

5. 計装化押込み硬さ試験による材料特性評価理論（その3）

“Progress in determination of the area function of indenters used for nanoindentation”, K. Herrmann, N. M. Jennett, et. al., Thin Solid Films 377-378 (2000) 394-400

5.1 要約

- ・圧子面積関数の決定方法について:
- ・フレームコンプライアンスの決定方法について:

5.2 実験

①AFM による圧子面積関数の直接測定

●原理

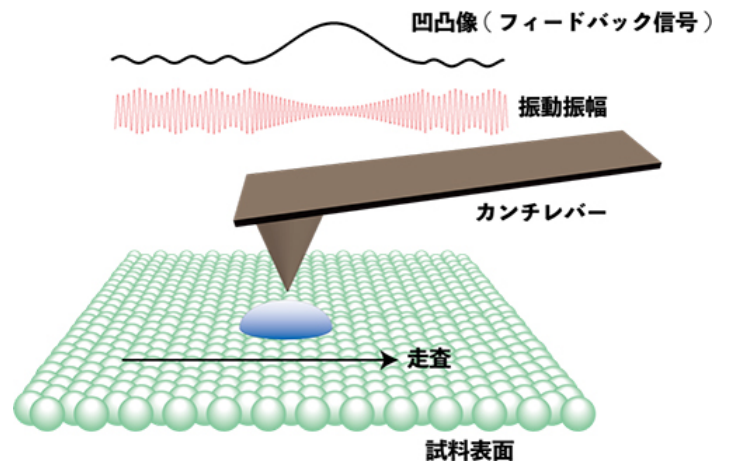
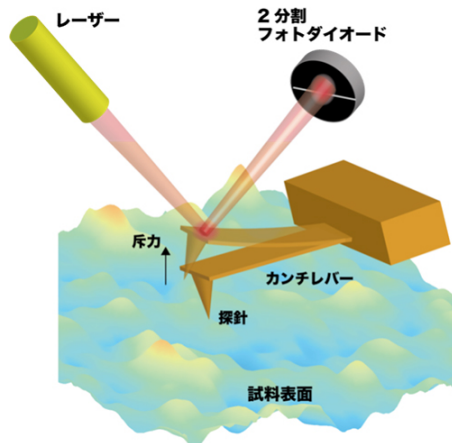


図 5.1 AFM の原理

●本研究で用いた AFM 装置

・測定範囲:

・分解能:

・

・

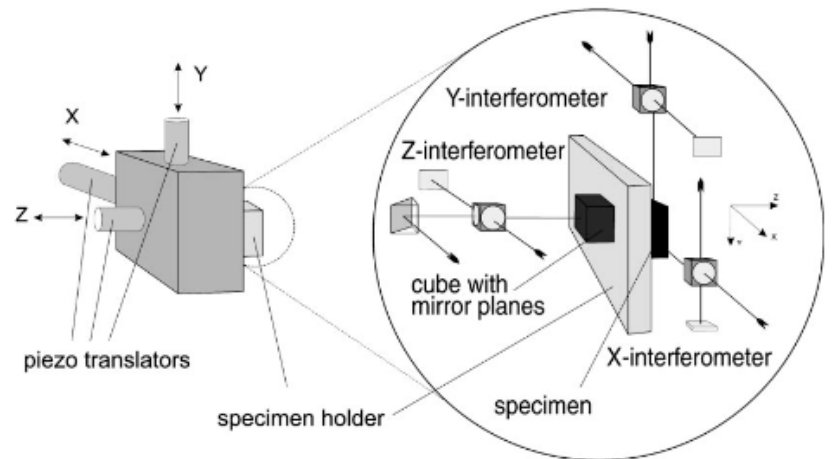


図 5.2 AFM 装置の模式図

②押込み試験

・参照材料:

・圧子:

・押込み試験サイクル:

図 5.3 押込み試験サイクル

・押込みデータ解析手法: Oliver-Pharr 手法に従う

$$P = a(h - b)^m \quad (1) \quad A_c = F(h_c) \quad (5)$$

$$S = \left(\frac{dP}{dh} \right)_{\max} = am(h_{\max} - b)^{m-1} \quad (2) \quad E_r = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{S}{\sqrt{A_c}} \quad (6)$$

$$h_i = h_{\max} - \frac{P_{\max}}{S} \quad (3) \quad \frac{1}{E_r} = \frac{1 - \nu_s^2}{E_s} + \frac{1 - \nu_i^2}{E_i} \quad (7)$$

$$h_c = h_{\max} - 0.75(h_{\max} - h_i) \quad (4)$$

5.3 圧子面積関数の決定

①AFM による面積関数の決定

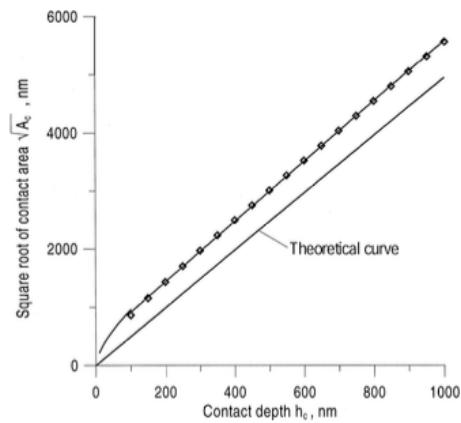


図 5.4 バーコビッチ圧子の面積関数

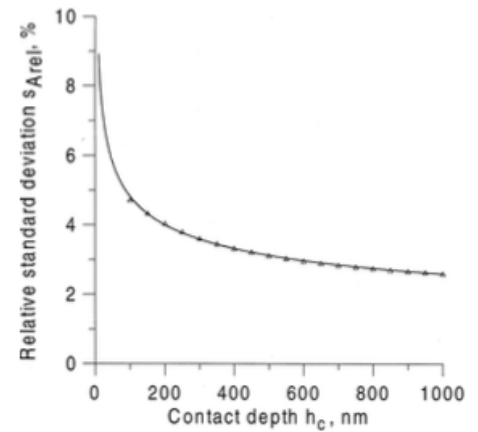
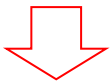


図 5.5 バーコビッチ圧子の繰り返し測定における
相対標準偏差



●球圧子における面積関数の決定

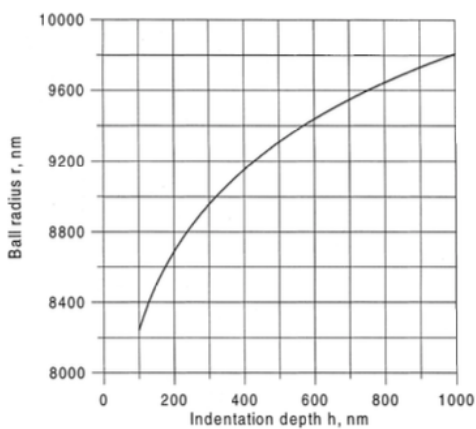


図 5.6 球圧子半径の AFM 測定

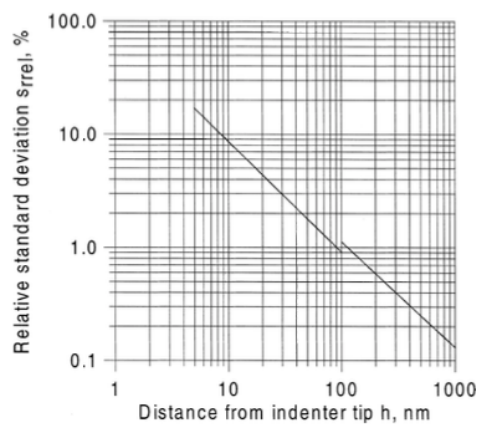


図 5.7 球圧子の繰り返し測定における
相対標準偏差

②押込み手法

●2つの手法を提案

(a)

(b)

②-1 (a)の手法の詳細および結果

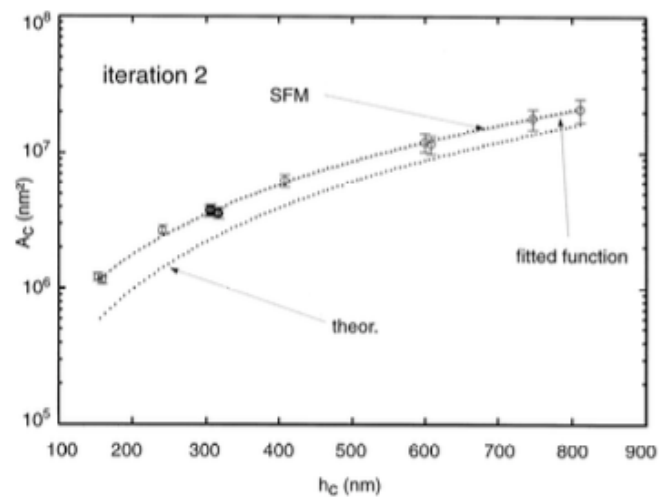


図 5.8 決定した面積関数および
理論面積関数の比較

●結果として得られたフレームコンプライアンス

②-2 (b)の手法の詳細および結果

▪

↓

▪

↓

▪

●Oliver-Pharr 手法との相違

(1)

(2)

▪

▪

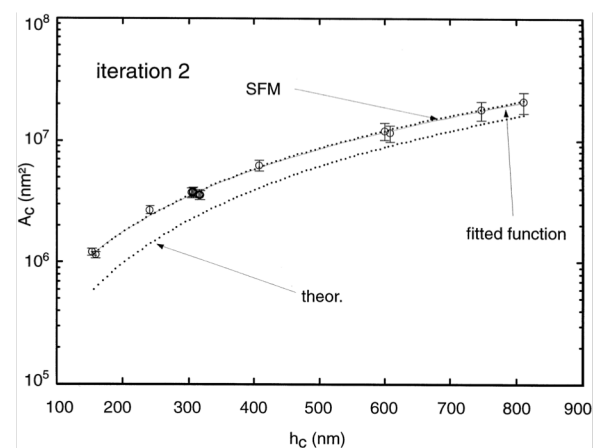


図 5.8 (再掲)