

Fig. 1 Analizador iónico

lentes de proyección y un convertidor de imágenes que además permitirá obtener una reproducción fotográfica.(1) La imagen de la superficie así obtenida, está formada por iones filtrados, correspondiendo a una sola masa. Lógicamente, si cambiamos la intensidad del campo magnético reinante dentro del sector magnético, seleccionaremos otra masa. Mediante este proceso podemos obtener una carta de distribución de los elementos que forman la superficie de la muestra. La calidad de la imagen obtenida, depende de las aberraciones que nos introduzca todo el sistema óptico. Con este dispositivo, dado que se trabaja con aperturas pequeñas, la aberración más importante será la cromática pues es un hecho bien conocido, la fuerte dispersión energética que presenta la emisión iónica secundaria. Para reducir este efecto, se recurre a diafragmar los haces iónicos con la consiguiente pérdida de luminosidad. Una posible mejora de esta disposición consiste en hacer escamoteable el cátodo del espejo electrostático. En estas condiciones el haz iónico emergente del sector magnético puede penetrar en un sector electrostático. El conjunto formado por el sector magnético y el electrostático da lugar a un espectrómetro de masas de doble enfoque convencional. Su resolución en masa vendrá gobernada por la disposición y características de los elementos ópticos, así como por los diafragmas que intercepten el haz iónico.(2).

En un sistema como el que ha sido descrito no se aprovechan íntegramente las posibilidades de detección de los elementos en baja concentración. El motivo radi-

ca en la imposibilidad de diferenciar los iones simples, de los agregados atómicos de la misma masa nominal que no es posible separar a baja resolución en masa. Cualquier aumento favorable en la resolución, se paga con una pérdida importante en la sensibilidad. El objeto de este trabajo es presentar la sustitución de la lente S por un conjunto de lentes electrostáticas (óptica de transferencia) de tal manera que sea posible obtener espectros de masa con la misma sensibilidad al actuar sobre la óptica de transferencia, para cambiar el aumento sobre la imagen.

Óptica de transferencia.

Las condiciones que vamos a imponer sobre esta óptica son

1º) Tener acceso a una amplia gama de aumentos sobre el cross over, es decir sobre la imagen final de la superficie emisora

2ª) La distancia de emergencia del cross over y la imagen finales deben ser constantes para toda la gama de montajes.

Estas condiciones podrán ser cumplidas por un sistema formado por tres lentes

En la figura 2 mostramos la curva de funcionamiento de la óptica de transferencia, calculada en el marco de la óptica delgada. f_1, f_2, f_3 significan las distancias focales para cada una de las tres lentes y M_c es el aumento sobre el cross over final.

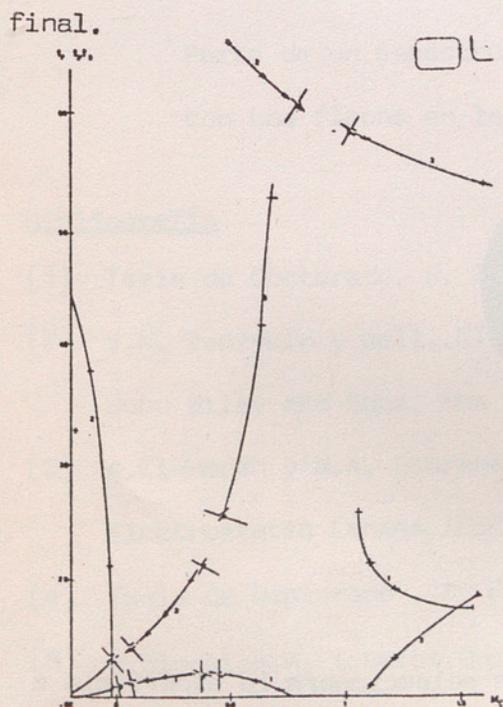


Fig. 2. Curvas de funcionamiento

a) Realización práctica de las lentes

Recurrimos al modelo llamado unipotencial simétrico con tres electrodos. Las características geométricas determinan la focal mínima que podrá alcanzar. Gracias a los ábacos de Sturans (3) junto a (4), ha sido posible determinar un criterio para el diseño que minimice; además, los respectivos coeficientes de aberración cromática. El modo de funcionamiento es retardador. Posteriormente comprobamos que el modo acelerador reducía los valores de la aberra-

ción cromática y esférica (5) por lo que cambiamos el tipo de funcionamiento.

b) Conservación de la sensibilidad.

Si consideramos fijos los tamaños de los diafragmas se comprende que al disminuir el aumento M_c , forzaremos una mayor parte del cross over virtual a pasar a través del diafragma de entrada del espectrómetro y por consiguiente la zona de la superficie visualizada disminuirá. Si la emisión es mínimamente homogénea podemos esperar una compensación y por tanto la medida de la misma corriente iónica, antes de la reducción de M_c y después, conservándose por tanto la sensibilidad.

Aplicaciones

a) Se han efectuado medidas para comprobar aquel extremo, con iones Si^+ y Na^+ (4) La experiencia a demostrado plenamente aquellos asertos.

b) Ejemplo analítico. Se tomó como muestra un basalto, que entre otros minerales contiene cristales de piroxeno. El piroxeno, normalmente es rico en calcio y por tanto bajo bombardeo iónico es de esperar una alta contribución del Ca^+ que aparecerá en la masa 56. Si estuviéramos interesados en la detección del hierro, ambas masas nos aparecerían superpuestas, necesitándose una resolución en masa del orden de 2500, para su separación completa. En la figura 3, aparecen dos microfotografías tomadas sobre el mismo elemento (Ca^+) a diferentes aumentos.

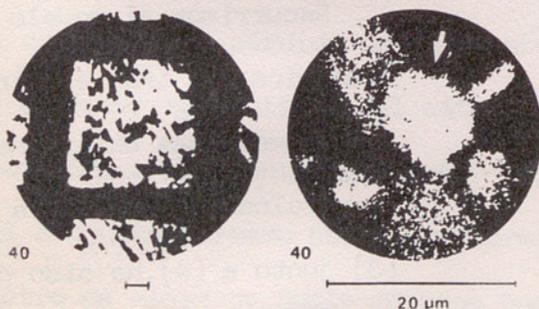


Fig. 3

Microfotografías tomadas con iones Ca^+

Se colocó un diafragma de apertura que nos seleccionara la superficie a analizar de $6.5 \mu m$ de diámetro y que incluyera el cristal señalado con una flecha.

El diafragma situado en el plano del cross over era de $20\mu\text{m}$ y el aumento $M_c = 0.15$. Con estas condiciones experimentales se escampteó el espejo electrostático y se efectuó un espectro de masas que aparece en la figura 4. Los picos del Fe^+ y CaO^+ aparecen separados de tal manera que podemos asegurar que se alcanzaba, en estas condiciones, una resolución en masa del orden de 4000.

c) Posibilidades. Un sistema como este, puede ser acoplado a un E.M., cualquiera, como por ejemplo el mostrado en otra comunicación de los mismos autores, dando lugar a un dispositivo sencillo y con grandes perspectivas.

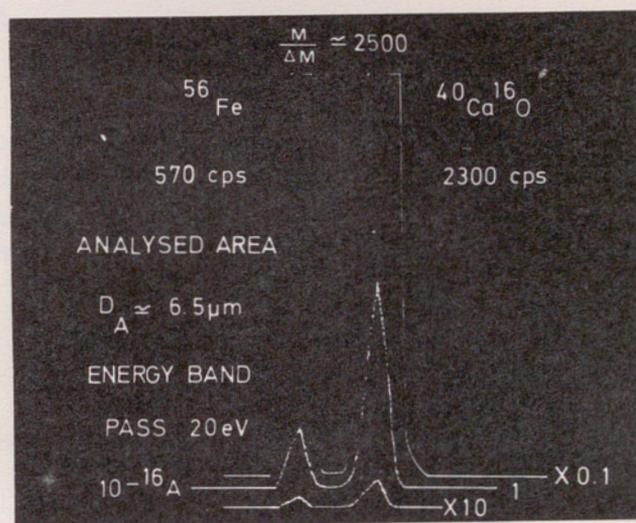


Fig.4

Parte de un espectro de masas realizado sobre el detalle, señalado con una flecha en la figura 3.

Bibliografia

- (1) Tesis de Doctorado. G. Slodzian. 1964, Paris - A. Septier
- (2) V.K. Zworykin y coll.. Electron Optics and the Electron Microscope, 1946, John Wiley and Sons, New York.
- (3) A.El-Hareh y M.A. Sturans. Analysis of a Range of Symmetrical Three-Aperture Electrostatic Lenses. IEEE Transactions on Electron Devices, octubre 1972
- (4) Tesis de Doctorado . A. Figueras. 1978, Barcelona
- (5) G.Slodzian, A.Figueras. Quelques remarques sur les aberrations des lentilles électrostatiques. J.Phys. Tome 39, 1978, Pag. L-90