Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0421U103580

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 04-10-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Королевич Любомир Миколайович
2. Korolevych Lyubomyr M.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Шифр наукової спеціальності: 05.27.01

Назва наукової спеціальності: Твердотільна електроніка

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 28-09-2021

Спеціальність за освітою: Мікроелектроніка та напівпровідникові прилади

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

III. Відомості про дисертацію

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.002.08

Повне найменування юридичної особи: Громадська організація організація ветеранів та випускників Інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 43329767

Місцезнаходження: вул. Борщагівська, буд. 115, корпус 22, каб. 201, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 47.33

Тема дисертації:

1. Обґрунтування вибору діелектрика та дослідження плівок діоксиду церію для МДН-структур

2. Substantiation of dielectric selection and study of cerium dioxide films in MIS structures

Реферат:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.27.01 – Твердотільна електроніка. – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021. Дисертація присвячена розробці фізичних засад вибору діелектрика для МДН-структур з певною напівпровідниковою підкладкою та дослідженню плівок діоксиду церію як альтернативи плівкам діоксиду кремнію. Проаналізовано вплив діелектрика на електрофізичні параметри МДН-транзистора з індукованим каналом. Показано, що майже всі параметри і характеристики транзистора залежать від властивостей діелектрика. Використання діелектрика з підвищеною діелектричною проникністю (high-k діелектрика), замість класичного діоксиду кремнію, дозволяє уникнути тунельний струму через діелектрик за рахунок збільшення товщини плівки, а також підвищити наругу пробою МДН-структури. Показано також, що існуючі критерії вибору діелектрика розроблені виключно для кремнієвої підкладки, не враховують вплив межі діелектрик-напівпровідник, а результат вибору за цими критеріями є неоднозначним. На характеристики МДН-приладу впливає не тільки діелектрична проникність діелектрика, а й щільність ефективного заряду в діелектрику, до якого відносяться: заряд рухливих іонів, заряд захоплений на рівнях пасток в діелектрику, фіксований заряд в діелектрику та поверхневий захоплений заряд. Перші два приводять до нестабільності характеристик приладу, але можуть бути усунені покращенням технологічного процесу. Останні два обумовлені наявністю обірваних міжатомних зв’язків в діелектрику та на його межі з напівпровідником, і для конкретної напівпровідникової підкладки залежать тільки від параметрів діелектрика. Саме тому мінімізація щільності цих двох зарядів обрана при розробці критерію вибору діелектрика для МДН-структур. Розроблено загальний критерій вибору діелектрика, в основу якого покладена мінімальна різниця щільності обірваних зв’язків на межі діелектрик-вакуум та на межі напівпровідник-вакуум. Для визначення кількості обірваних зв’язків на межі кристал-вакуум, виникла потреба побудови моделі цієї межі. Останнє виявилось неможливим в межах класичного (вузлового) методу опису кристалічної решітки. Тому було розроблено альтернативний метод опису кристалічної решітки – міжвузловий аспект, який фізично і математично не суперечить класичному аспекту. Виходячи з феноменології міжвузлового аспекту, в першому наближені, щільність обірваних зв’язків на межі кристал-вакуум обернено пропорційна площі примітивної петлі плоскої сітки на цій межі. В загальному випадку, визначити цю площу складно (через велику кількість можливих орієнтацій підкладки), або майже не можливо (через аморфність діелектричної плівки). Тому, для узагальнення запропонованого критерію, введено універсальний параметр – середня довжина зв’язку, який характеризує усереднену відстань між складовими кристалічної речовини. За цих умов, площа петлі плоскої сітки на поверхні кристалу розраховується як квадрат середньої довжини зв’язку. Для підтвердження прийнятності використання цього параметру встановлено взаємозв’язок між ним та роботою виходу електрона з кристалу. Розрахунок різниці щільності обірваних зв’язків на межах діелектрик-вакуум та напівпровідник-вакуум показав, що для кремнієвої підкладки, з ряду діелектриків претендентів, відповідно до розробленого критерію, найбільш підходящими є Dy_2O_3, CeO_2 і La_2O_3. Для проведення експерименту обрано діоксид церію. Аналіз методів отримання плівок діоксиду церію на кремнієвій підкладці показав, що незалежно від методу вони мають структуру нанокристалів CeO_2 в аморфній фазі Ce_2O_3. Для підтвердження ефективності використання діоксиду церію в МДН-структурах, було виготовлено структури алюміній-діоксид церію-кремній двома методами – методом оксидування металевого дзеркала та методом спалаху. Якість межі діоксид церію-кремній оцінювалась за щільністю заряду на її межі. В роботі запропонована спрощена методика визначення щільності зарядів на межі діелектрик-напівпровідник за експериментальними вольт-фарадними характеристиками МДН-структур. Показано, що щільність ефективного заряду на межі діоксид церію-кремній не більше ніж на межі діоксид кремнію-кремній. Таким

чином, заміна діоксиду кремнію на діоксид церію, дозволяє забезпечити зменшення тунельних струмів через діелектрик і не погіршує якості межі діелектрик-кремній.

2. Thesis for a Candidate Degree in Technical Sciences: Specialty 05.27.01 – Solid State Electronics. – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine, Kyiv, 2020. The dissertation is devoted to the development of physical bases of insulator choosing for MIS structures with a certain semiconductor substrate and to the study of cerium dioxide films as an alternative to silicon dioxide film. The influence of the dielectric on the electrophysical parameters of the MOS transistor with induced channel is analyzed. It is shown that almost all parameters and characteristics of the transistor depend on the properties of the dielectric. The use of a dielectric with high dielectric constant (high-k dielectric), instead of the classic silicon dioxide, avoids tunneling current through the dielectric by increasing the film thickness, also increase the breakdown of the MIS structure. It is also shown that the existing insulator choosing criterion are designed exclusively for the silicon substrate, do not take into account the influence of the insulator-semiconductor interface and do not give unambiguous results. Not only the dielectric constant affects the characteristics of the MIS device , but also the density of the effective charge in the insulator. The nature of this charge components (the charge of mobile ions, the trapped charge in insulator, the fixed charge in the insulator and the surface trapped charge) is studied. The first two lead to instability of the device characteristics, but can be eliminated by improving the technological process. The last two are due to the presence of broken connections in the insulator and at its boundary with the semiconductor. For a particular semiconductor substrate they depend only on the insulator parameters. That is why the minimization of these charges density was chosen in the development of the choosing criterion of insulator for MIS structures. A general criterion for choosing a dielectric has been developed. It is based on the minimum difference in the density of broken bonds at the dielectric-vacuum interface and at the semiconductor-vacuum interface. There was a need to build a model of the crystal-vacuum separation boundary to determine the number of broken bonds at this boundary. This turned out to be impossible within the classical (nodal) method of describing the crystal lattice. this is impossible within the classical method of describing the crystal lattice. Therefore, an alternative - interstitial method of describing the crystal lattice was developed, which physically and mathematically does not contradict the classical aspect. Based on the phenomenology of the internodal aspect, in the first approximation, the density of broken bonds at the crystal-vacuum interface is inversely to the square of the primitive loop of the flat grid at this interface. In the general case, this area is difficult to determine due to the large number of possible orientations of the substrate, or almost impossible, due to the amorphousness of the dielectric film. Therefore, to generalize the proposed criterion, a universal parameter is introduced - the average bond length, which characterizes the average distance between the components of the crystalline substance. Under these conditions, the area of the loop of the flat grid on the surface of the crystal is calculated as the square of the average bond length. To confirm the acceptability of the use of this parameter, a relationship has been established between it and the electron work function of the crystal. The difference between the density of broken bonds at the dielectric-vacuum and semiconductor-vacuum boundaries is calculated. This calculation showed that for a silicon substrate, from a number of dielectric applicants according to the developed criterion, the most suitable are Dy_2O_3, CeO_2 and La_2O_3. Cerium dioxide was selected for the experiment. Analysis of methods for producing cerium dioxide films on a silicon substrate showed that, regardless of the method, they have the structure of CeO_2 nanocrystals in the amorphous Ce_2O_3 phase. To confirm the effectiveness of the use of cerium dioxide in MIS structures, aluminum-cerium dioxide-silicon structures were fabricated by two methods - the metal mirror oxidation method and the flash method. The quality of the cerium-silicon dioxide interface was evaluated by the charge density at its boundary. The paper proposes a simplified method for determining the charge density at the dielectric-semiconductor interface according to the experimental volt-farad characteristics of MIS structures. It is shown that the effective charge density at the cerium dioxide-silicon interface is not more than at the silicon dioxide-silicon interface. Thus, the replacement of silicon dioxide by cerium dioxide, allows to reduce the tunnel currents through the dielectric and does not impair the quality of the dielectric-silicon interface.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борисов Олександр Васильович
2. Borisov Alexander V,

Кваліфікація: 05.27.01

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Осадчук Володимир Степанович
2. Osadchuk Volodymyr S.

Кваліфікація: 05.13.05

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Осінський Володимир Іванович
2. Osynskyi Volodymyr I.

Кваліфікація: 05.27.01

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Сектор науки: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Вербицький Володимир Григорович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Вербицький Володимир Григорович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Т.А.