

白色干渉計による傾斜面の形状測定

— 傾斜基準面を用いた角度測定範囲の拡張 —

光科 中野雅晴

工業技術研究所 照明音響科 柳原 亘 豊田敏裕

Slope measurement using coherence scanning interferometry

- Extending angle measurement range using a slope reference plane -

NAKANO Masaharu, YANAGIHARA Wataru and TOYOTA Toshihiro

keywords : Coherence scanning interferometry, profilometry, slope measurement, non-contact shape measurement

白色干渉計では、勾配が大きい傾斜面の形状測定において、測定誤差が大きい課題がある。本研究では、傾斜基準面を用いることで、勾配が大きい傾斜面の形状を高精度に測定する方法を確立した。本方法では、傾斜基準面を参照面にして評価対象を傾けて測定する。これにより、評価対象から十分な反射光が得られるため、測定した形状曲線に重畠するノイズの影響を抑制できる。また、傾斜基準面の角度だけ見かけの測定範囲がシフトする。このため、角度が異なる複数の基準面を用いることで傾斜角の測定範囲を拡張することができる。20倍対物レンズで測定した場合、角度測定範囲は49度まで拡張し、精度は約±1度であることが確認された。

キーワード：白色干渉計、形状測定、傾斜角度、非接触形状測定

1 はじめに

金属や樹脂の加工面における微細な表面形状を非接触で評価する手段として、白色干渉計による三次元形状計測がある。白色干渉計は、ナノメートルオーダーの高さ測定が可能なため、鏡面に近い加工面の評価に向いており、金型等の形状評価に用いられている。一方で、勾配が大きい評価対象では、表面で反射した光のうち測定機の方向に戻る光量が少ないため、測定誤差が大きくなる(図1(a))¹⁾。

そこで、本研究では、傾斜基準面を用いることで、光干渉式測定機で傾きが大きい傾斜面の形状でも高精度に測定する方法を確立した。

2 方法

本手法では、角度が既知の傾斜基準面を参照平面として、評価対象を傾けた姿勢で形状を測定した(図1(b))。

形状測定には、白色干渉計 Talysurf CCI HD (アメテック(株)製) を用いた。次に、得られた形状データを基準面の傾斜角で座標回転させて水平姿勢に戻し、評価対象の形状とした。本方法では、急勾配の面を水平姿勢に近い状態で測定することにより、評価対象から十分な反射光量が得られる。さらに、評価対象の姿勢制御機構で傾き誤差が影響しないことから測定誤差を小さくすることができる。また、傾斜基準面の角度だけ見かけの測定範囲がシフトするため、測定できる最大傾斜角が実質的に大きくなる。さらに、角度が異なる複数の基準面を用意することで、傾斜角の測定範囲を拡張することができる。

基礎検討として、視野が広く、評価対象を傾けても物理的に干渉しない20倍対物レンズを使って本方法の有効性を検証した。検証用の試料として、傾斜角が異なる直角プリズム群で構成されたプリズムアレイを用いた(図2)。プリズムアレイはフェムト秒パルスレーザーを用いた樹脂の三次元

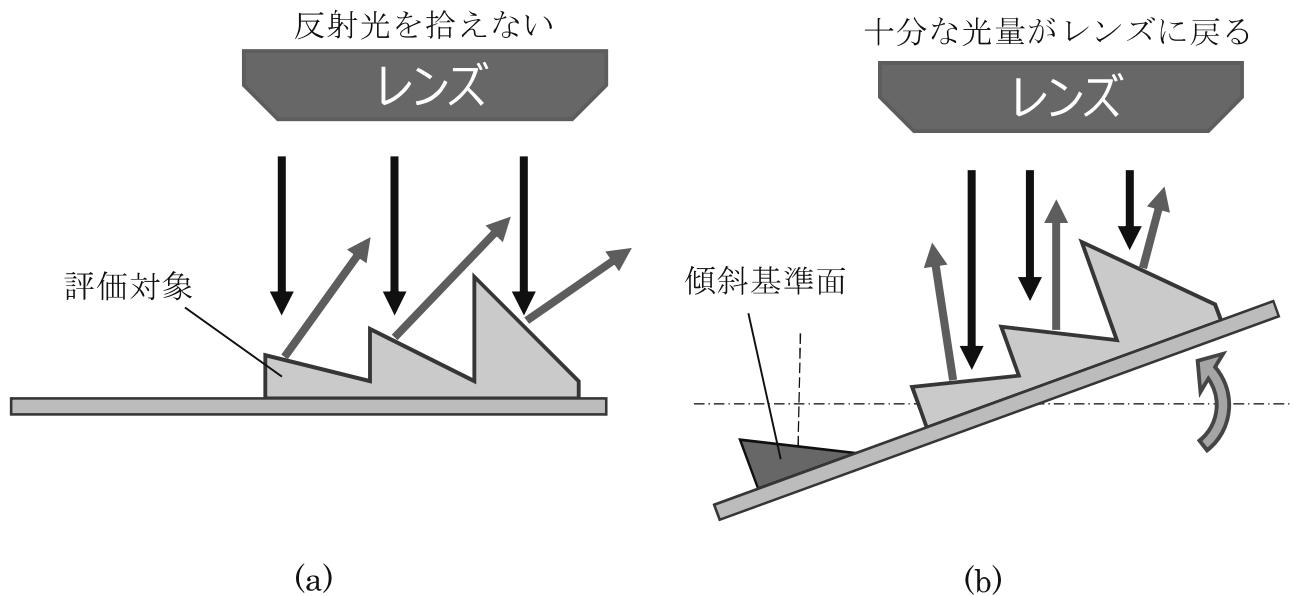


図 1 測定法の概略図
(a) 従来法 (試料台を水平)、(b) 本手法 (基準面を水平)

光造形で作製した。予め、試料の傾斜角を、測定面の傾きに対して堅牢な測定ができる共焦点顕微鏡で測定し、精度評価の基準値とした。プリズム群の一部（4種類）を傾斜基準面として使い、その他のプリズムの傾斜角測定値と基準値を比較して精度を評価した。

では15度以下であった測定範囲を、傾斜基準面を使うことで49度まで拡張できた。測定誤差は約±1度以内であった。特に、傾斜角が36度以下では水平姿勢と同等の精度であり、本手法が傾斜面の形状を高精度に測定する方法として有効であることが確認された。36度以上で誤差が増加した原因是、計算機上の座標回転の方法にあると考える。

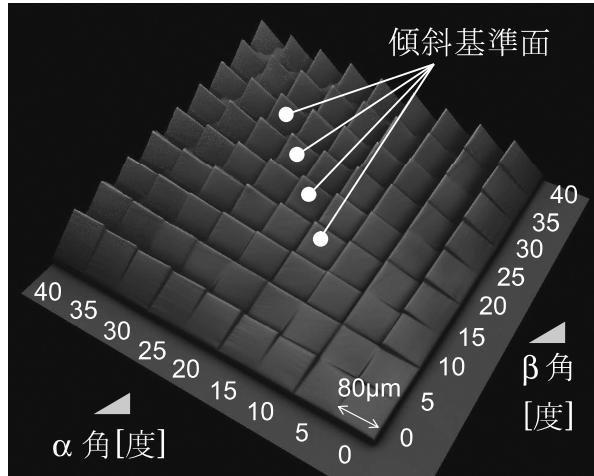


図 2 精度評価に用いたプリズムアレイ
共焦点顕微鏡OPTELICS HYBRID L7
(レーザーテック(株)製)で測定した三次元形状

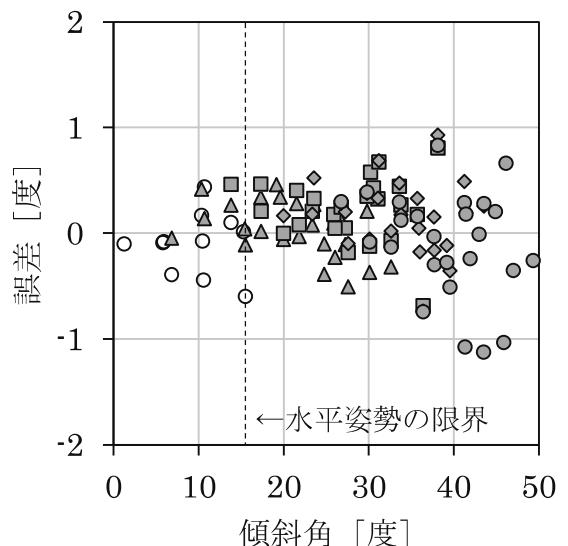


図 3 傾斜角の測定精度
傾斜基準面の角度は、○：水平、▲：21度、
■：27度、◆：33度、●：39度

3 結果および考察

傾斜基準面を用いた傾斜角測定の精度を、水平姿勢の測定と比較した（図3）。水平姿勢の測定

4まとめ

白色干渉計と傾斜基準面を組み合わせることで、勾配が大きい傾斜面の形状を高精度に測定する方法を確立した。本手法は、傾斜角の測定のみならず、急斜面の表面粗さ測定において測定誤差が増加する課題¹⁾の解決にも有効である。

参考文献

- 1) 柳原 亘 他：非接触形状測定機による傾斜面測定の誤差評価. 2023年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, p.410-411, 東京 (2023).