



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

203298

(11)

(B1)

[51] Int. Cl.³
H 01 L 21/205

[22] Přihlášeno 05 01 78

[21] (PV 125-78)

[40] Zveřejněno 30 06 80

[45] Vydáno 15 12 82

[75]

Autor vynálezu

DEML FRANTIŠEK a
TALPOVÁ JINDŘIŠKA, PRAHA

(54) Způsob přípravy tenkých epitaxních vrstev galiumarsenidu

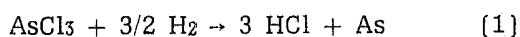
1

Vynález se týká způsobu přípravy tenkých epitaxních vrstev galiumarsenidu GaAs na poloizolačním substrátu GaAs.

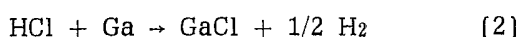
Základním materiálem pro přípravu mikrovlnných prvků, například tranzistorů typu MESFET, které pracují na vysokých frekvencích, jsou tenké vrstvy galiumarsenidu GaAs nadeponované na poloizolačních substrátech.

Pro dobrou funkci těchto prvků se vyžaduje, aby vrstva byla pouze desetiný mikrometru tlustá, homogenní s koncentrací volných nositelů v rozmezí 10^{16-17} cm⁻³ a aby pohyblivost nositelů proudu byla vyšší než 3500 cm²/Vsek.

K přípravě těchto vrstev se používá řada metod, například napařování, iontová implantace, epitaxní růst kapalně nebo plynné fáze. Mezi nejrozšířenější patří metoda epitaxního růstu z plynné fáze využívající chemického systému galium-chlorid arsenitý-vodík Ga-AsCl₃-H₂. Je založena na působení vodíku a par chloridu arsenitého na taveninu galia udržovaného na teplotě T₁ v rozmezí 1123 až 1173 K, přičemž probíhá reakce

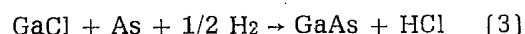


a



2

Substrát GaAs je uložen v oblasti teploty T₂ 973 až 1043 K. Teplota T₁ a T₂ se udržuje po celou dobu depozice na konstantní výši. Protože T₂ je nižší než T₁ dochází při teplotě T₂ k přesycení plynné fáze, vypadávání pevné fáze podle reakce



a nadeponování vrstvy.

Specifickým problémem přípravy epitaxních vrstev pro výkonné mikrovlnné prvky je depozice vrstev na poloizolační substrát GaAs. Tyto substráty jsou dotované chromem, který má silný kompenzující účinek, vytváří v GaAs hluboké pasti, což má za následek zvýšení odporu a snížení pohyblivosti o několik řádů.

Deponuje-li se na poloizolační substrát GaAs epitaxní vrstva výše uvedeným způsobem, dochází již při náběhu reakce k nárůstu vrstvy. Vlivem neustálých podmínek však dochází současně i k odleptávání substrátů a tím i k autodotaci vrstvy chromem. Tento efekt je zvláště výrazný v počáteční fázi depozice, to je v průběhu nárůstu prvního mikrometru vrstvy a postupným zarůstáním klesá. Aby bylo dosaženo žádoucích parametrů je nutno, aby depo-

zice tenkých vrstev na poloizolační substrát GaAs dotované chromem probíhala až po ustálení reakce (1) a (2).

Dosáhne se toho například zasunutím poloizolačního substrátu GaAs do depoziční zóny až po dosažení ustálení reakce. Postup však vyžaduje komplikované zařízení s mechanickými posuvy, s elektronicky regulovanou pecí s třemi topnými zónami, z nichž dvě musí být tepelně dokonale vyvážené.

Jiný způsob je založen na vytváření ochranné mezivrstvy oddělující poloizolační substrát od vlastní funkční vrstvy. Nevýhodou tohoto způsobu je, že v průběhu depozice je nutno měnit několikrát podmínky růstu a to změnou průtoku přídavného vodíku a přídavné směsi vodíku s chloridem arzenitým. Způsob depozice touto metodou vyžaduje komplikovanější zařízení s dokonalou elektronickou regulací teploty s několika hmotovými regulátory průtoku a termostaty na udržování potřebné teploty sytičů obsahujících chlorid arzenitý.

Uvedené nevýhody se odstraní způsobem přípravy tenkých vrstev galiumarsenidu deposicí epitaxní technikou z plynné fáze za pomoci chemického systému galium-chlorid arzenitý-vodík na substrátu GaAs působením chloridu arzenitého s vodíkem na dotovaný zdroj podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že před náběhem reakce se zahřeje zdroj i substrát na teplotu 1123 až 1153 K a po náběhu a ustálení reakce se nárůst epitaxní vrstvy provede řízeným snižováním teploty substrátu z 1123 až 1153 K na teplotu 1023 až 1053 K.

Výhodou způsobu podle vynálezu je dosažení tenkých, řádově desetiny μm tlustých epitaxních vrstev GaAs, které jsou vhodné pro přípravu mikrovláknových prvků, jednoduše na prostém zařízení bez složitého regulačního systému.

Principem vynálezu je, že se teplota sub-

strátu před náběhem reakce upraví tak, aby po ustálení reakce byl parciální tlak chemických zplodin nad zdrojem a substrátem v rovnováze. Po dosažení tohoto stavu se jednorázovou změnou výkonu ohřevu substrátu snižuje teplota, přičemž dochází k postupnému přesycení plynné fáze a vypařování pevné fáze, která se nadeponuje na substrát. Rychlost depozice je zpočátku malá a postupným klesáním teploty se zvětšuje. Tím se dosáhne homogenní ukládání vrstvy s požadovanou koncentrací a relativně vysokou pohyblivostí.

Postup přípravy tenké epitaxní vrstvy GaAs na substrát GaAs podle vynálezu je uveden pro názornost v následujícím příkladě.

Příklad provedení

Povrchově upravený poloizolační substrát GaAs se uloží do aparatury, ve které se nachází zdroj, to je galium s obsahem dotačné látky řádově 10^{16} cm^{-3} . Do aparatury se vpustí vodík. Zdroj materiálu a substrát se zahřeje pomocí dvou elektrických odporových pecí na teplotu T_1 a T_2 , kde $T_1 = T_2 = 1153 \text{ K}$. Po dosažení teploty se vodík nasytí v sytiči parami chloridu arzenitého tak, aby parciální tlak AsCl_3 byl 1 až $2,10^4 \text{ Pa}$. Průtok vodíku a parciální tlak chloridu arzenitého zůstává po celou dobu procesu konstantní. Směs par se vpustí do prostoru, ve kterém se nachází ohřátý zdroj. Dochází k náběhu reakce 1 a 2. Po ukončení náběhu a ustálení podmínek, to je asi 3 až 5 minut, se sníží jednorázově výkon pece vyhřívající substrát. V prostoru, ve kterém je umístěn substrát, pozvolna klesá teplota rychlostí asi 4 až 5 K/min a postupně narůstá epitaxní vrstva. Po dosažení tloušťky $0,5 \mu\text{m}$ vrstvy se reakce vypnutím pecí a dávkováním chloridu arzenitého zastaví.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob přípravy tenkých epitaxních vrstev galiumarsenidu GaAs deposicí epitaxní technikou z plynné fáze za pomoci chemického systému galium-chlorid arzenitý-vodík na substrátu GaAs působením chloridu arzenitého s vodíkem na dotovaný

zdroj, vyznačený tím, že před náběhem reakce se zahřeje zdroj i substrát na teplotu 1123 až 1153 K a po náběhu a ustálení reakce se nárůst epitaxní vrstvy provede řízeným snižováním teploty substrátu z 1123 až 1153 K na teplotu 1023 až 1053 K.