

**ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ
В ОБРАТНОМ ИНЖИНИРИНГЕ ДЛЯ АНАЛИЗА АППАРАТНЫХ
СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

К.Н. Барковская, С.И. Мадвейко

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В современном мире широкое применение находит метод обратного инжиниринга для обеспечения надежности элементной базы средств защиты информации. В данной статье описывается влияние технологии плазмохимического травления (ПХТ) полупроводниковых устройств как часть методики обратного инжиниринга. С помощью удаления слоев путем ПХТ можно выявлять дефекты и

вредоносные изменения в аппаратных средствах, что обеспечивает информационную безопасность.

Ключевые слова: обратный инжиниринг; плазмохимическое травление; плазма; травление; депроцессинг; интегральная схема; анализ; послойный анализ; потенциал плазмы; электрический потенциал.

APPLICATION OF PLASMA ETCHING IN REVERSE ENGINEERING FOR THE ANALYSIS OF HARDWARE INFORMATION SECURITY

K.M. Barkouskaya, S.I. Madveika

*Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics", Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. Nowadays the method of reverse engineering is widely used to ensure the reliability of the electronic components of information security tools. This article describes the impact of plasma etching technology of semiconductor devices as part of the reverse engineering methodology. By removing layers using plasma etching, defects and malicious changes in hardware can be identified, thereby ensuring information security.

Keywords: reverse engineering; plasma etching; plasma; etching; deprocessing; integrated circuit; analysis; layer by layer analysis; plasma potential; electric potential.

Введение

Интегральные схемы (ИС) обрабатывают большое количество информации, следовательно, возникает проблема возможности утечки конфиденциальной информации. Причиной утечки могут быть неисправные или скомпрометированные ИС, а также недостатки, преднамеренно внесенные в конструкцию злоумышленниками, которые называются аппаратными троянами. Подходы к обеспечению гарантии аппаратного обеспечения (hardware assurance) призваны гарантировать надежность этих устройств, подтверждая отсутствие в ИС вредоносных изменений.

На данный момент единственным надежным методом выявления троянов считается обратный инжиниринг (Reverse Engineering) – получение исходного аппаратного проекта путем разрушающего физического анализа готового продукта [1].

Поскольку современные ИС – это многослойные структуры, то для анализа архитектуры устройства и поиска дефектов необходимо открывать слои микросхемы. Данный процесс называется депроцессинг (deprocessing).

Депроцессинг включает две стадии: планаризацию (выравнивание поверхности) и послойное удаление материала. Для реализации этих процессов на практике применяют методы плазмохимического травления (ПХТ), химико-механической полировки, шлифовки и различные их комбинации [2].

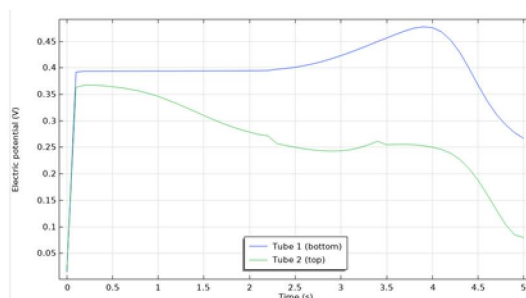
В данной статье будет рассмотрено влияние качества обработки методом ПХТ на точность послойного анализа.

Основная часть

Плазмохимическое травление – технология послойного удаления материала, основанное на химическом взаимодействии материала подложки с ионами плазмы. Травление применяется в процессе производства и изготовления электронной компонентной базы (ЭКБ), а также в операциях реверс инжиниринга ЭКБ [3]. Следовательно, развитие технологии ПХТ и модернизация соответствующего оборудования способствует повышению качества послойного анализа, а значит, возрастает степень защищенности данных.

Потенциал плазмы – одна из ее основных характеристик, которую рассматривают как электрическую потенциальную энергию, связанную с распределением этих заряженных частиц. Точное измерение и контроль потенциала плазмы необходимы для оптимизации плазменного оборудования. При травлении потенциал плазмы определяет энергию и направление ионов, влияя на скорость и селективность травления. Управление потенциалом плазмы позволяет настраивать условия плазмы для достижения желаемых результатов при травлении.

На рисунке 1 показана зависимость электронного потенциала плазмы от времени. Исследование проводилось для плазмы внутри двух камер.



Зависимость значения электрического потенциала от времени
The dependence of the electric potential value on time

Полученные результаты показывают, что значения электрического потенциала плазмы в трубках различается. Согласно рисунку, электрический потенциал более стабилен для камеры 1 (синяя линия), располагающейся в нижней части рабочей зоны, куда поступает меньше подводимой мощности, чем в камере 2 (зеленая линия), которая, наоборот, располагается в верхней части рабочей зоны и сюда поступает больше подводимой мощности. Таким образом, в камере 1 обработка более равномерная, а значит, точность послойного анализа возрастает.

Заключение

Стабильность значений электронного потенциала плазмы обеспечивает более равномерную обработку поверхности. На показатели электрического потенциала влияет распределение мощности внутри рабочей зоны.

Список использованных источников

1. Wilson R., Lu H., Zhu M., Forte D., Woodard D., Grieskamp W. (2021) REFICS: Assimilating Data-Driven Paradigms Into Reverse Engineering and Hardware Assurance on Integrated Circuits. *IEEE ACCESS*. 9, 131955–131976. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3114360.
2. Вяткин А. Ф., Зиненко В. И. (2012) Послойный анализ металлизации современных интегральных схем с помощью физического ионного распыления. *Известия вузов. Электроника*. 2 (94), 95–97.
3. Адамов А. А., Головки А. С., Малаханов А. А., Васильева Ю. О., Павлов А. В. (2024) Исследование скорости удаления пирогенного SiO₂ методом плазмохимического травления. *Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении*. 4 (26), 4–11.

References

1. Wilson R., Lu H., Zhu M., Forte D., Woodard D., Grieskamp W. (2021) REFICS: Assimilating Data-Driven Paradigms Into Reverse Engineering and Hardware Assurance on Integrated Circuits. *IEEE ACCESS*. 9, 131955–131976. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3114360.
2. Vyatkin A. F., Zinenko V. I. (2012) Layer By Layer Analysis of Metallization in Modern Integrated Circuits Using Physical Ion Sputtering. *Proceedings of Universities. Electronics*. 2 (94), 95–97 (in Russian).
3. Adamov A. A., Golovko A. S., Malakhanov A. A., Vasil'eva Yu. O., Pavlov A. V. (2024) Investigating the Removal Rate of Pyrogenic SiO₂ by Plasma Chemical Etching. *Automation and modeling in design and management*. 4 (26), 4–11 (in Russian).

Сведения об авторах

Барковская К.Н., ассистент каф. электронной техники и технологии, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», k.barkovskaia@bsuir.by.

Мадвейко С.И., канд. техн. наук, доц., зав. каф. электронной техники и технологии, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», madveyko@bsuir.by.

Information about the authors

Barkouskaya K., Assistant at the Department of Electronic Technique and Technology, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", k.barkovskaia@bsuir.by.

Madveika S., Cand. of Sci. (Tech.), Associate Professor, Head of the Department of Electronic Technique and Technology, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", madveyko@bsuir.by.