

T. Maeder, P. Murali et N. Setter

Laboratoire de Céramiques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Buts du projet:

- Fabrication de films minces piézoélectriques de $Pb(Zr_{0.53}Ti_{0.47})O_3$ (PZT)
- Démonstration d'un dispositif micromécanique (membrane).

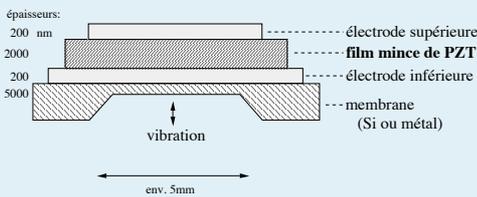
Étapes:

- Mise au point d'une électrode stable sur plaquette de silicium
- Optimisation de la croissance *in situ* (sans recuit ultérieur) de films minces de $PbTiO_3$ (PT), puis de PZT
- Evaluation sur une membrane de Si
- Essais sur des membranes métalliques (Mo, Ta,...)

Ce projet est financé par le programme prioritaire du CEPFL en recherche des matériaux (WF), et est exécuté en collaboration avec ASULAB SA

Dispositif - Test: Membrane Vibrante

(ici: plaquette Si micro-usiné)

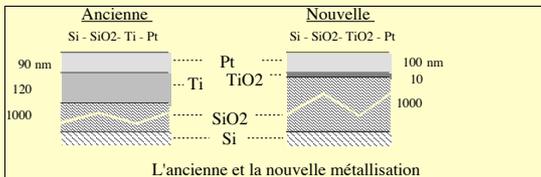


Développement d'une électrode stable sur Si

Exigences:

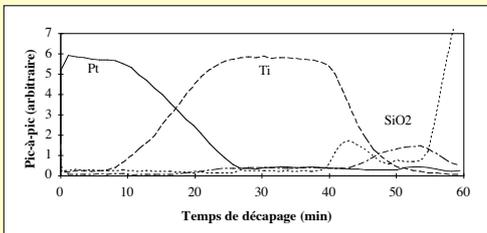
- résistance à la diffusion de PbO et:
- résistance à l'oxydation \Rightarrow métal noble: Pt
- adhérence du Pt sur SiO_2 : couche de Ti \Rightarrow oxydation

Solution: pré-oxydation *in situ* du titane

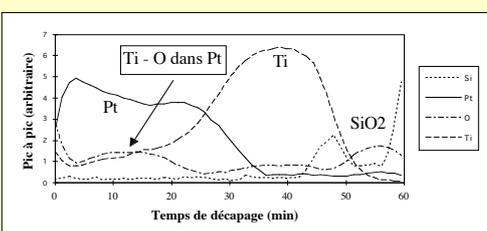


Ancienne métallisation recuite dans l'oxygène

Profil Auger de la métallisation Ti-Pt à l'état déposé



Profil Auger de la métallisation Ti-Pt recuite dans l'oxygène (650°C 20s)



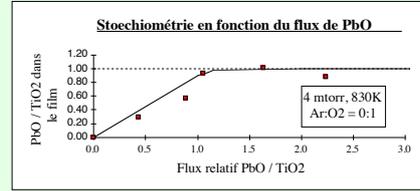
En présence d'oxygène - pour des conditions simulant la mise en oeuvre du PZT - le titane diffuse et s'oxyde dans et à la surface du platine, altérant les caractéristiques de l'électrode.

En pré-oxydant le titane, on résoud totalement ce problème.

Croissance *in situ* de Films Piézoélectriques

PT - $PbTiO_3$

- Un excès de PbO doit être pulvérisé pour obtenir des films stoechiométriques
- Le film "régule" (n'accepte que) la quantité de PbO nécessaire.

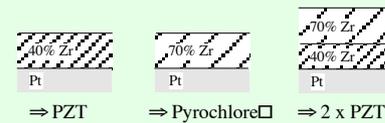


- Le flux de PbO influence la morphologie et l'orientation du film:

PZT - $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ - Essais Préliminaires

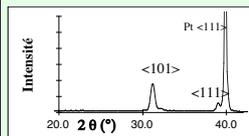
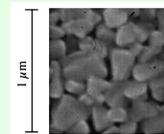
- La cristallisation de la phase correcte (pérovskite) devient de plus en plus difficile au fur et à mesure qu'on augmente la teneur en Zr (x). Au-delà de 50%, les films cristallisent dans une phase parasite (pyrochlore).

- En utilisant ajoutant une sous-couche à faible Zr, qui cristallise facilement, comme initiateur, on peut aller jusqu'à 70% de Zr, ce qui est plus que suffisant (nécessaire: 53%).



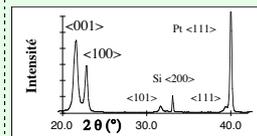
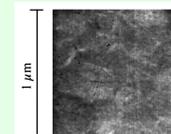
Flux de PbO faibles

- orientation $\langle 110 \rangle + \langle 111 \rangle$
- morphologie rugueuse

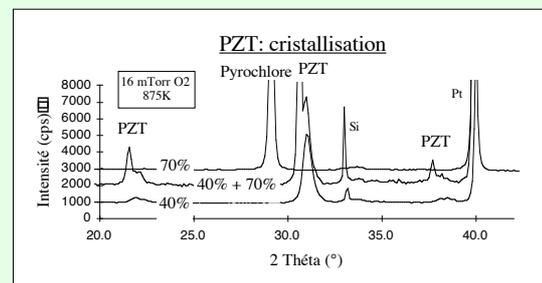


Flux élevés de PbO

- orientation $\langle 001 \rangle + \langle 100 \rangle$
- morphologie lisse

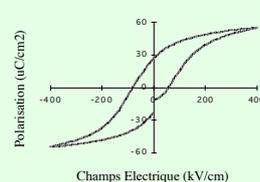


Orientations Microstructures Cristallographiques



- Des boucles d'hystérèse ferroélectriques ont été obtenues de ce film, laissant augurer favorablement de sa qualité piézoélectrique.

Hystérèse du PZT



P_s	50	$\mu C/cm^2$
P_r	25	
E_c	60	kV/cm
ϵ	400	
D	4	%