

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7688816号  
(P7688816)

(45)発行日 令和7年6月5日(2025.6.5)

(24)登録日 令和7年5月28日(2025.5.28)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 21/312 (2006.01)	H 0 1 L 21/312 D
H 0 1 L 21/306 (2006.01)	H 0 1 L 21/306 D

請求項の数 21 (全36頁)

(21)出願番号	特願2023-513933(P2023-513933)	(73)特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(86)(22)出願日	令和3年7月8日(2021.7.8)	(74)代理人	110004381 弁理士法人I T O H
(65)公表番号	特表2023-539512(P2023-539512 A)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(43)公表日	令和5年9月14日(2023.9.14)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(86)国際出願番号	PCT/US2021/040788	(72)発明者	フルフォード, ダニエル アメリカ合衆国 ニューヨーク州, オー ルバニー, フラー ロード 2 5 5 , スイ ート 2 1 4 , ナノファブ 3 0 0 サウス
(87)国際公開番号	WO2022/051025	(72)発明者	マーフィー, マイケル アメリカ合衆国 ニューヨーク州, オー
(87)国際公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)		
審査請求日	令和6年3月15日(2024.3.15)		
(31)優先権主張番号	63/073,047		
(32)優先日	令和2年9月1日(2020.9.1)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	17/125,609		
(32)優先日	令和2年12月17日(2020.12.17)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体膜厚を制御する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板を処理するための方法であって、当該方法は、  
凹部を定める微細加工構造を有する基板を受容するステップと、  
前記基板上に樹脂膜を堆積させるステップであって、前記樹脂膜は、前記凹部を充填し、前記微細加工構造を被覆し、前記樹脂膜は、最初に第1の溶媒による現像に対して耐性を示す、ステップと、  
前記基板上に第1のオーバコート膜を堆積させるステップであって、前記第1のオーバコート膜は、化学線に反応して第1の溶解度変更剤を発生させる第1の薬剤発生成分を含む、ステップと、  
前記第1のオーバコート膜内で前記第1の溶解度変更剤を発生させるのに十分な第1の化学線に、前記第1のオーバコート膜を暴露するステップと、  
前記第1の溶解度変更剤を前記樹脂膜内の第1の所定の深さまで拡散させるステップであって、前記樹脂膜の第1の部分は、前記第1の溶媒に対して溶解可能になる、ステップと、  
前記第1の溶媒を用いて、前記第1のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第1の部分を現像するステップと、  
前記基板上に第2のオーバコート膜を堆積させるステップであって、前記第2のオーバコート膜は、化学線に反応して前記第1の溶解度変更剤を発生させる前記第1の薬剤発生成分を含む、ステップと、

前記第 2 のオーバコート膜内で前記第 1 の溶解度変更剤を発生させるのに十分な第 2 の化学線に、前記第 2 のオーバコート膜を暴露するステップと、

前記第 1 の溶解度変更剤を前記樹脂膜内の第 2 の所定の深さまで拡散させるステップであって、前記樹脂膜の第 2 の部分は、前記第 1 の溶媒に対して溶解可能になる、ステップと、

前記第 1 の溶媒を用いて、前記第 2 のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第 2 の部分を現像するステップであって、前記樹脂膜は、前記凹部のそれぞれの第 1 の結合された深さまで埋め込まれる、ステップと、

を有する、方法。

【請求項 2】

前記第 1 の溶解度変更剤を前記樹脂膜内の前記第 1 の所定の深さまで拡散させるステップは、前記基板を加熱するステップを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の溶解度変更剤を前記樹脂膜内の第 2 の所定の深さまで拡散させるステップであって、前記樹脂膜の第 2 の部分は、前記第 1 の溶媒に対して溶解可能になる、ステップは、

前記第 1 の溶解度変更剤を前記凹部の第 1 の凹部内の第 1 の深さまで拡散させるステップと、

前記第 1 の溶解度変更剤を前記凹部の第 2 の凹部内の第 2 の深さまで拡散させるステップであって、前記第 1 の深さは、前記第 2 の深さよりも大きい、ステップと、

前記第 1 の溶媒を用いて、前記樹脂膜の前記第 2 の部分を現像するステップであって、前記樹脂膜は、前記第 1 の凹部における第 1 の結合された深さが前記第 2 の凹部における前記第 1 の結合された深さよりも深くなるように埋め込まれる、ステップと、

を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の薬剤発生成分は、光酸発生剤を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記十分な第 1 の化学線及び前記十分な第 2 の化学線は、実質的に等しい特性を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

さらに、

前記基板上に第 3 のオーバコート膜を堆積させるステップであって、前記第 3 のオーバコート膜は、前記基板を加熱するステップに反応して、第 2 の溶解度変更剤を発生させる第 2 の薬剤発生成分を含む、ステップと、

前記基板を十分に加熱して、前記第 3 のオーバコート膜内に前記第 2 の溶解度変更剤を発生させ、前記第 2 の溶解度変更剤を前記樹脂膜内の第 3 の所定の深さまで拡散させるステップであって、前記樹脂膜の第 3 の部分は、前記第 1 の溶媒に対して溶解可能になる、ステップと、

前記第 1 の溶媒を用いて前記樹脂膜の前記第 3 の部分を現像するステップであって、前記樹脂膜は、前記凹部のそれぞれの第 2 の結合された深さまで埋め込まれる、ステップと、

【請求項 7】

前記第 1 の溶媒を用いて、前記第 1 のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第 1 の部分を現像するステップは、前記第 1 のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第 1 の部分を除去し、

前記第 1 の溶媒を用いて、前記第 2 のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第 2 の部分を現像するステップは、前記第 2 のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第 2 の部分を除去する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

半導体基板を処理するための方法であって、当該方法は、

10

20

30

40

50

凹部を定める微細加工構造を有する基板を受容するステップと、  
前記基板上に樹脂膜を堆積させるステップであって、前記樹脂膜は、前記凹部を充填し、前記微細加工構造を被覆し、前記樹脂膜は、最初に第 1 の溶媒による現像に対して耐性を示す、ステップと、

前記基板上に第 1 のオーバーコート膜を堆積させるステップであって、前記第 1 のオーバーコート膜は、化学線に反応して第 1 の溶解度変更剤を発生させる第 1 の薬剤発生成分を含む、ステップと、

前記第 1 のオーバーコート膜内で前記第 1 の溶解度変更剤を発生させるのに十分な化学線に、前記第 1 のオーバーコート膜を暴露するステップと、

前記第 1 の溶解度変更剤を前記樹脂膜内の第 1 の所定の深さまで拡散させるステップであって、前記樹脂膜の第 1 の部分は、前記第 1 の溶媒に対して溶解可能になる、ステップと、

10

前記第 1 の溶媒を用いて前記樹脂膜の前記第 1 の部分を現像するステップと、

前記基板上に第 2 のオーバーコート膜を堆積させるステップであって、前記第 2 のオーバーコート膜は、前記基板を加熱するステップに反応して、第 2 の溶解度変更剤を発生させる第 2 の薬剤発生成分を含む、ステップと、

前記基板を十分にベークして、前記第 2 のオーバーコート膜内に前記第 2 の溶解度変更剤を発生させ、前記第 2 の溶解度変更剤を前記樹脂膜内の第 2 の所定の深さまで拡散させるステップであって、前記樹脂膜の第 2 の部分は、前記第 1 の溶媒に対して溶解可能となる、ステップと、

20

前記第 1 の溶媒を用いて、前記樹脂膜の前記第 2 の部分を現像するステップであって、前記樹脂膜は、前記凹部のそれぞれの結合された深さまで埋め込まれる、ステップと、  
を有する、方法。

#### 【請求項 9】

さらに、前記樹脂膜が前記凹部においてそれぞれの所定の厚さとなるまで、前記樹脂膜の追加部分を周期的に除去するステップを有する、請求項 8 に記載の方法。

#### 【請求項 10】

前記基板上の前記樹脂膜の堆積前の前記凹部の少なくとも 1 つの深さは、前記凹部の少なくとも 1 つの幅の少なくとも 5 倍である、請求項 8 に記載の方法。

#### 【請求項 11】

前記第 1 の薬剤発生成分は、光酸発生剤を含み、

前記第 2 の薬剤発生成分は、熱酸発生剤を含む、請求項 8 に記載の方法。

30

#### 【請求項 12】

前記第 1 の溶媒を用いて、前記第 1 のオーバーコート膜及び前記樹脂膜の前記第 1 の部分を現像するステップは、前記第 1 のオーバーコート膜及び前記樹脂膜の前記第 1 の部分を除去し、

前記第 1 の溶媒を用いて、前記第 2 のオーバーコート膜及び前記樹脂膜の前記第 2 の部分を現像するステップは、前記第 2 のオーバーコート膜及び前記樹脂膜の前記第 2 の部分を除去する、請求項 8 に記載の方法。

#### 【請求項 13】

半導体基板を処理するための方法であって、当該方法は、

基板上に樹脂膜を堆積させるステップであって、前記基板は、凹部を定める微細加工構造を有し、前記樹脂膜は、前記凹部を充填し、前記微細加工構造を被覆する、ステップと、

光酸発生剤 ( P A G ) 系のプロセスを用いて、前記樹脂膜の局所的な除去を実施するステップであって、前記凹部のそれぞれの第 1 の深さまで前記樹脂膜が除去され、前記それぞれの第 1 の深さの少なくとも 2 つの深さは、異なる深さである、ステップと、

熱酸発生剤 ( T A G ) 系のプロセスを用いて、所定の条件が満たされるまで、前記樹脂膜の残りの部分の均一な除去を繰り返し実施するステップであって、前記凹部内の前記樹脂膜の実質的に均一な深さが除去される、ステップと、

を有する、方法。

40

50

**【請求項 14】**

前記 P A G 系のプロセスは、

前記基板上に第 1 のオーバコート膜を堆積させるステップであって、前記第 1 のオーバコート膜は、P A G を含む、ステップと、

前記第 1 のオーバコート膜を第 1 のパターンの放射線に暴露するステップであって、前記第 1 のパターンの放射線に従って、前記 P A G は、前記第 1 のオーバコート膜内に第 1 の酸を発生する、ステップと、

前記基板を十分に加熱して、前記凹部の前記それぞれの第 1 の深さまで、前記第 1 の酸を前記樹脂膜内に拡散させるステップであって、前記樹脂膜の第 1 の部分は、第 1 の溶媒に対して溶解可能になり、前記第 1 の部分は、前記凹部の前記それぞれの第 1 の深さまで延在する、ステップと、

前記第 1 の溶媒を用いて、前記第 1 のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第 1 の部分を現像するステップであって、前記凹部の前記それぞれの第 1 の深さまで、前記樹脂膜が除去される、ステップと、

を有する、請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 15】**

前記 T A G 系のプロセスは、

前記基板上に第 2 のオーバコート膜を堆積させるステップであって、前記第 2 のオーバコート膜は、T A G を含む、ステップと、

前記基板を十分に加熱して、前記 T A G により、前記第 2 のオーバコート膜内に第 2 の酸を発生させるステップであって、前記第 2 の酸は、前記樹脂膜の残りの部分の第 2 の深さまで拡散し、前記樹脂膜の第 2 の部分は、第 2 の溶媒に対して溶解可能になる、ステップと、

第 2 の溶媒を用いて、前記第 2 のオーバコート膜及び前記樹脂膜の前記第 2 の部分を現像するステップであって、前記樹脂膜は、前記微細加工構造により定められた前記凹部の所定の深さまで埋め込まれる、ステップと、

を有する、請求項 14 に記載の方法。

**【請求項 16】**

前記第 1 の溶媒及び前記第 2 の溶媒は、同じ種類の溶媒である、請求項 15 に記載の方法。

**【請求項 17】**

前記 P A G 系のプロセスを用いて、前記樹脂膜の局所的な除去を実施するステップであって、前記凹部のそれぞれの第 1 の深さまで前記樹脂膜が除去される、ステップは、前記 P A G 系のプロセスを少なくとも 2 回繰り返すステップを有する、請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 18】**

前記所定の条件を満たすステップは、前記 T A G 系のプロセスを所定の回数繰り返すステップを有する、請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 19】**

前記 T A G 系のプロセスを用いて、前記所定の条件が満たされるまで、前記樹脂膜の前記残りの部分の前記均一な除去を繰り返し実施するステップは、前記 T A G 系のプロセスを 1 回実施するステップを有する、請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 20】**

前記所定の条件を満たすステップは、前記凹部のそれぞれの所定の深さまで前記樹脂膜を除去し、それぞれの所定の高さに対応する前記凹部内のそれぞれの高さの樹脂膜を残すステップを含む、請求項 13 に記載の方法。

**【請求項 21】**

前記 T A G 系のプロセスの最初の実施の際のオーバコート膜内の T A G の濃度は、前記 T A G 系のプロセスの後続の実施の際の濃度とは異なる、請求項 13 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】**

10

20

30

40

50

## 【技術分野】

## 【0001】

## 関連出願の相互参照

本出願は、参照により本明細書に組み込まれる、2020年9月1日に出願された米国仮特許出願第63/073,047号、及び2020年12月17日に出願された米国非仮特許出願第17/125,609号の利益を主張する。

## 【0002】

本開示は、概して半導体製造に関し、ある実施形態では、半導体膜厚を制御する方法に関する。

## 【背景技術】

10

## 【0003】

電気回路を構築することは、パターン形成、エッチング、及び充填プロセスと同様に、様々なフィーチャ又は構造にわたって多数の層状の材料を堆積させることを伴う。次世代トランジスタのための設計革新が、より小型寸法及び垂直アーキテクチャへと移行するにつれて、ダイ内で且つウェハにわたって膜厚を精密に制御する技術に対する要求が増大している。エッチングプロセスは、終点のない膜の一部を除去するために時間調整され得るが、そのようなプロセスは、位置制御が不十分で、且つ変動性が高い。

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

20

ある実施形態では、半導体基板を処理するための方法は、凹部を画成する微細加工構造を有する基板を受け入れることと、基板上に樹脂膜を堆積させることと、を含む。樹脂膜は、凹部を充填し、微細加工構造を覆い、最初は溶媒による現像に耐性を示す。方法は、基板上に第1のオーバコート膜を堆積させることを含む。第1のオーバコート膜は、化学線に反応して第1の溶解性変更剤を発生させる第1の薬剤発生成分を含む。方法は、第1のオーバコート膜内で第1の溶解性変更剤を発生させるのに十分な第1の化学線に第1のオーバコート膜を暴露することを含む。方法は、第1の溶解性変更剤を樹脂膜内の第1の所定の深さまで拡散して、樹脂膜の第1の部分を第1の溶媒に溶解可能にすることと、第1の溶媒を用いて第1のオーバコート膜及び樹脂膜の第1の部分を現像することと、を含む。方法は、基板上に第2のオーバコート膜を堆積させることを含む。第2のオーバコート膜は、化学線に反応して第1の溶解性変更剤を発生させる第1の薬剤発生成分を含む。方法は、第2のオーバコート膜内で第1の溶解性変更剤を発生させるのに十分な第2の化学線に第2のオーバコート膜を暴露することを含む。方法は、第1の溶解性変更剤を樹脂膜内の第2の所定の深さまで拡散して、樹脂膜の第2の部分を第1の溶媒に溶解可能にすることと、第1の溶媒を用いて第2のオーバコート膜及び樹脂膜の第2の部分を現像して、樹脂膜が凹部のそれぞれの第1の結合された深さまで埋め込まれている結果となることと、を含む。

30

## 【0005】

ある実施形態では、半導体基板を処理するための方法は、凹部を画成する微細加工構造を有する基板を受け入れることと、基板上に樹脂膜を堆積させることと、を含む。樹脂膜は、凹部を充填し、微細加工構造を覆い、最初は第1の溶媒による現像に耐性を示す。方法は、基板上に第1のオーバコート膜を堆積させることを含む。第1のオーバコート膜は、化学線に反応して第1の溶解性変更剤を発生させる第1の薬剤発生成分を含む。方法は、第1のオーバコート膜内で第1の溶解性変更剤を発生させるのに十分な化学線に第1のオーバコート膜を暴露することを含む。方法は、第1の溶解性変更剤を樹脂膜内の第1の所定の深さまで拡散して、樹脂膜の第1の部分を第1の溶媒に溶解可能にすることと、第1の溶媒を用いて樹脂膜の第1の部分を現像することと、を含む。方法は、基板上に第2のオーバコート膜を堆積させることを含む。第2のオーバコート膜は、基板の加熱に反応して第2の溶解性変更剤を発生させる第2の薬剤発生成分を含む。方法は、基板を十分ベークして、第2のオーバコート膜内で第2の溶解性変更剤を発生させ、第2の溶解性変更

40

50

剤を樹脂膜内の第2の所定の深さまで拡散して、樹脂膜の第2の部分を第1の溶媒に溶解可能にすることを含む。方法は、第1の溶媒を用いて樹脂膜の第2の部分を現像して、樹脂膜が凹部のそれぞれの結合された深さまで埋め込まれている結果となることを含む。

【0006】

ある実施形態では、半導体基板を処理するための方法は、凹部を画成する微細加工構造を有する基板上に樹脂膜を堆積させることを含む。樹脂膜は、凹部を充填し、微細加工構造を覆う。方法は、光酸発生剤(PAG)ベースプロセスを用いて、樹脂膜の局所除去を実行して、凹部のそれぞれの第1の深さまで樹脂膜を除去することであって、それぞれの第1の深さの少なくとも2つの深さが、異なる深さである、除去することを含む。方法は、熱酸発生剤(TAG)ベースプロセスを用いて、所定の条件が満たされるまで、樹脂膜の残りの部分の均一除去を繰り返し実行して、凹部内の実質的に均一の深さの樹脂膜を除去することを含む。

10

【0007】

本開示及びその利点についてより完全に理解するために、添付図面と併せて行われる以下の説明に対してここで参照が行われる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1A】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図1B】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

20

【図1C】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図1D】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図1E】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図1F】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図1G】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

30

【図1H】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図1I】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図1J】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての半導体基板の断面図及び平面図を示す。

【図2A】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

【図2B】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

40

【図2C】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

【図2D】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

【図2E】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

【図2F】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

【図2G】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及

50

び平面図を示す。

【図 2 H】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

【図 2 I】基板を処理するための例としてのプロセスの間の、例としての基板の断面図及び平面図を示す。

【図 3】溶解性変更剤を充填材内に拡散する変化する深さの例としての効果を示す。

【図 4 A】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 4 B】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

10

【図 4 C】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 4 D】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 4 E】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 4 F】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 4 G】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

20

【図 4 H】基板部分を処理するための例としてのプロセスの間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 5 A】基板部分を処理するための例としてのプロセスの一部の間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 5 B】基板部分を処理するための例としてのプロセスの一部の間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 5 C】基板部分を処理するための例としてのプロセスの一部の間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分の断面図を示す。

【図 6】半導体基板を処理するための例としての方法を示す。

【図 7】半導体基板を処理するための例としての方法を示す。

30

【図 8】半導体基板を処理するための例としての方法を示す。

【図 9 A】オーバコート膜において使用され得る例としての P A G 及び T A G を示す。

【図 9 B】オーバコート膜において使用され得る例としての P A G 及び T A G を示す。

【図 9 C】オーバコート膜において使用され得る例としての P A G 及び T A G を示す。

【図 10 A】オーバコート膜及び / 又は充填材の溶解性の例としての修正を示す。

【図 10 B】オーバコート膜及び / 又は充填材の溶解性の例としての修正を示す。

【図 11】n 型及び p 型シリコンゲルマニウム ( S i G e ) を選択的に成長させるための精密な膜高制御から恩恵を受け得る積層トランジスタアーキテクチャの例を示す。

【図 12 A】自己整列ブロック ( S A B ) プロセスフローにおけるステップがスピノンカーボンなどの特定の膜の部分的な凹部から恩恵を受け得ることを示す。

40

【図 12 B】自己整列ブロック ( S A B ) プロセスフローにおけるステップがスピノンカーボンなどの特定の膜の部分的な凹部から恩恵を受け得ることを示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

半導体デバイスを形成することに関連する堆積、パターン形成、及び除去プロセス全体を通して、様々な理由のために堆積された膜の高さを制御することが望ましい場合がある。例えば、トレンチ内に堆積された膜のある高さを達成するために、堆積された膜の一部 (例えば、トレンチ) を除去することが望ましい場合がある。堆積された層の一部を除去するための時間調整されたウェット又はドライエッチングプロセスなどの従来の除去プロセスは、制御することが難しく平坦化問題などの他の問題に悩まされることが多い。フィ

50

ーチャサイズが縮小し続けるか、又は処理されている半導体ウェハの表面にわたって変化  
するにつれて、これらの問題はより一層一般的になっている。

【 0 0 1 0 】

本開示の実施形態は、半導体基板のための膜厚を制御する技術を提供する。基板は、例  
えば、凹部を画成する構造を含む、予めパターン形成されたフィーチャを有し得る。制御  
されている膜は、予めパターン形成されたフィーチャの上に堆積され、凹部を充填し、構  
造を覆うポリマー樹脂などの充填材であってもよい。基板を含む半導体ウェハにわたって  
、充填材を凹部内で特定の目標高さ（厚さ）まで精密に且つ繰り返し低下させることが望  
ましい場合があり、それらの目標高さは、凹部間で変化し得る。ある実施形態は、膜高の  
制御が望ましい従来のエッチング技術と共に使用されるエッチストップ層又は他の時間調  
整されたエッチングプロセスを使用することなく、この膜厚制御を実現する。

10

【 0 0 1 1 】

充填材は、充填材の一部を除去する際に用いられる溶媒（例えば、現像剤）による除去  
（例えば現像）に、最初は耐性を示し得る。ある実施形態は、刺激に反応してオーバコー  
ト膜において薬剤を発生させる薬剤発生剤を含むオーバコート膜を堆積させることを含む  
、循環プロセスを使用する。薬剤は、次いで、所定の深さまで充填材の中に拡散されて、  
充填材の一部を溶媒に対して脱保護（除去可能／現像可能）にする。オーバコート膜及び  
充填材の脱保護部分は、次いで、溶媒を用いて除去される。このプロセスは、凹部内の充  
填材が1つ又は複数の対応する目標高さに到達するまで、繰り返され得る。

【 0 0 1 2 】

ある実施形態は、PAGベースプロセスを用いて、基板の凹部内の樹脂膜の高さの少な  
くとも一部を低下させる。例えば、オーバコート膜内の薬剤発生剤は、化学線に反応して  
活性化される光活性化剤発生剤（例えば、PAG）であってもよい。このPAGベースプ  
ロセスは、（例えば、凹部内の）目標膜高が達成されるまで、適当な回数繰り返され得る。

20

【 0 0 1 3 】

ある実施形態は、TAGベースプロセスを用いて、基板の凹部内の樹脂膜の高さの少な  
くとも一部を低下させる。例えば、オーバコート膜内の薬剤発生剤は、熱に反応して活  
性化される熱活性化剤発生剤（例えば、TAG）であってもよい。このTAGベースプ  
ロセスは、（例えば、凹部内の）目標膜高が達成されるまで、適当な回数繰り返され得る。

【 0 0 1 4 】

ある実施形態は、PAGベースプロセスの1回又は複数回の反復を結合して、TAGベ  
ースプロセスの1回又は複数回の反復を用いて樹脂膜の高さ変化を確立して、（例えば、  
凹部内の）目標膜高が達成されるまで膜高の厚さを均一にさらに低下させる。

30

【 0 0 1 5 】

即ち、実施形態は、現像が後に続く、オーバコートから酸脱保護可能樹脂への酸の発生  
及び拡散によって、ウェハにわたる位置による膜厚及びプロファイルの調整を提供する。  
樹脂膜内への酸脱保護の深さは、上に重なるオーバコートにおいて生産され、且つオーバ  
コートから拡散された酸の量によって定義され得る。位置的高さ制御は、光酸及び／又は  
熱酸発生剤含有オーバコートを用いて実現され得る。実施形態は、前面処理のための位置  
ベースの限界寸法オプティマイザプラットフォームと同様に、裏面オーバレイ制御技術  
を用いて使用され得る。

40

【 0 0 1 6 】

ある実施形態は、平坦度の改善ももたらす。例えば、ある従来のエッチング技術は、特  
に、基板の構造間のピッチ又はそれらの構造の幅が変化すると、平坦化問題をもたらし、  
又は悪化させる。本開示のある実施形態は、基板の変化するトポグラフィによってもたら  
される影響がほとんど又は全くない目標高さまで充填材の除去を制御することが可能であ  
る。

【 0 0 1 7 】

図1A～図1Jは、ある実施形態による、基板100を処理するための例としてのプロ  
セス102の間の、例としての半導体基板100の断面図及び平面図を示す。プロセス1

50

02は、段階104a~104jを含むが、プロセス102は、必要な場合には、より多くの、又はより少ない段階を含み得る。基板100は、より大きな半導体ウェハの一部などの、より大きな半導体デバイスの一部であってもよい。ある実施形態では、プロセス102は、充填材が凹部内で所定の高さになるまで、基板100の凹部から充填材を除去するためにPAGベースプロセスを繰り返し実行することを含む。

#### 【0018】

図1Aに示されるように、段階104aにおいて、基板100は、基部106及び基部106の上に形成される微細加工構造108を含む。構造108は、凹部110を画成する。本開示は、任意の適当なフィーチャにパターン形成されている構造108を考慮する。例えば、本開示は、主に「凹部」を説明するが、本開示の実施形態を用いて、「凹部」を考慮するか否かに関わらず）ライン、ホール、トレンチ、バイアス、及び/又は他の適当な構造を含む、他の適当なフィーチャが半導体基板に又は半導体基板上に形成され得る。構造108及び凹部110は、従来のリソグラフィプロセス及び/又は他の適当な堆積及びエッチングプロセスを用いて形成され得る。基部106及び構造108は、必要に応じて同一又は異なる材料（又は材料の組み合わせ）を含み得る。

10

#### 【0019】

基板100は、概して、本開示の実施形態に従って処理されるワークピースを指す。基板100は、デバイス、特に半導体又は他の電子デバイスの任意の材料部分又は構造を含んでもよく、例えば半導体ウェハ、レチクルなどのベース基板構造、又は薄膜などのベース基板構造上の層若しくはベース基板構造に重なる層であってもよい。したがって、基板100は、いかなる特定のベース構造、下位層又は上位層、パターン形成されているか否かに限定されず、むしろ、任意のそのような層又はベース構造、並びに層及び/又はベース構造の任意の組み合わせを含み得る。基板100は、バルクシリコン基板などのバルク基板、シリコンオンインシュレータ基板、又は様々な他の半導体基板であってもよい。

20

#### 【0020】

構造108は、それぞれの上表面112を有し、凹部110は、底面113を有する。ある実施形態では、構造108及び凹部110は、互いに対して高さが異なる。例えば、ある実施形態では、凹部は、（基部106の底から凹部110の底面113へのz方向の）高さ114を有し、構造108は、（基部106の底から構造108の上表面112へのz方向の）第2の高さ116を有する。ある実施形態では、互いに対する構造108及び凹部110の高さの差は、10nm~100nm（例えば、50nm超）であり得る。他の実施形態では、高さの差は、例えば深い開口部/トレンチの場合、5ミクロン超であり得る。構造108は、（例えば、凹部110によって画成された）間隙によって分離され、間隙は所与の用途のために任意の適当な幅118を有し得る。

30

#### 【0021】

図1Bに示されるように、段階104bにおいて、充填材120が、基板100上に堆積されている。充填材120は、任意の適当な方式で堆積され得る。例えば、充填材120は、スピンオン堆積（若しくはスピコートイング）、スプレーコートイング、ロールコートイング、化学蒸着（CVD）、又は任意の他の適当な堆積技術を用いて堆積され得る。充填材120は、凹部110を充填し、構造108を覆う。後続のフォトリソグラフィステップにおいて、フォトリソグラフィック現像技術によって、充填材120が凹部110内で特定の高さを有するように、充填材120を凹部110に埋め込むことが望ましい場合がある。

40

#### 【0022】

ある実施形態では、充填材120は、ポリマー樹脂などの樹脂膜である。充填材120は、光脱保護可能特性を有してもよく、堆積されると、所与の溶媒（現像剤とも呼ばれ得る）によって溶解することに耐性を示し得る。しかしながら、後の段階で説明されるように、特定の酸への暴露後、充填材120は溶解性変更を経験してもよく、その後、充填材120（又はその一部）は、もはや溶媒から保護されず、溶媒に溶解する。例えば、ある実施形態では、充填材120は、酸脱保護可能ポリマーであり、ポリマーの一部は、ある

50

種（例えば、酸）と反応して、充填材 120 が特定の方法で脱保護される場合に溶解するか、洗い流すように充填材 120 の溶解性を転換するために分解する。特定の実施例として、充填材 120 は、カルボン酸末端基のようなより多くの極性基を作るために強酸の存在下で分解可能なモノマーの少なくとも 1 つを有する複数種類のモノマーから構成されるコポリマー又はターポリマーであってもよく、それによって充填材 120 が水性媒体にさらに溶解可能となる。特定の実施例として、充填材 120 は、tert-ブチルアクリル酸又はメチルアダマンチルメタクリル酸などの酸感受性モノマーを含む複数のモノマー種類を含み得る。

#### 【0023】

ある実施形態では、充填材 120 は、ポジ型、ネガ型、又はハイブリッド調フォトレジストなどの感光性材料を含む。一実施例では、充填材 120 は、フェノールホルムアルデヒド樹脂又はジアゾナフトキノンの樹脂を含む。ある実施形態では、充填材 120 は、化学増幅レジストを含み得る。他の実施形態では、充填材 120 は、ポリメチルメタクリレート（PMMA）又は水素シルセスキオキサン（HSQ）などの非化学増幅型レジスト材料を含み得る。

10

#### 【0024】

充填材が凹部 110 内で所定の目標高さ 121 を有するように、凹部 110 内を含む充填材 120 の一部を除去することが望ましい場合がある。本実施例では、目標高さ 121 は、凹部 110 の底面 113 から測定されるように示されるが、凹部 110 内の充填材 120 の目標高さは、基部 106 の底などの任意の適当な位置から測定されてもよい。目標高さ 121 は、充填材 120 の目標厚さとも考えられ得る。充填材 120 は、最初は、後続プロセスにおいて充填材 120 の一部を除去するために使用される 1 つ又は複数の溶媒による現像に耐性を示す。

20

#### 【0025】

図 1C に示されるように、段階 104c において、オーバコート膜 122 が、基板 100 上に堆積されている。オーバコート膜 122 は、スピンオン堆積（若しくはスピニング）、スプレーコーティング、ロールコーティング、CVD、又は任意の他の適当な堆積技術を含む、任意の適当な方式で堆積され得る。オーバコート膜 122 は、別の材料（例えば、オーバコート膜 122 及び/又は充填材 120 の材料）の溶解性を後続の除去プロセスで使用される 1 つ又は複数の溶媒に溶解可能となるように変更するための溶解性変更剤を、化学線に反応して発生させる光活性化剤発生剤を含む。ある実施形態では、光活性化剤発生剤は、PAG であり、溶解性変更剤は酸である。

30

#### 【0026】

光活性化剤発生剤の他に、オーバコート膜 122 は、充填材 120 と同一の材料又は類似の材料を含んでも含まなくてもよい。ある実施形態では、オーバコート膜 122 は、光活性化剤発生剤に加えて、脱保護された充填材 120 の溶媒への溶解性と類似である、（凹部 110 内の充填材 120 の脱保護部分を除去するためにその後用いられる）溶媒への溶解性を有するポリマー樹脂を含んでもよく、それによって、充填材 120 の脱保護部分及びオーバコート膜 122 が、1 ステップで除去され得る。ある実施形態では、オーバコート膜 122 の光活性化剤発生剤は、オーバコート膜 122 の材料（例えば、樹脂）において予め配合されている。

40

#### 【0027】

図 1D に示されるように、段階 104d において、オーバコート膜 122 は、化学線 124 に適当な期間暴露される。特に、オーバコート膜 122 がここで溶解性変更剤 126 を含むように、オーバコート膜 122 は、オーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤（例えば、PAG）がオーバコート膜 122 の中で溶解性変更剤 126（例えば、酸）を発生させるのに十分な化学線 124 に暴露される。オーバコート膜 122 が、ここで後続の除去プロセスにおいて使用される 1 つ又は複数の溶媒に溶解可能であるように、溶解性変更剤 126 は、オーバコート膜 122 を可溶化する。

#### 【0028】

50

化学線 1 2 4 は、オーバコート膜 1 2 2 内の光活性化剤発生剤（例えば、PAG）を活性化して、オーバコート膜 1 2 2 内の光活性化剤発生剤がオーバコート膜 1 2 2 内で溶解性変更剤 1 2 6（例えば、酸）を発生させるための他の適当な特性を有する、適当な波長の光を含んでもよい。オーバコート膜 1 2 2 内で溶解性変更剤 1 2 6 を発生させるためにオーバコート膜 1 2 2 内の光活性化剤発生剤が活性化されるかどうか（及びその量）に影響を及ぼし得る化学線 1 2 4 の特性は、オーバコート膜 1 2 2 の内容、光活性化剤発生剤の種類、化学線 1 2 4 の波長、オーバコート膜 1 2 2 が化学線 1 2 4 に暴露される期間、及び他の適当な因子を含む。

#### 【0029】

所定の光活性化剤発生剤（例えば、PAG）は、所定の波長に、又は所定の波長範囲に対して高感度であり、様々な露光源の使用を可能にする。ほんの一実施例として、化学線 1 2 4 の波長は、約 170 nm ~ 約 405 nm の範囲にあってもよく、露光時間は、約 10 秒 ~ 約 1 分であってもよい（ウェハについて、図 1 A ~ 図 1 J に示される部分の一部である）。充填材のポリマー及びオーバコート膜 1 2 2 は、所定の波長に対して透明又はほぼ透明であってもよい。

10

#### 【0030】

しかしながら、値及び化学線源は単なる実施例として提供されていることを理解されたい。ある実施形態では、図 4 B 及び図 4 F を参照して後述されるように、基板 1 0 0 は、より大きな基板の一部であり、化学線 1 2 4 は、より大きな基板上のオーバコート膜（オーバコート膜 1 2 2 はその一部である）に向けられる化学線のより大きなパターンの一部である。化学線（例えば、光）への暴露は、ほんの数例として、マスクベース暴露を用いて、又は直接書き込み暴露ステップ若しくはフラッド暴露によって実行され得る。物理的リソグラフィ暴露ステップ又はスキャナも同様に使用され得る。別の実施例において、ウェハの表面にわたって空間的に暴露エネルギーを変化させ得る比較的単純な走査レーザーシステムが使用されてもよい。所与の実施態様に適当な化学線 1 2 4 の特定の波長及び化学線 1 2 4 への暴露時間は、レーザ強度を含む、使用ツールによって影響を受け得る。

20

#### 【0031】

図 1 E に示されるように、段階 1 0 4 e において、後の除去プロセスで使用される溶媒に溶解可能であるように、充填材 1 2 0 の少なくとも一部を修正するために、溶解性変更剤 1 2 6 が、充填材 1 2 0 内に拡散されて、充填材 1 2 0 の一部（脱保護部分 1 2 0 a）を後の除去プロセスにおいて使用される溶媒に溶解可能にする。脱保護部分 1 2 0 a は、溶解性変更剤 1 2 6 が拡散した充填材 1 2 0 の部分として概して示される。充填材 1 2 0 内への溶解性変更剤 1 2 6 の拡散は、溶解性変更剤 1 2 6 が充填材 1 2 0 内に拡散する深さ（例えば、所定の深さ）への充填材 1 2 0 内の溶解性変更反応をもたらす、その結果脱保護部分 1 2 0 a をもたらす。充填材 1 2 0 の脱保護部分 1 2 0 a は、次いで、1 つ又は複数の特定の溶媒に溶解可能になり、1 つ又は複数の特定の溶媒は、現像剤とも呼ばれ得る。充填材 1 2 0 の一部への溶解性変更剤 1 2 6 の拡散からもたらされる（脱保護部分 1 2 0 a を生成する）脱保護反応は、充填材 1 2 0 の一部の中の脱架橋反応であってもよい。類似の反応が、オーバコート膜 1 2 2 を可溶化するためにオーバコート膜 1 2 2 の中で発生し得る。

30

40

#### 【0032】

溶解性変更剤 1 2 6 は、任意の適当なプロセスを用いて充填材 1 2 0 内に拡散され得る。ある実施形態では、熱プロセス（例えば、熱 1 2 7）が、充填材 1 2 0 の少なくとも一部の中に溶解性変更剤 1 2 6 を拡散するために使用される。例えば、熱 1 2 7 を加えるために、基板 1 0 0 がベークされてもよく、基板 1 0 0 をベークすることに関連する熱によって、溶解性変更剤 1 2 6 が充填材 1 2 0 の少なくとも一部の中に拡散する。基板 1 0 0 は、適当なツールの基板プレートによって、適当なツールの基板処理チャンバにおける周囲の熱によって、これらの組み合わせによって、又は任意の他の適当な方式で、ベークされ得る。

#### 【0033】

50

ある実施形態では、溶解性変更剤 126 は、充填材 120 の所定の深さまで拡散されて、充填材 120 の溶解性を所定の深さまで修正する。所定の深さは、凹部 110 内の充填材 120 に対する目標高さ 121 に到達するのに十分であってもなくてもよい。例示した実施例では、段階 104 e の所定の深さは、凹部 110 内の充填材 120 の目標高さ 121 まで充填材 120 を埋め込むには不十分である。

【0034】

充填材 120 内に溶解性変更剤 126 が拡散される深さは、オーバコート膜 122 の内容（オーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤の種類、オーバコート膜 122 の他の成分、及びオーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤の濃度を含む）、化学線 124 の特性（例えば、段階 104 d 又は後の段階で使用される）、充填材 120 の内容、高さ 116 と 114 との差に対する幅 118（凹部 110 のアスペクト比とも呼ばれてもよく、特に、充填材 120 が後の段階で凹部 110 内に埋め込まれているとき、光活性化剤発生剤を活性化して溶解性変更剤 126 を発生させるための化学線 124 の能力に影響を及ぼし得る）、化学線 124 の暴露量、加熱（例えば、ベーク）時間及び温度、並びに多様な他の因子のいずれかを含む、多様な因子により影響を受け、及び/又は多様な因子を用いて制御され得る。

10

【0035】

図 1 F に示されるように、段階 104 f において、オーバコート膜 122 及び充填材 120 の脱保護部分 120 a が除去されている。ある実施形態では、オーバコート膜 122 及び充填材 120 の脱保護部分 120 a は、溶媒 128 を用いて現像されて、オーバコート膜 122 及び充填材 120 の脱保護部分 120 a が基板 100 から除去される。

20

【0036】

本開示は、オーバコート膜 122 及び充填材 120 の脱保護部分 120 a を除去するための任意の適当な物質を含む溶媒 128 を考慮する。ほんの一実施例として、溶媒 128 は、酸脱保護樹脂（例えば、充填材 120 の脱保護部分 120 a）を可溶化することが可能な、テトラメチルアンモニウムヒドロキシドの水溶液を含み得る。溶媒 128 は、現像剤とも呼ばれ得る。

【0037】

オーバコート膜 122 及び充填材 120 の脱保護部分 120 a の除去によって、暴露量（例えば、溶解性変更剤 126 の充填材 120 への拡散の深さ、又は充填材 120 の脱保護部分 120 a の深さ）に相応の凹部 110 内の充填材 120 の高さの変化が生じる。

30

【0038】

凹部 110 内の残りの充填材 120 が、ほぼ目標高さ 121 になるように、オーバコート膜 122 の堆積（段階 104 c）、化学線 124 への暴露（段階 104 d）、ある期間のベークによる拡散（段階 104 e）、及び充填材 120 の脱保護部分の現像（段階 104 f）のこのプロセスは、充填材 120 脱保護及び現像（除去）の累積深さが目標高さ 121 に到達するまで繰り返され得る。例えば、図 1 G ~ 図 1 J は、この循環プロセスの第 2 の反復を示し、本実施例においてそれは、凹部 110 内の充填材 120 の目標高さ 121 を達成するのに十分である。

【0039】

特に、図 1 G は、オーバコート膜 122 が再び基板 100 上に堆積している段階 104 g を示す。オーバコート膜 122 は、再びオーバコート膜 122 及び/又は充填材 120 の材料の溶解性を後続の除去プロセスで使用される 1 つ又は複数の溶媒に溶解可能であるように変更するために、化学線に反応して溶解性変更剤（例えば、酸）を発生させる、光活性化剤発生剤（例えば、PAG）を含む。

40

【0040】

図 1 H は、段階 104 h を示し、段階 104 h では、オーバコート膜 122 が化学線 124 に暴露されて、オーバコート膜 122 がここで溶解性変更剤 126 を含むようにオーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤がオーバコート膜 122 内で溶解性変更剤 126 を発生させ、オーバコート膜 122 を可溶化する（後続の除去プロセスで使用される 1 つ

50

又は複数の溶媒に溶解可能にする)。

【0041】

図1 Iは、段階104 iを示し、段階104 iでは溶解性変更剤126が充填材120内に拡散されて、充填材120のさらなる部分(脱保護部分120 b)を溶媒(例えば、溶媒128)に可溶化する。脱保護部分120 bは、溶解性変更剤126が拡散した充填材120の部分として概して示される。上述の通り、溶解性変更剤126は、熱プロセス(例えば、基板100のバーク)を用いて充填材120内に拡散され得る。ある実施形態では、溶解性変更剤126は、充填材120内の所定の深さまで拡散されて、充填材120の溶解性を所定の深さまで修正する。本実施例では、所定の深さは、充填材120を目標高さ121まで脱保護するのに十分である。

10

【0042】

図1 Jは、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分120 bが除去されている、段階104 jを示す。ある実施形態では、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分120 aは、溶媒128を用いて現像されて、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分120 aが基板100から除去される。本実施例では、凹部110内の残りの充填材120が実質的に目標高さ121にあるように、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分120 bの除去によって、凹部110内の充填材120の高さの変化が生じる。

【0043】

例示された実施例では、凹部110内の充填材120の目標高さ121を達成するには、循環プロセスの2回の反復で十分であるが、本開示は、所与の用途に対して目標高さ121に到達するのに十分な、任意の適当な反復回数を考慮する。例えば、凹部110内の充填材の目標高さ121に到達するのに十分な充填材120を除去するためには、2回以上の反復が適当であってもよい。別の実施例では、凹部110内の充填材の目標高さ121に到達するのに十分な充填材120を除去するのに、(例えば、段階104 b~104 fの)単一反復が適当であってもよい。さらに、溶解性変更剤126の充填材120内への拡散及び後続の充填材120の脱保護部分の除去の所定の深さは、特定のニーズに従って、1回の反復から次の反復まで(且つ潜在的には全ての反復にわたって)同一であってもよく、又は1回の反復から次の反復まで(且つ潜在的には全ての反復にわたって)変化してもよい。

20

30

【0044】

後続処理は、次いで、半導体基板100上で行われ得る。例えば、プロセス102は、多様な堆積及びエッチングプロセスを用いて半導体デバイスを形成するためのプロセスに統合されてもよい。

【0045】

図2 A~図2 Iは、ある実施形態による、基板100を処理するための例としてのプロセス202の間の基板100の断面図及び平面図を示す。特に、プロセス202は、充填材120の一部の位置的脱保護のためのPAGベースプロセス(例えば、プロセス102)の使用の1回又は複数回の反復、及び充填材120の一部の脱保護のためのTAGベースプロセスの1回又は複数回のそれに続く反復を含む。

40

【0046】

図2 A~図2 Fは、概して図1 A~図1 Fに対応し、繰り返されない図1 A~図1 Fに関して上述した詳細が、参照により組み込まれる。概して、図2 A~図2 Fは、基板100を受け入れること(段階204 a)と、基板100の上に充填材120を堆積させること(充填材120が凹部110を充填し、構造108を覆い、充填材120が最初は溶媒128による現像に耐性を示すこと)(段階204 b)と、オーバコート膜122(化学線124に反応して、溶解性変更剤126(例えば、酸)を発生させる光活性化剤発生剤(例えば、PAG)を含む)を基板100上に堆積させること(段階204 c)と、オーバコート膜122を化学線124に暴露してオーバコート膜122の中で溶解性変更剤126を発生させること(段階204 d)と、(例えば、基板100を熱に暴露することに

50

よって) 溶解性変更剤 1 2 6 を充填材 1 2 0 内の所定の深さまで拡散して、充填材 1 2 0 の一部(例えば、脱保護部分 1 2 0 a)を溶媒 1 2 8 に溶解可能にすること(段階 2 0 4 e)と、溶媒 1 2 8 を用いてオーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 1 2 0 a を現像して、オーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 1 2 0 a を基板 1 0 0 から除去すること(段階 2 0 4 f)と、の反復を示す。即ち、図 2 A ~ 図 2 F は、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の一部を除去するための P A G ベースプロセスの反復を示す。

【 0 0 4 7 】

図 2 G ~ 図 2 I は、T A G ベースプロセスを示し、T A G ベースプロセスは、目標高さ 1 2 1 に到達するまで凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の追加部分を除去するために、1 回又は複数回実行され得る。図 2 G に示されるように、段階 2 0 4 g において、オーバコート膜 2 2 2 が、基板 1 0 0 上に堆積されている。オーバコート膜 2 2 2 は、スピンオン堆積(若しくはスピンコーティング)、スプレーコーティング、ロールコーティング、C V D、又は任意の他の適当な堆積技術を含む、任意の適当な方式で堆積され得る。オーバコート膜 2 2 2 は、別の材料(例えば、オーバコート膜 2 2 2 及び/又は充填材 1 2 0 の材料)の溶解性を後続の除去プロセスで使用される 1 つ又は複数の溶媒に溶解可能となるように変更するための溶解性変更剤を、熱に反応して発生させる熱活性化剤発生剤を含む。ある実施形態では、熱活性化剤発生剤は T A G であり、溶解性変更剤は酸である。

10

【 0 0 4 8 】

熱活性化剤発生剤の他に、オーバコート膜 2 2 2 は、充填材 1 2 0 と同一の材料又は類似の材料を含んでも含まなくてもよい。ある実施形態では、オーバコート膜 2 2 2 は、光活性化剤発生剤に加えて、脱保護された充填材 1 2 0 の溶媒への溶解性と類似である、(充填材 1 2 0 の脱保護部分を除去するためにその後用いられる)溶媒への溶解性を有する、ポリマー樹脂を含んでもよく、それによって、充填材 1 2 0 の脱保護部分及びオーバコート膜 2 2 2 が、1 ステップで除去され得る。ある実施形態では、オーバコート膜 2 2 2 の熱活性化剤発生剤は、オーバコート膜 2 2 2 の樹脂において予め配合されている。

20

【 0 0 4 9 】

図 2 H に示されるように、段階 2 0 4 h において、オーバコート膜 2 2 2 は、熱 1 2 7 に適当な期間暴露される。特に、オーバコート膜 2 2 2 がここで溶解性変更剤 2 2 6 を含むように、オーバコート膜 2 2 2 は、オーバコート膜 2 2 2 内の熱活性化剤発生剤(例えば、T A G)がオーバコート膜 2 2 2 の中で溶解性変更剤 2 2 6 (例えば、酸)を発生させるのに十分な熱 1 2 7 に暴露される。オーバコート膜 2 2 2 が、ここで後続の除去プロセスにおいて使用される 1 つ又は複数の溶媒に溶解可能であるように、溶解性変更剤 2 2 6 は、オーバコート膜 2 2 2 を可溶化する。ある実施形態では、オーバコート膜 2 2 2 の中で熱活性化剤発生剤を活性化するために熱プロセス(例えば、熱 1 2 7)が使用される。例えば、熱 1 2 7 を加えるために、基板 1 0 0 がベークされてもよく、基板 1 0 0 をベークすることに関連する熱によって、熱活性化剤発生剤がオーバコート膜 2 2 2 の中で溶解性変更剤 2 2 6 を発生させる。基板 1 0 0 は、適当なツールの基板プレートによって、適当なツールの基板処理チャンバにおける周囲の熱によって、これらの組み合わせによって、又は任意の他の適当な方法でベークされ得る。

30

【 0 0 5 0 】

図 2 H の段階 2 0 4 h を続けると、オーバコート膜 2 2 2 内の熱活性化剤発生剤がオーバコート膜 2 2 2 の中で溶解性変更剤 2 2 6 を発生させることに加えて、基板 1 0 0 に適用される熱プロセス(例えば、加熱)もまた、溶解性変更剤 2 2 6 を充填材 1 2 0 内の所定の深さまで拡散させる。充填材 1 2 0 内への溶解性変更剤 2 2 6 の拡散によって、充填材 1 2 0 の少なくとも一部(脱保護部分 2 2 0 a)が、後の除去プロセスで使用される溶媒に溶解可能であるように修正される。脱保護部分 2 2 0 a は、溶解性変更剤 2 2 6 が拡散した充填材 1 2 0 の部分として概して示される。充填材 1 2 0 内への溶解性変更剤 2 2 6 の拡散は、溶解性変更剤 2 2 6 が充填材 1 2 0 内に拡散する深さ(例えば、所定の深さ)への充填材 1 2 0 内の溶解性変更反応をもたらす、その結果脱保護部分 2 2 0 a をもたらす。充填材 1 2 0 の脱保護部分 2 2 0 a は、次いで、1 つ又は複数の特定の溶媒に溶解

40

50

可能になり、1つ又は複数の特定の溶媒は、現像剤とも呼ばれ得る。充填材120の一部への溶解性変更剤226の拡散からもたらされる(脱保護部分220aを生成する)脱保護反応は、充填材120の一部の中の脱架橋反応であってもよい。類似の反応が、オーバコート膜222を可溶化するためにオーバコート膜222の中で発生し得る。

#### 【0051】

ある実施形態では、溶解性変更剤226は、充填材120内の所定の深さまで拡散されて、充填材120の溶解性を所定の深さまで修正する。所定の深さは、凹部110内の充填材120に対する目標高さ121に到達するのに十分であってもなくてもよい。例示した実施例では、段階204hの所定の深さは、凹部110内の充填材120の目標高さ121まで充填材120を埋め込むには不十分である。段階204hの所定の深さが凹部110内の充填材120の目標高さ121まで膜材料120を埋め込むのに不十分である実施形態では、段階204g~204iの1回又は複数回の追加の反復が実行され得る。

10

#### 【0052】

溶解性変更剤226が充填材120内に拡散される深さは、オーバコート膜222の内容(オーバコート膜222内の熱活性化剤発生剤の種類、オーバコート膜222の他の成分、及びオーバコート膜222内の熱活性化剤発生剤の濃度を含む)、熱127の温度、基板100が熱127に暴露される時間の長さ(例えば、ベークの期間)、充填材120の内容、並びに多様な他の因子のいずれかを含む、多様な因子によって影響を受け、及び/又は多様な因子を用いて制御され得る。

20

#### 【0053】

ある実施形態では、図5A~図5Cを参照して後述するように、基板100は、より大きな基板の一部であり、熱127は、より大きな基板の複数の(且つ潜在的には全ての)部分にわたって加えられる。熱127への暴露によって、実質的に均一な量の溶解性変更剤226がオーバコート膜222内で発生し得る。さらに、熱127への暴露によって、充填材120内への溶解性変更剤226の実質的に均一な深さの拡散が生じ得る。

#### 【0054】

図2Iに示されるように、段階204iにおいて、オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分220aが除去されている。ある実施形態では、オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分220aは、溶媒228を用いて現像されて、オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分220aが基板100から除去される。

30

#### 【0055】

本開示は、オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分220aを除去するための任意の適当な物質を含む溶媒228を考慮する。ほんの一実施例として、溶媒228は、酸脱保護樹脂(例えば、充填材120の脱保護部分220a)を可溶化することが可能な、テトラメチルアンモニウムヒドロキシドの水溶液を含み得る。ある実施形態では、樹脂(例えば、充填材120)が酸発生剤以外の溶解性変更剤と相互作用するように設計される場合、溶媒228として有機溶媒を使用することが可能であってもよい。溶媒228は、溶媒128と同一であってもなくてもよい。溶媒228は、現像剤とも呼ばれ得る。

#### 【0056】

オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分220aの除去によって、暴露量に相応の凹部110内の充填材120の高さ(例えば、溶解性変更剤226の充填材120内への拡散の深さ、又は充填材120の脱保護部分220aの深さ)の変化が生じる。本実施例では、凹部110内の残りの充填材120が実質的に目標高さ121にあるように、オーバコート膜122及び脱保護部分120bの除去によって、凹部110内の充填材120の高さの変化が生じる。

40

#### 【0057】

オーバコート膜222を堆積させること(段階204g)と、基板100を加熱すること(段階204h)と、後続の充填材120の脱保護部分120aの現像(段階204i)のこのプロセスは、充填材120の脱保護及び現像の累積深さが目標高さ121に到達するまで繰り返される。例えば、図2G~図2Iは、この循環TAGベースプロセスの第

50

1の反復を示し、本実施例においてそれは、凹部110内の充填材120の目標高さ121を達成するのに十分である。他の実施例では、凹部110内の充填材の目標高さ121に到達するのに十分な充填材120を除去するためには、TAGベースの追加の反復が用いられてもよい。

#### 【0058】

図2A～図2Iの例示された実施例において、光活性化溶解性変更剤発生成分を用いた単一反復(PAGベースプロセス)が例示され、説明されているが、本開示は、特定のニーズに従って、凹部110内の充填材120の目標高さ121を達成するための熱活性化剤発生成分の使用の1回又は複数回の反復(TAGベースプロセス)の前に、光活性化溶解性変更剤発生成分の使用の複数回の反復を含むプロセス202を考慮する。さらに、PAGベースプロセスを検討するか又はTAGベースプロセスを検討するかに関わらず、溶解性変更剤126/226の充填材120内への拡散及び後続の充填材120の脱保護部分の除去の所定の深さは、特定のニーズに従って、1回の反復から次の反復まで(且つ潜在的には全ての反復にわたって)同一であってもよく、又は1回の反復から次の反復まで(且つ潜在的には全ての反復にわたって)変化してもよい。

10

#### 【0059】

後続処理は、次いで、半導体基板100上で行われ得る。例えば、プロセス202は、多様な堆積及びエッチングプロセスを用いて半導体デバイスを形成するためのプロセスに統合されてもよい。

#### 【0060】

図3は、ある実施形態による、溶解性変更剤126/226を充填材120内の拡散の変化する深さの変更の例としての影響を示す。概して、図3は、ある実施形態に従って、充填材120内への溶解性変更剤126/226(例えば、酸)の拡散の深さが増加するにつれて、後続の現像プロセスの間に除去される充填材120の量が増加し、それによって凹部110内の現像後の充填材120の高さが低下することを示している。溶解性変更剤126/226(例えば、酸)が拡散した充填材120の部分が、溶媒128/228に溶解可能になり、それによって、充填材120が溶媒128/228を用いて現像されるときに、溶媒128/228が充填材120のそれらの部分を除去することが可能となる。例としての実施形態は、酸拡散の度合いが大きいほどオーバコートサイクル毎に膜厚により大きな変化をもたらす、酸溶解性変更可能な樹脂層内への酸拡散を通して位置により膜高を制御する。したがって、充填材120内への溶解性変更剤126/226の拡散の深さを制御することによって、後続の除去プロセスにおいて除去される充填材120の量(例えば、脱保護部分120a/120b/220a)が、制御され得る。拡散の深さに潜在的に影響を及ぼす因子は、上述されている。

20

30

#### 【0061】

図4A～図4Hは、ある実施形態による、基板部分400a～400dを処理するための(図1A～図1Jを参照して上述した)例としてのプロセス102の間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分400a～400dの断面図を示す。参照を容易にするために、基板部分400a～400dは、まとめて基板400として参照され得る。基板部分400a～400dは、同一の基板400の一部であってもよく、又は異なる基板400の一部であってもよい。基板400は、より大きな半導体ウェハの一部などの、より大きな半導体デバイスの一部であってもよい。さらに、基板部分400a～400dは、同一の半導体ウェハの一部又は1つ若しくは複数の異なる半導体ウェハであってもよい。ある実施形態では、プロセス102は、充填材が凹部110内で所定の高さになるまで、PAGベースプロセスを繰り返し実行して基板400の凹部110から充填材を除去することを含む。繰り返されない程度に、図1A～図1J(又はその他の場所)を参照して説明される基板100及びプロセス102に関する詳細が、参照により組み込まれる。

40

#### 【0062】

図4Aに示されるように、基部106に加えて、基板400は、複数の凹部110を画

50

成する複数の構造 108 を含む。構造 108 は、概して同一の形状、高さ、及びピッチを有するように示されているが、構造 108 は、変化する形状、高さ、及び/又はピッチを含む、任意の適当な形状、高さ、及び/又はピッチを有し得る。加えて、凹部 110 は、概して同一の形状及び深さを有するように示されているが、凹部 110 は、変化する形状及び/又は深さを有する、任意の適当な形状及び/又は深さを有し得る。本開示は、任意の適当なフィーチャにパターン形成されている構造 108 を考慮する。

#### 【0063】

(段階 104c に対応する) 図 4A に示されるように、充填材 120 は、基板 400 上に堆積されており、充填材 120 は凹部 110 を充填し且つ構造 108 を覆い、オーバコート膜 122 は、基板 400 上に堆積されている。後続のフォトリソグラフィステップにおいて、充填材 120 が凹部 110 内で特定の高さを有するように、フォトリソグラフィック現像技術によって充填材 120 を凹部 110 に埋め込むことが望ましい場合がある。凹部 110 内に充填材 120 を埋め込むための目標高さ 121 は、凹部 110 毎に指示される。この実施例では、異なる目標高さ 121 が凹部 110 毎に所望されており、図 4A の右端の凹部 110 には、充填材 120 の埋め込みがほとんど又は全く所望されていない。しかしながら、本開示は、同一の目標高さ 121 が 2 つ以上の (且つ潜在的に全ての) 凹部 110 に所望されていることを考慮する。

#### 【0064】

上述のように、オーバコート膜 122 は、オーバコート膜 122 及び/又は充填材 120 の溶解性を後続の除去プロセスで使用される 1 つ又は複数の溶媒 (例えば、溶媒 128) に溶解可能であるように変更するために、化学線 124 に反応して溶解性変更剤 126 (例えば、酸) を発生させる、光活性化剤発生剤 (例えば、PAG) を含む。

#### 【0065】

(段階 104d に対応する) 図 4B に示されるように、オーバコート膜 122 がここで溶解性変更剤 126 を含むように、オーバコート膜 122 は、所望の場合には、オーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤 (例えば、PAG) がオーバコート膜 122 の中で溶解性変更剤 126 (例えば、酸) を発生させるのに十分な期間十分な化学線 124 に暴露される。図 4B の実施例では、化学線 124 は、オーバコート膜 122 に向けられるあるパターンの化学線である。

#### 【0066】

上述の通り、化学線 124 の特性は、活性化されるオーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤の量に影響を及ぼす。即ち、ある特性を有する化学線 124 によって、オーバコート膜 122 内のより多くの量の光活性化剤発生剤が活性化されて、より多くの量の溶解性変更剤 126 がオーバコート膜 122 のそれらの領域に発生する結果となる。ある他の特性を有する化学線 124 によって、オーバコート膜 122 内のより少ない量の光活性化剤発生剤が活性化されて、より少ない量の溶解性変更剤 126 がオーバコート膜 122 のそれらの領域に発生する結果となる。オーバコート膜 122 の特定領域の溶解性変更剤 126 の量は、後続の加熱ステップにおいて、溶解性変更剤 126 がどのくらい充填材 120 内への拡散に利用可能となるかに影響を及ぼす。

#### 【0067】

したがって、より大きな深さの溶解性変更剤 126 の拡散及び最終的な充填材の除去が望ましい充填材 120 の領域上にあるオーバコート膜 122 においては、より多くの量の光活性化剤発生剤を活性化するように、且つより小さな深さの溶解性変更剤 126 の拡散及び最終的な充填材の除去が望ましい充填材 120 の領域上にあるオーバコート膜 122 においては、より少ない量の光活性化剤発生剤を活性化するように、化学線 124 のパターンが適合され得る。溶解性変更剤 126 の拡散及び最終的な充填材 120 の除去の深さを変更するための化学線 124 のパターンの使用について説明されているが、オーバコート膜 122 のそれらの 1 つ又は複数の部分の下にある凹部 110 内の充填材 120 についての目標高さ 121 が実質的に等しいときなどには、化学線 124 のパターンは、オーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤がオーバコート膜 122 の 1 つ又は複数の部分にお

10

20

30

40

50

いて実質的に等しい量の溶解性変更剤 1 2 6 を発生させるように設計され得る。

【 0 0 6 8 】

図 4 B に示される実施例では、化学線 1 2 4 のパターンは、オーバコート膜 1 2 2 内の光活性化剤発生剤が、基板部分 4 0 0 a 上のオーバコート膜 1 2 2 ( 図 4 A の左側 ) から基板部分 4 0 0 d 上のオーバコート膜 1 2 2 ( 図 4 A の右側 ) へと減少する量の溶解性変更剤 1 2 6 を発生させるように設計されて、( 基板部分 4 0 0 d 上に化学線 1 2 4 が加えられないため、) 基板部分 4 0 0 d の凹部 1 1 0 上には溶解性変更剤 1 2 6 がほとんど又は全く発生しない。ある実施形態では、( 例えば、化学線 1 2 4 の暴露量を調整することによる ) オーバコート膜 1 2 2 内の光活性化剤発生剤の活性化及び後続の拡散を制御する能力は、暴露ツールの分解能限界による影響を受け得る。

10

【 0 0 6 9 】

( 段階 1 0 4 e に対応する ) 図 4 C に示されるように、溶媒 1 2 8 に溶解可能であるように充填材 1 2 0 の少なくとも一部を修正するために、溶解性変更剤 1 2 6 が、充填材 1 2 0 内に拡散されて、充填材 1 2 0 の一部 ( 脱保護部分 4 2 0 a ) を溶媒 1 2 8 に溶解可能にする。脱保護部分 4 2 0 a は、溶解性変更剤 1 2 6 が拡散した充填材 1 2 0 の部分として概して示される。ある実施形態では、溶解性変更剤 1 2 6 は、熱プロセス ( 例えば、適当な期間の熱 1 2 7 の適用 ) を用いて、( 脱保護部分 4 2 0 a を生成する ) 充填材 1 2 0 の少なくとも一部の中に拡散される。図 4 C に示される実施例において、溶解性変更剤 1 2 6 は、変化する所定の深さにおいて凹部 1 1 0 内に拡散される。加えて、この実施例における所定の深さは、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の目標高さ 1 2 1 まで充填材 1 2 0 を埋め込むには不十分である。

20

【 0 0 7 0 】

( 段階 1 0 4 f に対応する ) 図 4 D に示されるように、オーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 4 2 0 a が除去されている。ある実施形態では、オーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 4 2 0 a は、溶媒 1 2 8 を用いて現像されて、オーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 4 2 0 a が基板 4 0 0 から除去される。オーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 4 2 0 a の除去によって、暴露量に相応の凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の高さ ( 例えば、溶解性変更剤 1 2 6 の充填材 1 2 0 内への拡散の深さ、又は充填材 1 2 0 の脱保護部分 4 2 0 a の深さ ) の変化が生じる。

【 0 0 7 1 】

オーバコート膜 1 2 2 の堆積、化学線 1 2 4 への暴露、ある時間長の間ベークすることによる拡散、及び後続の充填材 1 2 0 の脱保護部分 1 2 0 a の現像のこのプロセスは、各凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の脱保護及び現像の累積深さが対応する目標高さ 1 2 1 に到達するまで繰り返される。例えば、図 4 E ~ 図 4 H は、この循環プロセスの第 2 の反復を示し、本実施例においてそれは、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の目標高さ 1 2 1 を達成するのに十分である。特定の実施態様において、凹部 1 1 0 内の充填材の目標高さ 1 2 1 に到達するのに十分な充填材 1 2 0 を除去するためには、追加の反復又はより少ない反復が適当であってもよい。さらに、溶解性変更剤 1 2 6 の充填材 1 2 0 内への拡散及び後続の充填材 1 2 0 の脱保護部分の除去の所定の深さは、特定のニーズに従って、1 回の反復から次の反復まで ( 且つ潜在的には全ての反復にわたって ) 同一であってもよく、又は 1 回の反復から次の反復まで ( 且つ潜在的には全ての反復にわたって ) 変化してもよい。

30

40

【 0 0 7 2 】

特に、( 段階 1 0 4 g に対応する ) 図 4 E に示されるように、オーバコート膜 1 2 2 が、再び基板 4 0 0 上に堆積されている。オーバコート膜 1 2 2 は、再びオーバコート膜 1 2 2 及び / 又は充填材 1 2 0 の材料の溶解性を溶媒 1 2 8 に溶解可能であるように変更するために、化学線 1 2 4 に反応して溶解性変更剤 1 2 6 ( 例えば、酸 ) を発生させる、光活性化剤発生剤 ( 例えば、PAG ) を含む。

【 0 0 7 3 】

( 段階 1 0 4 h に対応する ) 図 4 F に示されるように、オーバコート膜 1 2 2 は、あるパターンの化学線 1 2 4 に暴露されて、オーバコート膜 1 2 2 がここで溶解性変更剤 1 2

50

6を含むようにオーバコート膜122内の光活性化剤発生剤がオーバコート膜122内で溶解性変更剤126を発生させ、オーバコート膜122を可溶化する(溶媒128に溶解可能にする)。図4Fで使用される化学線124のパターンが、後続の処理ステップにおける溶解性変更剤126の充填材120内への拡散の所望の所定の深さに応じて、図4Bで使用される化学線124のパターンと同一であってもなくてもよいことを理解されたい。  
【0074】

(段階104iに対応する)図4Gに示されるように、溶解性変更剤126が充填材120内に拡散されて、充填材120のさらなる部分(脱保護部分420b)を溶媒128に溶解可能にする。脱保護部分420bは、溶解性変更剤126が拡散した充填材120の部分として概して示される。上述の通り、溶解性変更剤126は、熱プロセス(例えば、基板400のベーク)を用いて充填材120内に拡散され得る。ある実施形態では、溶解性変更剤126は、充填材120内の所定の深さまで拡散されて、充填材120の溶解性を所定の深さまで修正し、本実施例では、所定の深さは、凹部110の目標高さ121まで充填材120を脱保護するのに十分である。

10

【0075】

(段階104jに対応する)図4Hに示されるように、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分420aが除去されている。ある実施形態では、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分420aは、溶媒128を用いて現像されて、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分420aが基板400から除去される。本実施例では、凹部110内の残りの充填材120が実質的に目標高さ121にあるように、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分420bの除去によって、凹部110内の充填材120の高さの変化が生じる。

20

【0076】

後続処理は、次いで、半導体基板400上で行われ得る。例えば、プロセス102は、多様な堆積及びエッチングプロセスを用いて半導体デバイスを形成するためのプロセスに統合されてもよい。

【0077】

プロセス102は、1つ又は複数の技術的利点をもたらす得る。例えば、オーバコート膜122内の光活性化剤から発生される溶解性変更剤126を用いて充填材120の脱保護部分を生成することによって充填材120を除去することが、充填材120の高さを変更するための精密な方法を提供し得る。別の実施例として、あるパターンの化学線124をオーバコート膜122の方に向ける能力によって、充填材120が凹部110の1つ又は複数の中の異なる精密な深さにおいて除去されることが可能となり、最終的には異なる目標高さ121に到達することが可能となり得る。

30

【0078】

図5A~図5Cは、ある実施形態による、基板部分400a~400dを処理するための(図2A~図1Iを参照して上述した)例としてのプロセス202の一部の間の、予めパターン形成されたフィーチャを有する例としての基板部分400a~400dの断面図を示す。ある実施形態では、プロセス202は、PAGベースプロセスを実行して、様々な基板部分400a~400d上の充填材120の(凹部110の変化する深さまで充填材120を除去することによって)潜在的に変化する高さを確立することの1回又は複数回の反復、及びTAGベースプロセスを実行して、様々な基板部分400a~400d上の充填材120の一部を潜在的に均一に除去することの1回又は複数回の後続の反復を含む。繰り返されない程度に、図2A~図2I及び/又は図4A~図4H(又はその他の場所)を参照して説明された基板100、プロセス202、及び基板部分400a~400d/基板400に関する詳細が、参照により組み込まれる。

40

【0079】

図5Aは、プロセス202の段階202aの初めではなく、図2Gの段階204gと類似のステップにおいて始まる。即ち、図5Aは、凹部110の中の変化する所定の深さまで充填材120の一部を除去して、凹部110内の残りの充填材120の異なる相対高さ

50

を設定するための、PAGベースプロセスの少なくとも1つの反復の後の基板400を示す。例えば、図5Aに示される基板400の状態の直前に、基板400は、図4Dに対応する状態であってもよい。図5A～図5Cは、TAGベースプロセスを示し、TAGベースプロセスは、目標高さ121に到達するまで凹部110内の充填材120の追加の部分を除去するために、1回又は複数回実行され得る。

#### 【0080】

(段階204gに対応する)図5Aに示されるように、オーバコート膜222が、基板400上に堆積されている。オーバコート膜222は、別の材料(例えば、オーバコート膜222及び/又は充填材120の材料)の溶解性を後続の除去プロセスで使用される溶媒228に溶解可能となるように変更するための溶解性変更剤226(例えば、酸)を、熱に反応して発生させる熱活性化剤発生剤(例えば、TAG)を含む。

10

#### 【0081】

(段階204hに対応する)図5Bに示されるように、オーバコート膜222がここで溶解性変更剤226を含むように、オーバコート膜222は、オーバコート膜222内の熱活性化剤発生剤(例えば、TAG)がオーバコート膜222の中で溶解性変更剤226(例えば、酸)を発生させるのに十分な期間、十分な熱127に暴露される。基板400に適用される熱プロセス(例えば、加熱)によって、また、溶解性変更剤226が充填材120内の所定の深さまで拡散する。充填材120内への溶解性変更剤226の拡散によって、充填材120の少なくとも一部(脱保護部分520a)が、溶媒228に溶解可能であるように修正される。脱保護部分520aは、溶解性変更剤226が拡散した充填材120の部分として概して示される。

20

#### 【0082】

ある実施形態では、溶解性変更剤226は、充填材120内の所定の深さまで拡散されて、充填材120の溶解性を所定の深さまで修正する。所定の深さは、凹部110内の充填材120に対する目標高さ121に到達するのに十分であってもなくてもよい。例示した実施例では、所定の深さは、凹部110内の充填材120の目標高さ121まで充填材120を埋め込むには不十分である。所定の深さが膜材料120を凹部110内の目標高さ121まで埋め込むのに不十分である実施形態では、図5A～図5Cに示されるプロセスの1回又は複数回の追加の反復が実行され得る。

#### 【0083】

ある実施形態では、基板400にわたって熱127が加えられ、熱127への暴露によって、実質的に均一な量の溶解性変更剤226がオーバコート膜222内で発生し得る。さらに、熱127への暴露によって、充填材120内への溶解性変更剤226の実質的に均一な深さの拡散が生じ得る。

30

#### 【0084】

(段階204iに対応する)図5Cに示されるように、オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分420aが除去されている。ある実施形態では、オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分420aは、溶媒228を用いて現像されて、オーバコート膜222及び充填材120の脱保護部分420aが基板400から除去される。本実施例では、凹部110内の残りの充填材120が実質的に目標高さ121にあるように、オーバコート膜122及び充填材120の脱保護部分120bの除去によって、凹部110内の充填材120の高さの変化が生じる。

40

#### 【0085】

オーバコート膜222の堆積、基板400の加熱、及び後続の充填材120の脱保護部分520aの現像のこのプロセスは、凹部110内の充填材120の脱保護及び現像の累積深さが対応する目標高さ121に到達するまで繰り返される。例えば、図5A～図5Cは、この循環プロセスの第1の反復を示し、本実施例においてそれは、凹部110内の充填材120の目標高さ121を達成するのに十分である。特定の実施態様において、凹部110内の充填材の目標高さ121に到達するのに十分な充填材120を除去するためには、追加の反復又はより少ない反復が適当であってもよい。さらに、溶解性変更剤226

50

の充填材 120 内への拡散及び後続の充填材 120 の脱保護部分の除去の所定の深さは、特定のニーズに従って、1 回の反復から次の反復まで（潜在的には全ての反復にわたって）同一であってもよく、又は 1 回の反復から次の反復まで（潜在的には全ての反復にわたって）変化してもよい。

【0086】

後続処理は、次いで、半導体基板 400 上で行われ得る。例えば、プロセス 202 は、多様な堆積及びエッチングプロセスを用いて半導体デバイスを形成するためのプロセスに統合されてもよい。

【0087】

プロセス 202 は、1 つ又は複数の技術的利点を提供してもよく、それは、プロセス 102 を参照して上述した利点に加えてであってもよい。ある実施形態では、凹部 110 は、高アスペクト比を有し（例えば、高さ 116 と高さ 114 との差が幅 118 よりも著しく大きい）、それは、オーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤を活性化するのに適した光の波長（化学線 124）が活性化のためにオーバコート膜 122 内の光活性化酸発生剤に到達するための経路を妨げ得る。概して、フィーチャ（例えば、凹部 110）の横寸法が、影響を与える放射線の波長よりはるかに短いとき、PAG ベースプロセスではオーバコート膜 122 内の PAG を活性化する際に困難が生じ始め得る。フィーチャ（例えば、凹部 110）のアスペクト比が大きく、それにより化学線 124 の光子がオーバコート膜 122 と相互作用する深さが大きいほど、化学線 124 の到来波長より小さい所与の寸法においてフィーチャ内の光子相互作用の効率が低下する。ほんの一実施例として、構造 108 間の間隙の幅 118 が、約 20 nm であってもよく、凹部 110 の深さがその約 5 倍以上であってもよい。オーバコート膜 222 内の熱活性化剤発生剤は、化学線 124 ではなく熱 127 によって活性化され、光の特定波長に依拠せず、十分な熱に反応して、実質的に均一な量の溶解性変更剤 226 を発生させる。

【0088】

プロセス 202 において、PAG ベースプロセスの 1 回又は複数回の反復は、凹部 110 の位置に基づく凹部 110 内の目標高さ 121 の相対差を確立するために実行され得るが、PAG ベースプロセスの 1 回又は複数回の反復を用いて確立された目標高さ 121 の相対差を維持しつつ、目標高さ 121 に到達するまで凹部 110 内の充填材 120 を実質的に均一に埋め込み続けるために、TAG ベースプロセスの 1 回又は複数回の後続の反復が実行され得る。さらに、熱活性化剤発生剤を活性化して溶解性変更剤 226 を生成するために使用される熱プロセスによって、また、化学線 124 への暴露のための別個のステップ（且つ潜在的には、別個のツール）を用いることなく溶解性変更剤 226 が充填材 120 内の所定の深さまで拡散するため、TAG ベースプロセスは、特に効率的である。

【0089】

図 6 は、ある実施形態による、半導体基板を処理するための例としての方法を示す。概して、図 6 を参照して説明される方法は、図 1A ~ 図 1J 及び図 4A ~ 図 4H を参照して上述したプロセス 102 に対応する。

【0090】

ステップ 600 において、凹部 110 を画成する微細加工構造 108 を有する基板 100 / 400 が受け入れられる。ステップ 602 において、充填材 120 は、基板 100 / 400 上に堆積されて、凹部 110 を充填し、微細加工構造 108 を覆う。充填材 120 は、樹脂であってもよく、最初は溶媒 128 による現像に耐性を示す。ステップ 604 において、オーバコート膜 122 は、基板 100 / 400 上に堆積される。オーバコート膜 122 は、化学線に反応して溶解性変更剤 126（例えば、酸）を発生させる、光活性化剤発生剤（例えば、PAG）を含む。

【0091】

ステップ 606 において、オーバコート膜 122 は、オーバコート膜 122 内の光活性化剤発生剤がオーバコート膜 122 の中で溶解性変更剤 126 を発生させるのに十分な化学線 124 に暴露される。化学線 124 は、基板 100 / 400 に向けられたあるパター

10

20

30

40

50

ンの化学線 1 2 4 であってもよく、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の除去の所定の深さ（及び最終的な残りの高さ）における変動を達成するように設計されてもよい。ステップ 6 0 8 において、溶解性変更剤 1 2 6 は、充填材 1 2 0 内の所定の深さまで拡散されて、充填材 1 2 0 の脱保護部分 1 2 0 a / 4 2 0 a を溶媒 1 2 8 に溶解可能にする。これは、基板 1 0 0 / 4 0 0 にわたる複数の異なる所定の深さを含み得る。ある実施形態では、基板 1 0 0 / 4 0 0 は、溶解性変更剤 1 2 6 を充填材 1 2 0 内の所定の深さまで拡散させるためにベーク（又は加熱）される。ステップ 6 1 0 において、オーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 1 2 0 a / 4 2 0 a が、溶媒 1 2 8 を用いて現像される。

#### 【 0 0 9 2 】

ステップ 6 1 2 において、所定の条件が満たされるかどうかに関する判断が行われる。概して、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の目標高さ 1 2 1 が達成されるかどうかに関する判断が、ステップ 6 1 2 において行われる。例えば、所定の条件は、ステップ 6 0 4 ~ 6 1 0 の所定のサイクル回数が実行されたかどうかを判断することを含んでもよく、所定のサイクル回数は、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の目標高さ 1 2 1 を達成するのに十分であるように、事前決定されている。別の実施例として、所定の条件は、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の目標高さ 1 2 1 が達成されているかどうかを判断するための基板 1 0 0 / 4 0 0 のリアルタイム分析を含み得る。

#### 【 0 0 9 3 】

所定の条件が満たされていないとの判断がステップ 6 1 2 において行われた場合、方法は、ステップ 6 0 4 ~ 6 1 0 の別のサイクルを実行するためにステップ 6 0 4 に戻る。所定の条件が満たされているとの判断がステップ 6 1 2 において行われる場合、方法は、ステップ 6 1 4 に進み、凹部 1 1 0 内の充填材 1 2 0 の目標高さ 1 2 1 は達成されている。ステップ 6 1 4 において、後続の半導体製造プロセスが実行され得る。

#### 【 0 0 9 4 】

図 7 は、ある実施形態による、半導体基板を処理するための例としての方法を示す。概して、図 7 を参照して説明される方法は、図 2 A ~ 図 2 I 及び図 5 A ~ 図 5 C を参照して上述したプロセス 2 0 2 に対応する。

#### 【 0 0 9 5 】

ステップ 7 0 0 ~ 7 1 0 は、概して、図 6 に関して説明した方法のステップ 6 0 0 ~ 6 1 0 に対応し、したがって、ステップ 6 0 0 ~ 6 1 0 の詳細は、参照により組み込まれ、繰り返されない。ステップ 7 1 2 において、所定の条件が満たされるかどうかに関する判断が行われる。例えば、所定の条件は、ステップ 7 0 4 ~ 7 1 0 の所定のサイクル数が実行されているかどうかを判断することを含み得る。ある実施形態では、所定の条件は、ステップ 7 0 4 ~ 7 1 0 の単一サイクル（例えば、PAG ベースプロセス）が実行されているかどうかであるが、本開示は、ステップ 7 0 4 ~ 7 1 0 の複数サイクル（例えば、PAG ベースプロセス）がステップ 7 1 4 に進む前に実行されることを考慮する。

#### 【 0 0 9 6 】

所定の条件が満たされていないとの判断がステップ 7 1 2 において行われた場合、方法は、ステップ 7 0 4 ~ 7 1 0 の別のサイクル（例えば、PAG ベースプロセス）を実行するためにステップ 7 0 4 に戻る。所定の条件が満たされているとの判断がステップ 7 1 2 において行われた場合、方法は、ステップ 7 1 4 に進む。ステップ 7 1 4 において、オーバコート膜 2 2 2 は、基板 1 0 0 / 4 0 0 上に堆積される。オーバコート膜 2 2 2 は、熱に反応して溶解性変更剤 2 2 6（例えば、酸）を発生させる、熱活性化剤発生剤（例えば、TAG）を含む。ステップ 7 1 6 において、基板 1 0 0 / 4 0 0 は、十分にベークされて、オーバコート膜 2 2 2 内で溶解性変更剤 2 2 6 を発生させ、且つ充填材 1 2 0 内の所定の深さまで溶解性変更剤 2 2 6 を拡散して、充填材 1 2 0 の一部（例えば、脱保護部分 2 2 0 a / 5 2 0 a）を溶媒 2 2 8 に溶解可能にする。ステップ 7 1 8 において、オーバコート膜 1 2 2 及び充填材 1 2 0 の脱保護部分 2 2 0 a / 5 2 0 a が、溶媒 2 2 8 を用いて現像される。

#### 【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

50

ステップ720において、所定の条件が満たされるかどうかに関する判断が行われる。概して、ステップ720において行われる判断は、凹部110内の充填材120の目標高さ121が達成されているかどうかに関し、図6のステップ612において上述した所定の条件に類似であってもよい。所定の条件が満たされていないとの判断がステップ720において行われた場合、方法は、ステップ714～718の別のサイクルを実行するためにステップ714に戻る。所定の条件が満たされているとの判断がステップ720において行われた場合、方法は、ステップ722に進み、凹部110内の充填材120の目標高さ121は達成されている。ステップ722において、後続の半導体製造プロセスが実行され得る。

#### 【0098】

図8は、ある実施形態による、半導体基板を処理するための例としての方法を示す。ステップ800において、充填材120は、基板100/400上に堆積されて、凹部110を充填し、基板100/400の微細加工構造108を覆う。ステップ802において、PAGベースプロセスを用いて、凹部110内のそれぞれの第1の深さまで充填材120を除去するために、充填材120の局所除去が行われる。ステップ804において、所定の条件が満たされるかどうかに関する判断が行われる。例えば、所定の条件は、ステップ802の所定のサイクル数が実行されているかどうかを判断することを含み得る。ある実施形態では、所定の条件は、ステップ802の単一サイクルが実行されているかどうかであるが、本開示は、ステップ802の複数サイクルがステップ806に進む前に実行されることを考慮する。所定の条件が満たされていないとの判断がステップ804において行われた場合、方法は、ステップ802の別のサイクルを実行するためにステップ802に戻る。所定の条件が満たされているとの判断がステップ804において行われた場合、方法は、ステップ806に進む。

#### 【0099】

ステップ806において、TAGベースプロセスを用いて、充填材120の残りの部分の均一エッチングが実行されて、凹部110内の実質的に均一な深さの充填材120を除去する。ステップ808において、所定の条件が満たされるかどうかに関する判断が行われる。概して、ステップ808において行われる判断は、凹部110内の充填材120の目標高さ121が達成されているかどうかに関し、図6のステップ612及び図7のステップ720においてそれぞれ上述した所定の条件に類似であってもよい。所定の条件が満たされていないとの判断がステップ808において行われた場合、方法は、ステップ806の別のサイクルを実行するためにステップ806に戻る。所定の条件が満たされているとの判断がステップ808において行われる場合、方法は、ステップ810に進み、凹部110内の充填材120の目標高さ121は達成されている。ステップ810において、後続の半導体製造プロセスが実行され得る。

#### 【0100】

図9A～図9Cは、ある実施形態による、オーバコート膜122/222において使用され得る例としてのPAG及びTAGを示す。図9Aは、トリフェニルスルホニウムトリフラート及びビス(4-tert-ブチルフェニル)ヨードニウムトリフラートを含む、例としてのイオン性PAGを示し、これは、オーバコート膜122の光活性化剤発生剤として用いられ得る。図9Aは、また、N-ヒドロキシナフタルイミドトリフラート及びN-ヒドロキシ-5-ノルボルネン-2,3-ジカルボキシイミドペルフルオロ-1-ブタンスルホン酸を含む、例としての非イオン性PAGを示し、これは、オーバコート膜122の光活性化剤発生剤として用いられ得る。概して、イオン性又は非イオン性に関わらず、PAGは、特定波長(又は波長範囲)の光に暴露されると分解して、強酸を発生させ得る。図9Bは、オーバコート膜122の光活性化剤発生剤として用いられ得る、例としてのポリマー結合PAGを示す。図9Cは、オーバコート膜222の熱活性化剤発生剤として用いられ得る、例としてのTAGを示す。これらのTAGは、高温状態で分解して、強酸を発生させ得る。ある実施形態では、TAGは、いくつか例を挙げると、スルホン酸エステル、オニウム塩、又はハロゲン含有化合物を含み得る。

10

20

30

40

50

## 【0101】

図10A～図10Bは、オーバコート膜122/222及び/又は充填材120の溶解性の例としての修正を示す。特に、図10A～図10Bは、強酸との相互作用を変更するポリマー溶解性を示す。図10Aは、tert-ブトキシカルボニル基(t-BOC)の脱保護化学作用を示し、これは、あるフォトレジストで使用され得る。材料t-BOCは、充填材120及び/又はオーバコート膜122/222のポリマーを構成するいくつかのモノマーのうちの1つであり得る。この実施例では、保護されるポリマーは、疎水性(t-ブチル基)であり、脱保護したポリマーは、水酸化物、カルボン酸である。図10Bは、ビニルエーテル脱架橋を示し、これは、ある現像可能な底反射防止被膜(dBARC)において使用され得る。ある実施形態では、強酸との相互作用によって、脱架橋反応が発生し、膜の既反応部分(例えば、充填材120及び/又はオーバコート膜122/222)が所与の現像剤(例えば、溶媒128/228)により溶解可能になる。

10

## 【0102】

図9A～9C及び図10A～10Bを参照して上述した例としての化学作用及びシステムは、単なる実施例として提供されること、並びに本開示は、任意の適当な化学作用及びシステムを用いることを考慮することを理解されたい。

## 【0103】

本開示は、特定の微細加工プロセス(充填材120を基板100/400の1つ又は複数の凹部110の中の目標高さ121まで埋め込むこと)の文脈において説明されているが、本開示は、任意の適当な微細加工プロセスと共に使用され得る。例えば、本開示は、本明細書に記載された技術を用いて、任意の膜又は半導体デバイスの他の構造/フィーチャの高さを、そのような膜又は他の構造/フィーチャが凹部内に全体的又は部分的にあるか否かに関わらず、制御することを考慮する。

20

## 【0104】

本明細書における実施形態の特定の例としての用途は、n型電界効果トランジスタ(NFET)及びp型FET(PFET)が重なって積層される、3次元トランジスタアーキテクチャの構築である。これは、横方向ゲートオールアラウンド(GAA)トランジスタの垂直積層体を含み得る。電子豊富な(n型)種でドーピングされたエピタキシャルシリコンゲルマニウム(SiGe)成長が、覆われていないシリコンの上層及び下層の両方において発生し得る。しかしながら、上位シリコン層は、電子不足(p型)SiGeを有するように設計され得る。したがって、n型SiGeが成長した後、対応するフィーチャは、後続のシリコンエッチング及びp型SiGeの再成長のために暴露された(覆われていない)上位シリコンレベルを離れると同時に、下位シリコンレベルを覆う深さまで充填される。本明細書における膜高制御実施形態の使用は、膜高の制御改善及び/又はウェハ全体にわたる均一性をもたらす。図11は、n型及びp型SiGeを選択的に成長させるための精密な膜高制御から恩恵を受け得る、積層トランジスタアーキテクチャの例を示す。

30

## 【0105】

SABのプロセスは、高度な処理ノードにおいて密集フィーチャをパターン形成する方法である。SABプロセスフローにおけるステップは、図12A～図12Bに示されるようなスピンオンカーボン膜などの特定の膜の部分的凹部から恩恵を受け得る。この膜が、小さなマージンによってでさえ、周囲のスペースに対して上又は下にエッチングされている場合、プロセスフローにおける最終パターンは、正しく転写されず、不具合を生じることがある。本明細書における技術は、ウェハの全体に潜在的にわたって非常に平坦な表面を与え、それによって、SABプロセスの制御及び再現性が改善され得る。

40

## 【0106】

様々な実施形態の理解を促進するために、様々な技術を複数の個別の動作として説明してきた。説明の順序は、これらの動作が必然的に順序依存であることを示唆するものと解釈されるべきではない。記載の動作は、記載の実施形態と異なる順序で実行され得る。様々な追加の動作が実行され得、且つ/又は説明した動作が追加の実施形態で省略され得る。

## 【0107】

50

本開示について、例示の実施形態を参照しながら説明してきたが、この説明は、限定的な意味に解釈されることを意図したものではない。例示の実施形態の様々な修正及び組み合わせ、並びに本開示の他の実施形態は、説明を参照すれば当業者には明らかであろう。したがって、添付の特許請求の範囲は、そのようなあらゆる修正形態又は実施形態を包含することが意図される。

【図面】

【図 1 A】

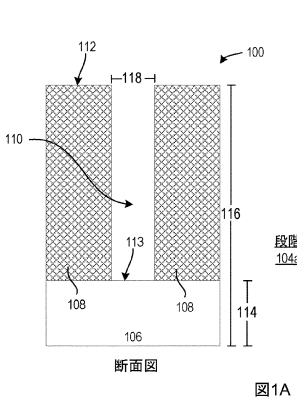


図1A

【図 1 B】

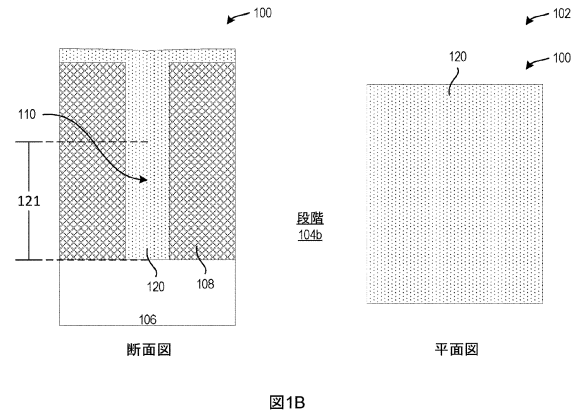


図1B

【図 1 C】

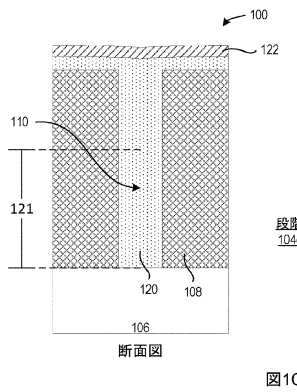


図1C

【図 1 D】

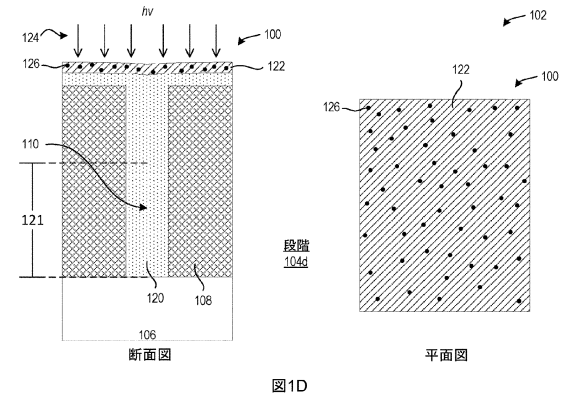


図1D

10

20

30

40

50

【图 1 E】

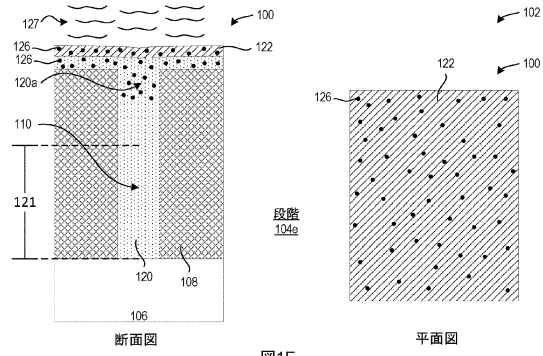


图1E

【图 1 F】

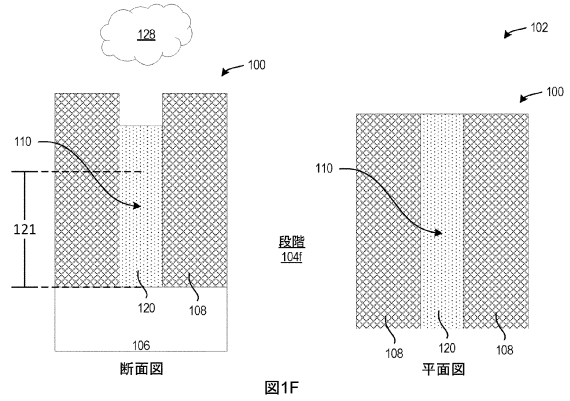


图1F

【图 1 G】

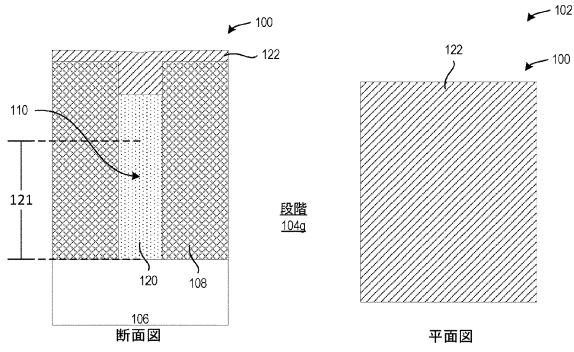


图1G

【图 1 H】

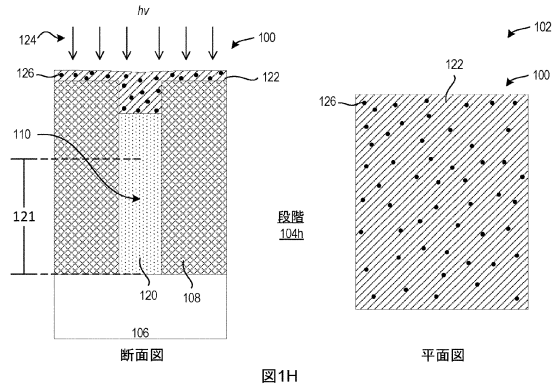


图1H

10

20

30

40

50

【图 1 I】

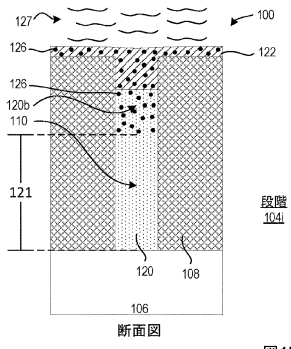
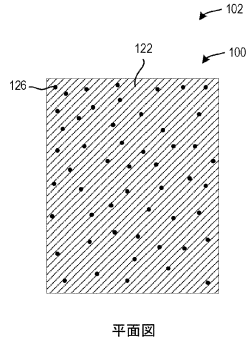


图1I



平面图

【图 1 J】

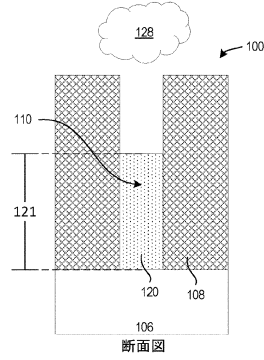
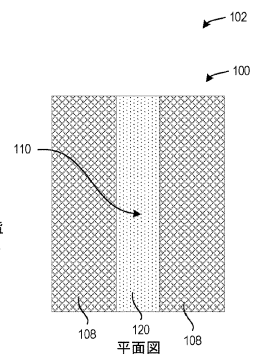


图1J



平面图

10

【图 2 A】

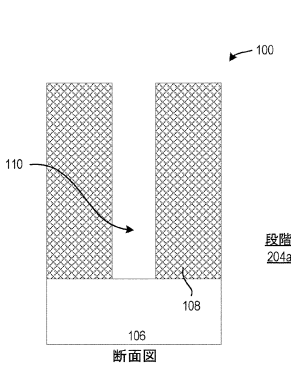
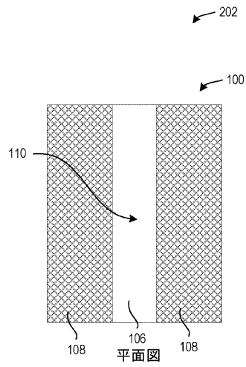


图2A



平面图

【图 2 B】

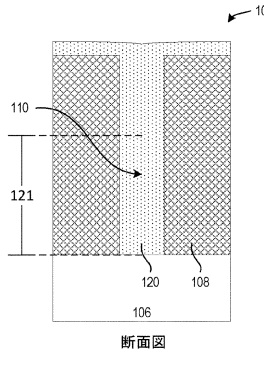
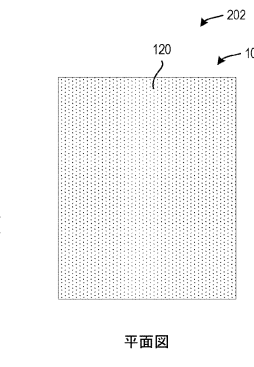


图2B



平面图

20

30

40

50

【图 2 C】

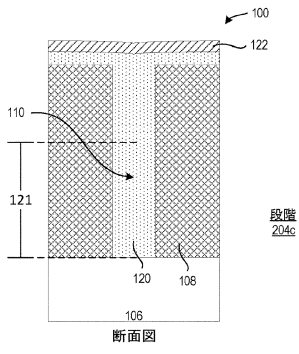
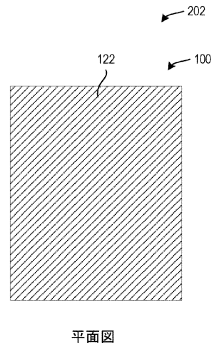


图2C



平面图

【图 2 D】

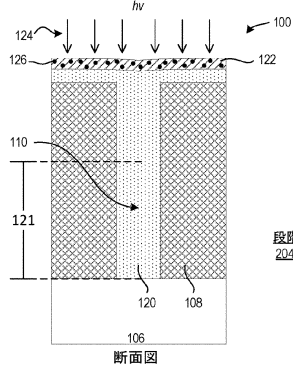
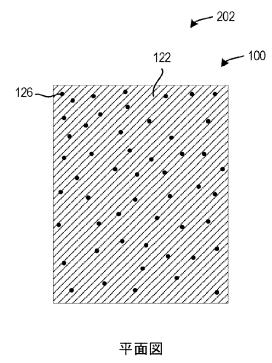


图2D



平面图

10

【图 2 E】

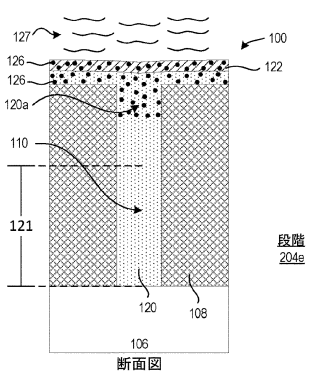
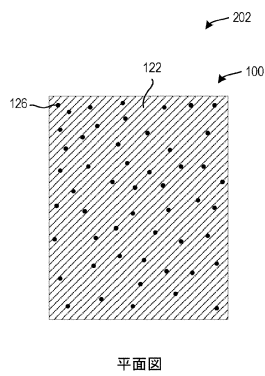


图2E



平面图

【图 2 F】

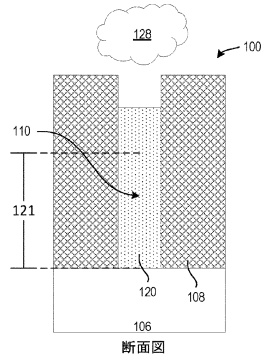
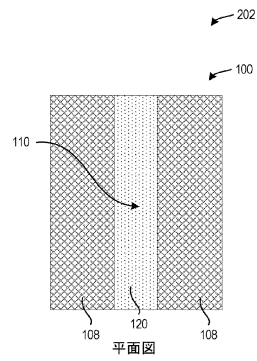


图2F



平面图

20

30

40

50

【図 2 G】

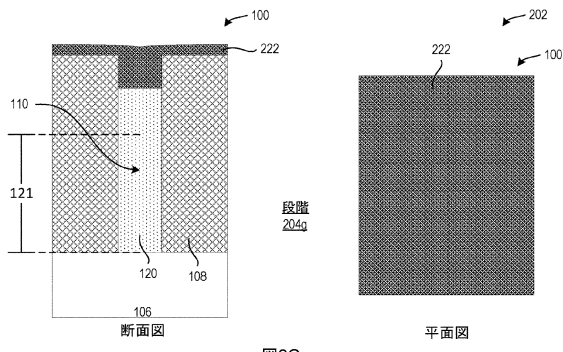


図2G

【図 2 H】

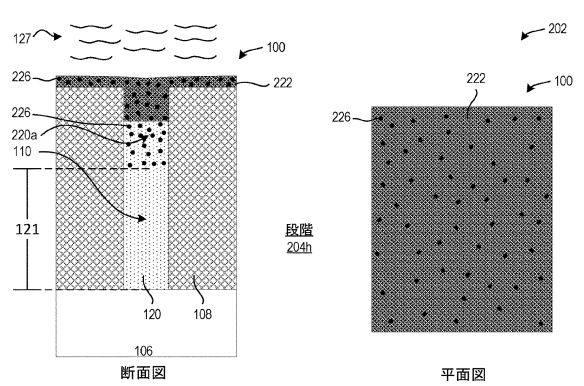


図2H

【図 2 I】

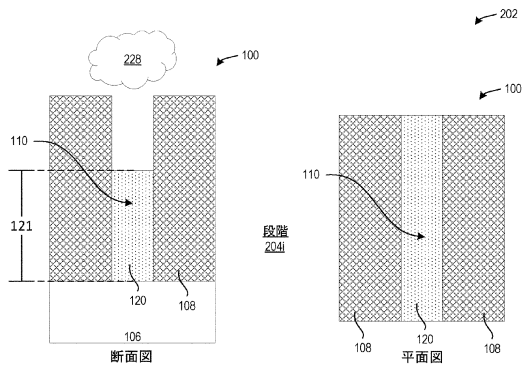


図2I

【図 3】

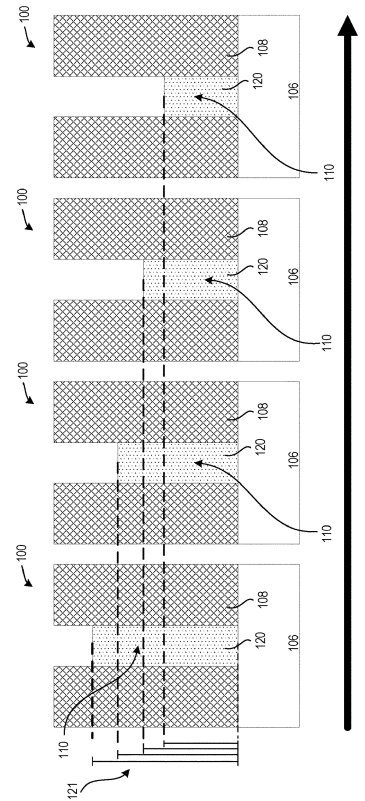


図3

10

20

30

40

50

【 4 A 】

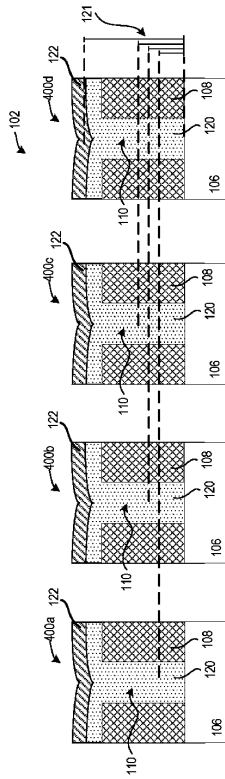


FIGURE 4A

【 4 B 】

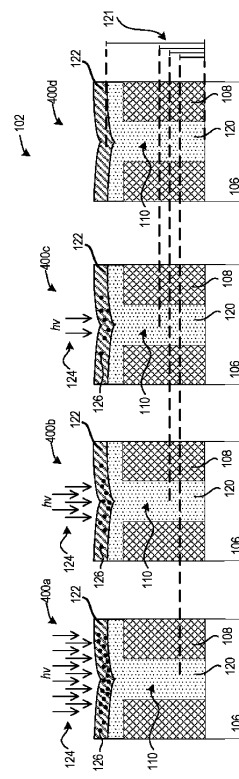


FIGURE 4B

【 4 C 】

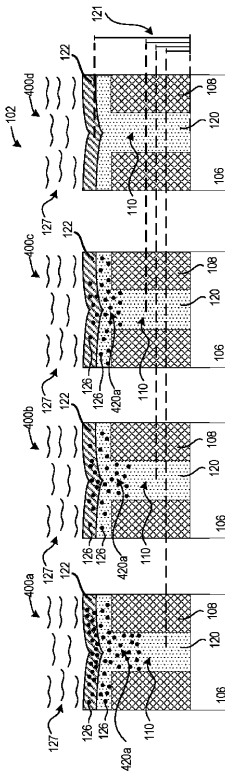


FIGURE 4C

【 4 D 】

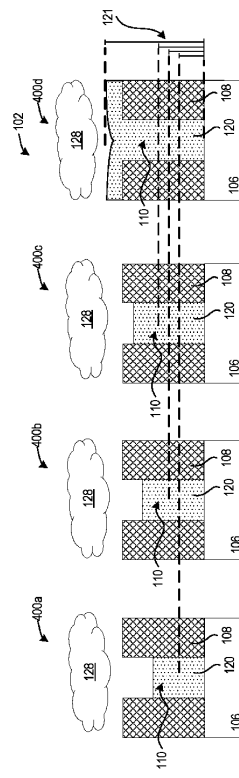


FIGURE 4D

10

20

30

40

50

【 4 E 】

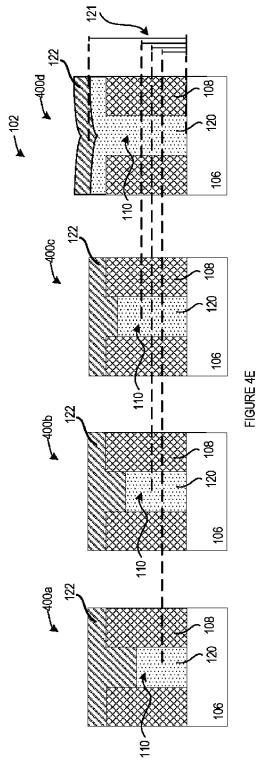


FIGURE 4E

【 4 F 】

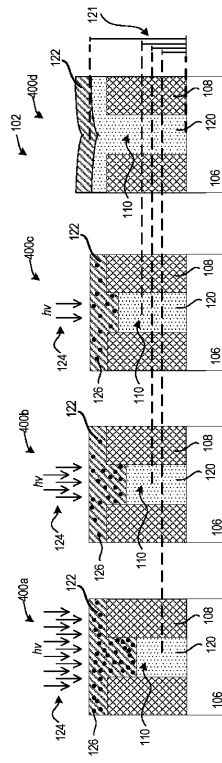


FIGURE 4F

【 4 G 】

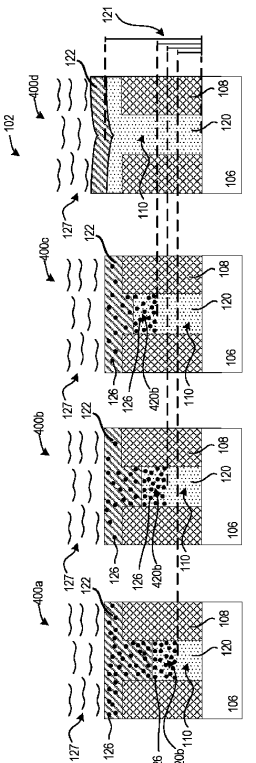


FIGURE 4G

【 4 H 】

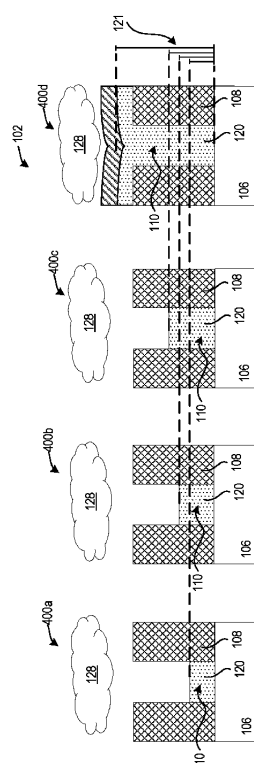


FIGURE 4H

10

20

30

40

50

【図5A】

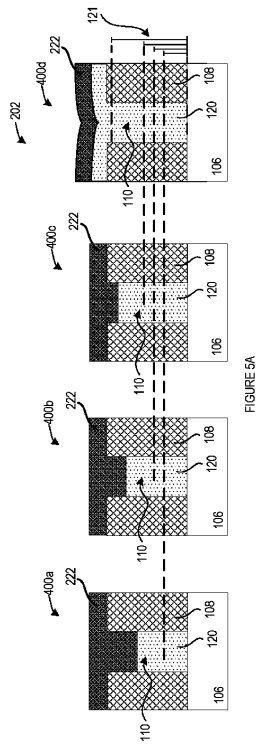


FIGURE 5A

【図5B】

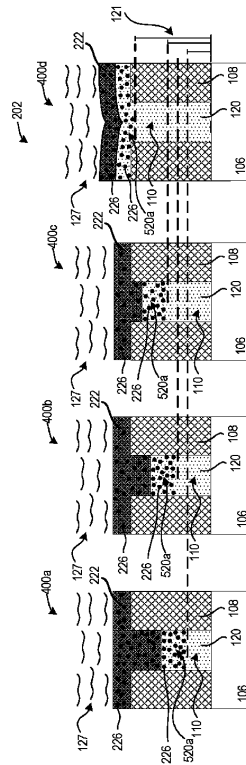


FIGURE 5B

10

20

【図5C】

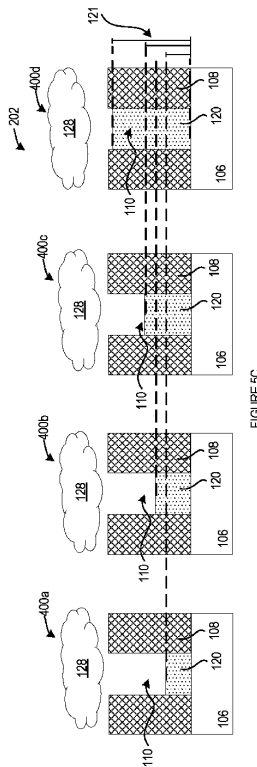
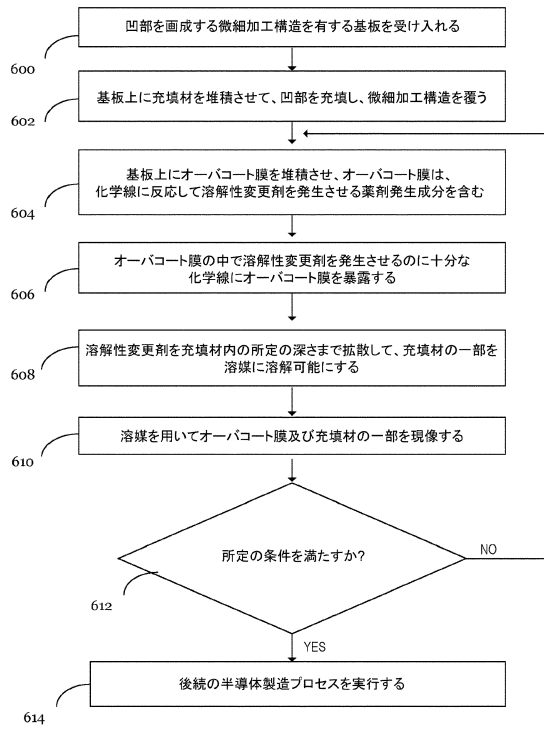


FIGURE 5C

【図6】



30

40

図6

50

【 図 7 】

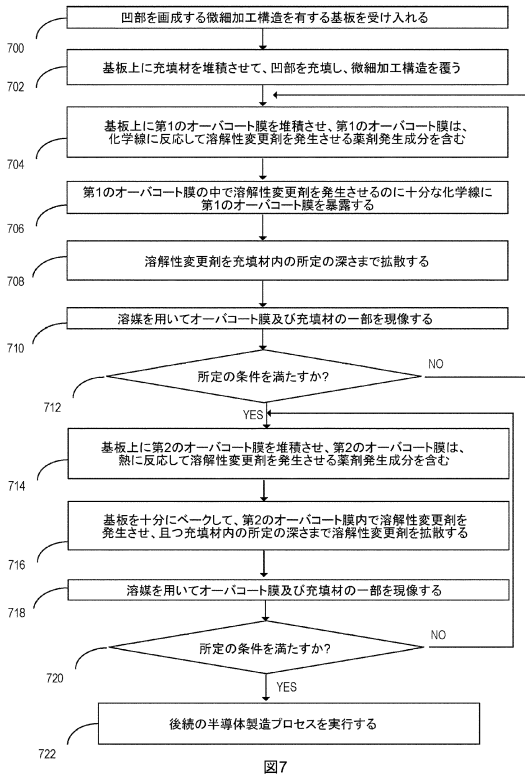


図7

【 図 8 】

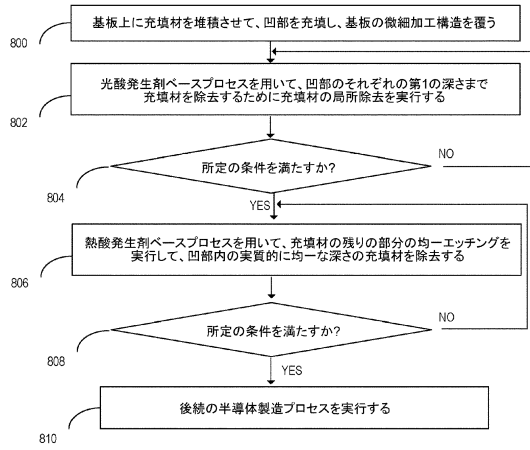


図8

【 図 9 A 】

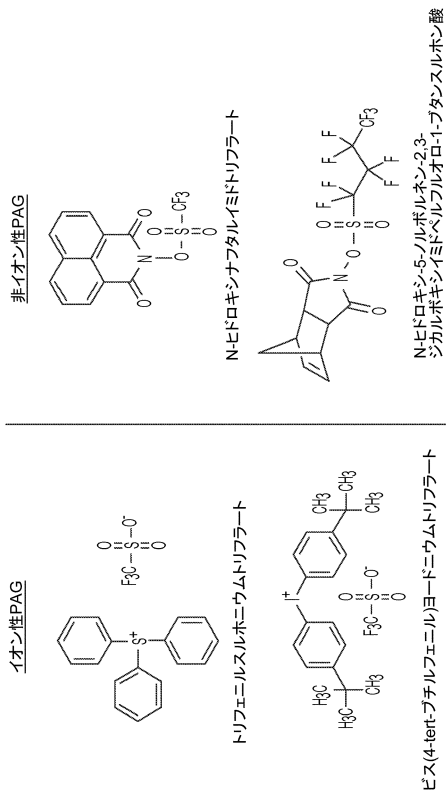


図9A

【 図 9 B 】

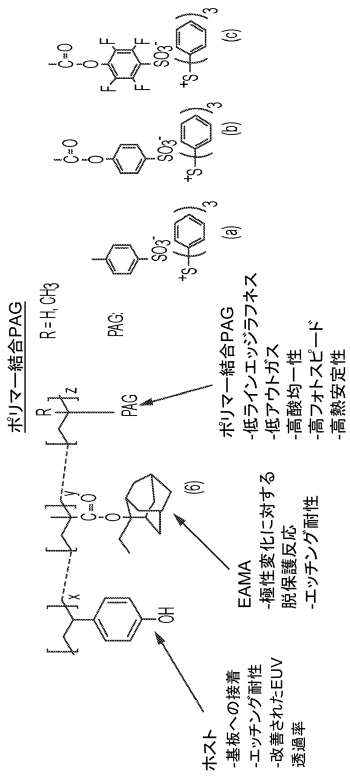


図9B

10

20

30

40

50

【 図 9 C 】



FIGURE 9C

【 図 1 0 A 】

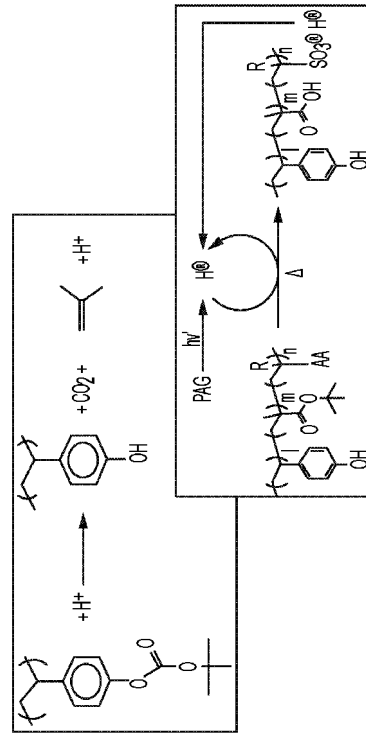


FIGURE 10A

【 図 1 0 B 】

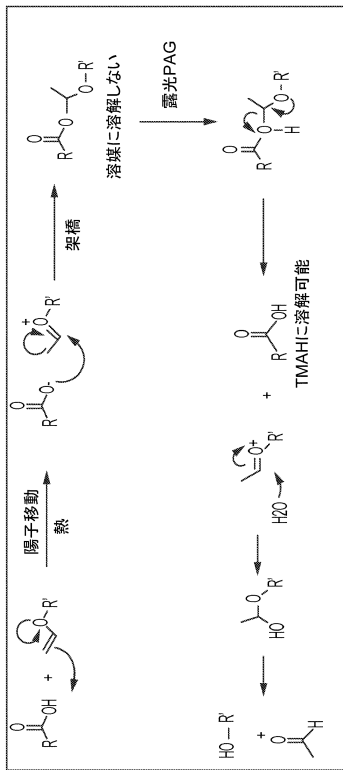


図10B

【 図 1 1 】

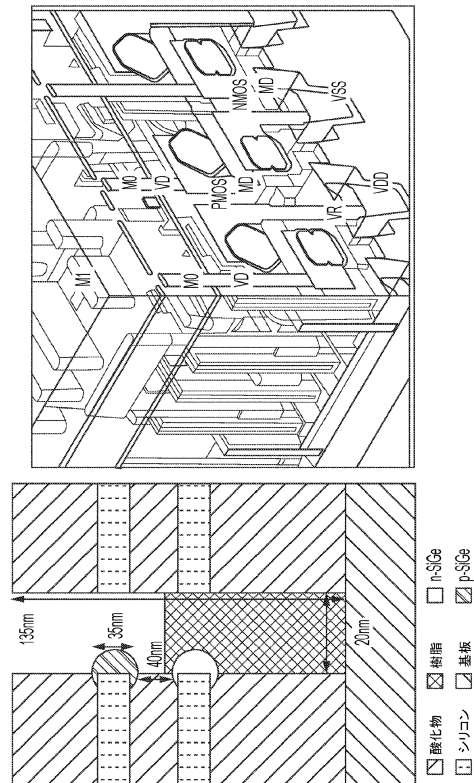


図11

10

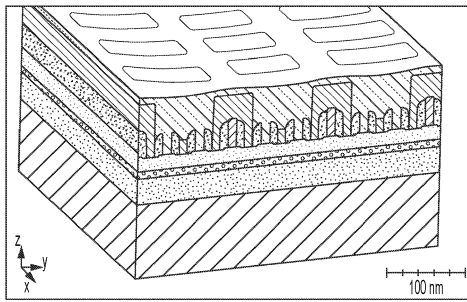
20

30

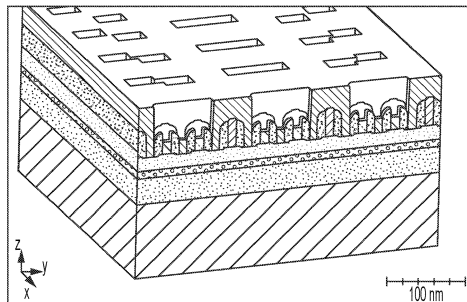
40

50

【 図 1 2 A 】



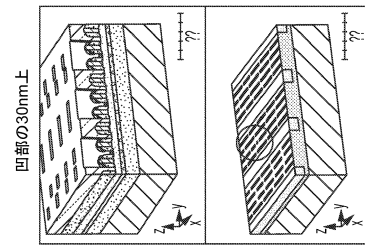
スピノオンガラス   SiNバックボーン   TEOSキャップ   スペーサ  
 スピノオンカーボン   TiNハードマスク   Low-k



スピノオンガラス   SiNバックボーン   TEOSキャップ   スペーサ  
 スピノオンカーボン   TiNハードマスク   Low-k

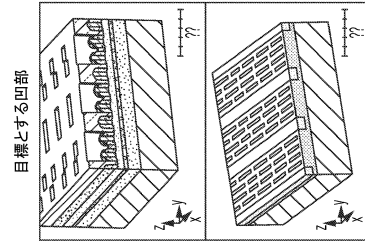
図12A

【 図 1 2 B 】



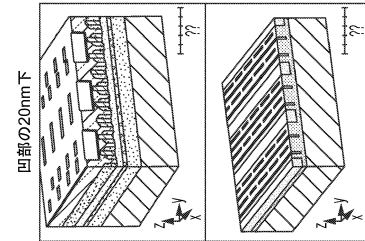
凹部の30nm上

BBトラップ上のいくつかの「露れた」カット



目標とする凹部

M0カットパターン良好



凹部の20nm下

バックボーントラップで  
行われていないカット

図12B

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

ルバニー, フラー ロード 255, スイート 214, ナノファブ 300 サウス

## (72)発明者 グルゼスコヴィアク, ジョディ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州, オールバニー, フラー ロード 255, スイート 214, ナノファブ 300 サウス

## (72)発明者 スミス, ジェフリー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州, オールバニー, フラー ロード 255, スイート 214, ナノファブ 300 サウス

審査官 河合 俊英

## (56)参考文献 特表2017-506428(JP, A)

国際公開第2020/160016(WO, A1)

特表2018-516385(JP, A)

特表2016-539362(JP, A)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/312

H01L 21/306