

(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2019-530218

(P2019-530218A)

(43) 公表日 令和1年10月17日 (2019. 10. 17)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/822 (2006.01)	H01L 27/04 C	4M104
H01L 27/04 (2006.01)	H01L 27/06 102A	5F033
H01L 21/8234 (2006.01)	H01L 27/088 331E	5F038
H01L 27/06 (2006.01)	H01L 27/04 G	5F048
H01L 27/088 (2006.01)	H01L 27/088 B	5F110
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2019-512208 (P2019-512208)  
 (86) (22) 出願日 平成29年8月3日 (2017. 8. 3)  
 (85) 翻訳文提出日 平成31年3月1日 (2019. 3. 1)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2017/045349  
 (87) 国際公開番号 W02018/048529  
 (87) 国際公開日 平成30年3月15日 (2018. 3. 15)  
 (31) 優先権主張番号 15/257, 823  
 (32) 優先日 平成28年9月6日 (2016. 9. 6)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 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  
 イブ 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 シナン・ゴクテペリ  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・921  
 21-1714・サン・ディエゴ・モアハ  
 ウス・ドライブ・5775

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 裏面ボディ接点を有するディープトレンチ能動デバイス

## (57) 【要約】

集積回路は、ゲートフィンガーを有するゲートを含み得る。集積回路はまた、ゲートのゲートフィンガーとインターロックする半導体ピラーを有するボディを含み得る。集積回路はまた、ボディに結合された裏面接点を含み得る。集積回路は、裏面金属被覆をさらに含み得る。裏面金属被覆は、裏面接点を介してボディに結合され得る。

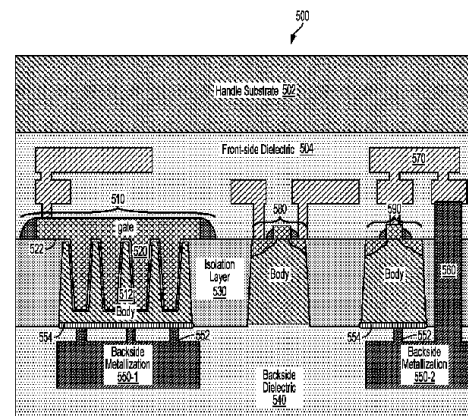


FIG. 5

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のゲートフィンガーを含むゲートと、  
前記複数のゲートフィンガーとインターロックする複数の半導体ピラーを含むボディと、  
前記ボディに結合された少なくとも1つの裏面接点と、  
前記少なくとも1つの裏面接点を介して前記ボディに結合された裏面金属被覆とを備える、集積回路。

**【請求項 2】**

前記複数のゲートフィンガーがポリシリコン材料を含む、請求項1に記載の集積回路。

10

**【請求項 3】**

前記複数のゲートフィンガーと前記複数の半導体ピラーとの間にゲート誘電体をさらに含む、請求項1に記載の集積回路。

**【請求項 4】**

第1のプレートとして前記複数のゲートフィンガーと、第2のプレートとして前記複数の半導体ピラーと、キャパシタ誘電体として前記ゲート誘電体とを含むキャパシタをさらに備える、請求項3に記載の集積回路。

**【請求項 5】**

前記裏面接点が複数の接点プラグを備え、各接点プラグが前記ボディと前記裏面金属被覆との間に結合され、前記裏面金属被覆が前記複数の接点プラグに直接結合される、請求項1に記載の集積回路。

20

**【請求項 6】**

前記裏面接点と前記ボディとの間に直接、裏面シリサイドをさらに備える、請求項1に記載の集積回路。

**【請求項 7】**

前記裏面シリサイドが、前記ボディ上に直接、複数の離散要素を備えるか、または前記裏面シリサイドが前記ボディ上に連続層を備える、請求項6に記載の集積回路。

**【請求項 8】**

前記ゲートの第1の側に近接した前記ボディの第1のドープ領域と、  
前記ゲートの前記第1の側に対向する第2の側に近接した前記ボディの第2のドープ領域とをさらに備える、請求項1に記載の集積回路。

30

**【請求項 9】**

前記第1のドープ領域がソース領域であり、前記第2のドープ領域がドレイン領域である、請求項8に記載の集積回路。

**【請求項 10】**

埋込み酸化物(BOX)層と、  
前記埋込み酸化物層を支持する裏面誘電体層とをさらに備え、前記ボディが前記埋込み酸化物層を通して延びて前記裏面誘電体層によって支持され、前記裏面接点および前記裏面金属被覆が前記裏面誘電体層内にある、請求項1に記載の集積回路。

**【請求項 11】**

埋込み酸化物(BOX)層と、  
前記埋込み酸化物層を支持する裏面誘電体層とをさらに備え、前記ボディが前記埋込み酸化物層内に延び、前記裏面接点が前記埋込み酸化物層内に延びて、前記ボディおよび前記裏面金属被覆に結合する、請求項1に記載の集積回路。

40

**【請求項 12】**

埋込み酸化物層を通して前記ゲートの第1の部分が延びる埋込み酸化物層であって、前記第1の部分が前記複数のゲートフィンガーに結合する、埋込み酸化物層と、  
前記埋込み酸化物層を支持する裏面誘電体層とをさらに備える、請求項1に記載の集積回路。

**【請求項 13】**

50

無線周波数(RF)フロントエンドモジュールに組み込まれ、前記RFフロントエンドモジュールが、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)、固定ロケーションデータユニット、モバイル電話、およびポータブルコンピュータのうちの少なくとも1つに組み込まれる、請求項1に記載の集積回路。

【請求項14】

集積回路を構築する方法であって、

複数の半導体ピラーを含むボディを形成するために絶縁層内部の半導体層をエッチングするステップと、

前記絶縁層の前面上および前記複数の半導体ピラーの表面上に誘電体材料層を堆積させるステップと、

複数のゲートフィンガーを含むゲートを形成するために、前記誘電体材料層上および前記複数の半導体ピラーを分離する複数のトレンチ内に半導体材料を堆積させるステップであって、前記複数のゲートフィンガーが前記複数の半導体ピラーとインターロックする、ステップと、

前記絶縁層の前記前面上の前面誘電体層にハンドル基板を接合するステップと、

前記絶縁層の裏面を支持する裏面誘電体層内に裏面金属被覆を製作するステップとを含み、前記裏面金属被覆が少なくとも1つの裏面接点を介して前記ボディに結合される、方法。

【請求項15】

前記半導体材料を堆積させるステップが、前記複数のゲートフィンガーを含む前記ゲートを形成するために、前記誘電体材料層上および前記複数の半導体ピラーを分離する前記複数のトレンチ内にポリシリコン材料を堆積させるステップを含む、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記裏面接点と前記ボディとの間に直接、裏面シリサイドを堆積させるステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記裏面シリサイドを、前記ボディ上に直接、複数の離散要素として、または前記ボディ上に連続層として、堆積させるステップをさらに含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記ゲートの第1の側に近接した前記ボディの第1のドープ領域をドープするステップと

、  
前記ゲートの前記第1の側に対向する第2の側に近接した前記ボディの第2のドープ領域をドープするステップとをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項19】

前記半導体材料を堆積させるステップが、埋込み酸化物層を通して延びる前記ゲートの第1の部分を堆積させるステップをさらに含み、前記ゲートの前記第1の部分が前記複数のゲートフィンガーに結合する、請求項14に記載の方法。

【請求項20】

前記集積回路を無線周波数(RF)フロントエンドモジュールに組み込まれるステップであって、前記RFフロントエンドモジュールが、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)、固定ロケーションデータユニット、モバイル電話、およびポータブルコンピュータのうちの少なくとも1つに組み込まれる、ステップをさらに含む、請求項14に記載の方法。

【請求項21】

複数のゲートフィンガーを含むゲートと、

前記複数のゲートフィンガーとインターロックする複数の半導体ピラーを含むボディと

、  
前記ボディに結合された少なくとも1つの裏面接点と、

10

20

30

40

50

前記少なくとも1つの裏面接点を介して前記ボディをつなぐための手段とを備える、集積回路。

【請求項 2 2】

前記ゲートの第1の側に近接した前記ボディの第1のドープ領域と、

前記ゲートの前記第1の側に対向する第2の側に近接した前記ボディの第2のドープ領域とをさらに備える、請求項21に記載の集積回路。

【請求項 2 3】

無線周波数(RF)フロントエンドモジュールに組み込まれ、前記RFフロントエンドモジュールが、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)、固定ロケーションデータユニット、モバイル電話、およびポータブルコンピュータのうちの少なくとも1つに組み込まれる、請求項21に記載の集積回路。

10

【請求項 2 4】

複数のゲートフィンガーを含むゲートと、前記複数のゲートフィンガーとインターロックする複数の半導体ピラーを含むボディとを含むディープトレンチスイッチトランジスタを備える集積RF回路であって、少なくとも1つの裏面接点が前記ボディに結合され、裏面金属被覆が前記少なくとも1つの裏面接点を介して前記ボディに結合される、集積RF回路と、

前記スイッチトランジスタの出力に結合されたアンテナとを備える、無線周波数(RF)フロントエンドモジュール。

20

【請求項 2 5】

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)、固定ロケーションデータユニット、モバイル電話、およびポータブルコンピュータのうちの少なくとも1つの中に組み込まれる、請求項24に記載のRFフロントエンドモジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、一般に、集積回路(IC)に関する。より詳細には、本開示は、裏面ボディ接点を有するディープトレンチ能動デバイスに関する。

30

【背景技術】

【0 0 0 2】

高性能ダイプレクサを含むモバイル無線周波(RF)チップ構成(たとえば、モバイルRFトランシーバ)は、コストおよび電力消費量の問題に起因してディープサブミクロンプロセスノードに移行している。そのようなモバイルRFトランシーバの設計は、このディープサブミクロンプロセスノードにおいて複雑になる。これらのモバイルRFトランシーバの設計は、キャリアアグリゲーションなどの通信拡張機能をサポートするための追加の回路機能によってさらに複雑さが増している。モバイルRFトランシーバに関する設計上のさらなる問題には、不適合、ノイズ、および性能面のその他の問題などのアナログ/RF性能面の問題が含まれる。このようなモバイルRFトランシーバの設計には、たとえば共振を抑制するため、および/またはフィルタ処理、バイパス、および結合を実行するために追加の受動デバイスを使用することが含まれる。

40

【0 0 0 3】

これらのモバイルRFトランシーバの設計には、シリコンオンインシュレータ(SOI)技術の使用が含まれ得る。SOI技術は、寄生デバイスキャパシタンスを低減して性能を改善するために、従来のシリコン基板を層状シリコンオンインシュレータ基板と置き換える。シリコン接合は電氣的絶縁体、典型的には埋込み酸化物(BOX)層の上にあるので、SOIベースのデバイスは、従来のシリコン製デバイスとは異なる。しかしながら、低減された厚さのBOX層は、シリコン層上の能動デバイスとBOX層を支持する基板との近接によって生じる寄生キャパシタンスを十分に低減しない場合がある。

50

## 【 0 0 0 4 】

残念ながら、SOI技術を使用して製作されたトランジスタは、一般に、トランジスタのボディが絶縁された基板に対してキャパシタを形成する、フローティングボディ効果の欠点がある。この構成では、キャパシタ上に蓄積する電荷は、構造内の寄生トランジスタおよびオフ状態リーク、ならびにトランジスタのしきいの電圧がその前の状態に依存することなどの悪影響を生じる。フローティングボディ効果は、特に、しきいの電圧制御およびボディ充電制御がフローティングボディ効果によって妨げられる、アナログデバイスにおいて深刻である。ボディ接点は、フローティングボディ効果を防止するために使用され得る。残念ながら、ボディ接点の使用はエリアペナルティをもたらす。

## 【 発明の概要 】

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 5 】

集積回路は、ゲートフィンガーを有するゲートを含み得る。集積回路はまた、ゲートのゲートフィンガーとインターロックする半導体ピラーを有するボディを含み得る。集積回路はまた、ボディに結合された裏面接点を含み得る。集積回路は、裏面金属被覆をさらに含み得る。裏面金属被覆は、裏面接点を介してボディに結合され得る。

## 【 0 0 0 6 】

集積回路を構築する方法は、半導体ピラーを含むボディを形成するために、絶縁層内部の半導体層をエッチングするステップを含み得る。方法はまた、絶縁層の前面および半導体ピラーの表面の上に誘電体材料層を堆積させるステップを含み得る。方法は、半導体ピラーとインターロックするゲートフィンガーを含むゲートを形成するために、半導体材料を誘電体材料層上、および半導体ピラーを分離するトレンチ内に堆積させるステップをさらに含み得る。方法はまた、ハンドル基板を、絶縁層の前面上の前面誘電体層に接合するステップを含み得る。方法は、絶縁層の裏面を支持する裏面誘電体層内に裏面金属被覆を製作するステップをさらに含み得る。裏面金属被覆は、裏面接点を介してボディに結合され得る。

## 【 0 0 0 7 】

集積回路は、ゲートフィンガーを有するゲートを含み得る。集積回路はまた、ゲートのゲートフィンガーとインターロックする半導体ピラーを有するボディを含み得る。集積回路はまた、ボディに結合された裏面接点を含み得る。集積回路は、裏面接点を介してボディをつなぐための手段をさらに含み得る。

## 【 0 0 0 8 】

無線周波数(RF)フロントエンドモジュールは、集積RF回路を含み得る。集積RF回路は、ゲートフィンガーを含むゲートを有するディープトレンチスイッチトランジスタを含み得る。集積RF回路はまた、ゲートフィンガーとインターロックする半導体ピラーを有するボディを含み得る。集積RF回路は、ボディに結合された裏面接点と、裏面接点を介してボディに結合された裏面金属被覆とをさらに含み得る。RFフロントエンドモジュールはまた、スイッチトランジスタの出力に結合されたアンテナを含み得る。

## 【 0 0 0 9 】

上記では、後続の発明を実施するための形態がより良く理解できるように、本開示の特徴および技術的利点について、かなり大まかに概説してきた。本開示の追加の特徴および利点について以下において説明する。本開示が、本開示と同じ目的を果たすための他の構造を変更または設計するための基礎として容易に利用できることを、当業者には諒解されたい。そのような同等な構成が、添付の特許請求の範囲に記載されるような本開示の教示から逸脱しないことも、当業者には理解されたい。本開示の構成と動作方法の両方に関して本開示の特徴になると考えられる新規の特徴が、さらなる目的および利点とともに、以下の説明を添付の図と併せて検討することからより十分に理解されるであろう。しかしながら、図の各々が、例示および説明のために提供されるにすぎず、本開示の範囲を定めるものではないことは明確に理解されたい。

## 【 0 0 1 0 】

本開示をより完全に理解できるように、ここで、添付の図面と併せて以下の説明を参照する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1A】本開示の一態様による、ダイプレクサを使用する無線周波数(RF)フロントエンド(RFFE)モジュールの概略図である。

【図1B】本開示の態様による、チップセット用のダイプレクサを使用してキャリアアグリゲーションを実現する無線周波数(RF)フロントエンド(RFFE)モジュールの概略図である。

【図2A】本開示の一態様によるダイプレクサ構成の図である。

10

【図2B】本開示の一態様による無線周波数(RF)フロントエンドモジュールの図である。

【図3A】本開示の一態様による、層転写プロセスの間の集積無線周波数(RF)回路構造の断面図である。

【図3B】本開示の一態様による、層転写プロセスの間の集積無線周波数(RF)回路構造の断面図である。

【図3C】本開示の一態様による、層転写プロセスの間の集積無線周波数(RF)回路構造の断面図である。

【図3D】本開示の一態様による、層転写プロセスの間の集積無線周波数(RF)回路構造の断面図である。

【図3E】本開示の一態様による、層転写プロセスの間の集積無線周波数(RF)回路構造の断面図である。

20

【図4】本開示の態様による、層転写プロセスを使用して製作された集積無線周波数(RF)回路構造の断面図である。

【図5】本開示の一態様による、裏面ボディ接点を有するディーブトレンチ能動デバイスを含む集積回路構造の断面図である。

【図6】本開示の別の態様による、裏面ボディ接点を有するディーブトレンチ能動デバイスを含む集積回路構造の断面図である。

【図7】本開示のさらなる態様による、裏面ボディ接点を有するディーブトレンチ能動デバイスを含む集積回路構造の断面図である。

【図8】本開示の別の態様による、裏面ボディ接点を有するディーブトレンチ能動デバイスを含む集積回路構造の断面図である。

30

【図9】本開示の一態様による、裏面ボディ接点を有するディーブトレンチ能動デバイスを含む集積回路構造を構築する方法を示すプロセスフロー図である。

【図10】本開示の一構成が有利に利用される場合がある例示的なワイヤレス通信システムを示すブロック図である。

【図11】1つの構成による、半導体構成要素の回路設計、レイアウト設計、および論理設計のために使用される設計用ワークステーションを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

添付の図面に関して以下に記載される発明を実施するための形態は、様々な構成の説明として意図され、本明細書で説明される概念が実践され得る唯一の構成を表すことは意図されない。発明を実施するための形態は、様々な概念を完全に理解できるようにすることを目的とした具体的な詳細を含む。しかしながら、これらの概念がこれらの具体的な詳細なしに実践されてもよいことは、当業者には明らかであろう。場合によっては、そのような概念を曖昧にするのを回避するために、よく知られている構造および構成要素がブロック図の形態で示される。本明細書において説明されるときに、「および/または」という用語の使用は、「包含的論理和」を表すことが意図されており、「または」という用語の使用は、「排他的論理和」を表すことが意図されている。

40

【0013】

モバイル無線周波(RF)チップ構成(たとえば、モバイルRFトランシーバ)は、コストおよ

50

び電力消費量の問題に起因してディープサブミクロンプロセスノードに移行している。モバイルRFトランシーバの設計については、キャリアアグリゲーションなどの通信拡張機能をサポートするための追加の回路機能によってさらに複雑さが増している。

#### 【0014】

これらのモバイルRFトランシーバの設計には、シリコンオンインシュレータ(SOI)技術の使用が含まれる。SOI技術は、寄生デバイスキャパシタンスを低減して性能を改善するために、従来のシリコン基板を層状シリコンオンインシュレータ基板と置き換える。シリコン接合は電氣的絶縁体、典型的には埋込み酸化物(BOX)層の上にあるので、SOIベースのデバイスは、従来のシリコン製デバイスとは異なり、BOX層の厚さは低減され得る。しかしながら、低減された厚さのBOX層は、シリコン層およびBOX層を支持する基板上の能動デバイスに近接することによって生じる寄生キャパシタンスを十分に低減しない場合がある。

10

#### 【0015】

SOI技術を使用して製作されたトランジスタは、一般に、トランジスタのボディが絶縁された基板に対してキャパシタを形成する、フローティングボディ効果の欠点がある。この構成では、キャパシタ上に蓄積する電荷は、構造内の寄生トランジスタおよびオフ状態リーク、ならびにトランジスタのしきいの電圧がその前の状態に依存することなどの悪影響を生じる。フローティングボディ効果は、特に、しきいの電圧制御およびボディ充電制御がフローティングボディ効果によって妨げられるアナログデバイスにおいて深刻である。ボディ接点は、フローティングボディ効果を防止するために使用され得る。残念ながら、ボディ接点の使用は、エリアペナルティをもたらす。その結果、本開示の態様は、ディープトレンチ能動デバイスに対する裏面ボディタイの形成を可能にするための層転写後のプロセスを含む。

20

#### 【0016】

集積回路構造の半導体製作のためのプロセスフローには、基板工程(FEOL)プロセス、中間工程(MOL)(中間工程(MEOL)とも呼ばれる)プロセス、および配線工程(BEOL)プロセスが含まれてもよい。FEOLプロセスには、イオン注入、アニール、酸化、化学気相堆積(CVD)または原子層堆積(ALD)、エッチング、化学機械研磨(CMP)、エピタキシーが含まれる。MOLプロセスには、トランジスタの接続がBEOL相互接続することを可能にするプロセスステップのセットが含まれてもよい。これらのステップには、シリサイド化および接点形成、ならびに応力導入が含まれる。BEOLプロセスは、個々のトランジスタを結んで回路を形成する相互接続を形成するプロセスステップのセットを含んでもよい。

30

#### 【0017】

本開示の態様は、クオリティ(Q)ファクタの高いRFアプリケーションに対する集積無線周波数(RF)回路構造内でアンテナスイッチトランジスタとして使用され得る裏面ボディ接点を有するディープトレンチスイッチトランジスタを説明する。一構成では、層転写前のプロセスは、ディープトレンチトランジスタを形成する。加えて、層転写後のプロセスは、ディープトレンチスイッチトランジスタのボディをつなぐための裏面ボディ接点を形成する。裏面ボディタイを形成する層転写後のプロセスは、SOIデバイスに関連するフローティングボディ効果の問題を、ディープスイッチトランジスタのボディをフローティングから防止しながら、従来のボディ接点に関連するエリアペナルティまたは不要な抵抗経路を回避することによって解決する。

40

#### 【0018】

図1Aは、本開示の一態様による、ダイプレクサ200を使用する無線周波数(RF)フロントエンド(RFFE)モジュール100の概略図である。RFフロントエンドモジュール100は、電力増幅器102と、デュプレクサ/フィルタ104と、無線周波数(RF)スイッチモジュール106を含む。電力増幅器102は、信号を送信のための特定の電力レベルに増幅する。デュプレクサ/フィルタ104は、周波数、挿入損失、拒絶、または他の同様のパラメータを含む様々な異なるパラメータに応じて入出力信号をフィルタ処理する。さらに、RFスイッチモジュール106は、RFフロントエンドモジュール100の残りの部分に渡す入力信号の特定の部分を選択

50

してもよい。

【0019】

RFフロントエンドモジュール100はまた、チューナー回路112(たとえば、第1のチューナー回路112Aおよび第2のチューナー回路112B)と、ダイプレクサ200と、キャパシタ116と、インダクタ118と、接地端子115と、アンテナ114とを含む。チューナー回路112(たとえば、第1のチューナー回路112Aおよび第2のチューナー回路112B)は、チューナー、ポータブルデータ入力端末(PDET)、およびハウスキーピングアナログデジタル変換器(HKADC)などの構成要素を含む。チューナー回路112は、アンテナ114のインピーダンス同調(たとえば、電圧定在波比(VSWR)最適化)を実行してもよい。RFフロントエンドモジュール100は、ワイヤレストランシーバ(WTR)120に結合された受動コンバイナ108も含む。受動コンバイナ108は、第1のチューナー回路112Aおよび第2のチューナー回路112Bからの検出された電力を組み合わせる。ワイヤレストランシーバ120は、受動コンバイナ108からの情報を処理し、この情報をモデム130(たとえば、移動局モデム(MSM))に提供する。モデム130は、デジタル信号をアプリケーションプロセッサ(AP)140に与える。

【0020】

図1Aに示すように、ダイプレクサ200は、チューナー回路112のチューナー構成要素とキャパシタ116、インダクタ118、およびアンテナ114との間に位置する。ダイプレクサ200は、アンテナ114とチューナー回路112との間に配置され、RFフロントエンドモジュール100から、ワイヤレストランシーバ120と、モデム130と、アプリケーションプロセッサ140とを含むチップセットへ高システム性能を提供することができる。ダイプレクサ200は、ハイバンド周波数とローバンド周波数の両方に対して周波数ドメイン多重化も実行する。ダイプレクサ200が入力信号に対してダイプレクサ200の周波数多重化機能を実行した後、ダイプレクサ200の出力が、キャパシタ116とインダクタ118とを含む任意のLC(インダクタ/キャパシタ)ネットワークに送られる。LCネットワークは、必要に応じて、アンテナ114の追加のインピーダンス整合構成要素を構成してもよい。その場合、特定の周波数を有する信号がアンテナ114によって送信または受信される。単一のキャパシタおよびインダクタが示されているが、複数の構成要素も企図される。

【0021】

図1Bは、本開示の一態様による、キャリアアグリゲーションを実現するためのチップセット160用の、第1のダイプレクサ200-1を含むワイヤレスローカルエリアネットワーク(WLAN)(たとえば、WiFi)モジュール170および第2のダイプレクサ200-2を含むRFフロントエンドモジュール150の概略図である。WiFiモジュール170は、アンテナ192をワイヤレスローカルエリアネットワークモジュール(たとえば、WLANモジュール172)に通信可能に結合する第1のダイプレクサ200-1を含む。RFフロントエンドモジュール150は、アンテナ194をデュプレクサ180を介してワイヤレストランシーバ(WTR)120に通信可能に結合する第2のダイプレクサ200-2を含む。ワイヤレストランシーバ120およびWiFiモジュール170のWLANモジュール172は、電力管理集積回路(PMIC)156を介して電源152によって電力を供給されるモデム(MSM、たとえばベースバンドモデム)130に結合される。チップセット160は、信号完全性を実現するためにキャパシタ162および164ならびにインダクタ166も含む。PMIC156、モデム130、ワイヤレストランシーバ120、およびWLANモジュール172の各々は、キャパシタ(たとえば、158、132、122、および174)を含み、クロック154に従って動作する。チップセット160における様々なインダクタ構成要素およびキャパシタ構成要素の形状および配置によって、各構成要素間の電磁結合が低減し得る。

【0022】

図2Aは、本開示の一態様によるダイプレクサ200の図である。ダイプレクサ200は、ハイバンド(HB)入力ポート212と、ローバンド(LB)入力ポート214と、アンテナ216とを含む。ダイプレクサ200のハイバンドパスはハイバンドアンテナスイッチ210-1を含む。ダイプレクサ200のローバンドパスはローバンドアンテナスイッチ210-2を含む。RFフロントエンドモジュールを含むワイヤレスデバイスは、アンテナスイッチ210およびダイプレクサ200を使用してワイヤレスデバイスのRF入力およびRF出力用の広範囲のバンドを使用可能にし得

る。さらに、アンテナ216は多入力多出力(MIMO)アンテナであってもよい。多入力多出力アンテナは、キャリアアグリゲーションなどの機能をサポートするためにワイヤレスデバイスのRFフロントエンドに広く使用される。

【0023】

図2Bは、本開示の一態様によるRFフロントエンドモジュール250の図である。RFフロントエンドモジュール250は、図2Aに示されている広範囲の帯域を使用可能にするためにアンテナスイッチ(ASW)210とダイプレクサ200(またはトリプレクサ)とを含む。さらに、RFフロントエンドモジュール250は、基板202によって支持されるフィルタ230と、RFスイッチ220と、電力増幅器218とを含む。フィルタ230は、RFフロントエンドモジュール250における高次高調波を防止するためにダイプレクサ、トリプレクサ、ローパスフィルタ、パラ

10

【0024】

この構成では、RFフロントエンドモジュール250は、シリコンオンインシュレータ(SOI)技術を使用して実装され、SOI技術は、RFフロントエンドモジュール250内の高次高調波の低減を助ける。SOI技術は、寄生デバイスキャパシタンスを低減して性能を改善するために、従来のシリコン基板を層状シリコンオンインシュレータ基板に置き換える。シリコン

20

【0025】

図3A～図3Eは、本開示の態様による、層転写プロセスの間の集積無線周波数(RF)回路構造300の断面図を示す。図3Aに示すように、RFシリコンオンインシュレータ(SOI)デバイスは、犠牲基板301(たとえば、バルクウエハ)によって支持される埋込み酸化物(BOX)層320

30

【0026】

図3Bに示すように、ハンドル基板302は、RF SOIデバイスの前面誘電体層306に接合される。加えて、犠牲基板301が除去される。層転写プロセスを使用して犠牲基板301を除去することで、誘電体の厚さが増加することによって、高性能で低寄生のRFデバイスが可能になる。すなわち、RF SOIデバイスの寄生キャパシタンスは、能動デバイス310とハンドル

【0027】

40

図3Cに示すように、RF SOIデバイスは、ハンドル基板302が固定されて犠牲基板301が除去された時点で反転される。図3Dに示すように、層転写後の金属被覆プロセスは、たとえば、通常の相補型金属酸化物半導体(CMOS)プロセスを使用して実行される。図3Eに示すように、集積RF回路構造300は、パッシベーション層を堆積させることと、ボンドパッドを開くことと、再配線層(redistribution layer)を堆積させることと、集積RF回路構造300をシステムボード(たとえば、プリント回路板(PCB))に接合することを可能にするために導電パンプ/ピラーを形成することとによって達成される。

【0028】

再び図3Aを参照すると、RF SOIデバイスは、犠牲基板301とBOX層320との間にトラップリッチ層を含んでもよい。加えて、犠牲基板301はハンドル基板302と置き換えられてもよ

50

く、BOX層320の厚さは高調波を改善するために増加されてもよい。RF SOIデバイスのこの配置は、純シリコンまたはSOI実装に対して改善された高調波をもたらし得るが、RF SOIデバイスは、特にシリコンハンドル基板が使用されるときに、ハンドル基板からの非線形応答によって制限される。すなわち、図3Aでは、図3B～図3Eに示す構成に対して、増加された厚さのBOX層320は、能動デバイス310と犠牲基板301との間に十分な距離をもたらさない。その上、RF SOIデバイスは、一般に、SOI層の一方の面上のCMOSトランジスタ形成に限定される。

#### 【0029】

図4は、本開示の態様による、層転写プロセスを使用して製作された集積RF回路構造400の断面図である。代表的に、集積RF回路構造400は、絶縁層430上に形成されたゲート、ボディ、およびソース/ドレイン領域を有する能動デバイス410を含む。シリコンオンインシュレータ(SOI)実装形態では、絶縁層430は埋込み酸化物(BOX)層であり、ボディおよびソース/ドレイン領域は、BOX層によって支持されるシャロートレンチ分離(STI:shallow trench isolation)領域を含むSOI層から形成される。

10

#### 【0030】

集積RF回路構造400はまた、能動デバイス410のソース/ドレイン領域に結合された中間工程(MEOL)/配線工程(BEOL)相互接続を含む。説明するように、MEOL/BEOL層は、前面層と呼ばれる。対照的に、絶縁層430を支持する層は、裏面層と呼ばれることがある。この用語に従って、前面相互接続470は、前面誘電体層404内の前面接点412を介して能動デバイス410のソース/ドレイン領域に結合される。加えて、ハンドル基板402は、前面誘電体層404に結合される。この構成では、裏面誘電体440は絶縁層430に隣接し、場合によっては絶縁層430を支持する。加えて、裏面金属被覆450は、前面相互接続470に結合される。

20

#### 【0031】

図4に示すように、層転写プロセスは、集積RF回路構造400の高調波を改善するために、能動デバイス410とハンドル基板402との間の分離を増加させる。層転写プロセスは、高性能、低寄生のRFのデバイスを可能にするが、集積RF回路構造400は、フローティングボディ効果の欠点がある。すなわち、SOI技術を使用して製作された能動デバイスは、一般に、トランジスタのボディが絶縁された基板に対してキャパシタを形成する、フローティングボディ効果の欠点がある。フローティングボディ効果は、特に、しきいの電圧制御およびボディ充電制御がフローティングボディ効果によって妨げられるアナログデバイスにおいて深刻である。ボディ接点は、フローティングボディ効果を防止するために使用され得る。残念ながら、ボディ接点の使用は、顕著なエリアペナルティをもたらす。その結果、本開示の態様は、ディープトレンチ能動デバイスに対する裏面ボディタイの形成を可能にするための層転写後のプロセスを含む。

30

#### 【0032】

本開示の様々な態様は、集積回路構造に対する裏面ボディタイの形成を可能にするための、層転写後のプロセスのための技法を提供する。対照的に、基板工程(FEOL)プロセスの間に形成された能動デバイスへのアクセスは、従来では、能動デバイスのゲートおよびソース/ドレイン領域と配線工程(BEOL)相互接続層(たとえば、M1、M2など)との間に接点を設ける中間工程(MEOL)処理の間に設けられる。本開示の態様は、クオリティ(Q)ファクタの高いRFアプリケーションに対する集積無線周波数(RF)回路構造内でアンテナスイッチトランジスタとして使用され得る裏面ボディタイを有するディープトレンチスイッチトランジスタを形成するための層転写後のプロセスを伴う。他のアプリケーションは、低電力増幅器モジュール、低ノイズ増幅器、およびアンテナダイバーシティスイッチ内の能動デバイスを含む。

40

#### 【0033】

図5は、本開示の態様による、裏面ボディタイを有するディープトレンチ能動デバイス(たとえば、スイッチトランジスタ)を含む集積回路構造500の断面図である。本開示の態様では、層転写後のプロセスは、従来のシリコンオンインシュレータ製作プロセスに関連するフローティングボディ効果を解決する、裏面ボディタイの形成を可能にする。典型的に

50

、集積回路構造500は、絶縁層530の前面上にあり、かつ絶縁層530の裏面まで通して延びる、ディープトレンチ能動デバイス510を含む。この構成では、ディープトレンチ能動デバイス510のボディは、半導体層(たとえば、SOI実装形態に対するシリコン)から形成された半導体ピラー512から構成される。ピラーは、より長い長さがより小さい面積内で取得される(たとえば、「アコーディオン」効果)限り、間隔が密である必要はない。加えて、ゲートは、半導体ピラー512とインターロックし、誘電体材料層522(たとえば、ゲート誘電体)によって分離され、絶縁層530を通して延びるゲートフィンガー520から構成される。

#### 【0034】

絶縁層530は、シリコンオンインシュレータ(SOI)実装形態に対する埋込み酸化物(BOX)層とすることができ、ボディおよびソース/ドレイン領域(図示せず)は、SOI層から形成される。代替的に、絶縁層530は、第1のトレンチタイプ能動デバイス580および第2のトレンチタイプ能動デバイス590からディープトレンチ能動デバイス510を分離するためのディープトレンチ絶縁領域とすることができる。第1のトレンチタイプ能動デバイス580および第2のトレンチタイプ能動デバイス590に関する追加の詳細は、本開示の詳細を不明瞭にすることを回避するために省略される。加えて、トレンチタイプスイッチトランジスタは、ディープトレンチスイッチトランジスタのドレイン領域およびソース領域を設けるために、n型(たとえば、第1のドープ領域)およびp型(たとえば、第2のドープ領域)半導体領域をドープするための注入プロセスに応じて、negative金属酸化物半導体(NMOS)スイッチトランジスタまたはpositive MOS(PMOSトランジスタ)として構成され得る。

10

20

#### 【0035】

本開示のこの態様では、集積回路構造500はまた、絶縁層530の前面と対向する裏面を支持する裏面誘電体層540内に配置された裏面金属被覆550を含む。本開示の態様による裏面金属被覆550は、ディープトレンチ能動デバイス510に対する低抵抗ボディタイを提供する。この構成では、裏面金属被覆550の第1の部分550-1は、接点プラグ552および裏面シリサイド層554を介してディープトレンチ能動デバイス510のボディに電氣的に結合される。ディープトレンチ能動デバイス510のこの構成は、裏面金属被覆550をボディに電氣的に結合することによってフローティングボディ効果を防止する。

#### 【0036】

集積回路構造500はまた、前面誘電体層504内に配置された前面金属被覆570(たとえば、第1のBEOL相互接続(M1))を含む。前面金属被覆570は、ビア560を通して裏面金属被覆550の第2の部分550-2に結合される。裏面誘電体層540内の裏面金属被覆550の第2の部分550-2は、接点プラグ552および裏面シリサイド層554のうちの1つを介して第2のトレンチタイプ能動デバイス590のボディに電氣的に結合される。加えて、ハンドル基板502は、前面誘電体層504に結合される。裏面誘電体層540は、絶縁層530に隣接し、場合によっては絶縁層530を支持する。この構成では、層転写後の金属被覆プロセスは、裏面金属被覆550を形成する。図5に示すように、前面金属被覆570は、裏面金属被覆550から遠位に配置される。

30

#### 【0037】

本開示の態様によれば、ハンドル基板502は、シリコンなどの半導体材料から構成され得る。この構成では、ハンドル基板502は、少なくとも1つの他の能動デバイスを含み得る。代替的に、ハンドル基板502は、寄生キャパシタンスを低減することによって高調波をさらに改善するために受動基板であり得る。この構成では、ハンドル基板502は、少なくとも1つの他の受動デバイスを含み得る。本明細書における説明では、「受動基板」という用語は、ダイシングされたウエハまたはパネルの基板を指す場合があるか、または、ダイシングされていないウエハ/パネルの基板を指す場合がある。一構成では、受動基板は、ガラス、空気、石英、サファイア、高抵抗シリコン、または他の同様の受動材料で構成される。受動基板はまた、コアレス基板であってもよい。

40

#### 【0038】

「層」という用語は、膜を含み、別段述べられていない限り、垂直厚または水平厚を示すものと解釈されるべきではないことが理解されよう。本明細書において説明するように

50

、「基板」という用語は、ダイシングされたウエハの基板を指す場合があるか、または、ダイシングされていないウエハの基板を指す場合がある。同様に、チップおよびダイという用語は、入れ換えられると信じるのが難しい限り、互換的に使用することができる。

#### 【0039】

本開示の態様では、図5～図8に示すように、層転写後のプロセスは、トレンチタイプ能動デバイスのボディをつなぐために裏面金属被覆を形成する。裏面シリサイド化プロセスにおける変形形態が、図7～図8に示される。加えて、半導体層(たとえば、シリコンオンインシュレータ層)に対する変形形態が、図7および図8に示される。本開示のさらなる態様によれば、ディープトレンチ能動デバイス510は、金属酸化物半導体(MOS)キャパシタとして構成され得る。この構成では、MOSキャパシタは、第1のプレートとしてゲートフィンガー520と、第2のプレートとして半導体ピラー512と、キャパシタ誘電体として誘電体材料層522とを含む。

#### 【0040】

図6は、本開示の態様による、裏面ボディタイを有するトレンチタイプ能動デバイスを含む集積回路構造600の断面図である。認識されるように、集積回路構造600の構成は、図5の集積回路構造500の構成と同様である。しかしながら、図6に示す構成では、配線工程ビアプロセス(V0)が、ディープトレンチ能動デバイス510のボディの露出部分に対するシリサイドホールを形成するために使用される。すなわち、この構成では、裏面シリサイド層554(図5)は、図5に示すシリサイドの連続層ではなく、ディープトレンチ能動デバイス510のボディの露出部分上の離散要素として堆積される。加えて、裏面シリサイド層554(図5)は、第2のトレンチタイプ能動デバイス590のボディの露出部分上の離散要素として堆積される。

#### 【0041】

それゆえ、本開示のこの態様はまた、トレンチタイプ能動デバイスのボディをつなぐための簡略化された層転写後のプロセスの裏面シリサイド化プロセスを行うことによって、従来のシリコンオンインシュレータ製作プロセスに関連するフローティングボディ効果問題を解決する。図6に示す構成は、たとえば、図7に示すように、SOIウエハではなくバルクウエハを使用して製作されることを認識されたい。

#### 【0042】

図7は、本開示の態様による、裏面ボディタイを有するトレンチタイプ能動デバイスを含む集積回路構造700の断面図である。認識されるように、集積回路構造700の構成は、図6の集積回路構造600の構成と同様である。しかしながら、図7に示す構成では、増加した厚さの半導体層が、SOIウエハによって支持されるシリコンオンインシュレータ(SOI)層として設けられる。この構成では、絶縁層530は、ディープトレンチ能動デバイス510と、第1のトレンチタイプ能動デバイス580および第2のトレンチタイプ能動デバイス590との間のディープトレンチ絶縁層とすることができる。

#### 【0043】

この構成によれば、ディープトレンチ能動デバイス510のボディはまた、絶縁層530によって支持される。接点プラグ552は、絶縁層530の一部を通して延びる。加えて、裏面金属被覆550の第1の部分550-1および第2の部分550-2が、ディープトレンチ能動デバイス510および第2のトレンチタイプ能動デバイス590をつなぐために、絶縁層530の一部および裏面誘電体層540の一部の中に形成される。それゆえ、本開示のこの態様は、従来のシリコンオンインシュレータ製作プロセスに関連するフローティングボディ効果問題を解決する。

#### 【0044】

図8は、本開示の態様による、裏面ボディタイを有するトレンチタイプ能動デバイスを含む集積回路構造800の断面図である。認識されるように、集積回路構造800の構成は、図6の集積回路構造600の構成と同様である。しかしながら、図8に示す構成では、低減された厚さの半導体層が、SOIウエハによって支持されるシリコンオンインシュレータ(SOI)層

として設けられる。この構成では、絶縁層530は、ディーブトレンチ能動デバイス510と、第1のトレンチタイプ能動デバイス580および第2のトレンチタイプ能動デバイス590との間のディーブトレンチ絶縁層532と組み合わせられる。本開示の一態様では、ゲート入れ替えプロセスは、改善されたゲート形成に対するポリエッチ(poly etch)制限(たとえば、ライン/エッジ粗さ)を克服するために、ディーブトレンチ能動デバイス510ならびに/または第1のトレンチタイプ能動デバイス580および第2のトレンチタイプ能動デバイス590を製作するために実行され得る。

#### 【0045】

この構成によれば、ディーブトレンチ能動デバイス510のボディの半導体ピラー512は、ディーブトレンチ絶縁層532の一部分を通して延びる。加えて、半導体層の低減された厚さのために、ゲートは、半導体ピラー512とインターロックするゲートフィンガー520に結合された第1の部分524(たとえば、トレンチ)を含む。本開示のこの態様では、ディーブトレンチ能動デバイス510は、裏面金属被覆550の第2の部分550-2によってバイアスされるトレンチ半導体層582を含む。本開示のこの態様は、裏面のバイアスされたトレンチタイプ能動デバイスとSOI実装形態とを組み合わせることによって従来のシリコンオンインシュレータ製作プロセスに関連するフローティングボディ効果問題を解決する。図8のディーブトレンチトランジスタは、高電力または高電流トランジスタが望まれるときに有用である。

10

#### 【0046】

図9は、本開示の一態様による、ディーブトレンチ能動デバイスを含む集積回路構造を構築する方法900を示すプロセスフロー図である。ブロック902において、絶縁層内部の半導体層は、複数の半導体ピラーを含むボディを形成するためにエッチングされる。たとえば、図5に示すように、絶縁層530内部の半導体領域は、ディーブトレンチ能動デバイス510のボディを形成するためにエッチングされる。ディーブトレンチ能動デバイス510のボディは、絶縁層530の裏面から前面まで延びる半導体ピラー512を含む。シリコンオンインシュレータ(SOI)実装形態では、絶縁層530は埋込み酸化物(BOX)層であり、半導体層はシリコンオンインシュレータ(SOI)層である。しかしながら、本開示はシリコンオンインシュレータ実装形態に限定されない。

20

#### 【0047】

再び図9を参照すると、ブロック904において、誘電体材料層が、絶縁層の前面上および半導体ピラーを分離するトレンチ内に堆積される。たとえば、図5に示すように、誘電体材料層522は、絶縁層530の前面上およびボディの半導体ピラー512上に堆積される。ブロック906において、半導体材料は、ゲートフィンガーを含むゲートを形成するために、誘電体材料層上および半導体ピラーを分離するトレンチ内に堆積される。たとえば、図5に示すように、半導体材料(たとえば、ポリシリコン材料)は、ディーブトレンチ能動デバイス510のゲートを形成するために、誘電体材料層522およびボディの半導体ピラー512の上に堆積される。この構成では、ディーブトレンチ能動デバイス510のゲートは、ボディの半導体ピラー512とインターロックするゲートフィンガー520から構成される。ディーブトレンチの深さは、1~5ミクロンの範囲内にあり得る。

30

#### 【0048】

従来のシリコンオンインシュレータ実装形態とは対照的に、ディーブトレンチ能動デバイス510のボディは、図9にさらに示すように、ディーブトレンチ能動デバイス510のボディをつなぐことによってフローティングを防止される。ブロック908において、ハンドル基板が、絶縁層の前面上の前面誘電体層に接合される。たとえば、図5に示すように、層転写プロセスが実行され、ハンドル基板502が前面誘電体層504に接合される。本開示のこの態様では、ディーブトレンチ能動デバイス510のボディをつなぐことは、層転写後のプロセスの一部として実行される。

40

#### 【0049】

再び図9を参照すると、ブロック910において、裏面金属被覆が、絶縁層の裏面の表面を支持する裏面誘電体層内に製作される。裏面金属被覆は、少なくとも1つの裏面接点を介

50

してディープトレンチ能動デバイスのボディに結合される。たとえば、図5に示すように、裏面金属被覆550は、ディープトレンチ能動デバイス510のボディに結合される。この構成では、裏面金属被覆550は、裏面シリサイド層554を介してディープトレンチ能動デバイス510のボディに結合された接点プラグ552に直接結合される。この構成では、ディープトレンチ能動デバイス510のボディは、層転写後のプロセスの一部として製作された裏面金属被覆550によってフローティングを防止される。

#### 【0050】

本開示のさらなる態様によれば、トレンチタイプ能動デバイスを含む集積回路が説明される。集積RF回路構造は、ゲートフィンガーを有するゲートと、ゲートのゲートフィンガーとインターロックする半導体ピラーを有するボディとを含む。集積RF回路はまた、ボディに結合された裏面接点を含み得る。集積回路は、裏面接点を介してボディをつなぐための手段をさらに含み得る。つなぐ手段は、図5～図8に示す裏面金属被覆550とすることができる。別の態様では、前述の手段は、前述の手段によって列挙された機能を実行するように構成される任意のモジュールまたは任意の装置であってもよい。

#### 【0051】

従来のシリコンオンインシュレータ製作プロセスは、フローティングボディ効果の欠点がある。本開示の態様は、クオリティ(Q)ファクタの高いRFアプリケーションに対する集積無線周波数(RF)回路構造内でアンテナスイッチトランジスタとして使用され得る裏面ボディ接点を有するディープトレンチスイッチトランジスタを説明する。一構成では、層転写前のプロセスは、ディープトレンチスイッチトランジスタを形成する。加えて、層転写後のプロセスは、ディープトレンチスイッチトランジスタのボディをつなぐための裏面ボディ接点を形成する。裏面ボディ接点を形成する層転写後のプロセスは、ディープスイッチトランジスタのボディをフローティングから防止することによってフローティングボディ効果問題を解決する。裏面ボディ接点は、従来のボディ接点に関連するエリアペナルティまたは不要な抵抗経路を回避する。加えて、ゲートフィンガーを使用するディープトレンチスイッチトランジスタの配置は、ディープトレンチスイッチトランジスタのゲートによって占有される表面積を低減する。

#### 【0052】

図10は、本開示の一態様が有利に利用される場合がある、例示的なワイヤレス通信システム1000を示すブロック図である。説明のために、図10は、3つのリモートユニット1020、1030、および1050、ならびに2つの基地局1040を示す。ワイヤレス通信システムがこれよりも多くのリモートユニットおよび基地局を有してもよいことが認識されよう。リモートユニット1020、1030および1050は、開示されたディープトレンチ能動デバイスを含むICデバイス1025A、1025C、および1025Bを含む。他のデバイスがまた、基地局、スイッチングデバイス、およびネットワーク機器などの、開示されたディープトレンチ能動デバイスを含んでもよいことが認識されよう。図10は、基地局1040からリモートユニット1020、1030、および1050への順方向リンク信号1080、ならびに、リモートユニット1020、1030、および1050から基地局1040への逆方向リンク信号1090を示す。

#### 【0053】

図10では、リモートユニット1020はモバイル電話として示され、リモートユニット1030はポータブルコンピュータとして示され、リモートユニット1050はワイヤレスローカルループシステム内の固定ロケーションリモートユニットとして示される。たとえば、リモートユニットは、モバイル電話、ハンドヘルドパーソナル通信システム(PCS)ユニット、携帯情報端末(PDA)などのポータブルデータユニット、GPS対応デバイス、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、メーター読み取り機器などの固定ロケーションデータユニット、またはデータもしくはコンピュータ命令を記憶するもしくは取り出す他の通信デバイス、あるいはそれらの組合せであってもよい。図10は本開示の態様によるリモートユニットを示すが、本開示はこれらの例示的に示されるユニットに限定されない。本開示の態様は、開示されたディープトレンチ能動デバイスを含む、多くのデバイスにおいて適切に採用され得る。

## 【 0 0 5 4 】

図11は、上で開示されたディープトレンチ能動デバイスのような、半導体構成要素の回路設計、レイアウト設計、および論理設計のために使用される、設計用ワークステーションを示すブロック図である。設計用ワークステーション1100は、オペレーティングシステムソフトウェアと、サポートファイルと、CadenceまたはOrCADなどの設計ソフトウェアが入っているハードディスク1101を含む。設計用ワークステーション1100はまた、回路1110、またはディープトレンチ能動デバイスなどの半導体構成要素1112の設計を容易にするためにディスプレイ1102を含む。回路設計1110または半導体構成要素1112を有形に記憶するために記憶媒体1104が設けられる。回路設計1110または半導体構成要素1112は、GDSIIやGERBERなどのファイルフォーマットで記憶媒体1104上に格納されてもよい。記憶媒体1104は、CD-ROM、DVD、ハードディスク、フラッシュメモリ、または他の適切なデバイスであってもよい。さらに、設計用ワークステーション1100は、記憶媒体1104から入力を受け取るか、または記憶媒体1104に出力を書き込むためのドライブ装置1103を含む。

10

## 【 0 0 5 5 】

記憶媒体1104上に記録されたデータは、論理回路構成、フォトリソグラフィマスクのためのパターンデータ、または電子ビームリソグラフィなどのシリアル書込みツールのためのマスクパターンデータを指定してもよい。データはさらに、論理シミュレーションに関連したタイミング図やネット回路などの論理検証データを含んでもよい。記憶媒体1104上にデータを用意すると、半導体ウエハを設計するためのプロセスの数が減少することによって、回路設計1110または半導体構成要素1112の設計が容易になる。

20

## 【 0 0 5 6 】

ファームウェアおよび/またはソフトウェアの実装形態の場合、この方法は、本明細書で説明した機能を実行するモジュール(たとえば、プロシージャ、関数など)を用いて実装されてもよい。本明細書で説明する方法を実施する際に、命令を有形に具現する機械可読媒体が使用されてもよい。たとえば、ソフトウェアコードは、メモリに記憶され、プロセッサユニットによって実行されてもよい。メモリは、プロセッサユニット内に実装されてもよくあるいはプロセッサユニットの外部に実装されてもよい。本明細書において使用される「メモリ」という用語は、長期メモリ、短期メモリ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、または他のメモリのタイプを指し、特定のタイプのメモリもしくは特定の数のメモリ、またはメモリが格納される媒体のタイプに限定すべきではない。

30

## 【 0 0 5 7 】

各機能は、ファームウェアおよび/またはソフトウェアにおいて実装される場合、コンピュータ可読媒体上の1つまたは複数の命令またはコードとして記憶されてもよい。例には、データ構造を用いて符号化されたコンピュータ可読媒体、およびコンピュータプログラムを用いて符号化されたコンピュータ可読媒体が含まれる。コンピュータ可読媒体は、物理的なコンピュータ記憶媒体を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスできる入手可能な媒体であってもよい。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROMもしくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージもしくは他の磁気記憶デバイス、または、所望のプログラムコードを命令もしくはデータ構造の形で記憶するために使用することができるとともに、コンピュータによってアクセスすることができる他の媒体を含むことができ、本明細書において使用されるディスク(disk)およびディスク(disc)は、コンパクトディスク(disc)(CD)、レーザーディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)(DVD)、フロッピーディスク(disk)、およびブルーレイディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は通常、データを磁氣的に再生し、ディスク(disc)はデータをレーザーを用いて光学的に再生する。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲に含まれるべきである。

40

## 【 0 0 5 8 】

コンピュータ可読媒体上のストレージに加えて、命令および/またはデータは、通信装置に含まれる伝送媒体上の信号として備えられてもよい。たとえば、通信装置は、命令およびデータを示す信号を有するトランシーバを含んでもよい。命令およびデータは、1つ

50

または複数のプロセッサに、請求項に概説される機能を実施させるように構成される。

【 0 0 5 9 】

本開示およびその利点について詳細に説明したが、添付の特許請求の範囲によって定義される本開示の技術から逸脱することなく、明細書において様々な変更、置換、および改変を施すことができることを理解されたい。たとえば、「上」および「下」などの関係語が、基板または電子デバイスに関して使用される。当然、基板または電子デバイスが反転される場合、上は下に、下は上になる。加えて、横向きの場合、上および下は、基板または電子デバイスの側面を指すことがある。さらに、本出願の範囲は、本明細書で説明したプロセス、機械、製造、ならびに組成物、手段、方法、およびステップの特定の構成に限定されることを意図していない。本開示から当業者が容易に諒解するように、本明細書で説明する対応する構成と実質的に同じ機能を実行するかまたは実質的にそれと同じ結果を達成する、現存するかまたは今後開発されるプロセス、機械、製造、組成物、手段、方法、またはステップが、本開示に従って利用されてもよい。したがって、添付の特許請求の範囲は、そのようなプロセス、機械、製造、組成物、手段、方法、またはステップをそれらの範囲内に含むことを意図する。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

100 無線周波数(RF)フロントエンド(RFFE)モジュール

102 電力増幅器

104 デュプレクサ/フィルタ

20

106 RFスイッチモジュール

108 受動コンパイナ

112 チューナー回路

112A 第1のチューナー回路

112B 第2のチューナー回路

114 アンテナ

115 接地端子

116 キャパシタ

118 インダクタ

120 ワイヤレストランシーバ(WTR)

30

122 キャパシタ

130 モデム

132 キャパシタ

140 アプリケーションプロセッサ

150 RFフロントエンドモジュール

152 電源

154 クロック

156 電力管理集積回路(PMIC)

158 キャパシタ

160 チップセット

40

162 キャパシタ

164 キャパシタ

166 インダクタ

170 WiFiモジュール

172 WLANモジュール

174 キャパシタ

180 デュプレクサ

192 アンテナ

194 アンテナ

200 ダイプレクサ

50

200-1	第1のダイプレクサ	
200-2	第2のダイプレクサ	
201	システムボード	
202	基板	
210	アンテナスイッチ (ASW)	
210-1	ハイバンドアンテナスイッチ	
210-2	ローバンドアンテナスイッチ	
212	ハイバンド (HB) 入力ポート	
214	ローバンド (LB) 入力ポート	
216	アンテナ	10
218	電力増幅器	
220	RFスイッチ	
230	フィルタ	
250	RFフロントエンドモジュール	
300	RF回路構造	
301	犠牲基板	
302	ハンドル基板	
306	第1の誘電体層	
310	能動デバイス	
320	埋込み酸化物 (BOX) 層	20
350	相互接続	
400	集積RF回路構造	
402	ハンドル基板	
404	前面誘電体層	
410	能動デバイス	
412	前面接点	
430	絶縁層	
440	裏面誘電体	
450	裏面金属被覆	
470	前面相互接続	30
500	集積回路構造	
502	ハンドル基板	
504	前面誘電体層	
510	ディーブトレンチ能動デバイス	
512	半導体ピラー	
520	ゲートフィンガー	
522	誘電体材料層	
524	第1の部分	
530	絶縁層	
532	ディーブトレンチ絶縁層	40
540	裏面誘電体層	
550	裏面金属被覆	
550-1	第1の部分	
550-2	第2の部分	
552	接点プラグ	
554	裏面シリサイド層	
560	ビア	
570	前面金属被覆	
580	第1のトレンチタイプ能動デバイス	
582	トレンチ半導体層	50

590 第2のトレンチタイプ能動デバイス  
 600 集積回路構造  
 700 集積回路構造  
 800 集積回路構造  
 900 方法  
 1000 ワイヤレス通信システム  
 1020 リモートユニット  
 1025A ICデバイス  
 1025B ICデバイス  
 1025C ICデバイス  
 1030 リモートユニット  
 1040 基地局  
 1050 リモートユニット  
 1080 順方向リンク信号  
 1090 逆方向リンク信号  
 1100 設計用ワークステーション  
 1101 ハードディスク  
 1102 ディスプレイ  
 1103 ドライブ装置  
 1104 記憶媒体  
 1110 回路設計  
 1112 半導体構成要素

10

20

【図 1 A】

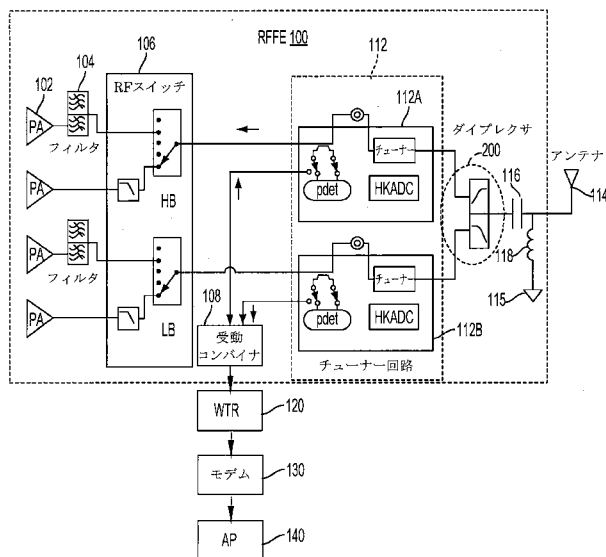


FIG. 1A

【図 1 B】

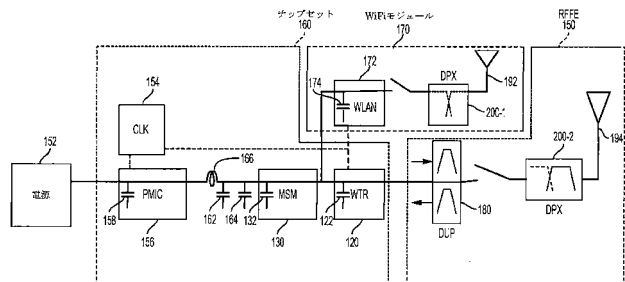
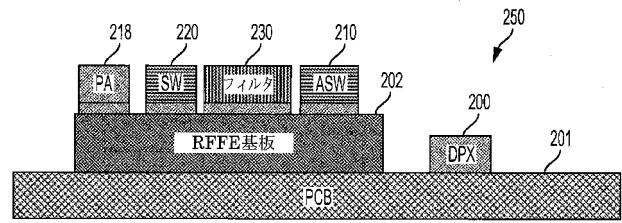
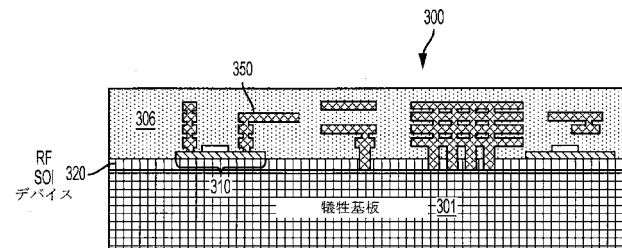


FIG. 1B

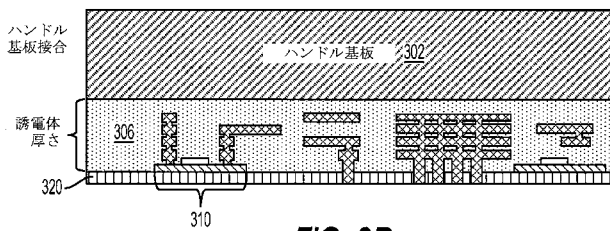
【 図 2 B 】



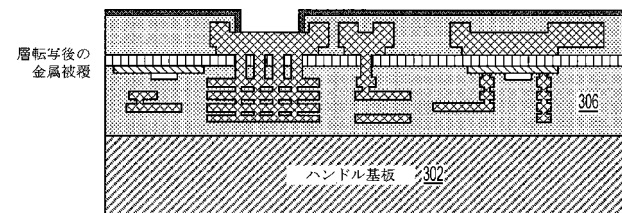
【 ㊦ 3 A 】



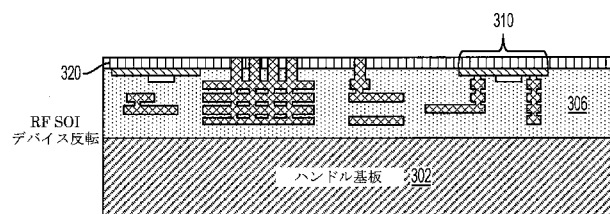
【 ㊦ 3 B 】



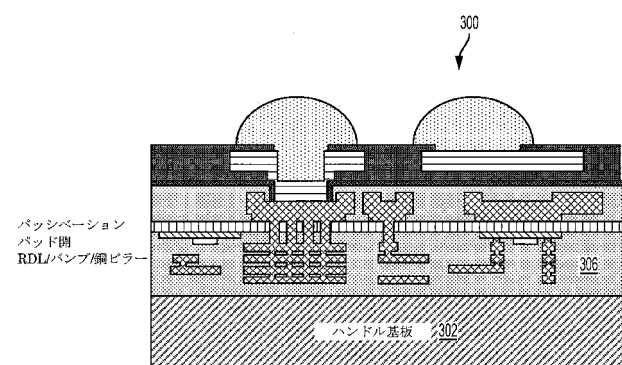
【 ㄨ 3 D 】



【 図 3 C 】



【 図 3 E 】



**FIG. 3E**

【図 4】

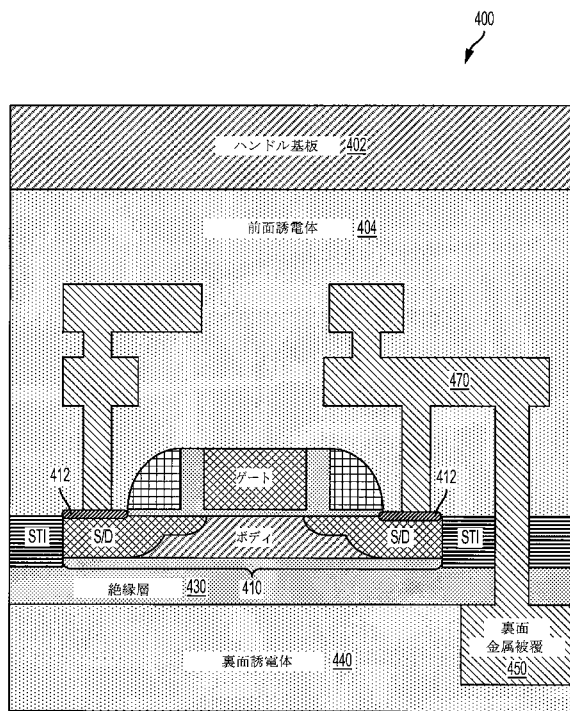


FIG. 4

【図 5】

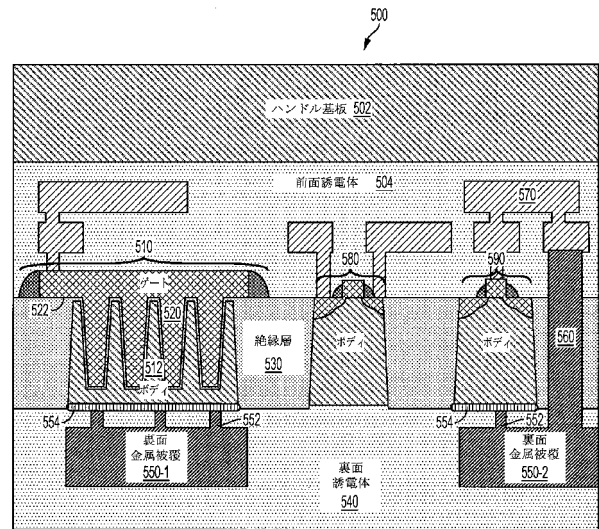


FIG. 5

【図 6】

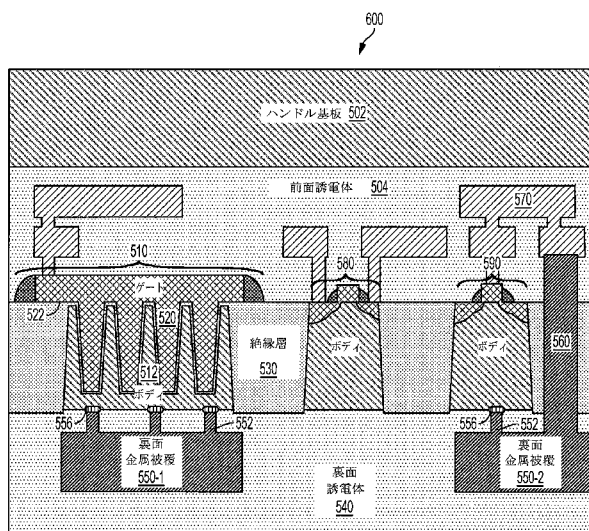


FIG. 6

【図 7】

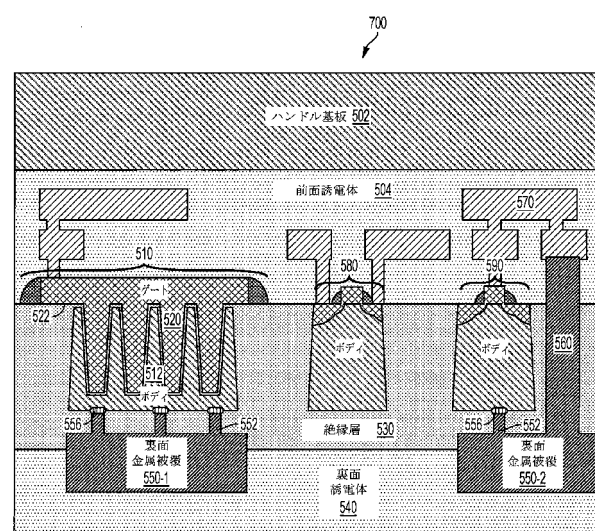


FIG. 7

【図 8】

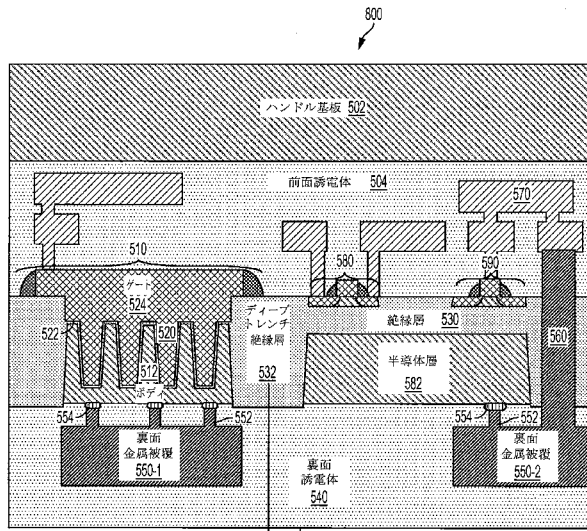


FIG. 8

【図 9】

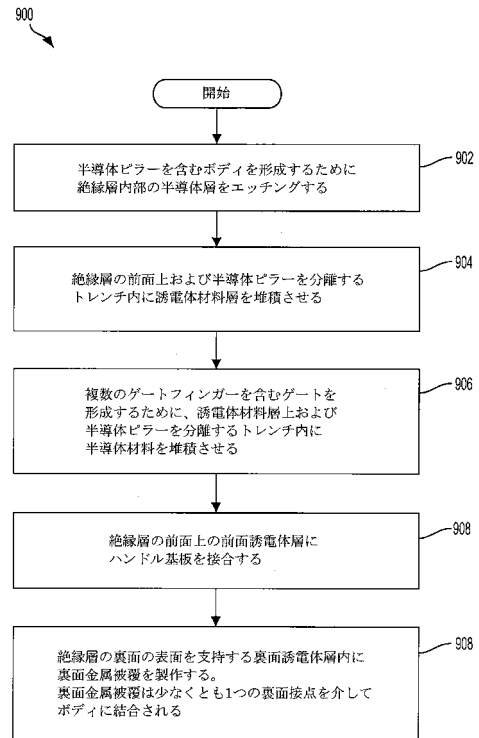


FIG. 9

【図 10】

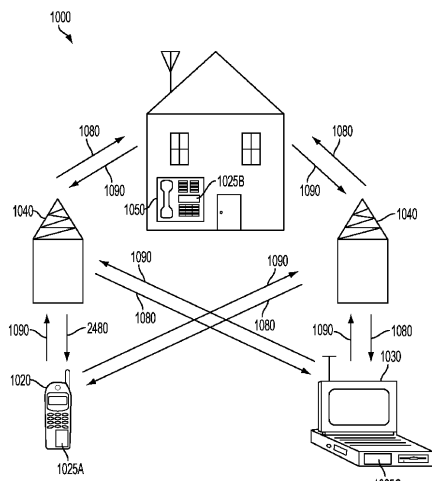


FIG. 10

【図 11】

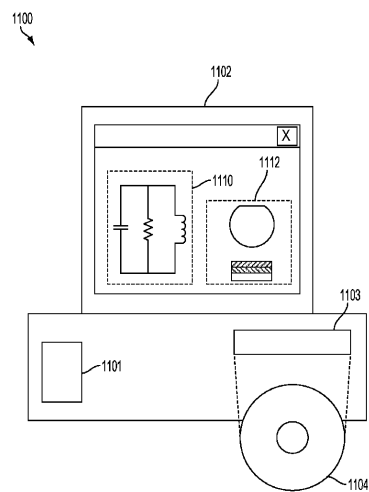


FIG. 11

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2017/045349

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L29/78 H01L29/66 H01L29/786  
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 2013/193526 A1 (LO CHING-HSIUNG [TW] ET AL) 1 August 2013 (2013-08-01)	1-9, 12,
Y	paragraphs [0014], [0019], [0020], [0029], [0033]; claim 3; figures 9, 10A, 10B	13, 15-25 10-12, 14
Y	----- US 2002/114191 A1 (IWATA YOSHIHISA [JP] ET AL) 22 August 2002 (2002-08-22) figures 27-33	10-12, 14
A	----- US 2012/007180 A1 (YIN CHUNSHAN [SG] ET AL) 12 January 2012 (2012-01-12) paragraphs [0036] - [0038]; figure 8	1, 21

☐ 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

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 November 2017

Date of mailing of the international search report

13/11/2017

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

Juhl, Andreas

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2017/045349

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013193526 A1	01-08-2013	CN 103227202 A KR 20130088704 A US 2013193526 A1 US 2014193959 A1 US 2015137264 A1	31-07-2013 08-08-2013 01-08-2013 10-07-2014 21-05-2015
US 2002114191 A1	22-08-2002	CN 1372323 A CN 1645618 A EP 1233454 A2 JP 3884266 B2 JP 2003086712 A KR 20020067974 A TW 525292 B US 2002114191 A1	02-10-2002 27-07-2005 21-08-2002 21-02-2007 20-03-2003 24-08-2002 21-03-2003 22-08-2002
US 2012007180 A1	12-01-2012	NONE	

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H 0 1 L 21/336 (2006.01)</b>	H 0 1 L 27/088	C
<b>H 0 1 L 29/786 (2006.01)</b>	H 0 1 L 27/088	3 3 1 G
<b>H 0 1 L 29/41 (2006.01)</b>	H 0 1 L 27/088	D
<b>H 0 1 L 21/768 (2006.01)</b>	H 0 1 L 29/78	6 2 7 D
<b>H 0 1 L 23/522 (2006.01)</b>	H 0 1 L 29/44	L
	H 0 1 L 21/90	D

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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

(72)発明者 スティーヴ・ファネリ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5 7 7 5

F ターム(参考) 4M104 AA01 AA09 BB01 BB19 FF02 GG10 GG14 GG19  
5F033 GG03 HH04 HH25 KK01 MM30 VV06 VV10  
5F038 AC03 AC05 AC10 BG09 CA16 CD04 CD13 EZ06 EZ13 EZ14  
EZ15 EZ16 EZ17 EZ20  
5F048 AA01 AC01 AC10 BA16 BB01 BB03 BB05 BB19 BB20 BD01  
BD06 BD10 BE09 BF12 BF15 BF16 BF18 BG13  
5F110 AA02 AA15 BB04 CC02 DD01 DD02 DD03 DD04 DD05 DD22  
EE09 EE31 GG02 GG12 HM15 NN65 NN72 QQ16