

THERMOMECHANICAL STRESSING MICROELECTRONIC STRUCTURES

Marek NOVOTNÝ, Master Degree Programme (5)

Dept. of Microelectronics, FEEC, BUT

E-mail: marknovys@seznam.cz

Supervised by: Ing. Jindřich Bulva

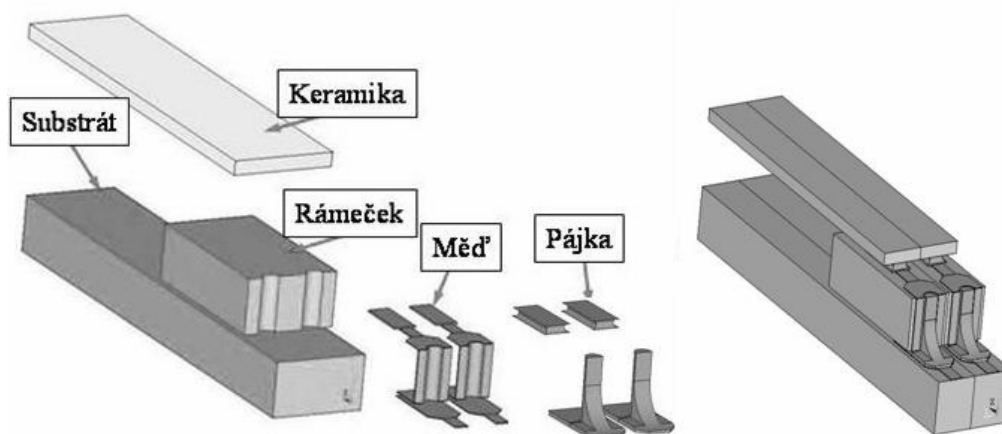
ABSTRACT

This work deals with the increasing stress in solder joint at warming microelectronic structure with constant heat load to the extent of temperatures from 20 °C to 150 °C. Surveyed sample is the connection of ceramics (Al_2O_3) to substrate (FR4) using of frame (FR4). ANSYS system is used for simulation. The software creates finite element model and will carry out analysis surveyed stress.

1 ÚVOD

Práce se zabývá pnutím vznikajícím v pájce při zahřívání mikroelektronické struktury s konstantním tepelným zatížením. Zkoumaný vzorek je spojení keramiky (Al_2O_3) se substrátem (FR4) pomocí rámečku (FR4). Pro simulaci je použit program ANSYS, který vytvoří model metodou konečných prvků a provede výpočet zkoumaného pnutí.

2 ROZBOR



Obr. 1: Model pro simulaci

Vytvořený model je vystavován konstantní teplotě o různé velikosti. Pnutí vzniká důsledkem rozdílné teplotní roztažnosti použitých materiálů. Výpočet pnutí se provádí pro každou teplotu zvlášť. Protože se předpokládá rovnoměrné rozmístění tepla ve vzorku, k simulaci je použit pouze výřez dvou kontaktů (Obr.1) o šířce 1,016 mm a délce 2,032 mm. Rozteč kontaktů je 1,27 mm. Celkový rozměr vzorku je 2,54 x 13 mm. Výpočet je proveden pro eutektickou pájku (63Sn37Pb).

Pro vytvoření modelu a následného výpočtu je použit program ANSYS, který je systémem pracujícím na základě metody konečných prvků a používá se ve všech oblastech inženýrství. Výsledný model se získá jako vyhodnocení výpočtu posuvu v jednotlivých uzlech příslušných prvků, který představuje velikost posunutí uzlu deformovaného tělesa ve směru osy x, y, z. K vyhodnocení je použito redukované (ekvivalentní) napětí podle von Misesa, které je dáno vztahem:

$$\sigma_{red} = \sqrt{0,5[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]} =$$

$$= 0,7071\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = SEQV,$$

kde : $\sigma_{x,y,z}$ jsou normální napětí,
 $\tau_{xy,yz,xz}$ jsou smyková napětí,
 $\sigma_{1,2,3}$ jsou hlavní napětí.

2.1 VLASTNOSTI MATERIÁLŮ

Pro vlastní výpočet je potřebné zadat do programu nejméně tři hodnoty vlastností materiálu (Tab. 1). Jsou to :

- Youngův modul pružnosti (E).
- Poissonova konstanta (μ).
- Součinitel teplotní roztažnosti ($\alpha = CTE$).

Materiál	E	μ	α
	[MPa]	[-]	[ppm/K]
63Sn37Pb	30 642	0,35	24,5
FR4	$E_x = E_y$	$\mu_{xz} = \mu_{yz}$	$\alpha_x = \alpha_y$
	16 850	0,29	14,5
	E_z	μ_{xy}	α_z
	7 376	0,11	67,2
Al ₂ O ₃	303 000	0,21	23,4
Cu	129 000	0,344	16,61

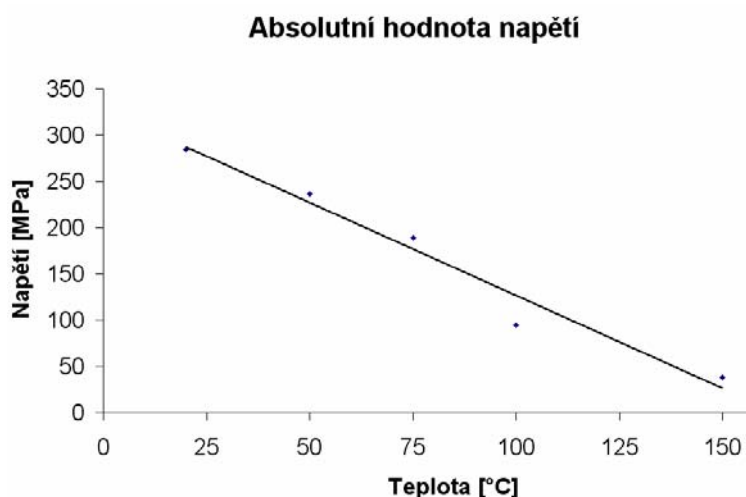
Tab. 1: Vlastnosti materiálů pro simulaci

3 VYHODNOCENÍ

Vzorek je zkoumán v rozsahu teplot od 20 °C do 150 °C. Vyhodnocena je maximální hodnota v pájce pro danou teplotu (Tab.2). Zjištěné hodnoty jsou vyneseny do grafu (Obr. 2).

Teplota [°C]	Napětí [MPa]
20	37,88
50	94,7
100	189,339
125	236,749
150	284,099

Tab. 2: *Výsledky simulace*



Obr. 2: *Graf závislosti napětí na teplotě*

4 ZÁVĚR

Simulace se prováděla za účelem zjištění rozložení a velikosti pnutí v závislosti na změnách teploty. Rozsah teplot byl zvolen do 150 °C vzhledem k teplotě tavení eutektické pájky 63Sn37Pb, která je 183 °C. Ze zobrazeného grafu je patrné, že velikost napětí klesá téměř lineárně se zvyšující se teplotou a jeho rozložení je pro všechny teploty shodné. Předpokládá se, že při teplotě tavení eutektické pájky je pnutí nulové. Následným tuhnutím pájky, potom s klesající teplotou pnutí stoupá. V závislosti na vlastnostech použitých materiálů zejména na jejich teplotní roztavnosti.

5 LITERATURA

[1] www.ansys.com