

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-529708

(P2016-529708A)

(43) 公表日 平成28年9月23日(2016.9.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 27/08 (2006.01)	H01L 27/08 331C	5F048
H01L 29/786 (2006.01)	H01L 29/78 618B	5F110
H01L 21/336 (2006.01)	H01L 29/78 618C	5F140
H01L 29/78 (2006.01)	H01L 29/78 301Z	
H01L 21/8234 (2006.01)	H01L 27/08 331E	
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 39 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-531780 (P2016-531780)  
 (86) (22) 出願日 平成26年7月25日 (2014.7.25)  
 (85) 翻訳文提出日 平成28年1月21日 (2016.1.21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/048270  
 (87) 国際公開番号 W02015/017283  
 (87) 国際公開日 平成27年2月5日 (2015.2.5)  
 (31) 優先権主張番号 13/956,398  
 (32) 優先日 平成25年8月1日 (2013.8.1)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

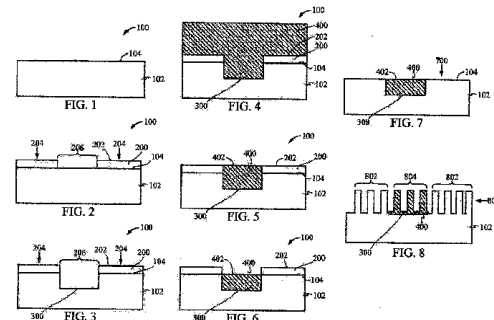
(71) 出願人 507364838  
 クアルコム、インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 921  
 21 サン ディエゴ モアハウス ドラ  
 イヴ 5775  
 (74) 代理人 100108453  
 弁理士 村山 靖彦  
 (74) 代理人 100163522  
 弁理士 黒田 晋平  
 (72) 発明者 スタンリー・スチュール・ソン  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・921  
 21・サン・ディエゴ・モアハウス・ドラ  
 イヴ・5775

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異なる材料から基板上にフィンを形成する方法

## (57) 【要約】

異なる材料のフィンを形成する方法は、上面を有する第1の材料の層を含む基板を提供するステップと、基板の第2の部分を露出させながら基板の第1の部分をマスクングするステップと、第2の部分において第1の開口部をエッチングするステップと、開口部内に第1の材料の層の上面のレベルまで第2の材料の主部を形成するステップと、マスクを除去するステップと、第1の部分に第1の材料のフィンを形成し、第2の部分に第2の材料のフィンを形成するステップとを含む。少なくとも2つの異なる材料から形成されたフィンを含むフィンFETデバイスも開示される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

異なる材料のフィンを形成する方法であって、  
上面を有する第 1 の材料の層を含む基板を提供するステップと、  
前記基板の第 2 の部分を露出させながらマスクを形成するために前記基板の第 1 の部分をマスクングするステップと、  
前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップと、  
前記第 1 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するステップと、  
前記マスクを除去するステップと、  
前記第 1 の部分に前記第 1 の材料のフィンを形成し、前記第 2 の部分に前記第 2 の材料のフィンを形成するステップと  
を含む、方法。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 の材料はシリコンである、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記第 1 の材料は III - V 族材料である、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記第 2 の材料はゲルマニウムである、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記第 2 の材料はシリコンゲルマニウムである、請求項 3 に記載の方法。

20

**【請求項 6】**

前記基板は、第 2 の材料の層と、前記第 2 の材料の前記層上の第 1 の酸化物の層とを含み、前記第 1 の材料の前記層は、前記第 1 の酸化物の前記層上に配置され、前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップは、前記第 1 の材料の前記層と前記第 1 の酸化物の前記層とを通して前記第 2 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップを含む、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記基板は、第 3 の材料の層と、前記第 3 の材料の前記層上の第 1 の酸化物の層とを含み、前記第 1 の材料の前記層は、前記第 1 の酸化物の前記層上に配置され、前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップは、前記第 1 の材料の前記層と前記第 1 の酸化物の前記層とを通して前記第 3 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップを含む、請求項 3 に記載の方法。

30

**【請求項 8】**

前記第 3 の材料はシリコンであり、前記第 2 の材料はシリコンゲルマニウムである、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記基板は、第 3 の材料の層と、前記第 3 の材料の前記層上の第 1 の酸化物層と、前記第 1 の酸化物層上の前記第 2 の材料の層と、前記第 2 の材料の前記層上の第 2 の酸化物層とを含み、前記第 1 の材料の前記層は、前記第 2 の酸化物層上に配置され、前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップは、前記第 1 の材料の前記層と前記第 2 の酸化物層とを通して前記第 2 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

40

**【請求項 10】**

前記基板の第 3 の部分において前記第 1 の材料の前記層、前記第 2 の酸化物層、前記第 2 の材料の前記層、および前記第 1 の酸化物層を通して前記第 3 の材料の前記層まで第 2 の開口部をエッチングするステップと、前記第 2 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで前記第 3 の材料の主部を形成し、前記第 3 の部分に前記第 3 の材料のフィンを形成するステップとを含む、請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 11】**

50

前記基板の第 1 の部分をマスキングするステップは、前記基板の第 3 の部分を露出させるステップを含み、前記基板の前記第 3 の部分において前記第 1 の材料の前記層、前記第 2 の酸化物層、前記第 2 の材料の前記層、および前記第 1 の酸化物層を通して前記第 3 の材料の前記層まで第 2 の開口部をエッチングするステップと、前記第 2 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで前記第 3 の材料の主部を形成し、前記第 3 の部分に前記第 3 の材料のフィンを形成するステップとを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

少なくとも 2 つの異なる材料から形成されたフィンを有するフィン F E T デバイスであって、

上面を有する第 1 の層を有する基板と、

10

前記第 1 の層の上面上の第 1 の酸化物層であって、上面を有し、前記第 1 の層の第 1 の部分を覆い、前記第 1 の層の第 2 の部分を覆わない、第 1 の酸化物層と、

前記第 1 の層の前記第 2 の部分における材料の第 1 の主部であって、前記第 1 の酸化物層の前記上面と同じ高さの上面を有する、材料の第 1 の主部と、

前記第 1 の酸化物層上で第 1 の材料から形成されたフィンの第 1 のセットと、

前記材料の第 1 の主部上で第 2 の材料から形成されたフィンの第 2 のセットと

を含む、フィン F E T デバイス。

【請求項 13】

前記第 1 の層は前記第 2 の材料を含む、請求項 12 に記載のフィン F E T デバイス。

【請求項 14】

20

前記基板は、前記第 1 の材料および前記第 2 の材料とは異なる第 3 の材料を含む、請求項 12 に記載のフィン F E T デバイス。

【請求項 15】

前記第 2 の材料はゲルマニウムを含む、請求項 14 に記載のフィン F E T デバイス。

【請求項 16】

前記基板は、第 2 の層と前記第 2 の層上の第 2 の酸化物層とを含み、前記第 1 の層は、前記第 2 の酸化物層上に配置され、前記第 2 の酸化物層、前記第 1 の層、および前記第 1 の酸化物層を通して前記第 2 の層から拡がる材料の第 2 の主部を含み、前記材料の第 2 の主部は、前記第 1 の酸化物層の前記上面と同じ高さの上面を有し、前記材料の第 2 の主部および前記第 2 の層は第 3 の材料から形成され、フィンの第 3 のセットが材料の前記第 2 30

30

の主部上に前記第 3 の材料から形成される、請求項 14 に記載のフィン F E T デバイス。

【請求項 17】

前記第 2 の材料はゲルマニウムを含み、前記第 3 の材料はシリコンを含む、請求項 16 に記載のフィン F E T デバイス。

【請求項 18】

少なくとも 1 つの半導体ダイに統合された、請求項 12 に記載のフィン F E T デバイス。

【請求項 19】

請求項 12 に記載のフィン F E T デバイスが統合された、セットトップボックス、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、40

40

通信デバイス、携帯情報端末 ( P D A )、固定位置データユニット、およびコンピュータからなるグループから選択された、デバイス。

【請求項 20】

異なる材料のフィンを形成する方法であって、

第 1 の材料の層と、前記第 1 の材料の前記層上の第 1 の酸化物層と、前記第 1 の酸化物層上の第 2 の材料の層と、前記第 2 の材料の前記層上の第 2 の酸化物層と、前記第 2 の酸化物層上の第 3 の材料の層とを含む基板を提供するステップであって、前記第 3 の材料の前記層は、前記基板の上面を形成する上面を有する、ステップと、

前記基板上の第 1 の位置において前記第 3 の材料の前記層と前記第 2 の酸化物層とを通して前記第 2 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップと、

50

前記第 1 の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第 2 の材料の主部を形成するステップと、

前記基板上の第 2 の位置において前記第 3 の材料の前記層、前記第 2 の酸化物層、前記第 2 の材料の前記層、および前記第 1 の酸化物層を通して前記第 1 の材料の前記層まで第 2 の開口部をエッチングするステップと、

前記第 2 の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第 1 の材料の主部を形成するステップと、

前記第 1 の位置に前記第 2 の材料を含む第 1 のフィンを形成し、前記第 2 の位置に前記第 1 の材料を含む第 2 のフィンを形成し、第 3 の位置に前記第 3 の材料を含む第 3 のフィン

10

を形成するステップと

を含む、方法。

【請求項 2 1】

前記第 1 のフィン、前記第 2 のフィン、および前記第 3 のフィンは、前記第 2 の酸化物層の上面の平面から広がる、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記第 1 のフィンの高さは、前記第 2 のフィンの高さにほぼ等しく、前記第 2 のフィンの前記高さは、前記第 3 のフィンの高さにほぼ等しい、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記第 1 の材料はシリコンを含み、前記第 2 の材料はゲルマニウムを含み、前記第 3 の材料は III - V 族材料を含む、請求項 2 0 に記載の方法。

20

【請求項 2 4】

異なる材料のフィンを形成する方法であって、

上面を有する第 1 の材料の層を含む基板を提供するためのステップと、

前記基板の第 2 の部分を露出させながらマスクを形成するために前記基板の第 1 の部分をマスクングするためのステップと、

前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするためのステップと、

前記第 1 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するためのステップと、

前記マスクを除去するためのステップと、

前記第 1 の部分に前記第 1 の材料のフィンを形成し、前記第 2 の部分に前記第 2 の材料のフィン

30

を形成するためのステップと

を含む、方法。

【請求項 2 5】

前記基板の第 1 の部分をマスクングするための前記ステップは、前記基板の第 3 の部分を露出させるためのステップを含み、前記基板の前記第 3 の部分において前記第 1 の材料の前記層、前記第 2 の酸化物層、前記第 2 の材料の前記層、および前記第 1 の酸化物層を通して前記第 3 の材料の前記層まで第 2 の開口部をエッチングするためのステップと、前記第 2 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで前記第 3 の材料の主部を形成するためのステップと、前記第 3 の部分に前記第 3 の材料のフィンを形成するためのステップとを含む、請求項 2 4 に記載の方法。

40

【請求項 2 6】

少なくとも 2 つの異なる材料から形成されたフィンを有するフィン F E T デバイスであって、

上面を有する第 1 の層を有する基板と、

前記第 1 の層の上面上の第 1 の酸化物層であって、上面を有し、前記第 1 の層の第 1 の部分を覆い、前記第 1 の層の第 2 の部分を覆わない、第 1 の酸化物層と、

前記第 1 の層の前記第 2 の部分における材料の第 1 の主部であって、前記第 1 の酸化物層の前記上面と同じ高さの上面を有する、材料の第 1 の主部と、

半導体デバイスの第 1 の部分を形成するための第 1 のフィン手段と、

半導体デバイスの第 2 の部分を形成するための第 2 のフィン手段と

50

を含む、フィンＦＥＴデバイス。

【請求項２７】

異なる材料のフィンを形成する方法であって、

第１の材料の層と、前記第１の材料の前記層上の第１の酸化物層と、前記第１の酸化物層上の第２の材料の層と、前記第２の材料の前記層上の第２の酸化物層と、前記第２の酸化物層上の第３の材料の層とを含む基板を提供するためのステップであって、前記第３の材料の前記層は、前記基板の上面を形成する上面を有する、ステップと、

前記基板上の第１の位置において前記第３の材料の前記層と前記第２の酸化物層とを通して前記第２の材料の前記層まで第１の開口部をエッチングするためのステップと、

前記第１の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第２の材料の主部を形成するためのステップと、

前記基板上の第２の位置において前記第３の材料の前記層、前記第２の酸化物層、前記第２の材料の前記層、および前記第１の酸化物層を通して前記第１の材料の前記層まで第２の開口部をエッチングするためのステップと、

前記第２の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第１の材料の主部を形成するためのステップと、

前記第１の位置に前記第２の材料を含む第１のフィンを形成するためのステップと、前記第２の位置に前記第１の材料を含む第２のフィンを形成するためのステップと、第３の位置に前記第３の材料を含むフィンを形成するためのステップと

を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、異なる材料から基板上にフィンを形成する方法と、異なる材料から形成されたフィンを含む基板とを対象とし、より具体的には、フィンのうちのいくつかは基板の第１の層の材料から形成され、フィンのうちのいくつかは基板の第２の層の材料から形成された、複数層の基板上にフィンを形成する方法と、そのようなフィンを含む基板とを対象とする。

【背景技術】

【０００２】

フィンＦＥＴデバイスは、フィンＦＥＴトランジスタのチャンネルを形成するために使用され得る複数のフィンを含む。異なる材料からフィンを形成するのが望ましい場合がある。たとえば、ＩＩＩ族－Ｖ族の材料、すなわちヒ化インジウムまたはヒ化ガリウムインジウムから、いくつかのフィンを形成し、たとえば、ゲルマニウムからフィンの別のグループを形成し、場合によってはシリコンフィンの第３のグループを形成することが望ましい場合がある。異なる材料からフィンを形成するために、これまで、所与のタイプの材料を成長させる適切な基板を提供するのにシリコン層上にフィン材料の特定の層のための適切なバッファ層を形成することが必要であった。これは、フィンがすべて同じ材料から形成される際は比較的容易である。しかしながら、２つまたは３つの異なる材料からフィンを形成するには、２つまたは３つのバッファ層が必要であり、このことは、基板の製造プロセスを複雑にする。したがって、効率的な方法で異なる材料からフィンを作製するのが望ましい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００３】

例示的な実施形態は、異なる材料のフィンを形成する方法を含む。本方法は、上面を有する第１の材料の層を含む基板を提供するステップと、基板の第２の部分を露出させながらマスクを形成するために基板の第１の部分をマスクングするステップと、第２の部分において第１の開口部をエッチングするステップとを含む。本方法はまた、開口部内に第１の材料の層の上面のレベルまで第２の材料の主部を形成するステップと、マスクを除去す

10

20

30

40

50

るステップと、第 1 の部分に第 1 の材料のフィンを形成し、第 2 の部分に第 2 の材料のフィンを形成するステップとを含む。

【 0 0 0 4 】

別の実施形態は、少なくとも 2 つの異なる材料から形成されたフィンを含むフィン FET デバイスを含む。本デバイスは、上面を有する第 1 の層と、第 1 の層の上面上の第 1 の酸化物層とを有する基板を含む。第 1 の酸化物層は上面を有し、第 1 の酸化物層は、第 1 の層の第 1 の部分を覆い、第 1 の層の第 2 の部分を覆わない。材料の第 1 の主部は、第 1 の層の第 2 の部分に形成され、材料の第 1 の主部は、第 1 の酸化物層の上面と同じ高さの上面を有する。フィンの第 1 のセットが第 1 の酸化物層上で第 1 の材料から形成され、第 2 の材料から形成されたフィンの第 2 のセットが材料の第 1 の主部上に形成される。

10

【 0 0 0 5 】

追加の実施形態は、異なる材料のフィンを形成する方法を含む。本方法は、第 1 の材料の層と、第 1 の材料の層上の第 1 の酸化物層と、第 1 の酸化物層上の第 2 の材料の層と、第 2 の材料の層上の第 2 の酸化物層とを含む基板を提供するステップを含む。この基板は、第 2 の酸化物層上に第 3 の材料の層も含み、第 3 の材料の層は、基板の上面を形成する上面を有する。本方法はまた、基板上の第 1 の位置において第 3 の材料の層および第 2 の酸化物層を通して第 2 の材料の層まで第 1 の開口部をエッチングするステップと、第 1 の開口部内に基板の上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するステップとを含む。本方法はまた、基板上の第 2 の位置において第 3 の材料の層、第 2 の酸化物層、第 2 の材料の層、および第 1 の酸化物層を通して第 1 の材料の層まで第 2 の開口部をエッチングするステップと、第 2 の開口部内に基板の上面のレベルまで第 1 の材料の主部を形成するステップとを含む。加えて、本方法は、第 1 の位置に第 2 の材料を含む第 1 のフィンを形成し、第 2 の位置に第 1 の材料を含む第 2 のフィンを形成し、第 3 の位置に第 3 の材料を含む第 3 のフィンを形成するステップを含む。

20

【 0 0 0 6 】

別の実施形態は、異なる材料のフィンを形成する方法を含む。本方法は、上面を有する第 1 の材料の層を含む基板を提供するためのステップと、基板の第 2 の部分を露出させながらマスクを形成するために基板の第 1 の部分をマスクングするためのステップと、第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするためのステップとを含む。本方法はまた、開口部内に第 1 の材料の層の上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するためのステップと、マスクを除去するためのステップと、第 1 の部分に第 1 の材料のフィンを形成し、第 2 の部分に第 2 の材料のフィンを形成するためのステップとを含む。

30

【 0 0 0 7 】

追加の実施形態は、少なくとも 2 つの異なる材料から形成されたフィンを含むフィン FET デバイスを含む。本デバイスは、上面を有する第 1 の層と、第 1 の層の上面上の第 1 の酸化物層とを有する基板を含み、第 1 の酸化物層は上面を有する。第 1 の酸化物層は、第 1 の層の第 1 の部分を覆い、第 1 の層の第 2 の部分を覆わない。材料の第 1 の主部は、第 1 の層の第 2 の部分に形成され、材料の第 1 の主部は、第 1 の酸化物層の上面と同じ高さの上面を有する。半導体デバイスの第 1 の部分を形成するための第 1 のフィン手段が提供され、半導体デバイスの第 2 の部分を形成するための第 2 のフィン手段が提供される。

40

【 0 0 0 8 】

別の実施形態は、異なる材料のフィンを形成する方法を含む。本方法は、第 1 の材料の層と、第 1 の材料の層上の第 1 の酸化物層と、第 1 の酸化物層上の第 2 の材料の層と、第 2 の材料の層上の第 2 の酸化物層と、第 2 の酸化物層上の第 3 の材料の層とを含む基板を提供するためのステップを含む。第 3 の材料の層は、基板の上面を形成する上面を有する。本方法はまた、基板上の第 1 の位置において第 3 の材料の層および第 2 の酸化物層を通して第 2 の材料の層まで第 1 の開口部をエッチングするためのステップと、第 1 の開口部内に基板の上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するためのステップとを含む。本方法はまた、基板上の第 2 の位置において第 3 の材料の層、第 2 の酸化物層、第 2 の材料の

50

層、および第 1 の酸化物層を通して第 1 の材料の層まで第 2 の開口部をエッチングするためのステップと、第 2 の開口部内に基板の上面のレベルまで第 1 の材料の主部を形成するためのステップとを含む。加えて、本方法は、第 1 の位置に第 2 の材料を含む第 1 のフィンを形成するためのステップと、第 2 の位置に第 1 の材料を含む第 2 のフィンを形成するためのステップと、第 3 の位置に第 3 の材料を含む第 3 のフィンを形成するためのステップとを含む。

【0009】

添付の図面は、本発明の実施形態の説明を助けるために提示され、実施形態の限定ではなく、実施形態の例示のためにのみ提供される。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図 1】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 2】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 3】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 4】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 5】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 6】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 7】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 8】第 1 の実施形態による、ある処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 9】第 2 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

20

【図 10】第 2 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 11】第 2 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 12】第 2 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 13】第 2 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 14】第 2 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 15】第 2 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 16】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 17】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 18】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 19】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

30

【図 20】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 21】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 22】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 23】第 3 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 24】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 25】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 26】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 27】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 28】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 29】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

40

【図 30】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 31】第 4 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 32】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 33】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 34】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 35】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 36】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 37】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 38】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

【図 39】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。

50

【図 4 0】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 1】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 2】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 3】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 4】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 5】第 5 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 6】第 6 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 7】第 6 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 8】第 6 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 4 9】第 6 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 5 0】第 6 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 5 1】第 6 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 5 2】第 6 の実施形態による、処理段階中のウエハを概略的に示す立面図である。  
【図 5 3】一実施形態による方法を示すフローチャートである。  
【図 5 4】別の実施形態による方法を示すフローチャートである。  
【図 5 5】本開示の実施形態が使用され得る、例示的なワイヤレス通信システムの概略図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の特定の実施形態を対象とする以下の説明および関連する図面において、本発明の態様が開示される。本発明の範囲から逸脱することなく、代替の実施形態が考案され得る。加えて、本発明の関連する詳細を不明瞭にしないように、本発明のよく知られている要素は詳細に説明されないか、または省略される。

20

【0012】

「例示的」という言葉は、「例、事例、または例示として機能すること」を意味するように本明細書で使用される。「例示的」として本明細書で説明するいかなる実施形態も、必ずしも他の実施形態よりも好ましいか、または有利であると解釈されるべきではない。同様に、「本発明の実施形態」という用語は、本発明のすべての実施形態が、論じられる特徴、利点、または動作モードを含むことを必要としない。

【0013】

本明細書で使用する用語は、特定の実施形態の説明のみを目的とするものであり、本発明の実施形態を限定するものではない。本明細書で使用する単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈が別段に明確に示すのでなければ、複数形をも含むものとする。「含む (comprises)」、「含んでいる (comprising)」、「含む (includes)」、および/または「含んでいる (including)」という用語は、本明細書で使用する時、述べられた特徴、整数、ステップ、動作、要素、および/または構成要素の存在を明示するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、および/またはそれらのグループの存在または追加を排除しないことがさらに理解されよう。

30

【0014】

さらに、多くの実施形態が、たとえばコンピューティングデバイスの要素によって実行されるべき一連の動作に関して説明される。本明細書で説明される様々な動作は、特定の回路（たとえば、特定用途向け集積回路 (ASIC)）によって、1つもしくは複数のプロセッサによって実行されるプログラム命令によって、または両方の組合せによって実行されることが認識されよう。加えて、本明細書で説明するこれら一連の動作は、実行されると、関連するプロセッサに本明細書で説明する機能を実行させるコンピュータ命令の対応するセットを記憶した、任意の形式のコンピュータ可読記憶媒体内で完全に具現化されるものと見なされ得る。したがって、本発明の様々な態様は、特許請求の範囲に記載する主題の範囲内にすべて入ることが企図されているいくつかの異なる形式で具現化され得る。加えて、本明細書で説明する実施形態ごとに、任意のそのような実施形態の対応する

40

50



形式は、本明細書では、たとえば、説明する動作を実行する「ように構成された論理」として説明されることがある。

【0015】

図1は、上面104を有するシリコン層102を含む基板100である。図2では、基板100の第2の部分206をマスキングしないでおきながら、上面202を有する窒化物ハードマスク200が、基板100の第1の部分204に付加された。図3では、エッチングプロセスが、基板のマスキングされていない第2の部分206において基板100に開口部300を形成した。図4は、開口部300において基板100上に、および窒化物ハードマスク200の上面202上に成長するか、またはさもなければ形成されるシリコンゲルマニウム(「SiGe」)層400を示す。有利にも、SiGeは、別個のパッファ層を形成することなくシリコン上に直接成長し得る。図5では、SiGe層400は、窒化物ハードマスク200の上面202のレベルまで化学的に、および/または機械的に除去された。SiGeを酸化させることにより、SiGeは凝集し、複数の酸化プロセスにより、図6に示すように、SiGe層400の上面402がシリコン層102の上面104と同じ高さになるまで、SiGe層400の高さが低減され、図7に示すように、窒化物ハードマスク200が除去される。その結果は、SiGeの主部400が中に含まれているシリコン層102を含む構造体700である。図8に示すように、複数のフィン800が、従来の方法で構造体700内に形成される。フィンの第1のサブセット802がシリコン層102から形成され、フィンの第2のサブセット804がSiGeの主部400から形成される。シリコンから形成されたいくつかのフィンと、ゲルマニウムから形成された他のフィンとを有する、フィンFETデバイス(図示せず)を、たとえば図8のデバイスから半導体ダイ上に形成することができる。

【0016】

第2の実施形態によるプロセスを図9~図15に示す。図9は、上面904を有するシリコン層902と、シリコン層902の上面904上の下部酸化物層906と、基板900が全体として「絶縁体上のIII-V族」と呼ばれ得る、ヒ化インジウムまたはヒ化ガリウムインジウムなどのIII-V族材料から形成された上部層908とを含む基板900を示す。上部層908は、上面910を有する。図10では、上部層908の第2の部分1006を露出させながら、上面1002を有する窒化物ハードマスク1000が、上部層908の上面910の第1の部分1004に付加される。図11に示すように、上部層908および下部酸化物層906は、シリコン層902の上面904のレベルまで開口部1100を形成するためにエッチングされる。図12では、SiGe層1200が、開口部1100内で、および窒化物ハードマスク1000の上面1002上に成長するか、またはさもなければ形成される。第1の実施形態と同様に、SiGe層1200が、パッファ層を使用することなく、シリコン層902上に直接成長し得る。SiGe層1200は、開口部1100内またはその上にない、その一部分を除去するために機械的に、および/または化学的に修正され、その後、SiGe層1200は、図13に示すように、上部層908の上面910のレベルまでその厚さを低減するために酸化される。窒化物ハードマスク1000は、上部層908内にSiGeの主部1200を含む、III-V族材料の上部層908を含む基板1400を残しながら、図14に示すように除去される。図15では、フィン1500が、III-V族材料から形成されたフィンの第1のサブセット1502とSiGeから形成されたフィンの第2のサブセット1504とを含む基板1400から形成される。III-V族材料から形成されたいくつかのフィンと、SiGeから形成された他のフィンとを有する、フィンFETデバイス(図示せず)を、図15のデバイスから形成することができる。

【0017】

第3の実施形態によるプロセスを図16~図23に示す。図16では、上面1604を有するゲルマニウム下部層1602と、下部層1602の上面1604上の酸化物層1606とを含む、基板1600が提供される。III-V族上部層1608が、酸化物層1606上に形成され、上面1610を有する。図17では、第2の部分1706を露出さ

10

20

30

40

50

せながら、上面 1702 を有する窒化物ハードマスク 1700 が、上部層 1608 の第 1 の部分 1704 に付加される。図 18 では、上部層 1608 および酸化物層 1606 は、開口部 1800 を形成するためにゲルマニウム下部層 1602 の上面 1604 までエッチングされる。図 19 は、開口部 1800 内で、および窒化物ハードマスク 1700 の上面 1702 上に非選択的にエピタキシャル堆積されたゲルマニウムの主部 1900 を示す。下部層 1602 および主部 1900 がどちらもゲルマニウムであるので、SiGe を使用する必要がなく、代わりに、主部 1900 のゲルマニウムは、下部層 1602 の上面 1604 上に直接成長し得る。図 20 は、化学機械的研磨プロセスが、開口部 1800 の外部にあったゲルマニウムの主部 1900 の一部分を除去した後の基板 2000 を示し、図 21 では、開口部 1800 内のゲルマニウムの主部 1900 は、上部層 1608 の上面 1610 のレベルまで、その厚さを低減するために酸化およびエッチングされる。窒化物ハードマスク 1700 は、ゲルマニウムの主部 1900 が上部層 1608 の III-V 族材料によって取り囲まれた基板 2200 を作製するために図 22 において除去される。この基板 2200 は、図 23 においてフィン 2300 を形成するために処理され、フィン 2300 の第 1 のサブセット 2302 は III-V 族材料から形成され、フィン 2300 の第 2 のサブセット 2304 は主部 1900 のゲルマニウムから形成される。III-V 族材料から形成されたいくつかのフィンと、ゲルマニウムから形成された他のフィンとを有する、フィン FET デバイス（図示せず）を、図 23 のデバイスから形成することができる。

10

#### 【0018】

第 4 の実施形態によるプロセスを図 24 ~ 図 31 に示す。図 24 は、上面 2404 を有するシリコン層 2402 と、第 1 の酸化物層 2406 と、第 1 の酸化物層 2406 上の、上面 2410 を有するゲルマニウム層 2408 と、上面 2410 上の第 2 の酸化物層 2412 と、上面 2416 を有する III-V 族上部層 2414 とを有する基板 2400 を示す。図 25 では、上部層 2414 の第 2 の部分 2506 を露出させながら、上面 2502 を有する窒化物ハードマスク 2500 が、上部層 2414 の第 1 の部分 2504 に付加される。図 26 では、上部層 2414 および第 2 の酸化物層 2412 は、開口部 2600 を形成するために、第 2 の部分 2506 においてゲルマニウム層 2408 の上面 2410 までエッチングされる。図 27 に示すように、ゲルマニウムの主部 2700 は、開口部 2600 内で成長し、開口部 2600 から窒化物ハードマスク 2500 の上面 2502 上に広がる。ゲルマニウムの主部 2700 がゲルマニウム層 2408 上で成長するので、別個のバッファ層は必要とされない。その後、図 28 に示すように、窒化物ハードマスク 2500 の上面 2502 上の主部 2700 の一部分が、化学的に、および / または機械的に除去され、図 29 では、ゲルマニウムの主部 2700 は、上部層 2414 の上面 2416 のレベルまで、その厚さを低減するために酸化およびエッチングされる。図 30 では、ゲルマニウム主部 2700 を中に含む、III-V 族材料の上部層 2414 を含む基板 3000 を残しながら、窒化物ハードマスク 2500 が除去される。基板 3000 は、図 31 に示すフィン 3100 を形成するために従来の方で処理され、フィン 3100 の第 1 のサブセット 3102 は III-V 族材料から形成され、フィン 3100 の第 2 のサブセット 3104 はゲルマニウムの主部 2700 のゲルマニウムから形成される。III-V 族材料から形成されたいくつかのフィンと、ゲルマニウムから形成された他のフィンとを有する、フィン FET デバイス（図示せず）を、図 31 のデバイスから形成することができる。

20

30

40

#### 【0019】

上記の説明から、図 24 ~ 図 31 の実施形態は、図 16 ~ 図 23 の実施形態と多少類似していることが諒解されよう。しかしながら、ゲルマニウム層 2408 にシリコン基板 2400 を提供することによって、ゲルマニウム主部 2700 を成長させるゲルマニウム層 2408 を依然として提供しながらシリコンを処理するための従来の機器を用いて、基板を処理することが可能になる。図 16 ~ 図 23 の基板 1600 は、図 24 ~ 図 31 の方法と同様にしてフィンを形成するために使用することができるが、基板 1600 はゲルマニウム下部層 1602 を含むので、基板 1600 は、通常、材料がシリコンよりも脆弱で処理しにくいゲルマニウムを処理するように特に構成された機器によって処理されなければ

50

ならない。

#### 【0020】

図32～図45は、3つの異なる材料のフィンが基板上に形成される、第5の実施形態によるプロセスを示す。図32は、上面3204を有するシリコン層3202と、第1の酸化物層3206と、第1の酸化物層3206上の、上面3210を有するゲルマニウム層3208と、上面3210上の第2の酸化物層3212と、上面3216を有するIII-V族上部層3214とを有する基板3200を示す。図33では、上部層3214の第2の部分3306を露出させながら、上面3302を有する窒化物ハードマスク3300が、上部層3214の第1の部分3304に付加される。図34では、上部層3214および第2の酸化物層3212は、開口部3400を形成するために、第2の部分3306においてゲルマニウム層3208の上面3210までエッチングされる。図35は、開口部3400内で成長し、開口部3400から窒化物ハードマスク3300の上面3302上に広がる、ゲルマニウムの主部3500を示す。ゲルマニウムの主部3500がゲルマニウム層3208上で成長するので、別個のバッファ層は必要とされない。その後、図36に示すように、窒化物ハードマスク3300の上面3302上の主部3500の一部が、化学的に、および/または機械的に除去され、図37では、ゲルマニウムの主部3500は、上部層3214の上面3216のレベルまで、その厚さを低減するために酸化およびエッチングされる。図38では、ゲルマニウム主部3500を中に含む、III-V族材料の上部層3214を含む基板を残しながら、窒化物ハードマスク3300が除去されるが、この基板は、III-V族材料の上部層3214の上部を含む上面を有する。

#### 【0021】

この点までは、第5の実施形態のプロセスは、第4の実施形態のプロセスと同様である。しかしながら、本実施形態において、図39に示すように、中にゲルマニウム主部3500を有する基板が形成された後、第2の部分3306から離間した位置において第3の部分3904を露出させながら、上面3902を有する第2の窒化物ハードマスク3900が、基板の上面3802上に形成される。図40に示すように、上部層3214、第2の酸化物層3212、ゲルマニウム層3208、および第1の酸化物層3206は、シリコン層3202の上面3204まで広がる開口部4000を形成するためにエッチングされ、図41では、シリコンの主部4100が、シリコン層3202の上面3204上に形成され、開口部4000を充填し窒化物ハードマスク3900の上面3902を覆う。シリコンの主部4100は、図43に示すように、上部層3214の上面3216のレベルになるまで、窒化物ハードマスクの上面3902から化学的に、および/または機械的に除去され、酸化される。図44に示すように、III-V族材料の上部層3214内に、ゲルマニウムの第1の領域3500と、シリコンの第2の領域4100とを有する基板4400を残しながら、第2の窒化物ハードマスク3900が除去される。基板4400は、図45に示すように、複数のフィン4500を形成するために従来の方法で処理される。フィン4500の第1のサブセット4502はIII-V族材料を含み、フィン4500の第2のサブセット4504はゲルマニウム主部3500のゲルマニウムを含み、フィン4500の第3のサブセット4506はシリコンの第2の領域4100のシリコンを含む。既存のゲルマニウム層3208上でゲルマニウムを成長させシリコン層3202上でシリコンを成長させることにより、フィンFET（図示せず）に使用するための3つの異なるタイプのフィンの形成が、異なる材料の各々のためのバッファ層を形成する必要なしに可能になる。

#### 【0022】

図46～図51は、第6の実施形態による方法を示す。この実施形態では、図46を参照すると、シリコン基板4600は、上面4604を有するシリコン層4602と、上面4604上の第1の酸化物層4606と、第1の酸化物層4606上にあり上面4610を有するゲルマニウム層4608と、ゲルマニウム層4608の上面4610上の第2の酸化物層4612とを有する。III-V族材料を含み上面4616を有する上部層4614が、第2の酸化物層4612上に形成される。上面4620を有する窒化物ハードマ

スク 4 6 1 8 が、上部層 4 6 1 4 の上面 4 6 1 6 上に形成される。この構造体は、概して、図 3 3 の構造体に類似している。しかしながら、前の実施形態では、シリコンのフィンを形成するための位置は、ゲルマニウムのフィンを形成するための位置とは別個に決定された。本実施形態は、フィンのこれら 2 つのセットの相対位置のより正確な制御を可能にする。この目的で、上部マスク層 4 6 2 2 が、ゲルマニウムフィンを形成するための位置における第 1 の開口部 4 6 2 4 とシリコンフィンを形成するための位置における第 2 の開口部 4 6 2 6 とを含む窒化物ハードマスク 4 6 1 8 の上面 4 6 2 0 に付加され、図 4 7 に示すように、第 1 の開口部 4 6 2 4 における窒化物ハードマスク 4 6 1 8 内で第 1 の開口部 4 7 0 0 がエッチングされ、第 2 の開口部 4 6 2 6 における窒化物ハードマスク 4 6 1 8 内で第 2 の開口部 4 7 0 2 がエッチングされる。図 4 8 では、第 1 の開口部は、リソグラフィ / 現像プロセスが後に続くスピンコーティングによって形成され得る、材料、たとえば下部反射防止材料 (bottom anti-reflective material) (BARC) または膜を含むフォトレジストもしくは有機炭素のシールド主部 4 8 0 0 で充填される。あるいは、材料の主部 4 8 0 0 は、炭素がドーブされた  $\text{SiO}_x$  を含み、リソグラフィプロセスおよびエッチングが後に続くプラズマ強化化学蒸着 (PECVD) プロセスによって堆積され得る。第 2 の開口部 4 6 2 6 において、基板 4 6 0 0 が、上部層 4 6 1 4、第 2 の酸化物層 4 6 1 2、ゲルマニウム層 4 6 0 8、および第 1 の酸化物層 4 6 0 6 を通してシリコン層 4 6 0 2 までエッチングされ、開口部 4 8 0 2 を形成する。図 4 9 では、シリコンの主部 4 9 0 0 が、開口部 4 8 0 2 内で上部マスク層 4 6 2 2 まで成長する。その後、図 5 0 に示すように、材料のシールド主部 4 8 0 0 が除去され、開口部 5 0 0 2 が上部マスク層 4 6 2 2 の第 1 の開口部 4 6 2 4 に形成される。この追加の開口部 5 0 0 2 において、上部層 4 6 1 4 および第 2 の酸化物層 4 6 1 2 は、ゲルマニウム層 4 6 0 8 のレベルまでエッチングされ、図 5 1 に示すように、ゲルマニウムの主部 5 1 0 2 が、開口部 5 0 0 2 内で上部マスク層 4 6 2 2 まで成長する。次いで、上部マスク層 4 6 2 2 および窒化物ハードマスク 4 6 1 8 は、各々が III-V 族材料から形成された上部層 4 6 1 4 によって取り囲まれたゲルマニウム主部 5 1 0 2 およびシリコン主部 4 9 0 0 を有する基板 5 2 0 0 を残すために除去され、この基板は、形成され、ほぼ図 4 5 に示すように、3 つの異なるタイプのフィンを有する基板になり得る。

#### 【0023】

一実施形態による方法は、図 5 3 に示され、上面を有する第 1 の材料の層を含む基板を提供するブロック 5 3 0 0 と、基板の第 2 の部分を露出させながら基板の第 1 の部分をマスクするブロック 5 3 0 2 と、第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするブロック 5 3 0 4 と、開口部内に第 1 の材料の層の上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するブロック 5 3 0 6 と、マスクを除去するブロック 5 3 0 8 と、第 1 の部分に第 1 の材料のフィンを形成し、第 2 の部分に第 2 の材料のフィンを形成するブロック 5 3 1 0 とを含む。

#### 【0024】

一実施形態による別の方法は、図 5 4 に示され、第 1 の材料の層と、第 1 の材料の層上の第 1 の酸化物層と、第 1 の酸化物層上の第 2 の材料の層と、第 2 の材料の層上の第 2 の酸化物層と、第 2 の酸化物層上の第 3 の材料の層とを含む基板を提供するブロック 5 4 0 0 を含むが、第 3 の材料の層は、基板の上面を形成する上面を有する。本方法はまた、基板上の第 1 の位置において第 3 の材料の層および第 2 の酸化物層を通して第 2 の材料の層まで第 1 の開口部をエッチングするブロック 5 4 0 2 と、第 1 の開口部内に基板の上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するブロック 5 4 0 4 と、基板上の第 2 の位置において第 3 の材料の層、第 2 の酸化物層、第 2 の材料の層、および第 1 の酸化物層を通して第 1 の材料の層まで第 2 の開口部をエッチングするブロック 5 4 0 6 と、第 2 の開口部内に基板の上面のレベルまで第 1 の材料の主部を形成するブロック 5 4 0 8 と、第 1 の位置に第 2 の材料を含む第 1 のフィンを形成し、第 2 の位置に第 1 の材料を含む第 2 のフィンを形成し、第 3 の位置に第 3 の材料を含む第 3 のフィンを形成するブロック 5 4 1 0 とを含む。

## 【 0 0 2 5 】

図 5 5 は、本開示の 1 つまたは複数の実施形態が有利に利用され得る、例示的なワイヤレス通信システム 5 5 0 0 を示す。例示のために、図 5 5 は、3 つの遠隔ユニット 5 5 2 0、5 5 3 0、および 5 5 5 0 ならびに 2 つの基地局 5 5 4 0 を示す。従来のワイヤレス通信システムは、はるかに多くの遠隔ユニットおよび基地局を有する場合があることが認識されよう。遠隔ユニット 5 5 2 0、5 5 3 0、および 5 5 5 0 は、集積回路または他の半導体デバイス 5 5 2 5、5 5 3 5、および 5 5 5 5 (本明細書で開示するように異なる材料のフィンを含む) を含み、これらは以下でさらに論じる本開示の実施形態の一部である。図 5 5 は、基地局 5 5 4 0 から遠隔ユニット 5 5 2 0、5 5 3 0、および 5 5 5 0 への順方向リンク信号 5 5 8 0、ならびに遠隔ユニット 5 5 2 0、5 5 3 0、および 5 5 5 0 から基地局 5 5 4 0 への逆方向リンク信号 5 5 9 0 を示す。

10

## 【 0 0 2 6 】

図 5 5 では、遠隔ユニット 5 5 2 0 は携帯電話として示され、遠隔ユニット 5 5 3 0 はポータブルコンピュータとして示され、遠隔ユニット 5 5 5 0 はワイヤレスローカルループシステム内の固定位置遠隔ユニットとして示される。たとえば、遠隔ユニットは、携帯電話、ハンドヘルドパーソナル通信システム (P C S) ユニット、携帯情報端末 (P D A) などのポータブルデータユニット、(GPS 対応デバイスなどの) ナビゲーションデバイス、セットトップボックス、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、メータ読み取り機器などの固定位置データユニット、またはデータもしくはコンピュータ命令の記憶もしくは取出しを行う任意の他のデバイス、またはそれらの任意の組合せのうちの、任意の 1 つまたは組合せであり得る。図 5 5 は、本開示の教示による遠隔ユニットを示すが、本開示は、これらの例示的に示されたユニットには限定されない。本開示の実施形態は、試験および特性評価のための、メモリおよびオンチップ回路を含む能動的な集積回路を有する、任意のデバイスにおいて適切に使用され得る。

20

## 【 0 0 2 7 】

さらに、本明細書で開示した実施形態に関連して説明した様々な例示的な論理ブロック、モジュール、回路、およびアルゴリズムステップは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、または両方の組合せとして実装され得ることを、当業者は諒解されよう。ハードウェアとソフトウェアのこの互換性を明確に示すために、様々な例示的な構成要素、ブロック、モジュール、回路、およびステップは、上記では概してそれらの機能に関して説明してきた。そのような機能がハードウェアとして実装されるか、またはソフトウェアとして実装されるかは、特定の適用例および全体的なシステムに課された設計制約に依存する。当業者は、説明した機能を特定の適用例ごとに様々な方法で実装することができるが、そのような実装の決定は、本発明の範囲からの逸脱を引き起こすものと解釈されるべきではない。

30

## 【 0 0 2 8 】

本明細書で開示した実施形態に関して説明した方法、シーケンス、および / またはアルゴリズムは、ハードウェアにおいて、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールにおいて、またはその 2 つの組合せにおいて直接具現化され得る。ソフトウェアモジュールは、R A M メモリ、フラッシュメモリ、R O M メモリ、E P R O M メモリ、E E P R O M メモリ、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、C D - R O M、または当技術分野で知られている任意の他の形の記憶媒体中に存在し得る。例示的な記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、記憶媒体に情報を書き込むことができるように、プロセッサに結合される。代替として、記憶媒体はプロセッサと一体であり得る。

40

## 【 0 0 2 9 】

したがって、本発明の一実施形態は、異なる材料のフィンを含む基板を形成するための方法を具現化するコンピュータ可読媒体を含み得る。したがって、本発明は図示の例に限定されず、本明細書で説明した機能を実行するためのいかなる手段も、本発明の実施形態中に含まれる。

50

## 【 0 0 3 0 】

上記の開示は本発明の例示的な実施形態を示すが、添付の特許請求の範囲によって規定される本発明の範囲から逸脱することなく、本明細書において様々な変更および修正が行われ得ることに留意されたい。本明細書で説明した本発明の実施形態による方法クレームの機能、ステップ、および/または動作は、任意の特定の順序で実行される必要はない。さらに、本発明の要素は、単数形で説明され、または特許請求の範囲に記載される場合があるが、単数形に限定することが明示的に述べられていない限り、複数形が企図される。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 1 】

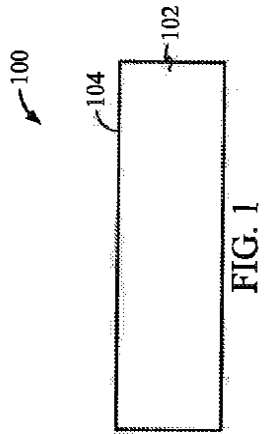
1 0 0	基板	10
1 0 2	シリコン層	
1 0 4	上面	
2 0 0	窒化物ハードマスク	
2 0 2	上面	
2 0 4	第 1 の部分	
2 0 6	第 2 の部分	
3 0 0	開口部	
4 0 0	S i G e 層	
4 0 2	上面	
7 0 0	構造体	20
8 0 0	フィン	
8 0 2	フィンの第 1 のサブセット	
8 0 4	フィンの第 2 のサブセット	
9 0 0	基板	
9 0 2	シリコン層	
9 0 4	上面	
9 0 6	下部酸化物層	
9 0 8	上部層	
9 1 0	上面	
1 0 0 0	窒化物ハードマスク	30
1 0 0 2	上面	
1 0 0 4	第 1 の部分	
1 0 0 6	第 2 の部分	
1 1 0 0	開口部	
1 2 0 0	S i G e 層	
1 4 0 0	基板	
1 5 0 0	フィン	
1 5 0 2	フィンの第 1 のサブセット	
1 5 0 4	フィンの第 2 のサブセット	
1 6 0 0	基板	40
1 6 0 2	ゲルマニウム下部層	
1 6 0 4	上面	
1 6 0 6	酸化物層	
1 6 0 8	I I I - V 族上部層	
1 6 1 0	上面	
1 7 0 0	窒化物ハードマスク	
1 7 0 2	上面	
1 7 0 4	第 1 の部分	
1 7 0 6	第 2 の部分	
1 8 0 0	開口部	50

1 9 0 0	ゲルマニウムの主部	
2 0 0 0	基板	
2 2 0 0	基板	
2 3 0 0	フィン	
2 3 0 2	フィンの第 1 のサブセット	
2 3 0 4	フィンの第 2 のサブセット	
2 4 0 0	基板	
2 4 0 2	シリコン層	
2 4 0 4	上面	
2 4 0 6	第 1 の酸化物層	10
2 4 0 8	ゲルマニウム層	
2 4 1 0	上面	
2 4 1 2	第 2 の酸化物層	
2 4 1 4	ⅠⅠⅠ - V 族上部層	
2 4 1 6	上面	
2 5 0 0	窒化物ハードマスク	
2 5 0 2	上面	
2 5 0 4	第 1 の部分	
2 5 0 6	第 2 の部分	
2 6 0 0	開口部	20
2 7 0 0	ゲルマニウムの主部	
3 0 0 0	基板	
3 1 0 0	フィン	
3 1 0 2	フィンの第 1 のサブセット	
3 1 0 4	フィンの第 2 のサブセット	
3 2 0 0	基板	
3 2 0 2	シリコン層	
3 2 0 4	上面	
3 2 0 6	第 1 の酸化物層	
3 2 0 8	ゲルマニウム層	30
3 2 1 0	上面	
3 2 1 2	第 2 の酸化物層	
3 2 1 4	ⅠⅠⅠ - V 族上部層	
3 2 1 6	上面	
3 3 0 0	窒化物ハードマスク	
3 3 0 2	上面	
3 3 0 4	第 1 の部分	
3 3 0 6	第 2 の部分	
3 4 0 0	開口部	
3 5 0 0	ゲルマニウムの主部	40
3 9 0 0	窒化物ハードマスク	
3 9 0 2	上面	
3 9 0 4	第 3 の部分	
4 0 0 0	開口部	
4 1 0 0	シリコンの主部	
4 4 0 0	基板	
4 5 0 0	フィン	
4 5 0 2	フィンの第 1 のサブセット	
4 5 0 4	フィンの第 2 のサブセット	
4 5 0 6	フィンの第 3 のサブセット	50

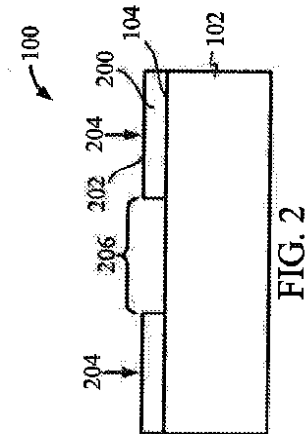
4 6 0 0	シリコン基板	
4 6 0 2	シリコン層	
4 6 0 4	上面	
4 6 0 6	第 1 の酸化物層	
4 6 0 8	ゲルマニウム層	
4 6 1 0	上面	
4 6 1 2	第 2 の酸化物層	
4 6 1 4	上部層	
4 6 1 6	上面	
4 6 1 8	窒化物ハードマスク	10
4 6 2 0	上面	
4 6 2 2	上部マスク層	
4 6 2 4	ゲルマニウムフィンを形成するための位置における第 1 の開口部	
4 6 2 6	シリコンフィンを形成するための位置における第 2 の開口部	
4 7 0 0	第 1 の開口部	
4 7 0 2	第 2 の開口部	
4 8 0 0	材料の主部	
4 8 0 2	開口部	
4 9 0 0	シリコンの主部	
5 0 0 2	開口部	20
5 1 0 2	ゲルマニウム主部	
5 2 0 0	基板	
5 5 0 0	ワイヤレス通信システム	
5 5 2 0	遠隔ユニット	
5 5 2 5	半導体デバイス	
5 5 3 0	遠隔ユニット	
5 5 3 5	半導体デバイス	
5 5 4 0	基地局	
5 5 5 0	遠隔ユニット	
5 5 5 5	半導体デバイス	30
5 5 8 0	順方向リンク信号	
5 5 9 0	逆方向リンク信号	



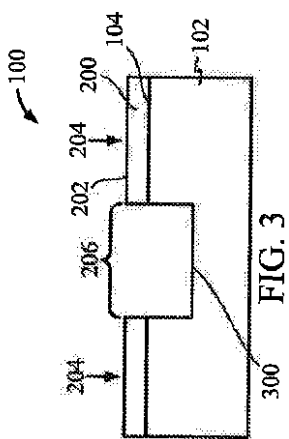
【図 1】



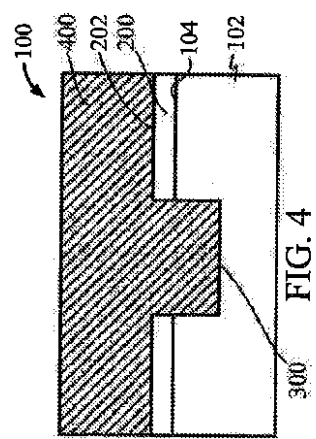
【図 2】



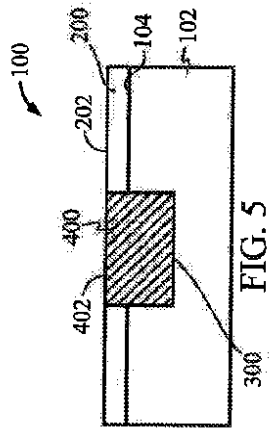
【図 3】



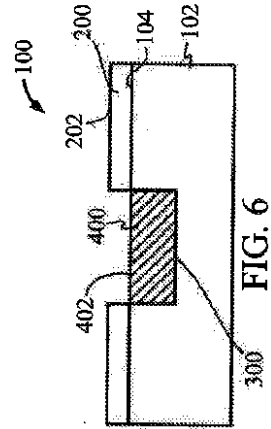
【図 4】



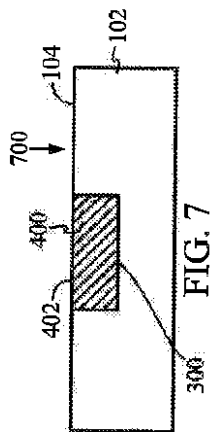
【図 5】



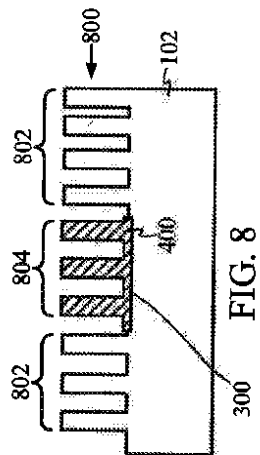
【図 6】



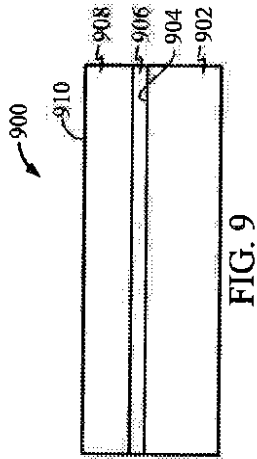
【図 7】



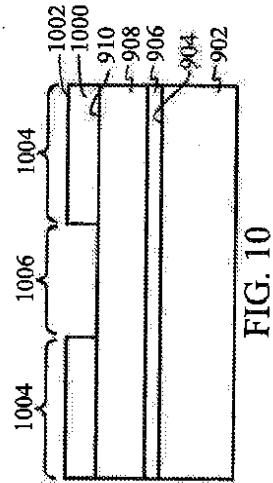
【図 8】



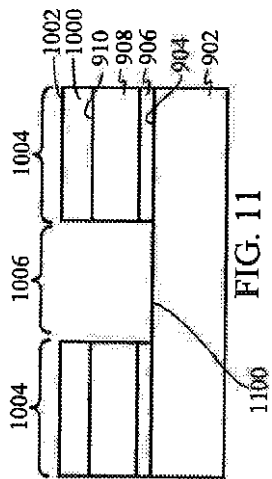
【図 9】



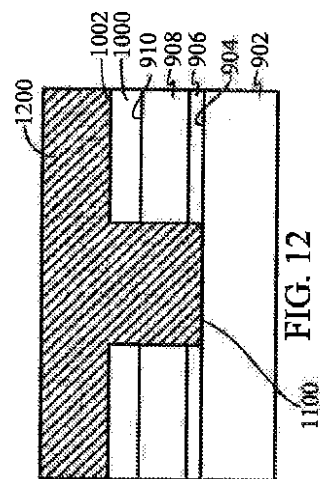
【図 10】



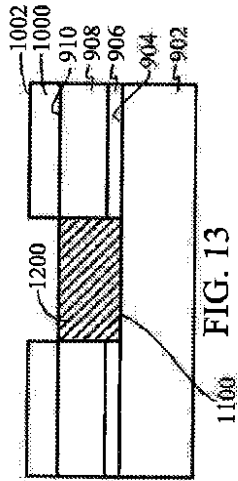
【図 11】



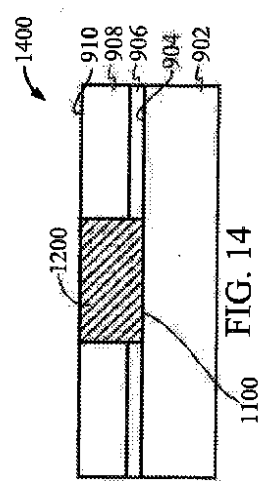
【図 12】



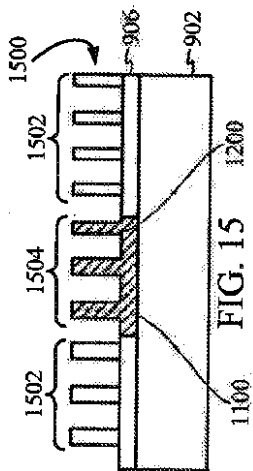
【図 1 3】



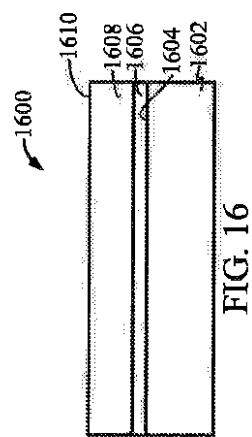
【図 1 4】



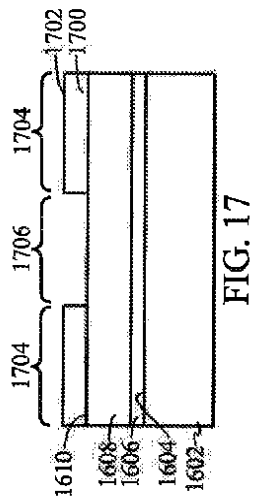
【図 1 5】



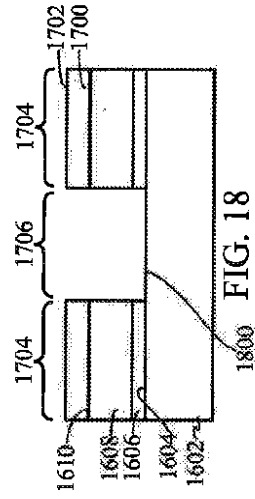
【図 1 6】



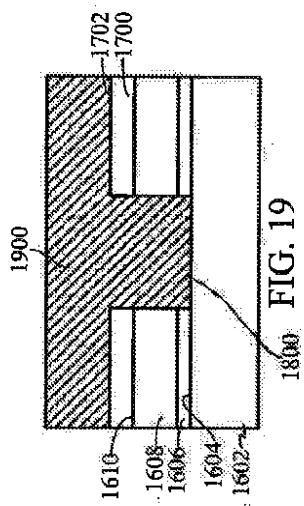
【図 17】



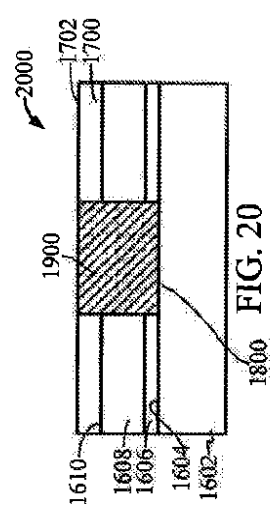
【図 18】



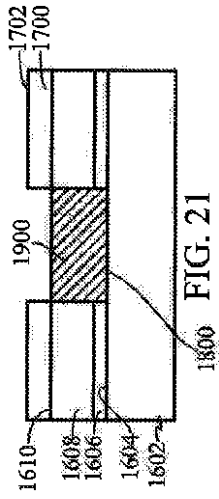
【図 19】



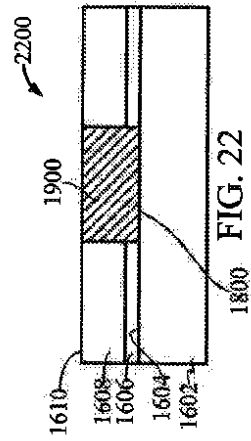
【図 20】



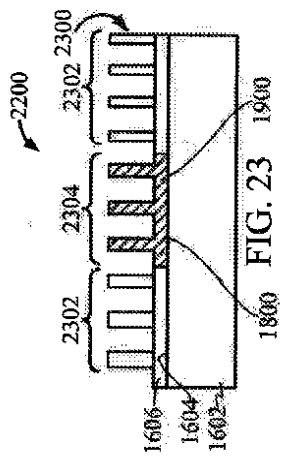
【図 2 1】



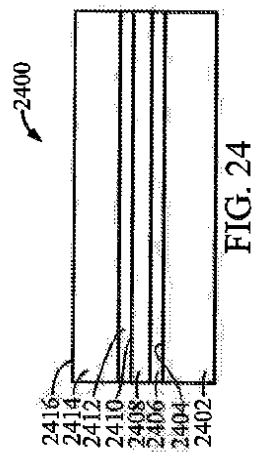
【図 2 2】



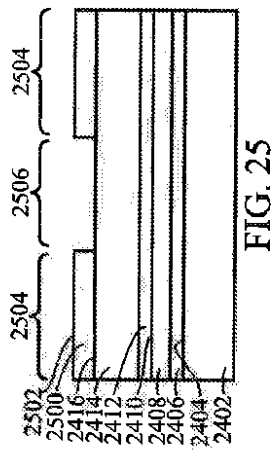
【図 2 3】



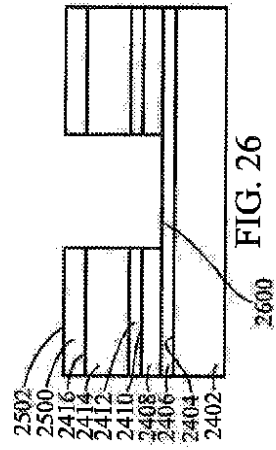
【図 2 4】



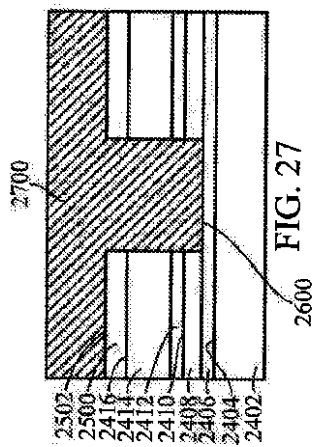
【 図 2 5 】



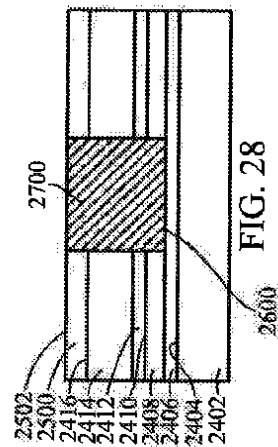
【 図 2 6 】



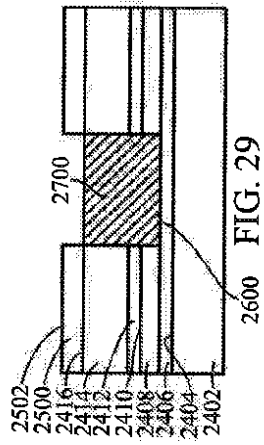
【 図 2 7 】



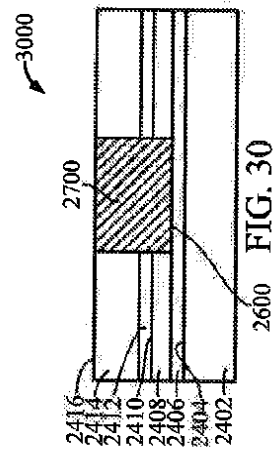
【 図 2 8 】



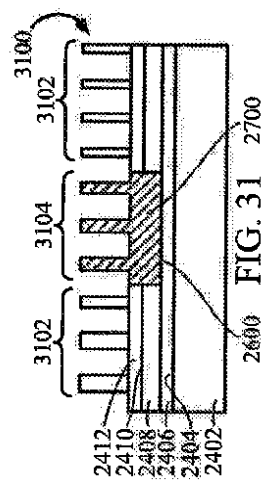
【図 29】



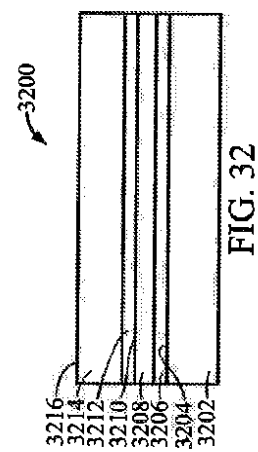
【図 30】



【図 31】



【図 32】





【図 3 4】

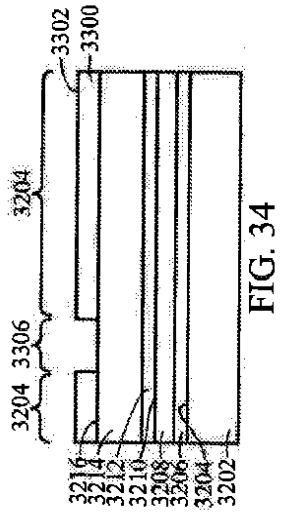


FIG. 34

【図 3 5】

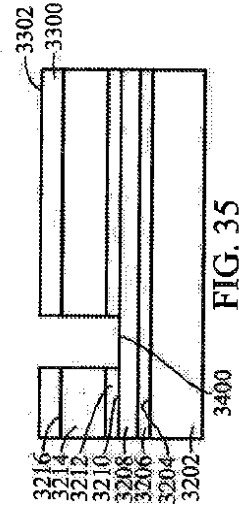


FIG. 35

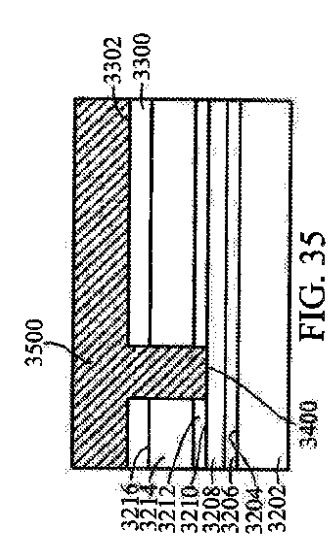


FIG. 35

【図 3 6】

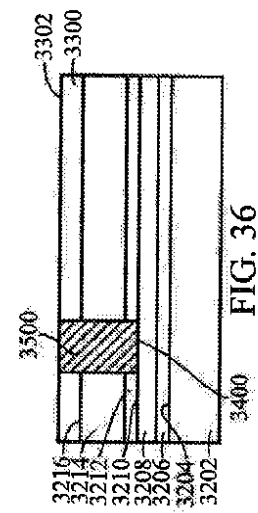
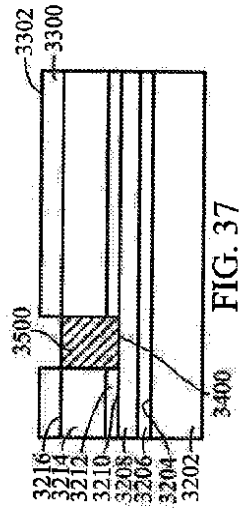
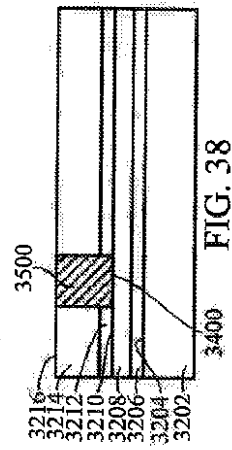


FIG. 36

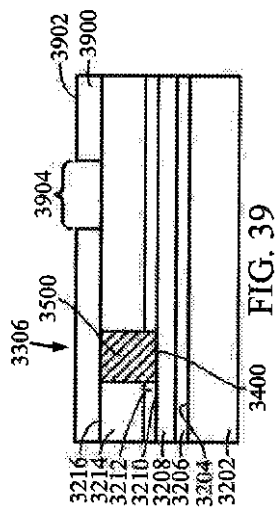
【図 37】



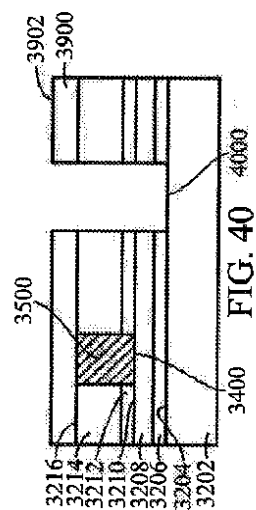
【図 38】



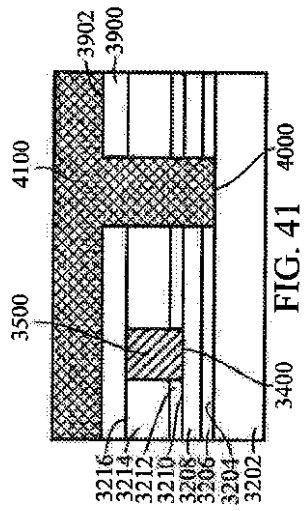
【図 39】



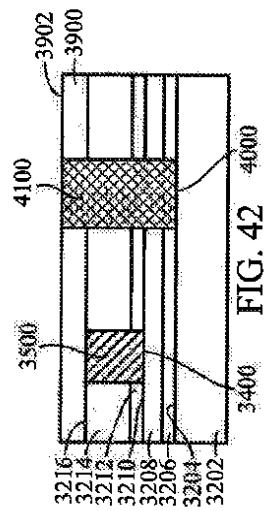
【図 40】



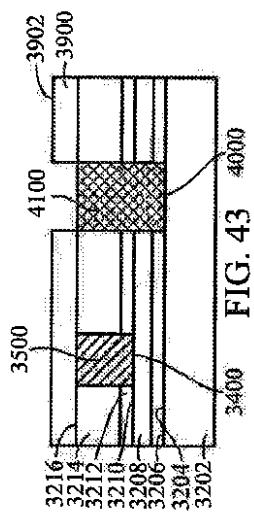
【図 4 1】



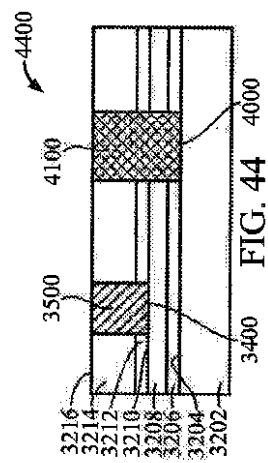
【図 4 2】



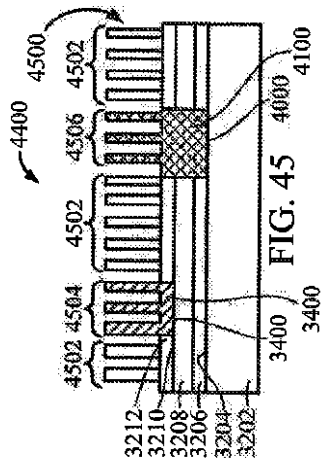
【図 4 3】



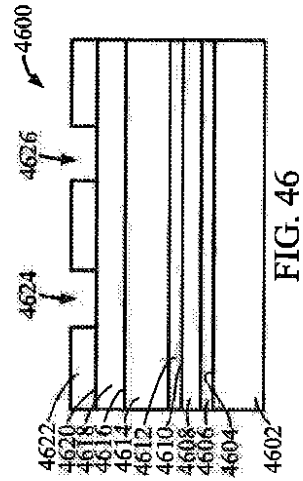
【図 4 4】



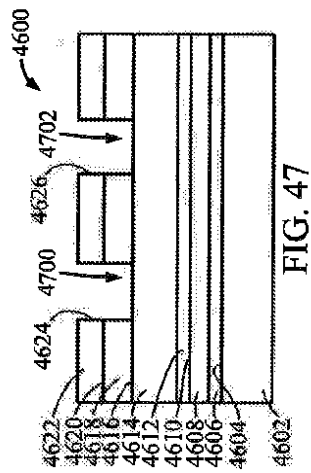
【 図 4 5 】



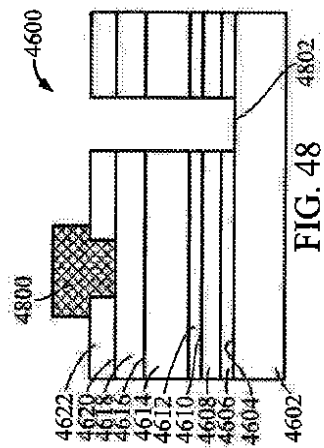
【 図 4 6 】



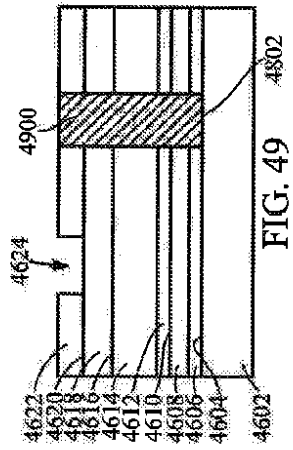
【 図 4 7 】



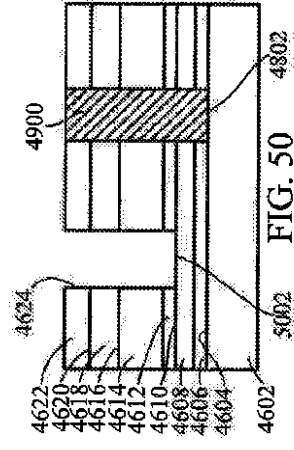
【 図 4 8 】



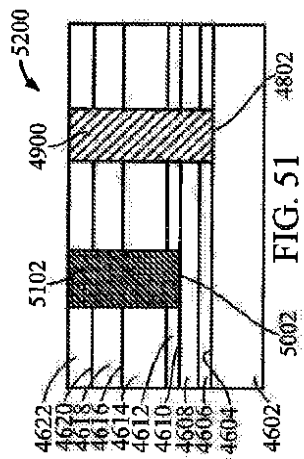
【図 49】



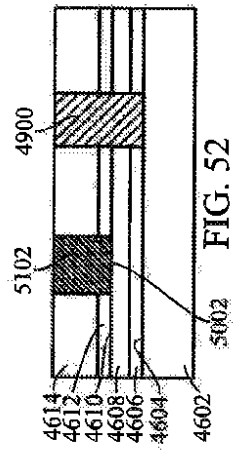
【図 50】



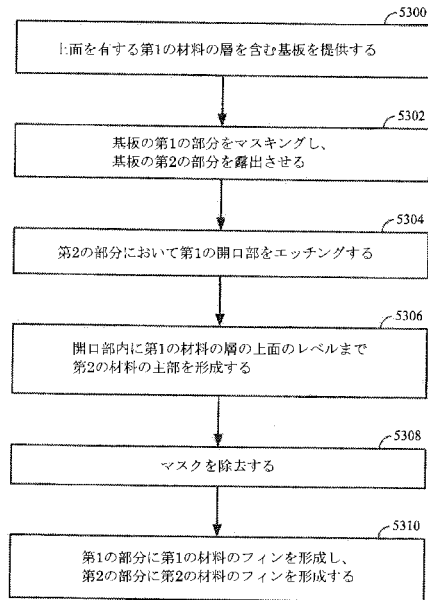
【図 51】



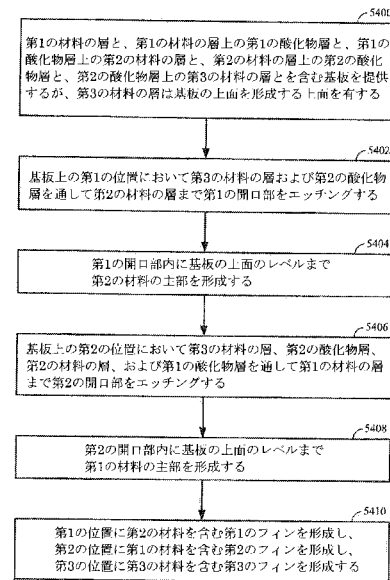
【図 52】



【図 5 3】



【図 5 4】



【図 5 5】

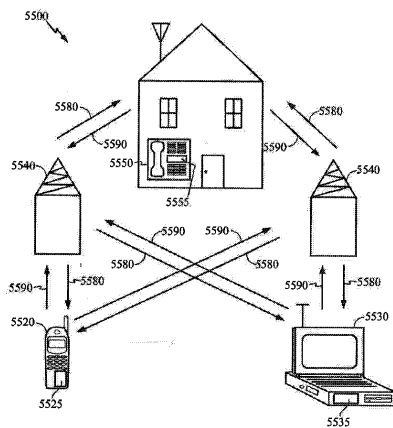


FIG. 55

## 【手続補正書】

【提出日】平成27年6月8日(2015.6.8)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異なる材料のフィンを形成する方法であって、  
上面を有する第 1 の材料の層を含む基板を提供するステップと、  
前記基板の第 2 の部分を露出させながらマスクを形成するために前記基板の第 1 の部分をマスクングするステップと、  
前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップと、  
前記第 1 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するステップと、  
前記マスクを除去するステップと、  
前記第 1 の部分に前記第 1 の材料のフィンを形成し、前記第 2 の部分に前記第 2 の材料のフィンを形成するステップと  
を含む、方法。

【請求項 2】

前記第 1 の材料はシリコンである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の材料は III - V 族材料である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 2 の材料はゲルマニウムである、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 2 の材料はシリコンゲルマニウムである、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 6】

前記基板は、第 2 の材料の層と、前記第 2 の材料の前記層上の第 1 の酸化物の層とを含み、前記第 1 の材料の前記層は、前記第 1 の酸化物の前記層上に配置され、前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップは、前記第 1 の材料の前記層と前記第 1 の酸化物の前記層とを通して前記第 2 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記基板は、第 3 の材料の層と、前記第 3 の材料の前記層上の第 1 の酸化物の層とを含み、前記第 1 の材料の前記層は、前記第 1 の酸化物の前記層上に配置され、前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップは、前記第 1 の材料の前記層と前記第 1 の酸化物の前記層とを通して前記第 3 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 3 の材料はシリコンであり、前記第 2 の材料はシリコンゲルマニウムである、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記基板は、第 3 の材料の層と、前記第 3 の材料の前記層上の第 1 の酸化物層と、前記第 1 の酸化物層上の前記第 2 の材料の層と、前記第 2 の材料の前記層上の第 2 の酸化物層とを含み、前記第 1 の材料の前記層は、前記第 2 の酸化物層上に配置され、前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするステップは、前記第 1 の材料の前記層と前記第 2 の酸化物層とを通して前記第 2 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記基板の第3の部分において前記第1の材料の前記層、前記第2の酸化物層、前記第2の材料の前記層、および前記第1の酸化物層を通して前記第3の材料の前記層まで第2の開口部をエッチングするステップと、前記第2の開口部内に前記第1の材料の前記層の前記上面のレベルまで前記第3の材料の主部を形成し、前記第3の部分に前記第3の材料のフィンを形成するステップとを含む、請求項9に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記基板の第1の部分をマスキングするステップは、前記基板の第3の部分を露出させるステップを含み、前記基板の前記第3の部分において前記第1の材料の前記層、前記第2の酸化物層、前記第2の材料の前記層、および前記第1の酸化物層を通して前記第3の材料の前記層まで第2の開口部をエッチングするステップと、前記第2の開口部内に前記第1の材料の前記層の前記上面のレベルまで前記第3の材料の主部を形成し、前記第3の部分に前記第3の材料のフィンを形成するステップとを含む、請求項9に記載の方法。

**【請求項 12】**

少なくとも2つの異なる材料から形成されたフィンを含むフィンFETデバイスであって、

上面を有する第1の層を有する基板と、

前記第1の層の上面上の第1の酸化物層であって、上面を有し、前記第1の層の第1の部分を覆い、前記第1の層の第2の部分を覆わない、第1の酸化物層と、

前記第1の層の前記第2の部分における材料の第1の主部であって、前記第1の酸化物層の前記上面と同じ高さの上面を有する、材料の第1の主部と、

前記第1の酸化物層上で第1の材料から形成されたフィンの第1のセットと、

前記材料の第1の主部上で第2の材料から形成されたフィンの第2のセットとを含む、フィンFETデバイス。

**【請求項 13】**

前記第1の層は前記第2の材料を含む、請求項12に記載のフィンFETデバイス。

**【請求項 14】**

前記基板は、前記第1の材料および前記第2の材料とは異なる第3の材料を含む、請求項12に記載のフィンFETデバイス。

**【請求項 15】**

前記第2の材料はゲルマニウムを含む、請求項14に記載のフィンFETデバイス。

**【請求項 16】**

前記基板は、第2の層と前記第2の層上の第2の酸化物層とを含み、前記第1の層は、前記第2の酸化物層上に配置され、前記第2の酸化物層、前記第1の層、および前記第1の酸化物層を通して前記第2の層から広がる材料の第2の主部を含み、前記材料の第2の主部は、前記第1の酸化物層の前記上面と同じ高さの上面を有し、前記材料の第2の主部および前記第2の層は第3の材料から形成され、フィンの第3のセットが材料の前記第2の主部上に前記第3の材料から形成される、請求項14に記載のフィンFETデバイス。

**【請求項 17】**

前記第2の材料はゲルマニウムを含み、前記第3の材料はシリコンを含む、請求項16に記載のフィンFETデバイス。

**【請求項 18】**

少なくとも1つの半導体ダイに統合された、請求項12に記載のフィンFETデバイス。

**【請求項 19】**

請求項12に記載のフィンFETデバイスが統合された、セットトップボックス、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、通信デバイス、携帯情報端末(PDA)、固定位置データユニット、およびコンピュータからなるグループから選択された、デバイス。

**【請求項 20】**



異なる材料のフィンを形成する方法であって、

第 1 の材料の層と、前記第 1 の材料の前記層上の第 1 の酸化物層と、前記第 1 の酸化物層上の第 2 の材料の層と、前記第 2 の材料の前記層上の第 2 の酸化物層と、前記第 2 の酸化物層上の第 3 の材料の層とを含む基板を提供するステップであって、前記第 3 の材料の前記層は、前記基板の上面を形成する上面を有する、ステップと、

前記基板上の第 1 の位置において前記第 3 の材料の前記層と前記第 2 の酸化物層とを通して前記第 2 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするステップと、

前記第 1 の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第 2 の材料の主部を形成するステップと、

前記基板上の第 2 の位置において前記第 3 の材料の前記層、前記第 2 の酸化物層、前記第 2 の材料の前記層、および前記第 1 の酸化物層を通して前記第 1 の材料の前記層まで第 2 の開口部をエッチングするステップと、

前記第 2 の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第 1 の材料の主部を形成するステップと、

前記第 1 の位置に前記第 2 の材料を含む第 1 のフィンを形成し、前記第 2 の位置に前記第 1 の材料を含む第 2 のフィンを形成し、第 3 の位置に前記第 3 の材料を含む第 3 のフィンを形成するステップと

を含む、方法。

【請求項 2 1】

前記第 1 のフィン、前記第 2 のフィン、および前記第 3 のフィンは、前記第 2 の酸化物層の上面の平面から広がる、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記第 1 のフィンの高さは、前記第 2 のフィンの高さにほぼ等しく、前記第 2 のフィンの前記高さは、前記第 3 のフィンの高さにほぼ等しい、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記第 1 の材料はシリコンを含み、前記第 2 の材料はゲルマニウムを含み、前記第 3 の材料はⅢⅤ族材料を含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 4】

異なる材料のフィンを形成する方法であって、

上面を有する第 1 の材料の層を含む基板を提供するためのステップと、

前記基板の第 2 の部分を露出させながらマスクを形成するために前記基板の第 1 の部分をマスキングするためのステップと、

前記第 2 の部分において第 1 の開口部をエッチングするためのステップと、

前記第 1 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで第 2 の材料の主部を形成するためのステップと、

前記マスクを除去するためのステップと、

前記第 1 の部分に前記第 1 の材料のフィンを形成し、前記第 2 の部分に前記第 2 の材料のフィンを形成するためのステップと

を含む、方法。

【請求項 2 5】

前記基板の第 1 の部分をマスキングするための前記ステップは、前記基板の第 3 の部分を露出させるためのステップを含み、前記基板の前記第 3 の部分において前記第 1 の材料の前記層を通して第 2 の開口部をエッチングするためのステップと、前記第 2 の開口部内に前記第 1 の材料の前記層の前記上面のレベルまで前記第 3 の材料の主部を形成するためのステップと、前記第 3 の部分に前記第 3 の材料のフィンを形成するためのステップとを含む、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

少なくとも 2 つの異なる材料から形成されたフィンを有するフィン F E T デバイスであって、

上面を有する第 1 の層を有する基板と、

前記第 1 の層の上面上の第 1 の酸化物層であって、上面を有し、前記第 1 の層の第 1 の部分を覆い、前記第 1 の層の第 2 の部分を覆わない、第 1 の酸化物層と、

前記第 1 の層の前記第 2 の部分における材料の第 1 の主部であって、前記第 1 の酸化物層の前記上面と同じ高さの上面を有する、材料の第 1 の主部と、

半導体デバイスの第 1 の部分を形成するための第 1 のフィン手段と、

半導体デバイスの第 2 の部分を形成するための第 2 のフィン手段とを含む、フィン FET デバイス。

【請求項 27】

異なる材料のフィンを形成する方法であって、

第 1 の材料の層と、前記第 1 の材料の前記層上の第 1 の酸化物層と、前記第 1 の酸化物層上の第 2 の材料の層と、前記第 2 の材料の前記層上の第 2 の酸化物層と、前記第 2 の酸化物層上の第 3 の材料の層とを含む基板を提供するためのステップであって、前記第 3 の材料の前記層は、前記基板の上面を形成する上面を有する、ステップと、

前記基板上の第 1 の位置において前記第 3 の材料の前記層と前記第 2 の酸化物層とを通して前記第 2 の材料の前記層まで第 1 の開口部をエッチングするためのステップと、

前記第 1 の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第 2 の材料の主部を形成するためのステップと、

前記基板上の第 2 の位置において前記第 3 の材料の前記層、前記第 2 の酸化物層、前記第 2 の材料の前記層、および前記第 1 の酸化物層を通して前記第 1 の材料の前記層まで第 2 の開口部をエッチングするためのステップと、

前記第 2 の開口部内に前記基板の前記上面のレベルまで前記第 1 の材料の主部を形成するためのステップと、

前記第 1 の位置に前記第 2 の材料を含む第 1 のフィンを形成するためのステップと、前記第 2 の位置に前記第 1 の材料を含む第 2 のフィンを形成するためのステップと、第 3 の位置に前記第 3 の材料を含むフィンを形成するためのステップとを含む、方法。

【 国際調査報告 】

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 130698WO	<b>FOR FURTHER ACTION</b> see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/US2014/048270	International filing date ( <i>day/month/year</i> ) 25 July 2014 (25-07-2014)	(Earliest) Priority Date ( <i>day/month/year</i> ) 1 August 2013 (01-08-2013)
Applicant  QUALCOMM INCORPORATED		

This international search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 4 sheets.

☒ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

## 1. Basis of the report

a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of:

- ☒ the international application in the language in which it was filed  
☐ a translation of the international application into \_\_\_\_\_, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

b. ☐ This international search report has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43.6bis(a)).

c. ☐ With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, see Box No. I.

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box No. II)

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (see Box No. III)

4. With regard to the **title**,

- ☒ the text is approved as submitted by the applicant  
☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

- ☒ the text is approved as submitted by the applicant  
☐ the text has been established, according to Rule 38.2, by this Authority as it appears in Box No. IV. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority

6. With regard to the **drawings**,

- a. the figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No. 1-8  
☐ as suggested by the applicant  
☐ as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure  
☒ as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention  
b. ☐ none of the figures is to be published with the abstract

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/048270

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L21/8234 H01L21/84 H01L27/12 H01L21/8258  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/224875 A1 (ANDERSON BRENT A [US] ET AL) 13 October 2005 (2005-10-13)	1-15, 17-19, 24,26
Y	the whole document	6-11,16, 20-23, 25,27
X	<p>-----</p> <p>US 2010/044758 A1 (COHEN GUY M [US] ET AL) 25 February 2010 (2010-02-25)</p> <p>paragraph [0034] - paragraph [0044]</p> <p>-----</p> <p>-/--</p>	1-8, 12-15, 18,19, 24,26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier application or patent but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2014

Date of mailing of the international search report

18/11/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoffmann, Niels

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/048270

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/020515 A1 (WHITE TED R [US] ET AL) 24 January 2008 (2008-01-24)  paragraph [0027] - paragraph [0028] paragraph [0033] -----	1-8, 12-15, 18,19, 24,26
X	US 2005/017377 A1 (JOSHI RAJIV V [US] ET AL) 27 January 2005 (2005-01-27) paragraph [0042] - paragraph [0043] -----	1-5,24
A	DE 10 2004 057764 A1 (ADVANCED MICRO DEVICES INC [US]) 8 June 2006 (2006-06-08) paragraph [0012] - paragraph [0013] -----	1-27
Y	US 2006/118918 A1 (WAITE ANDREW M [US] ET AL) 8 June 2006 (2006-06-08) the whole document -----	6-11,16, 20-23, 25,27
A	US 2013/119507 A1 (LEE SANG-MOON [KR] ET AL) 16 May 2013 (2013-05-16) the whole document -----	1-27
A	HISASHI SHICHIJO ET AL: "MONOLITHIC PROCESS FOR CO-INTEGRATION OF GAAS MESFET AND SILICON CMOS DEVICES AND CIRCUITS", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 37, no. 3, 1 March 1990 (1990-03-01), pages 548-555, XP000102339, ISSN: 0018-9383, DOI: 10.1109/16.47756 the whole document -----	1-27

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/048270

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005224875 A1	13-10-2005	CN 1681124 A JP 4243671 B2 JP 2005294828 A TW I332251 B US 2005224875 A1 US 2006076623 A1	12-10-2005 25-03-2009 20-10-2005 21-10-2010 13-10-2005 13-04-2006
US 2010044758 A1	25-02-2010	US 2010044758 A1 US 2012295426 A1 US 2012299067 A1 US 2014027058 A1 US 2014035008 A1	25-02-2010 22-11-2012 29-11-2012 30-01-2014 06-02-2014
US 2008020515 A1	24-01-2008	NONE	
US 2005017377 A1	27-01-2005	CN 1826690 A EP 1652235 A2 KR 20060035746 A TW I281248 B US 2005017377 A1 US 2005218427 A1 US 2007111406 A1 US 2008105898 A1 US 2008105900 A1 WO 2005010944 A2	30-08-2006 03-05-2006 26-04-2006 11-05-2007 27-01-2005 06-10-2005 17-05-2007 08-05-2008 08-05-2008 03-02-2005
DE 102004057764 A1	08-06-2006	DE 102004057764 A1 US 2006113629 A1	08-06-2006 01-06-2006
US 2006118918 A1	08-06-2006	CN 101065840 A DE 112005003123 T5 GB 2434034 A JP 2008523620 A KR 20070086303 A TW I380442 B US 2006118918 A1 WO 2006062796 A2	31-10-2007 17-04-2008 11-07-2007 03-07-2008 27-08-2007 21-12-2012 08-06-2006 15-06-2006
US 2013119507 A1	16-05-2013	KR 20130054010 A US 2013119507 A1	24-05-2013 16-05-2013

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**H 0 1 L 27/088 (2006.01)** H 0 1 L 27/08 1 0 2 A

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ジョンゼ・ワン  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7  
 5

(72)発明者 チョ・フェイ・イエブ  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7  
 5

F ターム(参考) 5F048 AC01 BA01 BA02 BA05 BA09 BA15 BA16 BA20 BD06  
 5F110 BB05 CC10 DD05 DD12 GG01 GG02 GG03 GG04 NN78 QQ19  
 5F140 AB01 AC36 BA01 BA03 BA05 BA06 BA16 BA17 BB05 BC15  
 CE07