

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、
前記位相シフト膜は、前記透光性基板側から第1層および第2層の順に積層した構造を含み、
前記第1層は、前記透光性基板の表面に接して設けられ、
前記第1層および前記第2層のA r Fエキシマレーザーの露光光の波長における屈折率をそれぞれ n_1 、 n_2 としたとき、 $n_1 < n_2$ の関係を満たし、
前記第1層および前記第2層の前記露光光の波長における消衰係数をそれぞれ k_1 、 k_2 としたとき、 $k_1 < k_2$ の関係を満たし、
前記第1層および前記第2層の膜厚をそれぞれ d_1 、 d_2 としたとき、 $d_1 < d_2$ の関係を満たすことを特徴とするマスクブランク。
- [請求項2] 前記第1層の屈折率 n_1 は1.8以上であり、前記第1層の消衰係数 k_1 は0.15以下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] 前記第2層の屈折率 n_2 は2.2以上であり、前記第2層の消衰係数 k_2 は0.2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] 前記透光性基板の前記露光光の波長における屈折率を n_s としたとき、 $n_s < n_1 < n_2$ の関係を満たし、
前記透光性基板の前記露光光の波長における消衰係数を k_s としたとき、 $k_s < k_1 < k_2$ の関係を満たす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] 前記透光性基板の屈折率 n_s は1.6以下であり、前記透光性基板の消衰係数 k_s は0.01以下であることを特徴とする請求項4記載のマスクブランク。
- [請求項6] 前記位相シフト膜は、前記露光光を15%以上の透過率で透過させ

る機能と、前記位相シフト膜を透過した前記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200度以下の位相差を生じさせる機能とを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] 前記第1層は、ケイ素と窒素と酸素とからなる材料、または半金属元素および非金属元素から選ばれる1以上の元素とケイ素と窒素と酸素とからなる材料で形成され、

前記第2層は、ケイ素と窒素とからなる材料、または半金属元素および非金属元素から選ばれる1以上の元素とケイ素と窒素とからなる材料で形成されている

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] 前記第2層の窒素の含有量は、前記第1層の窒素の含有量よりも多いことを特徴とする請求項7記載のマスクブランク。

[請求項9] 前記位相シフト膜は、前記第2層の上に第3層を備え、
前記第3層の前記露光光の波長における屈折率を n_3 としたとき、 $n_3 < n_1 < n_2$ の関係を満たし、
前記第3層の前記露光光の波長における消衰係数を k_3 としたとき、 $k_1 < k_2 < k_3$ の関係を満たす
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] 前記第3層の膜厚を d_3 としたとき、 $d_3 < d_1 < d_2$ の関係を満たすことを特徴とする請求項9記載のマスクブランク。

[請求項11] 前記第3層の屈折率 n_3 は1.8未満であり、前記第3層の消衰係数 k_3 は1.0以上であることを特徴とする請求項9または10に記載のマスクブランク。

[請求項12] 前記第3層は、ケイ素と窒素とからなる材料、または半金属元素および非金属元素から選ばれる1以上の元素とケイ素と窒素とからなる

材料で形成されていることを特徴とする請求項 9 から 11 のいずれかに記載のマスクブランク。

- [請求項13] 前記位相シフト膜は、前記第 3 層の上に第 4 層を備え、
前記第 4 層の前記露光光の波長における屈折率を n_4 としたとき、
 $n_4 < n_1 < n_2$ の関係を満たし、
前記第 4 層の前記露光光の波長における消衰係数を k_4 としたとき、
 $k_4 < k_1 < k_2$ の関係を満たすことを特徴とする請求項 9 から 12 のいずれかに記載のマスクブランク。
- [請求項14] 前記第 4 層の屈折率 n_4 は 1.7 以下であり、前記第 4 層の消衰係数 k_4 は 0.02 以下であることを特徴とする請求項 13 記載のマスクブランク。
- [請求項15] 前記第 4 層は、ケイ素と酸素とからなる材料、または半金属元素および非金属元素から選ばれる 1 以上の元素とケイ素と酸素とからなる材料で形成されていることを特徴とする請求項 13 または 14 に記載のマスクブランク。
- [請求項16] 前記位相シフト膜は、前記第 2 層の上に第 3 A 層を備え、
前記第 3 A 層の前記露光光の波長における屈折率を n_{3A} としたとき、
 $n_{3A} < n_1 < n_2$ の関係を満たし、
前記第 3 A 層の前記露光光の波長における消衰係数を k_{3A} としたとき、
 $k_{3A} < k_1 < k_2$ の関係を満たす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17] 前記第 3 A 層の屈折率 n_{3A} は 1.7 以下であり、前記第 3 A 層の消衰係数 k_{3A} は 0.02 以下であることを特徴とする請求項 16 記載のマスクブランク。
- [請求項18] 前記第 3 A 層は、ケイ素と酸素とからなる材料、または半金属元素および非金属元素から選ばれる 1 以上の元素とケイ素と酸素とからなる材料で形成されていることを特徴とする請求項 16 または 17 に記

載のマスクブランク。

[請求項19] 請求項1から18のいずれかに記載のマスクブランクの前記位相シフト膜に転写パターンが設けられていることを特徴とする位相シフトマスク。

[請求項20] 請求項19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。