

【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22年3月25日(2010.3.25)

【公開番号】特開2009-239254(P2009-239254A)

【公開日】平成21年10月15日(2009.10.15)

【年通号数】公開・登録公報2009-041

【出願番号】特願2008-330621(P2008-330621)

【国際特許分類】

H 01 L 21/027 (2006.01)

G 03 F 1/08 (2006.01)

【F I】

H 01 L 21/30 5 0 2 P

G 03 F 1/08 D

H 01 L 21/30 5 1 5 D

【手続補正書】

【提出日】平成22年2月5日(2010.2.5)

【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】

照明光源からの照明光を、透明領域と非透明領域とから構成されるマスクパターンを含むフォトマスクに照射し、投影光学系を介して、前記フォトマスクからの回折光を基板上に投影することにより、前記基板上に前記マスクパターンに応じたフォトレジストパターンを形成する半導体装置の製造方法であって、

前記マスクパターンは、第1の方向に一定の第1の間隔を有して、前記第1の方向と直交する第2の方向に延びる複数本の平行線上に、それぞれの中心が個々の前記平行線上ごとに前記第2の方向に一定の第2の間隔で配置された前記透明領域である複数の開口パターンを含み、かつ、前記複数本の平行線のうちの隣り合う平行線上に配置された前記複数の開口パターンは、それぞれの中心が前記第2の方向に前記第2の間隔の1/2だけそれぞれずれて配置されているマスクパターンであり、

前記照明光源は、前記フォトマスクからの前記回折光のうち、3個の回折光が前記投影光学系の瞳を通過するように照明形状が設定され、

前記フォトマスクは、前記3個の回折光の振幅が等しくなるように、前記複数の開口パターンの寸法と前記非透明領域の複素振幅透過率とが設定されている

ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】

前記マスクパターンは、さらに、前記複数の開口パターンとは寸法が異なる、前記フォトレジストパターンとして形成されない複数の開口パターンを含む
ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】

前記マスクパターンは、前記透明領域を通過する光に対して、前記非透明領域を通過する光の位相を180度シフトさせる
ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】

前記照明光源は、その中心から前記第2の方向に沿う二方向にずれてそれぞれ配置され

た第1の発光領域と第2の発光領域とを有する、二重極照明であって、

露光波長を λ 、投影レンズの開口数をNA、前記第1の間隔を P_x 、前記第2の間隔を $2P_y$ としたとき、前記第1の発光領域および前記第2の発光領域は、前記照明光源の中心から下記式(1)で示される距離だけ前記第2の方向に沿う前記二方向にずれた点をそれぞれ含む

ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【数1】

$$\frac{\lambda}{4NA} \left(\frac{1}{P_y} + \frac{P_y}{P_x^2} \right) \quad (1)$$

【請求項5】

二重極照明からの照明光が照射される前記複数の開口パターンは、NAND型フラッシュメモリのピット線コンタクト用のコンタクトホールを形成するためのものであって、

前記複数本の平行線が2本とされた

ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】

前記照明光源は、その中心から前記第1の方向および前記第2の方向にずれた四領域にそれぞれ配置された第1の発光領域と第2の発光領域と第3の発光領域と第4の発光領域とを有する、四重極照明であって、

露光波長を λ 、投影レンズの開口数をNA、前記第1の間隔を P_x 、前記第2の間隔を $2P_y$ としたとき、前記第1の発光領域ないし前記第4の発光領域は、前記照明光源の中心から下記式(2)で示される距離だけ前記第1の方向に、下記式(3)で示される距離だけ前記第2の方向にずれた点をそれぞれ含む

ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【数2】

$$\frac{\lambda}{2NAP_x} \quad (2)$$

【数3】

$$\frac{\lambda}{4NA} \left(\frac{1}{P_y} - \frac{P_y}{P_x^2} \right) \quad (3)$$

【請求項7】

四重極照明からの照明光が照射される前記複数の開口パターンは、NAND型フラッシュメモリのピット線コンタクト用のコンタクトホールを形成するためのものであって、

前記複数本の平行線が2本とされ、

前記マスクパターンは、さらに、前記ピット線コンタクト用のコンタクトホールとは周期が異なる、周辺回路用の孤立したコンタクトホールを形成するための開口パターンを含む、

ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】

前記照明光源は、その中心から前記第1の方向および前記第2の方向にずれた四領域にそれぞれ配置された第1の発光領域と第2の発光領域と第3の発光領域と第4の発光領域と、前記第2の方向に沿う二方向にずれてそれぞれ配置された第5の発光領域と第6の発光領域とを有する、六重極照明であって、

露光波長を λ 、投影レンズの開口数をNA、前記第1の間隔を P_x 、前記第2の間隔を P_y としたとき、前記第1の発光領域ないし前記第4の発光領域は、前記照明光源の中心から下記式(4)で示される距離だけ前記第1の方向に、下記式(5)で示される距離だ

け前記第2の方向にずれた点をそれぞれ含むとともに、前記第5の発光領域および前記第6の発光領域は、前記照明光源の中心から下記式(6)で示される距離だけ前記第2の方向に沿う前記二方向にずれた点をそれぞれ含む

ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【数4】

$$\frac{\lambda}{2NA P_x} \quad (4)$$

【数5】

$$\frac{\lambda}{4NA} \left(\frac{1}{P_y} - \frac{P_y}{P_x^2} \right) \quad (5)$$

【数6】

$$\frac{\lambda}{4NA} \left(\frac{1}{P_y} + \frac{P_y}{P_x^2} \right) \quad (6)$$

【請求項9】

六重極照明からの照明光が照射される前記複数の開口パターンは、NAND型フラッシュメモリのピット線コンタクト用のコンタクトホールを形成するためのものであって、

前記複数本の平行線が2本とされ、

前記マスクパターンは、さらに、前記ピット線コンタクト用のコンタクトホールとは周期が異なる、周辺回路用の孤立したコンタクトホールを形成するための開口パターンを含む、

ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項10】

前記非透明領域の複素振幅透過率を γ 、前記第1の間隔を P_x 、前記第2の間隔を P_y 、前記開口パターンの前記第1の方向の寸法および前記第2の方向の寸法をそれぞれ q_x 、 q_y としたとき、 $x = q_x / P_x$ 、 $y = q_y / P_y$ により、下記式(7)を満たすように、前記非透明領域の複素振幅透過率 γ と、前記第1の方向の寸法 q_x および前記第2の方向の寸法 q_y とが設定されている

ことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【数7】

$$\gamma = \frac{2\pi^2 \epsilon_x \epsilon_y - 2 \sin(\epsilon_x \pi) \sin(\epsilon_y \pi)}{2\pi^2 \epsilon_x \epsilon_y - 1 - 2 \sin(\epsilon_x \pi) \sin(\epsilon_y \pi)} \quad (7)$$

【請求項11】

照明光源からの照明光を、透明領域と非透明領域とから構成されるマスクパターンを含むフォトマスクに照射し、投影光学系を介して、前記フォトマスクからの回折光を基板上に投影することにより、前記基板上に前記マスクパターンに応じたフォトレジストパターンを形成する半導体装置の製造方法であって、

前記マスクパターンは、第1の方向に一定の第1の間隔を有して、前記第1の方向と直交する第2の方向に延びる複数本の平行線上に、それぞれの中心が個々の前記平行線上ごとに前記第2の方向に一定の第2の間隔で配置された前記透明領域である複数の開口パターンを含み、かつ、前記複数本の平行線のうちの隣り合う平行線上に配置された前記複数の開口パターンは、それぞれの中心が前記第2の方向に前記第2の間隔の $1/n$ (nは3以上の整数)だけそれぞれずれて配置されているマスクパターンであり、

前記照明光源は、前記フォトマスクからの前記回折光のうち、3個の回折光が前記投影光学系の瞳を通過するように照明形状が設定されている。

ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記マスクパターンは、さらに、前記複数の開口パターンとは寸法が異なる、前記フォトレジストパターンとして形成されない複数の開口パターンを含む

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記照明光源は、その中心から前記第 1 の方向および前記第 2 の方向にずれた対称の位置にそれぞれ配置された第 1 の発光領域と第 2 の発光領域とを有する、二重極照明であって、

露光波長を λ 、投影レンズの開口数を NA 、前記第 2 の間隔を P_x 、前記第 1 の間隔を P_y としたとき、前記第 1 の発光領域および前記第 2 の発光領域は、前記照明光源の中心から下記式(8)で示される距離だけ前記第 2 の方向に、下記式(9)で示される距離だけ前記第 1 の方向にずれた点をそれぞれ含む

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【数 8】

$$\sigma_x = \frac{\lambda}{18NA} \left(\frac{9}{P_x} + \frac{2P_x}{P_y^2} \right) \quad (8)$$

【数 9】

$$\sigma_y = -\frac{\lambda}{6P_y NA} \quad (9)$$

【請求項 1 4】

二重極照明からの照明光が照射される前記複数の開口パターンは、NAND 型フラッシュメモリのピット線コンタクト用のコンタクトホールを形成するためのものであって、

前記複数本の平行線が 3 本とされた、

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 5】

前記照明光源は、その中心から前記第 1 の方向および前記第 2 の方向にずれた対称の位置にそれぞれ配置された第 1 の発光領域と第 2 の発光領域と第 3 の発光領域と第 4 の発光領域とを有する、四重極照明であって、

露光波長を λ 、投影レンズの開口数を NA 、前記第 2 の間隔を P_x 、前記第 1 の間隔を P_y としたとき、前記第 1 の発光領域ないし前記第 4 の発光領域は、前記照明光源の中心から下記式(10)で示される距離だけ前記第 2 の方向に、下記式(11)で示される距離だけ前記第 1 の方向にずれた点と、前記照明光源の中心から下記式(12)で示される距離だけ前記第 2 の方向に、下記式(13)で示される距離だけ前記第 1 の方向にずれた点と、をそれぞれ含む、

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【数 1 0】

$$\sigma_x = \frac{\lambda}{18NA} \left(\frac{9}{P_x} - \frac{2P_x}{P_y^2} \right) \quad (10)$$

【数 1 1】

$$\sigma_y = \frac{\lambda}{2P_y NA} \quad (11)$$

【数12】

$$\sigma_x = \frac{\lambda}{18NA} \left(\frac{9}{P_x} - \frac{2P_x}{P_y^2} \right) \quad (12)$$

【数13】

$$\sigma_y = -\frac{\lambda}{2P_y NA} \quad (13)$$

【請求項16】

四重極照明からの照明光が照射される前記複数の開口パターンは、NAND型フラッシュメモリのビット線コンタクト用のコンタクトホールを形成するためのものであって、

前記複数本の平行線が3本とされ、

前記マスクパターンは、さらに、前記ビット線コンタクト用のコンタクトホールとは周期が異なる、周辺回路用の孤立したコンタクトホールを形成するための開口パターンを含む

ことを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項17】

前記照明光源は、その中心から前記第1の方向および前記第2の方向にずれた対称の位置にそれぞれ配置された第1の発光領域と第2の発光領域と第3の発光領域と第4の発光領域と第5の発光領域と第6の発光領域とを有する、六重極照明であって、

露光波長をλ、投影レンズの開口数をNA、前記第2の間隔をPx、前記第1の間隔をPyとしたとき、前記第1の発光領域ないし前記第6の発光領域は、前記照明光源の中心から下記式(14)で示される距離だけ前記第2の方向に、下記式(15)で示される距離だけ前記第1の方向にずれた点と、前記照明光源の中心から下記式(16)で示される距離だけ前記第2の方向に、下記式(17)で示される距離だけ前記第1の方向にずれた点と、前記照明光源の中心から下記式(18)で示される距離だけ前記第2の方向に、下記式(19)で示される距離だけ前記第1の方向にずれた点と、をそれぞれ含む、

ことを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

【数14】

$$\sigma_x = \frac{\lambda}{18NA} \left(\frac{9}{P_x} - \frac{2P_x}{P_y^2} \right) \quad (14)$$

【数15】

$$\sigma_y = -\frac{\lambda}{2P_y NA} \quad (15)$$

【数16】

$$\sigma_x = \frac{\lambda}{18NA} \left(\frac{9}{P_x} - \frac{2P_x}{P_y^2} \right) \quad (16)$$

【数17】

$$\sigma_y = -\frac{\lambda}{2P_y NA} \quad (17)$$

【数18】

$$\sigma_x = \frac{\lambda}{18NA} \left(\frac{9}{P_x} + \frac{2P_x}{P_y^2} \right) \quad (18)$$

【数19】

$$\sigma_y = -\frac{\lambda}{6P_y NA} \quad (19)$$

【請求項18】

六重極照明からの照明光が照射される前記複数の開口パターンは、NAND型フラッシュメモリのビット線コンタクト用のコンタクトホールを形成するためのものであって、

前記複数本の平行線が3本とされ、

前記マスクパターンは、さらに、前記ビット線コンタクト用のコンタクトホールとは周期が異なる、周辺回路用の孤立したコンタクトホールを形成するための開口パターンを含む、

ことを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項19】

前記フォトマスクは、前記3個の回折光の振幅の差が最小になるように、前記複数の開口パターンの寸法と前記非透明領域の複素振幅透過率とが設定され、

前記非透明領域の複素振幅透過率を、前記第2の間隔をP_x、前記1の間隔をP_y、前記開口パターンの前記第2の方向の寸法および前記第1の方向の寸法をそれぞれw_x、w_yとしたとき、x = w_x / P_x、y = w_y / P_yにより、下記式(20)で表されるが最小になるように、前記非透明領域の複素振幅透過率と、前記第2の方向の寸法w_xおよび前記第1の方向の寸法w_yとが設定されている

ことを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の製造方法。

【数20】

$$\Delta = \left| \frac{\max(A, B, C, D) - \min(A, B, C, D)}{A + B + C + D} \right| \quad (20)$$

【数21】

$$A = 3\{\gamma + (1-\gamma)\varepsilon_x\varepsilon_y\} \quad (21)$$

【数22】

$$B = \frac{9(1-\gamma)}{\pi^2} \sin(\pi\varepsilon_x) \sin\left(\frac{\pi\varepsilon_y}{3}\right) \quad (22)$$

【数23】

$$C = \frac{9(1-\gamma)}{2\pi^2} \sin(\pi\varepsilon_x) \sin\left(\frac{2}{3}\pi\varepsilon_y\right) \quad (23)$$

【数24】

$$D = \frac{3(1-\gamma)}{\pi} \varepsilon_x \sin(\pi\varepsilon_y) \quad (24)$$