

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Соколова Сергея Ивановича*

«Двухлучевая лазерная обработка кварца для резонаторов и фотошаблонов субмикронных интегральных микросхем»

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06. – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

Диссертационная работа Соколова С.И. посвящена использованию лазерного излучения для обработки кварца, который применяется при производстве изделий электронной техники. Уникальные свойства аморфного кварца, такие как низкий коэффициент линейного термического расширения, широкий диапазон спектральной прозрачности, ярко выраженный пьезоэлектрический эффект у кристаллического кварца, делает его незаменимым в технологии производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

В работе проведены математическое моделирование, экспериментальные исследования и разработка соответствующих способов и технологий для процессов лазерного обогащения кварцевого сырья, управляемого термораскалывания кварцевого стекла и кристаллического кварца двумя лазерными лучами, сварки и полировки кварцевого стекла. При этом выбор длины волны излучения лазерных источников основывается на учете спектральной поглощательной способности исследуемых материалов. Это позволяет создавать соответствующие технологическому процессу распределение градиента температуры и напряжений для осуществления лазерного термораскалывания кварца методом управляемой микротрещины, а также применение двух лучей позволяет провести очистку кварцевого сырья от примесей, которые невозможно извлечь другими методами. Исследованы закономерности термораскалывания кристаллического кварца и, показано влияние кристаллографических направлений на технологические режимы при изготовлении резонаторов.

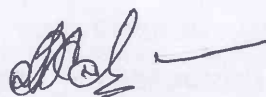
Научная новизна заключается в установлении механизма удаления примесей из кварцевого сырья нагревом кварцевого сырья CO_2 -лазером до температуры близкой к температуре плавления и одновременном расплавлении частиц кварца с примесями за счет поглощения примесями излучения YAG-лазера, которое прозрачно для чистых частиц, что снижает содержание

примесей с $(3-3,5) \cdot 10^{-4}$ % до $(1-1,5) \cdot 10^{-4}$ %. Установлена закономерность термораскалывания кварцевого стекла для фотошаблонов, которое позволяет исключить растрескивание кромки кварцевого фотошаблона за счет уменьшения остаточных напряжений до значений ниже прочности на разрыв. Определено, что при скорости обработки $5 \cdot 10^{-3}$ м/с, радиусе лазерного пучка $1,2 \cdot 10^{-3}$ м и мощности лазерного излучения CO₂-лазера 22 Вт на поверхности кварцевого стекла достигается температура плавления 2004 К, что позволяет полировать кварцевое стекло, причем внутренние напряжения в стекле составляют $45 \cdot 10^6$ Па, что меньше прочности на разрыв $300 \cdot 10^6$ Па.

На основе полученных результатов автором опубликовано 34 научные работы, в том числе 1 монография, 12 статей в рецензируемых журналах «Доклады БГУИР», «Проблемы физики, математики и техники», «Известия ГГУ им. Ф. Скорины» и «Кристаллография», 8 докладов на международных конференциях, получено 4 патента РБ на способ и 9 патентов на полезную модель в том числе патент РФ.

Считаю, что представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, а *Соколов Сергей Иванович*, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники. Выражаю согласие на размещение отзыва в сети Интернет.

Заведующий кафедрой «Физика и электротехника»
УО «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»,
доктор физ.-мат. наук, профессор



П.А.Хило

Подпись	<i>Хило</i>
заверяю:	
инспектор (специальность) _____	
УО «ГГТУ» имени П.О. Сухого	
подпись	<i>Хило</i>
« _____ » _____ 20 _____ г.	

