

Introducción del nuevo detector Semiconductor de óxido metálico complementario para ICP-OES

“Complementary Metal Oxide Semiconductor CMOS”

Manny Almeida ICP/DC Arc Product Manager Teledyne Leeman LabsHudson, NH
Manuel.Almeida@Teledyne.com

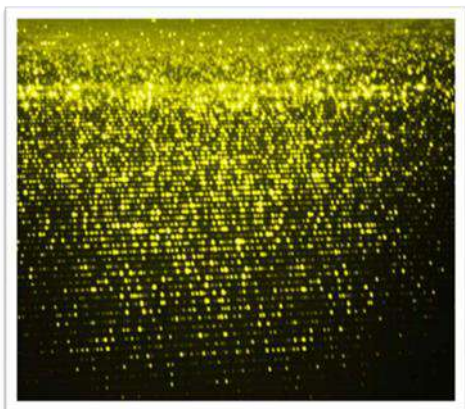


Teléfono: 976 237 400 e-mail: rafer@rafer.es

www.rafer.es

INTRODUCCIÓN

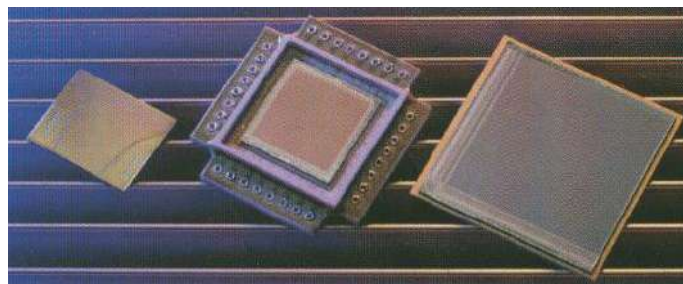
En el pasado los fotomultiplicadores “PMT” sustituyeron a las placas fotográficas, las ventajas eran que podían medir cualquier longitud de onda con una salida de señal inmediata a un medidor o registrador.



A diferencia de estos, las placas fotográficas son capaces de capturar todo el espectro. Hace 20 años con la reintroducción de los detectores de estado sólido se recuperó esta capacidad de obtener el espectro y disponer de una salida de datos digital, para la medición de resultados.

Los ICP se desdoblaron entonces en secuenciales y simultáneos, ya que los fotomultiplicadores “PMT” son solo capaces de monitorizar una longitud de onda en cada momento. Mientras que los simultáneos son capaces de visualizar varias longitudes de onda al unísono.

Los detectores de imagen o de estado sólido, CTD de transferencia de carga están compuestos de miles de millones de zonas fotosensibles (Pixel) que acumulan carga eléctrica. El instrumento óptico dispersa las longitudes de onda, de manera que cada una solo puede impactar en una zona fotosensible.



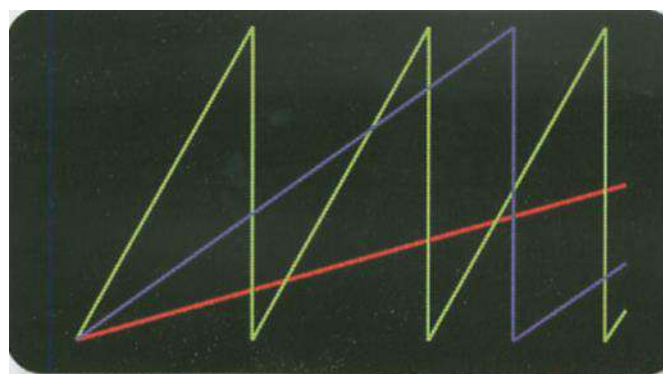
En la foto aparecen los tres más populares detectores CTD son de izquierda a derecha Varian Vista, Thermo (CID) y el LPAD de Leeman.

RANGO DINÁMICO

Un ICP suele tener 6 órdenes de magnitud de trabajo desde ppb hasta ppm. Los detectores de imagen requieren largos tiempos de integración, para adquirir más carga y así rebajar los límites de detección. En su contra pueden sufrir BLOOMING cuando existen líneas muy intensas en la proximidad de líneas débiles.

“BLOOMING” Es un fenómeno por el que la carga de un pixel migra a sus adyacentes.

Una aproximación comercial es la pre exposición corta para visualizar las emisiones relativas de cada longitud de onda. El método de integración entonces agrupa las longitudes de onda por intensidad relativa y opera secuencialmente grupo por grupo. Si el detector dispone de capacidad PAI y NDRO analiza simultáneamente las longitudes de onda cuando no se excede el límite de resolución como se muestra en figura.



Los CTD precisan 30 -60 segundos de exposición. Mientras los PMT solo precisan tiempos de 5 segundos, En general son más rápidos salvo al considerar el número de longitudes de onda utilizadas en el método donde los PMT se ralentizan.

TECNOLOGÍA CMOS (Teledyne Leeman Labs Prodigy7)

El siguiente paso en las cámaras científicas es la emergencia de los CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*). Tras años de desarrollo, las cámaras detectoras CMOS ahora cumplen y exceden las prestaciones de los detectores CCD.

Aunque mucho más avanzado, el detector CMOS comparte una característica ya presente en el detector CID: La capacidad de monitorizar la carga presente en un pixel sin mover la carga del pixel. Esto supone que el Detector CMOS al igual que el CID, es capaz de:

- Integración con acceso aleatorio(RAI)
- Lectura no destructiva (NDRO)

Como resultado el detector CMOS dispone por definición de “anti-blooming”, señales intensas no afectan a los pixeles adyacentes. Los circuitos “Anti-blooming” como los que presentaban los dispositivos CCD no son necesarios. Esto origina

que el área de cada pixel es mayor al no precisar de estos sistemas de drenaje “anti-blooming”.

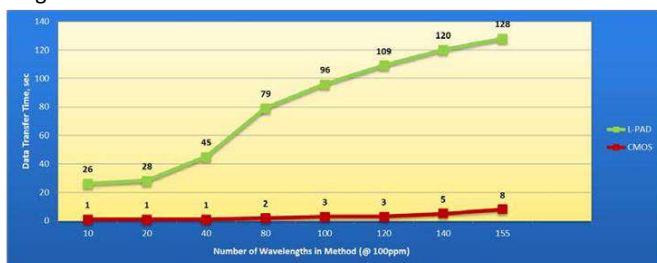
Las principales ventajas de este Nuevo dispositivo son:

- Mayor velocidad
- Capacidad para manejar cantidades mayores de luz
- Menores lecturas de ruido.

VELOCIDAD DEL DETECTOR

La mejora en la velocidad está asociada a que cada pixel dispone de su propio preamplificador. El detector CID solo dispone de un preamplificador por columna. El detector CMOS es 40 veces más rápido.

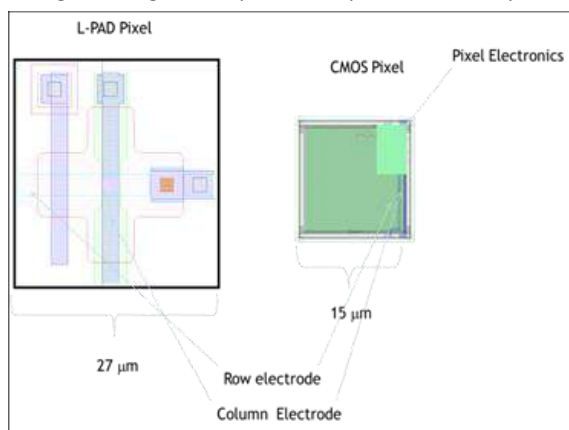
La velocidad superior del dispositivo detector ayuda a resultar más productivo en especial cuando se desarrolla un método que involucre un gran número de longitudes de onda y elementos. La Figura inferior muestra la velocidad comparativa del dispositivo CMOS instalado en el Prodigy7 y el dispositivo CID (L-PAD) instalado en el modelo Prodigy anterior. No obstante su rapidez es significativa para un número pequeño de elementos y longitudes de onda.



Velocidad de lectura de datos y comparativa de los detectores CMOS y CID

CAPACIDAD DE MANEJO DE LUZ

El Nuevo detector está diseñado específicamente para ICP-OES. Esto supone que su diseño y estructura esta optimizada para ICP-OES. La siguiente figura compara los dispositivos CMOS y CID.



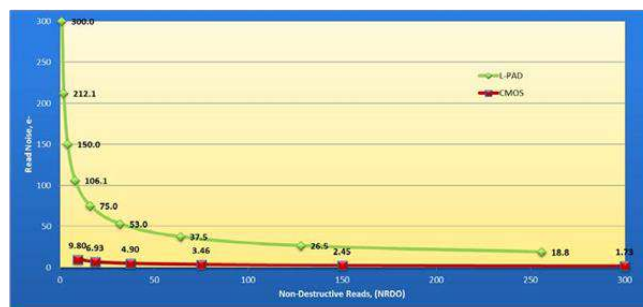
Estructura de pixel detectores CID y CMOS

El moderno diseño del dispositivo CMOS dispone la electrónica del pixel en los laterales. Esto habilita a disponer de un mayor volumen de área a recoger la luz, lo cual mejora su “full well capacity” o número de electrones que cada pixel puede contener. Los diseños de los antiguos dispositivos CID disponían la electrónica ocupando un área significativa del pixel. El resultado era que este se llenaba más rápidamente, obligando a efectuar lecturas más a menudo. Con velocidades más lentas.

LECTURAS DE RUIDO MÁS BAJAS

Una de las razones para el retraso de la aplicación de los dispositivos CMOS a la tecnología ICP-OES es la lectura del ruido. Los primeros dispositivos eran simplemente demasiado ruidosos para ser utilizados como propuesta científica. Tras años de desarrollo, los dispositivos CMOS igualan y superan a los dispositivos CCD y superan a los dispositivos CID.

Para reducir las lecturas de ruido, los CID ejecutan lecturas no destructivas (NDRO). Cuantas más lecturas (NDRO) se tomen, menor será el valor de la lectura. Una lectura simple tiene en torno a 300 electrones de lectura de ruido. Si se lee 128 veces (128 NDRO), la lectura de ruido se reduce a 27 electrones. El CID dada su velocidad tomará tan pocas NDRO como sea posible. (El número de NDRO se determina por la intensidad de señal en el pixel.)



Comparativa de lecturas de ruido entre detectores CMOS y CID

Comparativamente la lectura de ruido en una lectura simple en un dispositivo CMOS es de 28 electrones. El modo operativo es que este dispositivo mide la intensidad de cada pixel en el subarray cada 0.015 segundos. En una integración de 30 segundos resultan unas 2000 lecturas NDRO. Esto supone reducir la lectura de ruido de 28 electrones a menos de 1 electrón. El dispositivo es tan rápido que cada pixel en cada subarray se lee cada 0.015 segundos, sin verse influido por la intensidad de la señal. El dispositivo CID (o cualquier otro dispositivo en array) nunca puede alcanzar velocidades comparables.

Las lecturas de ruido más bajas ayudan a mejorar los límites de detección y la precisión de las medidas.

- Detectores modernos diseñados para ICP
- Amplían el rango lineal
- Mejoran los límites de detección.
- Las velocidades de transferencia de datos más rápidas mejoran la productividad analítica.

Ref; Diseño ICP-OES Prodigy 7 Teledyne leeman labs.

Ref; Catalogo prodigy 7 y prodigy plus www.rafer.es

Ref; AN1505_Analysis of Stainless Steel by Dual View ICP-OES.docx;