

種々の測定器による表面テクスチャの測定評価

Measurement Evaluation of Surface Texture Using Various Measuring Instrument

○橋本慧*, 小林義和**, 白井健二**

○Satoshi Hashimoto*, Yoshikazu Kobayashi**, Kenji Shirai**

*日本大学大学院, **日本大学

*Graduate School, Nihon University, **Nihon University

キーワード: 表面テクスチャ(Surface Texture), 測定原理(measurement principle)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地
日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 橋本慧,
Tel:(024)956-8824, Fax:(024)956-8863, E-mail: nrc37692@nifty.com

1. 緒言

加工技術が高精度化し、それに伴い表面テクスチャの微細化が進んできている。そして、表面テクスチャを測定・評価する顕微鏡も多種多様になっている。その例として、三次元表面構造解析顕微鏡や走査電子顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡、デジタル顕微鏡、電子顕微鏡があり、それぞれ測定原理が異なっている。それにより測定手法による特性により測定結果が異なる問題がある。

そこで本研究では三次元表面構造解析顕微鏡と測定原理の異なる走査型プローブ顕微鏡を用いて表面テクスチャの測定、評価を行い、より正確な計測方法を探すことを目的としている。

2. 使用顕微鏡

2. 1 三次元表面構造解析顕微鏡

三次元表面構造解析顕微鏡は、Fig. 1 に示す走査型白色光干渉法による動作原理である。これは、参照光と測定光の光路差が波長の整数倍になる時、位相が重なり干渉縞が生じる。この干渉縞を利用して試料を測定する。

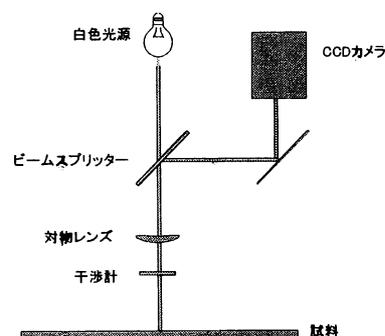


Fig. 1 走査型白色干渉法の動作原理

測定は zygo 社の NewView5032 を使用する。この顕微鏡は最大深度 150 μ m、解像度 0.1 μ m、RMS 再現性 0.4 μ m、段差測定正確性 0.75%未満である。

2.2 走査型プローブ顕微鏡

走査型プローブ顕微鏡は、プローブを操作することで像を得る顕微鏡の総称である。Fig. 2 に動作原理の光てこ方式を示す¹⁾。これは、探針と試料の間に作用する物理的現象をカンチレバーのたわみから検出する方法で、レーザー光をカンチレバーの先端に反射させ、4分割光センサにあてることで、像を得る方法である。

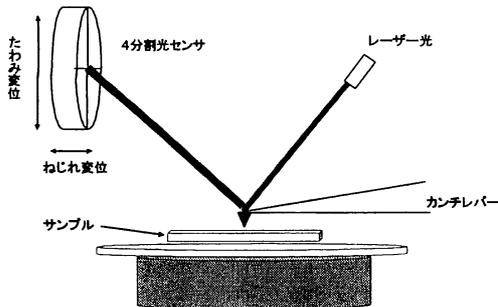


Fig. 2 光てこ法式の動作原理

測定は SII 社の SPA-300HV を使用する。この顕微鏡は分解能面内 0.3nm、垂直 0.1nm、走査範囲 25 μ m \times 25 μ m、最大測定試料サイズ 25mm \times 25mm \times 5mm である。

今回は DFM を使用して測定を行う。DFM はカンチレバーを共振させ、試料表面との引力や斥力を検出して、表面形状を測定することができるため、凹凸の大きいものに対応できる。カンチレバーの針として $f=404\text{kHz}$ 、 $C=62\text{N/m}$ の SI-DF40 を使用した。

3. テクスチャ測定

測定試料片は VLSI 社のレファレンスサンプルを使用する。これは公称で段差 100nm、

ピッチ角 5 μ m、表面処理に Pt コートが施されている。Fig. 3 に測定試料を示す。三次元表面構造解析顕微鏡および走査型プローブ顕微鏡で同一領域の測定が望ましいが、Fig. 3 に見られるように格子構造をしていることから測定領域内に複数の格子が収まれば、同一位置でなくともよいとする。

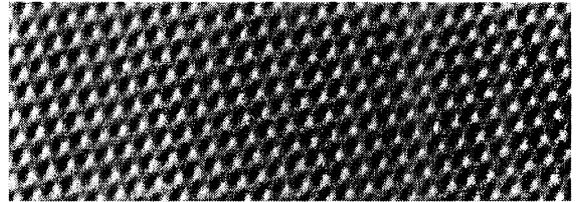


Fig. 3 測定試料

Fig. 4 に三次元表面構造解析顕微鏡と走査型プローブ顕微鏡による測定結果を示す。両測定結果とも試料の段差は公称値の 100nm に近い。

Fig. 4 テクスチャ測定結果

	測定計器	NewView 5032	SPA-300HV
溝深さ	1回目	101nm	101.43nm
	2回目	101nm	100.94nm
	3回目	100nm	100.14nm
	4回目	101nm	100.92nm
	5回目	102nm	101.85nm
	平均	101nm	101.06nm
	誤差	0.99%	1.01%

Fig. 5 に三次元表面構造解析顕微鏡によって測定したものを示す。規則的な格子面が確認できるが、Fig. 6 の凹部断面図では凹部の端が直角になっておらずなだらかな丸みを帯びている。その原因として測定光が凹部の隅まで行き届かなかったことが原因として考えられる。

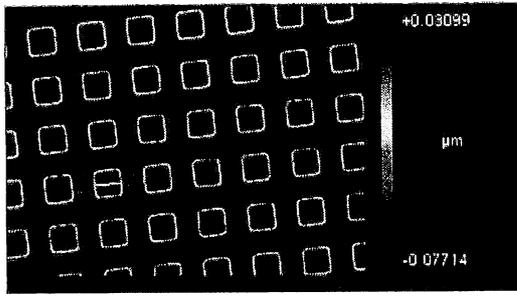


Fig. 5 三次元表面構造解析顕微鏡測定結果(全体)

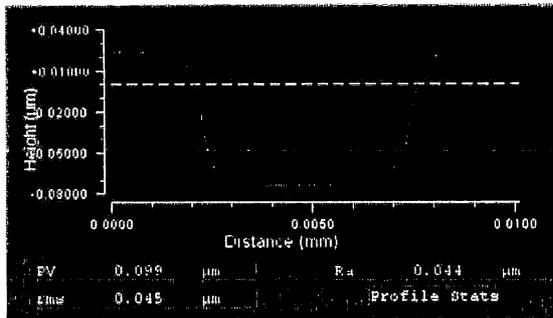


Fig. 6 三次元表面構造解析顕微鏡測定結果(断面図)

Fig. 7に走査型プローブ顕微鏡によって測定したものを示す。また図7には1次傾き補正を施してある。こちらも規則的な格子面が確認できるが Fig. 8の凹部断面図を見ると、三次元表面構造解析顕微鏡と比べ凹部の底にひずみが生じてある。その原因としてチューブ型スキャナの手振り運動により走査しているため、わずかに円弧をかいて走査が行われることが原因として考えられる。

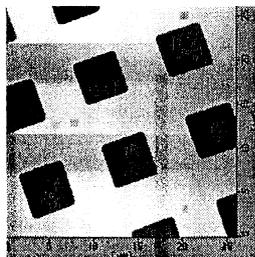


Fig. 7 走査型プローブ顕微鏡測定結果(全体)

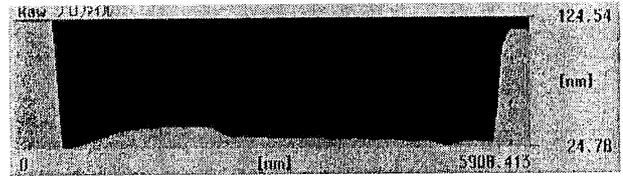


Fig. 8 走査型プローブ顕微鏡測定結果(断面図)

4. 結言

4.1 結論

三次元表面構造解析顕微鏡と走査型プローブ顕微鏡で測定し、以下の結論を得た。

- (1) 走査型プローブ顕微鏡と比べて三次元表面構造解析顕微鏡では凹部の隅が正確に測定できない。
- (2) 三次元表面構造解析顕微鏡と比べて走査型プローブ顕微鏡では凹部の底が歪んでいる。

4.2 今後の課題

- (1) 三次元表面構造解析顕微鏡で凹部の隅まで測定できる方法を検証する。
- (2) 走査型プローブ顕微鏡でAFMでも同様に測定を行い比較する。

参考文献

- 1) Sergei N.magonov, Myung-Hwan Whanbo: Surface Analysis with STM and AFM Experimental and Theoretical Aspects of Image Analysis 22 VCH PUB(1998)