

Nr 3(51)
1985

MATERIAŁY ELEKTRONICZNE



CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

MATERIAŁY ELEKTRONICZNE

Nr 3(51) – 1985

PL ISSN 0209-0058

WYDAWNICTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO „WEMA”
WARSZAWA 1985

<http://rcin.org.pl>

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Jan Bekisz, Andrzej Bukowski, Mieczysław Frącki (Redaktor Naczelny),
Bolesław Jakowlew, Łukasz Kaczyński (Sekretarz Redakcji), Jan Kowalczyk,
Zdzisław Librant, Bohdan Paszkowski, Andrzej Szymański (Z-ca Redaktora Naczelnego),
Romuald Wadas, Władysław K. Włosiński

Adres Redakcji

INSTYTUT TECHNOLOGII MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
ul. Konstruktorska 6, 02-673 Warszawa

tel. 35 30 11 w. 105 – Z-ca Redaktora Naczelnego
43 74 61 w. 321 – Sekretarz Redakcji

PL ISSN 0209-0058

SPIS TREŚCI

Sposób wyznaczania rezystywności materiałów stykowych na próbkach w kształcie krążków – M. CHYLIŃSKA, A. KRYGIEL	7
Układ polaryskopu optycznego do badań naprężeń w materiałach półprzewodnikowych – G. ADAMKIEWICZ, A. BAJOR	19
Pomiar koncentracji nośników większościowych w warstwach epitaksjalnych związków A ^{III} B ^V metodą napięcia przebicia – W. KOT, M. LICHOWSKI	27
Elektrycznie czynne defekty w krzemie domieszkowanym fosforem poprzez neutronową transmutację krzem-fosfor – K. NOWYSZ, A. BUKOWSKI, S. STRZELECKA, B. SURMA, R. JABŁOŃSKI, P. KAMIŃSKI	34
Określanie stopnia kompensacji w Si:P na podstawie temperaturowej zależności koncentracji elektronów – W. KOT, M. LICHOWSKI, S. STRZELECKA	47

CONTENTS

Procedure of resistivity assigning of contact materials on samples in form of circular plates – M. CHYLIŃSKA, A. KRYGIEL	7
Plane polariscope for photoelastic measurement of semiconductors – G. ADAMKIEWICZ, A. BAJOR	19
Measurement of the carrier concentration in epitaxial layers of III-V compounds by the breakdown voltage method – W. KOT, M. LICHOWSKI	27
Electrically active defects in silicon doped by neutron transmutation: silicon-phosphorus – K. NOWYSZ, A. BUKOWSKI, S. STRZELECKA, B. SURMA, R. JABŁOŃSKI, P. KAMIŃSKI	34
Compensation ratio determination for Si:P based on electron concentration temperature dependence – W. KOT, M. LICHOWSKI, S. STRZELECKA	47

СОДЕРЖАНИЕ

Способ определения удельного сопротивления контактных материалов на образцах круглой формы – М. ХЫЛИНЬСКА, А. КРЫГЕЛЬ	7
Установка оптического полярископа для исследований напряжений в полупроводниковых материалах – Г. АДАМКЕВИЧ, А. БАИОР	19
Измерение концентрации основных носителей заряда в эпитаксиальных слоях соединений A ^{III} B ^V по методу напряжения пробоя – В. КОТ, М. ЛИХОВСКИ	27
Электрически активные дефекты в кремнии легированном фосфором в результате нейтронной трансмутации кремний-фосфор – К. НОВЫШ, А. БУКОВСКИ, С. СТЖЕЛЕЦКА, Б. СУРМА, Р. ЯБЛОНЬСКИ, П. КАМИНЬСКИ	34
Определение степени компенсации Si:P по температурной зависимости концентрации электронов – В. КОТ, М. ЛИХОВСКИ, С. СТЖЕЛЕЦКА	47

M. CHYLIŃSKA, A. KRYGIEL: *Sposób wyznaczania rezystywności materiałów stykowych na próbkach w kształcie krążków*

Przedstawiono nieniszczącą metodę wyznaczania rezystywności materiałów stykowych, która umożliwia dokonanie pomiaru bezpośrednio na gotowej nakładce stykowej.

G. ADAMKIEWICZ, A. BAJOR: *Układ polaryskopu optycznego do badań naprężeń w materiałach półprzewodnikowych*

Opisano układ polaryskopu liniowego służącego do badań naprężeń w materiałach półprzewodnikowych, których próg transmisji optycznej leży w zakresie poniżej $2\ \mu\text{m}$. Układ umożliwia badanie próbek o średnicach do 125 mm. Do obserwacji obrazów naprężeń w materiałach zastosowano tor telewizyjny składający się z monitora oraz kamery telewizyjnej, wyposażonej w widikon z warstwą światłoczułą PbS. Do wyznaczania wielkości naprężeń zaadoptowano metodę fotometryczną. Mierzone wielkości naprężeń są uśredniane z powierzchni o średnicy zaledwie 0,5 mm.

W. KOT, M. LICHOWSKI: *Pomiar koncentracji nośników większościowych w warstwach epitaksjalnych związków $A^{\text{III}} B^{\text{V}}$ metodą napięcia przebiecia*

W pracy zaprezentowano szybką i nieniszczącą metodę pomiaru koncentracji elektronów w warstwach epitaksjalnych związków półprzewodnikowych typu $A^{\text{III}} B^{\text{V}}$. Opisano układ pomiarowy oraz procedurę jego kalibracji. Przedstawiono wyniki eksperymentalne dla warstw epitaksjalnych GaAsP o koncentracjach w zakresie $1 \cdot 10^{16} \div 1 \cdot 10^{18}\ \text{cm}^{-3}$ oraz dla warstw GaP o koncentracjach elektronów w zakresie $1 \cdot 10^{15} \div 1 \cdot 10^{17}\ \text{cm}^{-3}$.

K. NOWYSZ, A. BUKOWSKI, S. STRZELECKA, B. SURMA, R. JABŁOŃSKI, P. KAMIŃSKI: *Elektrycznie czynne defekty w krzemie domieszkowanym fosforem poprzez neutronową transmutację krzem-fosfor*

W pracy przedstawiono wyniki badań elektrycznie czynnych defektów, powstających wskutek napromieniowania monokryształów krzemu neutronami termicznymi w celu wprowadzenia fosforu drogą przemiany jądrowej krzem-fosfor. Mimo złożonych zagadnień fizycznych ustalono zależność pomiędzy występowaniem elektrycznie czynnych defektów a takimi czynnikami technologicznymi jak: jakość strumienia neutronów, rodzaj obróbek termicznych oraz zawartość węgla i tlenu w krzemie wyjściowym. Badania przeprowadzono metodami: absorpcji w podczerwieni, elektronowego rezonansu paramagnetycznego, niestacjonarnej spektroskopii pojemnościowej, pomiarów rezystywności. Określono zmiany rezystywności napromieniowanego krzemu w zależności od temperatury izochronicznego wygrzewania. W podsumowaniu podano kierunki dalszych prac, niezbędnych dla polepszenia jakości radiacyjnie domieszkowanego krzemu.

W. KOT, M. LICHOWSKI, S. STRZELECKA: *Określanie stopnia kompensacji Si:P na podstawie temperaturowej zależności koncentracji elektronów*

Przedstawiono metodę określania stopnia kompensacji w krzemie typu n na podstawie analizy zmian koncentracji elektronów w zakresie temperatur $20 \div 40\ \text{K}$. Przedstawiono wyniki pomiarów dla monokryształów otrzymanych różnymi metodami.

M. CHYLIŃSKA, A. KRYGIEL: *Procedure of resistivity assigning of contact materials on samples in form of circular plates*

The non-destructive procedure of resistivity assigning of contact materials is presented. It makes possible to carry out measurements directly on ready contact plates.

G. ADAMKIEWICZ, A. BAJOR: *Plane polariscope for photoelastic measurement of semiconductors*

A plane polariscope was constructed for photoelastic analysis of semiconductor materials transmitting in the spectral region up to $2\ \mu\text{m}$. The instrument permits specimens up to 125 mm diam to be studied. A TV-camera supplied with PbS-vidicon and a TV-monitor are used to observe the stress patterns produced by frozen-in stresses of specimens. An intensity method has been applied to measure retardance across a specimen section as small as 0,5 mm diam.

W. KOT, M. LICHOWSKI: *Measurement of the carrier concentration in epitaxial layers of III-V compounds by the breakdown voltage method*

A quick and nondestructive method of measurement of the carrier concentration in epitaxial layers of III-V semiconductor compounds has been presented. The measuring apparatus and its calibration procedure has been described. The experimental results for GaAsP and GaP epitaxial layers with the carrier concentration in the range $1 \cdot 10^{16} \div 1 \cdot 10^{18}\ \text{cm}^{-3}$ and $1 \cdot 10^{15} \div 1 \cdot 10^{17}\ \text{cm}^{-3}$, respectively, has been presented.

K. NOWYSZ, A. BUKOWSKI, S. STRZELECKA, B. SURMA, R. JABŁOŃSKI, P. KAMIŃSKI: *Electrically active defects in silicon doped by neutron transmutation: silicon-phosphorus*

The investigations of electrically active defects induced during thermal neutron irradiation of silicon single crystals have been performed. With all the complicated physical problems, the influence of the technological parameters (thermal neutrons beam quality, annealing conditions, concentration of oxygen and carbon impurities in started silicon) on the occurrence of electrically active defects has been established. The investigations have been performed by the following methods: IR absorption, EPR, DLTS, resistivity measurements. The influence of the isochronic annealing temperature on irradiated silicon resistivity has been established. In conclusion, the suggestions for further development of NTD-Si technology have been proposed.

W. KOT, M. LICHOWSKI, S. STRZELECKA: *Compensation ratio determination for Si:P based on electron concentration temperature dependence*

The method for the compensation ratio determination based on the analysis of the electron concentration change in the temperature range $20 \div 40\ \text{K}$ has been presented. The experimental results for the monocrystalline Si grown by different methods (CZ, FZ, NTD) has been presented.

М. ХЫЛИНЬСКА, А. КРЫГЕЛЬ: *Способ определения удельного сопротивления контактных материалов на образцах круглой формы*

Описан неразрушающий способ определения удельного сопротивления контактных материалов, который дает возможность проведения измерений непосредственно на готовых контактных накладках.

Г. АДАМКИЕВИЧ, А. БАИОР: *Установка оптического полярископа для исследований напряжений в полупроводниковых материалах*

В работе описана установка полярископа для исследований внутренних напряжений в полупроводниковых материалах прозрачных в области спектра до 2 мкм. Инструмент обеспечивает исследование образцов диаметром до 125 мм. Регистрация образов напряжений происходит через телевизионный тор с помощью видикона с пленкой PbS. Для определения величины напряжений используется фотометрический метод. Измерения величины напряжений подвергаются усреднению по области диаметром от 0,5 мм.

В. КОТ, М. ЛИХОВСКИ: *Измерение концентрации основных носителей заряда в эпитаксиальных слоях соединений A_{III}B_V по методу напряжения пробоя*

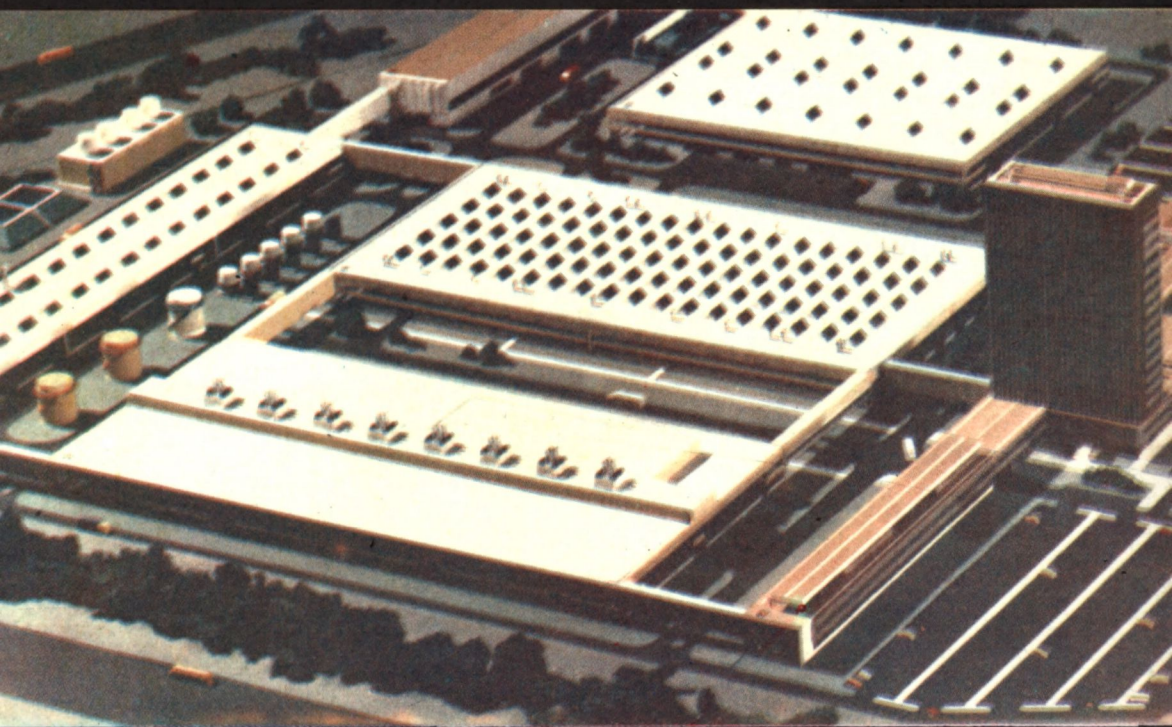
В работе представлен скорый и неdestructивный метод измерения концентрации электронов в эпитаксиальных слоях полупроводниковых соединений типа A_{III}B_V. Описана измерительная установка и процедура её калибровки. Показаны экспериментальные результаты для эпитаксиальных слоёв GaAsP и GaP в диапазоне концентраций электронов $10^{16} \div 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и $10^{15} \div 10^{17} \text{ см}^{-3}$, соответственно.

К. НОВЫШ, А. БУКОВСКИ, С. СТЖЕЛЕЦКА, Б. СУРМА, Р. ЯБЛОНЬСКИ, П. КАМИНЬСКИ: *Электрически активные дефекты в кремнии легированном фосфором в результате нейтронной трансмутации кремний-фосфор*

Представлены результаты исследований электрически активных дефектов, возникающих при облучении монокристаллов кремния тепловыми нейтронами для введения фосфора в результате ядерной реакции кремний-фосфор. При всех сложных физических явлениях найдена зависимость между наличием электрически активных дефектов и такими технологическими факторами, как: качество потока тепловых нейтронов, условия термической обработки, содержание углерода и кислорода в исходном кремнии. Исследования проведены методами: инфракрасного поглощения, электронного парамагнитного резонанса, нестационарной емкостной спектроскопии. Определены изменения удельного сопротивления облученного кремния в зависимости от температуры изохронного отжига. В заключении поданы направления дальнейших работ, необходимых для усовершенствования качества радиационно-легированного кремния.

В. КОТ, М. ЛИХОВСКИ, С. СТЖЕЛЕЦКА: *Определение степени компенсации Si:P по температурной зависимости концентрации электронов*

В работе представлен метод определения степени компенсации для кремния n-типа по анализу изменений концентрации электронов в диапазоне температур $20 \div 40 \text{ К}$. Показаны результаты измерений для монокристаллов, полученных различными методами.



CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE
MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH
ul. Konstruktorska 6, 02-673 WARSZAWA