

Влияние структуры химического никеля на вакуумную плотность паяных соединений металлокерамических изделий

Д. Максимов¹

УДК 621.38 | ВАК 05.27.06

Современные изделия фотоэлектроники должны иметь высокую степень герметичности, которая должна обеспечиваться на протяжении всего периода эксплуатации аппаратуры, то есть не менее 20 лет. В АО «НПП «Старт» (Великий Новгород) освоена новая технология получения паяных соединений с последующим контролем их качества с применением трехмерной рентгеновской компьютерной томографии.

Для выполнения необходимых требований при проектировании и производстве металлокерамических вакуум-плотных изделий необходимо учитывать и соблюдать следующие условия:

1. Металлические детали должны изготавливаться из металлов и сплавов исключительно вакуумных плавок и по химическому составу соответствовать требованиям, установленным в ГОСТ или ТУ на данные сплавы.
2. Неметаллические детали должны изготавливаться из материалов, которые не выделяют органических загрязнений во внутренний объем приборов, ухудшая (понижая) тем самым степень герметичности.
3. Сборка узлов, входящих в состав приборов, должна осуществляться с применением лазерной сварки или бесфлюсовой пайки.
4. Применение геттерированных вводов в составе приборов для адсорбирования кислорода из внутреннего объема приборов.

Кроме основных вышеперечисленных критериев, не менее важным фактором, оказывающим влияние на качество вакуум-плотных соединений, является наличие качественных гальванических покрытий на поверхностях деталей, входящих в состав изделий. Так, например, при производстве металлокерамических узлов (цоколей), изображенных на рис. 1 и серийно изготавливаемых на производственной площадке АО «НПП «Старт», была выявлена закономерность влияния микроструктуры химического никеля на поверхности металлокерамического кольца, входящего в состав данного узла.

Согласно техническим характеристикам, данные металлокерамические цоколи должны обеспечивать высокую степень герметичности, а именно – величина

натекания по гелию не более $5 \cdot 10^{-13}$ (Па·м³/с), так как они входят в состав вакуумных криостатируемых корпусов, предназначенных для охлаждения фоточувствительных элементов.

При освоении и изготовлении первых опытных партий металлокерамических цоколей был выявлен повторяемый дефект, связанный с ухудшением показателя теплопритока внутри матричных фотоприемных устройств. Причем данный дефект проявлялся не сразу после изготовления, а по истечении определенного промежутка времени от шести месяцев до одного года. Предварительный анализ данных приборов показал, что натекание во внутренний объем прибора происходило по паяному соединению в металлокерамическом цоколе. Согласно разработанным мероприятиям по повышению качества паяного соединения на АО «НПП «Старт» были изготовлены опытные партии металлокерамических цоколей для последующего детального анализа с применением трехмерной рентгеновской томографии, а также лазерной фотоакустической интроскопии. Для проведения анализа по вышеперечисленным методикам были выбраны

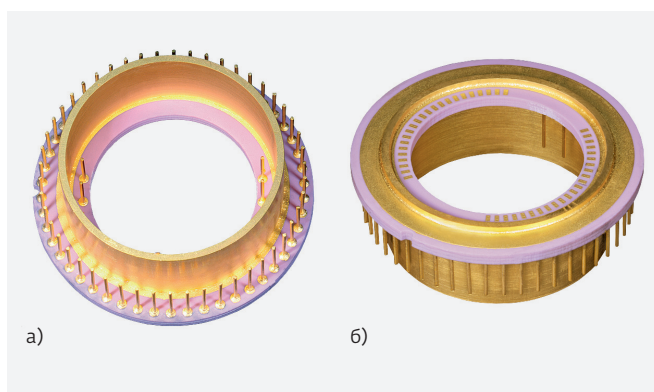


Рис. 1. Внешний вид металлокерамических цоколей

¹ АО «НПП «Старт» (Великий Новгород), начальник производства электронных компонентов info@relay-start.ru.



Рис. 2. Опытные образцы металлокерамических цоколей для проведения трехмерной рентгеновской томографии

четыре опытных образца металлокерамических цоколей, представленных на рис. 2.

Образцы № 1 и 2 – годные и имели степень натекания по гелию не более $5 \cdot 10^{-13}$ (Па·м³/с), образец № 3 также был герметичным и использовался в качестве эталонного образца (импортный образец). Образец № 4 был негерметичным и имел степень натекания $8 \cdot 10^{-7}$ (Па·м³/с). Все четыре образца были направлены на проведение трехмерной рентгеновской компьютерной томографии (КТ) с применением установки panotom и phoenix v|tome|x m производства компании GE Measurement & Control GmbH (Германия), представленной на рис. 3.

В результате проведенных исследований были выявлены проблемные области (поры) в паяных соединениях на всех четырех образцах.

Как видно из представленных рентгеновских снимков, на всех образцах имеются внутренние микропоры

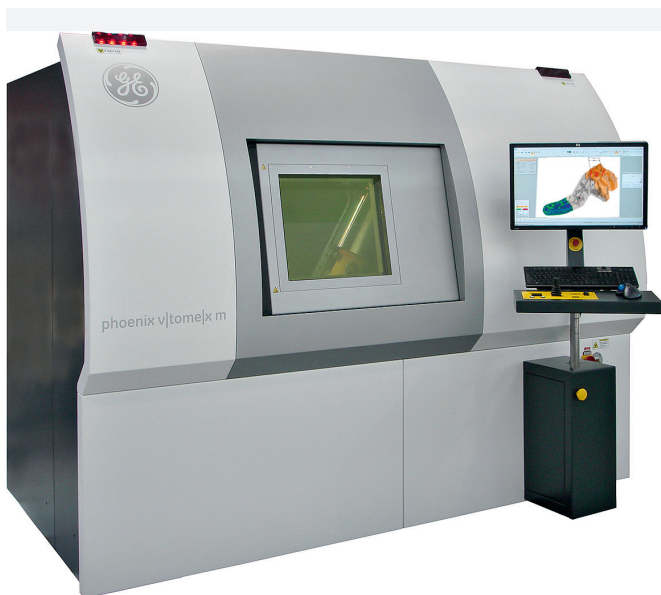


Рис. 3. Внешний вид промышленной КТ-установки phoenix v|tome|x m

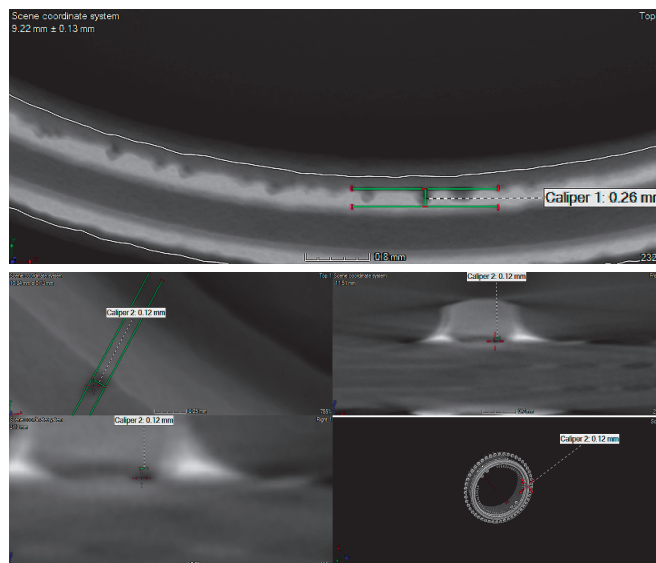


Рис. 4. Рентгеновский снимок паяного соединения металлокерамического цоколя № 1

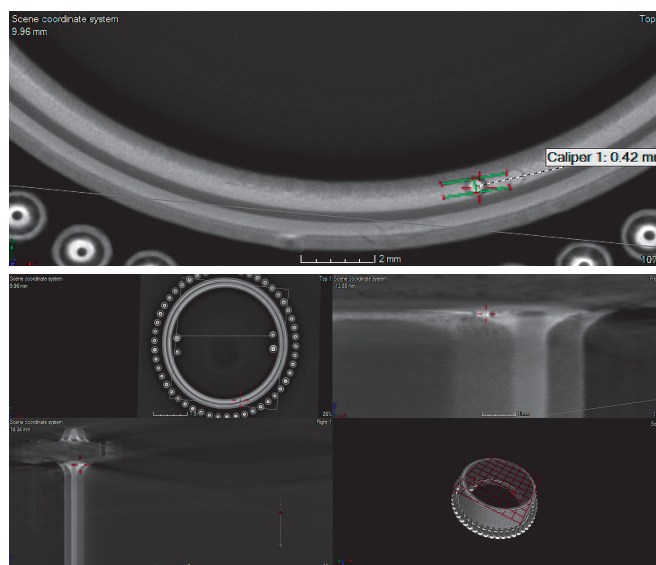


Рис. 5. Рентгеновский снимок паяного соединения металлокерамического цоколя № 2

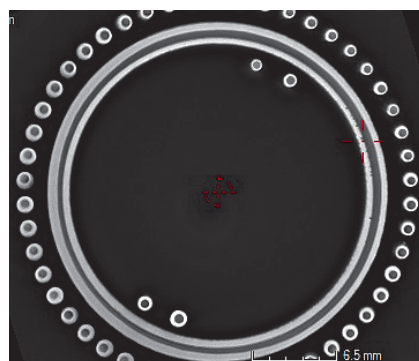


Рис. 6. Рентгеновский снимок паяного соединения металлокерамического цоколя № 3

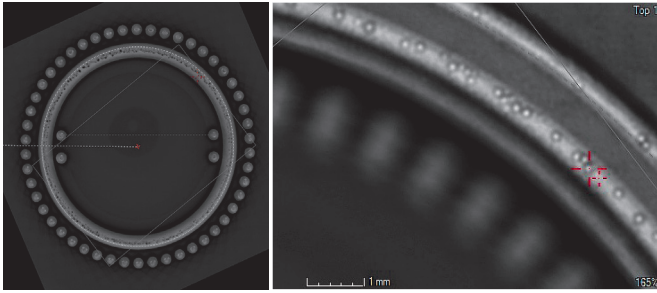


Рис. 7. Рентгеновский снимок паяного соединения металлокерамического цоколя № 4

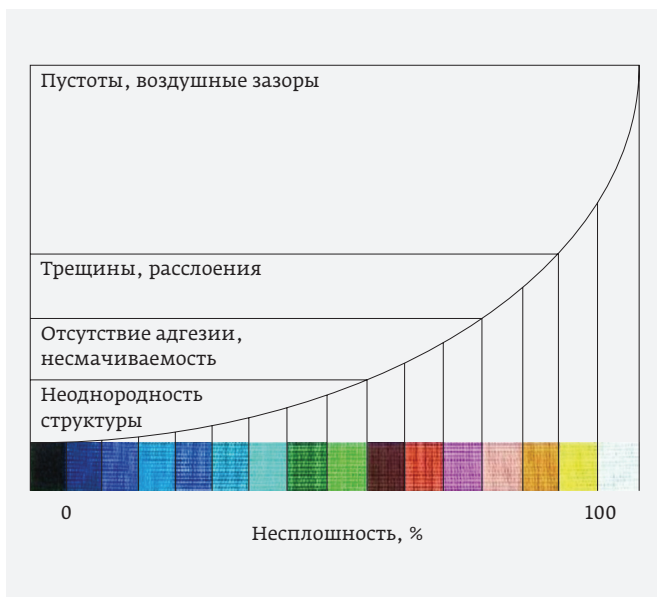


Рис. 8. Цветная 16-градационная шкала

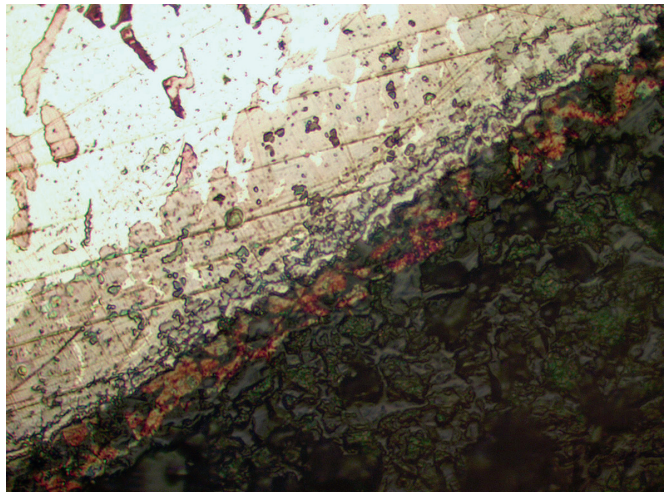
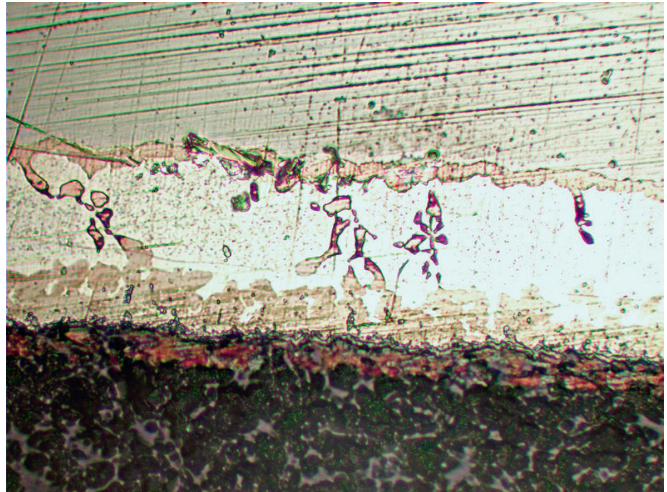
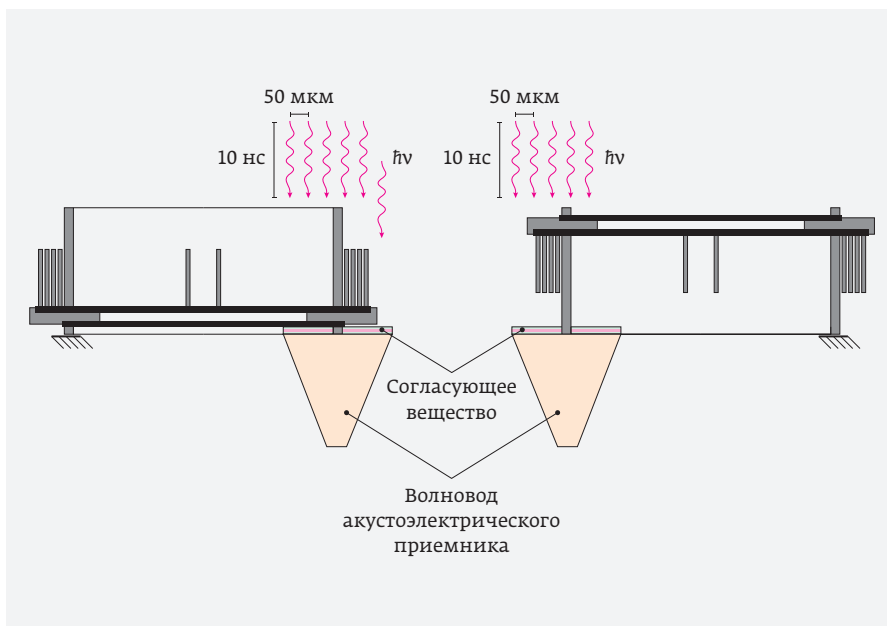


Рис. 10. Снимки микрошлифов паяных соединений металлокерамических цоколей



в паяных соединениях на границе «металлическое кольцо – керамика». Только на образце, взятом за эталон (образец № 3), поры практически отсутствовали.

Для подтверждения полученных результатов было принято решение о проведении дополнительного анализа данных образцов с помощью лазерной фотоакустической интроскопии.

Оценка качества паяных соединений этим методом основана на

Рис. 9. Схемы проведения ЛФА-сканирования МКУ (а – со стороны штырьков, б – с противоположной стороны)

анализе полученных данных и сопоставлении их по 16-градационной цветокодированной форме в виде фотоакустических 2D-топограмм, на которых участки несплошности и зоны отсутствия взаимодействия неразъемных соединений регистрируются по мере нарастания от зеленого цвета до белого согласно приведенной цветовой шкале (рис. 8).

Сканирование образцов проводилось со стороны расположения штырьковых выводов согласно схеме, приведенной на рис. 9. Для подтверждения достоверности результатов был осуществлен поворот изделий с шагом регистрации фотоакустического отклика, равным 50 мкм, на участках $50 \text{ мкм} \times 256 = 12\,800 \text{ мкм}$.

В результате проведенного фотоакустического анализа также были выявлены проблемные области (поры) внутри паяных соединений.

Сопоставив полученные результаты обеих методик, а также сделав микрошлифы образцов, представленных на рис. 10, было принято решение о замене состава электролита химического никеля с щелочного раствора с $\text{pH}=8,5$ на кислый электролит с $\text{pH}=4,7$, который дает более мелкозернистую структуру осаждаемого покрытия. В производство повторно была запущена партия металлокерамических цоколей с применением электролита с $\text{pH}=4,7$. Данные изделия были направлены на повторный анализ

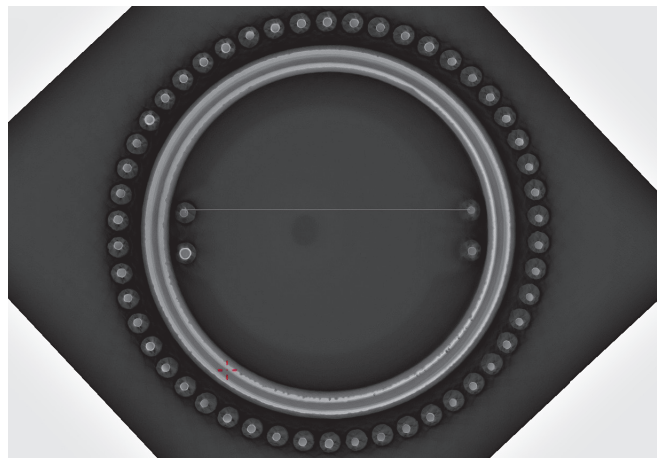


Рис. 11. Рентгеновский снимок паяного соединения металлокерамического цоколя с химическим никелем $\text{pH}=4,7$

трехмерной рентгеновской томографии, который подтвердил практическое отсутствие пор в паяных швах.

В результате вышеизложенного, можно сделать вывод о влиянии структуры химического никеля на качество паяных соединений и, как следствие, на вакуумную плотность металлокерамических узлов. ●

СТАРТ

РЕЛЕ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ
МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОРПУСА И ОСНОВАНИЯ

Умение надежного контакта

АО «Научно-производственное предприятие «Старт»
173021, Россия, Великий Новгород, ул. Нехинская, 55
тел.: +7 8162 765 658 e-mail: info@relay-start.ru
www.relay-start.ru