

Réalisation de pièces silicium hybrides complexes pour l'horlogerie

S.Lani

Trends in Micro Nano

07.05.2014

1984 • 2014
YEARS **30**

∴ **csem**

CSEM - Qui sommes-nous?

- Centre de Recherche et de Technologie (RTO)
- Support de l'industrie Suisse
- 5 Programmes de recherches



MEMS



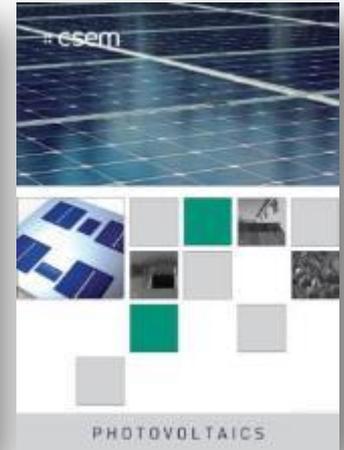
**Surface
engineering**



Systems



**Ultra-low-power
integrated
systems**



Photovoltaics

Le silicium

- Propriétés mécaniques
 - Léger
 - Faible friction
 - Pas de corrosion
 - Pas de fatigue
 - Amagnétique
- Structuration
 - Microélectronique
 - Forme libre (2D)
 - Résolution $<1\mu\text{m}$



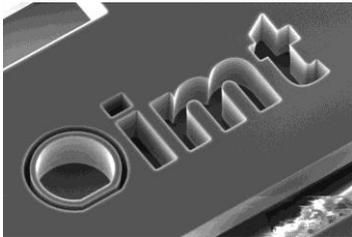
Lingot de Silicium

De l'idée au produit

1996

 csem

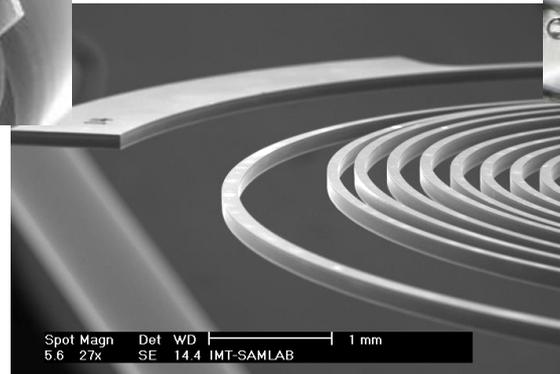

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE



2002

Development &
Integration

Transfer &
Industrialization



TODAY



Exemples de réalisation en Silicium

- Patek Philippe



Pulsomax®



Spiromax®



Gyromax®



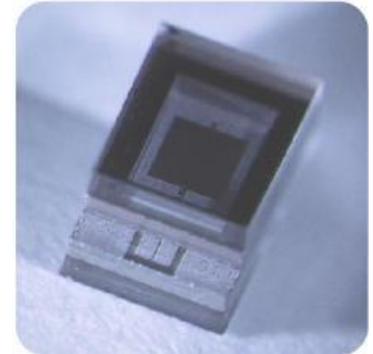
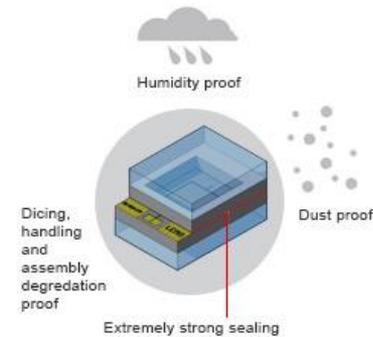
Exemples de réalisation en Silicium

- Echapement constant de Girard Perregaux

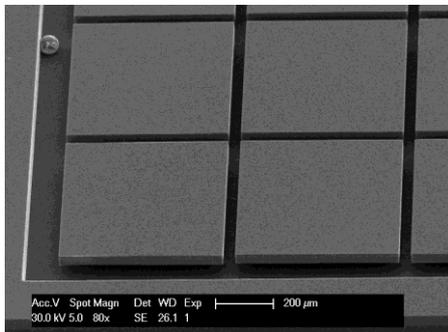


Assemblage au niveau du substrat

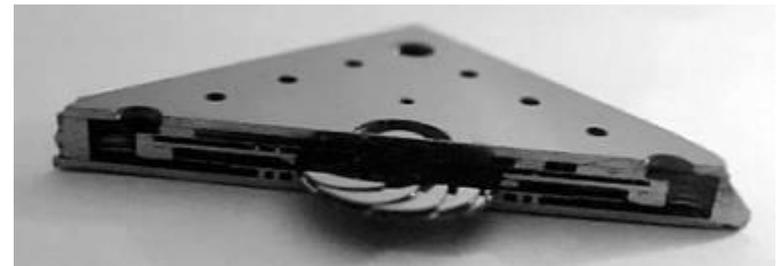
- Procédé issu des technologies MEMS
- Assemblage en série
- Précision (<math><5\mu\text{m}</math>)
- Performance conservée
- Complexité partagée entre les substrats



Micro miroir assemblé au niveau substrat (Lemoptix)



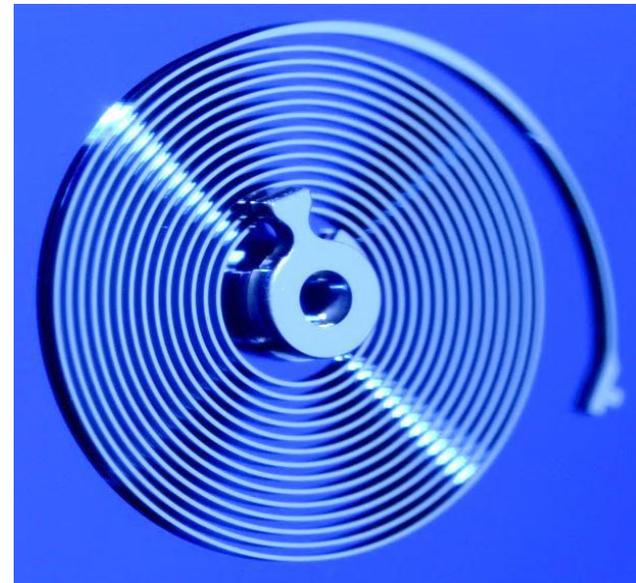
Micro Miroir MEMS (CSEM)



Micro turbine en Silicium (MIT)

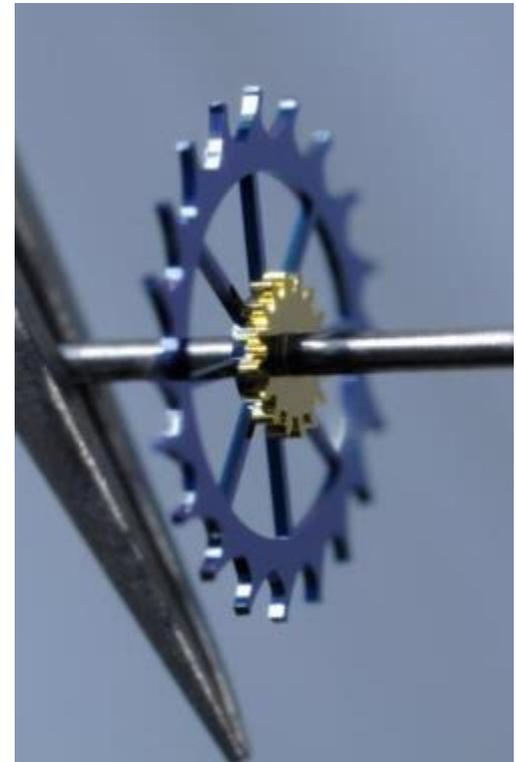
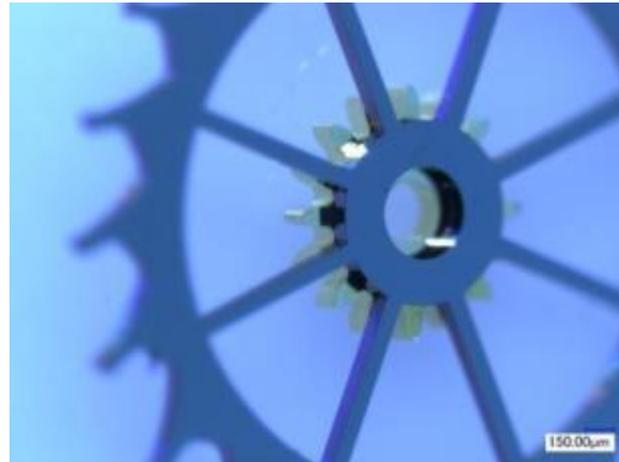
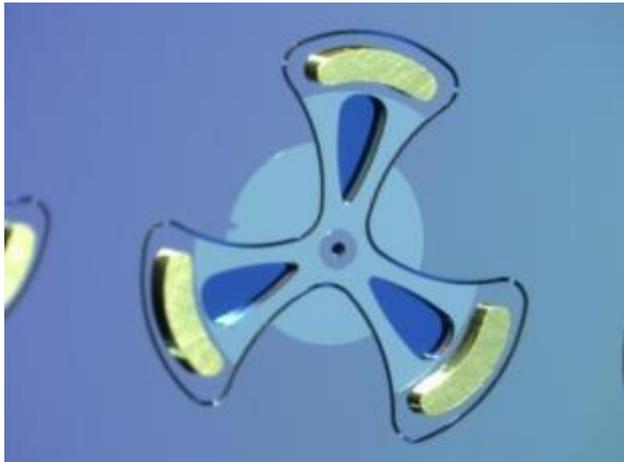
Composants 3D en silicium

- Permet la fabrication de composants Silicium complexes sans restriction de forme (pyramidale pour la DRIE).
- Possibilité d'assemblage de plusieurs composants entre eux sans perte de performance ou de qualité de la pièce unique.
- Alignement <5um



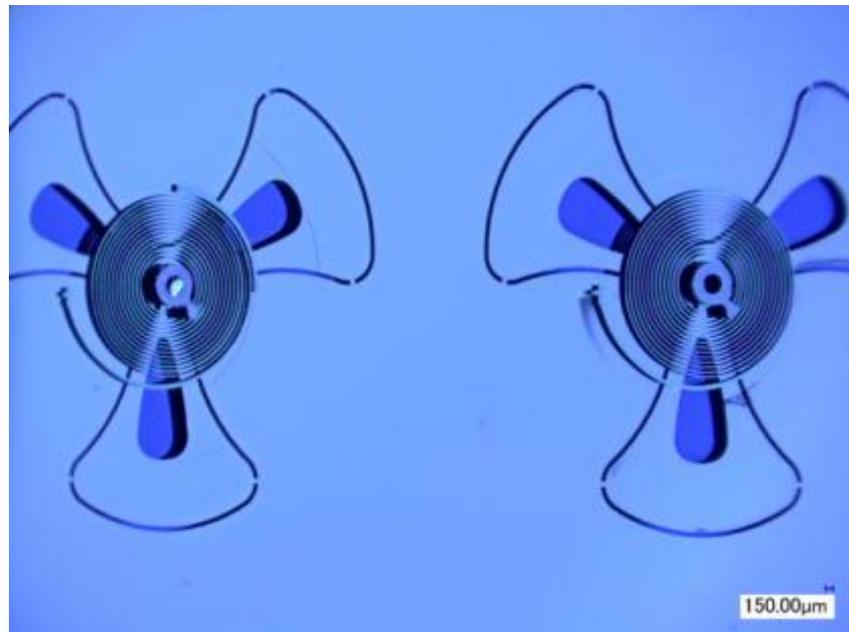
Composant hybride Silicium-Métal

- Assemblage d'une pièce en Au ou NiP sur une pièce en silicium.
- Inertie
- Chassage classique
- Décoration



Composants complexes multiniveaux

- Aucune limite au nombre de niveaux
- Assemblage Si-Si et Si-Métal

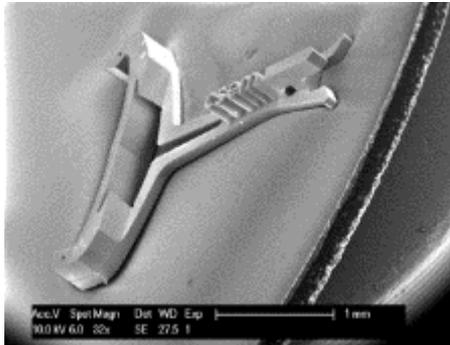
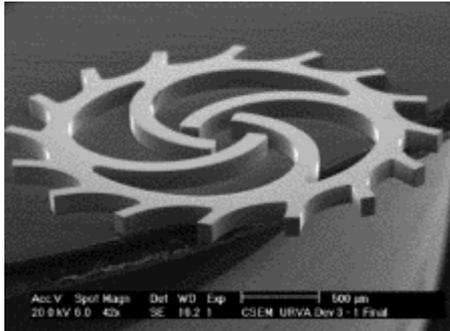


Conclusion

Pièces silicium

Pièces hybrides

Pièces hybrides double Face



Des questions?

www.csem.ch

aurelie.pezous@csem.ch

sebastien.lani@csem.ch

1984 • 2014
YEARS **30**

∴ **csem**