

DESARROLLO DE UNA FUENTE DE RADIACION UV DE VACIO
PARA EXPERIENCIAS ESPACIALES

F. Briones y A. Elvira

Instituto de Física de Materiales del CENFA "L. Torres Quevedo".
C.S.I.C., Serrano 144, Madrid-6.

RESUMEN

Se describe el desarrollo y características de una fuente de radiación UV de vacío, de bajo peso y consumo, integrable en cargas útiles sobre cohete. Emite en la raya 1236 Å del Kriptón, a baja presión, excitada por RF a 200 MHz en una cavidad resonante construida totalmente en vidrio con ventana de F_2Mg , con intensidad superior a 10^{14} fot/seg.

INTRODUCCION

La determinación de la densidad de óxido nítrico en la capa -D inferior de la ionosfera puede hacerse de acuerdo con R.A. Young (1) a través de la medida de la corriente de ionización inducida por una fuente de radiación UV de intensidad conocida y energía suficiente para producir la fotoionización del óxido nítrico.

El desarrollo de una fuente de este tipo puede basarse en las medidas de los espectros de emisión en UV de vacío realizadas por Wilkinson (2) y Okabe (3) en diversos gases excitados mediante RF. Un estudio completo sobre las condiciones de la descarga ha sido hecho por Siddiqui (4).

- La fuente debe emitir un intenso flujo de fotones con energía del orden de 10 eV; tener peso y consumo reducidos; ser capaz de soportar las aceleraciones y vibraciones típicas en un cohete de sondeo y, sobre todo, no degradarse apreciablemente durante el tiempo de calibrado, ensayos y vuelo. Esta última condición es especialmente difícil de cumplir por la necesidad de evitar la degradación de la transmisión de las ventanas ópticas sometidas a un intenso flujo de radiación UV, y el conseguir una estanqueidad total del pequeño volumen de descarga para evitar el envenenamiento de la fuente por impurezas gaseosas que también se originan por bombardeo y desgaseificación de las paredes.

DESCRIPCION DE LA FUENTE

Sobre estas premisas se ha desarrollado una fuente UV, especialmente adecuada para su integración en cargas útiles sobre cohete, basada en la excitación RF de un plasma de gas Kriptón a baja presión en el interior de una cavidad resonante construida en vidrio. Como ventana transparente a la radiación de 10 eV se ha utilizado cristales pulidos de F_2Mg de 25 mm ϕ .

La radiación emitida cuando se llena con gas Kriptón puro a presión comprendida entre 0.1 y 1 Torr está compuesta casi exclusivamente por la radiación de resonancia del Kr resultante de la transición $3P_1 - 1S_0$ para $\lambda = 1236 \text{ \AA}$. Otra raya importante del Kr en esa región, la de $\lambda = 1165 \text{ \AA}$, solo tiene un 10% de la intensidad de la anterior al ser atenuada por el borde de absorción del F_2Mg . El espectro no presenta ninguna otra raya en el UV de vacío, como se observa en la Figura 1, y es, por tanto, muy adecuado para la fotoionización selectiva del óxido nítrico.

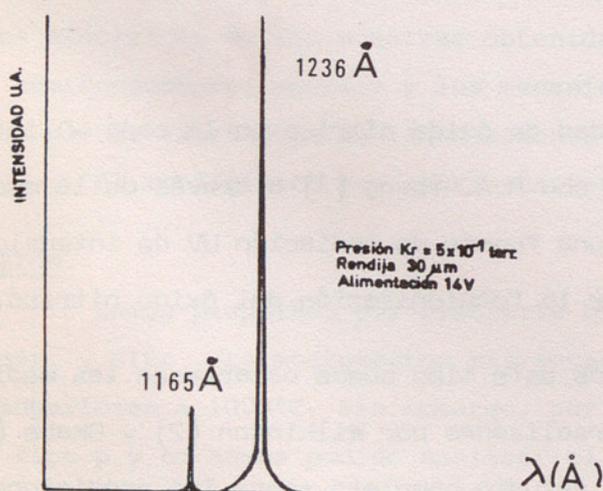


fig 1

La ionización del Kr se consigue eficientemente mediante excitación RF a 200 MHz. Tras una serie de experiencias con una serie de cavidades coaxiales de diferentes dimensiones y en vista de las dificultades presentadas por el electrodo central coaxial, se decidió eliminarlo completamente y hacer un acoplo totalmente capacitivo a través de las paredes de vidrio. Inicialmente construido en wolframio con un pasaje soldado vidrio-metal, presenta problemas por su fragilidad y por su pulverización por bombardeo catódico que termina por depositar una película de W sobre la ventana, absorbiendo la radiación UV.

El acoplo capacitivo a través del vidrio (Pyrex con bajas pérdidas dieléct

tricas) no presenta dificultat, obteniéndose fàcilmente la ionizaci3n del gas (Tensi3n de alimentaci3n ≈ 10 V) con el campo el3ctrico originado en el circuito resonante LC constituido por una pequena inductancia y la misma capacidad de la l3mpara. Esta es del orden de 1 pf apagada, y del orden de 10 pf encendida por la capacidad efectiva del plasma.

El circuito resonante forma parte del sencillo oscilador RF realimentado, esquematizado en la Figura 2, cuya 3nica componente activa es el transistor 2N3375^(*). La potencia suministrada a 200 MHz es de 5 W.

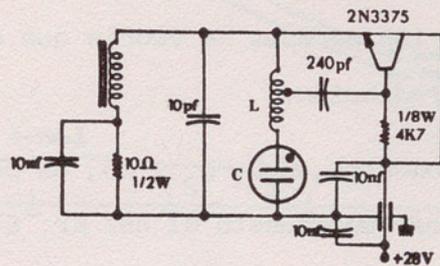


fig 2

En el modelo de vuelo la l3mpara y el oscilador se encapsulan en un solo bloque en una caja de aluminio que sirve a la vez de disipador. En la Figura 3 se esquematiza la disposici3n de los elementos.

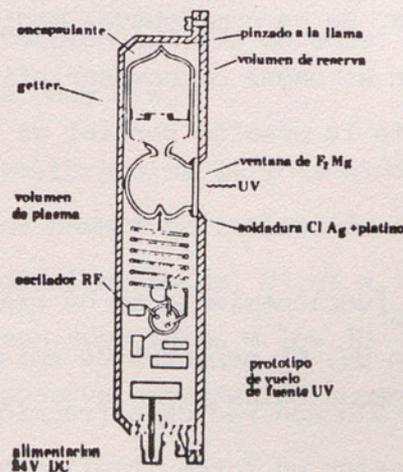


fig 3

^(*) El circuito oscilador RF ha sido desarrollado por el Instituto de Electr3nica de Comunicaciones, C.S.I.C., Madrid.

TECNICAS DE VACIO

La construcción totalmente en vidrio y sin pasajes garantiza una estanqueidad adecuada. Sin embargo, la soldadura de la ventana de F_2Mg sobre 20 mm ϕ , presenta notables dificultades por la diferencia de coeficiente de dilatación. La soldadura se ha hecho con cloruro de plata en un horno a $400^\circ C$ y enfriamiento muy lento. Para mejorar la adherencia del cloruro de plata al vidrio, y sobre todo al F_2Mg , se han recubierto previamente las superficies a soldar con una delgada película de platino por evaporación en vacío.

Durante el funcionamiento de la lámpara se ha observado que debido al continuo bombardeo iónico se desorben gases de las paredes de vidrio que envenenan el Kr y disminuyen progresivamente la emisión de radiación.

Las especies desorbidas mas abundantes, H_2O , O_2 y CO , se pueden identificar por su espectro de emisión característico superpuesto al del Kr. El problema se ha solventado de dos maneras:

- a) Cuidadosa desgasificación previa al pinzado a la llama ($250^\circ C$ a 10^{-6} torr durante 1 hora) mas 1 hora de funcionamiento en régimen dinámico (renovando el Kr continuamente)
- b) Depósito de un getter de bario sobre las paredes de un pequeño volumen de reserva en comunicación con la cavidad de descarga. Se ha comprobado, mediante el análisis espectral de la luz emitida, que el getter es capaz de bombear eficazmente los gases reactivos sin modificar apreciablemente la presión parcial de Kr.

MEDIDA DE CARACTERISTICAS

La optimización de la presión de funcionamiento se ha realizado mediante la medida directa de la intensidad emitida en UV. El espectro de emisión se ha obtenido con un monocromador de vacío Mc Pherson 218 con red de difracción y óptica especial recubierta de F_2Mg , utilizando como detector un fotomultiplicador 150 UVP en combinación con un fósforo conversor UV-visible de salicilato de sodio. Este material se depositó por spray en forma de lámina semitransparente sobre la ventana de salida del monocromador.

En la Figura 4 se presenta un registro de la intensidad emitida en las rayas de 1236 \AA y 1165 \AA en función de la presión de Kr. Esta se controló en régimen dinámico con una válvula de aguja y se midió con un manómetro capacitivo MKS-Baratrón con salida analógica para registrador. La presión óptima de llenado se fijó en 0.4 torr, presión a la que todavía es posible evaporar el getter.

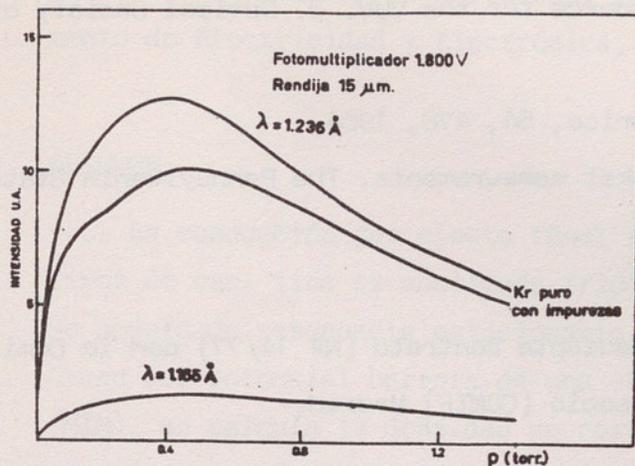


fig 4

Se ha determinado que la intensidad emitida en UV no es una función lineal de la potencia RF suministrada, sino que se observa una saturación a un cierto nivel que depende de la presión. Este efecto se debe a que al aumentar el valor del campo eléctrico la amplitud de las oscilaciones electrónicas, $eE_0/m\omega\gamma^2 + \omega^2$ (que para una frecuencia y presión dadas es proporcional a E_0), llega a ser comparable con las dimensiones de la cavidad y aumentan rápidamente las pérdidas de electrones del plasma por interacción con las paredes. Es inútil, por tanto, aumentar la potencia RF por encima de unos 4 W.

El calibrado de la intensidad absoluta del flujo total UV emitido se realiza mediante una cámara de ionización llena de CS_2 a 15 torr, con una eficiencia cuántica de fotoionización del 61.8% a 1216 \AA según medidas del NBS-Washington. Los flujos medidos son superiores a los 10^{14} fot/seg requeridos para la medida de óxido nítrico. No se observa degradación superior al 10% en las primeras seis horas de funcionamiento.

CONCLUSIONES

Con una construcción en vidrio sin pasajes y tecnología de vacío usual en el laboratorio, ha sido posible desarrollar una fuente miniatura de radiación UV en 1236 \AA , con alta intensidad y bajo consumo, que puede integrarse favorablemente

en cargas útiles sobre cohete.

BIBLIOGRAFIA

- (1) R.A. Young. Measurement of nitric oxide in the earth's atmosphere. Stanford Research Inst. Project PAU-3895, 1967
- (2) P.G. Wilkinson. New Krypton light source for the VUV. J. Optical Society of America, 45, 1045, 1955
- (3) H. Okabe. J. Optical Society of America, 54, 478, 1964
- (4) J.M.H. Siddiqui. U.V Source for rocket measurements. The Pennsylvania State University, Scient. Report 421E, 1974.

NOTA. Este trabajo ha sido realizado mediante contrato (Nº 14/77) con la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE) Madrid.