



Annexe au chapitre1

1. Jauges de contraintes:

Basées sur la piézorésistivité : déformation de jauges à fils, à trame pelliculaire ou à semiconducteur.

- Collée sur le support dont on veut mesurer les déformations.
- Mesure par pont [4].

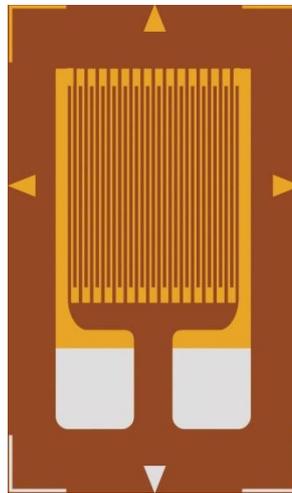


Figure1. Schéma d'une jauge de contrainte piézorésistif [4]

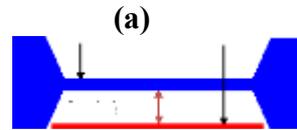
2. Transducteur capacitif:

Les transducteurs capacitifs (ou électrostatiques), dans leur principe comportent deux armatures, une fixe et l'autre mobile, séparées par une couche d'air. Le déplacement de l'armature mobile peut-être provoqué soit par une pression acoustique externe (ultrasons) si le transducteur fonctionne comme capteur, soit par la tension électrique si le transducteur est utilisé comme actionneur [4,5].

La figure2 montre le principe de fonctionnement d'un transducteur capacitif. Quand une tension statique (tension de polarisation) est appliquée entre les deux armatures, la membrane est attirée vers le substrat par la force coulombienne. Quand un voltage alternatif est superposé à la tension de polarisation, la membrane va se mettre en mouvement et une onde ultrasonore est générée et envoyée dans l'air [4]. De même en mode réception, si un ultrason approche, la membrane va se déformer ce qui entraîne la variation de la capacité formée entre les deux armatures. En conservant une charge électrique constante entre les armatures, la tension électrique entre ces armatures varie selon le mouvement de l'électrode mobile engendré par la pression acoustique.

Les transducteurs capacitifs possèdent les avantages suivants : une faible sensibilité aux

variations de température, une grande sensibilité à la pression acoustique et une bonne performance en terme de bruit [4,6].



- Armature mobile en rouge.
- Cavité Armature fixe en bleu.
- Substrat isolant en blanc.

- Pression acoustique en rose.
- Déplacement de l'armature bleue.

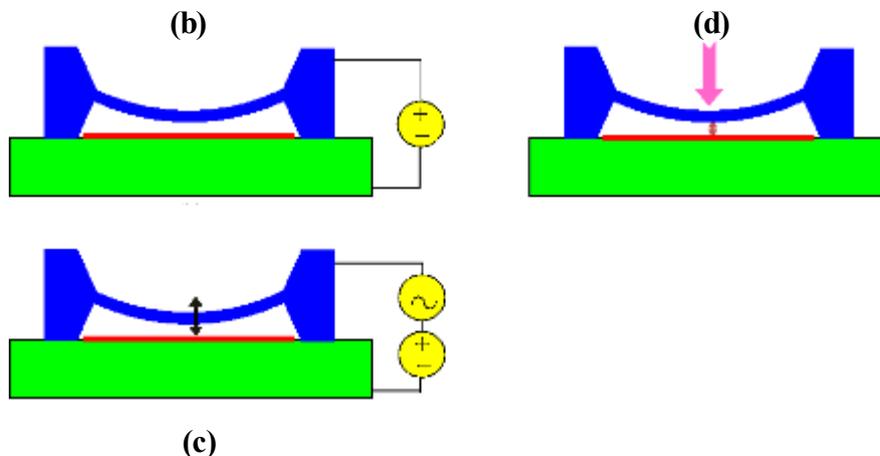


Figure2. Principe de fonctionnement d'un transducteur capacitif : (a) Membrane au repos, (b) Application d'une tension de polarisation continue, (c) Superposition d'une tension alternative, (d) application d'une pression acoustique [4]

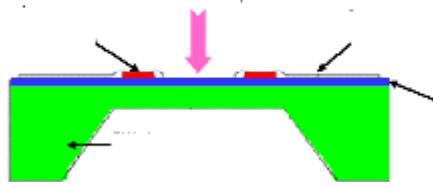
3. Transducteur piézorésistif:

La piézorésistivité est la capacité que possède un matériau à changer ses propriétés de conductivité électrique lorsqu'il est soumis à une contrainte mécanique. Cet effet est surtout utilisé dans les accéléromètres, les capteurs de pression et également dans les capteurs ultrasonores dans le domaine de mesure de distance ou la détection d'obstacle .

Les transducteurs piézorésistifs utilisent des matériaux piézorésistifs comme le silicium monocristallin ou polysilicium. Ces matériaux sont utilisés pour constituer des résistances communément appelées jauges de contrainte. Les transducteurs piézorésistifs sont idéalement composés de 1,2 ou 4 jauges piézorésistives diffusées, pour détecter avec la meilleure sensibilité les contraintes longitudinales et transversales subies par le matériau. Sous l'effet d'une pression acoustique, la membrane de silicium se déforme, ce qui entraîne la déformation des jauges piézorésistives et par conséquent il apparait une variation de résistivités à leurs bornes proportionnelle à la déformation. Grâce à un pont de Wheatstone, il est très simple de mesurer et traiter cette variation de résistance. Donc alors on peut déterminer facilement la pression acoustique appliquée sur la membrane de silicium (Figure3) [4,5,6].

Les transducteurs ou microcapteurs piézorésistifs sont extrêmement sensibles à la température (la valeur de la résistance dépend de la température) et ne peuvent fonctionner

correctement sans l'addition de circuits de compensation.



Silicium en vert.

Couche d'oxyde en bleu.

Interconnexion en aluminium en noir.

Jauge piézorésistive en rouge.

Pression acoustique en rose.

Figure3. Schéma de principe d'un microcapteur en jauge piézorésistif à membrane en silicium [5]

Références bibliographiques:

1. Jean-Louis Fanchon, Guide de mécanique, Nathan, 2001 (ISBN 978-2-09-178965), p.427-432.
2. Capteurs de pesage : Jauges de contrainte ou capteurs à compensation électromagnétique, mesures.com (lire en ligne [archive]).
3. J.C.Gibson, The definition, understanding and design of aircraft handling qualities, Delft University Press, 1997 (lire en ligne [archive]), p.46.
4. G.Amendola, P.Poulichet, L.Sevely, L.Valbin. Les capteurs MEMS, principes de fonctionnement. Techniques de l'Ingénieur.
5. G.Amendola, P.Poulichet, L.Sevely, L.Valbin. Capteurs MEMS, techniques de mesure. Techniques de l'Ingénieur.
6. S.Paineau, P.Andreucci, C.Schaffnit, S.Magaton. Microsystèmes:applications et mise en oeuvre.Techniques de l'ingénieur.
- 7.Y. Kanda, "piézorésistifs Effet Silicon," Sens. Actionneurs, vol. A28, non. 2, pp. 83-91, 1991.
8. S. Middelhoek et SA Audet, Silicon Sensors, Delft, Pays-Bas: Delft University Press, 1994.
9. AL Fenêtre, technologie de jauge de contrainte, 2nd ed, Londres, Angleterre: Elsevier Science appliquée, 1992.
10. CS Smith, "Effet piézorésistifs dans Germanium et Silicon," Phys. Rev., vol. 94, no. 1, pp. 42-49, 1954.
11. SM Sze, Semi-conducteur Capteurs, New York: Wiley, 1994.