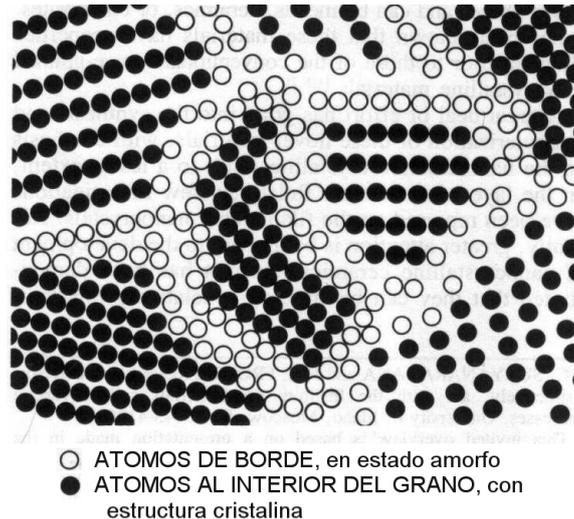


# Comportamiento de Materiales Nanocristalinos

## Características

Los materiales nanocristalinos son policristales de tamaño de grano muy pequeño (menor que 1000nm). Su estructura puede considerarse como granos nanocristalinos inmersos en una matriz desordenada de átomos de borde. Para un material policristalino común, los átomos de borde representan menos del 1% del volumen, en cambio en un nanocrystal, este porcentaje puede ser tan importante como el 50%, para granos de 5nm.



## Método de Deformación

Se ha observado a través de microscopía electrónica que los materiales nanocristalinos prácticamente no tienen dislocaciones. Por lo tanto, la deformación plástica en estos materiales ocurre por un método diferente, Shear Banding. Éste consiste en el deslizamiento de los granos unos sobre otros, manteniéndose éstos aproximadamente inalterados.

## Propiedades Mecánicas

- **Elevado límite de fluencia;** se debe a que el esfuerzo necesario para producir Shear Banding en un nanocrystal, es mucho mayor que el esfuerzo para mover dislocaciones en un policristal de grano grueso.
- **Elevada difusión atómica;** es posible gracias a que la “matriz” continua de átomos de borde desordenados permite la fácil migración de átomos a través de ella.
- **Baja densidad;** el gran porcentaje de átomos de borde implica una distancia interatómica promedio mayor, luego la densidad es menor que la que tendría un material de grano grueso.
- **Reducción del Módulo de Young;** éste depende inversamente de la distancia interatómica. Por lo tanto, el módulo de Young de un material nanocristalino es menor que el de un policristal común, debido a su menor densidad (mayor distancia interatómica promedio).
- **Mejora de la ductilidad en cerámicas;** la gran densidad de bordes de grano presenta obstáculos a la propagación de fracturas, la principal razón de la fragilidad de las cerámicas.

## Ejemplo Experimental

El siguiente gráfico muestra los resultados de dos ensayos de tracción, para cobre policristalino y nanocristalino. En él, se pueden observar claramente las principales propiedades discutidas:

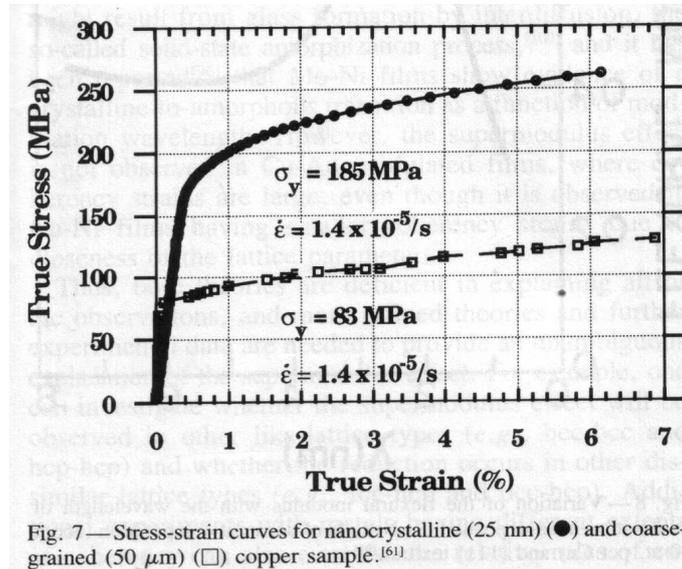


Fig. 7— Stress-strain curves for nanocrystalline (25 nm) (●) and coarse-grained (50  $\mu\text{m}$ ) (□) copper sample.<sup>[61]</sup>

Nótese que:

- el **esfuerzo de fluencia** es mucho mayor en el nanocristal.
- la **ductilidad** sigue siendo muy alta en el nanocristal (área bajo la curva), a pesar de tener mayor dureza.
- el **módulo de Young** es menor en el nanocristal (pendiente de la parte elástica)