

請求の範囲

- [請求項1] 透光性基板上に、位相シフト膜を備えたマスクブランクであって、
前記位相シフト膜上に透過率調整膜を有し、
前記位相シフト膜は、前記位相シフト膜を透過したA r Fエキシマレーザーの露光光に対して前記位相シフト膜の厚さと同じ距離だけ空气中を通過した前記露光光との間で150度以上210度以下の位相差を生じさせ、
前記透過率調整膜の前記露光光の波長における屈折率を n_U 、前記露光光の波長における消衰係数を k_U 、厚さを d_U [nm]としたとき、下記の式(1)および式(2)の関係をともに満たすことを特徴とするマスクブランク。
式(1) $d_U \leq -17.63 \times n_U^3 + 142.0 \times n_U^2 - 364.9 \times n_U + 315.8$
式(2) $d_U \geq -2.805 \times k_U^3 + 19.48 \times k_U^2 - 43.58 \times k_U + 38.11$
- [請求項2] 前記透過率調整膜の前記屈折率 n_U は、1.2以上であることを特徴とする請求項1記載のマスクブランク。
- [請求項3] 前記透過率調整膜の前記消衰係数 k_U は、1.5以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のマスクブランク。
- [請求項4] 前記位相シフト膜は、前記露光光を12%以上の透過率で透過することを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載のマスクブランク。
- [請求項5] 前記透過率調整膜の前記消衰係数 k_U と前記厚さ d_U [nm]は、下記の式(3)の関係を満たすことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のマスクブランク。
式(3) $d_U \leq 8.646 \times k_U^2 - 38.42 \times k_U + 61.89$
- [請求項6] 前記透過率調整膜は、ケイ素と窒素を含有することを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載のマスクブランク。

- [請求項7] 前記位相シフト膜と前記透過率調整膜との間に、ケイ素と酸素を含有する中間膜を備えることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載のマスクブランク。
- [請求項8] 前記位相シフト膜は、前記透光性基板側とは反対の表面側に、ケイ素と酸素を含有する最上層を備えることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載のマスクブランク。
- [請求項9] 前記透過率調整膜の上に、遮光膜を備えることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載のマスクブランク。
- [請求項10] 透光性基板上に、第1のパターンを有する位相シフト膜を備えた位相シフトマスクであって、
前記位相シフト膜上に、第2のパターンを有する透過率調整膜を有し、
前記位相シフト膜は、前記位相シフト膜を透過したArFエキシマレーザの露光光に対して前記位相シフト膜の厚さと同じ距離だけ空気中を通過した前記露光光との間で150度以上210度以下の位相差を生じさせ、
前記透過率調整膜の前記露光光の波長における屈折率を n_U 、前記露光光の波長における消衰係数を k_U 、厚さを d_U [nm]としたとき、下記の式(1)および式(2)の関係をともに満たすことを特徴とする位相シフトマスク。
式(1) $d_U \leq -17.63 \times n_U^3 + 142.0 \times n_U^2 - 364.9 \times n_U + 315.8$
式(2) $d_U \geq -2.805 \times k_U^3 + 19.48 \times k_U^2 - 43.58 \times k_U + 38.11$
- [請求項11] 前記透過率調整膜の前記屈折率 n_U は、1.2以上であることを特徴とする請求項10記載の位相シフトマスク。
- [請求項12] 前記透過率調整膜の前記消衰係数 k_U は、1.5以上であることを特徴とする請求項10または11に記載の位相シフトマスク。

- [請求項13] 前記位相シフト膜は、前記露光光を12%以上の透過率で透過することを特徴とする請求項10から12のいずれかに記載の位相シフトマスク。
- [請求項14] 前記透過率調整膜の前記消衰係数 k_U と前記厚さ d_U [nm] は、下記の式(3)の関係を満たすことを特徴とする請求項10から13のいずれかに記載の位相シフトマスク。
- 式(3) $d_U \leq 8.646 \times k_U^2 - 38.42 \times k_U + 61.89$
- [請求項15] 前記透過率調整膜は、ケイ素と窒素を含有することを特徴とする請求項10から14のいずれかに記載の位相シフトマスク。
- [請求項16] 前記位相シフト膜と前記透過率調整膜との間に、前記第2のパターンを有する中間膜を備え、前記中間膜はケイ素と酸素を含有することを特徴とする請求項10から15のいずれかに記載の位相シフトマスク。
- [請求項17] 前記位相シフト膜は、前記透光性基板側とは反対の表面側に、ケイ素と酸素を含有する最上層を備えることを特徴とする請求項10から15のいずれかに記載の位相シフトマスク。
- [請求項18] 前記透過率調整膜の上に、第3のパターンを有する遮光膜を備えることを特徴とする請求項10から17のいずれかに記載の位相シフトマスク。
- [請求項19] 請求項9記載のマスクブランクを用いた位相シフトマスクの製造方法であって、
ドライエッチングにより前記遮光膜に第1のパターンを形成する工程と、
前記第1のパターンを有する遮光膜をマスクとするドライエッチングにより前記透過率調整膜および前記位相シフト膜のそれぞれに第1のパターンを形成する工程と、
ドライエッチングにより前記遮光膜に第2のパターンを形成する工程と、

前記第 2 のパターンを有する遮光膜をマスクとするドライエッチングにより前記透過率調整膜に第 2 のパターンを形成する工程と、

ドライエッチングにより前記遮光膜に第 3 のパターンを形成する工程と

を備えることを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

[請求項 20]

請求項 18 記載の位相シフトマスクを用い、半導体基板上のレジスト膜に転写パターンを露光転写する工程を備えることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。