



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

216 389

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 01 09 80

(21) PV 5941 - 80

(51) Int. Cl.³ H 01 L 21/20

(40) Zveřejněno 31 12 81

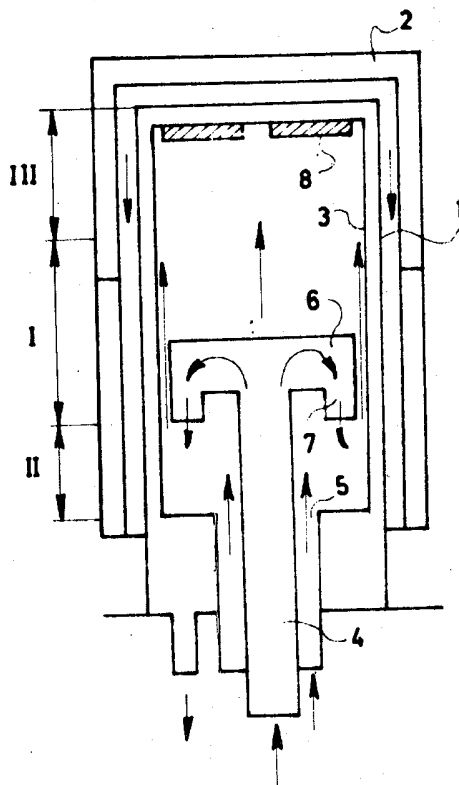
(45) Vydáno 01 07 84

(75)

Autor vynálezu DEML FRANTIŠEK, PRAHA

(54) Depoziční komora na přípravu epitaxních vrstev AIIIBV látek z plynné fáze transportními metodami

Depoziční komora podle vynálezu na přípravu epitaxních vrstev AIIIBV látek z plynné fáze transportní metodou je vyhřívána odporovým ohřevem a obsahuje uvnitř ochranný plášť s přívody aktivní složky, přídavného plynu a dotační látky. Ve spodní části ochranného pláště je umístěn zásobník s vývodem, směřujícím ke vstupu přídavného plynu a dotační látky. Podložky z AIIIBV látek jsou umístěny kolmo na osu pláště v bezprostřední blízkosti vrchu komory a jsou vyhřívány čelně i z boku.



Vynález se týká uspořádání depoziční komory na přípravu epitaxních vrstev AIIIBV látek transportními metodami, která umožňuje dokonalou homogenizaci plynné směsi, vyhřívání podložek u obou čel a zkrácení cesty plynných složek k podložkám.

Pro přípravu řady polovodičových prvků se používá epitaxních vrstev AIIIBV látek. Mezi nejrozšířenější způsoby jejich přípravy patří chemické transportní metody z plynné fáze, při kterých se aktivní složkou působí na zdroj materiálu za teploty T_1 . Po smíchání zplodin reakce s přidavným plynem a dotační látkou se směs plynů vede na podložky zahřáté na teplotu T_2 ($T_1 < T_2$), kde dochází k depoziční epitaxní vrstvy AIIIBV. Elektrické parametry epitaxní vrstvy se podle potřeby řídí změnou přidavku dotační látky.

Příprava epitaxních vrstev se provádí v depozičním zařízení. Jeho hlavní součástí je depoziční komora, vytápěná obvykle odporovým ohřevem. Jednotlivé typy komor popisované v literatuře mají v podstatě stejné uspořádání a podle polohy komory je lze rozdělit na typ horizontální a vertikální. V obou případech je základem komory ampule, vyhřívána obvykle dvouzónovou odporovou pecí. K přední části horizontálního typu nebo k dolní části u vertikálního typu jsou připojeny přívody aktivní složky, přívod přidavného plynu a dotační látky. Vývod přidavného plynu a dotační látky zasahuje na zásobník ve směru toku plynu. Uvnitř ampule je umístěn zdroj materiálu. V zadní části u horizontálního typu nebo ve spodní části u vertikálního typu jsou umístěny podložky. Jejich poloha je nejčastěji kolmá na osu komory. Komory jsou ukončeny uzávěrem s přípojem na odtah.

Vlastní proces probíhající uvnitř komory lze rozdělit do tří fází. První fáze probíhá v zóně sycení, ve které je umístěn zásobník zdroje materiálu. Na zdroj se přivádí při teplotě T_1 plynná aktivní složka a tím dochází k reakci. Druhá fáze probíhá v zóně směřování, kde se produkty reakce, vycházející ze zásobníku směrem k podložkám, mísí s přidavným plynem a s dotační látkou. Třetí fáze probíhá v zóně depoziční, kde při teplotě T_2 část plynné fáze zkondenzuje a vyloučí se na podložce ve formě epitaxní vrstvy.

Zbytek zplodin reakce se při průchodu chladnějším koncem komory zčásti usadí na její stěně a plynný zbytek se odvede do odtahu.

Základní podmínkou úspěšné depoziční je, aby epitaxní vrstva vznikala na podložce stejněměrně a rozložení dotační příměsy bylo po celé ploše homogenní. Toho lze dosáhnout za předpokladu, že plynná fáze směřující k podložce má homogenní složení a její proud je laminární a podložka je stejněměrně prohřátá, tj. gradient teploty od krajů ke středu je zanedbatelně malý, v ideálním případě nulový.

Nevýhodou stávajících depozičních komor je, že směřovací zóna je za zónou sycení. Aby došlo k dokonalému promísení plynné fáze a současně k zachování laminárního proudění, musí být směřovací zóna dostatečně dlouhá (běžně řádově 10^{-1} m). Protože se však v závislosti na vzdálenosti zdroje od podložky nekontrolovatelně mění složení plynné fáze, má každé prodloužení směřovací zóny za následek zhoršení kontroly depozičního procesu. Další nevýhodou je, že podložky, uložené na držácích a umístěné jak u horizontálního,

tak i u vertikálního typu převážně kolmo na směr proudění plynné fáze, jsou vyhřívány sálavým teplem z boků. Tímto ohřevem vzniká v podložkách od kraje ke středu gradient teploty, který je tím větší, čím větší je průměr podložky. Úpravou sklonu podložky lze sice tento negativní jev částečně eliminovat, vyžaduje to však úpravu podélného gradientu teploty elektrické odporové pece, a to tak, aby byl sladěn s danou rychlostí proudění plynné fáze v komoře, což je značně obtížné a nákladné.

Uvedené nevýhody odstraňuje konstrukce depoziční komory podle vynálezu, jejíž podstatou je, že uvnitř komory je uložen ochranný plášť s přívody aktivní složky, přídavného plynu a dotační látky, v jehož spodní části je umístěn zásobník s vývodem, směřující ke vstupu přídavného plynu a dotační látky, přičemž v horní části, končící v bezprostřední blízkosti vrchu komory, jsou umístěny kolmo na osu pláště podložky z AIIIBV látek, vyhříváné čelně i z boku.

Vyšší účinek proti známému stavu techniky je spatřován v kompaktnosti depoziční komory o malém objemu, kde je možno vyhřívát podložky z boků a obou čel jednoduchou odporovou pecí, přičemž je dosaženo dokonalé homogenizace a zkrácení cesty plynné směsi k podložkám. Tím je zaručeno homogenní ukládání vrstev o požadovaných parametrech na podložkách o průměru až $7,5 \cdot 10^{-2}$ m (plocha $4 \cdot 10^{-2}$ m²), a to ve více pozicích.

Podložky umístěné kolmo na tok plynné fáze mohou být vyhřívány odporovým ohřevem jak z boků, tak i ze strany obrácené k zatavené části komory. Vzhledem k malé vzdálenosti podložek od sytící zóny (řádově 10^{-2} m) je i čelní strana vyhřívána sálavým teplem, vycházejícím z této zóny. Prohřívání podložek z boků i z obou čel má za následek, že i při relativně velkých průměrech podložek ($5 \cdot 10^{-2}$ až $7,5 \cdot 10^{-2}$ m) je příčný gradient teploty zanedbatelný a nárůst dotace epitaxní vrstvy je homogenní.

Umístěním zásobníku a podložek do ochranného pláště umožňuje, aby byly neustále oplachovány proudem přídavného plynu přiváděným přívodem. Při otevření komory jsou tak ochráněny před stykem se vzduchem a znečištěnými odpadními produkty reakce, usazenými na stěně komory. Protože v komoře podle vynálezu jsou chemicky aktivní čela podložek obrácená směrem dolů k zásobníku, zmenšuje se pravděpodobnost jejich znečištění prachem na minimum.

Výhodou depoziční komory podle vynálezu je kompaktnost, malý objem a jednoduchá konstrukce, která umožňuje vyhřívání podložek z boků i obou čel relativně jednoduchou odporovou pecí, umožňuje dokonalou homogenizaci plynné směsi a zkrácení cesty k podložkám, což zaručuje homogenní ukládání vrstev o požadovaných parametrech na podložkách o průměru až $7,5 \cdot 10^{-2}$ m (plocha $4 \cdot 10^{-2}$ m²), a to i ve více pozicích.

Konstrukce depoziční komory na přípravu epitaxních vrstev podle vynálezu bude dále popsána se zřetelem k připojenému vyobrazení, znázorňujícímu depoziční komoru.

V komoře 1 je zabudován ochranný plášť 2, v jehož spodní části je přívod aktivní

složky 4 a přívod přídavného plynu a dotační látky 2. Uvnitř ochranného pláště 3 je v dolní části umístěn zásobník 6 zdroje materiálu a v horní části podložky 8. Aktivní složka je vedena do zásobníku 6 zdroje materiálu. Odtud plynné zplodiny vycházejí vývodem 7 směrem pod zásobník proti proudu přídavného plynu a dotační látky směrují vzhůru k podložkám 8. V relativně malém prostoru pod zásobníkem v zóně směřování dochází při styku dvou proudů opačného směru při rychlosti řádově 10^{-2} m/s k silnému turbulentnímu proudění a tím k dokonalému promísení plynů, což dovoluje zkrácení směřovací zóny II na $2 \cdot 10^{-2}$ m a méně. Dokonale zhomogenizovaná plynná fáze je pak vedena mezi stěnou zásobníku 6 a pláště 3 do depozičního prostoru III, kde se proudění plynů zpomalí na rychlost řádově 10^{-3} m/s a změní opět na laminární.

Přemístění směřovací zóny II před zónou syčení I umožňuje umístit podložky, které jsou upevněny v horní otevřené části pláště, k číci těsně pod zataveným vrchem komory, blíže k syticí zóně I, takže vzdálenost zásobníku od podložek činí řádově jen 10^{-2} m. Tímto uspořádáním se zkrátí vzdálenost, kterou mus plynná fáze urazit k podložkám, oproti dosud používaným systémům komor o 1 řád. Tím se zmenší pravděpodobnost změny složení plynné fáze a zlepší se kontrola depozice.

Umístění zdroje a podložky systémem "spodek - vrch" do ochranného pláště, kterým prochází neustále proud přídavného plynu, chrání zdroj i podložky před stykem se vzduchem, odpadními produkty, zachycenými na stěnách komory, usazováním prachu a umožňuje jednoduchou a rychlou výměnu podložek.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Depoziční komora na přípravu epitaxních vrstev AIIIBV látek z plynné fáze transportními metodami, vyznačující se tím, že uvnitř komory (1) je uložen ochranný plášť (3) s přívody aktivní složky (4), přídavného plynu a dotační látky (5), v jehož spodní části je uložen zásobník (6) s vývodem (7), směřující ke vstupu přídavného plynu a dotační látky (5), přičemž v horní části, končící v bezprostřední blízkosti vrchu komory (1), jsou umístěny kolmo na osu pláště (3) podložky (8) z AIIIBV látek, vyhřívané čelně i z boku.

