

RESISTIVIDAD ELECTRICA DE LAS ALEACIONES Sn-Pb.

Emilio Medrano Atencio y Leovigildo Lastra Espinoza

Laboratorio de Cristales Reales y Aleaciones Metálicas, Facultad de Ciencias Físicas,
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Apartado Postal 14-0149, Lima 14, Perú.
d220039@unmsm.edu.pe d220029@unmsm.edu.pe

ABSTRACT: Alloys of Sn-Pb have been obtained by the fusion method with concentrations of lead in tin from 0% to 100%. The electrical resistivity of the samples has been measured at room temperature. The results of these measurements are reported and are interpreted within the framework of the theory of electrical conductivity in metals.

Keywords: electrical resistivity, tin - lead alloys.

SUMILLA: Se ha obtenido aleaciones de Sn-Pb por el método de fusión, con concentraciones de plomo en el estaño desde 0 % hasta 100 %. Se ha medido la resistividad eléctrica de las muestras a temperatura ambiente. Se reporta los resultados de estas mediciones y se interpretan en el marco de la teoría de conductividad eléctrica en los metales.

Palabras Claves: resistividad eléctrica, aleaciones estaño - plomo.

1. INTRODUCCIÓN

Este artículo representa el primer trabajo de investigación experimental en el área de la Física de los Metales realizado en el Laboratorio de Cristales Reales y Aleaciones Metálicas de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el año 1993. La importancia del estudio de las aleaciones de Sn-Pb está vinculada con el uso que se da a este tipo de materiales en la industria de fabricación de cojinetes antifriccionantes, de blindajes antiabrasivos, de elementos para soldadura y también de fusibles eléctricos^{1,2}.

El diagrama de estado de estas aleaciones corresponde al tipo de soluciones sólidas con solubilidad limitada³. La solubilidad máxima del plomo en el estaño es de 2.5% y la solubilidad máxima del estaño en el plomo es de 19%, con relación al peso. Las aleaciones hipoeutécticas están por debajo del 38.1% en relación al peso del plomo, mientras que las aleaciones hipereutécticas están por encima de ese valor. De todas las aleaciones, aquella que tiene el menor punto de fusión es la eutéctica, cuya composición corresponde a la concentración de 38.1% por peso del plomo y de 61.9% del estaño.

El problema de la resistividad eléctrica en las aleaciones metálicas binarias fue un tema de atracción científica en la década del 50, tal como se puede observar en los diferentes artículos^{4, 5}. Sin embargo, estos estudios no han perdido vigencia para la comprensión de los fenómenos de conductividad

eléctrica y conductividad térmica, ya que éstos tienen una relación sustancial con la presencia de impurezas en los metales. Las investigaciones de estos últimos años están relacionadas con la búsqueda y elaboración de nuevos materiales, los cuales deben satisfacer las exigencias de la industria moderna. Este hecho motivó a los autores del presente artículo a realizar investigaciones en esta dirección a pesar de las limitaciones en los equipos disponibles en nuestro Laboratorio.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las aleaciones de Sn-Pb se obtuvieron en el Laboratorio de Cristales Reales y Aleaciones Metálicas de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Los metales usados en la preparación de las muestras han sido de pureza técnica ya que estos materiales fueron adquiridos de las empresas dedicadas a la venta de insumos para la industria. Las muestras, hechas en el Laboratorio, tienen las siguientes dimensiones: 3 mm x 3 mm x 52 mm. Para su obtención se utilizaron crisoles de material refractario. Estos crisoles con los metales se colocaron en un horno tubular vertical, construido en el Laboratorio. La potencia máxima del horno fue de 500 W. Las muestras, obtenidas por este procedimiento, se observaron luego en el microscopio metalográfico con la finalidad de determinar la calidad de las aleaciones elaboradas y comparar las estructuras con las predicciones del diagrama de estado.

Las mediciones de la resistividad eléctrica en el grupo de las 12 aleaciones de Sn-Pb se realizaron a la temperatura ambiente y se usó el método de las cuatro puntas desarrollado en el Laboratorio de acuerdo a un estándar internacional⁶

3. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados obtenidos en la medición de la resistividad eléctrica se muestran en la figura 1 como una dependencia de la resistividad relativa versus concentración en peso del plomo para la serie de 12 muestras. Estos resultados se han normalizado con relación a la resistividad del estaño.

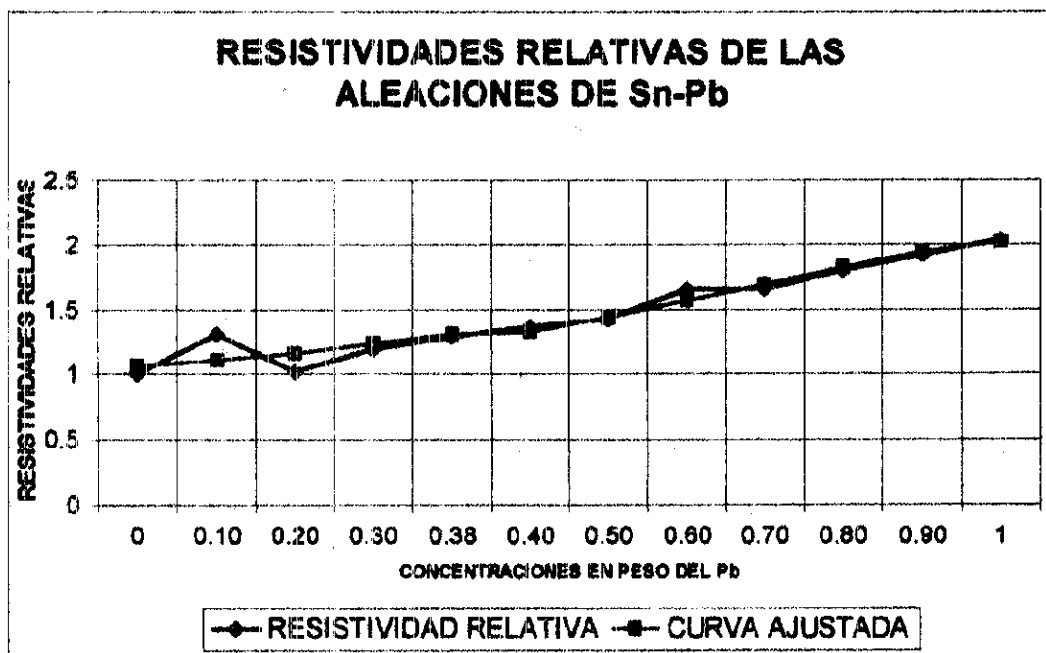


Figura 1. Resistividad eléctrica de las muestras en función de la concentración de Pb por peso.

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la figura 1 se observa que la resistividad de las aleaciones aumenta a medida que se incrementa la concentración del plomo siguiendo una ley polinómica de grado 4. Los cálculos también muestran que la resistividad de las aleaciones, hasta con un 2,5% de plomo, satisface muy bien la regla de Matthiessen⁷, en tanto que las aleaciones con mayor porcentaje de plomo no cumplen con esta regla.

5. CONCLUSION

La discusión precedente nos permite concluir que el mecanismo fundamental del aumento de la resistividad y la disminución de la conductividad eléctrica, se debe al fenómeno de la dispersión de los electrones de conductividad por las impurezas de plomo, cuando los átomos de este elemento se ubican en la red cristalina

del estaño, distorsionando la periodicidad del potencial periódico de los átomos del estaño.

6. REFERENCIAS

1. A. P. Gullaeu. Metalografía. Tomo 2. Mir, Moscú (1975).
2. A. M. Olmedo. El estaño y sus aplicaciones, 122/1:1-3 (1979).
3. P. M. Hansen. "Constitution of binary alloys". Mc. Graw Hill Book Co., p.1107 (1953).
4. A. L. Shindler, R.J. Smith y E.L. Salkovitz. J. Phys. Chem. Solids, Pergamon Press, 1:39-41(1956).
5. Rolf Lanandaver. J. Appl. Phys. 23/7:779-784 (1952).
6. ASTM Standards, 43 (1978).
7. N. W. Ashcroft y N. D. Mermin. "Solid State Physics". Holt, Reinhart and Winston, N.Y. (1976).