

DEPOSICION DE UN FOTOCATODO S11 PARA USO  
ASTRONOMICO

G.F. Bisiacchi y C. Firmani

Instituto de Astronomía  
Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN. Se han hecho experimentos para obtener un fotocátodo de antimonio y cesio (S11). Se modificó la técnica comúnmente usada para evaporar este tipo de películas delgadas. La característica de eficiencia cuántica en función de la longitud de onda obtenidas son buenas comparadas con las que obtienen otros autores.

ABSTRACT. Experiments have been done to produce an antimony-cesium photocatod (S11). The procedure generally used to produce this kind of thin film has been modified. The quantum efficiency obtained as function of the wavelenght is good compared with that obtained by other authors.

Key words: DETECTORS - INSTRUMENTS

## I. INTRODUCCION

En los últimos diez años se ha venido acumulando en el Instituto de Astronomía de la UNAM en México una importante experiencia en el diseño y uso de detectores optoelectrónicos y de la electrónica de control y al procesamiento de datos para los mismos. Este proceso empezó en el uso de detectores vidición y vidición intensificados para espectroscopía de una sola dimensión.

La adquisición de un espectrógrafo Echelle en 1979, en modalidad alta y baja dispersión, generó la necesidad de desarrollo de detectores bidimensionales de alta resolución, que permitieran la adquisición simultánea de muchos de los órdenes del espectro Echelle.

Se empezó el trabajo simultáneamente en dos líneas: detectores CCD y detectores intensificados con placas microcanales que desembocaron en el diseño del tubo Mepsicrón.

La incompatibilidad, hasta ahora, entre dimensiones de los CCD y la imagen del espectrógrafo Echelle ha favorecido esta última solución. El diseño del detector Mepsicrón se completó en 1981. El primer prototipo manufacturado por la ITT, se instaló en el telescopio de 2.12 m del Observatorio de San Pedro Mártir, Baja California en 1982.

Las dificultades tecnológicas más críticas a vencer en la manufactura de un tubo tipo Mepsicrón, es la evaporación de la película fotosensible sobre la placa de cuarzo de entrada del detector y el acople de ésta a la estructura de la parte de amplificación y decodificadora de posición del detector.

Para la solución de este último problema, se han obtenido resultados satisfactorios de soldadura para alto vacío y de baja temperatura, entre cuarzo-cerámica, cuarzo-metal y cerámica-metal.

## II. EXPERIMENTOS DE DEPOSICION

Las evaporaciones se realizaron en una cámara de acero inoxidable (304), construída en el Instituto, acoplada a un sistema de vacío realizado con componentes comerciales (Balzer). El sistema (Fig. 1) consta de una bomba turbo molecular con una capacidad de 50 litros por segundo, una bomba mecánica auxiliar, una válvula de cortina que permite trabajar con vacío estático y una cruz de acoplamiento a la cámara de evaporación.

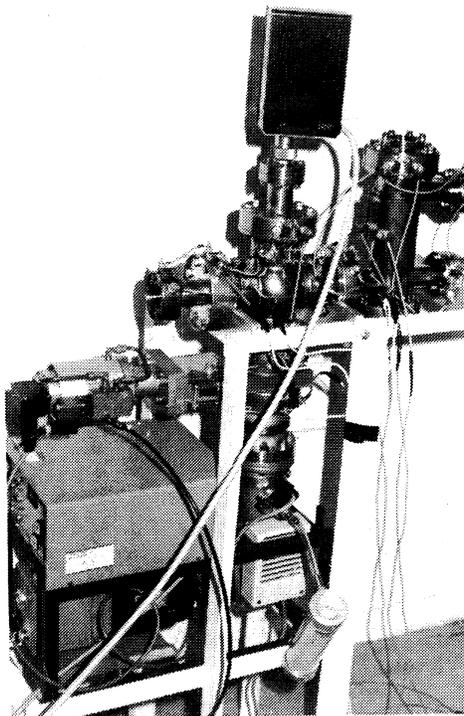


Fig. 1. Cámara de U.A.V. para experimentación de películas fotosensibles.

La presión de vacío dinámico lograda en la cámara de evaporación es inferior a los  $10^{-9}$  milibares.

Los detalles y el ensamblaje general de la bayoneta de evaporación se muestran en las Figs. 2,3,4,5 y 6. La bayoneta está realizada en acero inoxidable, aluminio y cerámica. Se compone esencialmente de una brida con traspasadores de alta corriente (Fig. 2), soporte cerámico de los evaporadores (Fig. 3), diafragma colimador con obturador (Fig. 4), diafragma de soporte de substrato del fotocátodo con base cerámica para el calentamiento del substrato (Fig. 5). En la Fig. 6 se muestra la bayoneta ensamblada.

Como información básica para realizar los experimentos, se consultaron: Sommer (1968), Ghosh y Varma (1978) y Gex et al (1983)

Desde el primer experimento realizado, la película mostró sensibilidad fotoeléctrica aunque con una eficiencia cuántica cien veces más baja que la de un fotocátodo eficiente. A lo largo de los primeros cinco experimentos se tuvieron que resolver paulatinamente diferentes problemas imprevistos en la mecánica, en la parte eléctrica y en el control de temperatura del substrato de evaporador. En esta fase de experimentación apareció un problema de principio que hubo que enfrentar: a niveles de vacío inferiores a  $10^{-9}$  mbar la presión de vapor de los alcalinos en la mezcla con el antimonio es demasiado alta y hace

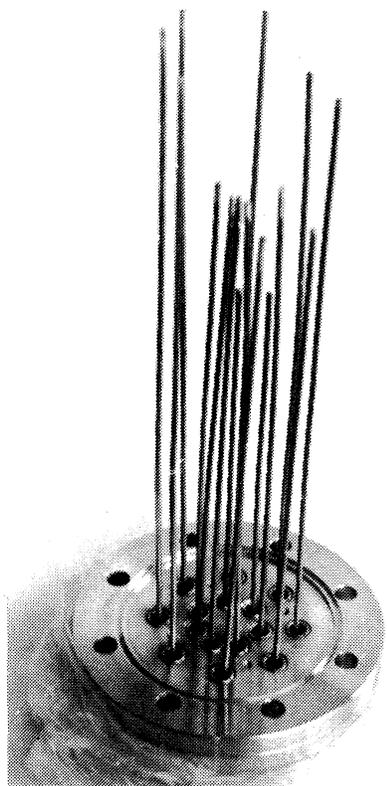


Fig. 2. Brida de transpasadores de alta corriente para conexión eléctrica entre ambiente y U.A.V.

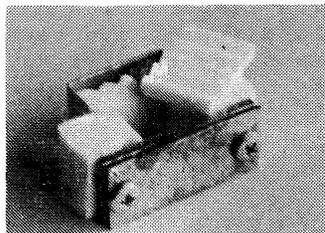


Fig. 3. Soporte cerámico de los evaporadores.

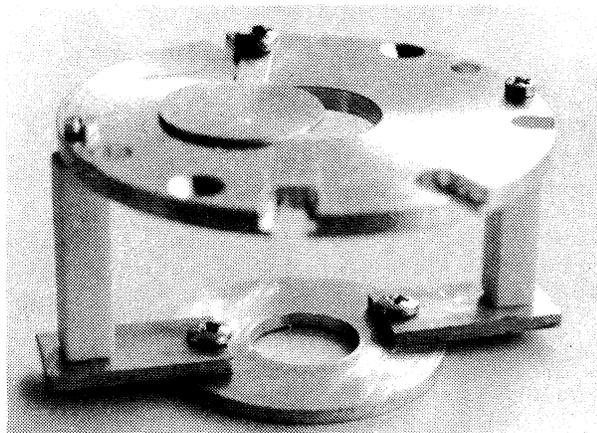


Fig. 4. Diafragma colimador de la evaporación con obturador.

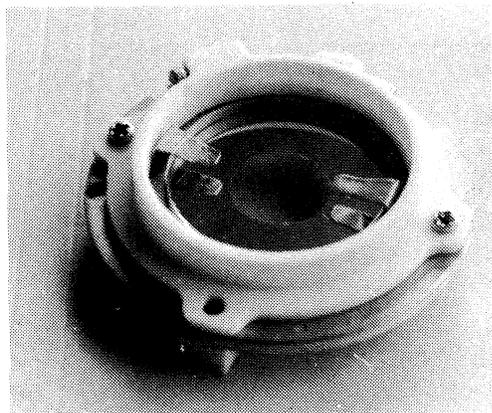


Fig. 5. Diafragma de soporte del sustrato del fotocátodo con base cerámica para el calentamiento.

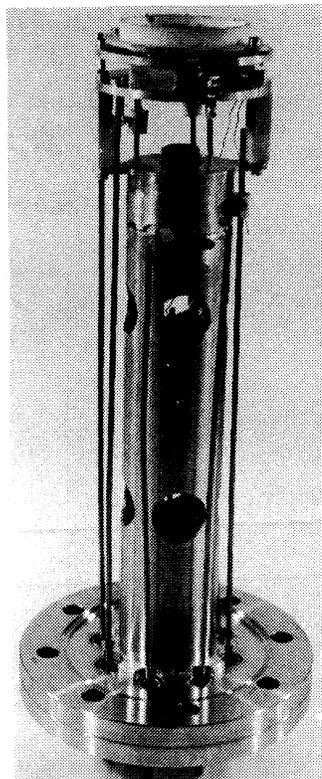


Fig. 6. Vista general de la bayoneta de evaporación.

inestable al fotocátodo a las temperaturas del sustrato recomendadas en la literatura. Para permitir la difusión adecuada del alcalino en el antimonio a temperaturas mas bajas se tuvo que recurrir a un método de evaporación de multicapa que inmediatamente mostró resultados alentadores en la respuesta del fotocátodo.

a) SEXTA EVAPORACION

Este experimento de evaporación se realizó en la técnica de multicapa, con la temperatura estable a 50°C que se determinó ser la óptima para la absorción del cesio.

Se instaló también un sistema de fotometría de tres colores: se obtiene luz monocromática azul a 4000 Å, con una lámpara de descarga eliminando las otras longitudes de onda con dos filtros de interferencia; el verde se obtiene con un led centrado en 5650 Å aproximadamente; el rojo con un led centrado en 6600 Å con un ancho del orden de 200 Å. La calibración de las fuentes luminosas, como en los experimentos anteriores, se realiza con un radiómetro Tectronix calibrado en watt/cm<sup>2</sup> cuya respuesta es plana desde 4500 a 10000 Å. En el caso de la fuente azul se tiene que aplicar un factor de corrección del 1.66 que toma en cuenta la disminución de la respuesta del radiómetro entre 4500 y 4000 Å.

Con una multicapa de solamente dos evaporaciones alternas de Sb y Cs se obtuvo una eficiencia cuántica de .93% a 4000 Å, 1.4% a 5650 Å y 0.38% a 6700 Å.

Estas eficiencias cuánticas son todavía bajas en términos absolutos comparadas con el 15% de eficiencia típico de un fotocátodo S11 en el azul; el resultado tiene de todas maneras una importancia especial: la curva de respuesta, en función del color, es sumamente plana; la razón entre la respuesta en el máximo (verde) y en el rojo es apenas 3.7 comparado con las razones típicas de esta clase de fotocátodos que son del orden de 100 (Fig. 7).

Después de calentar el fotocátodo se volvieron a realizar evaporaciones alternas de Sb y Cs obteniéndose una eficiencia cuántica de 3.7% en el azul, .58% en el verde y .011% en el rojo que es una respuesta todavía baja en términos absolutos pero con una curva de respuesta en función del color mucho más parecida a un fotocátodo S11 típico.

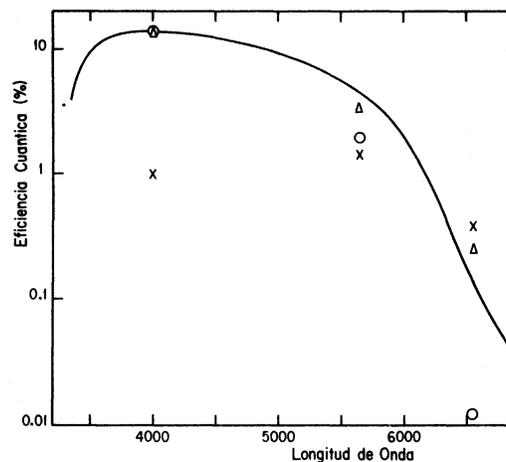


Fig. 7. Eficiencia cuántica de fotocátodos S11 evaporados en el IAUNAM comparados con los fotocátodos de ITT (línea continua). Cruz: sexta evaporación; círculo: séptima (a) evaporación; triángulo: séptima (b) evaporación.

## b) SEPTIMA EVAPORACION

En este experimento se monitoreó, junto con la eficiencia cuántica del fotocátodo en los tres colores, la transparencia de la película. Esto se realiza midiendo con el radiómetro la luz de un foco de tungsteno puesto en el interior de la cámara de evaporación a lo largo del experimento.

Se obtuvo una primera versión del fotocátodo con una transparencia de .82%, cuyas eficiencias en los tres colores resultaron ya muy parecidas a los reportados en las tablas de la Electron Tube Division de la ITT; la eficiencia cuántica fue del 15.6% en el azul, 1.9% en el verde y 0.012% en el rojo y se tiene que comparar con las de 13%, 4.5% y .2% respectivamente. Nuestros resultados comparados con la gráfica de ITT se muestran en la figura 1. Como se ve, este fotocátodo tenía una caída más abrupta de la respuesta en el lado rojo, a cambio de una respuesta ligeramente mayor en el azul.

Los dos días siguientes el fotocátodo se sometió a sucesivas evaporaciones de Sb-Cs obteniéndose una eficiencia en los tres colores de 14.7%, 2.7% y 0.036% respectivamente; como se ve a cambio de una ligera pérdida, en el azul se obtuvo un aumento significativo en el verde y el rojo. La transparencia de este fotocátodo era de 0.68.

En manipulaciones posteriores el fotocátodo perdió eficiencia de manera importante. Se horneó a 160°C por 12 h. hasta reducir a cero la sensibilidad. La transparencia al final de la operación fue de 0.50; con evaporaciones alternas de Sb-Cs, que redujeron la transparencia a 0.41, se obtuvo una eficiencia en el azul de 14.5%; en el verde de 3.4% y en el rojo de 0.25% (Fig. 7).

Estas eficiencias se mantuvieron por 12 días en la cámara de vacío, con válvula cerrada, sin bombeo.

## III. CONCLUSIONES

Se ha obtenido un fotocátodo Cs-Sb, S11, de eficiencia cuántica muy similar a la de los fotocátodos comerciales. Su eficiencia es ligeramente superior en el azul y el rojo y un poco inferior en el verde.

Todavía se pueden realizar experimentos importantes con este tipo de fotocátodo sobre todo para entender la respuesta muy plana del fotocátodo obtenido en la VI Evaporación, que tuvo una eficiencia en el rojo superior a todos los que se obtuvieron después.

## REFERENCIAS

- Electron Tube Division, ITT, Typical Absolute Spectral Response Characteristics of Photoemissive Devices.  
 Gex, F., Huen, T. y Kalibjian, R. 1983, S-20 Photocathode Research Activity, Informal Report.  
 Ghosh, G. y Varma, P.B. 1978, F. Appl. Phys, 49, 4549.  
 Sommer, A.H., 1968, Photoemissive Material, Ed. John Wiley and Sons Inc., New York.

G.F. Bisiacchi y C. Firmani: Instituto de Astronomía, UNAM, Apartado Postal 70-264, 04510 México, D.F., México.