



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

198352
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 01 L 21/36

(22) Přihlášeno 14 05 75
(21) (PV 3342-75)

(40) Zveřejněno 29 03 76

(45) Vydáno 30 03 82

(75)

Autor vynálezu

NOHAVICA DUŠAN ing. CSc., PRAHA

[54] Zařízení na produktivní přípravu epitaxních vrstev z kapalně fáze

Vynález se týká zařízení na produktivní přípravu epitaxních vrstev z kapalně fáze. Technika epitaxního růstu z kapalně fáze je jednou z nejprogresivnějších při pěstování vrstev řady materiálů, hlavně polovodičů, při tvorbě přechodu PN i jiných složitějších struktur. Jedná se o krystalizaci požadované látky z roztoku (taveniny), která nastává v důsledku poklesu rozpustnosti této látky v průběhu procesu růstu nebo přenosem krystalizační látky kapalnou fází k podložce bez změny rozpustnosti. Přesycení v tavenině je obvykle dosahováno snižováním teploty. Při tomto způsobu pěstování epitaxních vrstev lze celý postup rozdělit do dvou stadií:

1. Příprava homogenní taveniny, z níž pak roste vrstva požadovaného složení.

2. Zalití této taveniny na podložku a postupné ochlazování podle optimálního programu.

Zařízení, která jsou k tomuto účelu používána v současné době jsou modifikací původního návrhu Nelsonova v horizontálním nebo vertikálním uspořádání. Podstatnější změnou původního návrhu je nezávislé upevnění podložky ve vertikální aparatuře, které umožňuje provádět pěstování epitaxních

vrstev v libovolném teplotním rozmezí. Jiným návrhem je lodička kazetového typu, která je v poslední době s výhodou používána pro přípravu vícevrstevných struktur. Většina navržených typů lodiček je použitelná v laboratorních podmínkách, kdy není obvykle nutné současně pěstovat epitaxní vrstvy na více podložkách. Otázka zproduktivnění procesu epitaxního růstu z kapalně fáze je rozhodující pro úspěšné průmyslové využití tohoto velice progresivního technologického postupu.

Lodička jednoduchého kazetového typu byla při zachování jediného zásobníku na taveninu zproduktivněna protažením pravítka pro vysekávání taveniny nad několik podložek. Tento systém je použitelný například pro přípravu přechodů PN na GaP pro zelenou elektroluminiscenci nebo infračervené diody na bázi GaAs. Poměrně složitý je rotační systém. U jiného řešení je potřebný teplotní průběh růstového cyklu zajištěn protahováním jednoduché lodičky pecí s podélným teplotním gradientem. Toto kontinuální zařízení je realizačně poměrně náročné a dosažitelná produktivita je v současné etapě zbytečně vysoká.

Uvedené nevýhody odstraňuje zařízení na produktivní přípravu epitaxních vrstev z ka-

palné fáze podle vynálezu, které obsahuje lodičku s rozděleným prostorem pro taveninu a podložky, jehož podstatou je, že podložky pro epitaxní růst jsou volně uloženy na destičkách, jež jsou nakloněné vzhledem k vodorovné rovině proložené podélnou osou lodičky o úhel $10-90^\circ$, které jsou navzájem odděleny distančními vložkami, nebo jsou nataveny na podélně rozdělenou trubici, která obsahuje zásobník na taveniny, opatřený na horní části přilehlé k prostoru pro podložky buď otvorem pro průchod taveniny nebo otvorem pro vložení složek taveniny a současně v části přilehlé k prostoru pro podložky pro epitaxní růst je opatřena zalévacím otvorem před kterým je umístěna přepážka.

Zařízení podle vynálezu umožňuje:

- současný růst epitaxních vrstev na poměrně velkém počtu podložek,
- snížení množství taveniny,
- práci v peci s poměrně krátkou aktivní zónou (aktivní zónou je myšlena oblast s požadovaným teplotním profilem), protože navržený systém je velice kompaktní,
- pěstování epitaxní vrstvy stejné nebo dokonce lepší kvality než je dosahována u laboratorních zařízení běžné konstrukce, protože při zalití je tavenina dodatečně promíchávána a na okrajích podložek nedochází k růstu vrstvy s odlišnými vlastnostmi způsobenými zahříváním kapkou taveniny,
- jednoduše, podle potřeby, měnit produktivitu zařízení ubíráním nebo přidáváním růstových ploch.

Konstrukce zařízení je natolik jednoduchá, že může být vytvořena z křemene, grafitu, nitridu boru atd. v běžně vybaveném technologickém pracovišti za několik hodin. Navržené řešení spočívá v úpravě prostoru pro taveninu i prostoru pro podložky tak, že při zalití prochází tavenina postupně nad všechny podložky umístěné na nosných destičkách oddělených distančními kroužky se zaoblenými hranami. Je možné umístit nad sebou značné množství podložek s mezerou pro taveninu 1–2 mm. Možnost přípravy taveniny najednou ve velkém objemu vede k zpřesnění jejího složení při současném

zvýšení produktivity přípravy zařízení k růstovému cyklu a snížení rozptylu v parametrech připravených vrstev.

Na výkrese je znázorněno schematické uspořádání zařízení na epitaxní růst z kapalné fáze. Tavenina se nachází v zásobníku 1 popřípadě v jiném zásobníku 8, ukončeném sešíkmenou stěnou 19. Podložky 3 pro epitaxní růst jsou na destičkách 2 opatřeny háčky 16, oddělených distančními vložkami 4 se zaoblením 14, 15, které jsou umístěny přímo do ampule 6 nebo do trubice 5. Zařízení může být umístěno do průtočného reaktoru 7. Otvory 14, 15, 17, 10, 10', 27 jsou určeny pro vkládání a zalévání taveniny. V prostoru pro taveninu je umístěna přepážka 11. Posledním dílem ze strany podložek je sešíkmený válec 18.

Uvedené zařízení pracuje následujícím způsobem. Do zásobníku 1 popřípadě 8 jsou umístěny složky tvořící taveninu a na destičky 2 jsou postupně pokládány podložky pro epitaxní růst. K stabilizaci polohy podložek slouží háčky 16. Po umístění tohoto celku — obsahujícího zásobník s taveninou 1 popřípadě 8, destičky 2 s podložkami 3 pro epitaxní růst, které jsou odděleny distančními vložkami 4 a sešíkmeným plným válcem 18 (pro zmenšení neužitečného prostoru zařízení) — do ampule 6 popřípadě do montážní trubice 5 a pak do ampule 6 nebo reaktoru 7 je zapnuta pec. Po dosažení požadované teploty v peci, kam je zařízení umístěno a homogenizaci taveniny je tavenina přelita do prostoru podložek 3 pro epitaxní růst nakloněním zařízení o úhel $10-90^\circ$ (podle sklonu destiček 2) okolo příčné osy pece. Následuje ochlazování pece s požadovanou rychlostí. V případě, že je nutné ukončit růst vrstev při vyšší teplotě, je ampule otočena okolo podélné osy o 180° a sklopná pec je nakloněna do opačného směru než při zalévání taveniny.

Navržené zařízení může být s výhodou použito k průmyslové přípravě epitaxních vrstev polovodičů i jiných látek z kapalné fáze. V našich podmínkách bylo odzkoušeno pro přípravu přechodů PN na GaP pro červenou elektroluminiscenci. Připravené elektroluminiscenční diody dosahují vnější kvantové účinnosti 3–5 %.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení na produktivní přípravu epitaxních vrstev z kapalné fáze obsahující lodičku s rozděleným prostorem pro taveninu a podložky, vyznačené tím, že podložky (3) pro epitaxní růst jsou volně uloženy na destičkách (2), jež jsou nakloněné vzhledem k vodorovné rovině proložené podélnou osou lodičky o úhel $10-90^\circ$, které jsou buď

navzájem odděleny distančními vložkami (4), nebo jsou nataveny na podélně rozdělenou trubici (5), která obsahuje zásobník na taveninu (1, 8) opatřený na horní části přilehlé k prostoru pro podložky buď otvorem (10) pro průchod taveniny nebo otvorem (10') pro vložení složek taveniny a současně v části přilehlé k prostoru pro podložky (3)

pro epitaxní růst je zásobník na taveninu (1, 8) opatřen zalévacím otvorem (27), před kterým je umístěna přepážka (11).

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že destičky (2) pro uložení podložek (3) pro epitaxní růst mají na spodním okraji háčky (16) pro fixaci polohy podložek a jsou opatřeny výřezem (17) pro průchod taveniny ke všem podložkám (3) pro epitaxní růst při naklonění pece kolem příčné osy lodičky.

3. Zařízení podle bodu 1 popřípadě 2, vyznačené tím, že pro zmenšení neužitečného prostoru uvnitř zařízení je nejvzdálenější destička (18) ze skupiny destiček (2) vybroušena z plného válce pod úhlem shodným s úhlem náklonu destiček (2) vzhledem k vodorovné rovině proložené podélnou osou lodičky a zásobník na taveninu (1, 8) je opatřen ze strany růstového prostoru sešíkmenou boční stěnou (19) pod úhlem shodným s úhlem náklonu destiček (2) vzhledem k vodorovné rovině proložené podélnou osou lodičky.

198352

