

UltraHDR

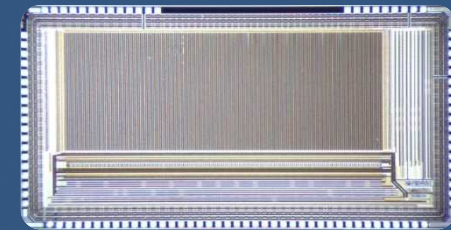
Smart camera development for ultra-high dynamic range full field
interferometry

Présentation pour l'axe InCA

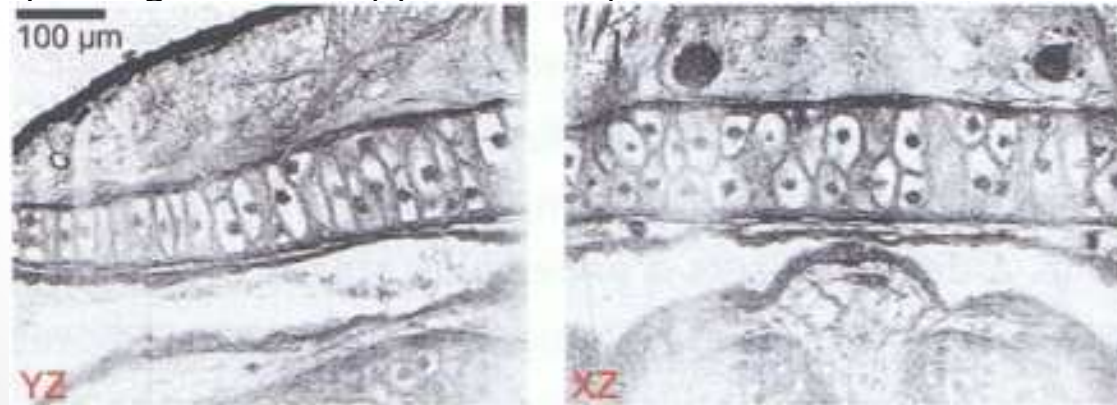
06.11.2020

Porteur : Wilfried Uhring - SMH

06 novembre 2020



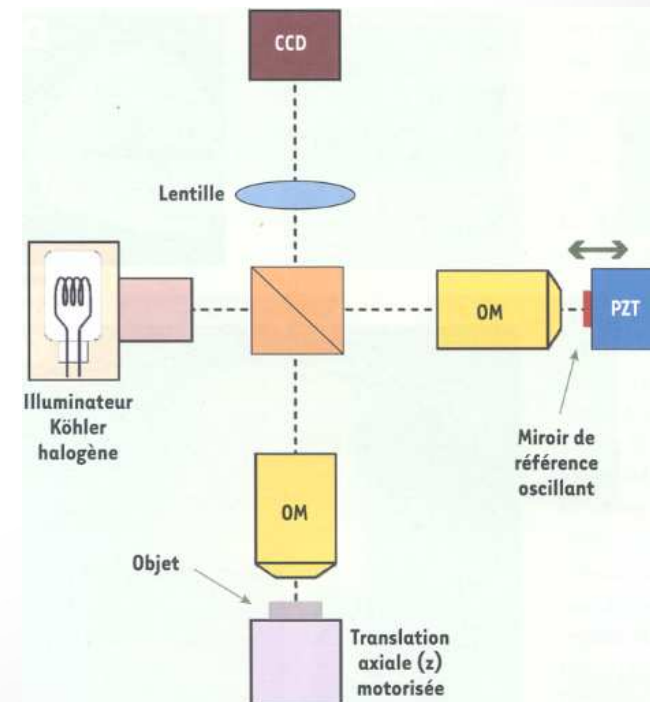
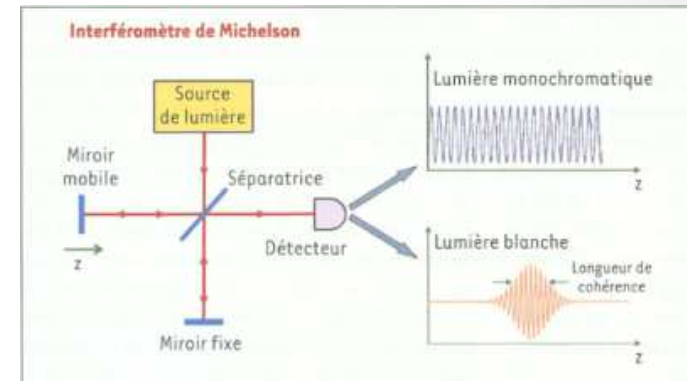
- Interférométrie (OCT)
 - images en coupe axiale (comme échographique)
 - B-Scan, 2D cross-sectional image (x,z) ou (y,z)
 - Résolution micrométrique en x, y, z
- Interférométrie des tissus biologiques
 - signal d'intérêt :
 - variation faible amplitude
 - superposé signal continu (spatialement) très fort



- Images tomographiques axiales réalisées dans la tête du têtard de grenouille africaine *Xenopus Laevis* (*in vitro*), [Dubois, Arnaud et Claude Boccara. « L'OCT plein champ. » M/S : médecine sciences, volume 22, numéro 10, octobre 2006, p. 859–864.]

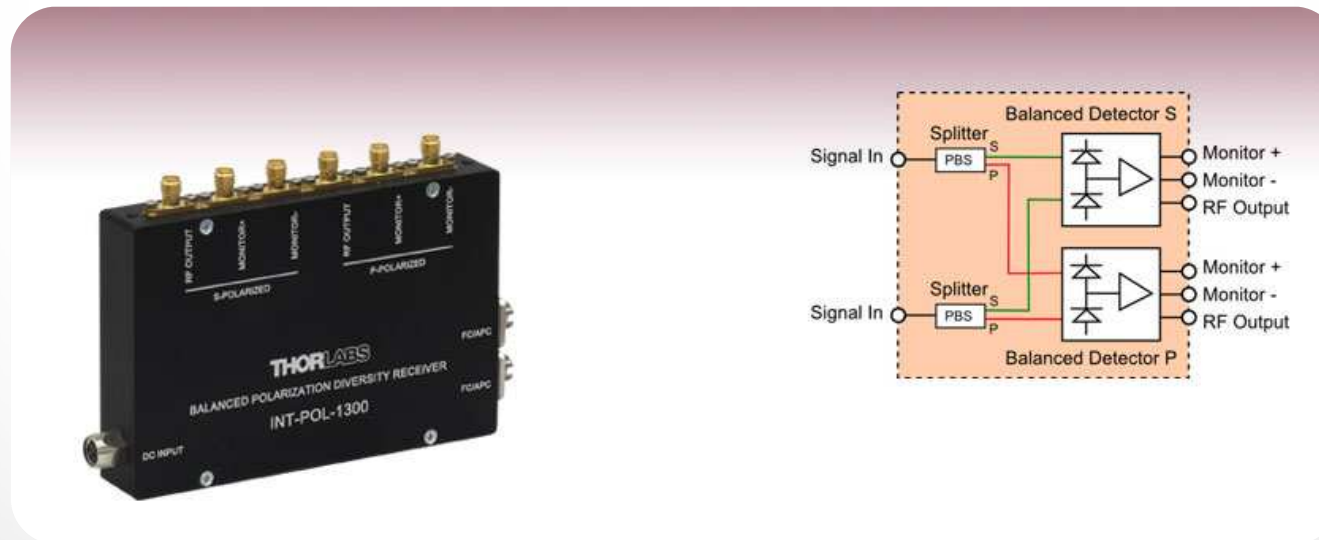
Contexte

- Interférométrie plein champ
 - Interféromètre type Michelson
 - Lumière peu cohérente
 - Approche massivement parallèle
 - Pixels
 - Grande dynamique requise
 - Puit de potentiel de plus de 1Me^-
 - Binning
 - Accumulation plusieurs images



Contexte

- Interférométrie plein champ ne rivalise pas avec les techniques à balayage
 - Capteur « balanced » → résultat 10 à 20 dB meilleurs
 - Amplification de la différence des deux signaux d'entrée
 - 20 dB de rejection du mode commun



- Exemple commercial : INT-POL-1300, Polarization-Dependent Balanced Detector, 2.5k€

Objectif du projet

OCT plein champ

Avantages

- Rapide
- Peut onéreuse

Inconvénients

- Faible qualité
- Ex vivo



OCT Plein Champ UltraHDR

- Grande résolution spatiale
- Grande qualité d'image
- Rapide
- Peut onéreuse
- In vivo



OCT Par balayage

Avantages

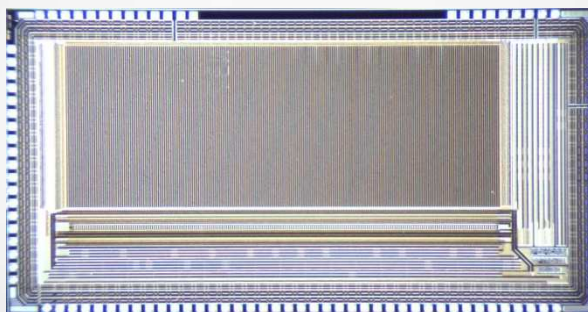
- Grande qualité d'image

Inconvénients

- Lent
- In vivo



SMART CAMERA



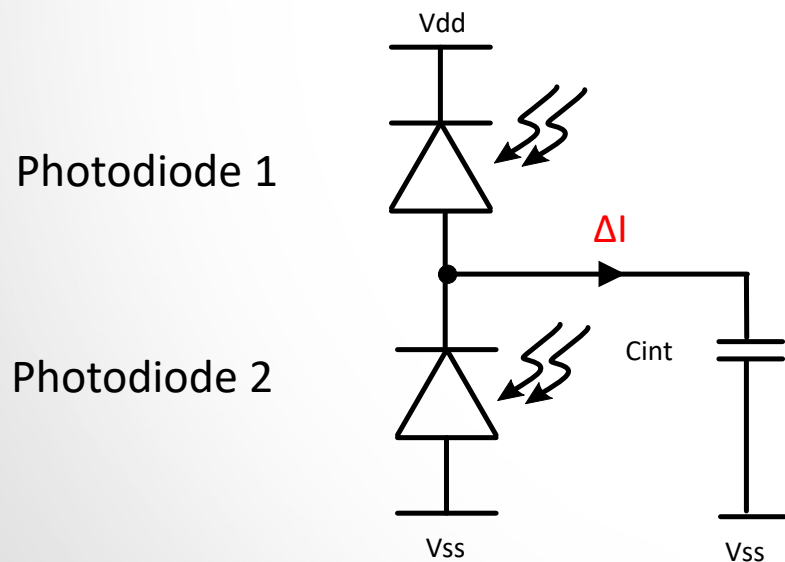
Smart CMOS image sensor

- Intégrer la réjection du mode commun disponible sur les dispositifs à balayage dans un capteur imageur intelligent
 - Smart pixel/Smart camera
 - Codage du signal d'interférométrie par polarisation
 - Travaux d'Amir Nahas
- ➔ Conception d'un imageur CMOS dédié à l'imagerie interférométrique plein champ
- Filtre polarimétrique type « filtre bayer »
 - Pixel en mode injection par miroir de courant (CMI)

- ✓ Technologie BiCMOS 130nm ST microelectronics
- ✓ Premier circuit conçu pour le Run du 23 novembre 2020 :
 - 2 solutions de pixel intelligent :
 - Pixel passif (sans transistor)
 - Pixel actif (avec transistor)
 - 5 types de photodiode différentes
- ✓ Etude des dispersions de fabrication par Monte Carlo :
Performance attendue : réjection du mode commun de 20dB environ.
Attention seules les dispersions des transistors (pas les photodiodes sont pris en compte).

Premier circuit

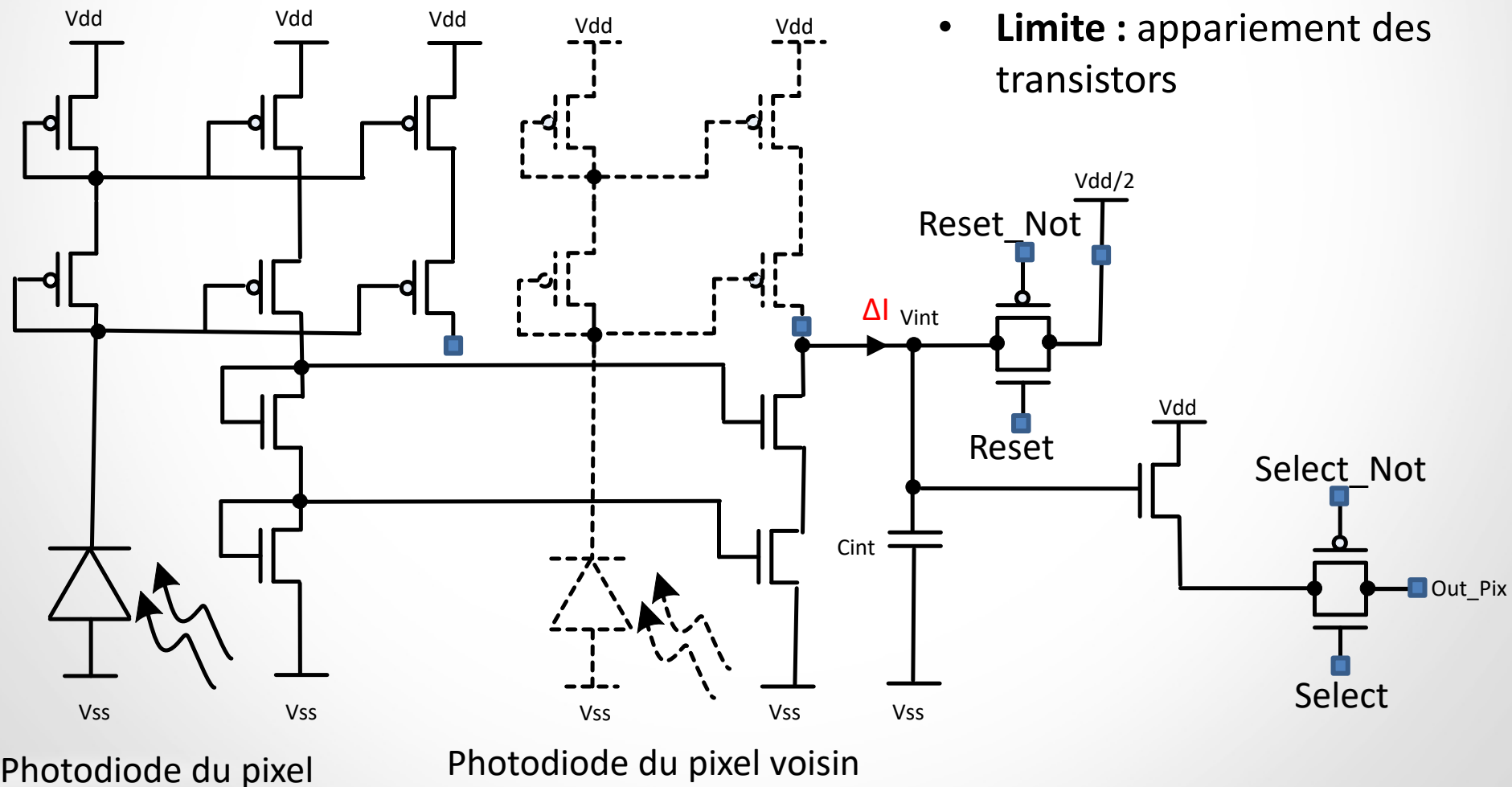
Pixel passif :



- Photodiodes 1 et 2 voisines
- La différence de courant ΔI est intégrée dans un condensateur (C_{int})
- **Limite** : les diodes ne sont pas tout à fait identiques car une photodiode parasite se rajoute à la photodiode 1

Premier circuit

Pixel actif :

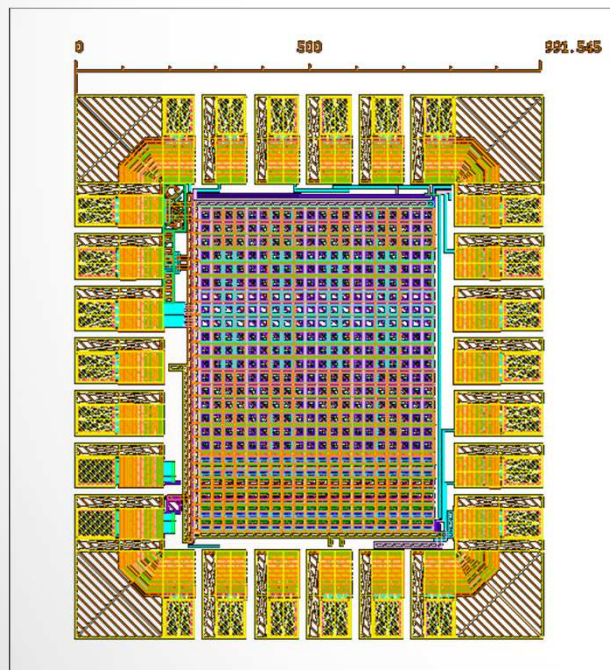


- **Limite** : appariement des transistors

Photodiode du pixel

Photodiode du pixel voisin

Premier circuit



Layout

- Taille du pixel : environ 25 par 29 μm
- Taille de la puce : environ 1 mm par 1,2 mm
- Retour attendue : 26 mars 2020

Conclusion et perspectives

- Stage M2 d'Ayatallah El Sharkawy (à distance) pour la conception des pixels
- Pas de point de blocage pour réaliser la caméra intelligente pour l'instant. Les performances attendues sont de l'ordre de grandeur de l'OCT par balayage mais sans l'inconvénient du balayage.
- Prise en compte de la dispersion de fabrication des pixels : expérimentalement et bibliographie.
- Amélioration possible du pixel actif par découpage à l'étude.
- Diminution de la taille des pixels pour le prochain run (année prochaine).
- A venir : publication, caractérisation des pixels, test de la caméra, aller plus loin avec d'autres sources de financement ..

Merci de votre attention !