

(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2009-295745

(P2009-295745A)

(43) 公開日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.  
H01L 21/027 (2006.01)

F1  
H01L 21/30 570

テーマコード(参考)  
5F046

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-147121 (P2008-147121)  
(22) 出願日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(74) 代理人 100075812  
弁理士 吉武 賢次  
(74) 代理人 100082991  
弁理士 佐藤 泰和  
(74) 代理人 100096921  
弁理士 吉元 弘  
(74) 代理人 100103263  
弁理士 川崎 康  
(72) 発明者 近藤 丈博  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

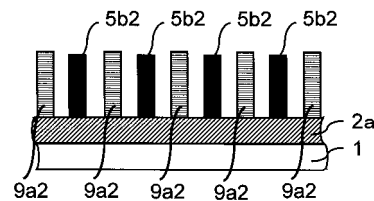
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 微細なパターンを容易に形成する方法を含む半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 第1のレジストパターンを形成し、前記第1のレジストパターンの表面部分に、レジストを現像液に対し可溶化する添加剤を含有する含有層を形成し、次いで、前記第1のレジストパターン及び基板1上に、前記添加剤を含有する可溶の樹脂膜9a2を形成し、第1のレジストパターンの表面の添加剤を、前記含有層の内側の前記第1のレジストパターンと外側の樹脂膜中との両方にそれぞれ拡散させて、第1のレジストパターンの一部分と樹脂膜の一部分とを、現像液に対して可溶にし、前記第1のレジストパターンの前記添加剤拡散部と前記樹脂膜の前記添加剤拡散部とを、現像液で現像して除去し、前記第1のレジストパターンにおける残存部分と前記樹脂膜における残存部分とにより第2のレジストパターンを形成する。

【選択図】 図1-12



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板上にレジストにより構成されるレジスト膜を設けこれに露光処理及び現像処理を施して第 1 のレジストパターンを形成し、

前記第 1 のレジストパターンの表面部分に、前記レジストを現像液に対し可溶化する添加剤を含有する含有層を形成し、

次いで、前記第 1 のレジストパターン及び前記基板上に、前記添加剤を含有することで現像液に対し可溶化する第 1 の樹脂膜を形成し、

前記第 1 のレジストパターンの表面の前記含有層中の前記添加剤を、前記含有層の内側の前記第 1 のレジストパターン中と外側の前記第 1 の樹脂膜中との両方にそれぞれ拡散させて、前記第 1 のレジストパターンの一部分と前記第 1 の樹脂膜の一部分とを、現像液に対して可溶な、第 1 のレジストパターンにおける添加剤拡散部と第 1 の樹脂膜における添加剤拡散部とし、

前記第 1 のレジストパターンの前記添加剤拡散部と前記第 1 の樹脂膜の前記添加剤拡散部とを、現像液で現像して除去し、前記第 1 のレジストパターンにおける残存部分と前記第 1 の樹脂膜における残存部分とにより第 2 のレジストパターンを形成する、

ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

**【請求項 2】**

前記レジストは化学増幅型レジストであり、前記添加剤は酸添加剤であり、前記現像液はアルカリ溶液である、ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 3】**

前記第 1 の樹脂膜を形成した後、前記添加剤を前記第 1 の樹脂膜中に拡散させる前に、前記第 1 のレジストパターン上の前記第 1 の樹脂膜を除去することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 4】**

前記第 1 の樹脂膜を除去した後、前記第 1 のレジストパターン表面の前記含有層もさらに除去して、前記第 1 のレジストパターンの上面を露呈させることを特徴とする請求項 3 記載の半導体装置の製造方法。

**【請求項 5】**

前記第 2 のレジストパターンにおいて、パターン幅としての前記第 1 のレジストパターンにおける残存部分の幅と前記第 1 の樹脂膜における残存部分の幅と、前記第 2 のレジストパターンにおける開口幅としての前記第 1 のレジストパターンにおける残存部分と前記第 1 の樹脂膜における残存部分との間隔幅とが、同じとなるように、前記第 1 のレジストパターンの開口幅と、前記第 1 のレジストパターン中と前記第 1 の樹脂膜中とへの添加剤の拡散長との、少なくとも一方を調整することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の 1 つに記載の半導体装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体装置の製造方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

半導体装置の微細化の要求に対して、フォトリソグラフィー工程においては露光波長の短波長化と露光レンズの高 NA 化という手法等により、現在まで対応してきた。しかしながら、急速な半導体装置の更なる微細化の要求に、従来までの露光波長の短波長化と露光レンズの高 NA 化というこれらの手法等では対応することが、難しくなっている。

**【0003】**

そこで、ダブルパターンニングという技術が提案されている。この技術は簡単には多重露光を応用した技術である。例えば、レジスト膜に荒いパターンのマスクで 1 回露光した後、マスクをずらして再度露光し、その後現像する技術である。

10

20

30

40

50

## 【0004】

しかしながら、この技術では、多重露光をする際の露光装置のアライメント精度が厳しく要求され、実現が実際上難しかった。

## 【0005】

また、シリコン酸化膜の微細パターンを形成する方法が提案されている（特許文献1参照）。

## 【0006】

この方法は次のようなものである。

## 【0007】

まず、レジストパターンを粗いピッチで被処理基板上に形成する。このレジストパターンには、それ自体に、所期のピッチに対応する幅を持たせている。

## 【0008】

次いで、少なくとも前記レジストパターンを覆うようにシリコン酸化膜を形成する。

## 【0009】

さらに、前記シリコン酸化膜をエッチングして、前記シリコン酸化膜を前記レジストパターンの両側にのみ残存させ、隣り合うレジストパターンの両側のシリコン酸化膜同士の間には前記所期のピッチの隙間ができるようにする。

## 【0010】

次いで、シリコン酸化膜に両側を挟まれた前記レジストパターンを選択的に除去し、両側のシリコン酸化膜を残存させる。これにより、残存するシリコン酸化膜は、前記所期のピッチの間隔で並ぶこととなる。つまり、当初のレジストパターンの粗いピッチの間隔の半分のピッチの間隔の微細なパターンが、シリコン酸化膜で形成される。

【特許文献1】特開平3-270227号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

しかし、上記の方法では、多重露光をする際の露光装置のアライメント精度が厳しく要求されたり、シリコン酸化膜を積層しエッチングする等の多くの工程を必要とするため、寸法バラツキが多く、また、歩留まりが低下するといった問題点があった。

## 【0012】

本発明は、上述の課題を鑑みてなされたものであり、微細なパターンを容易に形成する方法を含む半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

本発明の一態様にかかる半導体装置の製造方法は、基板上にレジストにより構成されるレジスト膜を設けこれに露光処理及び現像処理を施して第1のレジストパターンを形成し、前記第1のパターンの表面部分に、前記レジストを現像液に対し可溶化する添加剤を含有する含有層を形成し、次いで、前記第1のレジストパターン及び前記基板上に、前記添加剤を含有することで現像液に対し可溶化する第1の樹脂膜を形成し、前記第1のレジストパターンの表面の前記含有層中の前記添加剤を、前記含有層の内側の前記第1のレジストパターン中と外側の前記第1の樹脂膜中との両方にそれぞれ拡散させて、前記第1のレジストパターンの一部分と前記第1の樹脂膜の一部分とを、現像液に対して可溶な、第1のレジストパターンにおける添加剤拡散部と第1の樹脂膜における添加剤拡散部とにそれぞれなし、前記第1のレジストパターンの前記添加剤拡散部と前記第1の樹脂膜の前記添加剤拡散部とを、現像液で現像して除去し、前記第1のレジストパターンにおける残存部分と前記第1の樹脂膜における残存部分とにより第2のレジストパターンを形成することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明によれば、1回の露光でパターンを形成することから、露光装置の高いアライメ

10

20

30

40

50

ント精度の確保を必要とせず、容易に微細なパターンを得ることができる。さらに、工程数を削減することで、寸法バラツキの低減と歩留まり向上の効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明は、下記実施形態に限定されるものではない。

【0016】

### 第1の実施形態

図1-1から図1-12は、本発明の第1の実施形態のパターンの形成方法を示す概略的工程断面図である。

【0017】

図1-1から図1-12を用いて以下に本発明の第1の実施形態のパターンの形成方法を説明する。

【0018】

(レジストパターンの形成)

被処理体としての基板1上に、ArF有機反射防止膜(商品名:ARC29A;日産化学社製)をスピンコートにより塗布し、温度215、1分間の条件でベークし、膜厚80nmのArF有機反射防止膜2aを形成する(図1-1参照)。

【0019】

その後、前記ArF有機反射防止膜2a上に、酸添加剤存在下でアルカリ現像液に対して可溶化する性質を有するArFポジレジストをスピンコートにより塗布する。さらに、温度130、1分間の条件でベークし、前記ArF有機反射防止膜2a上に、膜厚150nmのArFポジレジスト膜5aを形成する(図1-2参照)。

【0020】

その後、前記ArFポジレジスト膜5aに、ArFエキシマレーザー露光装置にて、 $NA = 0.85$  2/3輪帯照明の条件で、透過率6%のハーフトーンマスク4を用いて露光する(図1-3参照)。

【0021】

次に、前記ハーフトーンマスク4を取り除き、温度100、1分間の条件で、ベークする(図1-4参照)。

【0022】

次に、2.38重量%のテトラメチルアンモニウムヒドロオキシド(TMAH)水溶液で現像し、110nmの1:1 L/SのArFポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5bを形成する(図1-5参照)。

【0023】

(添加剤の付加)

前記ArFポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5bを覆うように、前記ArF有機反射防止膜2aの表面全体に、酸添加剤を含有した水溶性樹脂材料を塗布し、温度100、1分間の条件で、ベークを行い、水溶性樹脂膜(第2の樹脂膜)6aを形成する(図1-6参照)。

【0024】

この際、前記ArFポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5bと、前記水溶性樹脂膜6aと、の界面でミキシング反応が起こり、酸添加剤を含む含有層6Mが形成される(図1-7参照)。

【0025】

次に、前記水溶性樹脂膜(第2の樹脂膜)6aの前記ArFポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5bとの未反応部分を水洗により除去し、前記ArFポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5bの表面に、前記含有層6Mを残存させる(図1-8参照)。その結果、前記ArFポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5bの表面に、前記酸添加剤が偏在することとなる。

【0026】

10

20

30

40

50

(酸添加剤の拡散)

次に、アルコール溶剤中に酸添加剤存在下でアルカリ現像液に対して可溶化する樹脂を含んだ材料を、前記A r Fポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5 bに塗布する。前記樹脂は、光酸発生剤を含まない化学増幅型レジストである。前記アルコール溶剤は、前記レジストを溶解させない溶媒から適宜選択すればよい。例えば、前記アルコール溶剤は、特開2007-322507号公報に記載されている液浸保護膜用溶剤のような、アルコール類を用いることが好ましい。1価アルコール類を用いることが更に好ましく、炭素数が1から10の1価アルコール類を用いることが特に好ましい。

【0027】

これにより、前記材料が、図1-9からわかるように、少なくとも前記A r Fポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5 b間に十分に埋められる。この材料に対して、100、1分間の条件で、ベークを行い、酸添加剤存在下でアルカリ現像液に対して可溶化する樹脂膜(第1の樹脂膜)9 aを、形成する(図1-9参照)。なお、この工程は省略可能である。

【0028】

次に、120、2分間の条件でベークを行い、前記含有層6 Mに偏在していた前記酸添加剤を、前記含有層6 Mから図中両側に拡散させる(図1-10参照)。即ち、前記酸添加剤は、前記樹脂膜(第1の樹脂膜)9 a中と、前記A r Fポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5 bの中と、の両方向に拡散する(図1-10参照)。

【0029】

この拡散により前記酸添加剤を含むようになった、前記A r Fポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5 bの一部5 b 1と、前記樹脂膜(第1の樹脂膜)9 aの一部9 a 1と、が、アルカリ現像液に対して可溶化する性質を有することとなる(図1-11 A、図1-11 B参照)。

【0030】

(第2のパターンの形成工程)

次に、アルカリ現像液により現像処理を行うと、前記酸添加剤を含むようになった、前記A r Fポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5 bの一部5 b 1と、酸添加剤存在下でアルカリ現像液に対して可溶化する樹脂膜(第1の樹脂膜)9 aの一部9 a 1が、溶解する(図1-11 A、図1-11 B、図1-12参照)。

【0031】

つまり、図1-12に示されるように、本現像処理により、前記酸添加剤を含有しないために、アルカリ現像液に溶解しない、前記樹脂膜9 aの一部である樹脂膜(第1の樹脂膜)9 a 2と、前記各A r Fポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5 bの一部5 b 2と、が、残存し、図1-12に示される微細なレジストパターン(第2のレジストパターン)が得られる。つまり、微細なレジストパターン(第2のレジストパターン)は、残存する前記樹脂膜(第1の樹脂膜)9 a 2と、前記各A r Fポジレジストパターン(第1のレジストパターン)5 bの一部5 b 2と、が交互に並んだものとして得られる。この微細なレジストパターン(第2のレジストパターン)は、初めに得られたレジストパターン5 bの倍ピッチのパターン(55nm 1:1 L/Sパターン)として得られる(図1-12参照)。

【0032】

第2の実施形態

以下に、本発明の第2の実施形態を説明する。

【0033】

第2の実施形態が第1の実施形態と相違する点は、樹脂膜(第1の樹脂膜)9 aをCMP(Chemical Mechanical Polish)法により平坦化する(図2-9、図2-10参照)ようにした点にある。これ以外の点は、第1の実施形態と実質的に同一である。

【0034】

この第2の実施形態でこのようにしたのは以下の理由による。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

即ち、図 2 - 9 に示されるように、前記樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a は、前記 A r F ポジレジストパターン（第 1 のレジストパターン）5 bの上では、盛り上がる形状をとる傾向にある。そのような場合には、前記樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a の盛り上がった上部には、前記酸添加剤が十分に拡散しない（図 2 - 1 1 参照）。この前記酸添加剤が十分に拡散しない上部は、この後に行う現像処理工程での溶解が不十分となる。そのため、最終的に、所望の形状を有する微細なレジストパターンが得られないことにもなりかねない（図 2 - 1 3 参照）。このような問題を解消するために、第 2 の実施形態では前記樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a の上部を C M P 法により研磨除去している。

## 【 0 0 3 6 】

図 2 - 1 から図 2 - 1 3 を用いて以下に本発明の第 2 の実施形態を説明する。

## 【 0 0 3 7 】

第 2 の実施形態における図 2 - 1 から図 2 - 8 に示した工程は、前記第 1 の実施形態の図 1 - 1 から図 1 - 8 の工程と同様である。また、第 2 の実施形態における図 2 - 1 1 から図 2 - 1 3 に示される工程も、第 1 の実施形態の図 1 - 1 0 から図 1 - 1 2 を参照して説明した工程と同様である。よって、第 2 の実施形態では、これらと同様な工程以外の工程について説明する。本第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と同一要素に同一の符号を付している。

## 【 0 0 3 8 】

先ず、図 2 - 8 に示すように、表面に含有層 6 M の形成された A r F ポジレジストパターン（第 1 のレジストパターン）5 b が得られる。この後、図 2 - 9 に示すように、樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a が、前記 A r F ポジレジストパターン（第 1 のレジストパターン）5 b 及び前記含有層 6 M の上にある前記樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a の部分が盛り上がった形状に形成される。次いで、前記樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a の上面を C M P 法により研磨し、前記 A r F ポジレジストパターン（第 1 のレジストパターン）5 b 上に位置する前記樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a 及び前記含有層 6 M を共に除去する（図 2 - 1 0 参照）。なお、この研磨除去工程においては、前記 A r F ポジレジストパターン（第 1 のレジストパターン）5 b 上に位置する前記樹脂膜（第 1 の樹脂膜）9 a のみを研磨除去し、前記 A r F ポジレジストパターン（第 1 のレジストパターン）5 b 上（表面）の前記含有層 6 M を残存させてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

この後は図 2 - 1 1 に示される工程を経て、最終的に図 2 - 1 3 に示されるパターンが得られる。つまり、この図 2 - 1 3 に示されるように、本発明の第 2 の実施形態においても、前記第 1 の実施形態と同様に、微細なレジストパターン（第 2 のレジストパターン）が得られる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 4 0 】

【 図 1 - 1 】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 1 ）。

【 図 1 - 2 】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 2 ）。

【 図 1 - 3 】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 3 ）。

【 図 1 - 4 】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 4 ）。

【 図 1 - 5 】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 5 ）。

【 図 1 - 6 】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 6 ）。

【 図 1 - 7 】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程

10

20

30

40

50

断面図（その 7）。

【図 1 - 8】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 8）。

【図 1 - 9】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 9）。

【図 1 - 10】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 10）。

【図 1 - 11 A】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 11）。

【図 1 - 11 B】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 11）の部分拡大図。

【図 1 - 12】本発明の第 1 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 12）。

【図 2 - 1】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 1）。

【図 2 - 2】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 2）。

【図 2 - 3】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 3）。

【図 2 - 4】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 4）。

【図 2 - 5】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 5）。

【図 2 - 6】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 6）。

【図 2 - 7】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 7）。

【図 2 - 8】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 8）。

【図 2 - 9】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 9）。

【図 2 - 10】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 10）。

【図 2 - 11】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 11）。

【図 2 - 12 A】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 12）。

【図 2 - 12 B】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 12）の部分拡大図。

【図 2 - 13】本発明の第 2 の実施形態のパターンの形成方法を説明するための概略的工程断面図（その 13）。

【符号の説明】

【0041】

1 基板

2 a ArF 反射防止膜

4 ハーフトーンマスク

5 a ArF ポジレジスト膜

5 b ArF ポジレジストパターン（第 1 のレジストパターン）

5 b 1 酸添加剤を含む ArF ポジレジストパターン

5 b 2 酸添加剤を含まない ArF ポジレジストパターン

10

20

30

40

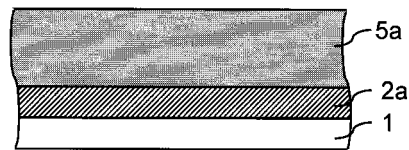
50

- 6 a 水溶性樹脂膜 (第2の樹脂膜)
- 9 a 樹脂膜 (第1の樹脂膜)
- 9 a 1 酸添加剤を含む樹脂膜
- 9 a 2 酸添加剤を含む樹脂膜
- 10 a 微細なレジストパターン (第2のレジストパターン)
- 6 M 含有層

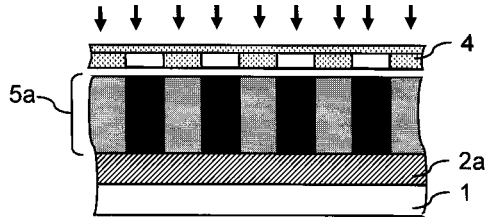
【図1-1】



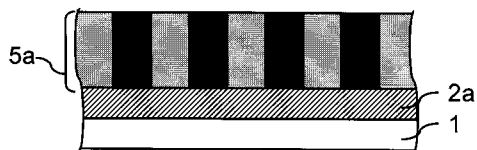
【図1-2】



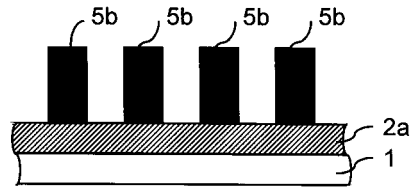
【図1-3】



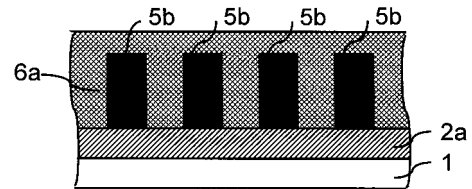
【図1-4】



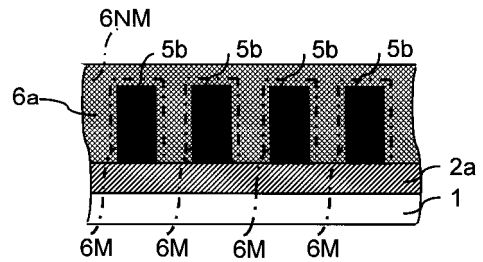
【図1-5】



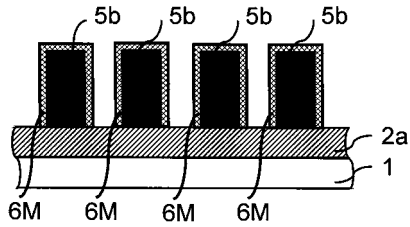
【図1-6】



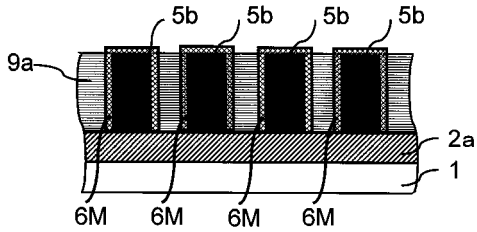
【図1-7】



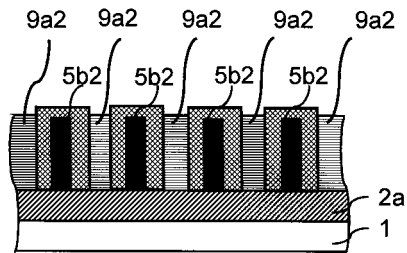
【 図 1 - 8 】



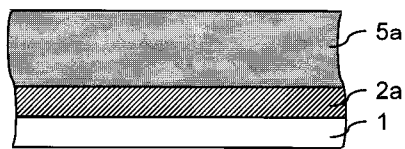
【 図 1 - 9 】



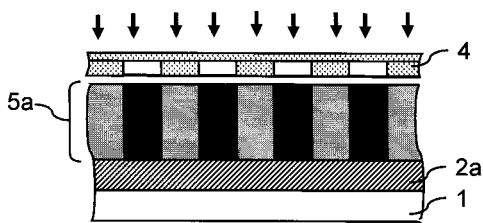
【 図 1 - 1 1 A 】



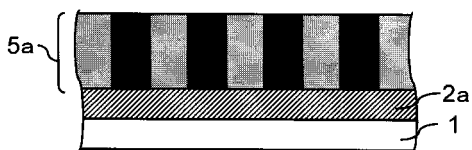
【 図 2 - 2 】



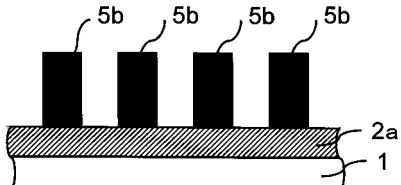
【 図 2 - 3 】



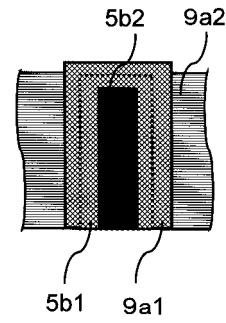
【 図 2 - 4 】



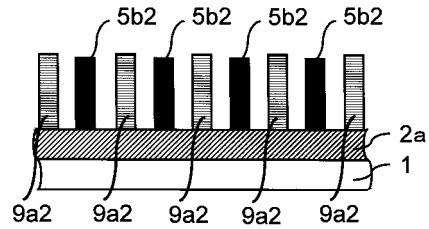
【 図 2 - 5 】



【 図 1 - 1 1 B 】



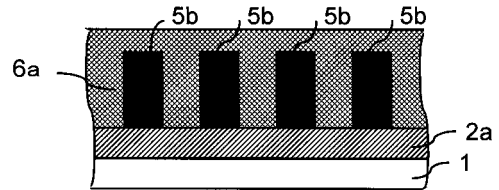
【 図 1 - 1 2 】



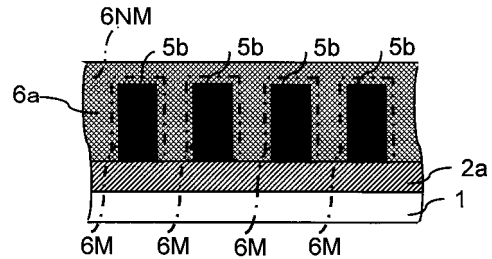
【 図 2 - 1 】



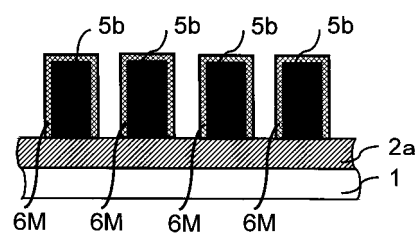
【 図 2 - 6 】



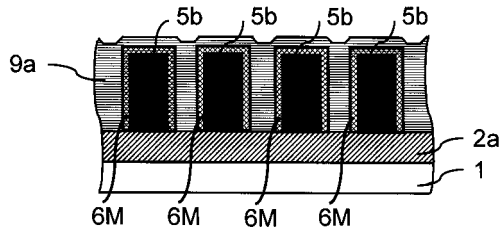
【 図 2 - 7 】



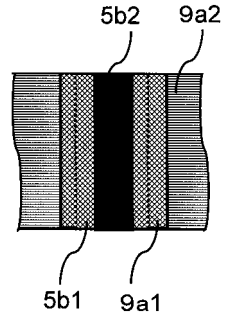
【 図 2 - 8 】



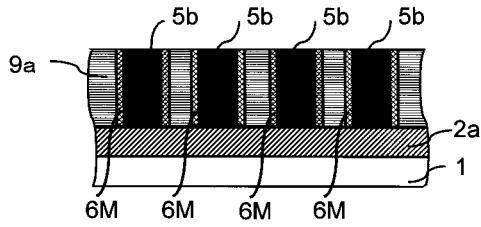
【 図 2 - 9 】



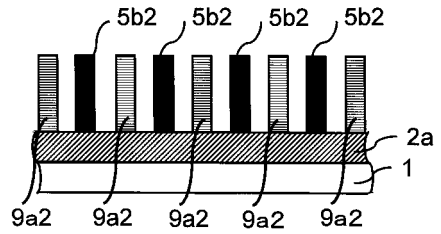
【 図 2 - 1 2 B 】



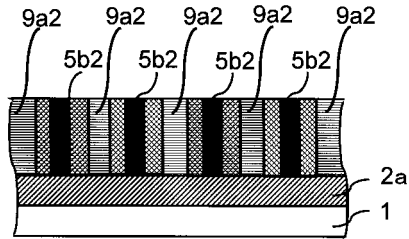
【 図 2 - 1 0 】



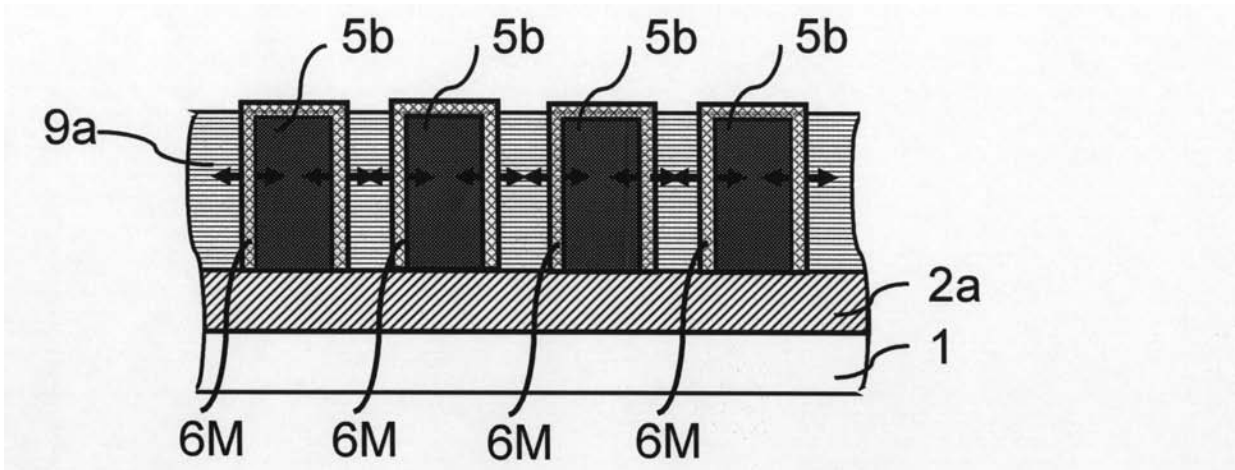
【 図 2 - 1 3 】



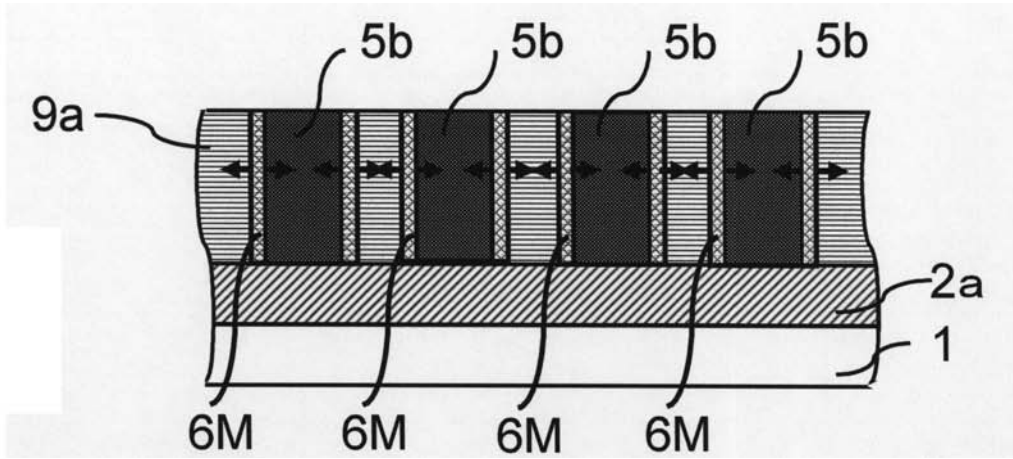
【 図 2 - 1 2 A 】



【 図 1 - 1 0 】



【図 2 - 1 1】



フロントページの続き

(72)発明者 塩原英志

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5F046 LA18