

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: Bolesław Jakowlew

Z-ca Redaktora Naczelnego: Andrzej Taczanowski

Redaktorzy działówi:

Bohdan Ciszewski

Paweł Drzewiecki

Zenon Horubała

Andrzej Hruban

Czesław Jaworski

Władysław Włosiński

Sekretarz Redakcji: Ewa Brojan

Adres Redakcji:

Warszawa, ul. Konstruktorska 6, tel. 43-74-61

Do użytku służbowego

egz. nr

OŚRODEK NAUKOWO-PRODUKCYJNY
MATERIAŁÓW PÓLPRZEWODNIKOWYCH
WARSZAWA ul. Konstruktorska 6

ROK 1973

Nr

1

MATERIAŁY ELEKTRONICZNE

WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO „WEMA”
WARSZAWA 1973

<http://rcin.org.pl>

Spis treści

Badania nad otrzymywaniem warstw epitaksjalnych arsenku galu z fazy gazowej w układzie otwartym Ga-AsCl ₃ -H ₂ -W. BRZOZOWSKI	10
Materiały półprzewodnikowe dla przyrządów optoelektronicznych - E. PIETRAS i A. HRUBAN.....	14
Spektrometr masowy podwójnie ogniskujący - J. MIELNIK	28
Pomiary i badania rozkładu temperatur i naprężeń w złączach ceramika-metal - W. WŁOSINSKI	32

Содержание

Исследования получения эпитаксиальных слоев арсенида галлия газовым методом в открытой системе Ga-AsCl ₃ -H ₂ - В. БЖОЗОВСКИ	10
Полупроводниковые материалы для оптоэлектронных приборов - Э. ПЕТРАС и А. ХРУБАН	14
Спектрометр масс с двойной фокусировкой - Ю. МЕЛЬНИК..	28
Измерения и исследования распределения температур и напряжений в соединениях металл-керамика - В. ВЛОСИНСКИ..	32

Contents

Investigations on obtaining of gallium arsenide epitaxial layers from gas phase in the open system Ga-AsCl ₃ -H ₂ - W. BRZOZOWSKI	10
Semiconductor materials for optoelectronic devices - E. PIETRAS, A. HRUBAN	14
Double focusing mass-spectrometer - J. MIELNIK	28
Measurements and investigations of the temperature and stress distribution in ceramics-metal seals - W. WŁOSINSKI	32

W. BRZOZOWSKI: Badania nad otrzymaniem warstw epitaksjalnych arsenku galu z fazy gazowej w układzie otwartym Ga-AsCl₃-H₂

W artykule przedstawiono wyniki prac nad otrzymywaniem warstw epitaksjalnych arsenku galu. Omówiono wyniki osadzania na podłożach z arsenku galu o orientacjach /111/, /111/ i /100/ oraz wpływu parametrów procesu na szybkość wzrostu i strukturę warstw. Ponadto przedstawiono prace nad wpływem sposobu przygotowania płytek podłożowych na morfologię powierzchni osadzonych na nich warstw epitaksjalnych.

E. PIETRAS I A. HRUBAN: Materiały półprzewodnikowe dla przyrządów optoelektronicznych

W artykule rozpatruje się problemy technologii materiałów półprzewodnikowych dla przyrządów optoelektronicznych. Zestawiane są materiały, które mogą być wyjściowymi w konstrukcjach tego typu przyrządów. Omówiono specyfikę technologii wytwarzania tych materiałów i dla zasadniczych podano stosowany zakres parametrów oraz metody ich wytwarzania.

J. MIELNIK: Spektrometr masowy podwójnie ogniskujący

W pracy opisano konstrukcję spektrometru masowego podwójnie ogniskującego zbudowanego w Zespole Mechaniki i Fizyki Technicznej Instytutu Mechanizacji Rolnictwa WSR w Lublinie. Jest to spektrometr z szeregowym rozkładem pola elektrycznego i magnetycznego typu Bainbridge-Jordan. Obliczona zdolność rozdzielcza wynosi około 60 000.

W. WŁOSIŃSKI: Pomiar i badania rozkładu temperatur i naprężeń w złączach ceramika-metal

W pracy zostały wykonane pomiary rozkładu temperatur w funkcji czasu trwania jednego cyklu grzania i studzenia obudowy diody mocy w temperaturach od 200 do -60°C. Dokonano przeliczenia wielkości naprężeń cieplnych w złączu ceramiko-metal. Stwierdzono, że największe naprężenia wynoszą około 1,8 kG/mm² i występują w czasie studzenia obudowy.

В. БЖОЗОВСКИ: Исследования получения эпитаксиальных слоёв арсенида галлия газовым методом в открытой системе $\text{Ga-AsCl}_3\text{-H}_2$

В настоящей статье представлены исследования технологии получения газовым методом в открытой системе $\text{Ga-AsCl}_3\text{-H}_2$ эпитаксиальных слоёв GaAs . Исследовано влияние ориентировки $/111/$, $/\bar{1}\bar{1}\bar{1}/$, $/100/$, методов приготовления подложки GaAs а также влияние параметров процесса на скорость роста и структуру эпитаксиальных слоёв.

Э. ПЕТРАС, А. ХРУБАН: Полупроводниковые материалы для оптоэлектронных приборов

В настоящей статье рассмотрены проблемы технологии получения полупроводниковых материалов для оптоэлектронных приборов. Собраны полупроводники, которые можно использовать в приборах этого типа. Рассмотрены особенности технологии получения этих материалов. Для основных материалов даны типичные параметры и методы их получения.

Ю. МЕЛЬНИК: Спектрометр масс с двойной фокусировкой

В статье описана конструкция спектрометра масс с двойной фокусировкой типа Баунбриджа-Иордана. Прибор построен в физическом отделении ВСР Люблин. Вычисленная разрешающая способность 60000.

В. ВЛОСИНСКИ: Измерения и исследования распределения температур и напряжений в соединениях металл-керамика

В работе произведены измерения распределения температур в функции времени продолжительности одного цикла нагревания и охлаждения корпуса выпрямительного силового вентиля, в интервале температур от 200 до -60°C . Рассчитана величина тепловых напряжений в соединении керамика-металл. Определено, что самые высокие напряжения возникают во время охлаждения корпуса и имеют величину около $1,8 \text{ кг/мм}^2$.

W. BRZOZOWSKI: Investigations on obtaining of gallium arsenide epitaxial layers from gase phase in the open system $\text{Ga-AsCl}_3\text{-H}_2$

Results of the work on obtaining gallium arsenide epitaxial layers have been presented. The deposition results on the gallium arsenide substrates of the orientations $/111/$, $/\bar{1}\bar{1}\bar{1}/$ and $/100/$ and the influence of the process parameters on the growth speed and the layer structure have been discussed. Moreover, the works upon the influence of the substrate plates preparation on the surface morphology of the epitaxial layers deposited on these plates are presented.

E. PIETRAS, A. HRUBAN: Semiconductor materials for optoelectronic devices

Technology problems of semiconductor materials for optoelectronic devices have been discussed. The materials for these devices production have been compared and the specific features of their technology have been presented. For the basic, typical parameters and production technologies have been given.

J. MIELNIK: Double focusing mass-spectrometer

Design and construction details of high resolution mass-spectrometer are described. The double focusing Bainbridge-Jordan type mass-spectrometer was built in Physical Department of Institute for Agriculture Mechanisation in Lublin. The theoretically expected value of the resolving power is about 60 000.

W. WŁOSIKSKI: Measurement and investigation of the temperature and stress distribution in ceramics-metal seals

Measurement of the temperature distribution as a function of time of a single heating and cooling cycle duration of the envelope for a power diode at the temperatures from 200 up to -60°C have been carried out. Reevaluation of thermal stress values in ceramics-metal seals has been made. It has been found that maximum stresses are about $1,8 \text{ kG/mm}^2$ and occur during the envelope cooling.

Od Redakcji

"Materiały Elektroniczne" - to nowy kwartalnik, którego edycję zapoczątkował Ośrodek Naukowo-Produkcyjny Materiałów Półprzewodnikowych. W kwartalniku tym pragniemy publikować oprócz wyników prac własnych również prace wykonane w innych placówkach badawczych, a dotyczące problematyki wchodzącej w zakres działania Ośrodka.

Ośrodek Naukowo-Produkcyjny Materiałów Półprzewodnikowych powstał w roku 1970 na bazie pionu materiałowego Przemysłowego Instytutu Elektroniki. Prowadzi on prace w zakresie metodyki badań oraz technologii otrzymywania materiałów stosowanych w technice półprzewodnikowej oraz niektórych materiałów specjalnych stosowanych w innych dziedzinach elektroniki. W szczególności prace te dotyczą materiałów półprzewodnikowych, tworzyw ceramicznych, złącz szkło-metal i ceramika-metal, past przewodzących i oporowych, metali i stopów dużej czystości oraz związków chemicznych o specjalnej czystości.

Zgodnie z tym profilem działania tematyka publikowanych prac obejmie szeroki wachlarz materiałów stosowanych w elektronice, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów stosowanych w technologii półprzewodnikowej. Problematyka ta dotyczyć będzie zarówno zagadnień związanych z otrzymywaniem, przeróbką, jak również i badaniami tych materiałów. Czytelnicy znajdą też w nowym czasopiśmie prace przeglądowe, omawiające stan badań i rozwoju różnych grup materiałów elektronicznych. Część informacyjna zaznajamiać będzie czytelników z bieżącymi wiadomościami o nowych materiałach produkowanych przez firmy zagraniczne oraz o osiągnięciach krajowych w tym zakresie.

Zdajemy sobie sprawę z faktu, że problem zagadnień związanych z materiałami stosowanymi w elektronice jest bardzo obszerny. Materiały te odgrywają w nowoczesnym przemyśle elektronicznym rolę kluczową, ograniczającą, ze względu na uzyskiwane własności materiałów, w zasadniczej mierze postęp w rozwoju elektroniki. Z tych też względów Redakcja celowo nie chce zakreślać sztywnych ram tematycznych pisma, zdając sobie sprawę z różnorodności występujących w tej dziedzinie zagadnień.

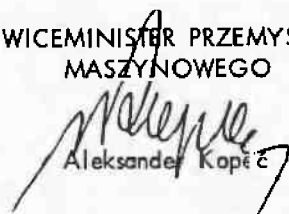
Pragniemy, aby profil naszego pisma był jak najbardziej pożyteczny dla poszerzenia wiedzy o materiałach, a tym samym i dla rozwoju elektroniki i aby ono stało się dodatkowym źródłem informacji i służyło wymianie doświadczeń między odbiorcami i wytwórcami materiałów. Oddając pierwszy numer "Materiałów Elektronicznych" do rąk czytelników zapraszamy do współpracy nie tylko pracowników naszego Ośrodka, lecz również tych wszystkich, którzy interesują się zagadnieniami materiałów dla elektroniki.

Dokonujący się w naszym kraju burzliwy rozwój elektroniki pociąga za sobą konieczność rozwijania szeregu innych gałęzi nauki i techniki, do których w pierwszej kolejności zaliczyć należy zagadnienia materiałowe. Postęp dokonujący się w dziedzinie przemysłu elektronicznego jest stymulowany osiągnięciami w zakresie otrzymywania nowych materiałów o wysokiej czystości i ściśle określonych właściwościach. Można śmiało stwierdzić, że jeśli elektronika jest nośnikiem postępu w całej gospodarce narodowej, to stosowane materiały odgrywają z kolei decydujące znaczenie w rozwoju nowoczesnej elektroniki. Są one, z uwagi na wysokie parametry techniczne, trudno dostępne nie tylko w naszym kraju, ale często również i za granicą. Konieczność rozwoju ich produkcji pociąga za sobą potrzebę zdobywania jak największej wiedzy o nich oraz o technologii ich wytwarzania.

Ośrodek Naukowo-Produkcyjny Materiałów Półprzewodnikowych, jako jednostka wiodąca w tym zakresie, podjął się wydawania kwartalnika "Materiały Elektroniczne". Kwartalnik ten winien stać się płaszczyzną porozumiewawczą pomiędzy wytwórcami i odbiorcami nowoczesnych materiałów stosowanych w przemyśle elektronicznym, głównie w produkcji podzespołów. Podjęta inicjatywa wydawania czasopisma specjalistycznego jest nowatorska i ze wszelkich miar bardzo cenna dla naszego przemysłu.

Życzę Zespołowi Redakcyjnemu, jak i wszystkim obecnym i przyszłym Autorom publikowanych prac, dużych sukcesów w upowszechnianiu tak bardzo potrzebnej dla naszej elektroniki wiedzy o materiałach elektronicznych.

WICEMINISTER PRZEMYSŁU
MASZYNOWEGO



Aleksander Kopic

W 1972 roku pracownicy ONPMP wzięli czynny udział w następujących sympozjach, konferencjach i seminariach:

1. Na III Ogólnopolskim Seminarium Związków Półprzewodnikowych A^{III}B^V w Jaszowcu /8-15.IV/ zorganizowanym przez Instytut Fizyki PAN referat wygłosił J. Litwin na temat "Badanie czystości GoAs za pomocą spektrometru masowego".
2. W dniu 18.V. w Wyższej Szkole Inżynierskiej w Koszalinie na seminarium zorganizowanym przy udziale Japan Electron Optics Laboratory na temat "Mikroskop skaningowy w badaniach materiałów stosowanych w elektronice" referat wygłosił inż. Mokito z japońskiej firmy Jeol Co. "Mikroskop skaningowy i jego zastosowanie" oraz M. Pawłowska "Niektóre zastosowania mikroskopu skaningowego do badań materiałów stosowanych w elektronice".
3. W dniach 28.V.-2.VI. w Karpaczu odbyło się II Sympozjum na temat "Pierwiastki rzadkie i metalurgia chemiczna" zorganizowane przez Politechnikę Wrocławską, na którym wygłoszono następujące referaty: M. Kusowski "Metoda oczyszczania galu do czystości 99,9999%, W. Sokółowska "Metoda analizy spektrochemicznej galu" i J. Bukowski "Możliwości zastosowania spektrometru mas do analizy pierwiastków rzadkich".
4. W dniach 5-6.VI. odbyło się w ONPMP Konwersatorium Analizy Spektralnej Emisyjnej zorganizowane przez Podkomisję Analityczną Spektrometrii Atomowej Komisji Chemii Analitycznej PAN poświęcone spektrometrii mas. Referaty wygłosili: J. Bukowski "Analiza ciał stałych za pomocą spektrometru masowego ze źródłem iskrowym", Z. Patryas "Modyfikacja optyki jonowej spektrometru masowego jako sposób zwiększenia możliwości analizy ciał stałych", J. Mielnik /Instytut Techniki Rolnej WSR - Lublin, Zespół Mechaniki i Fizyki Technicznej/ "Spektrometr masowy podwójnie ogniskujący" /referat ten publikowany jest w numerze I "Materiałów Elektronicznych", w następnych numerach publikowane będą kolejno wszystkie wygłoszone na Konwersatorium referaty/, R. Jarosz i J. Zienkiewicz /Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi w Lublinie/ "Spektrometr mas MS 702", W. Żuk i J. Pomorski /Instytut Fizyki UMCS w Lublinie/ "Zastosowanie elektromagnetycznego separatora mas do badań nad oddziaływaniem jonów z ciałem stałym", W. Żuk i G. Skrzetuska "Przekroje czynne na jonizację elektronami niektórych związków siarki", M. Zinkiewicz /Instytut Fizyki UMCS/ "Zastosowanie spektrometru mas do wyznaczania potencjałów jonizacji pierwiastków" i "Zastosowanie badań izotopowych do wyznaczania wieku bezwzględnego pakładów geologicznych /metoda Rb-Sr/", A. Maciejewska i J. Surowiec /Instytut Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej/ "Zastosowanie spektrometru masowego do analizy śladowej metali wysokotopliwych", L. Gładyszewski /Instytut Fizyki UMCS/ "Masowo-spektrometryczne badania adsorpcji tlenu na powierzchni wolframu", J. Hałat i J. Szoran /Instytut Fizyki UMCS/ "Uwagi o metodzie izotopowej węgla i siarki", J. Szoran "Skład izotopowy siarki zawartej w źródłach siarkowych", M. Siedlarek i M. Jarosz /kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi/ "Zastosowanie spektrometru mas MS 702 do analizy materiałów geologicznych", J. Litwin "Analiza materiałów półprzewodnikowych wysokiej czystości dla potrzeb technologii i fizyki półprzewodników".
5. W dniach 11-13.IX. odbyło się III Ogólnokrajowe Seminarium Kriotechniki i kriotechnologii zorganizowane przez Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego, na którym M. Magielnicki wygłosił referat "Wstępne wyniki pomiarów oporności resztkowej galu".
6. W dniach 25-26.IX. na VII Konferencji Metaloznawczej w Puławach referaty wygłosiła B. Surma "Badanie wysokooporowego arsenku galu".
7. Na V Czechosłowackiej Konferencji Elektroniki i Fizyki Próżni, która odbyła się w Brnie w dniach 16-19.X. referaty wygłosili: J. Toruń "Prześwietleniowa mikroskopia elektronowa niektórych półprzewodnikowych warstw epitaksjalnych" i M. Pawłowska "Badania złącz i warstw powierzchniowych elementów półprzewodnikowych".
8. Na II Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej na temat "Naukowe i praktyczne osiągnięcia na polu metaloceramicznych wyrobów konstrukcyjnych", która odbyła się w Warnie /25 - 27.X./, referat wygłosił M. Lejbrandt "Badanie spiekania aktywowanego proszku wolframu w celu otrzymania struktur porowatych".
9. Na I Ogólnopolskim Seminarium /Szklarska Poręba, 18-27.X./ na temat "Technologii Monokryształów" referaty wygłosili: A. Bukowski "Zjawiska niejednorodności w monokryształach wzrastających z fazy ciekłej" E. Zalewski "Niektóre aspekty krystalizacji niobonu litu /LiNbO₃/ metodą Czochralskiego", J. Kusowski "Badanie krystalizacji galu w procesie strefowego topienia", W. Krzywiec "Otrzymywanie domieszkowanych monokryształów arsenku galu", W. Brzozowski "Otrzymywanie warstw epitaksjalnych

arsenku galu z fazy gazowej w układzie otwartym $\text{Ga-AsCl}_3\text{-H}_2$ ", J. Drągowski "Otrzymywanie monokryształów krzemu o dużych średnicach", P. Kamiński "Opracowanie metody wytwarzania arsenku indu".

10. W dniach 21-25.XI. w Świdrach Małych odbyła się Sesja RWPG z udziałem ZSRR, LRB WRL, NRD, CSRS i PRL /Centrum Koordynacyjne w zakresie materiałów półprzewodnikowych/ w której uczestniczyli pracownicy ONPMP. Zostały wygłoszone następujące referaty: "Wyniki homoepitaksji warstw GaAs bez domieszek przy zastosowaniu metody $\text{AsCl}_3/\text{H}_2/\text{Ga}$ /NRD/, "Metoda otrzymania diod epitaksjalnych bez stosowania procesu dyfuzji" /LRB/, "Niektóre zagadnienia przygotowania warstw Si_3N_4 , SiO_2 i Al_2O_3 /CSRS/, "Problemy i możliwości określania chemicznych i fizycznych parametrów cienkich warstw /CSRS/, "Materiały stosowane w technologii planarnej i epitaksjalnej, wymagania techniczne dla tych materiałów i metody ich analizy" oraz "Badanie procesów zanieczyszczenia i oczyszczania rurek kwarcowych oraz wyrobów z kwarcu stosowanych w technologii planarnej" /ZSRR/ i "Złącza ceramiko-metal" /PRL - referat wygłosił W. Włosiński/.

Na terenie ONPMP, przedstawiciele zagranicznych firm wygłosili następujące referaty:

1. Na seminarium /22-26.III./ wygłosił referat przedstawiciel japońskiej firmy Kokusai -J. Kawai "Urządzenie do epitaksji arsenku galu".
2. W dniu 6.VI. przedstawiciel firmy Weiterbildungszentrum Elektronische Bauelementen /Iarl-Marxstadt/Günther Schneider wygłosił referat "Wzrost krzemowych warstw epitaksjalnych".
3. 5.X. przedstawiciel firmy Millipore z Neu-Isenburg /NRF/ Rainer Nehls wygłosił referat "Woda wysokiej czystości".
W jednym z następujących numerów "Materiałów Elektronicznych" opublikowane będzie opracowanie przedstawionych na seminarium materiałów.

INFORMACJA DLA AUTORÓW

W celu ułatwienia prac redakcyjnych związanych z przygotowaniem materiału do druku redakcja prosi Autorów o przestrzeganie podanych niżej wskazówek:

1. Objętości artykułów w zasadzie nie powinny przekraczać 10-15 stron maszynopisu.
2. Artykuły powinny być napisane na pojedynczych arkuszach formatu A4, jednostronnie z interlinią /co drugi wiersz/, z marginesem 3,5 cm z lewej strony. Na arkuszu nie powinno być więcej niż 31 wierszy po 65 znaków. Wszystkie strony powinny być numerowane.
3. Na marginesie tekstu należy zaznaczyć miejsca, w których powinny być umieszczone rysunki i tabele.
4. Wszystkie tabele i zestawienia /unikać zbyt dużych/ należy wykonywać osobno /nie w maszynopisie całego artykułu/, w 4 egzemplarzach na oddzielnych arkuszach i numerować kolejno. U góry każdej tabeli podać tytuł objaśniający.
5. Artykuły należy nadsyłać w 4 egzemplarzach; powinny być dołączone do nich krótkie streszczenia w języku polskim, rosyjskim i angielskim /również w 4 egzemplarzach/.
6. Artykuły powinny w zasadzie być podzielone logicznie na części, a w części końcowej winny być sformułowane wnioski. Tytułów rozdziałów nie należy podkreślać. W miarę możliwości unikać podziału artykułu na oddzielnie zatytułowane części/.
7. Rysunki powinny być nadsyłane w 1 egzemplarzu, nie wklejone do tekstu, lecz załączone oddzielnie w usztywnionej kopercie. Spisy rysunków zawierające teksty napisów pod rysunkami należy sporządzać oddzielnie /niezależnie od tekstu artykułu/, w 4 egzemplarzach. Rysunki należy wykonywać na przezroczystej kalce drukarskiej.
8. Fotografie powinny być ostre i wykonane na białym błyszczącym papierze fotograficznym. Numery fotografii i powiększenie należy podawać na odwrocie-ołówkiem. Numeracją należy objąć rysunki i fotografie łącznie /nie stosować oddzielnej numeracji dla rysunków i oddzielnej dla fotografii/.
9. Po zakończeniu artykułu należy podać wykaz literatury, wymieniając kolejno nazwisko autora i pierwsze litery imion, pełny tytuł dzieła lub artykułu, tytuł czasopisma, nr tomu i zeszytu, miejsce wydania i rok, ewentualnie numer strony. Pozycje wykazu literatury winny być numerowane, w tekście-powołania no numer pozycji w nawiasach kwadratowych, np. /1 i 2/.
10. Słownictwo techniczne, jednostki miar, skróty najważniejszych oznaczeń wielkości we wzorach itp. powinny być zgodne z terminologią przyjętą przez Polskie Normy, Międzynarodowy Układ Miar /SI/ oraz z innymi obowiązującymi przepisami.
11. Maszynopis powinien być bezwarunkowo przejrzany i czytelnie poprawiony przez Autora. Poprawek na stronie nie powinno być więcej niż 5.
12. Redakcja zastrzega sobie prawo przeprowadzania drobnych zmian redakcyjnych, niezbędnych skrótnów, korekty stylistycznej itp.
13. Fakt nadesłania pracy do wydrukowania w "Materiałach Elektronicznych" uważany jest za równoznaczny z oświadczeniem Autora, że praca nie była drukowana ani wysłano do drukowania w żadnym innym czasopiśmie krajowym lub zagranicznym.
14. Autorzy proszeni są o dokładne podawanie adresu i numeru telefonu celem łatwiejszego porozumiewania się i ewentualnego przestania należnego honorarium.



Redaktor techniczny
Mieczysława Ohnsorge

Korektor
Iamara Fryduńska

WPM "WEMA". Warszawa 1973. Nakład 500+60 egz. Ark. wyd. 3,5. Ark. druk.
4,1. Papier offset III kl. 80 g, B1. Zom. 534/73-5-Z/S

Z.G. "Tamka" Zam. 440/73

<http://rcin.org.pl>

OŚRODEK NAUKOWO - PRODUKCYJNY
MATERIAŁÓW PÓLPRZEWODNIKOWYCH
WARSZAWA, ul. Konstruktorska 6