

Tapa anaranjada

Informe Técnico No. 74

*Puntos de Calibración
del IAR*

R. Morras y C. Cappa

Febrero 1995

**BIBLIOTECA
INSTITUTO ARGENTINO
DE RADIOASTRONOMIA**
Ref. Fecha 24-2-95

INTRODUCCION

El problema de la determinación de la escala de intensidades absoluta, para mediciones en la línea de 21 cm, es de especial interés, puesto que las nubes son normalmente extendidas con respecto al haz de la antena. La comparación de resultados de relevamientos de HI, realizados por distintos autores y con distintos instrumentos, debe ser hecha en Temperatura de Brillo (Tb) en lugar de la Temperatura de Antena (Ta) observada. Tb representa una cantidad física (brillo) en el cielo, mientras que la Ta depende de la distribución de brillo de la fuente y de las propiedades de la antena y del receptor. Para una fuente dada, es de esperar que cada observador encuentre distintos valores de Ta, puesto que ésta representa una cantidad modificada por las propiedades del telescopio y puede variar de una serie observacional a otra.

Para una nube extendida, que a la velocidad V tiene la distribución de Temperatura de Brillo $T_b(\Theta, \Phi, V)$ donde (Θ, Φ) representan coordenadas polares, la Ta observada está dada por

$$T_a(\Theta, \Phi) = \frac{\int T_b(\Theta, \Phi) P_n(\Theta, \Phi) d\Omega}{\int P_n(\Theta, \Phi) d\Omega} \cdot \eta$$

Donde $P_n(\Theta, \Phi)$ es la función normalizada del diagrama de antena y η es el factor de eficiencia debido a pérdidas de radiación.

Con el fin de calcular el factor de corrección K para convertir Ta a Tb ($T_b = K T_a$) es necesario determinar la función diagrama de antena, tanto sobre el haz principal como sobre los lóbulos laterales. Esta función no es fácil de determinar.

Una opción es elegir una región estandar que sirva como fuente de comparación y estandarización de todas las observaciones y permita transformar Ta a Tb con la máxima exactitud. Este método provee, además, un medio útil para chequear la calibración interna del equipo, día a día.

La Unión Astronómica Internacional (IAU) ha recomendado tres campos estandards (van Woerden, 1970): la región estandar primaria S8 ($l=207^\circ$; $b=-15^\circ$) y las regiones S7 ($l=132^\circ$; $b=-1^\circ$) y S9 ($l=356^\circ$; $b=-4^\circ$). Las dos últimas fueron recomendadas

como standards secundarias. Solo uno de estos puntos es visible desde el IAR, el punto S9, y fue incorporado por la IAU por ser usado como standard en Parkes (Australia). Los valores de las Tb picos en los perfiles y áreas en determinados rangos de velocidades fueron dados por Williams (1973).

Kalberla et al. (1982) hicieron una determinación de una escala de Tb absoluta, a partir de observaciones de los puntos S7 y S8 recomendados por la I.A.U. Las observaciones fueron realizadas con la antena de 100 m de Effelsberg (HPBW = 10') y fueron corregidas por efectos de "stray radiation". Kalberla et al. encontraron que la escala de Tb propuesta por Williams (1973), despues de corregir también esos valores por efectos de "stray radiation", está sobre-estimada en un 2.5%. Una comparación similar, pero sin corregir por efectos de "stray radiation", mostró diferencias de hasta un 7% entre ambas escalas.

El propósito de esta comunicación es presentar resultados observacionales de una serie de puntos en el cielo, que son propuestos como calibradores standards relativos, para las observaciones a efectuarse en el futuro en el IAR. La Tabla I identifica a estos puntos y da las coordenadas galácticas de los mismos.

Estos puntos fueron seleccionados en base a las siguientes consideraciones: 1) temperatura pico alta; 2) extensión del HI en un rango de velocidades relativamente angosto. Se trató de evitar aquellas regiones en que el HI se encuentra distribuido en un rango amplio, debido a la distorsión que puede producirse durante el proceso de trazado de la línea de base; 3) que los puntos estuvieran separados en el cielo en intervalos de Ascensión Recta que no superen las 3 hs. Este último requisito se consideró indispensable, de modo de tener siempre algún punto de calibración disponible, por encima del "horizonte" de la antena del IAR.

Los puntos IAR-2 a IAR-4 se encuentran distribuidos en el cielo a Declinaciones cercanas al Polo Sur Celeste. Estos fueron seleccionados en reemplazo de este último punto, utilizado tradicionalmente en el IAR, debido a que se observaron variaciones en su temperatura pico, probablemente debido a que no hay un perfecto paralelismo entre el eje polar de la antena I con el eje de rotación de la tierra.

OBSERVACIONES

Las observaciones se llevaron a cabo con el nuevo receptor enfriado de 21 cm del Instituto y el analizador espectral de 1008 canales. Este último se utilizó en su configuración de 1*1008 canales y un ancho de banda total de 5 Mhz. Así, se obtiene un perfil con una resolución espectral de 1km/seg, en un rango de velocidades de 1000 km/seg, centrado en $V(\text{lsr}) = 0$ km/seg. Las mismas fueron obtenidas en el modo Potencia Total.

Se realizaron 5 sesiones de observación entre Marzo y Septiembre de 1994 y una en Febrero de 1995. Cada sesión de observación duró 24 hs, a fin de poder repetir, al cabo de este período, al menos uno de los puntos observados el día anterior. Las tres primeras sesiones fueron observadas muestreando la señal en el modo 1 bit y las restantes en el modo 1.6 bit.

Las observaciones se programaron de forma tal de alternar los puntos que se encontraban visibles, por encima del "horizonte" de la antena I del Instituto. Por ejemplo, en la sesión de observación de 1995, se observaron las series (IAR-3, IAR-4), luego (IAR-4, IAR-5),etc. Así, durante las 24 hs, hasta completar el ciclo, repitiendo los puntos (IAR-3, IAR-4)

Después de analizar cuidadosamente los datos , se consideró que los obtenidos en la última sesión de observación son de mejor calidad que aquellos obtenidos en sesiones previas, debido a que fueron obtenidos utilizando un control automático de ganancia instalado en la entrada del correlador espectral, no ocurriendo así en las sesiones anteriores.

RESULTADOS

a) El punto IAR-0 = IAU-S9

La escala de temperaturas de todos los puntos fueron definidas a partir de un cuidadoso análisis del punto estándar secundario IAU-S9, que fue estudiado por Williams (1973).

No es posible una comparación directa entre los valores de temperatura dados por Williams y los obtenidos por nosotros, debido a los diferentes haces utilizados en el Hat Creek Observatory (35') y en el IAR (30'x29'). Para resolver este problema se procedió a realizar observaciones de una región del cielo de 2°x 2°, centrada en la posición del punto IAU-S9. Las mismas se realizaron cada 0.°25 x 0.°25 en una grilla (l x b). Así, se observaron un total de 81 puntos y se obtuvo un "muestreo completo" de la distribución del HI en la región. El ruido r.m.s. alcanzado, después de un tiempo de integración de 1 minuto, es de ~ 0.1 K. Los resultados de estas observaciones pueden verse en la forma de mapas de distribución de densidades columnares en las Fig. 1 (a)-(d). Los mismos pueden compararse con los mapas obtenidos por Williams (1973) en sus Fig. 5 (a) - (d) y reproducidas en la Fig. 2. Se observa que la forma de los mapas de contorno en ambas series de figuras prácticamente coinciden, no así los valores de las isolíneas. Estas diferencias se originan en: a) los valores dados por Williams son en unidades de Ta, en cambio los del IAR en Tb; b) los diferentes HPBW utilizados y c) distintas contribuciones de "stray radiation" para ambas antenas. En el caso de la Fig. 5 (d) de Williams y la obtenida por nosotros, los valores de las isolíneas están normalizados a 100 unidades en el centro.

Posteriormente, se procedió a redefinir el punto IAU-S9 = IAR-0 (l=356° ; b=-4°), convolucionándolo con un haz de 35', para así poder comparar directamente con los valores dados por Williams (1973). Para determinar el factor de escala correspondiente, se calculó el área debajo del perfil en el rango de velocidades comprendido entre -1.05 a +14.7 km/seg. El valor obtenido fue comparado con el dado por Williams de 953 K-km/seg. De esta manera, se obtuvo un factor de escala que, aplicado al mismo punto observado con la antena del IAR, cuya resolución angular es de 30' x 29', corresponde a un valor de 932 K-km/seg. Este último valor es el que debe ser considerado cuando calibremos observaciones del IAR utilizando el punto IAR-0.

El valor del área debajo del perfil en el intervalo de velocidades -100 a +100 km/seg es igual a 1525.7 ± 1.5 K-km/seg. Si comparamos este valor con el dado por Pöppel & Vieira (1973) para el punto P10 = S9, de 1546.8 ± 9 K-km/seg, vemos que la relación IAR-0 / P10 es igual a 0.986. La pequeña diferencia podría explicarse por los distintos tipos de alimentadores utilizados en cada caso: el actual con una bocina de tipo cilíndrica y el antiguo alimentador, un dipolo con mayor contribución de lóbulos laterales.

Los puntos IAR-1 a IAR-10

Una vez finalizado el ciclo de observación de 24 hs antes mencionado, se determinaron los factores de corrección para calcular la T_b de los perfiles, a partir de los valores obtenidos para el punto IAR-0. Finalmente, se promediaron los resultados correspondientes a cada uno de los puntos de calibración propuestos. Es de destacar que la coincidencia de los valores obtenidos para puntos IAR-3 y IAR-4, al cabo de las 24 hs de observación es muy buena: la dispersión de los valores individuales es menor que 1.5 %, mostrando la estabilidad en ganancia del receptor e indicando la validez del método utilizado.

Los resultados están resumidos en la Tabla II. En la misma, en las columnas (2) y (3) se dan los valores de las temperaturas del máximo de cada perfil con su error cuadrático medio y la velocidad del máximo de temperatura, respectivamente. Los valores de las áreas, con los correspondientes errores cuadráticos medios, en los intervalos de velocidades indicados, están tabulados en las columnas (4) y (5), respectivamente. Las Figs. 3 (a)-(k) muestran ejemplos de perfiles observados de cada uno de los puntos de calibración propuestos. En las mismas pueden observarse en su parte superior, además, un gráfico que muestra la distribución del material de baja intensidad. Esta información es de utilidad para el trazado de la línea de base de cada uno de estos perfiles.

b) Base de datos

Está disponible un archivo con los perfiles promedio de cada punto de calibración, correspondiente a la sesión de Febrero de 1995. Esto es útil si el usuario desea utilizar un intervalo de velocidades distinto del considerado en Tabla II. El nombre del archivo es CALIBRA.DAT y se lee con el programa DRAWSPEC.

REFERENCIAS

Kalberla, P.M.W., Mebold, U., Reif, K., 1982, A&A, 106, 190

Pöppel, W.G.L., Vieira, E.R., 1973, A&AS, 9, 289.

Williams, D.R., 1973, A&AS, 8, 505.

van Woerden, H., 1970, Procceding XIV I.A.U. Gen. Assembly , (Reidel), Vol XIV B, 217.

DESCRIPCION DE LA FIGURAS

Figs. 1 (a) - (d): Distribución del HI alrededor del punto IAR-0, obtenidos con la antena I del IAR, a las velocidades y rangos de velocidades señalados en los mismos. Los valores de las isolíneas en (d) están normalizadas al valor 100 en la posición de ese punto.

Fig. 2: Idem Figs. 1, pero observados por Williams (1973).

Figs. 3 (a) - (k): Perfiles de HI de los puntos de calibración IAR-0 a IAR-10. En la parte superior de las mismas se muestra, en una escala ampliada, parte del mismo perfil. La información contenida en estos gráficos deberá ser tenida en cuenta en el trazado de línea de base de estos perfiles.

Tabla I

Punto	l (°)	b (°)
IAR 0	356.00	-4.00
IAR 1	4.00	-25.00
IAR 2	304.55	-28.87
IAR 3	304.65	-33.23
IAR 4	298.56	-37.75
IAR 5	301.32	-28.73
IAR 6	219.5	-12.00
IAR 7	247.00	+17.00
IAR 8	290.00	+5.00
IAR 9	306.00	+10.00
IAR 10	330.50	+10.00

hora en q'se hace
visible para la
Antena dip: 21-3

4:40

6:30

13:00

~14:00

17:00

19:50

22:00

0:00

2:15

Tabla II

Punto	$T_b \pm \sigma$ (K)	V (km/s)	$A \pm \sigma$ (K.km/s)	Intervalo V1,V2 (km/s)
IAR 0	84.2 ± 1.0	+5.2	932	-1.0,+14.7
IAR 1	44.4 ± 0.6	+6.3	287.6 ± 3.2	+1.0,+11.5
IAR 2	41.1 ± 0.3	+2.1	282.6 ± 3.9	-3.1,+7.3
IAR 3	46.9 ± 0.4	+3.1	288.4 ± 5.3	-2.1,+8.4
IAR 4	40.6 ± 0.5	+2.1	266.8 ± 3.8	-3.1,+7.3
IAR 5	33.4 ± 0.6	+1.0	270.5 ± 3.2	-4.2,+6.3
IAR 6	80.9 ± 0.7	+4.2	648.9 ± 5.9	-1.0,+9.4
IAR 7	64.2 ± 0.7	-3.1	481.5 ± 5.5	-8.4,+2.1
IAR 8	64.3 ± 0.6	-10.5	665.7 ± 6.0	-15.7,-5.2
IAR 9	57.1 ± 1.0	-11.5	460.6 ± 5.3	-16.8,-6.3
IAR 10	50.6 ± 0.8	+3.1	387.9 ± 6.0	-2.1,+8.4

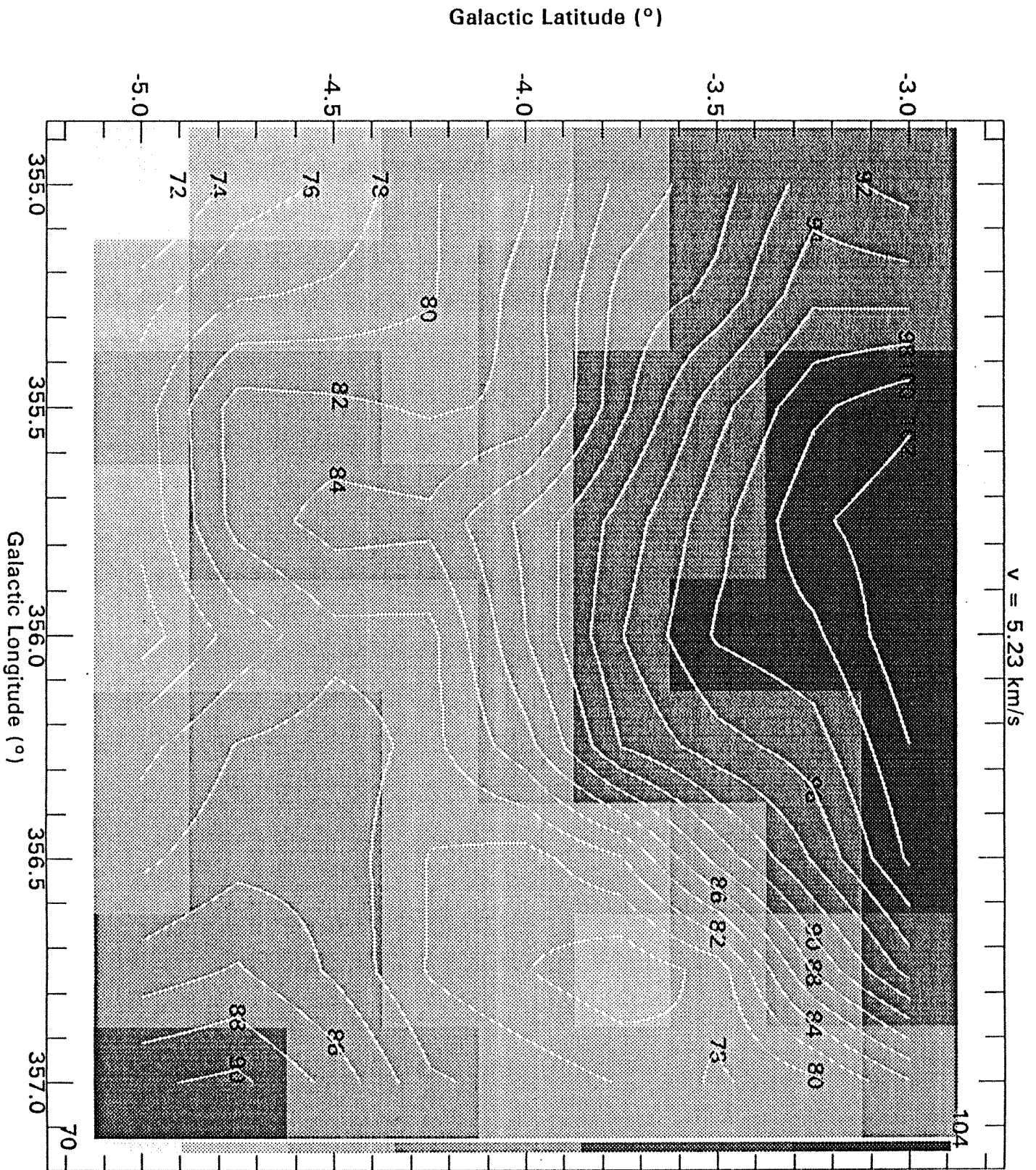


Fig. 1(a)

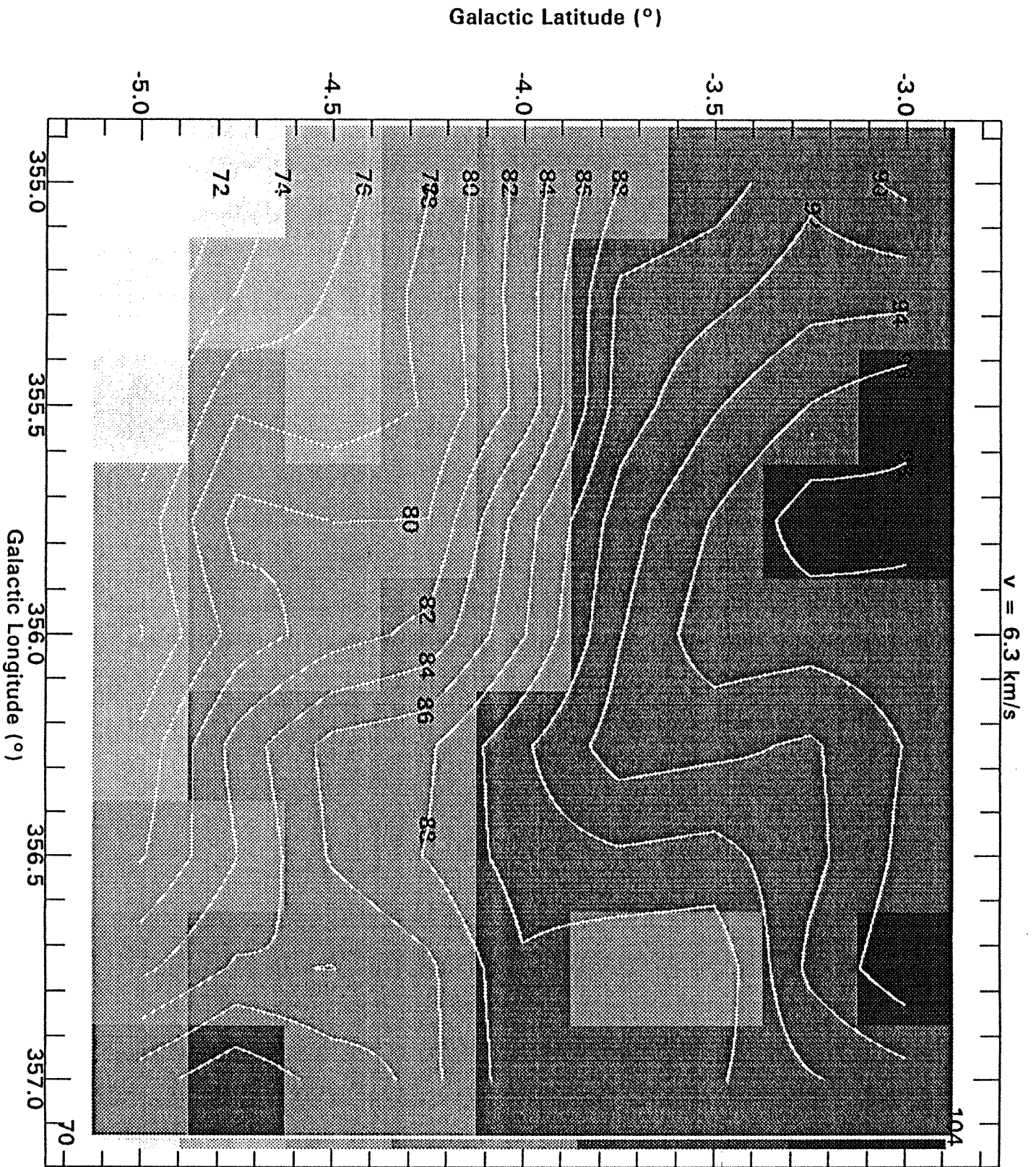


Fig. 1(b)

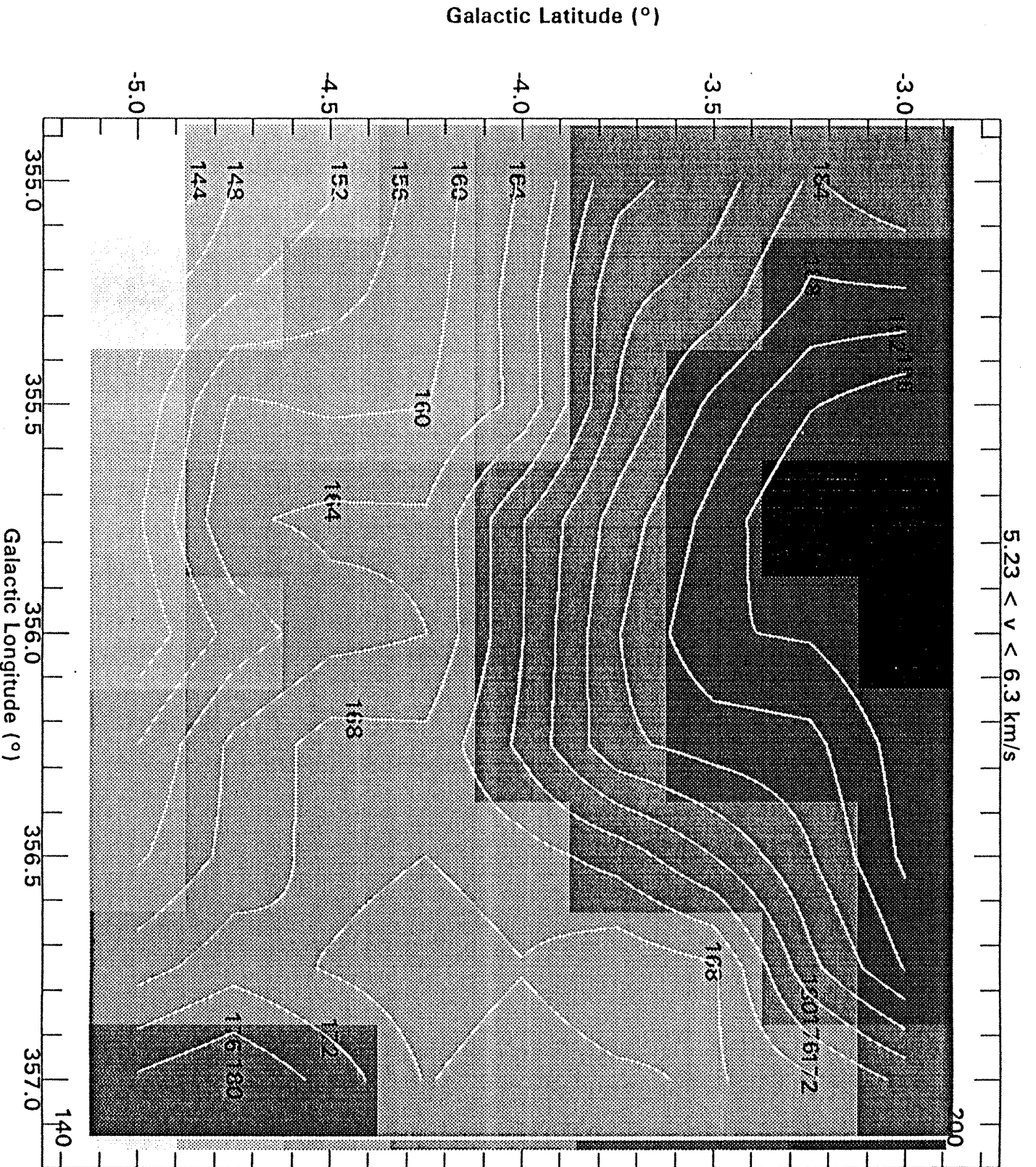


Fig. 1(c)

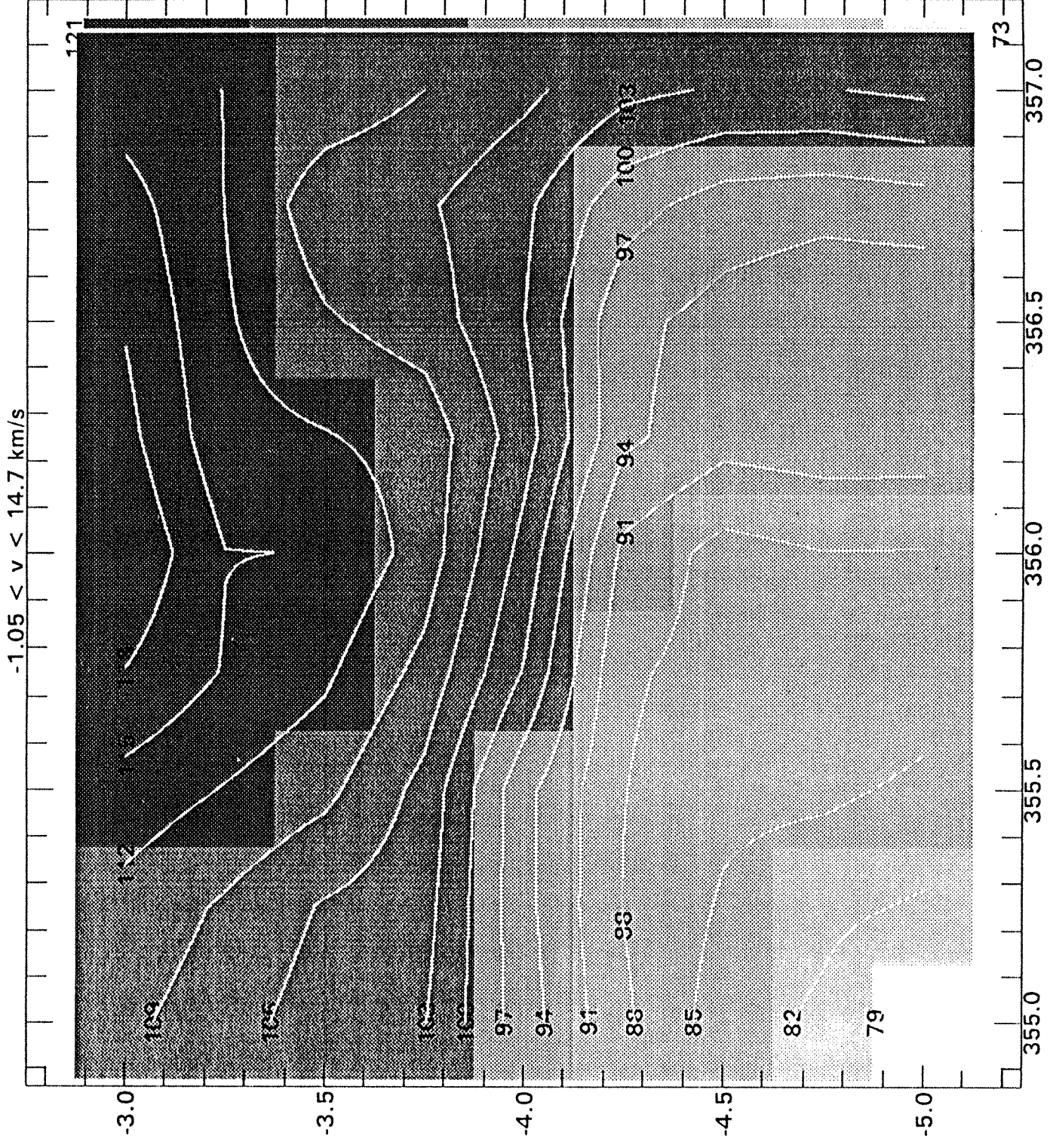


Fig. 1(d)

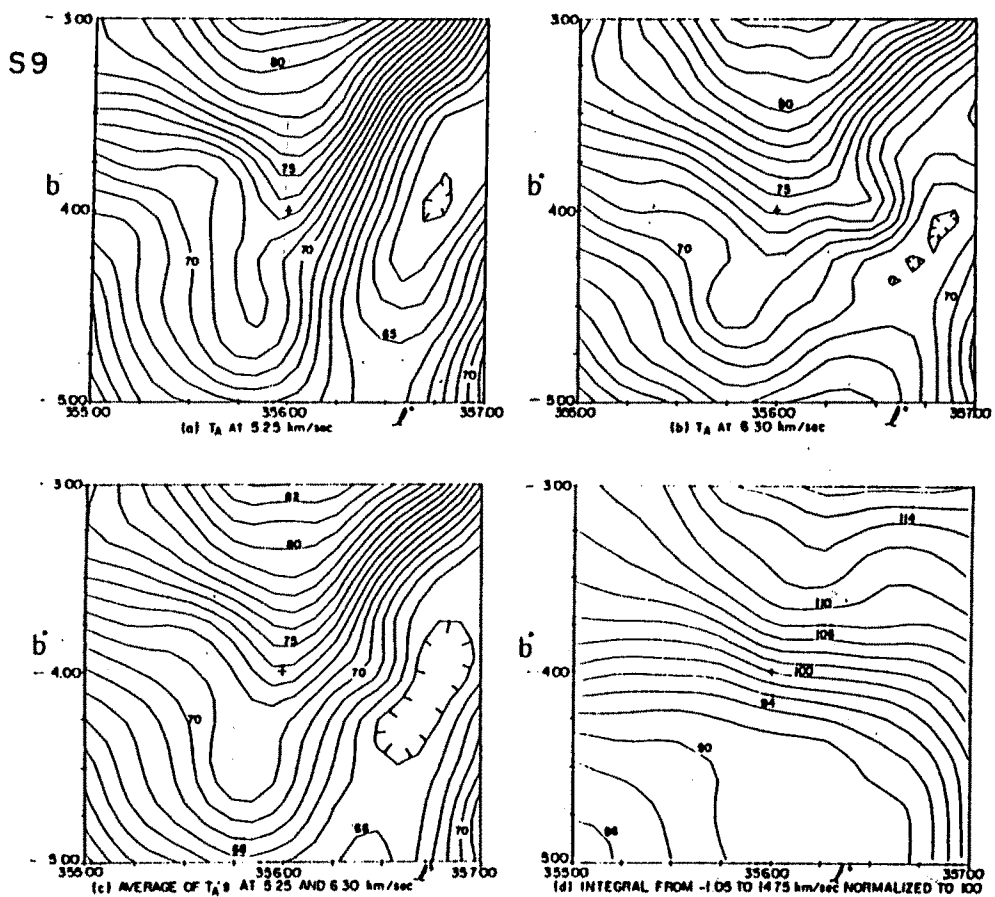


Figure 5. Contour maps centered on region S9 in galactic coordinates l and b . Maps (a) and (b) are the antenna temperatures in $^{\circ}\text{K}$ observed at the stated velocities with a 10 kHz resolution. Map (c) is the averaged antenna temperatures of (a) and (b). Map (d) is the integrated intensity normalized to 100 units at the center; the integration is taken over the indicated velocity range.

Fig. 2

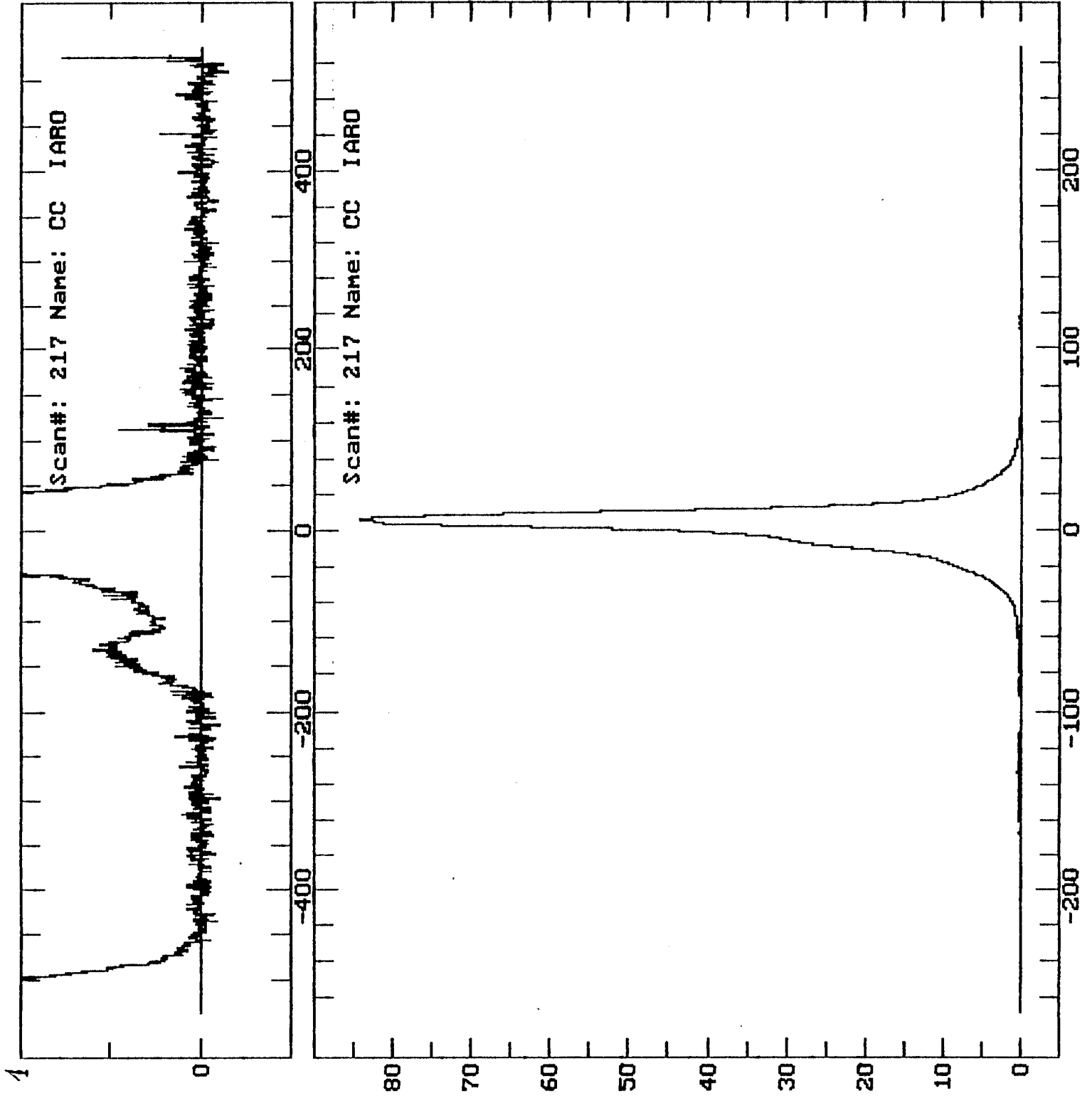


Fig. 3(a)

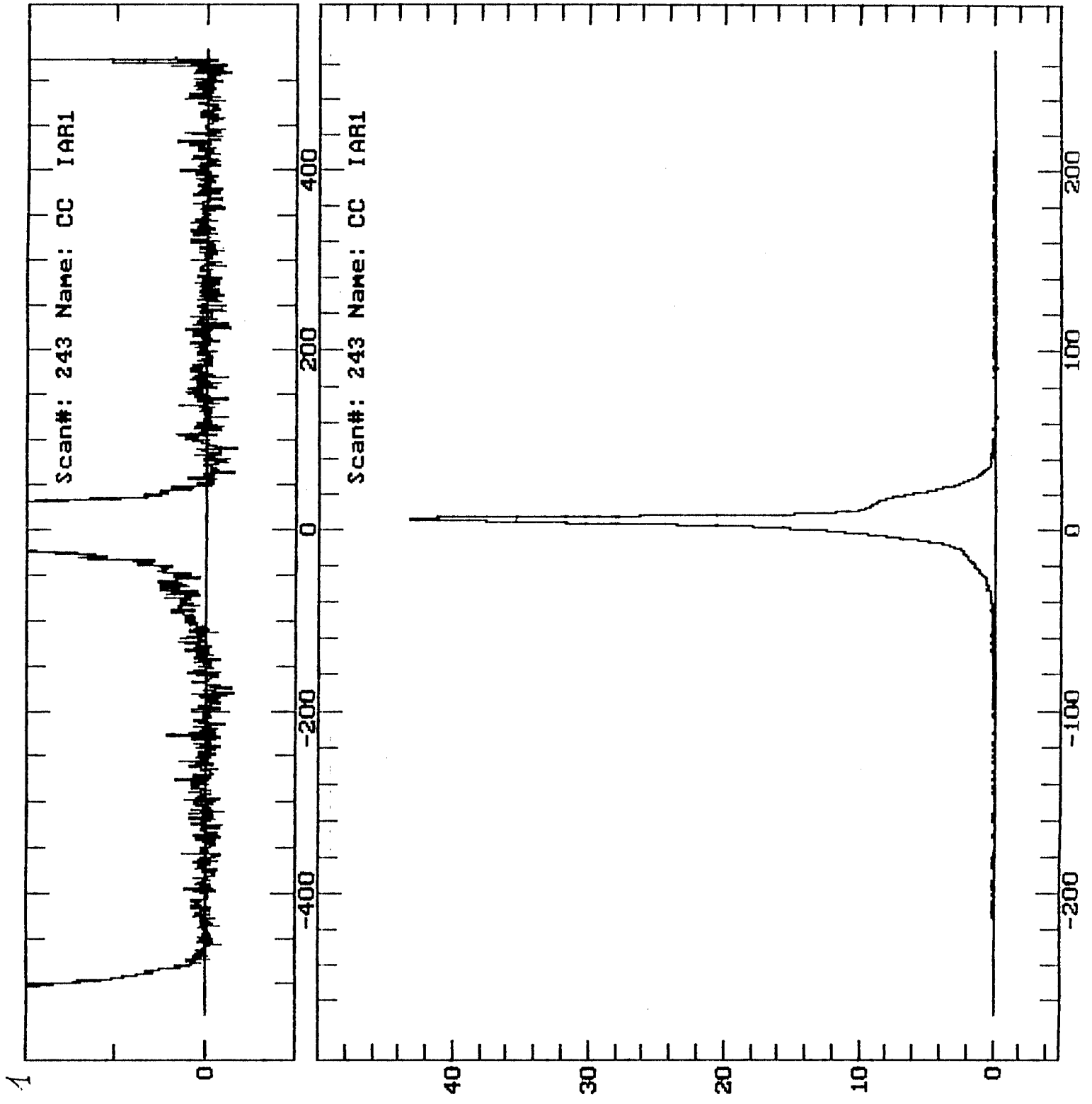


Fig. 3(b)

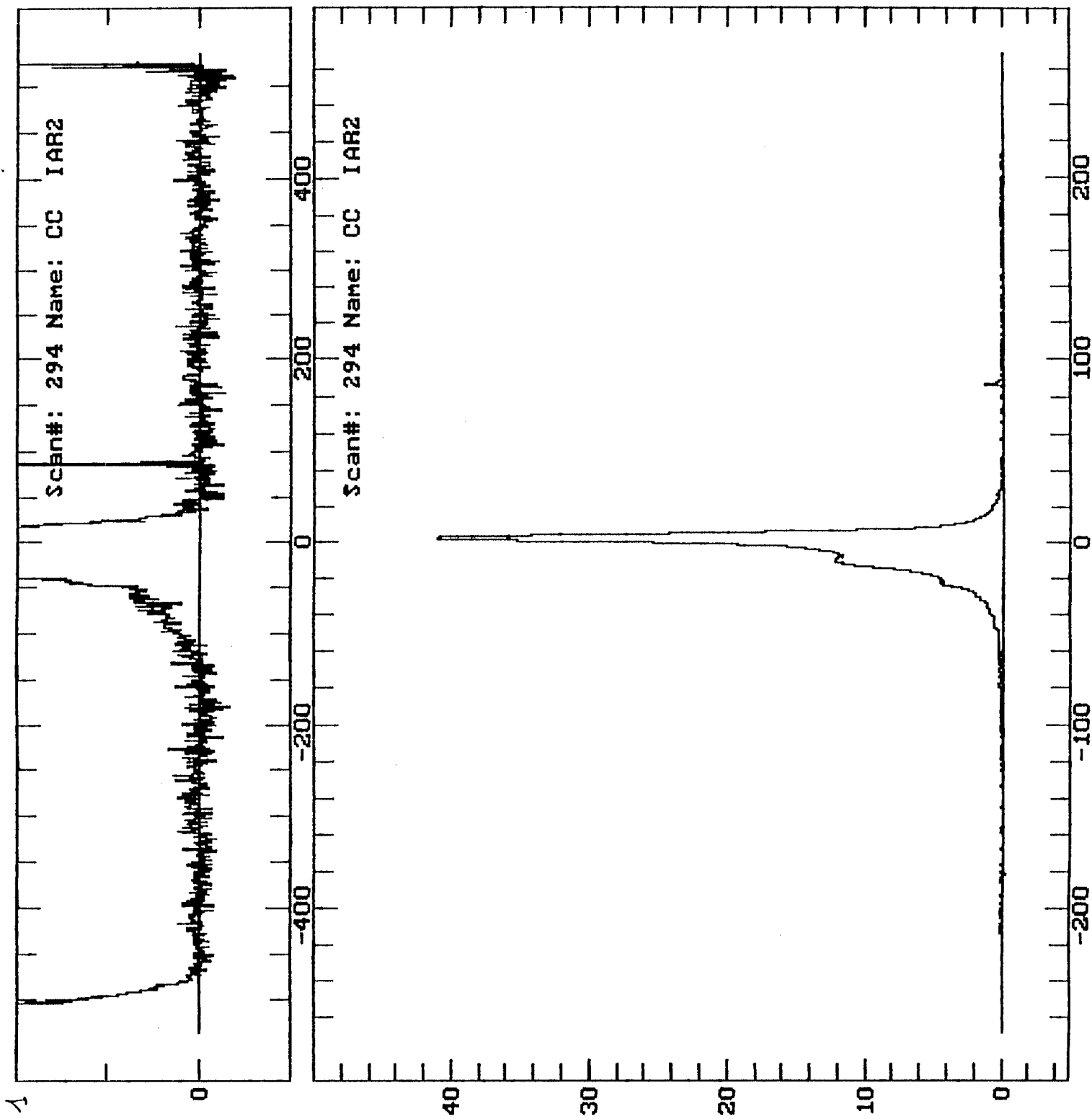


Fig. 3(c)

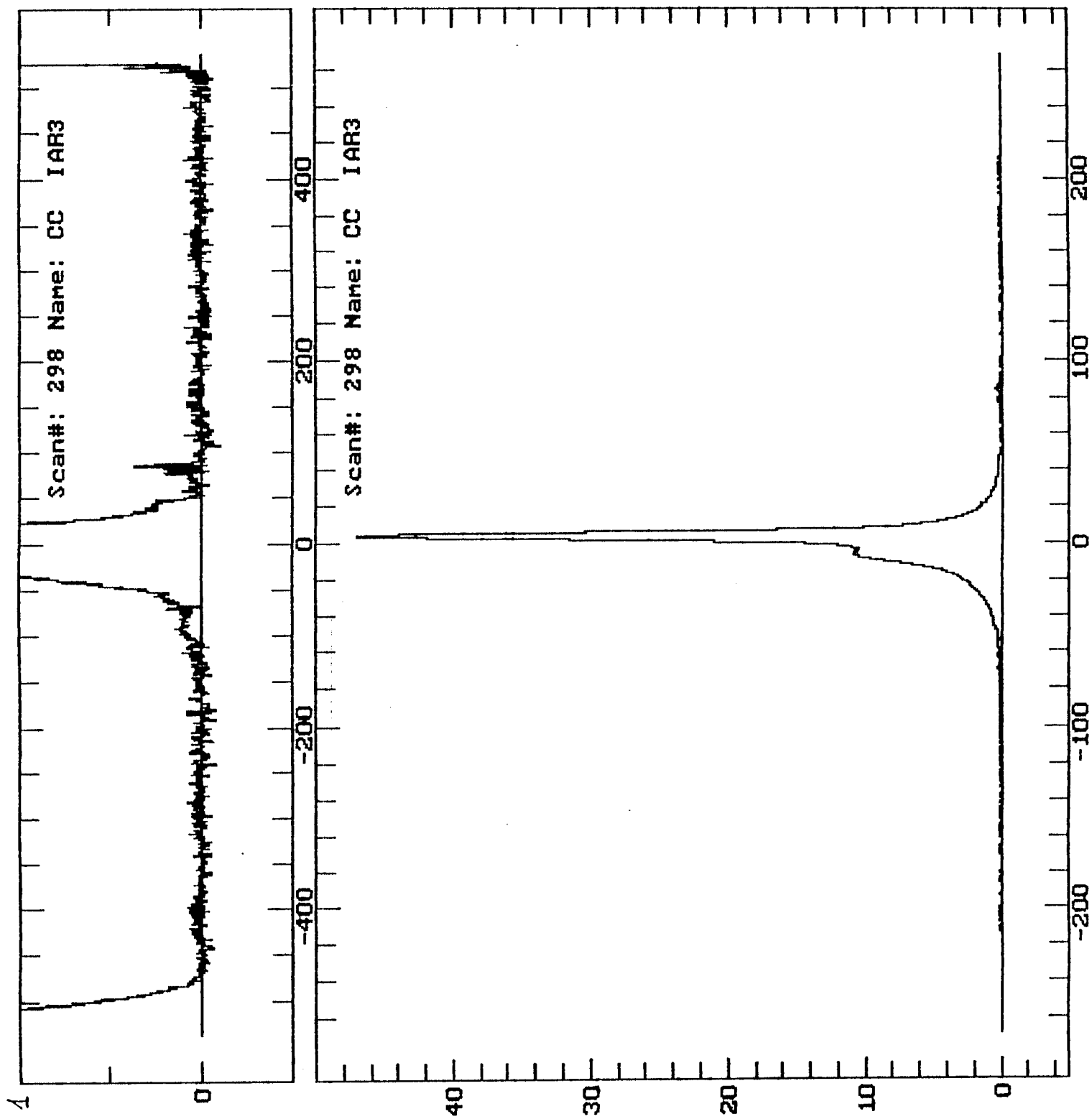


Fig. 3(d)

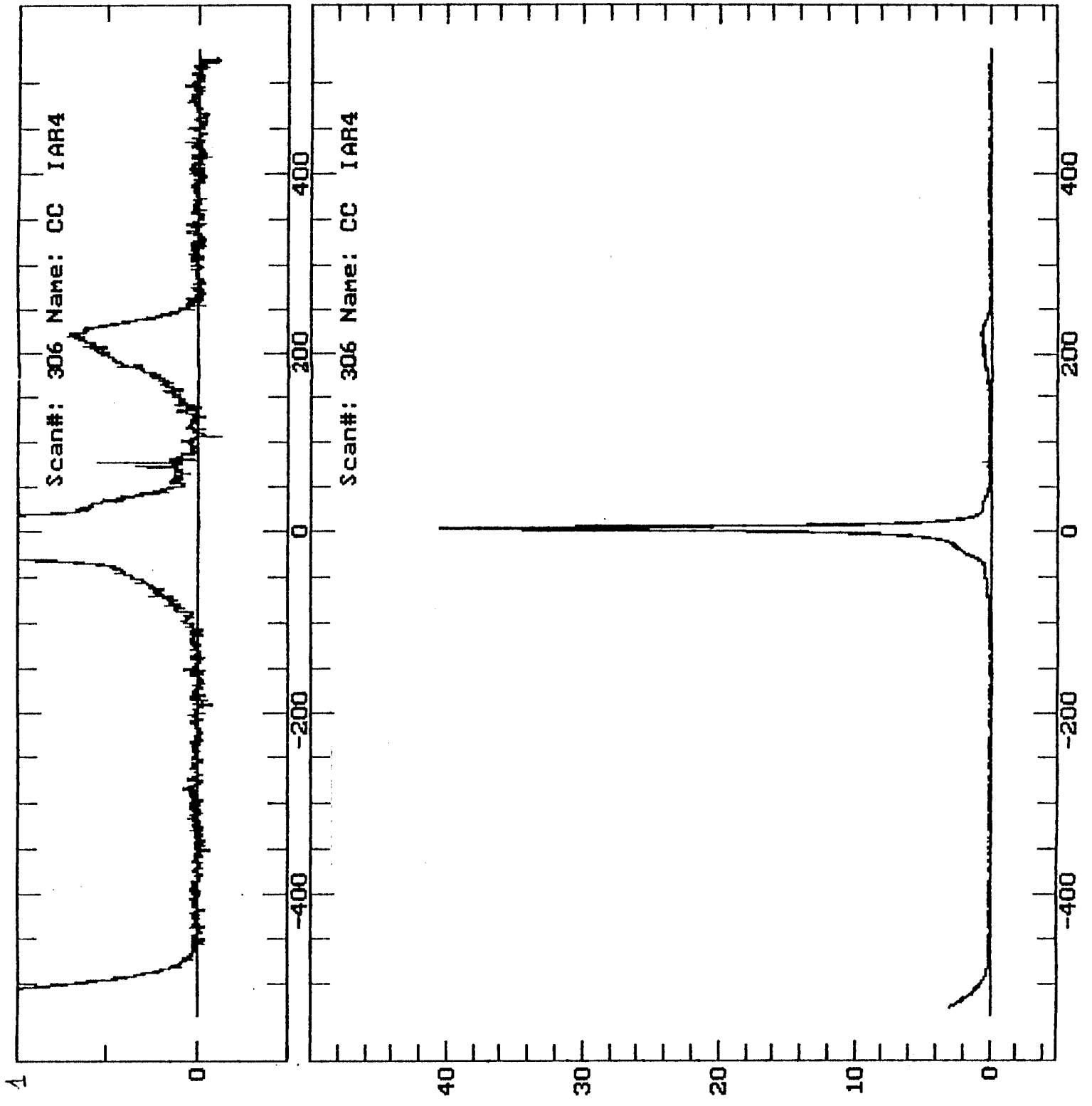


Fig. 3(e)

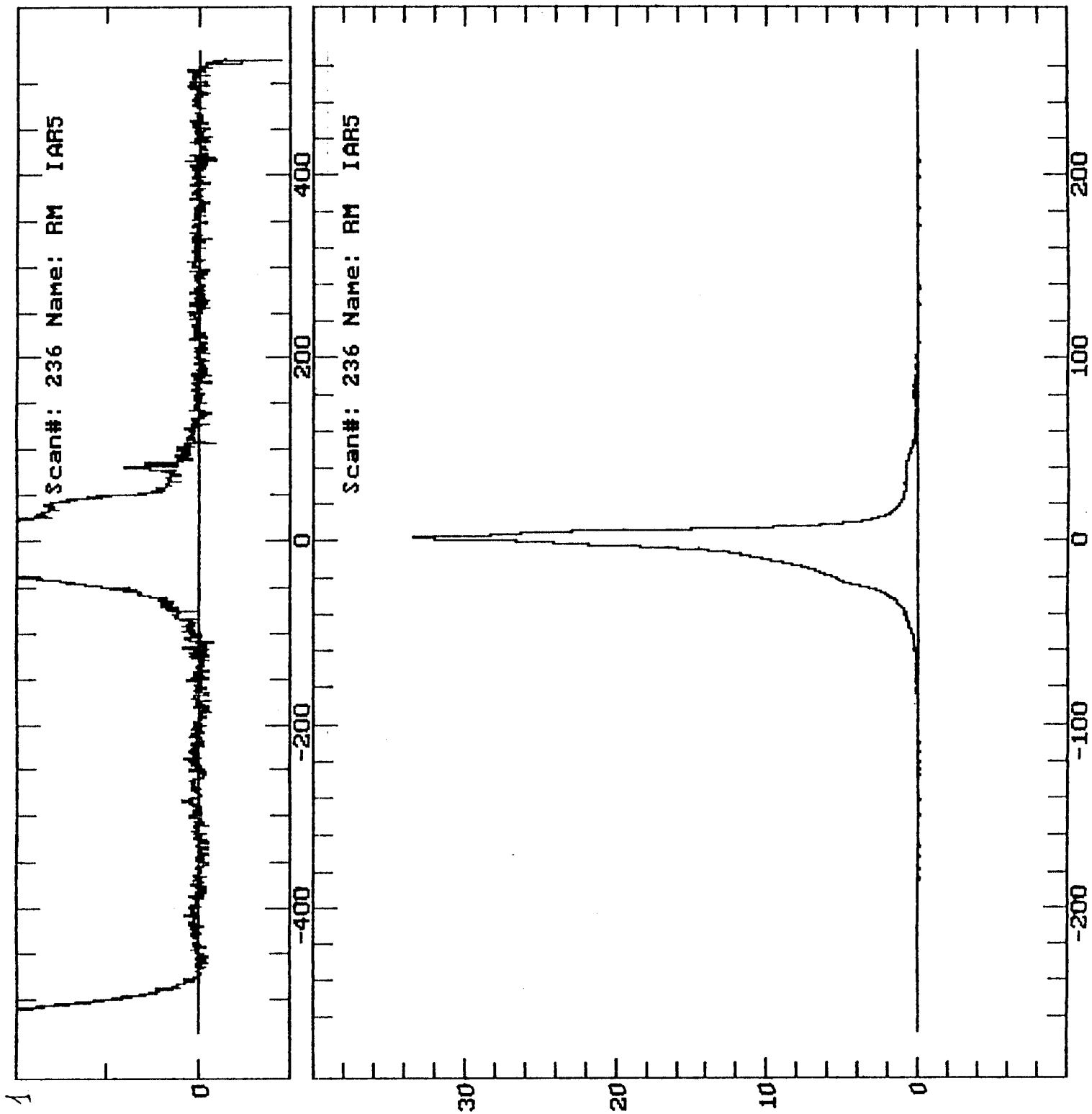


FIG. 3

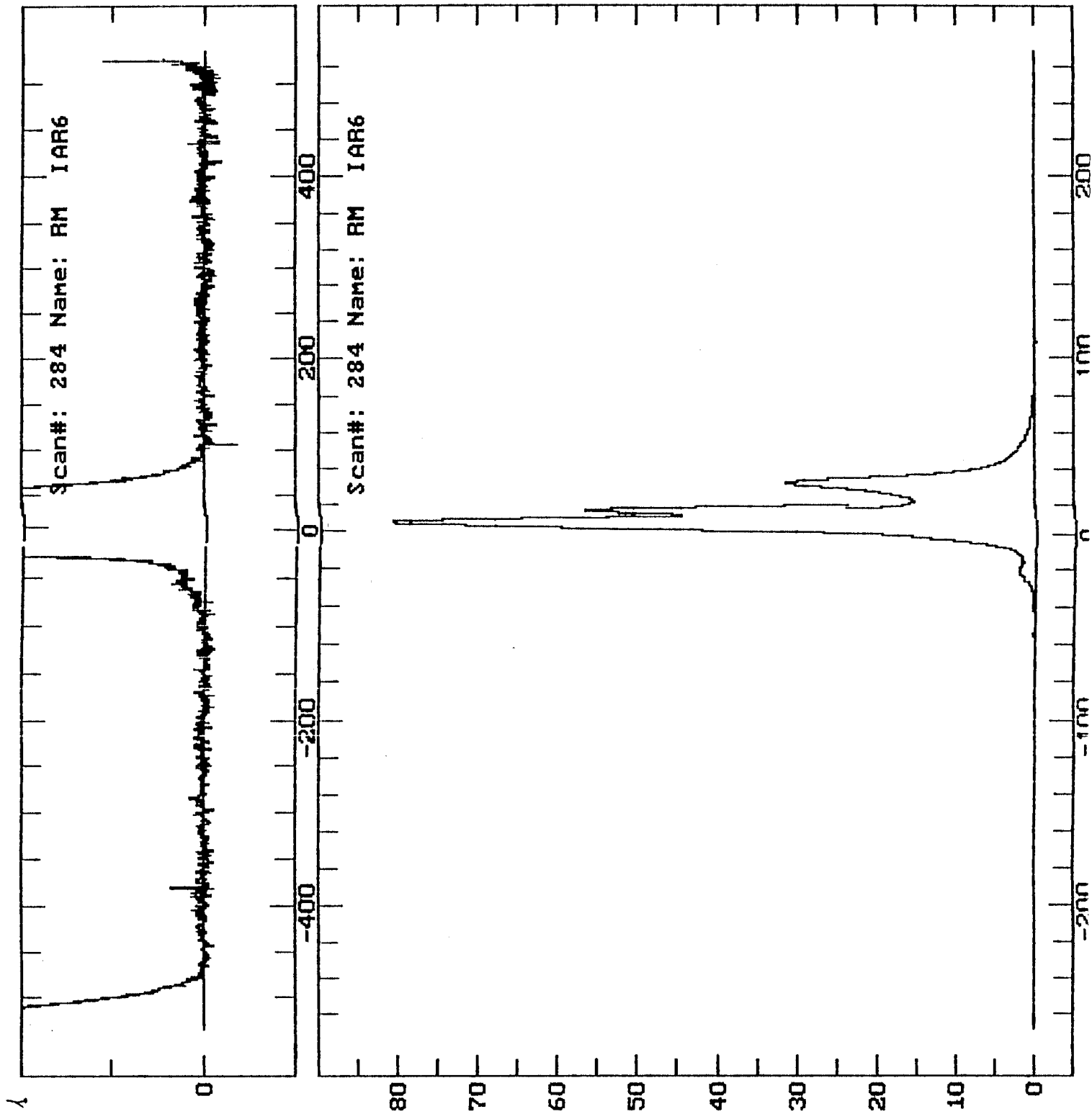


Fig. 3(g)

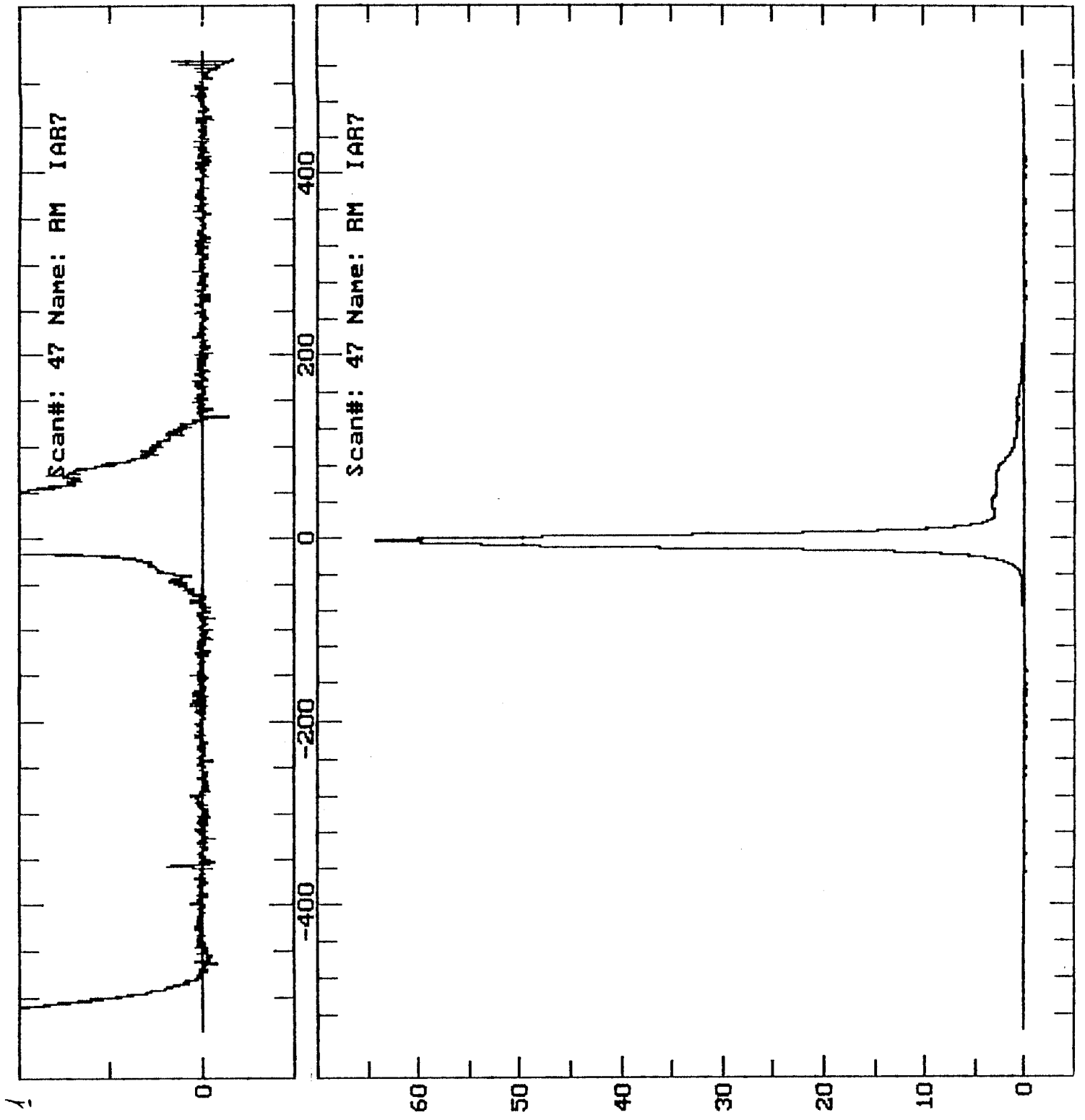


Fig. 3(h)

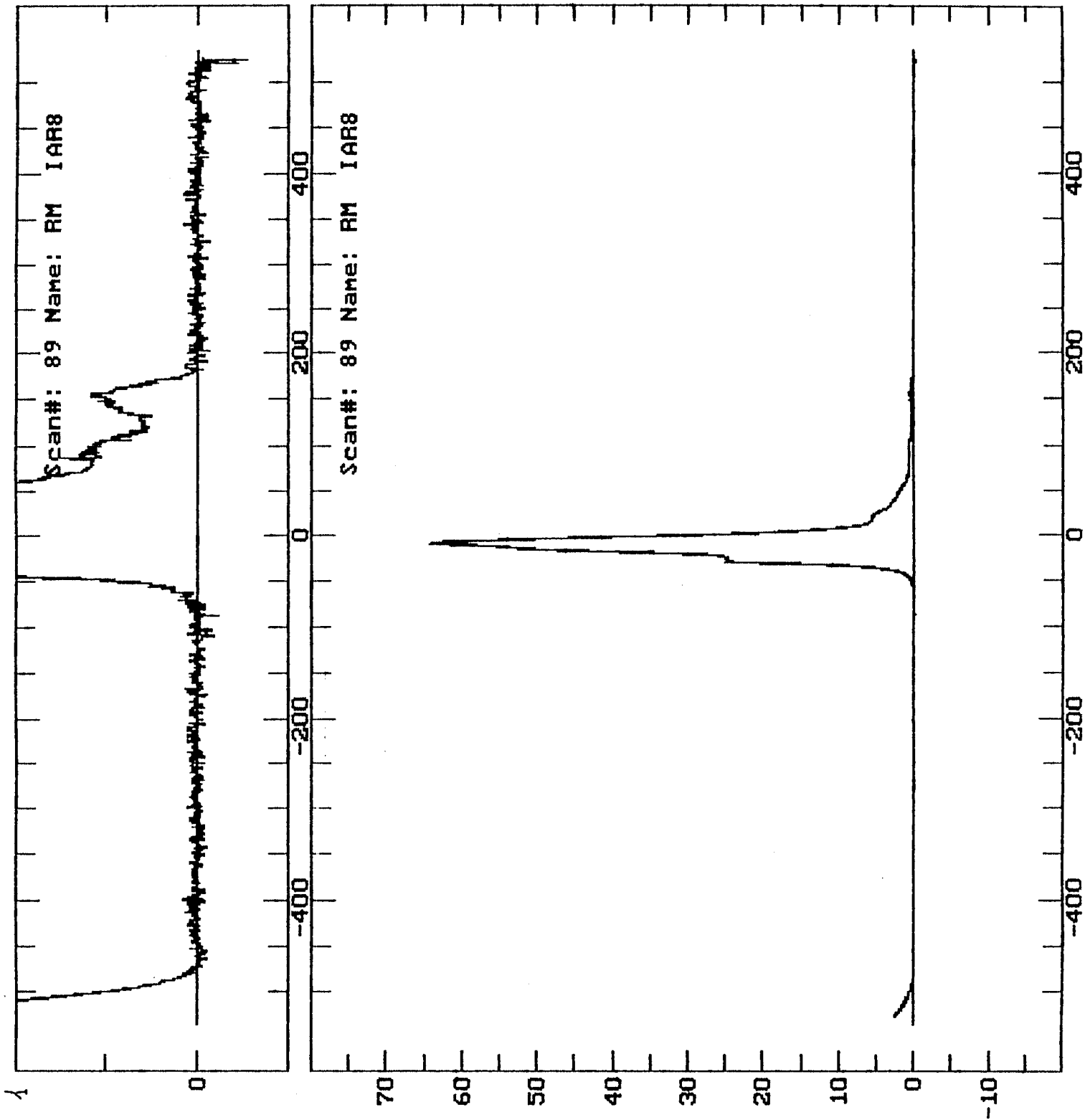


Fig. 3(i)

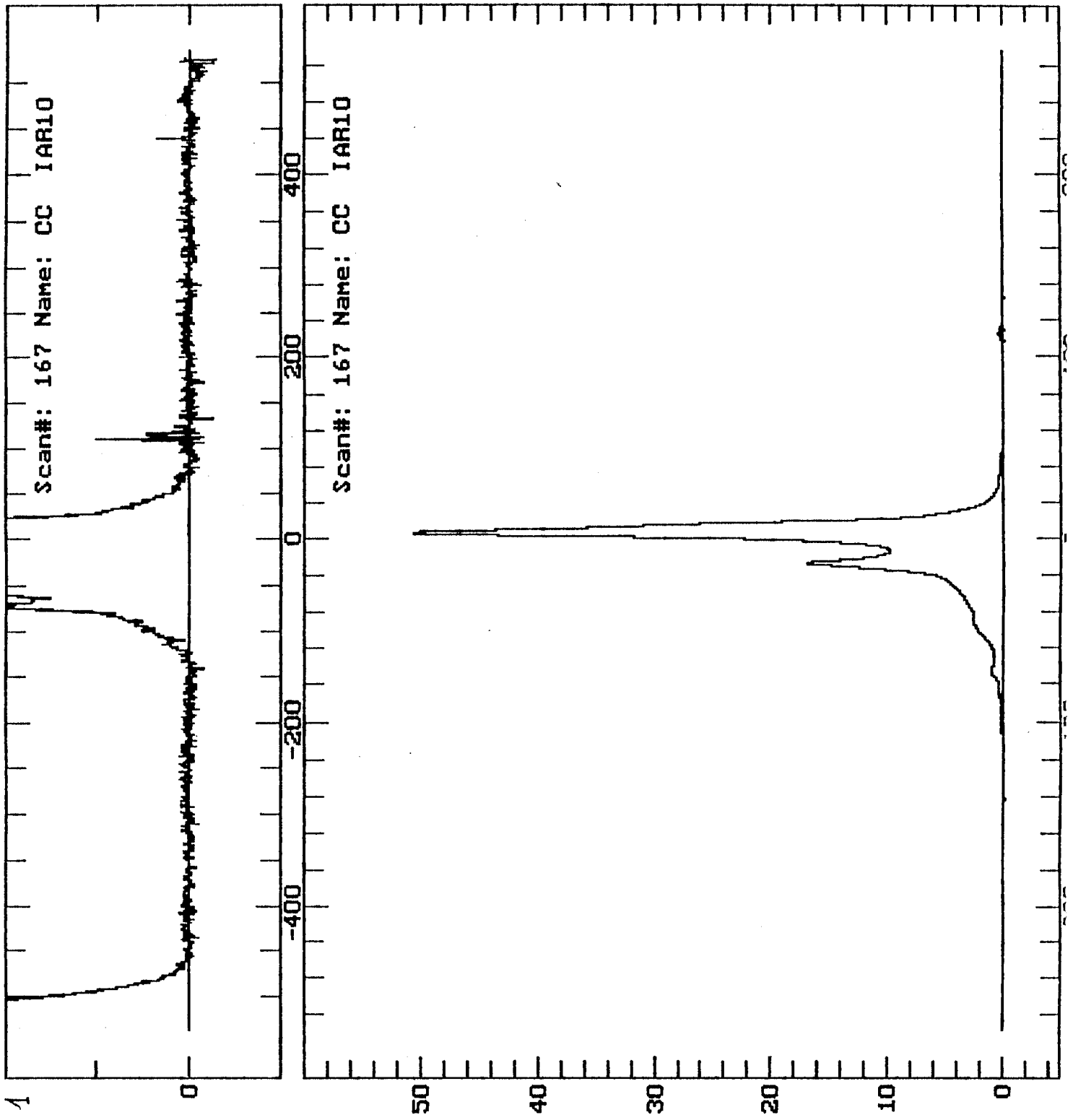


Fig. 3(k)