

Capteur de basse force (~10-100 mN) à bas coût de production

N. Craquelin, T. Maeder, Y. Fournier, P. Ryser
Laboratoire de Production Microtechnique, EPFL
 nicolas.craquelin@epfl.ch , <http://lpm.epfl.ch>

But du projet : Dimensionner et réaliser des capteurs de force de l'ordre de 10 à 100 mN nominal

- ➔ Garder l'électronique de traitement du signal et les dimensions de la gamme de capteurs de force existante (MilliNewton du LPM)
- ➔ Utiliser des méthodes de production industrielles ou semi-industrielles qui garantissent un faible coût de production

Dimensionnement et choix de la technologie

Avant tout, un principe de mesure traditionnel :

- ➔ Une poutre en flexion comme corps d'épreuve
- ➔ Des piézorésistances en pont de Wheatstone pour la mesure de la déformation

Ensuite, le choix du LTCC (céramique co-cuite à basse température, ~900°C) :

- ➔ Un module de Young relativement faible (60-120 GPa)
- ➔ Une possibilité de structuration
- ➔ Une production par substrat (bon marché)

Enfin, une optimisation des dimensions et des matériaux :

- ➔ Un bon signal pour la gamme de force correspondante
- ➔ Tenant compte des épaisseurs des feuilles de LTCC à disposition
- ➔ Tenant compte des limitations de fabrication (sérigraphie, découpe et trimming laser,...)
- ➔ Une flèche suffisante pour arriver en butée contre l'embase (protection contre les surcharges)

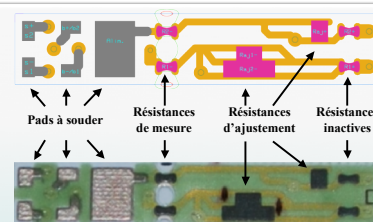


Fig.1: Schéma (haut) et photographie (bas) de la face active d'une poutre (3 x 15.6 mm). Les résistances inactives complètent le pont de Wheatstone.

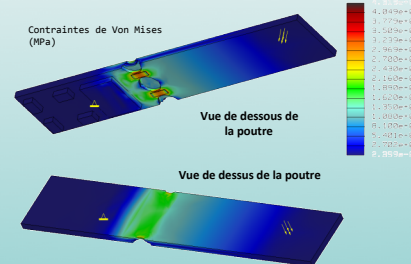


Fig.2: Résultat d'une simulation par éléments finis: distribution des contraintes sur une poutre pour une force nominale de 100 mN.

Sensibilité du signal

L'influence du système de LTCC et des combinaisons d'épaisseurs sur la force du signal est résumée dans le graphique suivant.

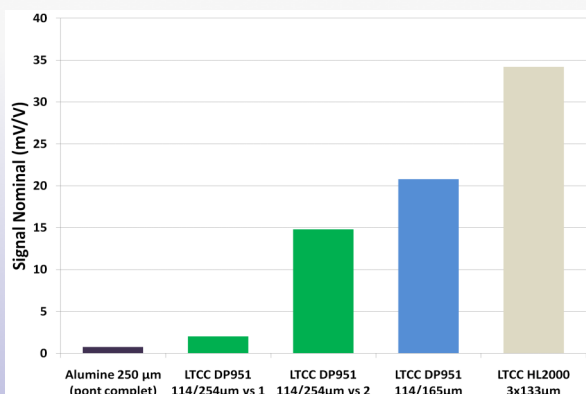


Fig. 3. Signal brut mesuré sur différent type de poutres (matières/épaisseurs) pour une charge de 100 mN.

La différence entre les 2 barres vertes s'explique par un changement de la forme et de la composition des piézorésistances.

À considérer également (le signal étant largement suffisant) :

- ➔ La fiabilité et la stabilité du signal
- ➔ La simplicité de fabrication (maîtrise des coûts de production)
- ➔ Une poutre robuste (manipulation en production et surcharges)

Résultats

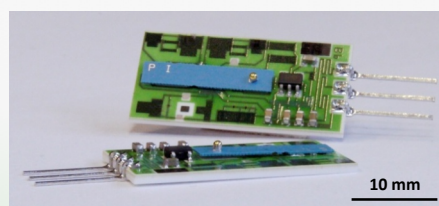


Fig. 4. Capteurs complets; la poutre sensible en LTCC (en bleu) est montée sur une base en alumine qui contient également l'électronique de traitement du signal.

Différents capteurs ont été réalisés avec une bonne linéarité et sensibilité, respectant les impératifs sur le coût de production (moins de 20 CHF, électronique comprise). Des travaux sont en cours pour améliorer la stabilité.

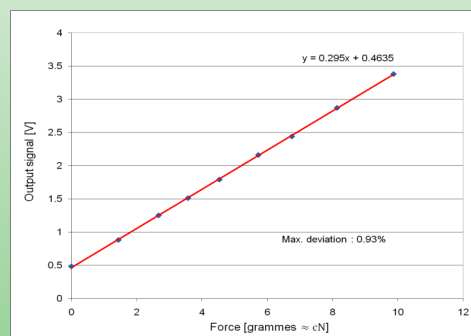


Fig. 5. Mesure sur un capteur fonctionnel comparé à la mesure sur une balance électronique de précision.