

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

совета по защите диссертаций Д 02.15.03 при учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по диссертации Шершнева Евгения Борисовича на тему «Лазерная технология формирования компонентов электронной техники из аморфных и кристаллических материалов», представленной на соискание ученой степени доктора 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 Шершнева Евгения Борисовича является самостоятельной законченной научно-исследовательской работой, соответствует технической отрасли и требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

**Научный вклад соискателя в решение научной проблемы с оценкой его значимости.** Научный вклад соискателя состоит в обосновании, установлении закономерностей и разработке новых методов лазерной обработки сверхтвердых материалов электронной техники, включая кристаллический и аморфный кварц, синтетические и природные алмазы при комплексном воздействии лазерного излучения с длинами волн 266, 532, 1064 нм и 10,6 мкм и плотности мощности ( $10^6 - 10^{10}$ ) Вт/м<sup>2</sup>, что является концептуальным развитием научных основ лазерной технологии производства компонентов электронной техники из неметаллических материалов повышенной твердости.

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

– феноменологическую модель лазерного управляемого термораскалывания аморфного кварца в линейной постановке задачи термоупругости, описывающую двухлучевое воздействие движущими лазерными пучками: эллиптической формы с нулевой интенсивностью в центре и пучком с гауссовым распределением интенсивности при симметричном и асимметричном нагреве лазерным излучением с длинами волн 1064 нм и 10,6 мкм с учетом объемного поглощения и теплоотдачи с поверхности материала;

– экспериментально установленные режимы лазерного управляемого термораскалывания кристаллического кварца непрерывным лазерным излучением с длиной волны 10,6 мкм, мощностью (25 – 40) Вт, скоростью относительного перемещения луча  $(5 - 17) \cdot 10^{-3}$  м/с, создающими термоупругие напряжения  $(3,0 - 4,0) \cdot 10^7$  Па, обеспечивающие повышение скорости разделения материала в 5 – 7 раз и его экономию до (20 – 25) % за счет снижения потерь исходного сырья;

– закономерности процесса лазерной резки кристаллов алмаза, заключающиеся в образовании в результате лазерного воздействия кристаллического графита и возникновении анизотропии тепловых свойств при увеличении максимальных термоупругих напряжений от 8 до 42 % в зависимости от выбранной оси симметрии, в результате чего формируются термоупругие напряжения ниже предела прочности в каждом направлении за счет дифференцированного нагрева;

– нестационарную трехмерную нелинейную математическую модель лазерной резки кристаллов алмаза в квазинепрерывном режиме работы лазера с длиной волны излучения 1064 нм и частотой следования импульсов 3 – 7 кГц посредством сканирования и перефокусировки лазерного излучения и послойного удаления материала с учетом его температурных зависимостей и анизотропии образующегося в процессе воздействия излучения графита, на основании которой установлены оптимальные параметры процесса резки: плотность мощности лазерного излучения  $(5 - 7) \cdot 10^{10}$  Вт/м<sup>2</sup>, скорость относительного перемещения  $(7 - 9) \cdot 10^{-3}$  м/с.

**Рекомендации по использованию результатов исследования.** Результаты исследований внедрены на предприятиях ОАО Гомельское производственное объединение «Кристалл», ОАО «Коралл», на опытно-производственном участке ГГУ имени Ф. Скорины, а также могут быть использованы организациями, специализирующимися на производстве изделий электроники из аморфного и кристаллического кварца, природных и синтетических алмазов, хрупких неметаллических материалов.

Председатель совета по защите диссертаций

Н.В. Гапоненко

Ученый секретарь совета по защите диссертаций

Г.А. Пискун

