

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6511451号  
(P6511451)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019. 5. 15)

(24) 登録日 平成31年4月12日(2019. 4. 12)

(51) Int. Cl.			F I		
HO 1 L	21/3065	(2006. 01)	HO 1 L	21/302	1 0 5 A
HO 1 L	21/28	(2006. 01)	HO 1 L	21/302	1 0 4 C
HO 1 L	21/3213	(2006. 01)	HO 1 L	21/28	E
HO 1 L	21/768	(2006. 01)	HO 1 L	21/88	D
HO 1 L	33/38	(2010. 01)	HO 1 L	33/38	

請求項の数 8 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2016-540602 (P2016-540602)  
 (86) (22) 出願日 平成26年12月17日(2014. 12. 17)  
 (65) 公表番号 特表2017-502511 (P2017-502511A)  
 (43) 公表日 平成29年1月19日(2017. 1. 19)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/078189  
 (87) 国際公開番号 W02015/091626  
 (87) 国際公開日 平成27年6月25日(2015. 6. 25)  
 審査請求日 平成29年9月4日(2017. 9. 4)  
 (31) 優先権主張番号 102013226270. 1  
 (32) 優先日 平成25年12月17日(2013. 12. 17)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 502327850  
 フォルシュングスフェアブント ベルリン  
 エー ファウ  
 Forschungsverbund B  
 erlin e. V.  
 ドイツ連邦共和国 ベルリン ルドヴェア  
 ショセー 17  
 Rudower Chaussee 17,  
 D-12489 Berlin, Germ  
 any  
 (74) 代理人 110001139  
 SK特許業務法人  
 (74) 代理人 100130328  
 弁理士 奥野 彰彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体の表面に金属コンタクトを形成する方法及び金属コンタクトを備える装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

GaNからなる半導体(10)の表面(11)に少なくとも一つの金属コンタクト(60)を形成するための方法であって、

半導体表面(11)にパラジウムの金属層(20)を形成するステップと、

前記金属層(20)上にマスク(40、50)を形成するステップと、

前記マスク(40、50)を用いて少なくとも前記金属層(20)を構造化して構造化金属層(20')を形成する構造化ステップと

を含み、

前記構造化ステップにより、前記マスクに、前記金属層(20)の金属からなる複数の側面蒸着物(21)が形成され、

前記構造化ステップ後に、前記マスクは、複数の前記側面蒸着物(21)及び前記構造化金属層(20')によって囲まれており、

前記マスクは導電性ハードマスクであり、

前記構造化ステップにより前記半導体(10)が構造化され、

前記構造化ステップは、アルゴンを用いて前記金属層(20)をスパッタエッチングするステップと、塩素を用いて前記半導体(10)をプラズマエッチングするステップとを含む、方法。

【請求項2】

前記マスクは、前記金属層(20)の金属と異なる導電性材料(50)を少なくとも一

つ含み、

前記異なる導電性材料(50)により前記マスクの最下層が形成され、

前記マスクは、前記金属層(20)の金属からなり且つ前記異なる導電性材料(50)上に配置される層を備える、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記異なる導電性材料(50)は、チタン、ニッケルまたはクロムを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記半導体(10)はエピタキシャル半導体である、請求項1～3のいずれか一つに記載の方法。

10

【請求項5】

前記金属コンタクト(60)はリッジ導波管の一部である、請求項1～4のいずれか一つに記載の方法。

【請求項6】

前記金属コンタクト(60)はマイクロピクセルLEDまたはナノピクセルLEDのP側のメサ構造である、請求項1～5のいずれか一つに記載の方法。

【請求項7】

構造化されたGaN半導体(10)の表面(11)に少なくとも一つの金属コンタクト(60)を備える装置であって、

前記金属コンタクトは導電性ハードマスク材料を含み、

20

前記導電性ハードマスク材料は、構造化パラジウム層(20')上であって、かつ、複数のパラジウム蒸着物(21)の間に位置し、

前記構造化パラジウム層(20')は前記導電性ハードマスク材料に対応するように構造化されたものであり、

前記金属コンタクト(60)の表面領域は凹面でない、装置。

【請求項8】

前記金属コンタクト(60)の前記表面領域のすべては平らである、請求項7に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は半導体の表面に少なくとも一つの金属コンタクトを形成するための方法及び少なくとも一つの金属コンタクトを備える装置に関する。

【0002】

例えばGaN半導体は、様々な技術分野で利用される。一つの例としては、レーザーダイオードのためのリッジ導波管を製造するためのエピタキシャル半導体ウェハに利用される。

【0003】

これらの多くの応用例は、半導体の表面に金属コンタクトを必要とする。ここで、これらの金属コンタクトの抵抗値は、各金属コンタクトの応用の際、半導体表面の化学量論(stoichiometry)、結晶欠陥および／または不純物に敏感に影響を受ける。半導体表面の化学量論は、特に半導体を処理する間に変化し得る。

40

【0004】

金属コンタクトの抵抗値が、これらの要素の影響を受けないようにするために、半導体のそれぞれの他のプロセスを行う前に、半導体表面に各金属層が蒸着され、マスクにより除去できるように構造化される。金属コンタクトがまれで、化学的に非常に安定な金属で構成された場合、これらの目的のために、例えばスパッタエッチング、RIE(reactive-ion etching)、ICP(inductively coupled plasma)またはCAIBE(chemically assisted ion beam etching)のようなドライエッチング方法が要求される。

50

## 【 0 0 0 5 】

これらのドライエッチング方法において、除去された金属の一部は、再蒸着の過程においてマスクの表面及び縁に再度蒸着される。マスクを除去した後、マスクの縁に再蒸着された金属は、フェンスとして残る。これらのフェンスは除去しにくいいため、蒸着過程において、キャビティの形成を招来し得る。このため、熱伝達が妨げられ、半導体を含む部品の信頼性に影響を与え得る。

## 【 0 0 0 6 】

従来技術によるフェンスの形成は、図1～図3に例示される。図1は、半導体(10)の表面(11)にパラジウム(Pd)の金属層(20)を有するGaNの半導体(10)を示す。半導体(10)はまだ構造化されていない半導体である。図2に示すように、マスク(30)が提供される。例えば、マスク(30)はSiNxのハードマスクである。そして、金属層(20)は、例えば、アルゴンを用いてスパッタエッチングによって構造化される。その後、半導体(10)は、例えば塩素を使用し、プラズマエッチングによって、同じマスクを用いて構造化される。その後、マスクの残部が除去される。図3に示すように、マスクの除去後に、マスクの側面に蒸着された蒸着物(21)が残り、これは構造化金属層(20')の上方に突出する。

10

## 【 0 0 0 7 】

マスクの除去は、例えばフッ化水素酸を用いて湿式化学エッチングによって行われる。

## 【 0 0 0 8 】

チタンマスクを利用することによって、構造化タングステン層を形成するための方法が、米国特許登録第5,176,792号に開示されている。EP 0 889 519 A2は、キャパシタ用の電極構造に関するものである。白金電極は、Ti-Al-Nのハードマスクによってエッチングされ、エッチング中に白金の再蒸着は、一時的な側面の壁のフェンスを形成させる。US 6,433,436 B1は、一つのステップによる複合エッチングプロセスにおけるマルチレベルの相互接続構造を製造することを説明する。DE 10 2009 034 359 A1は、発光ダイオード、特にGaNベースのナノピクセルのLED用のパラジウムベースのpコンタクトに関するものである。

20

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、高い信頼度で機能する金属コンタクトを半導体表面に形成することができる方法を提供することである。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 0 】

この目的は、請求項1に記載の方法によって達成することができる。この方法は、GaNからなる半導体の表面に少なくとも一つの金属コンタクトを形成するために使用され、半導体表面にパラジウムの金属層を形成する段階、前記金属層上にマスクを形成するステップ、及び前記マスクを用いて、少なくとも前記金属層を構造化して構造化金属層を形成する構造化ステップを含み、前記構造化によって、前記マスクに、前記金属層の金属からなる複数の側面蒸着物形成され、前記構造化ステップ後に、前記マスクは、複数の前記蒸着物及び構造化金属層によって囲まれている。この方法は、前記マスクは導電性ハードマスクであり、前記構造化ステップにより前記半導体が構造化され、前記構造化ステップは、アルゴンを用いて前記金属層をスパッタエッチングするステップ、および塩素を用いて前記半導体をプラズマエッチングするステップを含むことを特徴とする。

40

## 【 0 0 1 1 】

マスクが導電性であるため、ロストマスク(lost mask)として機能し、マスク及び側面蒸着物を除去する必要がなく、金属コンタクトの表面領域には凹部が存在しない。蒸着物及びロストマスクはコンタクトの一部を形成する。

## 【 0 0 1 2 】

有利な実施形態において、前記マスクは、前記金属層の金属とは異なる導電性材料を少

50

なくとも1つ含んでいる。このような場合に、前記異なる導電性材料により、前記マスクの最下層が形成される。また、前記有利な実施形態において、前記マスクは金属層をさらに含み、前記金属層の金属からなる層は、前記異なる導電性材料上に配置される。

【0013】

構造化の結果、前記金属層の金属が前記異なる導電性材料を囲むので、コンタクトの導電性がコンタクト内の前記異なる導電性材料の存在によって最小限度に限り影響を受ける。

【0014】

前記異なる導電性材料は、例えば、チタン、ニッケルまたはクロムを含む。

【0015】

前記半導体はエピタキシャル半導体としても良い。前記金属コンタクトはリッジ導波路の一部としても良い。また、前記金属コンタクトはマイクロピクセルLEDまたはナノピクセルLEDのP側のメサ構造としても良い。

【0016】

本発明によれば、構造化されたGa N半導体の表面に少なくとも一つの金属コンタクトを有する請求項7に記載の装置をさらに提案する。この装置は、前記金属コンタクトは導電性ハードマスク材料を含み、前記導電性ハードマスク材料は、構造化パラジウム層上であって、かつ、複数のパラジウム蒸着物の間に位置し、前記構造化パラジウム層は前記導電性ハードマスク材料に対応するように構造化されたものであり、前記金属コンタクト(60)のすべての表面領域は、凸面または平らであることを特徴とする。すなわち、金属コンタクトの表面領域は凹面ではない。

【図面の簡単な説明】

【0017】

以下では、本発明について関連図面を参照し、例示的な実施形態を説明する。

【0018】

図1～図3は、従来技術により金属コンタクトを形成する方法を実行する間の、半導体の異なる状態を概略的に示す。

【0019】

図4～図6は、本発明の例示的な実施形態により、金属コンタクトを形成する方法を実行する間の、半導体の異なる状態を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

図4は、半導体(10)の表面(11)にパラジウム(Pd)の金属層(20)を有するGa Nの半導体(10)を示す。ここで、Ga Nの半導体(10)は構造化されていない半導体である。この実施形態では、構造化されていない半導体(10)としてエピタキシャル半導体を用いられるが、本発明は、他の半導体に対しても技術的效果を示し、エピタキシャル半導体に限定されるものではない。

【0021】

図5に示すように、チタン(Ti)の最下層(50)を含む導電性ハードマスク(40、50)が提供される。パラジウムと異なる導電性材料としては、他には、ニッケル(Ni)またはクロム(Cr)がある。最下層(50)の上に配置される最上層(40)もパラジウムからなる。最上層(40)は、必須の構成ではなく、選択的な構成であり、本実施形態で金属層(20)より相当に厚い。本実施形態では、最上層(40)が最下層(50)上に直接配置され、2つの層だけが提供される。しかし、追加の導電性層を提供することも可能である。一つの層だけ使用される場合に、前記異なる導電性材料の電気的性質が、金属層(20)の金属の性質と類似であればあるほど効果的である。特に、ハードマスクも金属層(20)の金属からなるとしても良い。

【0022】

そして、金属層(20)は、例えば、アルゴンを用いたスパッタエッチングによって構造化される。すなわち、金属層(20)のうち、マスクで覆われていない領域が除去され

10

20

30

40

50

る。ここで、最上層(40)は、金属層(20)の除去と対応するように除去される。しかし、最上層(40)は、金属層(20)より厚いので、金属層(20)においてマスクで覆われていない部分がすでに完全に除去された際に、最上層(40)の残部が残る。  
【0023】

金属層(20)のマスクで覆われていない領域及び最上層(40)の表面から除去された金属は、構造化金属層(20')の側面及びマスク層(40、50)の側面に、前記金属の複数の蒸着物(21)の形態で蒸着される。

【0024】

その後、半導体(10)は、例えば、塩素を用いたプラズマエッチングによって、同じマスクを用いて構造化される。

【0025】

図6に示すように、複数の蒸着物(21)及び層(20'、40)は、異なる導電性材料からなる層(50)を囲む。ハードマスクの残部、すなわち、層(50)及び層(40)の残部は、すべて導電性であり、コンタクトの一部として使用され得るので、マスク及び蒸着物は除去する必要がない。したがって、金属コンタクトの表面領域に凹部が生じない。また、本発明による方法は、必要とするステップの数がより少ない。層(40)の残部の表面を介してコンタクトが容易に接触することができ、複数の蒸着物(21)の間のキャビティが満たされており、蒸着物(21)を除去する必要がない。したがって、本発明による装置は、より高い信頼性及び機能性を有する。

【0026】

本発明の思想による金属コンタクトは、様々な応用例において有用に利用することができる。例えば、金属コンタクトはリッジ導波管の一部になってもいい。また、金属コンタクトが、例えばマイクロピクセルLEDまたはナノピクセルLEDのp側のメサ構造になるようにしてもいい。

【0027】

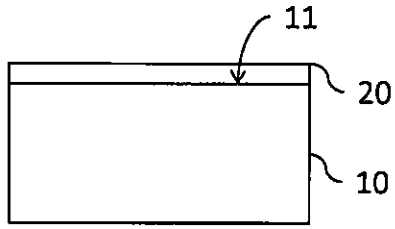
例示的な実施形態では、金属コンタクトは、導電性のハードマスク材料を含み、このハードマスク材料は、構造化パラジウム層の上であって、かつ、複数のパラジウム蒸着物の間に位置する。ここで、金属コンタクトのすべての表面領域は、凸またはフラットである。すなわち、この実施形態では、金属コンタクトの表面領域において凹面は存在しない。

10

20

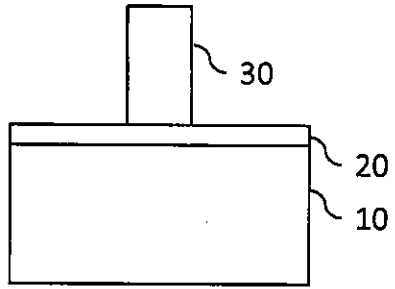
30

【 図 1 】



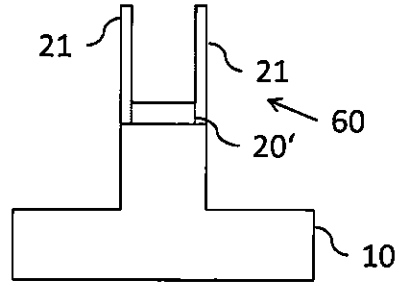
従来技術

【 図 2 】



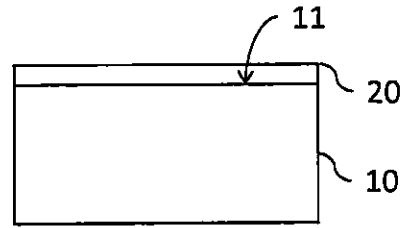
従来技術

【 図 3 】

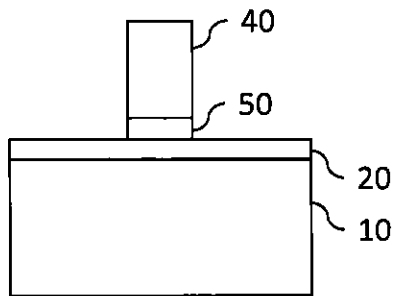


従来技術

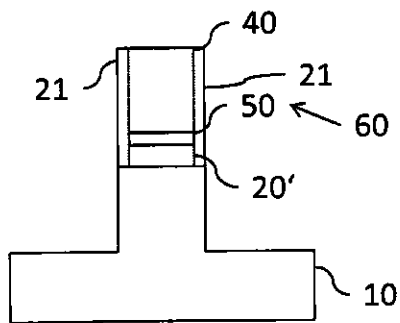
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100130672

弁理士 伊藤 寛之

(72)発明者 アインフェルト, スヴェン

ドイツ, 12621 ベルリン, ヴァルトシュトラーゼ 72

(72)発明者 レダエリ, ルカ

ドイツ, 10997 ベルリン, ナウンイシュトラーゼ 10

(72)発明者 クナイスル, ミヒヤエル

ドイツ, 10435 ベルリン, フーゼマンシュトラーゼ 11

審査官 鈴木 聡一郎

(56)参考文献 特開2004-119702(JP, A)

特開2008-034614(JP, A)

特開2008-098349(JP, A)

特開2010-114430(JP, A)

特開2003-158334(JP, A)

特表2015-500562(JP, A)

特開2010-067858(JP, A)

(58)調査した分野(Int. Cl., DB名)

H01L 21/302

H01L 21/3065

H01L 21/461

H01L 33/00-33/46

H01S 5/00-5/50