

Roughness measurements with Digital Holographic Microscopy

DHM™ R 1000 によって、提供された 3D 光学トポグラフィーは、中でも、以下の完全な表面解析を可能にします：

- ↳ 粗さ測定
- ↳ うねり測定
- ↳ 形状測定

この分野の DHM™ R 1000 の多能性は、マイクロボールの粗さ測定で説明されます。繰り返し精度と信頼性のある測定を実行します、そして、結果は、プロファイルメータで得られたものと比較しました。

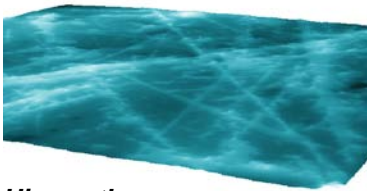
通常、表面粗さパラメータは、触針を走査することに基づく機器を使用することで、測定されます。国際規格と標準は、それらの機器に基づいています。わずかなスケールの粗さに関して、マイクロメータの数 10 分の 1 より小さく、そのような測定は、難しくなります：周囲の振動振幅は、粗さ自体と同じ大きさの桁のものであり、そして、サンプルとの接触は、それを損傷するかもしれません。これらのアプリケーションに関して、非常に短い取得時間で、干渉計測定の解像度を提供するので、デジタルホログラフィック顕微鏡は、理想的な代替手段となります。

いわゆる off-axis 構成の使用で、DHM™ の強みが、特にあります。構成は、数マイクロセカンド以内に、単一の画像取得だけにより、全体の情報を取得することを可能にします。DHM™ 画像は、なかでも、表面解析と粗さ測定に使用することができる表面トポグラフィーの測定を提供します。

これらの可能性は、DHM™ R 1000 を表面粗さパラメータ測定のためのユニークなツールにします：

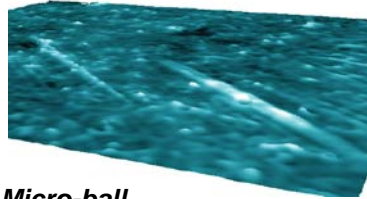
- 非常に短い取得時間は、DHM™ システムを振動に影響されなくします。防振なしで、操作でき、研究開発対策に費用効率を良くして、製造ラインでの実施を可能にします。
- 3D そして、リアルタイム測定は、全体のサンプルのコントロールを可能にします。
- 水平解像度は、ほとんどの従来の触針のものより良いです。触針の形状をもつ測定の適切なたたみこみによって、触針プローブのどんな幾何学的な形状もシミュレートすることができます。
- 測定は、多くのさまざまな表面形状を可能にします。

国際規格は、特に、標準のプロファイル測定長以下のサイズの小さいサンプルに、しばしば適切であるというわけではありません。サンプリングされた 2D 領域は、完全な 2D 統計のために多くの点を提供します。Koala ソフトウェアの粗さモジュールは、正しい粗さ測定を確立するために周波数を分離するような測定パラメータの適合を可能にします。



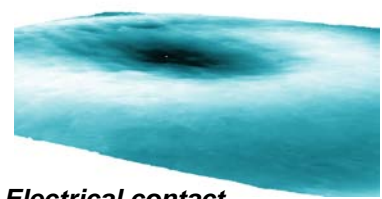
Hip prostheses

Ra: 25.7nm, Rt: 264nm



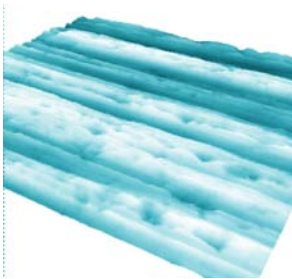
Micro-ball

Ra: 14.2nm, Rt: 270nm



Electrical contact

Ra: 52.7nm, Rt: 916nm



表面の粗さパラメータ

Ra=248nm, Rt = 1.55μm

測定原理

特徴付けられたサンプルは、0.5、0.7、0.8、0.99、1.0、および 1.2mm の直径をもつ金属のマイクロボールです。ホログラムは、ボールの表面を記録します、そして、次に、合成波面は、再構築されます。使用した機器は、Lyncee Tec 社の 50x (NA=0.8) 対物レンズをもつ DHM™ R 1000 です。そして、最小自乗法 fit は、球の半径と重心を決定するために実行されます。最終的に、2つの表面 (図 1a) の違いにより、平坦化された表面 (残り) を得ます。

2つの寄与するものが、残りの表面に残っています：うねりと粗さ。両方は、周波数帯域で微分されます。視野 (図 1b) のおよそ 1/5 のサイズに形状を抑えるために周波数カットオフを使用します。

次に、単一のプロファイルより良い統計サンプリング (およそ 500,000 ポイント) を可能にする表面で、粗さパラメータを決定することができます。ここでは、関心のあるパラメータは、平均粗さ (Ra) と最大粗さ (Rt) です。Ra は、絶対値の平均として、そして、Rt は、最大ピークのピーク値として定義されます。他の標準値を得ることもできます。

測定

ここで提供された測定は、1 mm 直径の球です。図 2 は、粗さの表面の 3D 表現を示します。視野は、 $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ です。この表面で、定義された Ra は、14.2 nm です、そして、Rt は、270 nm です。1 mm の直径をもつ 15 個の同じマイクロボールは、DHM™ R 1000 によって、測定され、テラー-ホブソンの TalySurf プロファイルメータで行われた測定と比較しました。これらのボールの平均した Ra は、19.9 nm です、そして、標準偏差は、3.36 nm でした。

また、繰り返し精度と再現精度をテストしました。繰り返し精度は、同じ表面で、同じ測定を 25 回実行して確かめました。Ra の標準偏差は、0.11 nm で、Rt の標準偏差は、17.7 nm であることがわかりました。

再現性は、粗さが、1つのボールで均一であったかどうかを知るためにテストされました。ボールの表面の異なる領域に 25 回の測定を実行しました。Ra の標準偏差は、1.26 nm で、Rt は、34.4 nm であることがわかりました。

結果は、測定の不確かさが、測定された粗さの変動の遥か下にあることを示し、測定技術の適切さを確立しています。

他の直径のボールの粗さの値は、DHM™ R 1000 とプロファイルメータによって測定しました。0.5 mm のボールに関する測定は、プロファイルメータで可能ではありませんでした。両方の測定技術は、ボールの直径で、粗さの増加を示します。高い粗さに関して、DHM™ 値は、プロファイルメータによって提供されたものより高いです。これに反して、低い粗さに関して、DHM は、低い値を提供します。違いは、異なるテクニックのためです。

プロファイルメータの結果は、プローブ半径 (2 μm) に依存しています。DHM™ の結果は、プロファイルメータと同じ情報を提供するためにプローブをシミュレートすることができます。

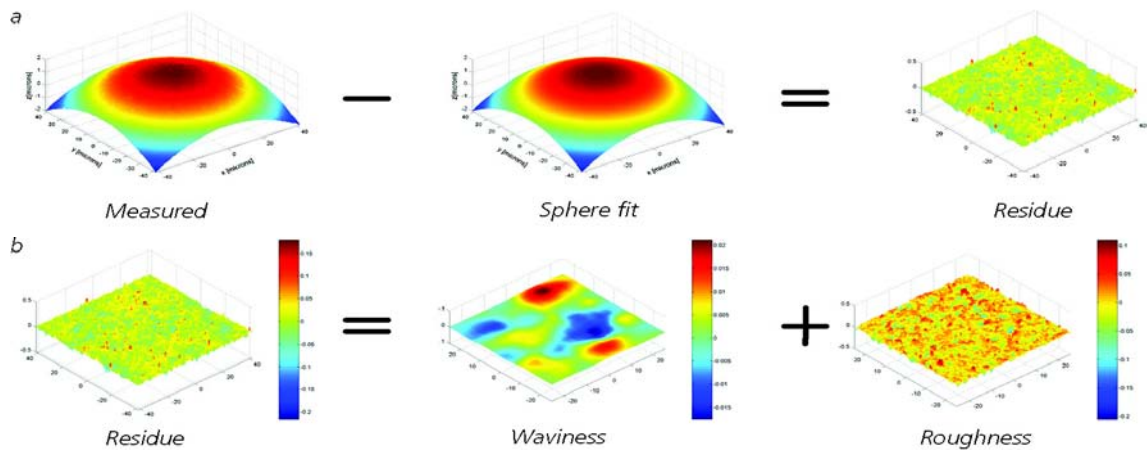


図 1: (a) 形状係数除去の原理: 球体の fit は、残りの表面を得るために測定した表面から減算されます。

(b) 表面粗さの定義: 残りの表面は、周波数によって、2つの部分に分解されます: うねりは、低周波数で構成され、粗さは、高周波数で構成されます。

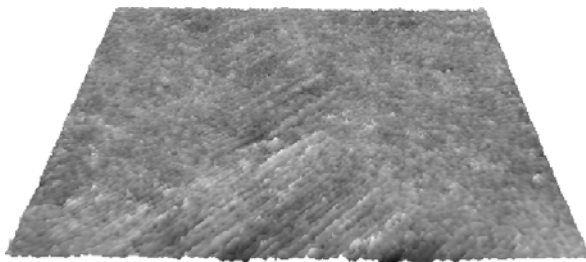


図 2: 1 mm 直径のマイクロボールの表面粗さの 3D 表現。視野は、100×100 μm² です。測定値: Ra = 14.2 nm、Rt = 270 nm。

Conclusion

DHM™ R 1000 は、正確で強固な粗さ測定を可能にします。0.11 nm の標準偏差を 25 回の同じ測定で得ました。測定は、6 つの異なった直径のボールに実行されました。結果は、すべてのテストされた直径において、信頼でき、プロファイルメータによって、得られた値に対応しています。その結果、DHM™ R 1000 は、うねりと粗さの定量化の形状に関して、完全な表面解析を可能にします。

References

F. Montfort et al., "Surface roughness parameters measurements by Digital Holographic Microscopy (DHM)", ISPMM 2006, Urumqui, China

<http://lynceetec.com/downloads/>



Lyncée tec^{DHM}

PSE-A
1015 Lausanne
Switzerland
info@lynceetec.com
www.lynceetec.com



株式会社 デジタルマイクロシステムズ

〒603-8167

京都市北区小山西大野町 82-2

Tel: 075-417-3311 Fax: 075-432-3116

e-mail: sales@digitalmicrosystems.co.jp

<http://www.digitalmicrosystems.co.jp>