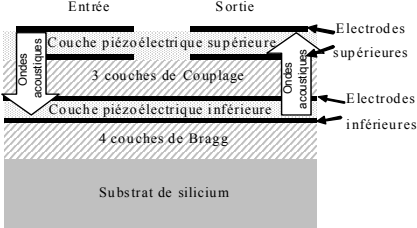


# Etude d'une méthodologie de caractérisation de filtres CRF à grande échelle

Walaa Sahyoun<sup>1</sup>, Nicolas Corrao<sup>1</sup>, Jean-Marc Duchamp<sup>1</sup>, Philippe Benech<sup>1</sup>, Guy Parat<sup>2</sup>, Pascal Ancey<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>IMEP-LAHC, site Minatec, 3, Parvis Louis Néel, BP257, 38 016 Grenoble cedex 1  
<sup>2</sup>CEA-LETI, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9  
<sup>3</sup>STMicroelectronics Crolles 1850, rue Jean Monnet, 38926 Crolles

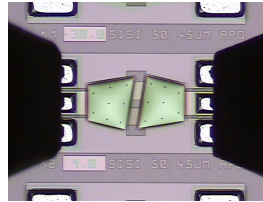
## Filtre CRF: Structure et Fonctionnement

### Propagation en mode épaisseur



- Le filtre CRF (Coupled Resonator Filter) basé sur trois résonateurs BAW (Bulk Acoustic Wave) couplés soit mécaniquement soit électriquement.
- La résonance en mode d'épaisseur.
- Les couches de Bragg minimisent le couplage énergétique avec le substrat.
- Les CRF apodisés réduisent les modes parasites causés par les réflexions sur les bords des couches.

### CRF apodisés



## Méthodes de mesures et résultats

### Description des mesures

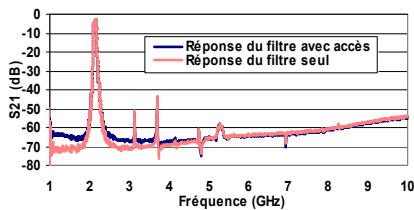
- Mesures large bande 1 GHz à 10 GHz avec le VNA 8720 ES d'Agilent.
- Des sondes 140 GSG 100.
- La station semi-automatisée S300 cascade
- Substrat de calibration ISS 101-190

### Calibrage

Méthode de calibrage L2RM:

- Moins sensible aux positionnements des sondes
- Rapide et adaptée à des calibrations large bande.

### Utilité du deembedding des accès ?



Peu d'influence des accès autour de la fréquence centrale.

### Recherche de la fréquence centrale ?

Deux méthodes de calcul de la fréquence centrale:

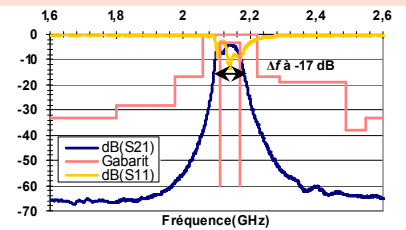
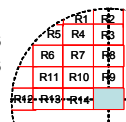
- Interpolation de deux fréquences présentant une transmission de la moitié de l'énergie.
- Le passage de la phase du  $S_{21}$  par zéro (hypothèse filtre symétrique).

	Moyen	Ecart-Type
Méthode d'interpolation	2,131 GHz	2,7 MHz
Méthode de passage par zéro de la phase	2,139 GHz	3,5 MHz

A partir de deux points, il est possible de trouver la fréquence centrale par interpolation de la phase (hypothèse d'un filtre symétrique).

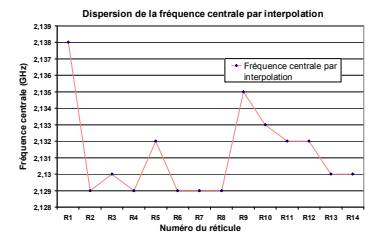
### Dispersion des performances des filtres en fonction de leurs positions ?

Mesures de filtres répartis sur quatorze réticules dans un quart de wafer.



Paramètres à extraire du gabarit WCDMA:

- Fréquence centrale  $f_0$  (méthode par la phase)
- Pertes d'insertion (valeur de  $S_{21}$  à  $f_0$ )
- $\Delta f$ : bande de fréquence à -17 dB de  $S_{21}$ .

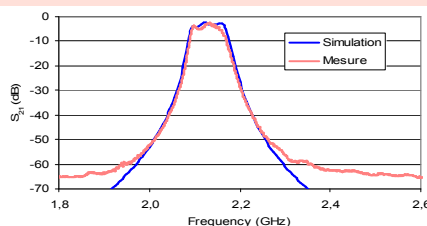


Performances des filtres peu dépendantes de la position des réticules sur le wafer d'après le tableau ci-dessus.

## Modélisation du CRF

Le modèle électrique du CRF développé sous ADS (Advanced Design System) permet:

- D'exploiter le comportement électrique et acoustique des différentes couches.
- D'estimer les épaisseurs des couches.
- D'étudier le couplage latéral entre les deux piles du CRF.



Un bon accord des simulations et des mesures en bande étroite de 1.8 GHz à 2.6 GHz.

Une fréquence centrale de 2.14 GHz, la fréquence du fonctionnement du standard WCDMA.

### Conclusion:

- Optimiser le temps de caractérisation du filtre CRF en définissant un nombre de points minimum et nécessaires.
- Peu d'impact des accès sur la mesure RF du filtre.
- Pas de dispersion des paramètres du filtre en fonction de la position sur le wafer.
- Bon accord entre les simulations du modèle électrique sous ADS et les mesures.