

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5205613号
(P5205613)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 21/205 (2006.01) H O 1 L 21/205
 C 3 O B 29/38 (2006.01) C 3 O B 29/38 D
 C 2 3 C 16/34 (2006.01) C 2 3 C 16/34

請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2007-78580 (P2007-78580)	(73) 特許権者	304020177
(22) 出願日	平成19年3月26日 (2007.3.26)		国立大学法人山口大学
(65) 公開番号	特開2008-243895 (P2008-243895A)		山口県山口市吉田1677-1
(43) 公開日	平成20年10月9日 (2008.10.9)	(72) 発明者	只友 一行
審査請求日	平成21年10月14日 (2009.10.14)		山口県宇部市常盤台2丁目16-1 国立 大学法人山口大学内
		(72) 発明者	星野 勝之
			山口県宇部市常盤台2丁目16-1 国立 大学法人山口大学内
		審査官	宮本 靖史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 GaN層の選択成長方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

凹凸表面を有するサファイア基板に、アンモニアガス、水素及び窒素ガスを含む混合ガスを用いるMOVPE法によりGaN層を形成する方法において、成長温度T()とガス雰囲気に係るF値(=水素流量/(水素流量+窒素流量))(容積比)を下記関係に調整することを特徴とするGaN層の形成方法。

$$F > -0.004T + 5.2$$

但し、F 1.0

【請求項2】

上記成長温度とF値の関係は、下記の範囲から選定されることを特徴とする請求項1に記載のGaN層の形成方法。

$$F - 0.004T + 5.4$$

但し、F 1.0

【請求項3】

上記成長温度の範囲は、1050~1300であることを特徴とする請求項1又は2に記載のGaN層の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、GaN層の選択成長方法に関する。

【背景技術】

【0002】

窒化ガリウム (GaN) 等の GaN 系化合物半導体は、青色発光ダイオード、レーザダイオードさらには電子デバイス用の原材料として、従来より研究が進められている。

また GaN 系化合物では、LED 素子の光取り出し効率向上や転位低減等のための GaN 層の成長方法に関して多数の提案がなされている。その一つとして凹凸加工を施したサファイア基板上への GaN 層の成長方法が試みられている。

【0003】

凹凸を施した表面を有するサファイア基板上に普通に GaN を成長させると、図 4 のように凹凸部双方から GaN 層が成長する。図 4 (a)(b) はサファイアの面方位が異なる。紙面方向が、(a)ではサファイアの a 軸、(b)では m 軸である。

上記の成長方法によると、従来の成長方法で得られた GaN 層よりも特性は改善されるが、(a)の場合は凸部から成長する GaN 層が基板表面の転位等の欠陥を引き継いで成長するため転位密度が減少しない欠点があった。また、(b)の場合は全体的に転位密度は減少するが、転位の減少の割合は小さい欠点があった。例えば非特許文献 1 によると、 10^8 [cm⁻²] オーダー以上の転位密度がなお残存していることが明記されている。

【0004】

このため特許文献 1 では、凸部をシリコン酸化膜で被覆することにより、凸部からの成長を抑止してサファイア基板の凹部から成長を開始して、凸部上に横方向成長をさせる GaN 層の選択成長方法が提案されている。

ところがこの方法では、凸部をシリコン酸化膜で被覆するための工程をさらに必要とするという問題点を有する。

【特許文献 1】特開 2004 - 55799 号公報

【非特許文献 1】K.Tadatomo et al., Jpn. J. Appl. Phys. 40(2001)L583

【非特許文献 2】K.Tadatomo et al., J. Light & Vis. Env. Vol. 27, No3, 2003

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで本発明は、上記従来の GaN 層の成長方法を改善し、追加の工程を必要とすることなく転位密度低減を図った GaN 層の選択成長方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するため、本願は、次のような GaN 層の形成方法 (成長方法ともいう) を提供するものである。

(1) 凹凸表面を有するサファイア基板を用いる MOVPE 法により、GaN 層を形成する方法において、成長温度 T () とガス雰囲気に係る F 値 (= 水素流量 / (水素流量 + 窒素流量)) (容積比) を下記関係に調整することを特徴とし、その効果として、凸部からの成長を抑止する一方凹部からの成長を促進させ、サファイア基板の凹部から成長を開始して凸部上に横方向成長させる、サファイア基板上への GaN 層の形成方法。

$$F > -0.004T + 5.2$$

$$\text{但し、} F \leq 1.0$$

(2) 上記成長温度と F 値の関係は、下記の範囲から選定されることを特徴とする (1) 項に記載の方法。

$$F = -0.004T + 5.4$$

$$\text{但し、} F \leq 1.0$$

(3) 上記成長温度の範囲は、1050 ~ 1300 であることを特徴とする (1) 項又は (2) 項に記載の方法。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、凹凸を施した表面を有するサファイア基板上に、追加の工程を必要と

10

20

30

40

50

することなく成長条件を調整するのみで、転位密度の低いGaN層の選択成長が実現される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明において、凹凸表面を有するサファイア基板上にMOVPE法によるGaN層を成長形成させる方法にあつては、サファイア基板上に流すガス中の水素濃度と成長温度との関係が極めて大きいことが分かった。

すなわち、成長温度範囲としてあまりに低い温度を用いると、良好なGaN層を形成させ難い。

一般に成長温度は、好ましくは1050以上の温度、また上限は特に限定はないが、装置の耐熱限界等より、一般に1050～1300、好ましくは1100～1250程度であり、水素と窒素との混合割合、F値（水素／（水素＋不活性ガス）の容積値）は、一般に0.1～1、好ましくは、0.5～1の範囲で用いられる。

他は、一般にMOVPE法に用いられる装置及び製造条件を適宜選択して用いればよい。

本発明に係る、MOVPE（Metalorganic Vapor Phase Epitaxy）法によるGaN層の選択成長方法について実施例を引用して詳細に説明する。勿論、本発明は、これら実施例における数値範囲に限定されるものではない。

c面のサファイア基板を用意し、その表面にサファイアのm軸に平行に、幅3μm、深さ1μmの溝を3μm間隔でストライプ状に凹凸加工した。

そしてこの基板の上に横型3層流常圧MOVPE装置を用いてGaN層を成長させた。

【0009】

図1は、成長温度1150、NH₃流量5slm、ガス雰囲気中のF値（＝水素流量／（水素流量＋窒素流量））0.8の条件でGaN層を1.5μm成長方法させたときの図面であり、（a）は、その断面、（b）は、その表面SEM像である。図1から明らかなように、基板の凹部からGaNが優先的に成長し、台形状のファセットが形成されていることが分かる。なお本発明では、サファイア基板直下の熱電対の指示値をもって成長温度とした。

【0010】

図2は、GaNを6μm成長させたときのCL（Cathod Luminescence）像である。図2によれば、貫通転位に起因した暗点がストライプ状に並んでおり、サファイア基板の凸部上では転位が減少していることが分かる。このときの転位密度は、 9×10^7 [cm⁻²]であった。これは、通常GaN成長層が 10^8 [cm⁻²]オーダー以上の転位密度を有することからみて、転位密度の大幅な減少が達成されていることが分かる。この理由としては、サファイア基板の凸部においては、凹部からの横方向成長が支配的であるため、それによって転位の伝搬方向が横方向に曲げられたものと考えられる。

【0011】

次に同様の条件で、成長温度T（ ）と、水素と窒素を含むガス雰囲気に係るF値を変えて、GaN層の選択成長について調べた。

その結果をまとめると次のとおりである。

成長温度1150、F＝1では、確実に凹部からの成長が優勢な選択成長が認められた。また、転位密度は、 8×10^7 [cm⁻²]程度まで低下していた。（A）

成長温度1100、F＝1でも同様に選択成長が認められた。（B）

成長温度1200、F＝1でも同様に選択成長が認められた。（C）

成長温度1050、F＝1では凸部からの成長も競争的に生じ、ここでいう選択成長とは異なる成長モードに移行し始めた。（D）

【0012】

成長温度1200、F＝0.8では、（A）と同様に選択成長が認められた。（E）

成長温度1150、F＝0.9では、（A）と同様に選択成長が認められた。（F）

成長温度1150、F＝0.8では、（A）と同様に選択成長が認められた。（G）

成長温度 1150、 $F = 0.6$ では、(D)に近い成長モードとなった。(H)
成長温度 1100、 $F = 0.8$ では、(D)に近い成長モードとなった。(I)
成長温度 1100、 $F = 0.6$ では、選択成長がない従来と同じ成長モードとなった。
(J)
成長温度 1050、 $F = 0.6$ では、選択成長がない(J)と同じ成長モードとなった。
(K)

【0013】

以上の結果をT - F関係図に、 \square 、 \times 印で表示したのが図3である。ここで \square 印は選択成長が認められた場合、 \times 印は選択成長がない従来と同じ成長モードの場合、 \square 印は凸部からの成長も競争的に生じ、ここでいう選択成長とは異なる成長モードの場合をそれぞれ表す。

10

図3によれば、 \square 印を1点鎖線で結んだ線より上側の領域、すなわち $F > -0.004T + 5.2$ より上側の領域では、GaN層の選択成長が期待できることが分かる。

さらに \square 印を点線で結んだ線より上側の領域、すなわち $F > -0.004T + 5.4$ に当たる線上及びその上側の領域ではGaN層の選択成長が確実に生じていることが分かる。

【0014】

なお、実施した最大成長温度1200は用いた成長装置の仕様限界温度であり、成長炉の材料である石英ガラスが耐えうる限り、それ以上の温度においても選択成長が期待できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

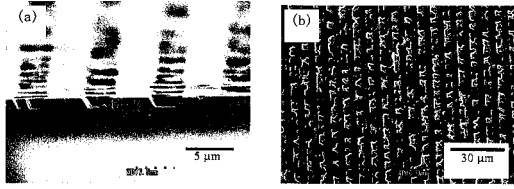
【図1】本発明に係る実施例の断面及び表面SEM像である。

【図2】本発明に係る実施例のCL像である。

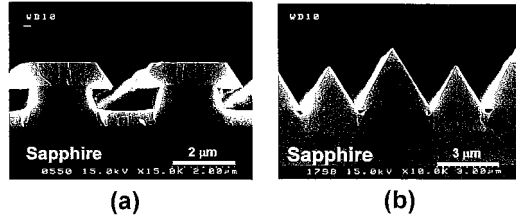
【図3】T - F関係図である。

【図4】従来のGaN成長の断面図である。

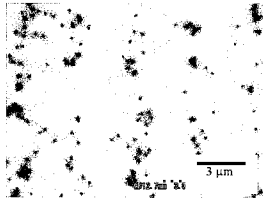
【 図 1 】



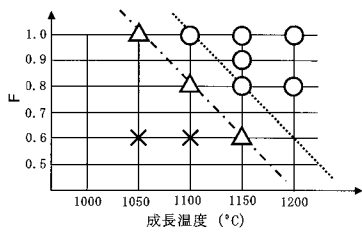
【 図 4 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-353134(JP,A)
特開2003-077847(JP,A)
特開2002-252421(JP,A)
特開2005-032823(JP,A)
特開2005-019872(JP,A)
特開2005-235960(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
C23C 16/34
C30B 29/38