

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра физики полупроводников и нанoeлектроники

ЕРМАКОВА

Екатерина Александровна

**Импедансная и DLTS-спектроскопия структур $\text{Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$, облученных
высокоэнергетичными ионами**

Реферат магистерской диссертации

специальность: 7-06-0533-02 Прикладная физика

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Общий объем магистерской диссертации 72 страницы, в том числе 47 иллюстраций, 3 таблицы и 58 литературных источников.

ИМПЕДАНСНАЯ И DLTS-СПЕКТРОСКОПИЯ СТРУКТУР $\text{Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$, ОБЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧНЫМИ ИОНАМИ

Цель работы: исследование методом импедансной и DLTS-спектроскопии электрофизические свойства МДП-структур с нитридом кремния и изучить дефекты структур в объеме кремния и на границе раздела с диэлектриком.

В результате выполнения работы отработана методика регистрации DLTS-спектров структур $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$, характеризующиеся наличием поверхностных состояний; рассчитана плотность поверхностных состояний и проанализировано ее изменение при облучении структур ионами гелия с энергией 5 МэВ и флюенсами до 10^{12} см^{-2} ; исследована термическая стабильность накопленного заряда в структурах $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ и $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/n\text{-Si}$.

Научная новизна: впервые проведена оценка плотности поверхностных состояний в структурах $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ методом DLTS-спектроскопии, и их сопоставление с эволюцией плотности поверхностных состояний, происходящей в результате облучения ионами гелия структур $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$.

Результаты, полученные в ходе выполнения магистерской диссертации, могут быть использованы для отработки методик контроля плотности поверхностных состояний в МДП-структурах, разработки МДП-транзисторов для элементов энергонезависимой памяти; модификации свойств МДП-структур путем ионной имплантации.

РЭФЕРАТ

Агульны аб'ём магістарскай дысертацыі 72 старонкі, у тым ліку 47 ілюстрацый, 3 табліцы і 58 літаратурных крыніц.

ІМПЕДАНС І DLTS-СПЕКТРАСКАПІЯ СТРУКТУР $\text{Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$, АПРАМЕНЕННЫХ ВЫСОКАЭНЕРГЕТЫЧНЫХ ІЁНАМІ

Мэта працы: даследаванне метадам імпеданснай і DLTS-спектраскапіі электрафізічныя ўласцівасці МДП-структур з нітрыдам крэмнія і вывучэнне дэфектаў структур у аб'ёме крэмнія і на мяжы падзелу з дыэлектрыкам.

У выніку выканання работы адпрацавана метадыка рэгістрацыі DLTS-спектраў структур $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$, якія характарызуюцца наяўнасцю паверхневых станаў; разлічана шчыльнасць паверхневых станаў і прааналізавана яе змяненне пры апрамяненні структур іёнамі гелія з энергіяй 5МэВ і флюенсам да 10^{12} см^{-2} ; даследавана тэрмічная стабільнасць назапашанага зарада ў структурах $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ і $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/n\text{-Si}$.

Навуковая навізна: упершыню праведзена ацэнка шчыльнасці паверхневых станаў у структурах $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ метадам DLTS-спектраскапіі, і іх супастаўленне з эвалюцыяй шчыльнасці паверхневых станаў, якая адбываецца ў выніку апрамянення іёнамі гелія структур $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$.

Вынікі, атрыманыя ў ходзе выканання магістарскай дысертацыі, могуць быць выкарыстаны для адпрацоўкі метадык кантролю шчыльнасці паверхневых станаў у МДП-структурах, распрацоўкі МДП-транзістараў для элементаў энерганезалежнай памяці; мадыфікацыі ўласцівасцяў МДП-структур шляхам іённай імплантацыі.

ABSTRACT

The total volume of the Master thesis is 72 pages, including 47 illustrations, 3 tables and 58 literary sources.

IMPEDANCE AND DLTS SPECTROSCOPY OF $\text{Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ STRUCTURES IRRADIATED WITH HIGH-ENERGY IONS

The purpose of the work: to study the electrophysical properties of MIS structures with silicon nitride by impedance and DLTS spectroscopy and to study structural defects in the silicon volume and at the interface with the dielectric.

As a result of the work, a technique for recording DLTS spectra of $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ structures characterized by the presence of surface states was developed; the density of surface states was calculated and its change was analyzed when structures were irradiated with helium ions with an energy of 5 MeV and fluences up to 10^{12} cm^{-2} ; the thermal stability of the accumulated charge in $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ and $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/n\text{-Si}$ structures was investigated.

Scientific novelty: for the first time, the density of surface states in $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ structures was estimated by DLTS spectroscopy and compared with the evolution of the density of surface states resulting from irradiation with helium ions of $\text{Al/Si}_3\text{N}_4/n\text{-Si}$ structures.

The results obtained during the Master thesis can be used to develop methods for controlling the density of surface states in MIS structures, developing MIS transistors for non-volatile memory cells, and modifying the properties of MIS structures by ion implantation.