

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-80421

(P2009-80421A)

(43) 公開日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
<b>G03F 1/08</b> (2006.01)	G03F 1/08	G	2H095
<b>H01L 21/027</b> (2006.01)	H01L 21/30	502D	2H097
<b>G03F 7/20</b> (2006.01)	G03F 7/20	501	4F202
<b>B29C 59/02</b> (2006.01)	B29C 59/02	B	4F209
<b>B29C 33/38</b> (2006.01)	B29C 33/38		5FO46

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-251243 (P2007-251243)	(71) 出願人	000113263 HO Y A 株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(22) 出願日	平成19年9月27日 (2007. 9. 27)	(74) 代理人	100113343 弁理士 大塚 武史
		(72) 発明者	小林 英雄 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HO Y A 株式会社内
		(72) 発明者	暮石 光浩 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HO Y A 株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 孝 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 HO Y A 株式会社内
		F ターム (参考)	2H095 BA12 BB16 BC05 BC11
			最終頁に続く

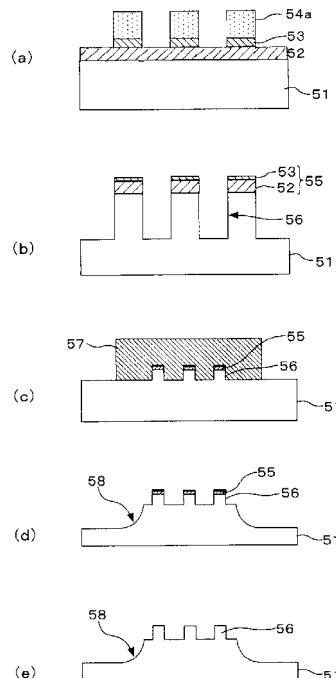
(54) 【発明の名称】マスクプランク、及びインプリント用モールドの製造方法

## (57) 【要約】

【課題】マスクプランクを用いて高精度の微細パターンが形成されたインプリント用モールドの製造方法を提供する。

【解決手段】透光性基板上にパターンを形成するための薄膜を有するマスクプランクにおいて、薄膜は、Crと酸素を含む材料で形成されている上層と、Taまたはその化合物を含み、且つ、弗素系ガスを用いたドライエッチング処理によりエッチング加工が可能な材料で形成されている下層とからなる。薄膜の上層を、酸素を実質的に含まない塩素系ガスを用いたドライエッチング処理によりエッチング加工し、続いて薄膜の下層及び基板を、弗素系ガスを用いたドライエッチング処理により一度にエッチング加工することによりインプリント用モールドを得る。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

透光性基板上にパターンを形成するための薄膜を有するマスクプランクにおいて、該マスクプランクは、酸素を実質的に含まないエッティングガスを用いたドライエッティング処理により前記薄膜及び前記基板をエッティング加工するインプリント用モールドの作製方法に対応するドライエッティング処理用のマスクプランクであって、

前記薄膜は、少なくとも上層と下層の積層膜よりなり、前記上層は、クロム (Cr) と酸素を含む材料で形成され、前記下層は、タンタル (Ta) またはその化合物を含み、且つ、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工が可能な材料で形成されていることを特徴とするマスクプランク。

10

**【請求項 2】**

前記薄膜の上層と下層との間に酸化膜を形成することを特徴とする請求項 1 に記載のマスクプランク。

**【請求項 3】**

前記薄膜の上層の膜厚が、3 nm ~ 12 nm であり、前記下層の膜厚が、5 nm ~ 40 nm であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマスクプランク。

**【請求項 4】**

前記薄膜上に形成するレジスト膜の膜厚が、90 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のマスクプランク。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のマスクプランクにおける前記薄膜の上層を、酸素を実質的に含まない塩素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工し、続いて前記薄膜の下層及び前記基板を、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工することを特徴とするインプリント用モールドの製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体等の集積回路や微細パターンにより光学的機能を付加した光学部品作製に使用するインプリント用モールドの製造方法、これらの製造に用いるマスクプランクに関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

一般に、半導体装置の製造工程では、フォトリソグラフィー法を用いて微細パターンの形成が行われている。また、この微細パターンの形成には通常何枚ものフォトマスクと呼ばれている基板が使用される。このフォトマスクは、一般に透光性のガラス基板上に、金属薄膜等からなる遮光性の微細パターンを設けたものであり、このフォトマスクの製造においてもフォトリソグラフィー法が用いられている。

**【0003】**

このフォトマスクや、インプリント用モールドは同じ微細パターンを大量に転写するための原版となる。フォトマスク上に形成されたパターンの寸法精度は、作製される微細パターンの寸法精度に直接影響する。また、インプリント用モールドではさらにパターンの断面形状も作製される微細パターンの形状に影響する。半導体回路の集積度が向上するにつれ、パターンの寸法は小さくなり、フォトマスクやインプリント用モールドの精度もより高いものが要求される。とくに、インプリント用モールドは、等倍でのパターン転写となるため、半導体回路パターンと要求される精度は同じになるため、インプリント用モールドの方がフォトマスクよりも高精度のものが要求される。同様に、グレーチング等の微細パターンにより光学的機能を付加した部品においても、対象とする波長未満のパターン寸法とパターン精度が要求されるため、光学部品作製用のフォトマスクやインプリント用モールドにも、微細かつ精度の高いパターンが要求される。

40

**【0004】**

50

従来のインプリント用モールドの作製においては、石英ガラスなどの透光性基板上にクロム等の薄膜を形成したマスクプランクが用いられ、このマスクプランク上にレジストを塗布した後、電子線露光などを用いてレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとして薄膜をエッティング加工することにより薄膜パターン（マスクパターン）を形成している。

【0005】

また、インプリント用モールドでは転写時に光を照射する目的で、薄膜パターンをマスクとして透光性基板に段差パターンを作製する場合がある。この場合にも、透光性基板のパターン寸法、精度は薄膜パターンの寸法、精度に直接影響を受ける。

【0006】

例えばクロムを含む薄膜をエッティングする手段としては、硝酸第二アンモニウムセリウムを用いたウェットエッティング、もしくは塩素系と酸素の混合ガスを用いたドライエッティングが通常用いられている。

【0007】

従来、クロム膜のエッティング幅や深さの不均一性を改善するため、多段のエッティングを用いて複数の層からなる薄膜パターンを形成する方法（特許文献1等）や、レジストの薄膜化を可能とするための、レジストパターンをマスクとして比較的薄い膜のパターンを形成し、さらに形成した薄膜パターンをマスクとして第2層以降の薄膜パターンを形成する方法（特許文献2等）などが知られている。

【0008】

【特許文献1】特表2005-530338号公報

【特許文献2】特開2006-78825号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

半導体回路の集積度が向上するにつれ、パターンの寸法はより一層の微細化が要求されており、パターンの寸法が微細化した場合、ウェットエッティング、ドライエッティングのいずれのエッティング方法を用いても例えばクロムパターンのエッティングには問題が生じることが知られている。上記硝酸第二アンモニウムセリウムを用いたウェットエッティングでは、レジストの後退や消失といった問題がほとんど発生しない利点がある一方で、クロムパターンの断面形状が垂直にならない、レジストパターンに対してクロム膜がパターン断面横方向にエッティングされるエッティングバイアスの発生等の問題がある。

【0010】

一方、塩素系と酸素の混合ガスを用いたドライエッティングでは、ウェットエッティングと比較して垂直なクロムパターンの断面形状が得られるが、レジストの後退や消失といった問題が発生する。また、ウェットエッティングと同様、クロム膜がパターン断面横方向にエッティングされるエッティングバイアスの発生等の問題がある。

【0011】

特に問題となるのはいずれのエッティング方法においても、エッティング加工幅により不均一なエッティングバイアスとエッティング深さが得されることである。例えばエッティング部分が100nm以下の細い幅と1μm以上の太い幅を同時に有していると、細い幅の部分が相対的に狭くなり、かつエッティング深さが浅くなる現象が生じることが知られている。エッティング加工幅によりエッティングバイアスが異なると、露光時にあらかじめ線幅を調整するデータバイアスといった補正が困難である。この問題はウェットエッティングを行った場合において、より顕著に生じる。

【0012】

また、酸素を含む塩素系ガスを用いたドライエッティングでは、レジスト厚み方向のみでなくレジスト断面横方向にもエッティングが進行するため、クロム膜をドライエッティングする間にレジストの幅が変化し、結果的にクロムパターンの幅もエッティング前のレジスト幅に対して変化する。さらにクロムパターン自身も徐々に断面横方向にエッティングされるため

10

20

30

40

50

、クロムパターンの幅は望ましい寸法より細くなり、幅の細いパターン自体が消失してしまう場合も生じる。

#### 【0013】

また、パターンの寸法が微細化した場合には、クロム膜のエッチングバイアスの問題の他、レジスト膜厚にも制約が生じ、レジストの膜厚があおむねパターン幅の3倍以上になると、レジスト露光時の解像性低下やレジストパターン形成後のパターン倒壊といった問題が発生する。酸素を含む塩素系ガスを用いたドライエッチングによりクロムパターンを形成する場合には、レジストがエッチングにより徐々に消失するため、レジスト膜厚を薄くすると、クロムパターン形成完了前にレジストが消失し、エッチングを行うべきではないクロム部分もエッチングされてしまう。酸素を含む塩素系ガスを用いたドライエッチングではクロムの厚みと同程度以上のレジストが消費され、さらにエッチング深さの不均一性をなくすために2倍以上の追加工エッチングが行われ、その間もレジストの膜厚は減少する。したがって、ドライエッチングでレジストが消失しないクロム膜の厚みはレジスト膜厚の1/3程度に限定される。例えば30nmの幅を有するレジストパターンを形成する場合、パターンが倒壊しないレジスト膜厚は90nm以下であり、エッチング後にレジストが消失しないクロム膜の厚みは約30nm以下と、パターン幅と同程度以下に限定される。

10

#### 【0014】

ところで、フォトマスクにおいては、薄膜（遮光膜）パターンの厚みが減少すると十分な遮光性能が得られない。例えばArFエキシマレーザーの波長である193nmで光学濃度3以上（透過率0.1%以下）を得ようとする場合、例えばクロムからなるパターンの厚みは少なくとも45nm以上必要である。パターンの厚みのみを考慮したパターン寸法の限界は45nmであるが、前述のようにクロムパターン形成時にはレジストおよびクロムパターンの後退が発生するため、精度よく作製できるパターン寸法の限界は45nmより大きくなる。

20

#### 【0015】

実際のフォトマスクでは、反射防止膜の存在、レジストの後退、パターン断面横方向へのエッチング進行、線幅によるエッチング深さの不均一性、マスク全面における均一性などの制約により、露光波長193nmで光学濃度3以上となる厚み45nmのクロム膜を精度よく作製できるパターン寸法の限界はあおむねパターン寸法の2倍程度である。従って、従来技術によりパターンの微細化を達成するには限界がある。

30

#### 【0016】

なお、クロム膜のエッチング幅や深さの不均一性を解決する方法として、前記特許文献1に開示されたような、多段のエッチングを用いて複数の層からなる薄膜パターンを形成する方法が知られている。この方法ではエッチングストッパーによりエッチング深さの不均一性は改善されるが、エッチング幅の不均一性をもたらすレジスト幅の後退を防止する方法や、微細パターンを形成する上で必要なレジストの薄膜化を可能にする方法等についての開示はなく、微細パターンを実現する上での従来技術の問題を十分に解決するに到っていない。

40

#### 【0017】

また、ドライエッチング時のレジスト幅の変化によるパターン幅への影響を軽減し、レジストの薄膜化を可能とする方法としては、前記特許文献2に開示されたような、レジストパターンをマスクとして比較的薄い膜のパターンを形成し、さらに形成した薄膜パターンをマスクとして第2層以降の薄膜パターンを形成する方法が知られている。この方法では、レジストパターンをマスクとして薄膜をエッチングする際に用いるエッチングガスに、酸素含有の塩素系ガスを用いているが、ドライエッチング中にレジストパターンが後退するため、良好なパターン精度が得られないという問題がある。

#### 【0018】

そこで、本発明は、上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、第1に、インプリント用モールドの製造において微細パターンを高いパターン精

50

度で形成することができるマスクプランクを提供することであり、第2に、このマスクプランクを用いて高精度の微細パターンが形成されたインプリント用モールドの製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

すなわち、上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を有する。

(構成1) 透光性基板上にパターンを形成するための薄膜を有するマスクプランクにおいて、該マスクプランクは、酸素を実質的に含まないエッティングガスを用いたドライエッティング処理により前記薄膜及び前記基板をエッティング加工するインプリント用モールドの作製方法に対応するドライエッティング処理用のマスクプランクであって、前記薄膜は、少なくとも上層と下層の積層膜よりなり、前記上層は、クロム(Cr)と酸素を含む材料で形成され、前記下層は、タンタル(Ta)またはその化合物を含み、且つ、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工が可能な材料で形成されていることを特徴とするマスクプランクである。

10

【0020】

(構成2) 前記薄膜の上層と下層との間に酸化膜を形成することを特徴とする構成1に記載のマスクプランクである。

(構成3) 前記薄膜の上層の膜厚が、3nm～12nmであり、前記下層の膜厚が、5nm～40nmであることを特徴とする構成1又は2に記載のマスクプランクである。

20

(構成4) 前記薄膜上に形成するレジスト膜の膜厚が、90nm以下であることを特徴とする構成1乃至3のいずれか一に記載のマスクプランクである。

【0021】

(構成5) 構成1乃至4のいずれかに記載のマスクプランクにおける前記薄膜の上層を、酸素を実質的に含まない塩素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工し、続いて前記薄膜の下層及び前記基板を、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工することを特徴とするインプリント用モールドの製造方法である。

30

【0022】

構成1にあるように、本発明のマスクプランクは、透光性基板上にパターンを形成するための薄膜を有するマスクプランクにおいて、該マスクプランクは、酸素を実質的に含まないエッティングガスを用いたドライエッティング処理により前記薄膜及び前記基板をエッティング加工するインプリント用モールドの作製方法に対応するドライエッティング処理用のマスクプランクであって、前記薄膜は、少なくとも上層と下層の積層膜よりなり、前記上層は、クロム(Cr)と酸素を含む材料で形成され、前記下層は、タンタル(Ta)またはその化合物を含み、且つ、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工が可能な材料で形成されていることを特徴としている。

30

【0023】

本発明のマスクプランクによれば、インプリント用モールド等の製造において微細パターンを高いパターン精度で形成することができる。また、本発明のマスクプランクを用いて上記遮光性パターンを高精度な微細パターンとすることができるため、この遮光性パターンをマスクとしてエッティングにより形成される透光性基板のパターンについても高精度の微細パターンを形成することができる。

40

【0024】

ここで、透光性基板としては、石英基板等のガラス基板が一般的である。ガラス基板は、平坦度及び平滑度に優れるため、フォトマスクを使用して半導体基板上へのパターン転写を行う場合、転写パターンの歪み等が生じないで高精度のパターン転写を行える。

【0025】

本発明のマスクプランクは、酸素を実質的に含まないエッティングガスを用いたドライエッティング処理により、少なくとも前記薄膜をパターニングするインプリント用モールド等の作製方法に対応するドライエッティング処理用のマスクプランクである。

微細なパターン、例えばハーフピッチ32nm未満のパターンを精度よく形成するために

50

は、レジストを薄膜化する、レジストパターン断面横方向のエッチング進行（レジストの後退）を抑制する、薄膜パターン断面横方向のエッチング進行（エッチングの等方性）を抑制する、といった課題があるが、薄膜パターンをウェットエッチングで形成した場合には、薄膜パターン断面横方向のエッチング進行が本質的に発生するため、微細パターンの形成には本発明のようにドライエッチングが好適である。

## 【0026】

ドライエッチングで薄膜パターンを形成する場合に、レジストを薄膜化するためには、レジストのエッチング速度を小さくする、レジストパターンをマスクとしてパターニングする薄膜のエッチング時間を短縮する、といった方法がある。

## 【0027】

インプリント用モールドのドライエッチング加工においては、エッチングガスとして、従来は塩素と酸素の混合ガスが一般的に用いられているが、本発明のマスクプランクは、酸素を実質的に含まないエッチングガスを用いたドライエッチング処理用のマスクプランクである。特に酸素を実質的に含まない塩素系ガスによるドライエッチングでは、レジストパターン断面横方向へのエッチング進行が酸素を含む塩素系ガスエッチングと比較して小さく、レジストの寸法変化を抑制することができるため、本発明においては、マスクプランクにおける前記薄膜の上層のドライエッチングとしては、酸素を実質的に含まない塩素系ガスによるドライエッチングが最も好ましい。なお、酸素を実質的に含まないとは、酸素を全く含まない場合の他、エッチング装置内で発生する酸素を含む場合であってもその含有量が5%以下であることをいうものとする。

10

20

30

## 【0028】

また、薄膜のエッチング時間を短縮するためには、パターンを形成する薄膜のドライエッチング速度を大きくする方法と、パターンを形成する薄膜の厚みを小さくする方法がある。とくに露光用マスクにおいては露光波長における遮光性を確保する観点から薄膜は一定以上の膜厚が必要となるため、薄膜の厚みを小さくするには限界がある。そこで、ドライエッチング速度の大きい材料を薄膜（パターン形成層）として選択する必要がある。本発明のマスクプランクにおいては、前記薄膜は、少なくとも上層と下層の積層膜よりなり、前記上層は、クロム（Cr）と酸素を含む材料で形成されており、酸素を実質的に含まない例えば塩素系ガスエッチングで大きなドライエッチング速度が得られ、しかも露光用マスク作製工程におけるアンモニア水や過水硫酸などを用いた洗浄に対して十分な耐性を有する。また、前記薄膜の下層においても、酸素を実質的に含まない例えば弗素系ガスエッチングで大きなドライエッチング速度が得られ、上述の洗浄に対して十分な耐性を有する材料で形成されることが望ましく、このような材料としては、タンタル（Ta）またはその化合物を含み、且つ、弗素系ガスを用いたドライエッチング処理によりエッチング加工が可能な材料が挙げられるが、本発明においては、例えばTa単体、TaとB, Ge, Nb, Si, C, Nから選ばれる少なくとも一種の元素を含む化合物が好適である。また、これらのTaまたはその化合物からなる下層は、マスク製造の際の電子線描画時にチャージアップを防止するために必要な導電性を持たせることができ、またアライメント時のコントラストを大きくとることができる。

40

## 【0029】

前記薄膜のうち、クロム（Cr）と酸素を含む材料で形成される上層は、主に遮光性を持たせ、また酸素を実質的に含まない例えば塩素系ガスエッチングで例えばハーフピッチ32nm未満の微細なラインアンドスペースパターンを形成するのに必要な膜厚となるように膜厚を最適化することが望ましい。このような観点から、本発明においては、上層の膜厚が、3~12nmの範囲であることが好適である。

また、前記薄膜のうち、Taまたはその化合物を含み、且つ、弗素系ガスを用いたドライエッチング処理によりエッチング加工が可能な材料で形成される下層は、主に導電性を持たせる観点から、本発明においては、膜厚が、5~40nmの範囲であることが好適である。

## 【0030】

50

また、薄膜パターン断面横方向のエッティングを抑制するためには、ドライエッティングの進行にイオンの衝撃が必要な材料を選択する方法と、パターン側壁に堆積物を生じるようなエッティングガスを添加する方法がある。酸素を実質的に含まない例えば塩素系ガスエッティングではレジストのエッティング速度が小さいため、薄膜パターン側壁のエッティングを抑制する堆積性ガス（たとえば炭素、シリコンの少なくとも一方と、塩素もしくはフッ素を含むガス）を用いると、追加工エッティング（オーバーエッティング）時やレジストの表面積によっては、パターン表面および側壁に除去できない異物が堆積する場合がある。そのため、酸素を実質的に含まないガスエッティングでは堆積性のガスを添加しないほうが好ましい。

#### 【0031】

上記マスクプランクにおける前記薄膜は、その上層は、クロム（Cr）と酸素を含む材料で形成され、その下層は、タンタル（Ta）またはその化合物を含み、且つ、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工が可能な材料で形成されているが、上記Taまたはその化合物を含む下層は、その上にCrと酸素を含む上層の成膜時に酸素を添加することから、表面酸化されるので、上記下層表面には酸化層が形成される。さらにレジスト塗布工程におけるペーク処理によって、下層の表面酸化が進行する。この酸化層は、酸素を実質的に含まない例えば塩素系ガスエッティングによるエッティング速度を大きく減少させるため、本発明では、Crと酸素を含む上層を、酸素を実質的に含まない例えば塩素系ガスエッティングする際のエッティングストッパーとして利用することができる。

#### 【0032】

このように、マスクプランク製造工程における例えば上記薄膜の上層成膜工程や、レジスト塗布工程によって、上記薄膜の下層表面に酸化層が形成されうるが、本発明では、薄膜の上層と下層との間に酸化膜を形成する工程を別途設けてもよい。

また、Crと酸素を含む材料で形成される薄膜の上層にはパターン検査に用いる波長の反射率を制御する目的で窒素が含まれていてもよい。

#### 【0033】

基板上にパターンを形成するための上記薄膜を形成する方法は、特に制約する必要はないが、なかでもスパッタリング成膜法が好ましく挙げられる。スパッタリング成膜法によると、均一で膜厚の一定な膜を形成することが出来るので好適である。スパッタリング成膜法によって上記薄膜の下層として例えばTaBN膜を成膜する場合、スパッタターゲットとしてTaB合金からなるターゲットを用い、チャンバー内に導入するスパッタガスは、アルゴンガスやヘリウムガス、キセノンガスなどの不活性ガスに窒素を混合したものを用いる。また、スパッタリング成膜法によって上記薄膜の上層としてクロム酸化膜を成膜する場合、スパッタターゲットとしてクロム（Cr）ターゲットを用い、チャンバー内に導入するスパッタガスは、アルゴンガスやヘリウムガスなどの不活性ガスに酸素を混合したもの用いる。

#### 【0034】

また、本発明のマスクプランクは、後述する実施の形態にあるように、上記薄膜の上に、レジスト膜を形成した形態であっても構わない。

#### 【0035】

本発明は、構成5にあるように、本発明のマスクプランクにおける前記薄膜の上層を、酸素を実質的に含まない塩素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工し、続いて前記薄膜の下層及び前記基板を、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工するインプリント用モールドの製造方法を提供する。

#### 【0036】

本発明では、たとえばインプリント用モールドの作製においては、マスクプランク上のレジストパターンをマスクとして、前記薄膜の上層を、酸素を実質的に含まない塩素系ガスを用いたドライエッティング処理によりエッティング加工し、続いて該上層のパターンをマスクとして、前記薄膜の下層及び前記基板を、弗素系ガスを用いたドライエッティング処理により一度にエッティング加工するため、マスクプランク上に形成されるレジストパターンをマスクとしたドライエッティングの対象物が前記薄膜の上層だけとなるため、レジスト膜の

10

20

30

40

50

膜厚を従来より薄くしても、レジストの膜厚不足を生じることなく、微細パターンの形成が可能となる。

本発明では、例えばハーフピッチ 32 nm 未満の微細パターンを形成する観点からは、前記薄膜上に形成するレジスト膜の膜厚を、90 nm 以下とすることが可能であり、特に 40 ~ 80 nm の範囲とすることが好適である。

#### 【発明の効果】

#### 【0037】

本発明によれば、インプリント用モールドの製造において微細パターンを高いパターン精度で形成することができるマスクプランクを提供することができる。

また、本発明によれば、このマスクプランクを用いて高精度の微細パターンが形成されたインプリント用モールドの製造方法を提供することができる。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0038】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面を参照しながら具体的に説明する。

本実施の形態は、インプリント用モールドである。図1は本実施の形態にかかるモールド製造用のマスクプランク、図2インプリント用モールドの製造工程を説明するための断面概略図である。

本実施の形態に使用するマスクプランク50は、図1に示すように、透光性基板51上に、導電性膜(下層)52と遮光性膜(上層)53の積層膜、及びレジスト膜54を順に有する構造のものである。このマスクプランク50は、以下のようにして作製される。

20

#### 【0039】

透光性基板51として合成石英基板(大きさ 152 mm × 152 mm × 厚み 6.35 mm)をスパッタリング装置に導入し、タンタル(Ta)とボロン(B)の合金(タンタル:ボロン = 80:20 原子比)からなるターゲットをアルゴンガスでスパッタリングし、10 nm の厚みのタンタル-ボロン合金からなる導電性膜52を成膜した後、大気放置は行わず、クロムターゲットをアルゴンと酸素の混合ガスでスパッタリングし、酸化クロム(クロム:酸素 = 35:65 原子比)の薄膜(遮光性膜)53を 5 nm の厚みで成膜した。こうしてタンタル-ボロン合金膜と酸化クロム膜の積層膜を形成した石英基板上に、電子線描画用のレジスト膜(日本ゼオン社製 ZEP520A)54を 50 nm の厚みに塗布し、本実施の形態に使用するマスクプランク50を得た。

30

#### 【0040】

次に、電子線描画機を用いて、上記マスクプランク50のレジスト膜54にハーフピッチ20 nm のラインアンドスペースパターンを描画した後、レジスト膜54を現像してレジストパターン54aを形成し、モールド作製用プランクを得た。

#### 【0041】

次に、レジストパターン54aを形成したモールド作製用プランクを、ドライエッチング装置に導入し、酸素を含まない塩素ガスエッチングを行うことにより、図2(a)に示すように酸化クロム膜(遮光性膜53)からなるパターンを形成した。この時のエッチング終点は、プラズマ発光をモニターすることで判別した。

40

#### 【0042】

続いて、同じドライエッチング装置内で、フッ素系(CHF<sub>3</sub>)ガスを用いたドライエッチングを行うことにより、上記レジストパターン54aおよび酸化クロム膜のパターンをマスクとして上述のタンタル-ボロン合金膜(導電性膜52)及び石英基板51を一度にエッチング加工して、図2(b)に示す石英パターン56を形成した。この時、石英パターン56の深さが 70 nm になるようエッチング時間を調整した。ここでパターンの断面形状を確認するため、上記と同様に作製した評価用のプランクを破断し、走査型電子顕微鏡によるパターン断面の観察を行ったところ、レジストパターンが消失し酸化クロムの表面が露出していた。酸化クロムの膜厚はエッチング前の 5 nm に対して、約 3 nm に減少していたが、石英パターン56の幅が、上記タンタル-ボロン合金膜と酸化クロム膜の積層膜からなるパターン55の幅とほとんど同じであること、および石英パターン56の深

50

さが均一であることを確認した。

【0043】

次に、上記石英パターン56を形成したモールド作製用プランク上にフォトレジスト（東京応化社製 iP3500）を460nmの厚さに塗布し、紫外光による露光と現像を行い、図2(c)に示す台座構造用のレジストパターン57を形成した。

【0044】

次に、上記レジストパターン57を形成したモールド作製用プランクについて、フッ化水素酸とフッ化アンモニウムの混合液(HF濃度4.6wt%、NH<sub>4</sub>F濃度36.4wt%)にてウェットエッチングを行い、さらに所定の酸洗浄によりレジストを除去することで、図2(d)に示すように深さが例えば15μm程度の台座構造58を作製した。さらに塩素ガスを用いたドライエッチングにより前記積層膜パターン55を除去し、図2(e)に示す構造のインプリント用モールドを得た。

得られたインプリント用モールドは、上記積層膜パターン55の断面形状が垂直形状となり良好であり、且つ積層膜パターン55のパターン精度も良好であったため、石英パターン56についても寸法、精度の良好なパターンが得られた。

なお、上記導電性膜52として、上記タンタル-ボロン合金の代わりに、タンタル単体、あるいはタンタル-ボロン-窒素合金を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の実施の形態1にかかるインプリント用モールド製造用マスクプランクの断面概略図である。

【図2】本発明の実施の形態1にかかるインプリント用モールドの製造工程を説明するための断面概略図である。

【符号の説明】

【0046】

50 マスクプランク

51 基板

54 レジスト膜

55 積層膜パターン

52 導電性膜

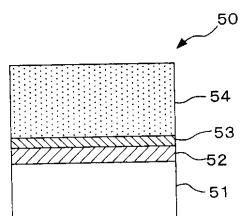
53 遮光性膜

10

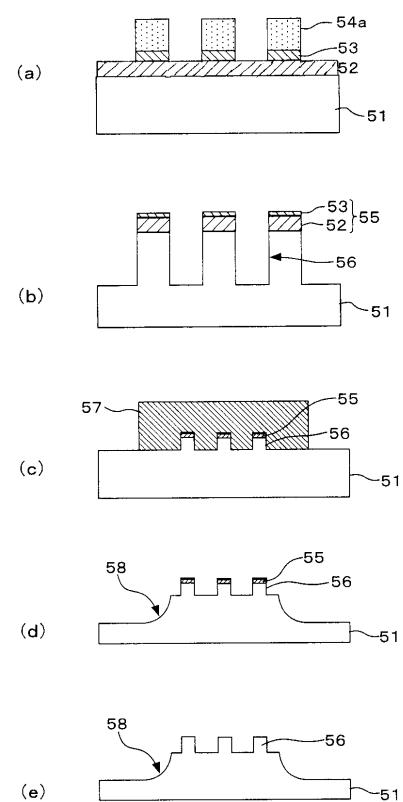
20

30

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H097 AA20

4F202 AF01 AG05 AH33 AH73 AJ02 AJ09 AR12 CA19 CB01 CD23  
CD30  
4F209 AF01 AG05 AH33 AH73 AJ02 AJ08 AJ09 PA02 PB01 PN06  
PN09 PQ11  
5F046 AA28