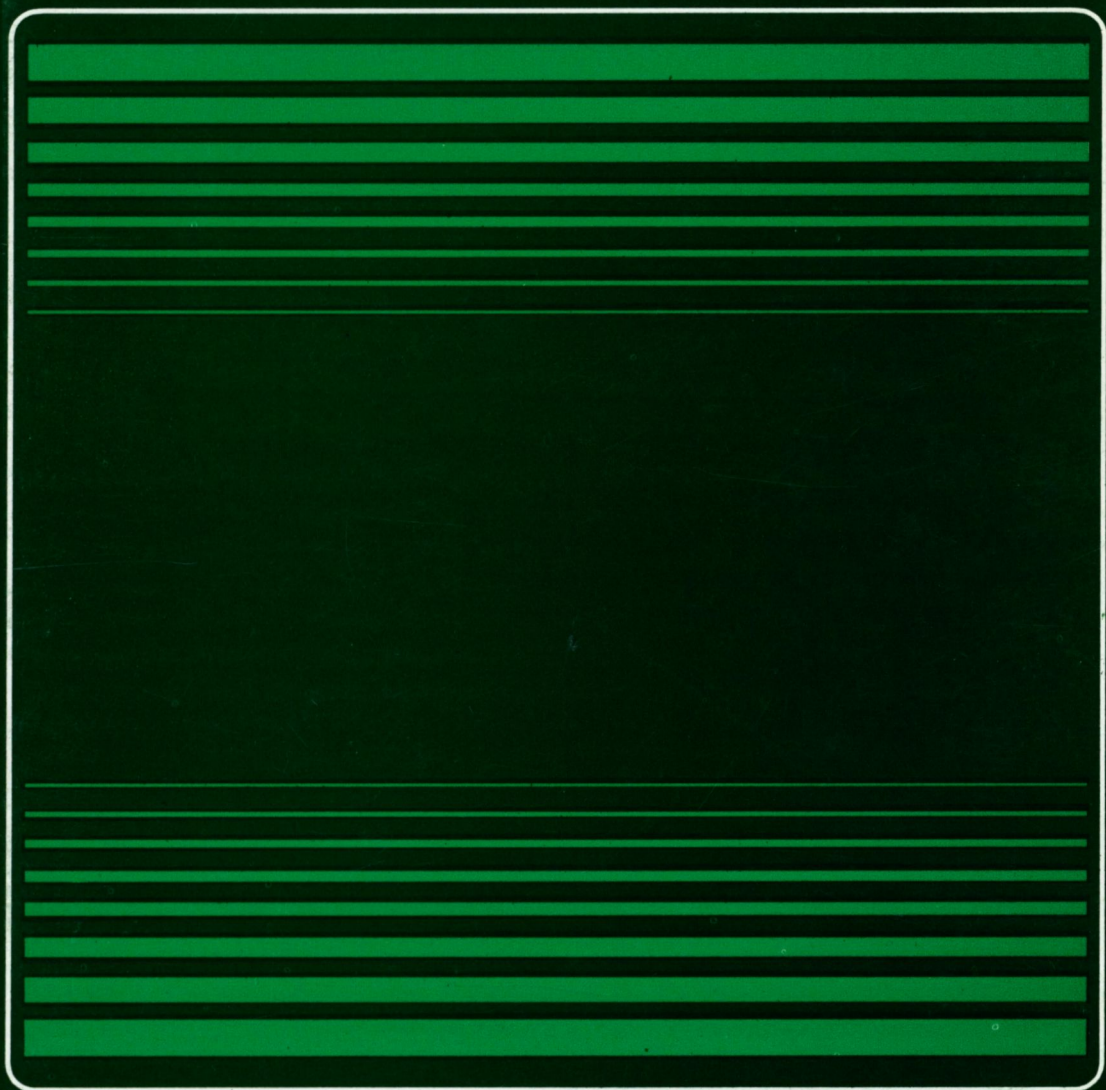


MATERIAŁY ELEKTRONICZNE

PL ISSN 0209-0058



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

Nr 3
1997 T.25

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) wydaje trzy czasopisma naukowe, których tematyka dotyczy inżynierii materiałowej, elektroniki i fizyki ciała stałego, a w szczególności technologii otrzymywania nowoczesnych materiałów, ich obróbki, miernictwa oraz wykorzystania dla potrzeb elektroniki i innych dziedzin gospodarki:

***Materiały Elektroniczne** - kwartalnik, zawierający artykuły problemowe, teksty wystąpień pracowników ITME na konferencjach,

***Prace ITME** - 3-4 razy w roku, zawierające monografie, rozprawy doktorskie i habilitacyjne pracowników ITME.

***MST News Poland** - kwartalnik w języku angielskim, zawierający artykuły dotyczące polskich osiągnięć w zakresie mikrosystemów rozumianych jako zespoły czujników przetwarzających wielkości mierzone na sygnał elektryczny, układów obróbki tego sygnału oraz wskaźników lub elementów wykonawczych (actuators). Czasopismo jest sponsorowane przez Program Europejski NEXUS (Network of Excellence in Multifunctional Microsystems).

Ośrodek Informacji Naukowej i Technicznej ITME oferuje informację ze skomputeryzowanego, bibliograficznego banku danych "Materiały Elektroniczne BAZA" (od 1993 r.), w postaci następujących "Profilu tematycznych":

- 1 - Krzem i przyrządy z Si
- 2 - Związki półprzewodnikowe A^mB^n
- 3 - Pozostałe materiały półprzewodnikowe
- 4 - Materiały elektrooptyczne, piezoelektryczne i laserowe
- 5 - Nadprzewodniki wysokotemperaturowe i podłoża
- 6 - Materiały ceramiczne. Złącza ceramika-metal
- 7 - Szkła dla zastosowań optycznych. Światłowodów
- 8 - Kompozyty. Materiały stykowe. Spoiwa i stopy metaliczne
- 9 - Pasty do układów hybrydowych
- 10 - Metalizacja. Czyste metale. Stopy amorficzne. Układy wielowarstwowe metaliczne
- 11 - Półprzewodnikowe przyrządy mikrofalowe i układy scalone
- 12 - Przyrządy z akustyczną falą powierzchniową
- 13 - Czujniki
- 14 - Fotolitografia. Jonolitografia. Elektronolitografia. Maski

Profile tematyczne obejmują następujące rodzaje dokumentów: artykuły z czasopism krajowych i zagranicznych, książki, raporty z prac naukowo-badawczych niepublikowanych, materiały z konferencji.

Język informacyjno-wyszukiawczy (narzędzie wyszukiwawcze BAZY): kontrolowany słownik słów kluczowych oraz własna klasyfikacja tematyczna.

Częstotliwość profili tematycznych: 16-20 razy rocznie, w cyklu 3-tygodniowym, udostępniane są pocztą elektroniczną lub w formie wydruku komputerowego.

Wydawnictwa informacyjne Ośrodka:

* **Wykaz Bibliograficzny Raportów z Prac Naukowo-Badawczych ITME,**

* **Wykaz Nabytków Biblioteki ITME**

* **Wykaz Czasopism** gromadzonych w ITME- Current Contents (odbitki kserograficzne spisów treści czasopism wytypowanych przez użytkowników)

Ośrodek oferuje również: • wykonywanie odbitek kserograficznych, • wypożyczenia międzybiblieczne.

Szczegółowe informacje i zamówienia na określone pozycje kierować należy pod adresem: Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych DS-3 Ośrodek INT, ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa 118, skr.poczt.39, tel. 35-30-41/49 w. 108, 129, 425, tlx 825031 itme pl, fax (+48 22) 34-90-03, E- mail: itme4@atos.warman.com.pl lub karwiz_a@sp.itme.edu.pl

Ponadto ITME wydaje:

*** **Katalogi i karty katalogowe technologii, materiałów, wyrobów i usług**

Informacji udziela Dział Marketingu- NM, ul. Wólczyńska 133, 01-191 Warszawa 118, skr.poczt.39, tel.34-97-30, fax: 34-90-03, tlx 825031 itme pl. E-mail: itme@atos.warman.com.pl

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

MATERIAŁY ELEKTRONICZNE

KWARTALNIK

T. 25 - 1997 nr 3

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

WARSZAWA ITME 1997

<http://rcin.org.pl>

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

prof. dr hab. inż. Andrzej JELEŃSKI (redaktor naczelny)

doc. dr hab. inż. Paweł KAMIŃSKI (z-ca redaktora naczelnego)

prof. dr hab. inż. Andrzej JAKUBOWSKI, doc. dr hab. inż. Jan KOWALCZYK

doc. dr Zdzisław LIBRANT, dr Zygmunt ŁUCZYŃSKI

doc. dr hab. inż. Tadeusz ŁUKASIEWICZ, prof. dr hab. inż. Wiesław MARCINIAK

prof. dr hab. inż. Władysław K. WŁOSIŃSKI, mgr Eleonora JABRZEMSKA (sekretarz redakcji)

Adres Redakcji:

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa, email: itme4@atos.warman.com.pl

WWW - <http://www.itme.edu.pl>

tel. 35 44 16 lub 35 30 41 w. 454	- redaktor naczelny
35 30 41 w. 164	- z-ca redaktora naczelnego
35 30 41 w. 129	- sekretarz redakcji

PL ISSN 0209 - 0058

Skład i grafika komputerowa - ITME
Andrzej Karwiz (karwiz_a@sp.itme.edu.pl)

<http://rcin.org.pl>

SPIS TREŚCI

ARTYKUŁY

EPITAKSJA WARSTW Er:YAG Z FAZY CIEKŁEJ

Jerzy Sarnecki, Jerzy Skwarcz 4

AMORPHOUS CHALCOGENIDE SEMICONDUCTORS FOR SOLID STATE DOSIMETRIC SYSTEMS OF HIGH-ENERGETIC IONIZING RADIATION

Oleg Shpotyuk 18

SENSYBILIZACJA WŁAŚCIWOŚCI LASEROWYCH KRYSTAŁU CTH:YAG PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM

Sławomir H. Kaczmarek, Waldemar Żendzian, Tadeusz Łukasiewicz,
Krzysztof Stępa, Zbigniew Moroz, Stanisław Warchoń 23

TECHNOLOGIE, MATERIAŁY, WYROBY I USŁUGI ITME

WŁÓKNA ŚWIATŁOWODOWE DO OŚWIETLACZY

Ewa Ponińska, Dariusz Pysz, Longin Kociszewski, Ryszard Stępień 35

KRONIKA ITME

PRACE DOKTORSKIE PRACOWNIKÓW ITME

Sławomir Kwiatkowski 44

BADANIE STABILNOŚCI TERMICZNEJ UKŁADU METAL-ZWIĄZKI PÓŁPRZEWODNIKOWE A^{III}B^V

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH PUBLIKACJI PRACOWNIKÓW ITME W 1997 R. 46

PROJEKTY BADAWCZE ZAKOŃCZONE W 1997 R. 49

BIULETYN POLSKIEGO TOWARZYSTWA WZROSTU KRYSTAŁÓW (PTWK) NR 9. . 52

PRACE DOKTORSKIE PRACOWNIKÓW ITME

dr Sławomir Kwiatkowski
Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
Zakład Badań Mikrostrukturalnych

Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Turowski - Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
Recenzenci: prof. dr hab. Henryk Rzewuski - Instytut Chemii i Techniki Jądrowej
doc. dr hab. inż. Anna Piotrowska - Instytut Technologii Elektronowej

Stopień doktora nauk w zakresie fizyki doświadczalnej
został nadany w dniu 27.05.1997 r.
w Instytucie Problemów Jądrowych w Warszawie

Tytuł rozprawy: **Badanie stabilności termicznej układu metal-związki półprzewodnikowe $A^{III}B^V$**

Stabilność termiczna układu metal-związki półprzewodnikowe $A^{III}B^V$ jest bardzo ważnym czynnikiem decydującym o praktycznym wykorzystaniu tych struktur we współczesnych przyrządach półprzewodnikowych takich jak: tranzystory metal-semiconductor field effect transistor (MESFET), modulation-doped field-effect-transistor (MODFET), diody i lasery. Postęp w wytwarzaniu tych urządzeń jest ściśle uzależniony od stopnia poznania mechanizmów fizykochemicznych zachodzących na styku powierzchni metal/półprzewodnik.

Badania przeprowadzono techniką Rutherford backscattering (RBS) z wykorzystaniem techniki kanałowania, uzupełniając je wynikami pomiarów dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) i mikroskopii elektronowej (TEM).

W pracy pokazano, że GaAs jest związkiem stabilnym termodynamicznie. Trzyminutowe wygrzewania w temperaturach do 700°C nie niszczą jego struktury. Dopiero wygrzewania w 800 °C powodują dekompozycję w warstwie przypowierzchniowej o głębokości 400 nm. Koncentracja defektów w tym obszarze nie przekracza 7 at %.

Zastosowanie metalizacji typu Au, Au/Zn/Au, Au/Te/Au czy Au/Sb/Au znacznie obniża temperaturę dekompozycji podłoża z materiału $A^{III}B^V$. W przypadku GaAs temperatura ta maleje z 600 °C do 400 °C. W rozprawie pokazano, że szybkość procesu dekompozycji związków $A^{III}B^V$ zależy od możliwości uwalniania lotnego składnika próbki B^V . Użycie warstw barierowych w rodzaju SiO_2 lub Al_2O_3 może spowolnić lub zatrzymać reakcję na międzypowierzchni metal/ $A^{III}B^V$. Wygrzewanie struktur typu Au/ $A^{III}B^V$ powoduje powstawanie piramidalnych dendrytów Au sięgających, w zależności od temperatury wygrzewania, głębokości 100-200 nm. Bezpośrednia reakcja Au/ $A^{III}B^V$ na międzypowierzchni odbywa się na obszarze kilkunastu monowarstw, zaś wygrzewanie struktur Au/ $A^{III}B^V$ pokrytych warstwą, SiO_2 lub Al_2O_3 ogranicza ten obszar do 2-5 monowarstw.

Poza tym proces wygrzewania sprawia, że układ metal/ $A^{III}B^V$ będący przed wygrzewaniem diodą Schotky'ego (złącze prostujące) staje się kontaktem omowym (złącze z liniową charakterystyką prądowo-napięciową) o oporności właściwej rzędu $5 \times 10^{-5} \Omega cm^2$.

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH PUBLIKACJI PRACOWNIKÓW ITME W 1997 R.

RADIAL TEMPERATURE DISTRIBUTION IN LiNbO_3 CRYSTALS PULLED BY THE CZOCHRALSKI TECHNIQUE

Z. Gałązka (ITME) ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

Journal of Crystal Growth 178 1997, 345-349, il.b.

The influence of the ambient temperature and different thermal conductivities for axial and radial directions on the radial temperature difference distribution along the crystal axis was investigated. It was found that radial temperature difference distribution, which is a measure of curvature of the thermal field, is strongly affected by Biot number, and ambient temperature. The strong influence on the temperature distribution in growing crystal has temperature gradient in the vicinity of the interface.

SHORT-TIME HIGH-TEMPERATURE ANNEALING OF $\text{Fe}(\text{CuMo})\text{SiB}$: A MÖSSBAUER STUDY

**T. Girhardt, T. Graf, J. Hesse, G. Herzer A. Grabias (ITME), M. Kopcewicz (ITME)
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland,**

Materials Science and Engineering A226-228 1997, 204-208, il. b.

The very soft magnetic properties of the $\text{Fe}_{73.5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13.5}\text{B}_9$ (FINEMET) alloy are due to a nanocrystalline structure built during the annealing of the as-quenched amorphous ribbon at suitable chosen temperature and time. In the nanocrystalline state, the samples consist of nanoscale FeSi grains with diameters between 10 and 15 nm embedded in a remaining amorphous matrix.

The formation of the nanostructure is influenced by the elements Cu and Nb. In this contribution, Nb is replaced by Mo, an atom with a smaller diameter. The aim of this experimental study is to investigate the changes in the onset of nanocrystallization, the microcrystallization and also the crystallization products due to the replacement of Nb by Mo.

The conventional Mössbauer effect on ^{57}Fe is used as a tool for phase analysis. The phase identification is done via the hyperfine field values. We are able to perform well defined annealing procedures for short times, *i.e.*, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 300 and, for comparison, 3600 s. This time series was performed at a rather high annealing temperature of 650 °C. After the annealing procedure, the samples were rapidly cooled down to room temperature. The Mössbauer spectra are collected after this procedure.

EFFECT OF SILICON ION IMPLANTATION ON THE PROPERTIES OF A CAST Co-Cr-Mo ALLOY

M. Kamiński, J. Baszkiewicz, J. Kozubowski, A. Bednarska, A. Barcz, G. Gawlik (ITME), J. Jagielski (ITME) ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

Journal of Materials Science 32 1997, 3727-3732, il.b.

The effect of silicon ion implantation upon the corrosion resistance and structure of the cast Co-Cr-Mo alloy of the vitallium type, was examined. The silicon fluences were 1.5, 3.0 and $4.5 \times 10^{17} \text{Si}^+ \text{cm}^{-2}$. The surface layer of the vitallium samples implanted with these silicon doses was found to become amorphous. Further annealing of the samples at 200 °C resulted in the $\text{Cr}_3\text{Co}_5\text{Si}_2$ phase being formed, whereas the amorphous layer was preserved. The vitallium samples submerged in the 0.9% NaCl solution underwent mainly uniform corrosion, irrespective of whether or not they had been implanted with Si^+ ions. With increasing doses of implanted silicon and after annealing at 200 °C (samples implanted with $1.5 \times 10^{17} \text{Si}^+ \text{cm}^{-2}$), the corrosion resistance increased. The thickness of the oxide layer formed during the anodic polarization depended on the implanted silicon doses.

MAGNETIC PROPERTIES OF THE NANOCRYSTALLINE bcc-Fe PHASE FORMED IN FeZrBCu ALLOYS INVESTIGATED BY USING THE RADIO-FREQUENCY COLLAPSE AND SIDEBAND EFFECTS

M. Kopcewicz (ITME), A. Grabias (ITME) ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland, P. Nowicki

Materials Science and Engineering A226-228 1997, 515-519

An unconventional technique combining Mössbauer spectroscopy, with the effects induced by magnetic radio-frequency (rf) fields (rf collapse and rf sidebands) is employed to study the microstructure and magnetic properties of nanocrystalline bcc-Fe phase formed by annealing amorphous $\text{Fe}_{93-x-y}\text{Zr}_7\text{B}_x\text{Cu}_y$ alloys at 500-600 °C. The rf-Mössbauer experiments allow us to distinguish soft magnetic nanocrystals from magnetically harder microcrystalline phases. The complete rf collapse of the magnetic hyperfine structure occurs only in the amorphous and nanocrystalline phases and is suppressed by the formation of microcrystalline α -Fe. The rf sidebands disappear when the nanocrystalline phase is formed, what proves that magnetostriction vanishes. The rf-Mössbauer experiments performed as a function of the rf field intensity provide information regarding the distribution of anisotropy fields related to the size distribution of the bcc-Fe grains.

THE 4π EPITAXIAL Si DETECTORS ARRAY FOR IN-BEAM SPECTROSCOPY EXPERIMENTS

A. Kordyasz, J. Kownacki, M. Kisieliński, E. Nossarzewska-Orłowska (ITME),

J. Sarnecki (ITME), ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 390 1997, 198-202 il.b.

A 4π Si-ball of about 5 cm diameter consisting of 12 pentagonal and 18 hexagonal silicon epitaxial n^+n-p^+ detectors of sensitive thickness of 100 μm has been constructed. The energy resolution measured with 3.5 and 5.85 MeV α -particles from ^{148}Gd and ^{241}Am sources, respectively, varied from about 30-90 keV for individual detectors. The main aim of constructing this device was to provide selection of reaction channels for in-beam spectroscopy. The first "in-beam" results for this Si-ball were obtained using the reaction ^{40}Ca (200 MeV) + $^{58}\text{Ni} \rightarrow ^{98}\text{Cd}^*$ in an experiment performed at GSI.

YTTRIA-STABILIZED ZIRCONIA THIN FILMS GROWN BY r.f. MAGNETRON SPUTTERING FROM AN OXIDE TARGET

H. Tomaszewski (ITME) ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

J. Haemers, N. De Roo, J. Denul, R. De Gryse

Thin Solid Films 293 1997, 67-74, il. b.

Yttria-stabilized zirconia thin films with cubic crystallographic structure were deposited onto glass substrates by r.f. magnetron sputtering from an oxide target. It was found that zirconia growth is strongly dependent on the sputtering power and pressure. At low power and high pressure, zirconia grows preferentially in the (200) direction with columnar microstructure. In contrast, high power and low sputtering pressures promote the growth of randomly oriented polycrystalline zirconia. Increasing the argon flow at constant power and sputtering pressure again favours preferential growth of zirconia layers, however, not in the (200) direction as before, but in the (111) direction.

INVESTIGATION OF COLOUR CENTRES IN SrLaAlO_4 AND SrLaGaO_4 SINGLE CRYSTALS

S.B. Ubizskii, D.I. Savytskii, V.Ya. Olijnyk, A.O. Matkovskii, A. Gloubokov (ITME),

A. Pajczkowska (ITME) ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warsaw, Poland

Acta Physica Polonica A 1997 vol. 92 nr 1 s. 163-168, il. b.

Absorption spectra of SrLaAlO_4 and SrLaGaO_4 single crystals are investigated as well as their changes after irradiation by γ -quanta (^{60}Co source). Both crystals reveal a similar behaviour that is caused, as it seems, by the same nature of colour centres in them. The conclusion that oxygen defects as well as Fe impurities play a significant role in the colour centres formation in these crystals.

PROJEKTY BADAWCZE ZAKOŃCZONE W 1997 ROKU

Nr 8 S501 028 07

ZASTOSOWANIE NIESTACJONARNEJ SPEKTROSKOPII FOTOPRĄDOWEJ DO BADANIA GŁĘBOKICH CENTRÓW DEFECTOWYCH W MATERIAŁACH PÓLIZOLUJĄCYCH TYPU A^{III}B^V

doc.dr hab.inż.Paweł Kamiński, dr inż. Michał Pawłowski, dr inż Maria Palczewska, inż. Robert Ćwirko, inż. Roman Kozłowski

Współpraca międzynarodowa z:

Laboratoire de Genie Electrique de Paris (LGEP)

Opracowano nową metodę badania centrów defektowych w półizolujących kryształach GaAs i InP, polegającą na zautomatyzowanym pomiarze niestacjonarnych przebiegów fotoprądu w zakresie temperatur 20-320 K i komputerowej analizie temperaturowych zależności stałych czasowych tych przebiegów. Zbudowano system pomiarowy, umożliwiający próbkowanie impulsów fotoprądu z maksymalną częstotliwością 1 MHz, akwizycję danych cyfrowych po 4000 uśrednieniach i archiwizację danych pomiarowych na płytach CD-R. Przeprowadzono badania centrów defektowych w półizolujących kryształach GaAs i InP otrzymywanych metodą Czochralskiego, w półizolujących kryształach GaAs poddanych obróbce termicznej oraz w warstwach epitaksjalnych GaAs osadzanych metodą low temperature molecular beam epitaxy (LTMBE) i w warstwach epitaksjalnych InP osadzanych metodą wodorkową.

Stwierdzono, że nowa linia absorpcyjna występująca przy częstotliwości 1202 cm⁻¹ może być związana z centrami defektowymi o energii aktywacji (160-182) meV. Otrzymywane wyniki potwierdzają dużą rozdzielczość nowej metody oraz złożoność struktury defektowej półizolującego GaAs i InP.

OFERTA

1. Dla ITME Warszawa - okresowa kontrola jakości produkowanych kryształów półizolującego GaAs i InP, badania przy opracowaniu nowych technologii,

- testowanie materiałów innych producentów.
2. Dla krajowych ośrodków naukowo badawczych (ITE, IF PAN, WAT) - usługi w zakresie badania centrów-defektowych w materiałach półizolujących, wspólne prace badawcze.
 3. Dla zagranicznych producentów i ośrodków naukowo-badawczych - usługi w zakresie badań centrów defektowych w materiałach półizolujących, wspólne prace badawcze w ramach współpracy międzynarodowej.

Nr 8 S501 028 07

APPLICATION OF PHOTOINDUCED TRANSIENT SPECTROSCOPY FOR DEEP DEFECT CENTRES INVESTIGATION IN III-V SEMI-INSULATING MATERIALS

doc. dr hab. inż. Paweł Kamiński, dr inż. Michał Pawłowski, dr inż. Maria Palczewska, inż. Robert Ćwirko, inż. Roman Kozłowski

International cooperation with: Laboratoire de Génie Electrique de Paris (LGEPE)

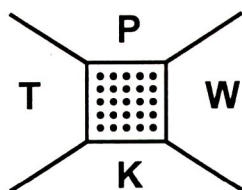
A new method of defect centres investigation in semi-insulating (SI) crystals of GaAs and InP has been developed. The method is based on computer controlled measurements of photocurrent transients in an temperature range of 20-320 K and analysis of time constants as functions of temperature. The dedicated experimental system, which uses fast conversion of analog input signal into digital data stream with simultaneous averaging of data, was set up. The photocurrent transients are digitally recorded after up to 4000 averages with 12 bit resolution at the maximum frequency of 1 Mhz. The measured data can be stored on CD-R disks. Using the new system, defect centres were studied in the following materials: bulk crystals of SI GaAs and InP:Fe grown by LEC method, SI GaAs crystals subjected to thermal annealing as well as in epitaxial layers of SI GaAs grown by low temperature molecular beam epitaxy (LTMBE) and epitaxial layers of InP:Fe grown by VPE. It was found that a new absorption line at 1202 cm^{-1} can be assigned to defect centres with activation energy of (160-182) meV. A high resolution of the method is shown.

OFFER

1. For ITME Warsaw - periodical quality control of manufactured SI GaAs and InP

crystals: studies of defects centres for development of new crystal growth methods, testing of semi-insulating materials of other producers.

2. For other Polish research institutions - services on studies defect centres in semi-insulating materials, common research projects.
3. For world producers of semi-insulating materials and research organisations - services on studies defects centres in semi-insulating materials, testing of technological processes, common research projects.



**PROTOKÓŁ
Z II KRAJOWEGO SYMPOZJUM SEKCJI WZROSTU
KRYSZTAŁÓW OBJĘTOŚCIOWYCH
POLSKIEGO TOWARZYSTWA WZROSTU KRYSZTAŁÓW,
W DNIU 30 CZERWCA 1997 R.
W INSTYTUCIE TECHNOLOGII MATERIAŁÓW
ELEKTRONICZNYCH W WARSZAWIE**

Symposium zostało zorganizowane przez Sekcję Wzrostu Kryształów Objętościowych PTWK przy współdziałaniu Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie.

Prof. Anna Pajęczkowska (Przewodnicząca Sekcji Kryształów Objętościowych PTWK) rozpoczęła posiedzenie Sekcji powitaniem wykładowców, przybyłych członków PTWK oraz nie zrzeszonych uczestników sympozjum.

Dyrektor ITME, dr Zygmunt Łuczyński powitał uczestników oraz krótko scharakteryzował działalność Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych.

Następnie zostały wygłoszone cztery wykłady;

- Dlaczego fizyka kryształów jest ciekawa - przynajmniej dla mnie - prof. Łukasz A. Turski, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN i Szkoła Nauk Ścisłych w Warszawie.

- Wybrane metody analizy stanu powierzchni kryształów podłożowych: kryształy związków III-V i tlenkowe - prof. Andrzej Turos, Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie.

- Podłożowe monokryształy II-VI o niskiej gęstości defektów otrzymane metodą sublimacji (ang.) - prof. Andrzej Mycielski, Instytut Fizyki PAN w Warszawie.

- Promieniowanie synchrotronowe w charakteryzacji kryształów - prof.

Kisiel, Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Po wysłuchaniu wykładów, przystąpiono do omówienia spraw organizacyjnych Sekcji Wzrostu Kryształów Objętościowych, po których prof. K. Sangwal podał informacje na temat sympozjów oraz konferencji organizowanych w 1998 roku .

Od godz. 15.00 goście mogli zwiedzać wybrane laboratoria w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych m.in. w Laboratorium Wzrostu Monokryształów Tlenkowych odbyła się prezentacja zarodkowania i wzrostu kryształów objętościowych otrzymywanych metodą Czochralskiego, obserwowanych kamerą video oraz układu do kontroli i pomiaru ciśnienia cząstkowego tlenu, podczas procesu krystalizacji monokryształów tlenkowych.

Protokołowała
Dorota Pawlak

Streszczenia wykładów:

DLACZEGO FIZYKA KRYSZTAŁÓW JEST CIEKAWA (PRZYNAJMNIEJ DLA MNIE)

Łukasz A. Turski

Centrum Fizyki Teoretycznej PAN, Szkoła Nauk Ścisłych

Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Rozwój fizyki kryształów nierozzerwalnie związany jest z ewolucją naszego zrozumienia symetrii i samopodobieństwa. Studenci fizyki poddawani są "indoktrynacji", że podstawowym pojęciem symetrii kryształu jest periodyczność sieci krystalicznej (abelowa grupa symetrii) i zgodna z nią symetria obrotowa. Prowadzi to do znanego twierdzenia o nieistnieniu kryształów z pięciokrotną osią symetrii. Tymczasem w historii nauki z takim pojęciem symetrii kryształów konkurowało pojęcie samopodobieństwa. W przyrodzie samopodobne struktury są powszechniejsze niż translacyjnie symetryczne. Twórcy fenomenologicznej teorii kryształów, od Keplera, Hooka po dzień dzisiejszy przywiązywali dużą wagę do roli zarówno symetrii jak i samopodobieństwa odgrywanej w fizyce kryształów.

W moim wykładzie starałem się pokazać liczne przykłady samopodobnych struktur w przyrodzie i przytoczyć przykłady na to, że samopodobny wzrost jest bardziej "podstawowy", niż wymogi symetrii translacyjnej i zgodnej z nią symetrii obrotowej. Starałem się naszkicować konsekwencje tego podejścia i przytoczyć argumenty za tym, że badania quasi-kryształów i lokalnej struktury szkieł potwierdzają tę hipotezę.

WYBRANE METODY ANALIZY STANU POWIERZCHNI KRYSTAŁÓW PODŁOŻOWYCH (KRYSTAŁY ZWIĄZKÓW III-V I TLENKOWE)

Andrzej Turos
Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

Dobór odpowiedniego kryształu podłożowego jest decydujący dla prawidłowego wzrostu warstw epitaksjalnych. Stan powierzchni jest jednym z najważniejszych parametrów podłoża ponieważ właśnie na powierzchni następuje oddziaływanie z osadzaną warstwą.

Szczególnie przydatne do analizy stanu powierzchni są metoda rozpraszania elastycznego - (RBS) Rutherford Backscattering Spectrometry i reflektometria rentgenowska. Metoda RBS wykorzystuje zjawiska zachodzące podczas oddziaływania wysokoenergetycznych lekkich jonów z materią. Typowy układ pomiarowy składa się z akceleratora, najczęściej typu Van der Graaffa, przyspieszającego jony wodoru lub helu do energii 1-2 MeV, układu jonowodów doprowadzających wiązkę jonów do komory eksperymentalnej, w której znajduje się badana próbka i detektor cząstek. Padające jony ulegają rozproszeniu na atomach próbki i są rejestrowane pod kątem bliskim 170° . Szczególnie ważne rozszerzenie metody RBS uzyskuje się dzięki wykorzystaniu zjawiska kanałowania jonów. Zjawisko to występuje w kryształach, wówczas gdy skolimowana wiązka jonów pada na kryształ w kierunku jednej z jego głównych osi krystalograficznych. Analiza widm energetycznych rozproszonych cząstek pozwala na ujawnienie struktur defektowych, pomiar ilości przemieszczonych atomów oraz głębokości na jakiej się znajdują, a ponadto na identyfikację domieszek i lokalizację ich położeń sieciowych.

Reflektometria rentgenowska wykorzystuje zjawiska zachodzące, gdy wiązka monochromatycznego promieniowania pada na powierzchnię ciała stałego pod bardzo małym kątem ($< 0.1^\circ$). Następuje wówczas całkowite zewnętrzne odbicie, którego kąt krytyczny jest miarą gęstości warstwy powierzchniowej. Wraz ze wzrostem kąta padania intensywność promieniowania rozproszonego gwałtownie maleje, pojawiają się natomiast efekty dyfrakcyjne. Analiza tych zjawisk pozwala na wyznaczenie szorstkości powierzchni, grubości warstwy powierzchniowej, a nawet na analizę podłoża.

Obie metody charakteryzują się wysoką czułością w sprzyjających warunkach, poniżej jednej warstwy monoatomowej oraz są w wysokim stopniu komplementarne.

LOW DEFECT DENSITY, SUBSTRATE QUALITY CRYSTALS OF THE LARGE GAP II-VI COMPOUNDS, OBTAINED BY PHYSICAL VAPOUR TRANSPORT TECHNIQUE

A. Mycielski, E. Łusakowska, A. Szadkowski and L. Kowalczyk
Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, Warszawa

Growing of reproducible high quality single crystals of: ZnSe , $\text{ZnSe}_{(1-x)}\text{S}_x$ ($x < 0.15$), $\text{Zn}_{(1-x)}\text{Mg}_x\text{Se}$ ($x < 0.10$), ZnTe and $\text{Cd}_{(1-x)}\text{Zn}_x\text{Te}$ ($x < 0.04$) is described. It is shown that twinning, which plagues high-temperature crystallization from the melt, can be strongly reduced by applying simple low-temperature physical vapour transport (PVT) technique.

Special shape of the quartz ampules was used for seedless crystallization by PVT technique and the growth rate of 3 mm/day was achieved in the furnaces with suitable temperature profiles. The growth of the high-quality crystals required careful preparation of the charge material, and essential role of the uniformly stoichiometric charge is emphasized.

The crystals have been characterized by the measurements of: X-ray diffraction, X-ray rocking curve width, energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF), etch pit density, photoluminescence in the near-band-edge region of the spectrum and reflectivity in the same region. The presence of the residual impurities was investigated by photoluminescence measurements in the wide range of the spectrum. The results of the characterization confirmed high quality of the crystals. For example, for $\text{Cd}_{0.96}\text{Zn}_{0.04}\text{Te}$ crystals the width (full width at half maximum - FWHM) of the rocking curve was only 20 arcsec and the density of dislocations was between 10^4 and 10^5 cm^{-2} .

For the ZnSe-based crystals and for ZnTe the FWHM of the rocking curve was between 30 and 40 arcsec and the density of dislocations did not exceed $5 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$. The homogeneity of the ternary crystals was investigated by EDXRF. The deviations of the composition x from its nominal value were smaller than 0.005 along a distance of 1 cm inside the crystal. There were no meaningful differences between the photoluminescence spectra at different points of the same crystal rod.

The size and homogeneity of the crystal rods allowed us to cut twin-free, single-crystal substrate plates of the dimensions 15 mm x 15 mm x 1 mm.

PROMIENIOWANIE SYNCHROTRONOWE W CHARAKTERYZACJI KRYSZTAŁÓW

Andrzej Kisiel
Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Reymonta 4, 30-059 Kraków

Elektron przyspieszony w synchrotronie do energii relatywistycznych i poruszający się po torze krzywoliniowym (kołowym) promieniuje promieniowanie elektromagnetyczne hamowania (promieniowanie synchrotronowe), które odznacza się cechami szeroko wykorzystywanymi w badaniach podstawowych w fizyce, chemii, biologii i medycynie oraz zastosowaniach przemysłowych. Promieniowanie synchrotronowe posiada:

1. widmo ciągłe rozciągające się od obszaru podczerwieni do obszaru twardego promieniowania rentgenowskiego bez jakichkolwiek struktur widma liniowego,
2. ściśle określoną charakterystykę czasową widma (pulsy światła pojawiają się w jednakowych odstępach czasu zależnych od częstości wstrzykiwania elektronów do synchrotronu),
3. bardzo dużą jasność źródła przekraczająca 10 razy jasność powszechnie stosowanych lamp rentgenowskich,
4. bardzo wysoką kolimację wiązki promieniowania (< 1 mrad),
5. liniowo spolaryzowaną wiązkę o wektorze elektrycznym, równoległym do płaszczyzny orbity elektronowej (w centrum wiązki),
6. kołowo lub eliptycznie spolaryzowaną wiązkę poza osią wiązki,
7. możliwość ścisłego przewidywania istotnych parametrów wiązki np. natężenia na podstawie geometrycznych synchrotronu i energii promieniujących elektronów.

Ze względu na wymienione niewątpliwe zalety promieniowania synchrotronowego promieniowanie to znalazło rozległe zastosowania w różnorodnej diagnostyce materiałów. Jest mianowicie obecnie stosowane do:

- szeroko pojętych badań dyfrakcyjnych na obiektach mono i polikrystalicznych, a w szczególności do dynamicznej analizy przemian fazowych w funkcji temperatury i ciśnienia,
- badań dyfrakcyjnych w zakresie krystalografii makromolekuł i supramolekuł,
- badań niskokątowego rozpraszania promieni X,
- badań dyfrakcyjnych powierzchni, w tym również fal stojących,
- jedno i wielokrystalicznej topografii rentgenowskiej,
- badań struktury lokalnej kryształów i materiałów mikrokystalicznych, stopów metali i roztworów stałych półprzewodników i dielektryków przy użyciu metody Extended X-ray Absorption Fine Structure (EXAFS),

- analizy fizykochemicznej katalizatorów, głównie przy zastosowaniu metody EXAFS,
- mikroskopii i spektromikroskopii rentgenowskiej,
- litografii rentgenowskiej,
- analizy efektów magnetycznych (rozpraszanie magnetyczne, spektroskopia Mössbauera),
- badania materiałów i układów biologicznych,
- diagnostyki (koronografia, mammografia) i terapii medycznej,
- diagnostyki przemysłowej
- analizy struktury elektronowej krystalicznych i amorficznych ciał stałych tzn. metali, półprzewodników, dielektryków, magnetyków i związków makromolekularnych przy użyciu specjalistycznych metod badawczych jak np.:
 - metody X-ray Absorption Near Edge Structure (XANES),
 - fotoemisji elektronowej integralnej, kątowej i rezonansowej,
 - spektroskopii optycznej w zakresie od podczerwieni do miękkiego promieniowania rentgenowskiego (absorpcja, odbicie światła),
 - spektroskopii dalszej podczerwieni z zastosowaniem laserów na swobodnych elektronach.

Wymienione dziedziny badań zilustrowane w trakcie wykładu kilkoma szczegółowymi przykładami, pokazują obecne i przyszłe możliwości wykorzystywania promieniowania synchrotronowego w diagnostyce materiałów.

Wskazówki dla autorów

1. Redakcja czasopisma "Materiały Elektroniczne" prosi autorów o nadsyłanie artykułów zapisanych na nośnikach magnetycznych (dyskietki- zwracane po skopiowaniu) lub pocztą elektroniczną (e-mail: itme4@atos.warman.com.pl) w formatach:

Tekst (edytory tekstu)	Grafika
Page Maker 5.0/4.0, Word for windows 1.2-2.0,	PCX, TIF, PLT, CGM,
Word Perfect 5.0/5.1, RTF (rich text format),	EPS, DXF, BMP, WMF,
Ami Pro 1.2b-3.0, TAG i inne po uzgodnieniu.	XLS, PIC, XLC, WPG.

Grafika i tekst powinny znajdować się w oddzielnych plikach, każdy rysunek w innym.

Pliki mogą być poddane kompresji np: ZIP, ARJ, ARC.

2. Artykuł powinien być wydrukowany czcionką o wysokości 12 punktów typograficznych, na papierze formatu A4, jednostronnie, z marginesem 3.5 cm z lewej i 1 cm z prawej strony, z podwójną interlinią, w jednym egzemplarzu. Wszystkie stroniczki powinny być numerowane.

3. Objętość artykułu nie powinna przekraczać 15 stron maszynopisu łącznie z rysunkami, tabelami i bibliografią.

4. Na marginesie tekstu należy zaznaczyć miejsca, w których powinny być umieszczone: równania, rysunki, tabele i itp.

5. Do artykułu powinny być dołączone (również na dyskietce) streszczenia, w językach polskim, angielskim nie przekraczające 200 słów. Tytuł artykułu winien być również przetłumaczony na te języki.

6. Na pierwszej stronie artykułu powinny znajdować się następujące elementy: z lewej strony u góry artykułu tytuł naukowy, pełne imię (imiona), nazwisko(a) autora(ów), nazwa miejsca pracy (zakładu, pracowni), adres pocztowy. Na środku stroniczki maszynopisu tytuł artykułu.

7. Rysunki:

7.1. Na odwrocie rysunku lub fotografii należy podać ich numer, nazwisko autora, pierwszy wyraz tytułu artykułu i nazwę pliku z załączonej dyskietki.

7.2. Podpisy do rysunków, fotografii oraz bibliografię należy umieszczać na oddzielnych stroniczkach, po tekście.

7.3. U góry każdej tablicy należy podać numer i tytuł objaśniający.

7.4. W przypadku rysunków, wzorów, tablic nie będących oryginalnym dorobkiem autora(ów) należy zacytować źródło, umieszczając je w bibliografii.

7.5. Wzory należy numerować kolejno cyframi arabskimi.

7.6. Przyjmuje się, że załączone zdjęcia i rysunki stanowią wzorzec jakości dla ilustracji.

8. Pozycje bibliografii należy podawać w nawiasach kwadratowych, w kolejności - występującej w tekście.

Dla książki należy wymienić nazwisko(a) autora(ów), inicjały imion, pełny tytuł dzieła w oryginale, miejsce wydania, wydawcę, rok, stroniczki np.: [1] Librant Z.: Ceramika konstrukcyjna w zastosowaniach elektronicznych. Warszawa: WNT 1991, 126 s.

Dla artykułu należy podać kolejno nazwisko(a) autora(ów), inicjały imion, tytuł artykułu w oryginale, tytuł czasopisma, tom, rok, numer, stroniczki np.: [2] Kamiński P., Strupiński W., Roszkiewicz K.: Effect of Substrate Temperature on the Concentration of Point Defects in Vapour Phase Epitaxial GaP:N,S. Journal of Crystal Growth 108, 1991, 3/4, 699-709

9. Słownictwo techniczne, jednostki miar, skróty najważniejszych oznaczeń wielkości we wzorach muszą być zgodne z terminologią przyjętą przez Polskie Normy i Międzynarodowy Układ Miar (SI).

10. Nazwy fonetyczne liter greckich lub innych oznaczeń należy podawać w lewym marginesie.

11. Autora obowiązuje wykonanie korekty autorskiej.



**INSTYTUT TECHNOLOGII
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH**
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

tel.: (4822)349003,

fax: (4822)349003

Przedmiotem działania Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych jest prowadzenie badań naukowych i prac badawczo-rozwojowych w zakresie inżynierii materiałowej, elektroniki i fizyki ciała stałego, a w szczególności technologii otrzymywania nowoczesnych materiałów, ich obróbki, miernictwa oraz efektywnego wykorzystywania w gospodarce oraz przystosowywanie wyników badań i prac do wdrożeń w praktyce.

Działalność Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych skupia się w dwóch obszarach: w pracach badawczo-rozwojowych i małoseryjnej produkcji materiałów dla elektroniki, telekomunikacji, energetyki, rolnictwa i medycyny, oraz w pracach badawczo-rozwojowych nad elementami elektronicznymi, wytwarzanymi z tych materiałów.

Materiałami, na których koncentruje się działalność ITME są: materiały półprzewodnikowe monokrystaliczne i warstwy epitaksjalne (Si, GaAs, GaAsP, GaP, InP), materiały elektrooptyczne i piezoelektryczne (YAG, CaF_2 , LiNbO_3 , LiTaO_3 , kwarc), podłoża do nadprzewodników wysokotemperaturowych (SrLaAlO_4 , SrLaGaO_4) materiały ceramiczne (na bazie Al_2O_3 i ZrO_2), szkła optyczne i techniczne, światłowody, obrazowody, materiały kompozytowe, pasty (przewodzące, izolujące i odporowe), czyste metale, związki nieorganiczne i rozpuszczalniki.

W ramach badań aplikacyjnych opracowywane są w ITME: półprzewodnikowe przyrządy mikrofalowe (tranzystory MESFET, diody Schottky'ego), mikrofalowe monolityczne układy scalone, filtry z akustyczną falą powierzchniową.

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych wydaje dwa czasopisma naukowe: kwartalnik "Materiały Elektroniczne", w którym publikowane są artykuły dotyczące zakresu działania Instytutu, "Prace ITME" - zawierające monografie, rozprawy doktorskie i habilitacyjne, oraz wydawnictwa informacyjne.