

研究簡報

無序到有序恆溫轉變的弛豫時間*

施士元 張國煥

(南京大學)

ON THE RELAXATION TIME OF ISOTHERMAL ORDERING PROCESS IN AuCu_3

SZE SHIH-YUAN and CHANG KOU-HWAN

(Nanking University)

在研究相變的問題中，無序到有序轉變過程的研究有它特殊的意義，因為在這種轉變過程中，固溶體的成分不改變，濃度不改變，有時甚至點陣類型也不改變。所改變的祇在於原子在點陣坐位上的分佈。

在無序有序轉變的居里點以下，長程有序程度決定於溫度條件。當在居里點以下一個給定的溫度保溫時，有序程度逐漸增加，最後趨於一個限值，那個限值隨保溫的溫度而定。恆溫轉變的快慢可以用轉變的弛豫時間來表示。轉變快則弛豫時間短，轉變慢則弛豫時間長。

弛豫時間的長短和恆溫轉變的溫度之間的關係，是值得研究的問題，因為從此可以幫助我們瞭解轉變動力學方面的問題。

要量測弛豫時間，必須量測恆溫轉變過程中各霎時候的有序程度。從 X 射線衍射圖上的超點陣線的強度可以直接定出有序程度^[1]。各種具有無序有序轉變的合金中，有的弛豫時間很短，有的很長。其中 Cu_3Au 的不太長也不太短，因之我們用它作為典型的例子來研究。

所用的試樣為 99.8% 純度的金和 99.9% 的電解銅依 Cu_3Au 的成分配成的合金所拉成的直徑為 1.2 毫米的細絲。

這樣的樣品先在居里點 (386°C) 以上，在 500°C 退火三小時，以便祛除冷加工所

* 1955 年 9 月 12 日收到。

引起的內應力。而後冷到居里點以下的某一給定溫度 T ，並在該溫度保溫一定時間 t ，而後在水中淬火，以保持該溫度保溫該段時間的有序程度。其次攝取粉末照相並測定 (210) 超點陣線和 (200) 基線的強度。用的 X 射線是經鎳片濾光的 $\text{Cu K}\alpha$ 線。線的強度用光度計及自製的強度標來測定。經吸收的改正，背景的扣除等修正後定出有序程度 $S(T, t)$ 。同樣情形，定出在同一溫度下其他的保溫時間的有序程度。這樣得到一個溫度的恆溫轉變曲線。從那個曲線定出弛豫時間。在別的温度下重複以上的手續。最後定出弛豫時間和溫度的關係。

從我們的實驗和計算的結果得到如圖 1 所示的幾根恆溫轉變曲線。各曲線開始

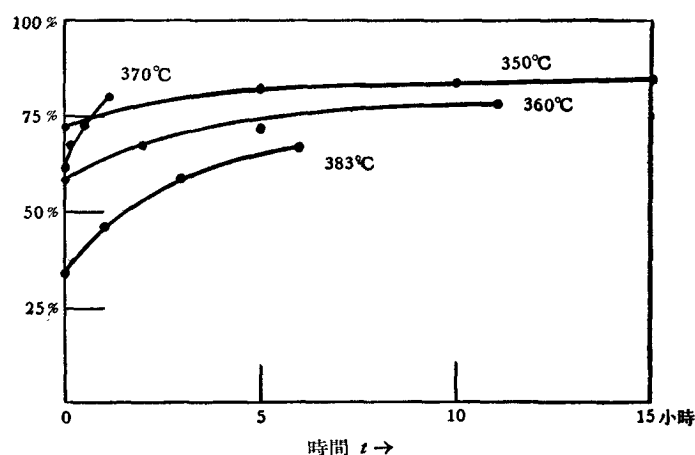


圖 1. Cu_3Au 的無序有序恆溫轉變曲線

時的有序程度有大有小，因為調節到某一給定溫度經過的過程不同。

恆溫轉變曲線都可以用下列算式來表示：

$$S(T, t) = S(T) (1 - e^{-\frac{t}{\tau}});$$

其中 $S(T)$ 是一個隨溫度 T 而定的常數，它的物理意義可以認為代表在溫度 T 下的有序程度的限值； τ 代表弛豫時間。

弛豫時間和 T 的關係如圖 2。為比較起見我們同時把塞克及意溫斯用電阻法^[2]測得的弛豫時間和徐格爾用楊氏係數^[3]法測得的弛豫時間一併列在圖 2 上。黑點子是我們的數據，圓圈是電阻法的數據，方塊是楊氏係數法的數據。電阻法的數據祇限於離居里點較遠在 370° 以下的溫度；楊氏係數法的數據祇限於離居里點很近 370° 以上的溫度；我們的數據雖不多，但是擴展到全部重要的溫度範圍內。

早先的理論，認為 τ 和 T 有指數的關係，

$$\tau = A e^{-\frac{W}{kT}}$$

電阻的實驗證明離居里點較遠的溫度近似地滿足這樣指數關係。楊氏係數實驗表示在居里點以下 370°C 以上, 隨溫度下降, τ 反而增加。把這兩個實驗結果連接起來, 在 370°C 左右弛豫時間似乎最小^[4]。但是楊氏係數法所用的樣品是單晶體, 而電阻法所用的是複晶體, 方法不一樣, 樣品也不同, 所以在 370°C 是否有最小值存在是不肯定的。

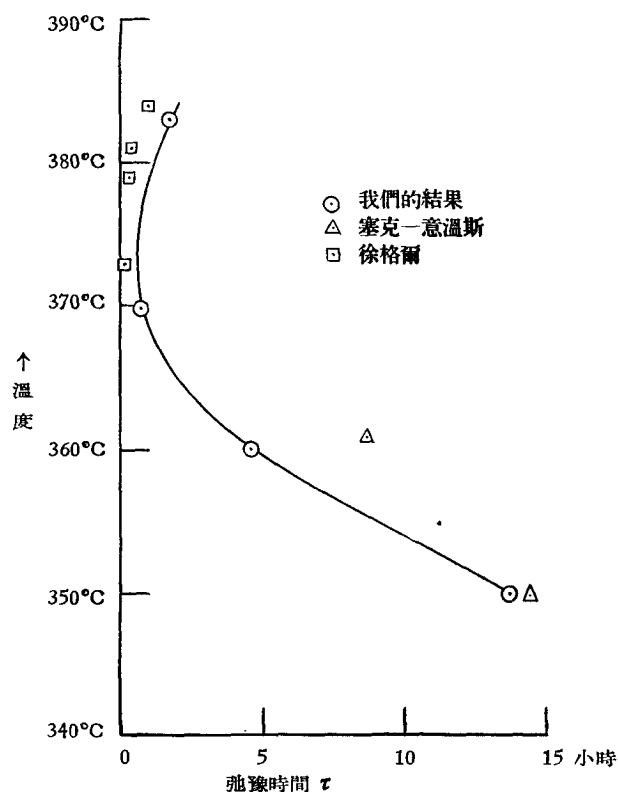


圖 2. Cu_3Au 的無序有序轉變的弛豫時間與溫度的關係

我們的實驗肯定弛豫時間在 370°C 附近確是最小。比 370°C 高, 例如 384°C , 或比 370°C 低, 例如 360°C , 弛豫時間都比 370°C 的大。也就是說, Cu_3Au 合金的恆溫無序有序轉變在 370°C 左右為最快。從居里點 386°C 起溫度下降時, 先隨溫度下降轉變加快, 過了 370°C 後, 則隨溫度的降低轉變越來越慢。

參 考 文 獻

- [1] Wilchinsky, Z. W., *J. App. Phys.* **15** (1944), 806.
Owen, E. A. and G., *Mac. Sim. Phil. Mag.* **38** (1947), 342.
- [2] Sykes, C. and Evans, H., *J. Inst. Metals.* **58** (1936), 255.
- [3] Siegel, S., *J. Chem. Phys.* **8** (1940), 860.
- [4] Smoluchowski, *Phase Transformation*, p. 380, 1951 (Wiley).