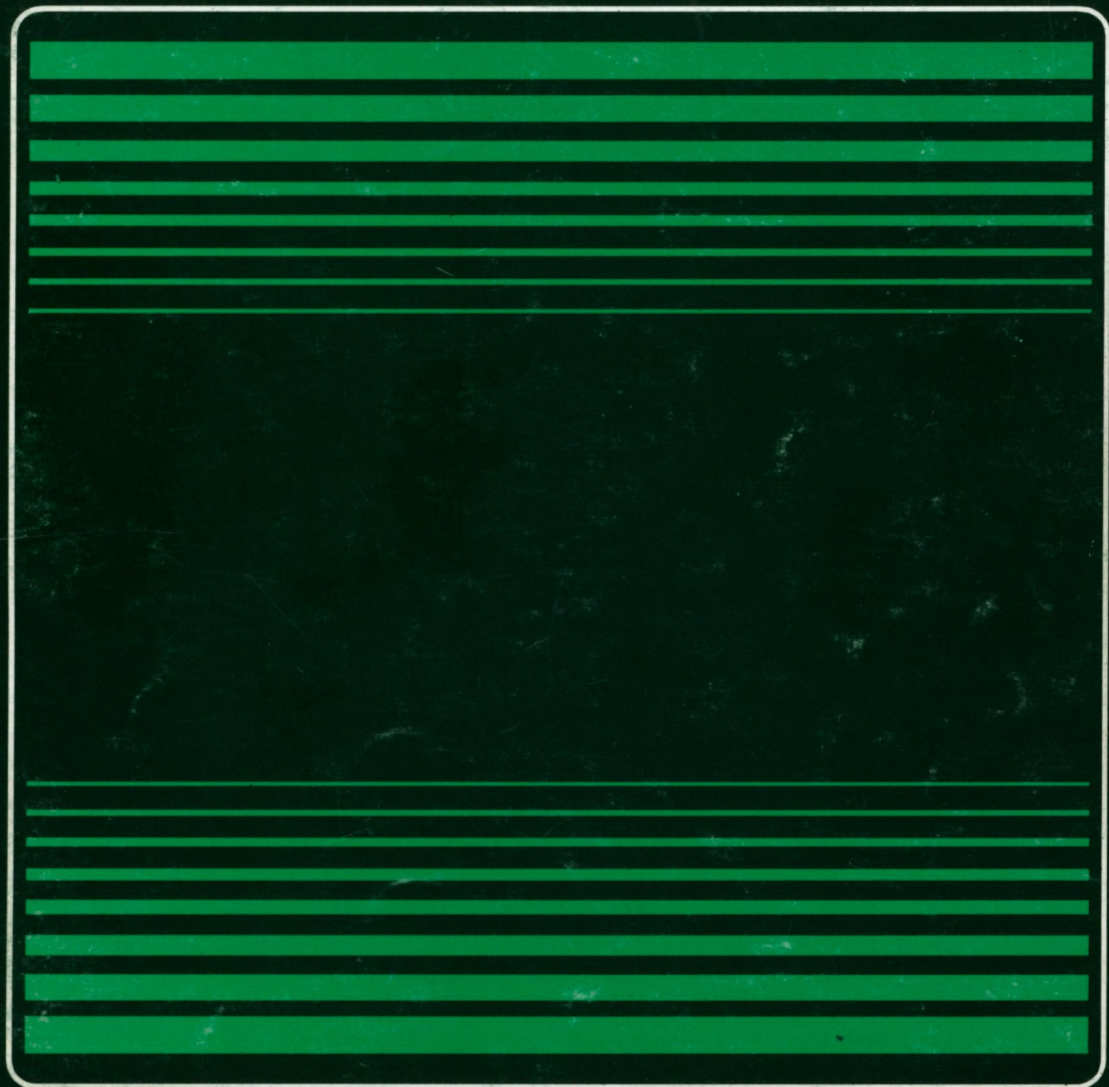


# MATERIAŁY ELEKTRONICZNE

PL ISSN 0209-0058



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

**Nr 2**

1994 T. 22



INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

**MATERIAŁY  
ELEKTRONICZNE**

**KWARTALNIK**

**T. 22 - 1994 nr 2**

**WARSZAWA ITME 1994**

<http://rcin.org.pl>



**KOLEGIUM REDAKCYJNE:**

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

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

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

doc. dr Zdzisław LIBRANT, doc. dr hab. 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

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**

mgr inż. Andrzej Karwize



## SPIS TREŚCI

---

### ARTYKUŁY

- Wpływ obecności Fe i Ni na własności krzemowych warstw epitaksjalnych  
E. NOSSARZEWSKA-ORŁOWSKA, J. SARNECKI, H. WODZIŃSKA,  
J. SKWARCZ ..... 11
- Badania widm absorpcyjnych w półizolacyjnym GaAs  
B. SURMA, M. GŁADYSZ, S. STRZELECKA, M. MOŹDŻONEK ..... 25
- Badania eksperymentalne dyfuzji i termodyfuzji srebra w  $Al_2O_3$   
M. J. BUDA ..... 48
- Wpływ struktury materiału stykowego W-Ag na charakter zniszczeń  
erozyjnych przy pracy zwarciowej  
K. KALISZUK, J. SENKARA ..... 61
- Diffusion bonding of alumina to steel using copper interlayer  
W. OLESIŃSKA ..... 68

### STRESZCZENIA WYSTĄPIEŃ PRACOWNIKÓW ITME NA KONFERENCJACH

- 14 th GENERAL CONFERENCE CONDENSED MATTER DIVISION  
(GCCMD-14), Madrid, Spain, 28-31/03.1994  
E.Nossarzewska-Orłowska, A.Brzozowski, B.Surma, D.Lipiński ..... 80

**MATERIALS RESEARCH SOCIETY SPRING MEETING**  
**San Francisco, CA, USA, 2-9/04.1994**

**K. Graszka ..... 81**

**WORKSHOP: COST OPTICAL TELECOMMUNICATIONS FIBRES AND  
COMPONENTS FOR SYSTEM APPLICATIONS: PRESENT AND  
FUTURE, Nice, France, 17-19/04.1994**

**P. Szczepański, M. A. Karpierz ..... 82**

**2nd INTERNATIONAL WORKSHOP ON EXPERT EVALUATION  
AND CONTROL OF COMPOUND SEMICONDUCTOR MATERIALS  
AND TECHNOLOGIES (EXMATEC '94)**  
**Parma, Italy 18-20/05.1994**

**P. Kamiński, G. Gawlik, R. Kozłowski ..... 83**

**NATO ADVANCED REASERCH WORKSHOP ON MCM-C/MIXED  
TECHNOLOGIES, Islamorada, Florida, USA, 23-25/05.1994**

**S. Achmatowicz, E. Zwierkowska, M. Jakubowska, V. G. Nemeš,  
S. I. Osiečkin ..... 85**

**FOURTH SEEHEIM WORKSHOP ON MÖSSBAUER  
SPECTROSCOPY, Seeheim, Germany 24-28/05.1994**

**M. Kopcewicz, J. Jagielski, G. Gawlik, A. Grabias ..... 86**

**FOURTH SEEHEIM WORKSHOP ON MÖSSBAUER  
SPECTROSCOPY, Seeheim, Germany 24-28/05.1994**

**T. Graf, M. Kopcewicz, J. Hesse ..... 88**

**PRACE DOKTORSKIE PRACOWNIKÓW ITME**

**L. Dobrzański ..... 90**



E. Nossarzewska-Orłowska, J. Sarnecki, H. Wodzińska, J. Skwarcz

### INFLUENCE OF Ni AND Fe ON SILICON EPITAXIAL LAYERS PROPERTIES

P-type epitaxial layers deposited on a p+ substrate were intentionally contaminated with transition metals, Ni and Fe. The influence of the metals on the layers resistivity, minority carrier lifetime and microdefects structure has been investigated for various technological procedures. The difference in behaviour of Ni and Fe is shown.

B. Surma, M. Gładysz, S. Strzelecka, M. Moździolek

### INVESTIGATION OF ABSORPTION SPECTRA OF SI GaAs

Infrared absorption spectra of SI GaAs has been investigated. The new absorption lines X1, X2, X3, X4 and X5 have been observed in the spectral range of 1900-500cm<sup>-1</sup>. The temperature characteristics of these lines suggest that three of them are the local vibration modes while lines X4 and X5 result from electronic transitions. We tentatively assign the X4 and X5 lines to transitions from B' state of V<sub>As</sub>-O center.

M. J. Buda

## EXPERIMENTAL STUDIES OF DIFFUSION AND THERMODIFFUSION OF SILVER INTO $\text{Al}_2\text{O}_3$

The basic relations of mathematical model of thermodiffusion in solid state materials are presented. The paper also contains a solution of the particular case of thermodiffusion from a negligibly thin constant source into semi-infinite matrix. The experimental set for thermodiffusion in the case of constant temperature gradient  $\gamma = \Delta T / \Delta x = \text{const}$  is described. The original procedure for determination of thermodiffusion coefficient  $D_T$  on the basis of concentration curves is elaborated for the case when the temperature gradient direction is consistent or not with that of diffusing element concentration, and using the proper diffusion coefficient determined on the basis of independent processes. Investigations of diffusion and thermodiffusion processes carried out at several temperatures enabled to formulate the temperature dependencies of diffusion and thermodiffusion coefficients of Ag into  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Interpretation of temperature gradient in diffusive migration of mass and thermodiffusion coefficient in description of this effect is proposed.

K. Kaliszuk, J. Senkara

## INFLUENCE OF STRUCTURE OF COMPOSITE CONTACT MATERIAL W-Ag50/50 ON EROSION DAMAGES CHARACTER DURING THE BREAKING ACTION UNDER THE SHORT-CIRCUIT CONDITION

Paper presents results of investigation of composite contact materials W-Ag50/50 (two kinds of internal structure) after the short-circuit breaking capability test. There was shown that grain size of tungsten skeleton has a great influence on character and depth of erosion damages.



W. Olesińska

## DIFFUSION BONDING OF ALUMINA TO STEEL USING COPPER INTERLAYER

Presented here are the mechanical and microstructural properties of bonded joints of ceramics and steel with an elastic interlayer made of copper. The joints were executed by the direct bonding technique. Reaction layer was a mixture of oxides CuO and Cu<sub>2</sub>O. The joints were bonded at temperature of 1348K (1075°C) in an atmosphere of nitrogen having oxygen content of about 10 ppm.

Tests of shear strength were carried out on ceramic-copper and steel-copper joints of different proportions of CuO and Cu<sub>2</sub>O in the reaction layer. It was concluded that the mechanical strength of joints increases with the content of CuO in the metallizing paste. Ceramic-copper joints made with copper oxide have the strength of 80 MPa, those of steel-copper about 50 MPa. X-ray and microscopy examinations were carried out.

Hypothesis on the formation of diffusion joints ceramic-copper-steel through the synthesis of spinels CuAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> was formulated.

Е. Носсажевска-Орловска, Е. Сарнэцкй, Х. Водзинка, Е. Скварч

## ВЛИЯНИЕ Ni И Fe НА СВОЙСТВА КРЕМНИЕВЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЁВ

Эпитаксиальные слои р типа, осаждённые на подложке р<sup>+</sup> были легированы Ni и Fe. Исследовалось влияние этих металлов на удельное сопротивление, время жизни неосновных носителей и дефектную структуру в зависимости от технологического цикла. Показано значительное отличие в поведении Fe и Ni.

Б. Сурма, М. Гладыш, С. Стжельецкая, М. Можджонек

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ПОЛУИЗОЛИРУЮЩЕГО GaAs

В работе представлены результаты исследования инфракрасных спектров поглощения инфракрасного излучения в полуизолирующем арсениде галлия, полученным методом Чохральского. Были обнаружены новые линии поглощения. Измерения температурных характеристик этих линии идентифицируют три из них как локальные резонансные колебания (LVM), а две как электронные переходы, которые могут быть связаны с оптическими электронными переходами из уровня В' дефекта  $V_{As}-O$ .



М. И. Буда

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФФУЗИИ И ТЕРМОДИФФУЗИИ Ag В Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

В статье дано основные формулы математической модели термодиффузии в твердых телах. Создана экспериментальная система термодиффузии для постоянного градиента температуры  $\gamma = \Delta T / \Delta x = \text{const}$ . Разработана оригинальная процедура определения коэффициента термодиффузии  $\Gamma_{\phi}$  на основании кривых концентрации когда направление градиента температуры согласное (+ $\gamma$ ) или несогласные (- $\gamma$ ) градиенту концентрации диффундирующего элемента, а также пользуясь коэффициентами диффузии определенными в независимых процессах. Сформулированы температурные зависимости коэффициентов диффузии и термодиффузии Ag в Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Предложено интерпретацию значения градиента температуры в диффузионной миграции массы а также коэффициента термодиффузии в описании этого явления.

К. Калишук, Я. Сенкара

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИТНОГО КОНТАКТНОГО МАТЕРИАЛА W-Ag НА ХАРАКТЕР ЭРОЗИОННОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПРИ УСЛОВИЯХ КОРОТКОВО ЗАМЫКАНИЯ

Представлено результаты исследований композитного стыкового материала W-Ag 50 двух разных типов структуры после испытания способности к соединению при условиях короткого замыкания. Было показано, что размер зерна имеет влияние на характер и глубину деструкции.

## ДИФФУЗИОННАЯ ПАЙКА КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ СО СТАЛЬЮ ЧЕРЕЗ МЕДНУЮ ПРОКЛАДКУ

Исследовано механические и микроструктуральные свойства спав корундовой керамики со сталью соединенных через медную прокладку. Пайка была сделана методом "direct bonding". Смесь окислов меди  $\text{CuO}$  и  $\text{Cu}_2\text{O}$  принято как реакционный слой. Пайку произведено в температуре 1348 К (1075 °С) в атмосфере азота при наличии кислорода около 10 ppm. Исследовано сопротивление спая в зависимости от взаимоотношения окислов меди  $\text{CuO}$  и  $\text{Cu}_2\text{O}$  в реакционном слое. Выведено что механическая прочность соединения корундовой керамики со сталью возрастает с содержанием  $\text{CuO}$  в металлической пасте. Паянные соединения исследовано по рентгеновскому анализу. Определено новые фазы - шпинели  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$  и  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ .



## PRACE DOKTORSKIE PRACOWNIKÓW ITME

---

dr inż. Lech Dobrzański

**INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH**

Kierownik Zakładu Zastosowań Związków  $A_3B_5$

Promotor: prof.dr hab. Wiesław Marciniak

Recenzenci: prof.dr hab. Józef Piotrowski WAT

prof.dr hab. Andrzej Jakubowski PW, Wydz.Elektroniki

Stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii materiałowej  
został nadany w dniu 12.05.1994

w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych

Tytuł rozprawy: **Deterministyczny, stałoprądowy model empiryczny  
oraz model statystyczny tranzystora MESFET  
z arsenku galu**

Efektywne projektowanie układów scalonych zawierających wiele elementów nieliniowych jest możliwe przy użyciu systemów CAD.

W każdym z nich używa się modeli elementów o parametrach wyestymowanych z rzeczywistej reprezentatywnej próby. Oprócz tzw. projektu nominalnego, do którego wykonania potrzebne są wartości oczekiwane parametrów, istotne jest przewidywanie wpływu rozrzutu parametrów procesu technologicznego, prowadzącego do wykonania układu scalonego, na parametry modelu elementu układu.

W pracy wykazano, że standardowe modele empiryczne wbudowane w powszechnie używane systemy CAD (SPICE, Microwave Harmonica) niewłaściwie opisują tranzystor MESFET wykonany opracowaną w ITME technologią. Zaproponowano nową postać modelu tranzystora. Własny model opisuje rzeczywisty obiekt z dokładnością  $\pm 2\%$  w przestrzeni danych pomiarowych oraz z dokładnością  $\pm 2.5\%$  w przestrzeni parametrów. Dokładność uzyskiwana przy użyciu modeli Staz'a-Pucela oraz Kacprzaka i Matorki jest kilkakrotnie gorsza. Należy podkreślić, że zaproponowana postać modelu jest nie tylko lokalnie słuszna, można ją stosować w każdym laboratorium. W pracy ponadto postulo-



wano liniową postać modelu statystycznego tranzystora. Parametry modelu uzyskano metodą analizy czynnikowej. Wykazano, że modelu można użyć do symulacji układu scalonego metodą Monte Carlo. Sprawdzone, że wynik symulacji jest zgodny z rzeczywistą obserwacją. Przez wynik rozumie się tu macierz kowariancji parametrów układu scalonego. Oprócz tego wykazano, że w wypadku użycia małej próbki lepszą weryfikację jakości modelowania osiąga się przez porównanie struktur czynnikowych: rzeczywistej i obliczonej. Wykazano jeszcze, że dobry wynik modelowania statystycznego można uzyskać zaproponowaną metodą, bez względu na to jaki model deterministyczny leży u podstaw modelowania statystycznego.

Wyniki osiągnięte w pracy są podstawą projektowania układów scalonych z GaAs w ITME.



Druk: Zakład Poligraficzny J. Dymczak S. Prasek  
Piastów ul. Kollątaja 10

<http://rcin.org.pl>

## Wskazówki dla autorów

1. Czasopismo „Materiały Elektroniczne” jest składane techniką komputerową. Dlatego prosimy autorów o nadsyłanie maszynopisu napisanego:

- w pliku na dyskietce, pod edytorem WordPerfect 5.1 lub innym, po uzgodnieniu z redakcją (np. ChiWRITER, TAG)
- rysunków, tablic itp. w pliku utworzonym w jednym z następujących edytorów graficznych: DrawPerfect, CorelDRAW!, AutoCAD, SIGMAPLOT oraz w standardzie HPGL lub innym po uzgodnieniu z redakcją (np. w postaci obrazu ekranu uzyskanego programem typu GRAB, lub pliku uzyskanego ze skanera w standardzie TIF).

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

3. Artykuł powinien być napisany w 2 egzemplarzach na papierze formatu A4, jednostronnie, z marginesem 3.5 cm z lewej i 1 cm z prawej strony, z podwójną interlinią, wraz z rysunkami - w 1 egzemplarzu. Wszystkie strony powinny być numerowane.

4. Na marginesie tekstu należy zaznaczyć miejsca, w których powinny być umieszczone rysunki.

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

5. 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 strony maszynopisu tytuł artykułu.

6. Rysunki: na odwrocie rysunku lub fotografii należy podawać ich numer, nazwisko autora i pierwszy wyraz tytułu artykułu.

6.1. Podpisy do rysunków, fotografii oraz bibliografię należy umieszczać na oddzielnych stronicach, po tekście.

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

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

6.4. Wzory należy numerować kolejno cyframi arabskimi.

7. 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, stronicę 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, stronicę np.:

[2] Kamiński P., Strupiński W., Roszkiewicz K.: Effect of Substrate Temperature on the Concentration of Point Defets in Vapour Phase Epitaxial GaP:N,S. Journal of Crystal Growth 108, 1991, 3/4, 699-709

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

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

10. Autora obowiązuje wykonanie korekty autorskiej.





# INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

tel.: (4822)349003, tlx: 825386 cme pl, 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 dla potrzeb elektroniki i innych dziedzin gospodarki oraz przystosowywanie wyników badań i prac do wdrażania 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 (Si, GaAs, GaAsP, GaP, InP), materiały elektrooptyczne i piezoelektryczne (YAG,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{LiTaO}_3$ , kwarc), materiały podłożowe dla nadprzewodników wysokotemperaturowych, materiały ceramiczne (na bazie  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{ZrO}_2$ ), szkła dla telekomunikacji optycznej, 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, termoelektryczne moduły chłodzące.

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.