

【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 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 19 年 4 月 26 日 (2007.4.26)

【公開番号】特開 2001-255660 (P2001-255660A)
 【公開日】平成 13 年 9 月 21 日 (2001.9.21)
 【出願番号】特願 2000-67262 (P2000-67262)
 【国際特許分類】

G 0 3 F 7/20 (2006.01)
G 0 2 B 3/00 (2006.01)
G 0 2 B 13/18 (2006.01)
G 0 3 F 7/40 (2006.01)

【F I】

G 0 3 F 7/20 5 0 1
 G 0 2 B 3/00 A
 G 0 2 B 13/18
 G 0 3 F 7/40 5 2 1

【手続補正書】
 【提出日】平成 19 年 3 月 9 日 (2007.3.9)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項 1】

所望の 3 次元構造の特殊表面形状に対応して光透過率が段階的に変化する露光用マスクを用いて基板上の感光性材料層にパターンを露光する際に、拡散光でマスクパターンを露光することで、光透過率分布の段差を解消することを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 2】

所望の 3 次元構造の特殊表面形状を形成すべき基板材料の表面上に所定の厚さに感光性材料を塗布して感光性材料層を形成し、上記特殊表面形状に対応して光透過率が段階的に変化する露光用マスクを用いて上記感光性材料層に所定の光透過率分布のマスクパターンを露光し、目的とする特殊表面形状に応じて上記感光性材料層の厚さを変化せしめる特殊表面形状の創成方法において、

上記感光性材料層へ上記露光用マスクのパターンを露光する際に、上記露光用マスクのパターン形成面とは反対側で光源側の面に光拡散光学素子を配置し、拡散光でマスクパターンを露光することにより上記マスクパターンの光透過率分布の段差を解消することを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の特殊表面形状の創成方法において、拡散光発生方法として露光用マスクのパターン形成面の反対面に光透過機能を有する光拡散用機能膜を配置し、光透過率分布の段差を解消することを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の特殊表面形状の創成方法において、拡散光発生方法として露光用マスクのパターン形成面に光透過機能を有する光拡散用機能膜を配置し、光透過率分布の段差を解消することを特徴とする特殊表面形状の創成方法

。

【請求項 5】

請求項 1 記載の特殊表面形状の創成方法において、
拡散光発生方法として露光用マスクの両面に光透過機能を有する光拡散用機能膜を配置し、光透過率分布の段差を解消することを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 の何れか一つに記載の特殊表面形状の創成方法において、
上記露光用マスクとして、特殊表面形状に対応して光透過率が段階的に変化するマスクパターンを有する濃度分布マスク（グラデーションマスク）、もしくは上記濃度分布マスクを所定の拡大率で拡大したレチクルマスクを用いることを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 の何れか一つに記載の特殊表面形状の創成方法において、
上記感光性材料として、フォトレジストあるいは光硬化性樹脂を用いることを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の特殊表面形状の創成方法において、
感光性材料としてフォトレジストを用いる場合には、基板材料の表面に塗布したフォトレジスト層に、濃度分布マスクあるいはレチクルマスクにより所定の 3 次元的な光強度分布を有するマスクパターンを露光した後、現像、リンス、あるいは、ポスト・エキスポージャー・ベーク、レジスト硬化処理などの工程を経てフォトレジスト層を所望の 3 次元構造にパターニングすることを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 9】

請求項 7 記載の特殊表面形状の創成方法において、
上記感光性材料として光硬化性樹脂を用いる場合には、基板材料の表面に液状の光硬化性樹脂を塗布した後、光硬化性樹脂層が流動性を有する状態で上記濃度分布マスクあるいはレチクルマスクにより所定の 3 次元的な光強度分布を有するマスクパターンを露光し、露光の照射時間や露光量、加熱による流動性の制御などにより光硬化性樹脂層を表面側から徐々に硬化させ、硬化に伴う光硬化性樹脂の体積減少と流動により上記樹脂層の表面を変形せしめて、所望の 3 次元構造にパターニングすることを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 の何れか一つに記載の特殊表面形状の創成方法において、
目的とする特殊表面形状に応じて上記感光性材料層の厚さを変化せしめた後、上記感光性材料層と基板に対し異方性エッチングを行って、上記感光性材料層の表面形状を基板表面に彫り移して転写することを特徴とする特殊表面形状の創成方法。

【請求項 11】

請求項 1 ～ 10 の何れか一つに記載の特殊表面形状の創成方法を用いて、感光性材料層もしくは基板材料表面に光学的曲面を形成したことを特徴とする光学素子。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

そこで本発明では、露光時のパターンの 3 次元方向の光エネルギー分布製作方法として、フォーカスを意図的にデフォーカスする方法を採用している。すなわち、基板上の感光性材料層へ露光用マスクのパターンを露光する際に、デフォーカス（焦点ずらし）して露光パターンを僅かに焦点ボケさせ、マスクパターンの光透過率分布の段差を解消する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

また、別の方法として、本発明では、光透過率が段階的に変化する露光用マスクを用いて基板上の感光性材料層にパターンを露光する際に、拡散光でマスクパターンを露光することで、光透過率分布の段差を解消する（請求項1）。

拡散光でマスクパターンを露光する方式の一例としては、露光時に用いる露光用マスクのパターン形成面とは反対側で光源側の面すなわち露光の光入射側に、露光光を拡散させ露光用マスクの単位セルに入射する光成分に斜め入射成分を付加する光学素子を配置する方法がある。より具体的には、感光性材料層へ露光用マスクのパターンを露光する際に、露光用マスクのパターン形成面とは反対側で光源側の面に光拡散光学素子を配置し、拡散光でマスクパターンを露光することによりマスクパターンの光透過率分布の段差を解消する（請求項2）。

ここで、露光用マスクに入射する光成分の斜め入射成分は、光拡散光学素子（デフューザー）の光学設計によって変化させることが可能であり、目的の斜め入射成分、すなわち拡散角度は、デフューザーの規則的特性（微細構造のピッチ、高さ、パターン幅、材料の屈折率等）を変化させることで、極めて再現性良く管理することができる。

また、デフューザーを通過した拡散成分を有する光は、露光用マスク内を通過し、パターン面に到達する際、斜め入射成分の光は単位セルのパターン境界でそれぞれ回折し、感光性材料に到達する。従って、露光用マスクのデジタル的なパターンの段差を解消することができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

さらに別の方法として、本発明では、基板上の感光性材料層へ露光用マスクのパターンを露光する際に、拡散光発生方法として上記露光用マスクのパターン形成面とは反対側の面に、光透過機能を有する光拡散用機能膜を配置し、拡散光でマスクパターンを露光することにより上記マスクパターンの光透過率分布の段差を解消する（請求項3）。より具体的には、本出願人による「プラズマ蒸着法による複屈折膜の製造方法（特願平3-294346号、特願平3-297400号）」等により、露光用マスクのパターン形成面とは反対側の面に光拡散用機能膜を形成する。この光拡散用機能膜は、光透過機能を有すると同時に光拡散機能を有するように少なくとも3層以上の薄膜構成となっており、マスク基板に入射する光を効率良く透過し、且つまた膜厚と成膜物質を変更することによって光拡散性能（複屈折量）を変化させることができる。従って、光拡散用機能膜を通過した拡散成分を有する光は、露光用マスク内を通過し、パターン面に到達する際、拡散成分の光は単位セルのパターン境界でそれぞれ回折し、感光性材料に到達する。従って、露光用マスクのデジタル的なパターンの段差を解消することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

さらにまた別の方法として、本発明では、感光性材料層へ露光用マスクのパターンを露光する際に、拡散光発生方法として上記露光用マスクのパターン形成面に、光透過機能を

有する薄い光拡散用機能膜を配置し、拡散光でマスクパターンを露光することにより上記マスクパターンの光透過率分布の段差を解消する（請求項4）。より具体的には、本出願人による「プラズマ蒸着法による複屈折膜の製造方法（特願平3-294346号、特願平3-297400号）」等により、露光用マスクのパターン形成面に光拡散用機能膜を形成する。この光拡散用機能膜は、光透過機能を有すると同時に光拡散機能を有するように少なくとも3層以上の薄膜構成となっており、マスク基板のパターン面を透過した光を効率良く透過し、且つまた膜厚と成膜物質を変更することによって光拡散性能（複屈折量）を変化させることができる。従って、露光用マスクのパターン面を通過した光は、光拡散用機能膜を透過して拡散成分を有する光として感光性材料に到達するので、露光用マスクのパターンの段差を解消することができる。また、この場合、光拡散用機能膜は露光用マスクのパターン形成面に形成してあるので、請求項3に比較して薄い薄膜で同様の機能を実現するものである。

尚、上記の請求項3や請求項4の方法では、拡散光発生方法として露光用マスクの一方側の面に光拡散用機能膜を配置しているが、露光用マスクの両面に光透過機能を有する光拡散用機能膜を配置してもよい（請求項5）。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明の特殊表面形状の創成方法においては、露光用マスクとして、特殊表面形状に対応して光透過率が段階的に変化するマスクパターンを有する濃度分布マスク（グラデーションマスク）、もしくは上記濃度分布マスクを所定の拡大率で拡大したレチクルマスクを用いることができる（請求項6）。

ここで、濃度分布マスク（グラデーションマスク）としては、(1)「透明基板上に金属及び/または金属酸化物の膜を形成し、この膜を複数の単位セルに分割して各単位セル内の開口（光透過領域）の面積を制御し、個々の単位セルの光透過領域の面積が、目的とする特殊表面形状に対応して所定の光透過率分布をなすように設定されたもの」や、(2)「透明基板上に膜厚が段階的に変化する膜を金属及び/または金属酸化物で形成して成り、この膜の膜厚を単位セル毎に制御して全体及び個々の単位セルの膜厚の変化が、目的とする特殊表面形状に対応して所定の光透過率分布をなすように設定されたもの」、(3)「各単位セルの光透過量を制御する方法として、所望の形状に対応する全体的な光透過光量分布を持たせるために、例えば、本発明者らによる特開平7-230159号公報に示した光露光方式によって、各単位セルを透過する光の「光透過面積」と「光透過率（Cr膜厚）」の総合的な組み合わせによってグラデーションマスクを適宜製作することができるようにしたもの」等があり、例えば、(2)のタイプとしては、本発明者らによる特開平9-146259号公報に記載されたグラデーションマスク等を適宜変更して利用することができる。

また、この濃度分布マスクは、例えば所望の表面形状に対して等倍で作製され、アライメント露光法あるいは等倍のステッパ露光法等により感光性材料層に対して等倍のマスクパターンが露光されるが、所望の表面形状に対して所定の拡大率で設計され、上記(1)、(2)、(3)の何れかの方式で作製された拡大濃度分布マスク（レチクルマスク）を用いる場合には、縮小露光式のステッパ露光装置でレチクルマスクのマスクパターンを感光性材料層に縮小露光するステッパ露光法を採用することができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

さらに本発明の特殊表面形状の創成方法においては、上記感光性材料として、フォトリソグリストあるいは光硬化性樹脂を用いることができる（請求項7）。

ここで、感光性材料としてフォトリソグリストを用いる場合には、基板材料の表面に塗布したフォトリソグリスト層に、上記濃度分布マスクあるいはレチクルマスクにより所定の3次元的光強度分布を有するマスクパターンを露光した後、現像、リンス、あるいは、ポスト・エクスポージャー・バーク、レジスト硬化処理などの工程を経てフォトリソグリスト層を所望の3次元構造にパターンニングする（請求項8）。

また、感光性材料として、光硬化性樹脂（可視光または紫外光あるいは赤外光の照射により硬化する樹脂）を用いる場合には、基板材料の表面に液状の光硬化性樹脂を塗布し、光硬化性樹脂層が流動性を有する状態で上記濃度分布マスクあるいはレチクルマスクにより所定の3次元的光強度分布を有するマスクパターンを露光し、露光の照射時間や露光量、加熱による流動性の制御などにより光硬化性樹脂層を表面側から徐々に硬化させ、硬化に伴う光硬化性樹脂の体積減少と流動により上記樹脂層の表面を変形せしめて、所望の3次元構造にパターンニングする（請求項9）。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

さらに本発明においては、請求項1～9のうちの何れか一つに記載の特殊表面形状の創成方法により、目的とする特殊表面形状に応じて上記感光性材料層の厚さを変化せしめた後、上記感光性材料層と基板に対し異方性エッチングを行って、上記感光性材料層の表面形状を基板表面に彫り移して転写することができる（請求項10）。

また、上記異方性エッチングを行う際に、選択比（基板の侵刻速度／感光性材料層の侵刻速度）を1以外の値に設定することにより、出発形状の持つ凹凸形状の高低差を拡大したり縮小して基板に転写することもできるし、選択比を時間的に変化させ、選択比の時間的な変化を制御することにより、出発形状を所望の形状に変形して転写することもできる。そして、このような方法を利用すると、例えば、非球面等を容易に形成することができる。また、型成形や研磨による方法とは異なり、極めて小さい曲面の形成も可能であるため、マイクロレンズを初めとするマイクロ光学素子の屈折面形状や反射面形状の形成方法として適している。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本発明の光学素子は、上述した特殊表面形状の創成方法を用いて、感光性材料層もしくは基板材料表面に光学的曲面を形成することにより得られる（請求項11）。

この際、上記光学的曲面を、球面または非球面あるいは円錐形状のような連続面で構成することができる。また、上記光学的曲面を、フレネル形状のように連続面と不連続面から構成することもできる。

さらに、上記光学的曲面を光透過性の屈折面とすることにより、レンズやプリズム等の光学素子として機能することができ、マイクロレンズ、マイクロレンズアレイ（MLA）、プリズム、プリズムアレイ、フレネルレンズ等の種々の透過型光学素子が得られる。

また、上記光学的曲面に反射膜を蒸着等の方法で形成して反射面とすることにより、反射型光学素子が得られる。