

## Technologie-Angebot

Eine Erfindung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

# Halbleiterbauelement und Verfahren zu dessen Herstellung (Nitrid-basiert)

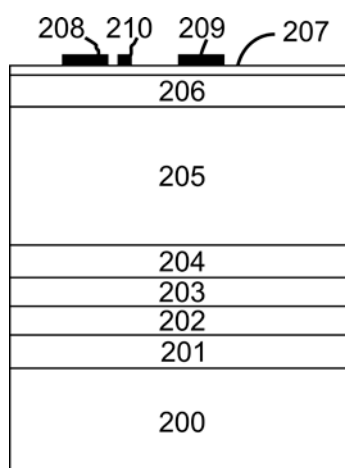
## Problemstellung

Gruppe-III-Nitride werden für eine Vielzahl optoelektronischer und elektronischer Bauelemente eingesetzt. Darunter fallen kohärente und inkohärente Lichtemitter vom UV bis grünen Wellenlängenbereich mit Potential ins Infrarote und Transistorbauelemente. Insbesondere letztere werden für hohe Frequenzen, Ströme und Betriebstemperaturen eingesetzt. Dabei ist die Isolationsfähigkeit des Substrats bzw. der Pufferschicht, sei es als durchbruchhemmende Schicht oder als hohe Frequenzen nur wenig dämpfende Schicht mit niedrigem RC-Glied, wesentlich für eine erfolgreiche Anwendung. Das übliche Wachstumsverfahren ist dabei die Gasphasenepitaxie, bzw. speziell die metallorganische Gasphasenepitaxie (MOVPE, OMVPE) bzw. metallorganische Gasphasendeposition (MOCVD, OMCVD). Die Schwierigkeit, glatte Schichten zu erzielen, besteht insbesondere bei der Heteroepitaxie mit großer Gitterfehlpassung zwischen Schicht und Substrat. Dies führt in der Regel zu einem dreidimensionalen Wachstum. Die Koaleszenz und das Zuwachsen von kraterförmigen Defekten werden dann meist durch die limitierte Mobilität der Adatome begrenzt.

## Neuartiges Verfahren

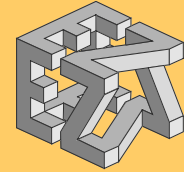
Die Erfindung betrifft ein Halbleiterbauelement und Verfahren zu seiner Herstellung. Gruppe-III-Nitrid basierte Hochleistungstristoren aber auch Photodetektoren erfordern möglichst geringe Leckströme und hochwertige Grenzflächen. Dies wird erreicht durch die Beimengung eines chlorierten Übergangsmetalls während der Schichtabscheidung was in einem hochwertigen Bauelement resultiert. Demgemäß erfolgt eine Dotierung oder Legierung mindestens eines Teils einer Pufferstruktur mit einem Übergangsmetall bzw. einem Übergangsmetallnitrid der mit einem Precursor der Form  $MeR_xHa_y$  mit  $0 \leq x \leq 4$ ,  $1 \leq y \leq 4$  und Me einem Übergangsmetall, R einem organischen Rest und Ha einem Halogen wie F, Cl, Br oder I zugeführt wird.

Figur:



Aus der Figur geht schematisch der prinzipielle Aufbau einer Schichtenfolge für ein Halbleiterbauelement 1 hervor, wobei dieses wie folgt erzeugt wird:

Das Wachstum erfolgt in einem MOVPE Reaktor auf Si-Substraten (200), die vorher gereinigt und deoxidiert wurden. Die Substrate werden auf ca. 1100 °C geheizt und erst für 4 s der Aluminiumprecursor Trimethylaluminium und dann zusätzlich der Stickstoffprecursor Ammoniak  $NH_3$  zugeführt.



Nach ca. 20 nm Wachstum in einer Zeit von ca. 4 Minuten wird zusätzlich  $TiCl_4$  zugeführt und die Wachstumsrate bzw. der TMAI Fluss bei erniedrigtem  $NH_3$  Angebot erhöht. Dabei ist es vorteilhaft, sofern eine getrennte Einleitung für Ammoniak und Metallorganika vorliegt,  $TiCl_4$  mit den Metallorganika einzuleiten um eine mögliche Reaktion des Chlorids mit Ammoniak zu verzögern.

Nach dem Wachstum von ca. 200 nm AlN (201) werden noch drei weitere AlGaIn Schichten mit Al-Konzentrationen von ca. 70, 50 und 30 % gewachsen (202-204), die alle ebenfalls mit Ti dotiert bzw. legiert sind. Anschließend erfolgt das Wachstum von GaN, ebenfalls mit Ti Beimengung (205). Nach ca. 1500 nm GaN:Ti bzw. GaTiN Wachstum wird die Ti Zufuhr gestoppt und eine 300 nm dicke nominell undotierte GaN Schicht gewachsen (206). Darauf folgt 1 nm AlN und 25 nm AlGaIn sowie eine 3 nm dicke GaN Deckschicht, die zusammen als Schichtenfolge 207 genannt sind. Diese Schichtenfolge wird anschließend zu einem Feldeffekttransistorbauelement prozessiert indem mittels photolithographischer Methoden Kontakte definiert werden. Die Source (208) und Drain (209) Kontakte werden dabei z. B. mit Ti/Al/Ti/Au metallisiert und anschließend getempert, der Gatekontakt (210) mit Ni/Au metallisiert. Nach einer optionalen Passivierungsschicht aus SiN werden alle Kontakte am Ende mit Au verstärkt sowie zu Kontaktierungsflächen geführt. Das Bauelement wird schließlich vereinzelt und in ein Gehäuse gepackt bzw. vergossen.

### **Applikationen**

In den Gruppe-III-Nitriden, zumindest im System AlGaIn, führen, aufgrund der großen Bandlücke, die meisten Übergangsmetalle zu tiefen Störstellen, die geeignet sind, eine meist vorhandene Hintergrundladungsträgerkonzentration zu kompensieren bzw. das Material gegenüber Ladungsträgerinjektion stabiler zu machen bzw. hochohmig zu halten, was bei Hochspannungsbaulementen unersetzlich ist.

#### Marktpotential:

Das Halbleiterbauelement kann vorzugsweise für die Herstellung von Transistorbauelementen genutzt werden.

### **Patentsituation**

OVGU-Nummer: 201328P

Schutzrechtsstatus: Patentanmeldung DE 10 2013 113 227.8

Anmeldedatum: 29.11.2013

Entwicklungsstand: Prototyp

Angebot: Lizenz, Verkauf