

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

совета по защите диссертаций Д 02.015.03 при учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Соколова Сергея Ивановича «Двухлучевая лазерная обработка кварца для резонаторов и фотошаблонов субмикронных интегральных микросхем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым присуждается ученая степень. Диссертация Соколова Сергея Ивановича является самостоятельной законченной научно-исследовательской работой, соответствует технической отрасли и требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости. Научный вклад состоит в получении совокупности новых знаний о закономерностях двухлучевой лазерной очистки кварцевого сырья, а также двухлучевого лазерного термораскалывания кварца. Практическая значимость состоит в разработке новых способов термораскалывания кварца и способа снижения концентрации примесей в кварцевом сырье, что позволяет повысить эксплуатационные характеристики кварцевых фотошаблонов.

Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень. Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности за новые научно обоснованные теоретические и экспериментальные результаты, включающие:

– метод удаления примесей из кварцевого сырья двухлучевой обработкой CO₂-лазером и лазером на кристалле Nd³⁺:Y₃Al₅O₁₂ при плотности мощности в зоне обработки (8,0 – 10,0)·10⁷ Вт/м² и скорости перемещения сырья в пределах (5 – 10)·10⁻³ м/с с нагревом кварцевого сырья CO₂-лазером до температуры, близкой к температуре плавления кварца и одновременным расплавлением частиц кварца с примесями за счет преимущественного поглощения излучения лазера на кристалле Nd³⁺:Y₃Al₅O₁₂, которое прозрачно для частиц кварца без примесей, что снижает содержание примесей в 2–3 раза и уменьшает брак кварцевых фотошаблонов на 12–15 %;

– модель лазерного управляемого термораскалывания кварцевого стекла с учетом теплопроводности, термоупругости и механических напряжений при заданных температурных полях при одновременном воздействии на него двух пучков лазерного излучения инфракрасного диапазона с максимальной интенсивностью и с нулевой интенсивностью в центре сечения пучка, что позволило рассчитать термоупругие напряжения по глубине стекла, необходимые для формирования микротрещины, и увеличить скорость термораскалывания на 20 – 30 % по сравнению с однолучевым термораскалыванием;

– установление закономерностей термораскалывания кварцевого стекла для фотошаблонов, заключающихся в предварительном воздействии нагрева и охлаждения и относительном перемещении лазерного пучка и кварцевого стекла вдоль линии термораскалывания, в результате которого образуется зона остаточных напряжений, которая вызывает разность хода прямого и преломленного лучей (1,1 – 3,0)·10⁻⁸ м, а удельный энерговклад (2 – 3)·10⁹ Дж/м³ оптимален для получения глубины разделяющей микротрещины (1,8 – 2,2)·10⁻⁴ м, что позволяет исключить растрескивание кромки кварцевого фотошаблона за счет уменьшения остаточных напряжений до значений ниже прочности на разрыв.

Рекомендации по использованию результатов исследования. Результаты исследований использованы на предприятии ОАО «Коралл» в процессе удаления примесей из кварцевого сырья для фотошаблонов, внедрены в учебный процесс УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», а также могут быть использованы организациями, занимающимися производством кварцевых пластин и изделий на их основе.

Председатель совета по защите диссертаций

Ученый секретарь совета по защите диссертаций



Н.В. Гапоненко

Г.А. Пискун