深さは、第２のプレス後には浅くなる。
そのため、本実施の形態では、第１と第２のプレスによる凹凸構造の形状を等しくする場合には、第２のプレス条件を第１のプレス条件よりも低温で、或いは低温且つ高圧（プレス圧力）、或いは低温且つ高圧且つ長保持時間（プレス時間）で行う、等の方法を用いる

ことができる。

【実施例】

【００１２】

以下に、本発明の実施例について説明する。

［実施例１］

実施例１においては、本発明を適用した正方配列のパターンを有する構造体の製造方法について説明する。

図１に、本実施例におけるパターンを有する構造体の製造方法を説明する図を示す。

本実施例においては、Ｓｉからなる支持基板上に、熱可塑性樹脂であるポリメチルメタクリレート（以下、ＰＭＭＡと記す）を、厚さ２００ｎｍになるようスピンコート法で形成し、被加工層とする。

一方、スタンパ１として、ニッケル（Ｎｉ）材料の表面に、直径１００ｎｍ・高さ２００ｎｍの円柱状の凸構造２がピッチ３００ｎｍ（＝スタンパの凹凸構造の周期Ａ）の正方格子状に配列した構造のものを、フォトリソグラフィにより作製する（図１（ａ））。

なお、複数回のパターン形成をする時、パターンが重なり合わないためには、この円柱状凸構造の直径は、周期に対して小さいことが望ましい。

【００１３】

次に、スタンパ１の凸構造２を、被加工層と相対向させて保持してピエゾステージ上に固定する。

ＰＭＭＡとスタンパ１を１２０℃に加熱し、圧力１ｔｏｎｆ／ｃｍ^{2}でスタンパを押付けたまま１分間保持し、その後に６０℃に冷却してスタンパ１を剥離する。この領域をパターン形成領域とする。

これにより、パターン形成領域には、凸構造２に対応した第１のパターンの凹構造３が形成される（図１（ｂ））。

【００１４】

次に、同じスタンパ１を用いて、上記第１のパターンを形成した際におけるスタンパとパターン形成領域との相対的な位置を移動させる。そして、スタンパ１の凸構造２が第１のパターンの凹構造３（周期Ａ＝３００ｎｍ）の四角格子配列のユニットセルを成す四角形の重心点であるように、アライメントマークとピエゾステージを使って調整する。

ここで、スタンパ１をプレスすると、第２のパターンの凹構造４が形成され、第１と第２のパターンにより形成されるパターンは、周期がつぎのような四角格子状配列となるパターンを形成することができる。

すなわち、第１のパターンとは配列方向は４５度異なり、周期がＡ’（複数回プレス後に形成される凹凸構造の周期Ａ’）（＝Ａ／√２＝２１２ｎｍ）の四角格子状配列となるパターンを形成することができる（図１（ｃ））。

【００１５】

［実施例２］

実施例２においては、実施例１とは異なり、第２のパターンを形成する条件を第１のパターンの形成条件と変える場合の製造方法について説明する。

図２に、本実施例におけるパターンを有する構造体の製造方法を説明する図を示す。

本実施例において、第１のパターンの形成条件は実施例１と同様である。

ここで、第２のパターンを形成する条件を、実施例１のように第１のパターンの形成条件と同じ１２０℃、１ｔｏｎｆ／ｃｍ^2、１分保持で行うと、つぎのような不都合が生じる場合がある。

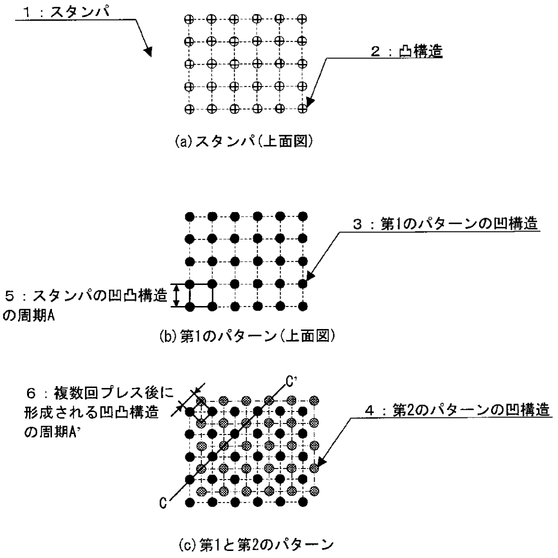
すなわち、図２（ａ）に図示するように、第１のパターンの凹構造３が、再度加熱され且つ周囲から圧力が加わるために、図２（ｂ）のように深さが浅いパターン形状となる。

また、第２のパターンは図２（ａ）の第１のパターンの凹構造３と同じ形状のものが形成される。そのため、第１のパターンの凹構造３と第２のパターンの凹構造４の形状を等しくするには、第１と第２のパターンの形成条件を変える必要がある。

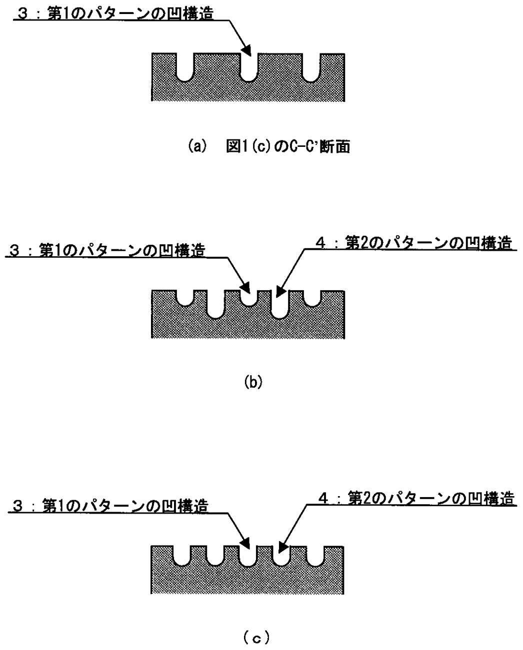
【００１６】

そのため、本実施例では、第１のパターンの形成条件が１２０℃、１ｔｏｎｆ／ｃｍ^2、１分保持の時、第２のパターンの形成条件を８０℃、１ｔｏｎｆ／ｃｍ^2、１分保持とした。
これにより、第１のパターンがやや浅くなるのと同時に、形成される第２のパターンも第１のパターンの初期形状よりは浅くなるため、ほぼ同じ深さにすることが可能となる。この第２のパターンの形成条件の温度を更に下げる場合には、プレス圧力を高くしたり、あるいは保持時間を長くしたりすること、等により調整することが可能である。
【００１７】
［実施例３］
実施例３においては、三角格子配列のパターンを有する構造体の製造方法について説明する。
図３に、本実施例におけるパターンを有する構造体の製造方法を説明する図を示す。
本実施例において、スタンパ１は、ニッケル（Ｎｉ）材料の表面に、直径１００ｎｍ・高さ２００ｎｍの円柱状の凸構造２がピッチ３００ｎｍ（＝スタンパの凹凸構造の周期Ｂ）の三角格子状に配列した構造のものが用いられる（図３（ａ））。
まず、本発明の実施例１と同様に第１のパターンの凹構造３を形成する（図３（ｂ））。
次に、第２のパターンの凹構造４を形成する位置が第１のパターンの三角格子配列のユニットセルを成す三角形の重心点であるよう調整し、パターンを形成する（図３（ｃ））。
更に、第３のパターンをプレスする位置が第１のパターンの三角形において第２のパターンが形成されていない重心点であるよう調整する。
これにより、第１と第２と第３のパターンから形成されるパターンは、周期が１７３ｎｍ（＝複数回プレス後に形成される凹凸構造の周期Ｂ’＝Ｂ／√３）の三角格子状配列となるパターンを形成することができる（図３（ｄ））。
【００１８】
なお、本発明に用いられるスタンパは、上記実施例１や実施例３で説明したものに限られるものではない。
例えば、スタンパとして、ニッケル（Ｎｉ）材料の表面に、直径５０ｎｍ・高さ１５０ｎｍの円柱状の凸構造を備えた構造のもの、あるいはＳｉ材料の表面に、直径５０ｎｍ・高さ１５０ｎｍの円柱状の凸構造を備えた構造のもの、等であってもよい。
【図面の簡単な説明】
【００１９】
【図１】本発明の実施例１における正方配列のパターンを有する構造体の製造方法を説明する図である。
【図２】本発明の実施例２におけるパターンを有する構造体の製造方法を説明する図である。
【図３】本発明の実施例３における三角格子配列のパターンを有する構造体の製造方法を説明する図である。
【符号の説明】
【００２０】
１：スタンパ
２：凸構造
３：第１のパターンの凹構造
４：第２のパターンの凹構造
５：スタンパの凹凸構造の周期Ａ
６：複数回プレス後に形成される凹凸構造の周期Ａ’
７：スタンパの凹凸構造の周期Ｂ
８：複数回プレス後に形成される凹凸構造の周期Ｂ’
９：第３のパターンの凹構造

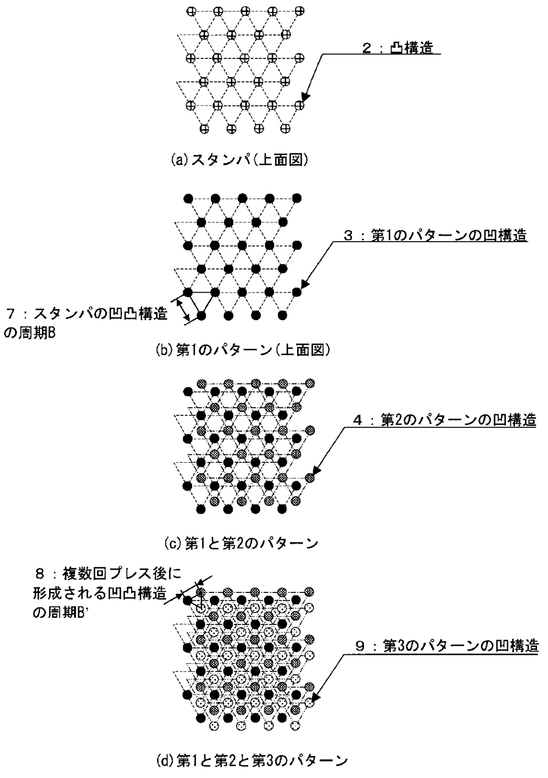
【図1】


1：スタンパ
2：凸構造
(a)スタンパ(上面図)
3：第1のパターンの凹構造
5：スタンパの凹凸構造
の周期A
(b)第1のパターン(上面図)
6：複数回プレス後に
形成される凹凸構造
の周期A'
C'
C
4：第2のパターンの凹構造
(c)第1と第2のパターン

【図2】


3：第1のパターンの凹構造
(a) 図1(c)のC-C'断面
3：第1のパターンの凹構造
4：第2のパターンの凹構造
(b)
3：第1のパターンの凹構造
4：第2のパターンの凹構造
(c)

【図3】


2：凸構造
(a)スタンパ(上面図)
3：第1のパターンの凹構造
7：スタンパの凹凸構造
の周期B
(b)第1のパターン(上面図)
4：第2のパターンの凹構造
(c)第1と第2のパターン
8：複数回プレス後に
形成される凹凸構造
の周期B'
9：第3のパターンの凹構造
(d)第1と第2と第3のパターン

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００６－１９１０８９（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００５／０００５８０１（ＵＳ，Ａ１）
特表２００２－５４３５８２（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２３０２２９（ＪＰ，Ａ）
特表２００３－５１９９２３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２９５１６７（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１９１０８７（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－００５０２３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２９Ｃ　５９／０２，３３／３８－３３／４２
Ｂ８１Ｃ　９９／００
Ｈ０１Ｌ　２１／０２７