

AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY
Ústav radiotechniky a elektroniky

**ZPRÁVA O VĚDECKÉ ČINNOSTI ÚSTAVU
V ROCE 1998**

Ing. Jan Šimša, CSc.
ředitel ústavu

V Praze dne 26. ledna 1999

1. Vědecká činnost pracoviště a uplatnění jejích výsledků

a) Stručná charakteristika vědecké činnosti pracoviště

Předmětem činnosti ÚRE AV ČR je vědecký výzkum v oblasti radioelektroniky a optoelektroniky.

V radioelektronice je výzkum zaměřen na číslicové zpracování signálů zejména řečových, na metody přenosu signálů mezi uživateli tvořícími síť, na sdělovací systémy s rozprostřeným spektrem a na diagnostiku elektronických systémů. Výzkum generování, porovnávání, distribuce a využití přesného času a frekvence je tradičním zaměřením.

V optoelektronice se výzkum soustřeďuje na komponenty a systémy pro optický přenos informací a na senzorové systémy, zejména na vlnovodné a mřížkové difrakční struktury a prvky, na přípravu a vyšetřování vlastností vláknových optických vlnovodů a na metody technologické přípravy složitých polovodičových struktur především pro použití ve zdrojích optického záření. Provádí se též základní výzkum nových fyzikálních jevů v materiálech a strukturách perspektivních pro mikroelektroniku a rozvíjejí se fyzikální metody charakterizace materiálů a struktur na bázi polovodičů $A^{III}B^V$.

b) Nejdůležitější výsledky vědecké činnosti a výsledky aplikované

– Na základě teoretické předpovědi byla experimentálně ověřena velikost residuí korigovaného dopplerovského posuvu na území České republiky při distribuci etalonové frekvence televizním signálem přenášeným přes geostacionární družici. (C)

– Byla provedena teoretická analýza charakteristik kapacita – napětí pro struktury typu kov – semiizolační polovodič – kov, vhodné pro detekci nukleárních částic a rtg záření. (B,C)

– Byl studován vliv elektronových excitací na ionizační pravděpodobnost atomů emitovaných z izolátoru $CaF_2(Ce)$ při bombardování neutrálními atomovými částicemi. (B)

– Metodou LPE s příměsí vzácných zemin v růstové tavenině byly připraveny velmi čisté InP vrstvy s koncentrací volných nositelů náboje $1\div 2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Ve spolupráci s Elektrotechnickým ústavem SAV v Bratislavě jsou vrstvy zpracovány na struktury vhodné pro realizaci detektorů záření a testovány. (C)

– Byly připraveny polovodičové diody na bázi InP legované prvky skupiny vzácných zemin yterbiem pro elektroluminiscenční zdroje záření s přesně definovanou vlnovou délkou. (C)

– Byla provedena analýza přípravy tenkých polovodičových vrstev na základě povrchově difuzního modelu růstu za účelem stanovení podmínek pro zabudování iontů prvků skupiny vzácných zemin. (B)

– V oblasti výzkumu optických senzorů s povrchovými plazmony byl realizován laboratorní vzorek miniaturního optického vláknového senzoru vysoce citlivého na změny indexu lomu vodného prostředí. Byly dále výrazně zlepšeny technické parametry laboratorního senzoru s povrchovými plazmony natolik, že jeho citlivost a rychlost měření umožňuje jeho použití pro výzkum kinetiky biochemických reakcí v reálném čase. (C)

– Byla teoreticky stanovena detekční citlivost a nalezen optimální operační režim nového typu optického senzoru s evanescentní vlnou využívajícího vlákna s invertovaným gradientním profilem indexu lomu. Byl vypracován postup přípravy tohoto speciálního vlákna metodou MCVD, realizovány experimentální vzorky a prokázána možnost jejich použití pro citlivou detekci změn indexu lomu pláště vlákna. Byl rovněž navržen a realizován senzor s mnohovidovým vláknem pokrytým siloxanovou detekční vrstvou schopný rychle a vratně detekovat úniky benzínu. (B,C)

– Byla zvládnuta příprava tenkých vrstev Ta_2O_5 pomocí reaktivního napařování pro optické vláknové a planární senzory. (C)

– Metodou vytvářející funkce bylo studováno rozdělení pravděpodobnosti doby sériové kódové synchronizace systému s rozprostřeným spektrem. Byly zjištěny výhodné vlastnosti přenosu skupiny televizních signálů v kódovém multiplexu. (B)

– Bylo navrženo a experimentálně ověřeno, že erbiem dotované dvoujádrové vlákno může být využito jako sledovací úzkopásmový filtr pro zúžení a stabilizaci emisní čáry laditelného vláknového kruhového laseru pracujícího v pásmu 1550 nm. (B,C)

– Byla použita analytická aproximace pro výpočet zesílení pole prostorového náboje ve fotorefraktivních materiálech vysokofrekvenčním elektrickým po částech konstantním polem a nalezeny podmínky pro rezonance. (B)

– Byla provedena podrobná analýza kvantizačního šumu analogového a diskrétního sinusového signálu. (B)

– Byly vyšetřovány velikosti rušivých harmonických signálů způsobených kvantováním fáze a byly vysvětleny odchylky proti nejnovějším publikacím. (B,C)

– Experimentálně jsme prokázali elektromagnetickou aktivitu kultury kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* v M fázi buněčného cyklu a porovnali ji s vývojem mitotického vřeténka. Největší aktivita je v průběhu metafáze a anafáze. (B)

– Byla provedena studie možností kombinovaného nasazení světlovodů a radiových spojů v přístupových a metropolitních sítích pro přenos informace na univerzální infrastrukturu. (C)

– Byly navrženy a teoreticky analyzovány dvě původní metody potlačení přechodových jevů v optických sdělovacích sítích s vlnovým multiplexem. (B)

– Pro studium interakcí tenkých gelových vrstev s parami organických sloučenin byla vypracována metoda využívající křemenné optické vlákno jako podložku pro nanesení vrstvy a teoretický model pro určení indexu lomu vrstvy a Langmuirových adsorpčních konstant. (B)

– Byl realizován širokopásmový systém umožňující absolutní časový transfer optickým vláknem uvnitř Státního skupinového etalonu času a frekvence s krátkodobou nestabilitou lepší než 100 ps. (C)

- Byl optimalizován růst tlustých epitaxních vrstev $\text{Ga}_{0,5}\text{In}_{0,5}\text{P}/\text{GaAs}$ pomocí galvanomagnetických měření a nízkoteplotní fotoluminiscence. (B)
- Byla navržena zobecněná struktura číslicového filtru pro realizaci keprstrálního modelu hlasového traktu (B,C)
- Byla dále zdokonalena teoretická analýza holografického difrakčního elementu pro kolimaci silně divergentního, eliptického a astigmatického svazku polovodičového laseru, byl navržen nový typ elementu a připraveny vzorky pro několik pracovních vlnových délek. (B)
- Byl proveden komplexní výzkum přípravy, optických a elektrických vlastností relativně tlustých monokrystalických vrstev $\text{GaInP}(\text{As})$ na GaAs podložkách. Bylo ověřeno použití těchto vrstev pro fotokatody generující vodík pod vlivem slunečního světla, byly studovány možnosti jejich použití pro fotovoltaické články a v detektorech nukleárních částic. (B,C)
- Kvantitativní vyhodnocení topologických aspektů Fröhlichova modelu vzájemně vázaných oscilátorů v buněčných strukturách rozšířilo naše poznatky o úloze zpětnovazebních vztahů při generaci elektromagnetických polí v živých buňkách. Výsledky naznačují, že u Fröhlichova modelu nelze očekávat bistabilní chování. (B)
- Pro diagnostiku poruch ve smíšených systémech způsobených porušením integrity signálů byla navržena původní metoda modelování $(2m-1)$ vrstevných struktur s rozloženými parametry a účinné rekurentní algoritmy pro výpočet parametrů jejich obvodových modelů. (B)

c) Náměty na zpřesnění Vědní koncepce AV ČR

Vědecké aktivity ústavu spadají do oblastí vytýčených stávající Vědní koncepcí AV ČR, se kterou korespondují problematiky řešené v rámci Programu rozvoje badatelského výzkumu v klíčových oblastech vědy pěstovaných v AV ČR.

d) Nejvýznamnější popularizační aktivity pracoviště

- Při mezinárodním symposiu „Electromagnetic Fields in Biological Systems“, jehož byl ústav spolupořadatelem, byla uspořádána z pověření Tiskového odboru AV ČR tisková konference věnovaná tématice symposia. Největší zájem vzbudily účinky elektromagnetických polí mobilních telefonů na lidský organismus.
- V časopise Věda Technika a My byl publikován článek „Optická vlákna a komunikace“ popularizující výsledky dosažené v rámci činnosti AV.
- Česká televize odvysílala krátký film o čase a kalendáři, jehož část byla natočena v ústavu.

e) Specifické informace o pracovišti

- Ústav je pověřen vytvářením státního primárního etalonu času a frekvence.
- Byla připravena do tisku dvouročenka shrnující vědeckou aktivitu ÚRE v letech 1997–1998.

2. Spolupráce ÚRE s vysokými školami

V rámci již dříve uzavřených smluv o spolupráci s vysokými školami se naši pracovníci podíleli na řádném i doktorandském studiu na MFF UK, FEL a FJFI ČVUT, Jihočeské univerzitě České Budějovice, TU Liberec, VUT Brno, PřF UP Olomouc a FEI STU Bratislava formou řádných semestrálních přednášek, výběrových přednášek a laboratorních cvičení a letních stáží studentů.

a) Nejvýznamnější vědecké výsledky spolupráce ÚRE s vysokými školami

Řešení komplexního projektu GA ČR s názvem „Teorie a aplikace hlasové komunikace v češtině“. Nositelem projektu je Prof. Uhlíř z FEL ČVUT a na projektu se podílí kromě této fakulty ÚRE AV ČR, Filosofická fakulta KU v Praze, Fakulta mechatroniky TU v Liberci, Západočeská univerzita v Plzni a Ústav pro jazyk český AV ČR.

V rámci spolupráce s přírodovědeckou fakultou UP Olomouc na grantu 102/97/0876 bylo ověřeno použití optického prostorového spirálního fázového filtru pro bezdotykové laserové měření úhlů.

V rámci grantových projektů řešených ve spolupráci s vysokými školami byly experimentálně vyšetřovány vlastnosti planárních a kanálkových optických vlnodův v dielektrických i polovodičových materiálech. V rámci jednoho z projektů bylo v ústavu zhotoveno laboratorní zařízení nové generace pro rychlé měření vidového spektra planárních vlnodův, které využívá záření polovodičového laseru, a bylo předáno na katedru mikroelektroniky FEL ČVUT, kde bude sloužit jak při výzkumu, tak i při výuce studentů v předmětu Optoelektronika.

Ve spolupráci s katedrou anorganické chemie Přírodovědecké fakulty UK byla provedena syntéza sloučenin na bázi organických aminokyselin s anorganickými oxokyselinami za účelem preparace nových feroelektrických látek.

b) Výsledky činnosti společného pracoviště ÚRE s vysokou školou

Na společném pracovišti laserových technologií FSI ČVUT a ÚRE AV lokalizovaném na FSI ČVUT byl s použitím laserového sváření dokončen vývoj nového typu radioaktivního zářiče pro lékařské účely, který se v současné době ověřuje.

c) Kvalitativní údaje o získávání a přípravě nových vědeckých pracovníků

Pracovníci ústavu se při svém pedagogickém působení na vysokých školách snaží získat absolventy pro vědeckou přípravu realizovanou s účastí našeho pracoviště. Letos se podařilo takto získat tři nové doktorandy, kteří oceňují především aktuálnost problematiky ústavu a dynamiku jejího řešení.

3. Spolupráce ÚRE s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou

a) V rámci projektu GA ČR č. 102/96/1561 byly společně s ÚMCH AV ČR a Ústavem hematologie a krevní transfúze prováděny experimenty zaměřené na studium kinetiky biochemických reakcí s využitím optických senzorů s povrchovými plazmony.

V rámci grantu GA ČR č. 102/97/0867 jsme spolupracovali s firmou ICM s.r.o. (příprava mikroelektronických senzorových čipů).

V rámci odborného zaměření výzkumu byly řešeny dva výzkumné projekty Ministerstva obrany ČR, projekt č. MO 05280898 117 „*Holografie*“ a projekt č. MO 05280898 118 „*Modulace*“.

b) V rámci programu rozvoje metrologie vypsáného a financovaného Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) byly vyřešeny úkoly: 17/98 „*Zabezpečení primární etalonáže času a frekvence*“ (300 000 Kč), 19/98 „*Vyšetření a optimalizace krátkodobých přenosových parametrů optických linek státního etalonu času a frekvence*“ (200 000 Kč) a 33/98 „*Implementace cesiových hodin se speciální trubící do skupinového etalonu času a frekvence*“ (350 000 Kč).

c) HS s CTT s.r.o. Praha na téma použití TTS v hlasové poště. HS s Elektrosystém s.r.o. Brno na téma hlasový výstup v dispečerských systémech v energetice. HS s VDN Spektra na téma hlasový výstup pro zrakově postižené.

Pro SPT TELECOM byla realizována zakázka „*Poskytování referenčních signálů a metrologických služeb*“ (260 000 Kč).

V rámci spolupráce s televizí Nova bylo vybudováno mikrovlnné spojení mezi ÚRE a studiem TV Nova (financováno TV Nova), které umožní navázání rozkladových frekvencí TV Nova na státní etalon času a frekvence a zajistí distribuci etalonových frekvencí v celostátní pozemní síti TV Nova.

d) Byl vypracován oponentský posudek na výzkumný projekt Ministerstva průmyslu a obchodu ČR č. PZ-01/10/98 „*Výzkum technologie pro likvidaci a recyklaci vysoce toxických odpadů z polovodičových materiálů*“.

4. Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště

a) Výčet zahraničních grantů a projektů, které pracoviště řeší nebo se na jejich řešení podílí

EU COST European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research

- 239/92 Ultra-high capacity optical transmission networks
- 240/92 Techniques for modelling and measuring advanced photonic telecommunication components
- 241/92 Characterization of advanced fibres for the new photonic network
- 244B/98 Physical mechanisms of interaction of biological systems with electromagnetic fields on cellular signalling level
- 258/96 Naturalness of synthetic speech
- 268/98 Wavelength scale photonic components for telecommunications

EU COPERNICUS Cooperation in Science and Technology with Central and Eastern European Countries

- CIPA-CT94-0140 Development of fibre optic chemical sensors
- CIPA-CT94-0139 Advanced ion-beam based technology - hard ceramic coating on transparent plastics
- INCO COP-96 0194 Compound waveguide structures for efficient frequency doubling in diode pumped short wavelength microlasers

FRG-CR Science and Technology Cooperation

- TSR-005-98 Optical fibre sensor networks utilising Bragg gratings and surface plasmon resonance
- DFG (AZ 436 TSE 113/22/0) (Max Planck Gesellschaft) Photoluminescence of DX-centres in p-type $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$
- Int.No. 2580 (Siemens AG) Investigation of degradation processes in GaP:N LEDs

US-CR Science and Technology Cooperation

- ME 053 Kontakt Experimental and theoretical studies of electronic excitations in solids during atomic scattering and sputtering

France-CR Cooperation

- Barrande 1998-1 98021 Modelling and realisation of fibre-optic sensors for the detection of chemical substances
- Ecole Centrale de Lyon: Thin sol-gel layers for chemical detection with optical fiber structures

b) Nejvýznamnější vědecké výsledky dosažené v rámci mezinárodní spolupráce

COST: aktivní účast pracovníků ústavu v šesti akcích v oblasti telekomunikací, z nichž vzešly společné publikace. V rámci akce COST 239 byla navržena a analyzována modelová pan-evropská ryze optická síť s extrémní přenosovou kapacitou. V rámci akce COST 240 byla publikována odborná knižní monografie „*Photonic Devices: how to model and measure*“ (Springer, listopad 1998), na níž se edičně i autorsky podílel pracovník ústavu.

Department of Physics, University of California: analyzována elektronová emise z ultračistého aluminia a provedena teoretická interpretace pomocí elektron-děrových párů. Výsledky publikovány v časopise Phys.Rev.Letters.

IPHT (Institut für Physikalische Hochtechnologie) Jena, SRN: zpracován teoretický model nového typu senzoru s povrchovými plazmony a braggovskými mřížkami.

University of Washington (UW), Seattle, USA: neformální účinná spolupráce v rámci dlouhodobého pobytu pracovníka ústavu v oblasti senzorů s povrchovými plazmony.

Université Jean Monnet, St. Etienne, Francie (Program integrovaných akcí MŠMT a CNRS „Barrande 1998“): vypracována metoda zjišťování poruch indexu lomu senzorových vláken s invertovaným gradientním profilem jádra velkého průměru a modelovány detekční vlastnosti těchto vláken.

École Centrale de Lyon, CNRS, Francie: prokázán vliv dopování siloxanových gelů oxidickými sloučeninami titanu na citlivost těchto materiálů k parám aromatických uhlovodíků.

IHF TU Braunschweig, SRN: vytvořen a experimentálně ověřen numerický model vláknového zesilovače dotovaného Nd pro pásmo 1064 nm.

Max-Planck Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, SRN: vypracován model dominantní fotoluminescence v $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($x > 0,4$).

Siemens, Regensburg, SRN: studium spolehlivosti optoelektronických prvků.

FBH Berlin a MFA MTA Budapest, Maďarsko: úspěšně zakončen výzkum nových ohmických a Schottkyho kontaktů pro epitaxní vrstvy InGaP typu N a P.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), Francie: Státní skupinový etalon času a frekvence přispívá svými čtyřmi cesiovými svazkovými hodinami k vytváření mezinárodní atomové časové stupnice TAI.

Ústav fyziky polovodičů, Kijev, Ukrajina: studium vlastností struktur GaInP(As)/GaAs pro fotovoltaickou přeměnu.

FEI STU Bratislava: studium koncentračních profilů polovodičových struktur na bázi InP s příměsí vzácných zemin.

c) Nejdůležitější uskutečněné akce

- Česko-čínský seminář „Advanced materials for optoelectronics“, Praha, červen 1998.
- 8. českoněmecký workshop o zpracování řeči, Praha, září 1998.
- Mezinárodní symposium „Electromagnetic Fields in Biological Systems“, Praha, září 1998 (spolupořádání a editování spec. čísla časopisu „Bioelectrochemistry and Bioenergetics“ obsahujícího referáty ze symposia).
- Mezinárodní konference „8th Vienna Opt(r)ode Workshop“, Praha, říjen 1998. Vydán sborník konference.

5. Předpokládané hlavní okruhy vědecké činnosti pracoviště v roce 1999

Předmětem činnosti ÚRE AV ČR bude vědecký výzkum ve třech klíčových oblastech vědy pěstovaných v AV ČR.

a) V oblasti zpracování signálů a systémů pro přenos informací (Klíčová oblast 1)

Budou studovány a optimalizovány optické a radiokomunikační sítě a jejich synchronizace. Použitím keprálního modelování a neuronových sítí budou vyvinuty metody syntézy řeči zajišťující vysokou srozumitelnost a přirozenost.

b) V oblasti fyziky polovodičů a přípravy nových polovodičových struktur (Klíčová oblast 7)

Iontovou spektroskopií bude vyšetřována dynamika elektronových procesů na povrchu polovodičů. Budou studovány optické a transportní jevy v polovodičových strukturách. Bude zkoumána technologie heterostruktur a kontaktů.

c) V oblasti koherentních optických a elektrických signálů (Klíčová oblast 10)

Budou analyzovány pasivní, nelineární i aktivní optické vlnovodné struktury včetně struktur dotovaných ionty vzácných zemin a holografických difrakčních struktur. Výsledky budou aplikovány v oblasti optických senzorů a komunikací. Bude studována interakce živých buněk s vnějším elektromagnetickým polem.

Příloha 1

**ANOTACE TŘÍ NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH VÝSLEDKŮ
VĚDECKÉ ČINNOSTI ÚRE AV ČR V ROCE 1998**

Anotace

Přenos etalonové frekvence digitální družicovou televizní sítí

Ludvík Šojdr, Jan Čermák, Otokar Buzek

Nositelem etalonové frekvence přenášené televizními sítěmi na celém území ČR jsou synchronizační impulsy a barvonosná složka televizního signálu, které jsou frekvenčně navázané na státní etalon. K reprodukci etalonové frekvence na straně uživatele tak stačí běžný televizní přijímač, který může sloužit jako velice přesný sekundární frekvenční etalon. Přesnost reprodukce závisí především na fázové (časové) stabilitě přenosové cesty, která je u klasických pozemních sítí vysoká. Fluktuace jsou na úrovni pouhých 10 ns, čemuž odpovídá přesnost reprodukované frekvence v řádu 10^{-13} při průměrovacím intervalu 1 den. Při přenosu televizního signálu přes geostacionární družici se však tato přesnost nepřípustně zhoršuje. Příčinou je relativní pohyb družice vůči Zemi, který má za následek značné dopplerovské frekvenční posuvy dosahující v určitých intervalech relativních hodnot až 1×10^{-8} . Zhoršení přesnosti může způsobit i digitalizace televizního signálu, a to především v souvislosti se zpracováním televizního signálu v digitálních přijímačích. V rámci grantu GA ČR č. 0448 byly degradační vlivy v digitální družicové síti studovány [1] a na základě výsledků tohoto studia byla navržena a realizována metoda potlačení dopplerovských posuvů [2], po jejímž zavedení lze využívat k přenosu etalonové frekvence i digitální družicovou televizní síť.

- [1] Šojdr L., Čermák J., Buzek O.: Standard frequency dissemination via the digital satellite TV network. Proc. 1998 IEEE Frequency Control Symposium, Pasadena, USA, pp. 278–283.
[2] Buzek O., Čermák J., Šojdr L.: Zapojení družicového systému sdělování etalonové frekvence, patent ČR č. 284090, 20.9.1998 (spolu:)

Anotace

Degradace komerčních GaP:N luminiscenčních diod s vysokou svítivostí

Karel Žďánský, Jiří Zavadil, Dušan Nohavica

Byla zkoumána spektra hlubokých hladin (DLTS), elektroluminiscenční spektra (ELS) a závislost výstupního světelného výkonu na elektrickém proudu světelných diod z fosfidu galitého dotovaného atomy dusíku před a po urychlené degradaci elektrickým proudem s cílem odhalit fyzikální mechanismy způsobující stárnutí diod při dlouhodobém provozu. Zkoumané vzorky diod byly připraveny a degradovány v továrně Siemens AG v Regensburgu, kde se obdobným způsobem vyrábějí a testují diody komerční. Princip funkce světelných diod GaP:N spočívá v tom, že se elektrickým proudem vytvářejí elektron-děrové páry, které následně zářivě rekombinují na atomech dusíku (zabudovaných v krystalové mřížce na místě fosforu) za vzniku světelných kvant v zeleném pásmu vlnových délek. Část těchto párů rekombinuje nezářivě, přičemž se zvyšuje kinetická energie některých atomů v krystalové mřížce, a tak dochází k chemickým reakcím, jejichž produkty, nové atomové komplexy, se mohou uplatnit jako nové kanály pro nezářivou rekombinaci nebo pro zářivou rekombinaci na nevhodné vlnové délce. Tím dochází ke snížení světelného výkonu zeleného světla a tedy k degradaci diody. Na diodách před degradací byla zjištěna atomová centra odpovídající komplexu dvou atomů dusíku v místě fosforu. Tato centra jsou vždy přítomna v malé koncentraci v GaP dotovaném dusíkem. Kromě toho byla zjištěna přítomnost příbuzných center, u nichž je vedle fosforového páru účasten atom křemíku. Po degradaci se centra s atomem křemíku přemění na nová centra, která zprostředkovávají nový účinný kanál pro zářivou rekombinaci na nežádoucí vlnové délce. To pak způsobuje dominantní snížení výkonu zeleného světla po degradaci diod. Pro potlačení degradace diod je třeba snížit koncentraci křemíku v GaP při výrobě. Hlavním zdrojem křemíku jsou skleněné části použité v pěstovací soustavě, které je třeba vyloučit a nahradit je vhodnou keramikou.

[1] Žďánský K., Zavadil J., Nohavica D., Kugler S.: J. Appl. Phys. 83, 7678 (1998).

Anotace

Polovodičové materiály s příměsí vzácných zemin a jejich využití v elektronice

Olga Procházková, Dušan Nohavica, Jan Novotný

Do oblasti výzkumu polovodičových materiálů pro aplikační účely patří studium vlivu prvků vzácných zemin (RE) na jejich vlastnosti. Problematika spadá do širšího kontextu současného zájmu o studium materiálů s obsahem RE: křemenná vlákna s příměsí RE jako vláknové lasery a optické zesilovače, křemík dotovaný RE jako materiál pro optoelektroniku. V souladu s tímto vývojovým trendem byly na monokrystalických InP podložkách metodou epitaxního růstu z kapalné fáze s příměsí vzácné zeminy v tavenině připraveny velmi čisté InP vrstvy. Koncentrace volných nositelů náboje se pohybovala okolo $1\div 2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$, což je hodnota o tři řády nižší než je tomu u běžně připravovaných vrstev. Ve spolupráci s Elektrotechnickým ústavem SAV, Bratislava jsou vrstvy zpracovávány na struktury vhodné pro realizaci detektorů záření. Dále byly připraveny InP vrstvy se zabudovaným Yb v krystalové mříži InP a zhotoveny testovací vzorky diod, které představují elektroluminiscenční zdroj záření s přesně definovanou vlnovou délkou. Byl proveden komplexní výzkum přípravy a charakterizace vlastností vrstev GaInP(As) na GaAs podložkách. Bylo ověřeno použití těchto vrstev pro fotokatody generující vodík pod vlivem slunečního záření a studovány možnosti jejich využití pro fotovoltaiické články a detektory nukleárních částic.

- [1] Procházková O., Somogyi K., Novotný J., Zavadil J., Žďánský K.: Characterization of InP layers prepared by LPE using ytterbium and erbium admixture, Heterostructure Epitaxy and Devices, Kluwer Academic Publishers, (Eds. P. Kordoš and J. Novák), NATO Science Series 3/48 (1998) 160–163.
- [2] Nohavica D., Gladkov P., Žďánský K.: Preparation and properties of thick intentionally undoped GaInP(As)/GaAs layers, 6th International Workshop on Gallium Arsenide and Related Compounds, Praha 1998.

Příloha 2

TABULKY