

УДК 52621. 373

СОГЛАСОВАНИЕ ВОЛНОВОДА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ МОНТАЖА ПРОВОЛОЧНЫХ ВЫВОДОВ С ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ИЗЛУЧАТЕЛЕМ

Петухов И.Б., Шепелевич А.В.

ОАО «Планар-СО»

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Исследованы методы согласования пьезоэлектрического излучателя с конструкцией используемого волновода ультразвукового преобразователя для проволочного монтажа в изделиях электронной техники. Установлено, что рассогласование резонансных частот пьезоэлектрического излучателя и волновода не должно превышать 1–1,4 кГц во избежание появления паразитных мод колебаний, снижающих качество микросварки. Проведенные технологические испытания подтверждают данное утверждение.

Ключевые слова: пьезоэлектрический излучатель, волновод, ультразвуковой преобразователь, проволочный монтаж.

MATCHING ULTRASONIC TRANSDUCER HORN FOR WIRE BONDING WITH PIEZOELECTRIC DRIVER

Petuhov I., Shepelevich A.

OJSC «Planar-SO»

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The methods of matching of the piezoelectric driver with the design of the ultrasonic transducer horn used for wire bonding in the electronic devices are investigated. It is established, that mismatch of resonance frequencies of the piezoelectric driver and the horn should not exceed 1–1,4 kHz in order to avoid appearance of parasitic oscillation modes, reducing the quality of micro bonding. Technological tests carried out confirm this statement.

Key words: piezoelectric driver, horn, ultrasonic transducer, wire bonding.

Адрес для переписки: Петухов И.Б., ОАО «Планар-СО», пр. Партизанский, 2/6, 220033 Минск, Республика Беларусь
e-mail: petuchov@kbtcm.by

В настоящее время в установках монтажа проволочных и ленточных выводов в изделиях электронной техники используется ультразвуковая или термозвуковая микросварка с резонансной частотой ультразвукового преобразователя (УЗП) в широком диапазоне частот – в основном от 60 до 140 кГц. Использование УЗП с резонансной частотой ≥ 100 кГц расширяет технологические возможности оборудования монтажа выводов, обеспечивая гибкие режимы микросварки на контактных площадках кристаллов и внешних выводах корпуса.

Современный УЗП для установок микросварки представляет собой классическую конструкцию, состоящую из соединенных между собой пьезоэлектрического излучателя и волновода, имеющего на конце отверстие для зажима рабочего инструмента (рис. 1). Основной функцией волновода является подвод к рабочему инструменту усиленных по амплитуде продольных механических колебаний от пьезоэлектрического излучателя (пьезодрайвера), который преобразует подводимый электрический сигнал в механические колебания за счет обратного пьезоэффекта.

Такая конструкция позволяет проводить тестирование пьезоэлектрического излучателя по электрическим параметрам независимо от волновода и при необходимости проводить его замену. Параметры пьезоэлектрического излучателя или сборки УЗП (пьезоизлучатель с привинченным волноводом посредством резьбовой шпильки) измеряют анализатором импеданса с вычислением значений элементов известной эквивалентной схемы УЗП, его резонансной частоты F_s , добротности Q и импеданса R_l (рис. 2).



Рисунок 1 – Ультразвуковые преобразователи для микросварки проволочных выводов

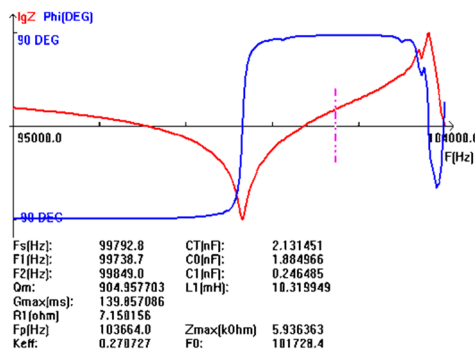


Рисунок 2 – Ультразвуковые преобразователи для микросварки проволочных выводов

Очевидно, что резонансная частота пьезоэлектрического излучателя должна совпадать или быть максимально близка к собственной резонансной частоте волновода, при этом резонансная частота сборки УЗП, измеренная анализатором импеданса будет близка к частоте пьезоэлектрического излучателя. Экспериментально установлено, что отклонение частоты резонанса собранного УЗП более 1,4 кГц от резонанса пьезоэлектрического излучателя приводит к ухудшению качества присоединения.

Для выяснения причины было проведено моделирование волноводов разработанных для УЗП на резонансную частоту ~ 100 кГц в среде САПР Comsol Multiphysics. Результаты моделирования показывают, что при разнице резонансных частот пьезоэлектрического излучателя и собственной частоты волновода более 1,4 кГц возникают различные моды колебаний в районе зажима рабочего инструмента- изгибные, крутильные (рис. 3). При разнице резонансных частот менее 1 кГц мода колебаний- продольная (рис.4). Форма мод колебаний волновода также зависит от геометрии самого волновода. Поэтому, целесообразно в процессе проектирования волновода проводить моделирование в вышеуказанном САПР или аналогичном для анализа спектра собственных колебаний волновода.

Из рис. 3 видно также значительное изменение распределения узлов и пучностей вдоль оси волновода от места стыковки с пьезоэлектрическим излучателем до точки зажима рабочего инструмента в торце волновода по сравнению с рис.4. Эти негативные явления обычно отражаются на диаграмме по рис.2 в виде небольших пиков на кривой импеданса, что может сигнализировать о необходимости более тщательной диагностики и настройке собранного УЗП.

Технологические испытания проводились на установке присоединения выводов ЭМ-4341-1[1] методом «клин-клин» в режиме сборки реальных приборов алюминиевой проволокой диаметром 50 мкм. Текущая прочность выводов составила 21–23 г. При этом использовался волновод с раз-

личными излучателями с резонансными частотами 92,4 кГц, 94 кГц, 99,8 кГц и 100,3 кГц. Наилучшие результаты (по выходу годных изделий) достигнуты с пьезоэлектрическими излучателями 99,8 кГц и 100,3 кГц.

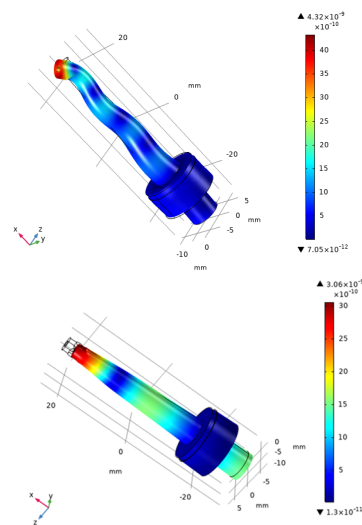


Рисунок 4 – Продольные колебания в разработанном волноводе на частоте резонанса 100,26 кГц

Литература

1. Петухов, И. Б. Автоматическая установка клинового монтажа проволочных межсоединений малого диаметра 2,5D электронных модулей / И. Б. Петухов. – Электроника: наука, технология, бизнес. – 2022. – № 5. – С. 66–72.

УДК 621

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕНСИВНОСТИ ДЛЯ Nd-СОДЕРЖАЩИХ СТЕКОЛ НА ОСНОВЕ $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$

Прусова И.В., Прихач Н.К.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. На примере алюмосиликатного неодимового стекла определены параметры интенсивности Ω_2 , Ω_4 и Ω_6 двумя различными методами: путем усреднения по семи основным абсорбционным переходам ионов Nd^{3+} и путем первоначального исключения сверхчувствительного перехода, а затем, используя полученные значения Ω_4 и Ω_6 , определения Ω_2 . Установлено, что различия полученных таким образом значений параметров интенсивности практически не выходят за пределы ошибки эксперимента.

Ключевые слова: абсорбционные переходы, параметры интенсивности, сверхчувствительный переход, неодимовое стекло.

DETERMINATION OF INTENSITY PARAMETERS FOR Nd-CONTAINING GLASSES BASED ON $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$

Prusova I., Prikhach N.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. Using neodymium aluminosilicate glass as an example, the intensity parameters Ω_2 , Ω_4 , and Ω_6 were determined by two different methods: by averaging over seven main absorption transitions of Nd^{3+} ions and by initially eliminating the supersensitive transition and then, using the obtained values of Ω_4 and Ω_6 , determining Ω_2 . It has been established that the differences in the values of the intensity parameters obtained in this way practically do not go beyond the limits of the experimental error.

Key words: absorption transitions, intensity parameters, supersensitive transition, neodymium glass.

*Адрес для переписки: Прусова И.В., пр. Независимости, 65, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: bntu@bntu.by*