

【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 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 26 年 9 月 25 日 (2014.9.25)

【公開番号】特開 2013-30757 (P2013-30757A)

【公開日】平成 25 年 2 月 7 日 (2013.2.7)

【年通号数】公開・登録公報 2013-007

【出願番号】特願 2012-134845 (P2012-134845)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

G 0 1 D 5/38 (2006.01)

G 0 1 D 5/347 (2006.01)

G 0 1 B 11/00 (2006.01)

B 2 9 C 39/10 (2006.01)

B 2 9 C 39/44 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 0 2 D

H 0 1 L 21/30 5 0 7 H

G 0 1 D 5/38 A

G 0 1 D 5/347 1 1 0 D

G 0 1 B 11/00 G

B 2 9 C 39/10

B 2 9 C 39/44

H 0 1 L 21/30 5 0 2 M

H 0 1 L 21/30 5 2 2 D

【手続補正書】

【提出日】平成 26 年 8 月 7 日 (2014.8.7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一方向と、第一方向と異なる第二方向にそれぞれ周期をもつ第一回折格子と、該第一回折格子の第二方向の周期と異なる周期を第二方向にもつ第二回折格子と、を照明する照明光学系と、

前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光を検出する検出光学系と、を備える検出装置であって、

前記照明光学系はその瞳面において、第一極と、光軸に対して第一極とは反対側の第二極を形成し、

前記照明光学系により前記第一極と前記第二極からの光を前記第一方向から斜入射させて前記第一回折格子及び前記第二回折格子を照明することによって前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光を前記検出光学系が検出することを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

前記第一回折格子の第一方向の周期を P_1 、前記検出光学系の開口数の大きさを NA_o 、前記瞳面における前記照明光学系の前記極の、光軸からの距離を NA_{i1} 、前記極の大きさを NA_p1 、前記照明光学系から出射される光の波長を λ としたとき、

$|NA_{i11} - P1| < NA_o + NA_{p1} / 2$ を満足することを特徴とする、請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記第一方向と第二方向は互いに直交することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の検出装置。

【請求項 4】

前記検出装置は、該検出された回折光に基づいて前記第一回折格子と前記第二回折格子の第二方向の相対的な位置を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 5】

前記第一極と前記第二極は前記光軸に対して対称であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 6】

前記第一極と前記第二極は前記第一方向における光強度分布のピークであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 7】

前記照明光学系はその瞳面において輪帯状の光強度分布を形成し、前記輪帯状の光強度分布は前記第一方向において前記第一極と前記第二極を有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 8】

前記検出光学系は、前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光により生じるモアレ縞を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 9】

前記照明光学系は、

第一物体に形成された前記第一回折格子と、第二物体に形成された前記第二回折格子と、を照明し、

前記第一物体に形成された、第一方向と第二方向にそれぞれ周期構造をもつ第三回折格子と、前記第二物体に形成された、前記第三回折格子の第一方向への周期と異なる周期の周期構造を第一方向にもつ第四回折格子とを照明し、

前記照明光学系はその瞳面において、前記第二方向に、複数の極を有する光を照明し、

前記照明光学系により前記複数の極からの光を前記第二方向から斜入射させて前記第三回折格子及び前記第四回折格子を照明することによって前記第三回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光を前記検出光学系が検出することを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 10】

前記第三回折格子の第二方向の周期を $P2$ 、前記瞳面における前記検出光学系の開口数の大きさを NA_o 、前記瞳面における前記照明光学系の前記極の、光軸からの距離を NA_{i12} 、前記極の大きさを NA_{p2} 、前記照明光学系から出射される光の波長を λ としたとき、

$|NA_{i12} - \lambda / P2| < NA_o + NA_{p2} / 2$ を満足することを特徴とする、請求項 9 に記載の検出装置。

【請求項 11】

前記第一回折格子と前記第三回折格子は、第一方向への周期と第二方向への周期のうち少なくともいずれか一方は、互いに等しいことを特徴とする、請求項 9 または 10 に記載の検出装置。

【請求項 12】

前記第一回折格子と前記第三回折格子は互いに等しい周期構造を有することを特徴とする、請求項 11 に記載の検出装置。

【請求項 13】

前記検出装置は、該検出された回折光に基づいて前記第一物体と前記第二物体の第一方向及び第二方向の相対的な位置を求めることを特徴とする請求項 9 乃至 12 の何れか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 14】

第二方向と、第二方向と第二方向に垂直な第一方向とは異なる第三方向にそれぞれ周期をもつ第五回折格子と、該第五回折格子の第二方向の周期と異なる周期を第二方向にもつ第二回折格子と、を照明し、

第三方向と、第一方向にそれぞれ周期をもつ第六回折格子と、該第六回折格子の第一方向の周期と異なる周期を第一方向にもつ第四回折格子と、を照明する照明光学系と、

前記第五回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光と、前記第六回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光を検出する検出光学系と、
を備える検出装置であって、

前記照明光学系はその瞳面において、第一極と、光軸に対して前記第一極とは反対側の第二極を形成し、

前記検出光学系は、

前記照明光学系により前記第一極と前記第二極からの光を前記第三方向から斜入射させて前記第五回折格子及び前記第二回折格子を照明することによって前記第五回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光を検出し、

前記照明光学系により前記第一極と前記第二極からの光を前記第三方向から斜入射させて前記第六回折格子及び前記第四回折格子を照明することによって前記第六回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光を検出することを特徴とする検出装置。

【請求項 15】

前記検出装置は、該検出された前記第五回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光に基づいて前記第五回折格子と前記第二回折格子の第二方向の相対的な位置を求め、

該検出された前記第六回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光に基づいて前記第六回折格子と前記第四回折格子の第一方向の相対的な位置を求めることを特徴とする請求項 14 に記載の検出装置。

【請求項 16】

第一方向と、第一方向と異なる第二方向にそれぞれ周期をもつ第一回折格子と、前記第一回折格子の第二方向の周期と異なる周期を第二方向にもつ第二回折格子と、を照明し、

前記第一方向と前記第二方向にそれぞれ周期構造をもつ第三回折格子と、前記第三回折格子の第一方向の周期と異なる周期を第一方向にもつ第四回折格子と、を照明する照明光学系と、

前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光、及び、前記第三回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光を検出する検出光学系と、を備える検出装置であって、

前記照明光学系はその瞳面において、第一極と第三極を形成し、

前記検出光学系は、

前記照明光学系により前記第一極からの光を前記第一方向から斜入射させて前記第一回折格子及び前記第二回折格子を照明することによって前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光を検出し、

前記照明光学系により前記第三極からの光を前記第二方向から斜入射させて前記第三回折格子及び前記第四回折格子を照明することによって前記第三回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光を検出する、ことを特徴とする検出装置。

【請求項 17】

前記照明光学系は、その瞳面において、前記第一極と、光軸に対して前記第一極とは反対側の第二極を形成することを特徴とする請求項 16 に記載の検出装置。

【請求項 18】

前記照明光学系は、その瞳面において、前記第三極と、光軸に対して前記第三極とは反対側の第四極を形成することを特徴とする請求項 16 又は 17 に記載の検出装置。

【請求項 19】

前記検出装置は、該検出された前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光に基づいて前記第一回折格子と前記第二回折格子の第二方向の相対的な位置を求め、
該検出された前記第三回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光に基づいて前記第三回折格子と前記第四回折格子の第一方向の相対的な位置を求めることを特徴とする請求項 16 乃至 18 の何れか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 20】

前記照明光学系と前記検出光学系の光軸は一部が共通であることを特徴とする、請求項 1 乃至 19 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 21】

前記検出光学系の開口数と前記照明光学系の瞳面光強度分布と前記照明光の波長のうち、少なくともいずれか一つが可変であることを特徴とする、
請求項 1 乃至 20 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 22】

前記第一物体に形成されている回折格子は、チェッカーボード状の回折格子であることを特徴とする、
請求項 9 に記載の検出装置。

【請求項 23】

型に形成されたパターンを用いて、基板に供給されたインプリント材に前記パターンを転写するインプリント装置であって、
型と基板上に形成された回折格子で回折された回折光を検出する請求項 1 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の検出装置を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 24】

前記検出装置は、前記型と基板の一方に形成された前記第一回折格子と、前記型と基板の他方に形成された前記第二回折格子と、で回折された回折光を検出し、
検出された回折光に基づいて前記第二方向における前記型と基板の位置合わせを行うことを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか 1 項を引用する請求項 23 に記載のインプリント装置。

【請求項 25】

前記検出装置は、前記型と基板の一方に形成された前記第五回折格子と、前記型と基板の他方に形成された前記第二回折格子と、で回折された回折光を検出し、
前記型と基板の一方に形成された前記第六回折格子と、前記型と基板の他方に形成された前記第四回折格子と、で回折された回折光を検出し、
検出された前記第五回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光に基づいて前記第二方向における前記型と基板の位置合わせを行い、
検出された前記第六回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光に基づいて前記第一方向における前記型と基板の位置合わせを行うことを特徴とする請求項 14 又は 15 を引用する請求項 23 に記載のインプリント装置。

【請求項 26】

前記検出装置は、前記型と基板の一方に形成された前記第一回折格子と、前記型と基板の他方に形成された前記第二回折格子と、で回折された回折光を検出し、
前記型と基板の一方に形成された前記第三回折格子と、前記型と基板の他方に形成された前記第四回折格子と、で回折された回折光を検出し、
検出された前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光に基づいて前記第二方向における前記型と基板の位置合わせを行い、
検出された前記第三回折格子と前記第四回折格子で回折された回折光に基づいて前記第一方向における前記型と基板の位置合わせを行うことを特徴とする請求項 16 乃至 19 の何れか 1 項を引用する請求項 23 に記載のインプリント装置。

【請求項 27】

請求項 23 乃至 26 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて基板上にパター

ンを形成する工程と、

前記工程で前記パターンを形成された基板を加工する工程と、
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

本発明の検出装置は、第一方向と、第一方向と異なる第二方向にそれぞれ周期をもつ第一回折格子と、第1回折格子の第二方向の周期と異なる周期を第二方向にもつ第二回折格子と、を照明する照明光学系と、前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光を検出する検出光学系と、を備える検出装置であって、前記照明光学系はその瞳面において、第一極と、光軸に対して第一極とは反対側の第二極を形成し、前記照明光学系により前記第一極と前記第二極からの光を前記第一方向から斜入射させて前記第一回折格子及び前記第二回折格子を照明することによって前記第一回折格子と前記第二回折格子で回折された回折光を前記検出光学系が検出することを特徴とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

次に、モールド側の回折格子10aもしくは基板側の回折格子11aのいずれか一方での1回回折した光は、角度 m あるいは w で射出する（図7（b）のD3）。D3はモアレ縞を発生させずにノイズとなるので、検出光学系21によって検出されないことが望ましい。そのため、本実施形態では下記の式10および式11を満足するように回折格子の周期と検出部3が調整されている。

$$NA_o + NA_p / 2 < |\sin m| = \lambda / P_m \quad \dots \text{式 10}$$

$$NA_o + NA_p / 2 < |\sin w| = \lambda / P_w \quad \dots \text{式 11}$$

また、モールド側の回折格子10aと基板側の回折格子のいずれでもX軸方向に回折しなかった光（ゼロ次回折光、図7（b）D5）はモールドで回折し、基板で正反射して検出光学系21に入射する。また、基板側の回折格子で回折せずに基板での反射の前後でモールド側の回折格子でそれぞれX軸方向に+/-n次回折と-/+n次回折した（トータルでゼロ次の）回折光も検出光学系21に入射する。これらの光はモアレ縞を生成せずにモアレ縞のコントラストを低下する要因となるが、本実施形態においてはモールド側の回折格子10aがチェッカーボード状であるため、隣り合う格子からの回折光の位相がずれ、互いに打ち消し合う。したがってD5の強度は抑制され、コントラストよくモアレ縞を計測することができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

その一方で、アライメントマーク10とアライメントマーク11の周期を調整すれば、図4に示した照明瞳面においてX軸に沿った方向に並んだ極IL3とIL4によって、X方向に関する相対位置計測のためのモアレ縞を発生させることも可能である。すなわち、照明瞳面において計測方向に沿って並んだ強度分布でモアレ縞を発生させることも可能である。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

これに対して、照明瞳面において非計測方向に沿った方向に並んだ極でモアレ縞を発生させる場合には、比較的小さな検出 NA を維持したまま、回折格子 10a によって計測方向に回折された照明光の +1 次光と -1 次光のどちらも検出することができる。すなわち、2 倍の回折光を検出することができるため、2 倍の光量でモアレ縞を検出できるという利点がある。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0093

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0093】

モールド側のアライメントマーク 10（第六マーク）は X 方向と Y 方向にそれぞれ周期 P_m の周期構造を有するチェッカーボード状の回折格子 10d（第六回折格子）である。基板側のアライメントマーク 11（第四マーク）は Y 方向に周期 P_m と異なる周期 P_w の周期構造をもつ回折格子 11d（第四回折格子）である。これらの回折格子を重ねて、極 IL11 と IL12 で照明することで、Y 方向に関する相対位置計測のためのモアレ縞が発生する。