

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Болгарская Академия наук
ООО «ЛИТТ»

ИННОВАТИКА-2015

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**XI Международной школы-конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
21–23 мая 2015 г.
г. Томск, Россия**

Под ред. проф. А.Н. Солдатова, доц. С.Л. Минькова

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

Томск – 2015

Данное научное исследование (проект № 8.1.72.2015) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд ТГУ им. Д.И. Менделеева» в 2015 г.

Литература

1. Петраш Г.Г. Импульсные газоразрядные лазеры // УФН. – 1971. – Т.105. – №4. – С. 645–676.
2. Юдин Н.А., Суханов В.Б., Губарев Ф.А., Евтушенко Г.С. О природе фантомных токов в активной среде лазеров на самоограниченных переходах атомов металлов // Квантовая электроника. – 2008. – Т. 38. – №1. – С. 23–28.
3. Hogan G.P., Webb C.E. Pre-ionization and discharge breakdown in the copper vapour laser: the phantom current // Optics Communication. – 1995. – Vol. 117. – P. 570–579.
4. Бохан П.А., Герасимов В.А., Соломонов В.И., Щеглов В.Б. О механизме генерации лазера на парах меди // Квантовая электроника. – 1978. – Т. 5. – №10. – С. 2162–2173.
5. Юдин Н.А., Костыря И.Д., Полушин Ю.П., Юдин Н.Н. Формирование ВЧ-разряда в активной среде лазеров на парах металлов // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т. 56. – №2. – С. 51–59.
6. Бохан П.А., Гугин П.П., Закревский Д.Э., Лаврухин М.А., Казарян М.А., Лябин Н.А. Влияние уменьшения длительности фронта импульса напряжения на частоту следования импульсов генерации лазера на парах меди // Квантовая электроника. – 2013. – Т. 43(8). – С. 715-719.

ЛАЗЕРНЫЙ ТЕРМОРАСКОЛ СТЕКЛА В.Ю. Юрин¹, А.С. Шумейко¹, Чжу Юн²

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет*

²*Национальный технический университет, г.Ухань, КНР
e-mail: Vova17.1993@bk.ru*

LASER GLASS THERMOCLEAVAGE V.Y. Yurin¹, A.S. Shumeyko¹, Zhu Yun²

¹*National Research Tomsk State University*

²*National University of Technology, Wuhan, China*

The process of thermocleavage is based on thermal expansion of the material. In this process, due to nonuniform heating of glass with a laser beam, the formation of cracks. Unlike classical laser thermocleavage in our technology is not used refrigerant, and as there is no need subsequently until, as immediately goes through the separation material. This is largely due to the fact that we are using strontium vapor laser, which emits at several wavelengths. Thus, we have a multi-wavelength laser cutting technology. It is due to effects on multiwave material, heating occurs throughout the thickness of the workpiece.

Key words: glass cutting, laser thermocleavage glass, strontium vapor laser, glass handling.

Целью настоящей работы являлось создание технологии лазерной резки стекла при помощи Sr лазера, методом сквозного термораскола, без применения хладагента. Актуальность данной работы обоснована увеличением спроса на резку стекол толщиной 0,6-0,8 мм. В частности резка стекла для смартфонов. На данный момент существует несколько видов установок для лазерного термораскола стекла, но они не отвечают современным требованиям к резке стекла, таким как: более экономичное использование материала и уменьшение количества отходов, уменьшение количества брака, большая скорость разделения, высокое качество поверхности разделяемых изделий, отсутствие механического воздействия на материал, исключение операций шлифовки и полировки края, повышение прочности краев получаемых деталей, в результате получения бездефектных краев (без сколов и поперечных трещин), сопротивляемость деталей к ударным нагрузкам увеличивается, их надежность, и срок службы повышаются, возможность полной автоматизации процесса вследствие исключения последующих операций обработки. Таким образом, данная технология будет выделяться на фоне конкурентов и быстро займет достойное место на рынке.

Процесс термораскалывания основан на температурном расширении материала. В этом процессе, за счет неоднородного нагрева стекла лазерным лучом, происходит образование трещины. В отличие от классического лазерного управляемого термораскалывания, в нашей технологии не используется хладагент, а так же нет необходимости в последующем доколе, так как сразу идет сквозное разделение материала. Это во многом обусловлено тем, что мы используем лазер на парах стронция, который излучает сразу на нескольких длинах волн. Таким образом, мы имеем технологию многоволновой лазерной резки, за счет воздействия на стекло длинами волн 6,45 мкм, 3 микронной и 1 микронной групп длин волн. Именно благодаря многоволновому воздействию на материал, нагревание происходит по всей толщине обрабатываемого изделия.

В ходе работы была создана экспериментальная установка для термораскола стекла. В качестве источника излучения был использован лазер на парах стронция мощностью 15 Ватт, с неустойчивым резонатором. Были разработаны две различные оптические системы, для осуществления различных требований к обрабатываемому изделию. В основе одной было сферическое зеркало, а в другой собирающая короткофокусная линза. В отличие, от других установок, где двигается лазерный луч, в нашей

установке, лазерный луч был статичен, а двигался образец стекла, находящийся на координатном столе. Координатный стол имеет две координаты и управляется через ПК.

Была проведена серия экспериментов по термораскалыванию стекла, для выявления оптимального режима резки. Изменяя давление буферных газов, He и Ne, можно регулировать распределение мощности на разных длинах волн. Помимо этого изменялась суммарная мощность излучения, и скорость движения обрабатываемого стекла. Было выявлено, что при скорости обработки 500 мм/мин, для сквозного разделения стекла толщиной 0,8 мм, достаточно мощности излучения в 7 Ватт. Для качественного разделения обрабатываемых изделий зависимость между мощностью излучения и скоростью перемещения образца, должна быть прямо пропорциональна. При скорости резки больше 1000 мм/мин, трещина получается не сквозная, а поверхностная. Рез стекла осуществлялся как по прямой, так и по криволинейной траектории.

Таким образом, было доказано, что при использовании лазера на парах стронция возможен сквозной термораскол стекла, без применения хладагента, что значительно упрощает процесс резки. Удалось получить края обрабатываемых изделий хорошего качества, при достаточно высокой скорости обработки и относительно небольшой мощности излучения. Исходя из всего вышеперечисленного, метод лазерного термораскола стекла, с помощью лазера на парах стронция, является наиболее приоритетным методом для резки стекол толщиной до 0,8 мм.

Литература

1. Применение CO и Sr лазеров для управляемого термораскалывания стекол /Сысов В.К., Булкин Ю.Н., Вятлев П.А., Захарченко А.В., Солдатов А.Н., Капустин П.И., Васильева А.В., Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ» 882 <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/084.pdf>
2. Record Output Energy Parameters of a SrI and SrII-Vapor Laser /Soldatov A. N., Polunin Yu. P., Shumeiko A. S., Sidorov I. V. The 7-th Int. Symp. Laser Physics and Laser Technology, Tomsk, Russia, 20-24 December 2004. – С. 202 – 207.
3. Увеличение эффективности управляемого лазерного термораскалывания диэлектрических материалов/ Сысов В.К., Папченко Б.П., Захарченко А.В., Вятлев П.А. Оптический журнал. – 2004. –Т.71. –№2 –С. 41-45.
4. SrI- and SrII-Vapor Laser Active Volume Scaling./ A.N. Soldatov, A.G. Filonov, Yu.P. Polunin, and I.V. Sidorov. The 8-th Sino-Russian Symp. on Laser Physics and Laser Technologies, Tomsk, Russia, 10-15 August 2006. – P.5 –10.