**Оптимизация режимов стримерного разряда при прецизионном перфорировании диэлектрических материалов в микромасштабе**

***Гайворонская Мария Игоревна, Гайворонская Елизавета Игоревна***

Студентки 4 курса

Воронежский государственный университет,

Физический факультет, Воронеж, Россия

E–mail: mig2.3mari@gmail.com

Задача обработки материалов, а именно способы холодной электромеханической микроперфорации полупроводниковых материалов и диэлектриков с целью быстрого (1 с) промышленного или бытового получения массива микронных отверстий контролируемого одинакового диаметра от 5 до 50 мкм, равномерно распределенных по поверхности обрабатываемого материала, представляется актуальной научно-исследовательской задачей [1].

Известны различные методы получения микронных перфораций на бумаге: искровой разряд, лазер, вырубной штамп, низкотемпературная плазма в импульсном электрическом разряде. Однако, у существующих методов есть недостатки, которые проявляются либо в сложности реализации, либо в ограничениях по разрешающей способности.

В настоящей работе описана возможность перфорации листа бумаги в стримерном разряде. Под стримером понимают ярко светящийся нитевидный разряд, возникающий в твердом теле при неполном пробое. Первичный стример (головка, летящая впереди) имеет среднюю энергию электронов 10 эВ а вторичный – то что за этим тянется с отставанием (1-2) эВ. При напряжении ниже 19 кВ стримеры ветвятся, а при более высоком – перестают ветвиться и начинают разгоняться [2].

Рис. 1 График зависимости диаметра отверстий от расстояния между барьерами по средним значениям

Описание метода. Между двумя плоскими электродами помещается образец бумаги, подаются импульсы высокого переменного напряжения 50 кВ, с продолжительностью импульсов 20 мкс. Между электродами возникает массив стримерных разрядов, перфорирующих бумагу.

Материалы. Бумага: офисная плотностью 80 г/м2, толщины 0,104 мм, ГОСТ Р 57641-2017

В результате, выявлена зависимость диаметра отверстий от расстояния между стенками электродов. При расстояниях от 1 до 6 мм прослеживается увеличение диаметра отверстий, с биением (периодическим спадам диаметра до отметки примерно 15 µm). С расстояния 9 мм начинается спад, тоже с биением (но уже не такое выраженное).

Важно отметить, что кроме диэлектрических материалов (бумага) тестовые эксперименты осуществлялись с полупроводниковыми материалами (кремний, карбид кремния).

Таким образом, за счет подобранных режимов и особенностей барьерного разряда в настоящей работе получен стример в стационарном состоянии, который возможно использовать, как технологический инструмент в задачах электронной промышленности.

     **Литература**

1. Патент № 2832998. Способ холодной электромеханической Микроперфорации листа бумаги в Стримерном разряде : № 2023125637 : заявл. 05.10.2023 : опубл. 13.01.2025 / Жукалин Д. А., Долгих И. И., Битюцкая Л. А. – 14 с.
2. Ono, R. and Oda, T. (2003) Formation and Structure of Primary and Secondary Streamers in Positive Pulsed Corona Discharge—Effect of Oxygen Concentration and Applied Voltage. Journal of Physics D: Applied Physics, 36, 1952-1958. https://doi.org/10.1088/0022-3727/36/16/306