

極めて平坦な基準ガラス基板の開発

株式会社テクニカル

代表取締役社長 山内 一 秀

(株)テクニカル 代表取締役社長 山内 一 秀

(株)テクニカル 専務取締役 吉田 健 一

(株)テクニカル 製造三課課長 工藤 涉

(株)テクニカル 技術営業室室長 新保 誠

はじめに

近年、スマートフォン用カメラや車載カメラなど高機能、高精度な光学機器の発展、普及はさまざま勢いで進んでいる。さらに半導体業界をはじめ、光通信、計測、医療など技術が高度化している分野においても、高精度な光学部品のニーズは高まる一方である。また、それら高精度な製品を製造する工程などに用いられる光学部品においては、さらに高い精度への要求が増している。

高精度な光学部品に要求される重要な性能のひとつとして、その表面の面精度があり、ナノメートルオーダーでの精度が必要となってきた。その面精度を測定する装置には一般的にフィゾー干渉計が用いられるが、ナノレベルの精度を達成するためには、装置に組み込まれている基準ガラス基板(平面度基準原器)のさらなる高精度化が必須となっている。

そのような背景の中で、当社においても、精度 $\lambda/50$ (凹凸の差のP-V値が12.6nm以下)レベルの光学素子の製作の依頼が寄せられており、その精度を達成、保証するためには、その測定基準



図1 $\lambda/100$ 平面度基準原器

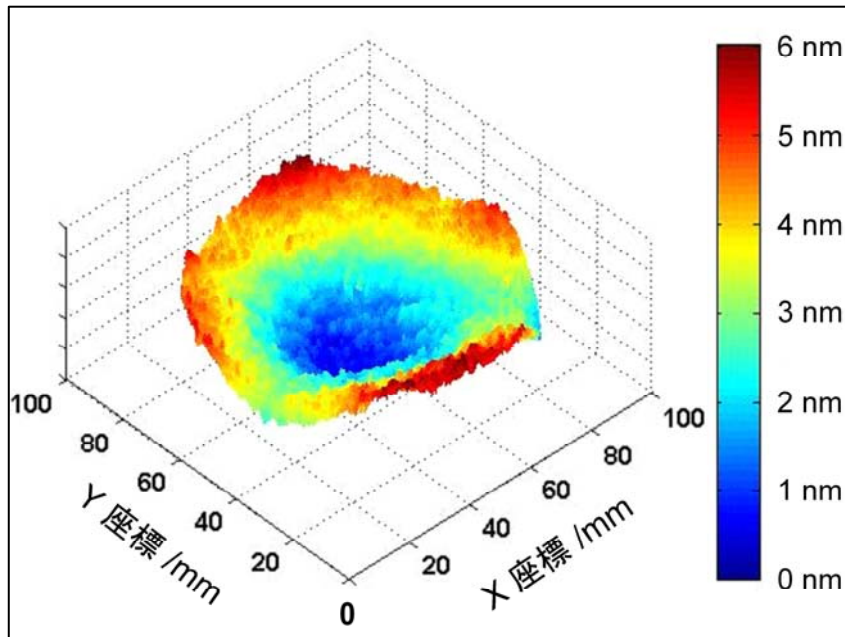


図2 平面形状の測定データ

となるさらに高精度な平面度基準原器が必要となった。

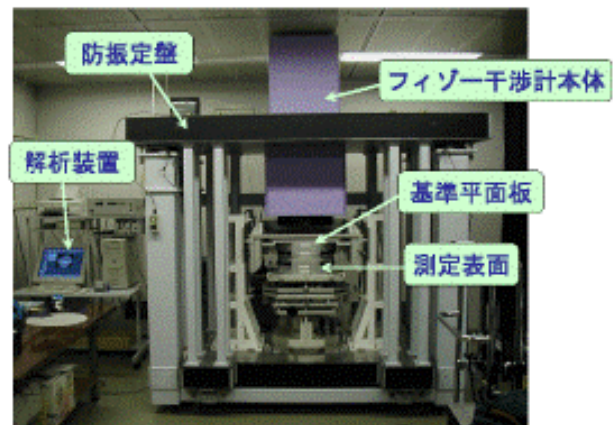
開発のねらい

本開発では、上記お客様のご要望の面精度を測定できること、当社保有のフィゾー干渉計への取り付けができること、実現の可能性などを考慮し、 $\phi 100$ mmの基板の90%の範囲において $\lambda/100$ （凹凸の差のP-V値が6.3nm以下）の平面度基準原器の開発を目標とした。現在、干渉計のメーカーから市販されている最高精度の平面度基準原器は $\lambda/40$ （凹凸の差が15.8nm以下）であり、本開発の平面度基準原器はそれを大幅に上回る精度となる。

装置の概要

図1に開発した $\phi 100$ mm、有効径 $\phi 90$ mm、 $\lambda/100$ の平面度基準原器を掲げる。外側の金属枠に基準ガラス基板(平面度基準原器)を取り付けた状態で $\lambda/100$ の面精度を実現している。この枠は当社保有のフィゾー干渉計に取り付くよう設計されている。金属枠への固定は基準ガラス基板

(平面基準原器)が歪まないよう工夫した。また材質は熱膨張の影響を減らすため膨張係数の小さい金属を使用した。図2は本平面度基準原器を、図3に示す国立研究開発法人産業技術総合研究所が開発した平面度の国家標準機（フィゾー干渉計）にて測定したデータである。さらに、図4は同研究所が新たに開発した超高精度絶対形状測定装置（Scanning Deflectometric Profiler：SDP）で測定したデータである。図5にSDP装置の様子を示す。この装置は、ナノレベルの絶対精度を測定できる装置である。また、図6に本研究開発の基準原器をzygo社の干渉



産総研ホームページより

図3 平面度の国家標準機

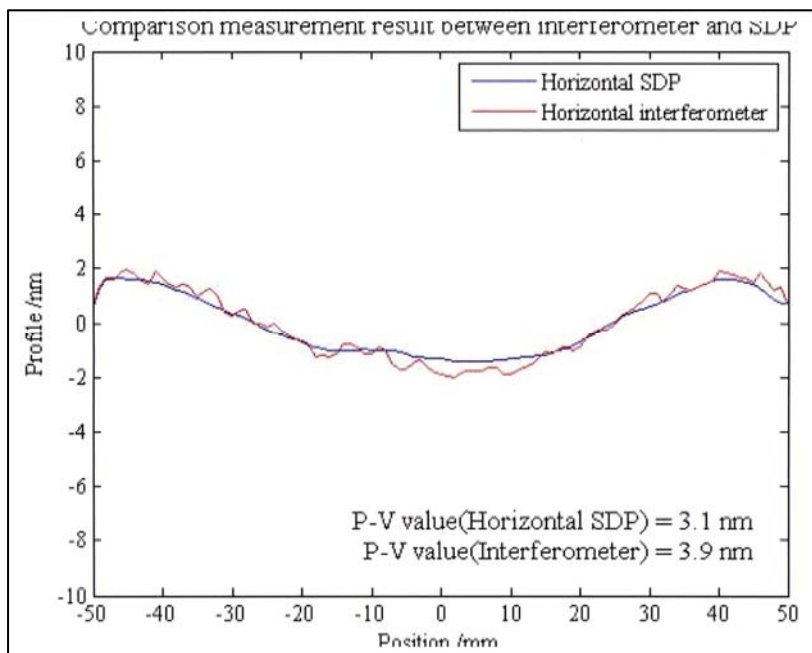


図4 超高精度絶対形状測定装置による測定結果

計にセットしプリズムの面精度を測定している写真を掲げる。

技術上の特徴

$\lambda/100$ とは約 6.3nm の長さである。本研究開発の高精度平面基板の面精度は、 $\phi 100$ mm の基板の 90% の範囲において全面で凹凸の差が 6.3nm 以下にしなければならない。従来からの研磨方法では、部分的に十数ナノメートルの凹凸が発生するため、基板表面の凹凸を局所的に修正研磨する手法を開発した。また、通常の研磨方法では基板の外周部分にダレが発生しやすく、面精度

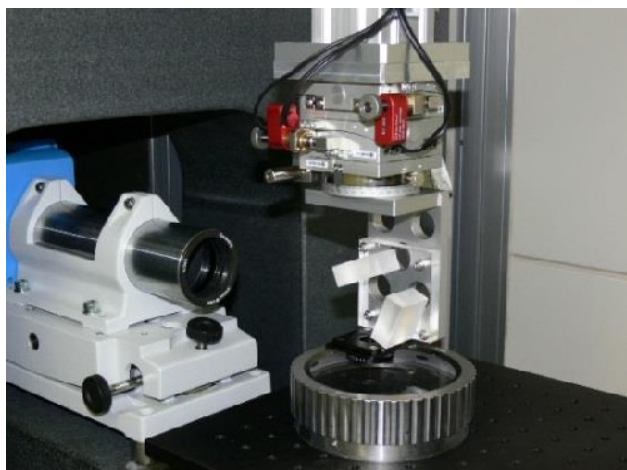


図5 超高精度絶対形状測定装置(SDP)

を悪化させてしまうため、そのダレを極力抑えるような工夫も行った。

本研究開発は製作と測定を繰り返しながら面精度を高めていかなければならず、大変な労力と時間を要した。測定は、国立研究開発法人産業技術総合研究所との共同研究により、平面度国家標準機、SDP 装置、当社干渉計での三枚合わせ法の 3 種類の測定方法での相関を確認していった。それらの測定で、測定値が目標を満たしていない場合は、枠から基準ガラス基板(平面基準原器)を取り外し、修正研磨を行い再度枠に固定して測定することを何度も繰り返した。

このような事情もあり、より効率的に修正研磨する方法を工夫した。さらに、枠材や基準ガラス基板(平面基準原器)の保持方法を工夫し、実際のフィゾー干渉計に平面基準原器として設置する際のたわみの発生を抑えた。

実用上の効果

$\lambda/100$ の干渉計の基準原器ができたことで、当社の製品の製造工程における面精度の測定・評価精度が向上し、平面基板やプリズムといった光学部品の面精度の高精度化が可能となった。

また、正確な基準ができたことで、製造と測定業務の効率化が可能となり製作時間の短縮につながった。

当社が高精度研磨及び測定が可能になったことにより、他社との差別化も可能となりブランド力の向上につながり、より付加価値の高い製品を受注することが可能となった。

また、本開発で培われた研磨技術を利用した高精度な光学部品を利用する製造装置や検査装置の生産性や品質が向上し、より低コストで高性能な製品の開発が可能となる。主な産業分野としては、半導体、光学、レーザー、情報機器、医療などの分野が挙げられる。たとえば半導体露光装置の場合、回路パターンの微細化に伴い、基板の凹凸のP-V値が数十ナノメートルのレベルまで求められるようになってきており、それを測定する干渉計の平面度基準原器の精度は当社の開発した $\lambda/100$ クラスの平面精度が必要となる。

知的財産権の状況

本開発は、世界的に見てもトップレベルの極めて平坦な平面を加工するための製造方法であり、ノウハウを保全するために技術の公開はせ

ず、特許は出願していない。

むすび

本開発は、光を利用する様々な産業の基盤となる極めて重要なものである。光部品は半導体産業をはじめ、光通信、医療、分析などの分野で使われており、その基礎的な精度の向上を図ることで性能、歩留り、生産性の向上につながる。それら産業の高度化を図ることにより我が国の国際的な産業競争力の強化にもつながるものである。また、高精度な平面は高エネルギーレーザーなどを使用する原子物理学などの基礎科学の分野でも必要とされており、面精度の向上によりさらなる科学技術の発展にも貢献できる。

お客様からはより広い範囲での面精度の保証の要望もあることから、今後はより有効径の広いフィゾー干渉計用平面度基準原器の開発を引き続き継続していきたいと考えている。また、高精度平面基板の製作には測定技術が非常に重要となるため、測定技術の向上も念頭に置いている。

最後に、本開発では共同研究をいただいた国立研究開発法人産業技術総合研究所に深く感謝を申し上げます。



図6 $\lambda/100$ 原器を用いた測定例