

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТЕРМОЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКИ FLIP CHIP

Шепелевич А.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Ланин В.Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

E-mail: schepalex-k315@mail.ru

Таблица 1

Аннотация — Рассмотрена методика моделирования ультразвуковой колебательной системы методом конечных элементов в ANSYS. Приведены результаты совмещенного модального анализа свободных колебаний системы и гармонического анализа при приложении напряжения синусоидальной формы для определения электромеханических параметров колебательной системы.

1. Введение

В настоящее время к электрическим межсоединениям в микроэлектронных устройствах предъявляется ряд требований. Во-первых, межсоединения интегральных микросхем с подложкой или выводной рамкой должны быть минимальных размеров для уменьшения сопротивления и индуктивности. Во-вторых, технологический процесс формирования соединений должен быть наиболее простым и наименее затратным. Одним из самых критических требований является необходимость минимизации монтажной площади микросхем, выполнение которого зависит от технологии формирования соединений.

При изготовлении смарт-карт, фильтров на поверхностных акустических волнах, светодиодных матриц широкое распространение нашел метод термозвуковой микросварки *FLIP CHIP*, в котором определяющую роль играют, помимо времени сварки, температуры, сварочного усилия, параметры ультразвуковой колебательной системы. Для оптимизации параметров ультразвуковых систем используют методы компьютерного моделирования.

2. Основная часть

В технологии чаще всего используются пьезокерамические ультразвуковые колебательные системы с продольным колебанием инструмента. Электрическая энергия, подводимая к электродам преобразователя, трансформируется в механическую за счет явления обратного пьезоэффекта [1].

Наиболее перспективный метод для быстрой оценки свойств преобразователя — метод конечных элементов (*FEM*). Модальный и гармонический анализы модели выполнены в решателе *ANSYS LS-DYNA FEM*-вычислительного комплекса *ANSYS* [2].

Модальный анализ показывает (таблица 1), что резонансная частота колебательной системы $f_r=63955$ Гц при коэффициенте электромеханической связи $k_{eff}=0,392$. В результате гармонического анализа определен импеданс, равный 20 Ом. Данные результаты говорят о том, что коэффициент трансформации энергии у реального преобразователя с такими параметрами будет довольно высоким.

На рис.1 показано распределение механических колебаний вдоль тела колебательной системы. По всей длине укладывается 1,5λ длины волны, причем на пьезоизлучатель приходится 0,5λ. На границе стакан-волновод образуется узел. Это означает, что геометрия преобразователя и вылет инструмента правильные [3]. Согласно результатам моделирования, инструмент испытывает продольные изгибные колебания вдоль оси X, которые способствуют повышению эффективности системы

Мода М	f_a (кГц)	f_r (кГц)	k_{eff}	Форма колебаний
37	54140	54140	0	Кручение
38	58494	58076	0,119	Комплексные
39	62658	62685	0	Изгибные
40	69588	63996	0,393	1,5 длины волны
41	65572	65572	0	Комплексные
42	66487	66613	0,062	Изгибные
43	69297	69297	0	Колебания стакана

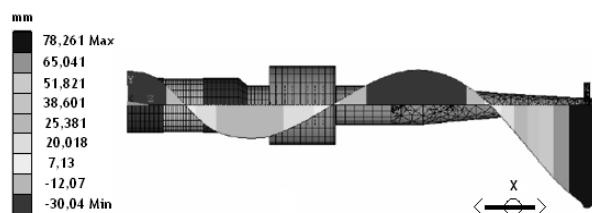


Рис. 1

3. Заключение

Построена модель для исследования мод изгибных колебаний ультразвуковой колебательной системы и определения резонансных характеристик (импеданс, фаза).

Установлено, что с помощью моделирования методом конечных элементов можно выработать решения по оптимизации существующих или проектируемых ультразвуковых преобразовательных систем путем подбора пьезокерамических колец излучателя, изменения геометрии преобразователя или вылета инструмента. Эти действия способствуют повышению эффективности преобразователей и позволяют получить налаженный технологический процесс микросварки.

4. Список литературы

- [1] Hossack J.W. Finite element analysis of 1-3 composite transducers / J.W. Hossack, G. Hayward // IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr. — 1991. — Vol. 38, №6. — P. 618—629.
- [2] Alawadhi E.M. Finite element simulations using ANSYS / E.M. Alawadhi. — CRC Press, 2009. — 416 p.
- [3] Аронов Б.С. Электромеханические преобразователи из пьезоэлектрической керамики / Б.С. Аронов. — Л.: Судостроение, 1990. — 270 с.

MODELING OF A ULTRASONIC VIBRATING SYSTEM FOR A THERMOSONIC FLIP CHIP BONDING

Shepelewitch A.V.

Scientific adviser: Lanin V.L.

Taganrog State University, Russia

Abstract — A simulation method of the ultrasonic vibrating system is considered with the use of a finite element technique in ANSYS. The results of the joint analysis the modal analysis of a free vibration and the harmonic analysis of a system are presented by applying a sine wave voltage to optimize the oscillation system.