

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下層、中間層および上層の順に積層した構造を含み、
前記下層は、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、
前記中間層は、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、
前記上層は、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、
前記下層は、前記中間層および前記上層よりも窒素の含有量が多く、
前記上層は、前記中間層および前記下層よりも酸素の含有量が多く、
前記位相シフト膜の全体膜厚に対する前記中間層の膜厚の比率が、
0.15以上であり、
前記位相シフト膜の全体膜厚に対する前記上層の膜厚の比率が、
0.10以下である
ことを特徴とするマスクブランク。
- [請求項2] 前記位相シフト膜の全体膜厚に対する前記下層の膜厚の比率が、
0.80以下であることを特徴とする請求項1に記載のマスクブランク。
- [請求項3] 前記中間層は、前記上層よりも窒素の含有量が多く、前記下層よりも酸素の含有量が多い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] 前記中間層は、窒素の含有量が30原子%以上であり、酸素の含有量が10原子%以上であ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] 前記下層は、窒素の含有量が50原子%以上である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。
- [請求項6] 前記上層は、酸素の含有量が50原子%以上であ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] 前記下層は、前記中間層および前記上層よりも膜厚が厚く、前記中間層は、前記上層よりも膜厚が厚い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、ArFエキシマレーザーの露光光を2%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気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7のいずれかに記載のマスクブランク。
- [請求項9] 前記位相シフト膜上に、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、転写パターンが形成された位相シフト膜を備えた位相シフトマスクであって、
前記位相シフト膜は、前記透光性基板側から下層、中間層および上層の順に積層した構造を含み、
前記下層は、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、
前記中間層は、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、

前記上層は、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、

前記下層は、前記中間層および前記上層よりも窒素の含有量が多く、

前記上層は、前記中間層および前記下層よりも酸素の含有量が多く、

前記位相シフト膜の全体膜厚に対する前記中間層の膜厚の比率が、0.15 以上であり、

前記位相シフト膜の全体膜厚に対する前記上層の膜厚の比率が、0.10 以下である

ことを特徴とする位相シフトマスク。

[請求項11] 前記位相シフト膜の全体膜厚に対する前記下層の膜厚の比率が、0.80 以下であることを特徴とする請求項 10 に記載の位相シフトマスク。

[請求項12] 前記中間層は、前記上層よりも窒素の含有量が多く、前記下層よりも酸素の含有量が多い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] 前記中間層は、窒素の含有量が 30 原子% 以上であり、酸素の含有量が 10 原子% 以上であ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] 前記下層は、窒素の含有量が 50 原子% 以上である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。

[請求項15] 前記上層は、酸素の含有量が 50 原子% 以上であ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] 前記下層は、前記中間層および前記上層よりも膜厚が厚く、前記中間層は、前記上層よりも膜厚が厚い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、A r F エキシマレーザの露光光を2%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気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10から16のいずれかに記載の位相シフトマスク。
- [請求項18] 前記位相シフト膜上に、遮光パターンが形成された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10から18のいずれかに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。