

メイド イン ジャパン

株式会社 清原光学
取締役会長 清原元輔
KIYOHARA, Motosuke

今、日本の光産業において、新たな産業革命が起こる可能性をひしひしと私は、感じている。

先日、日本オプトメカトロニクス協会の創立 30 周年の記念式典に参列していて、これから 30 年後の日本の光産業は、どの立ち位置にいるのだろうか？ と考えてみた。今迄は、古くてしかも新しい学問と光学は言われてきた。

今後の光学は、古くて古くさい学問になるのか？ それとも、新しくて最先端の学問に位置付けられるのか、今、その岐路に立っている。と私は、感じる。

約 30 年程前に光学会社は、世界中で 3~5 社あれば足りる。と言われた。欧州で 1 社、米州で 1 社、アジアで 1 社が中心となるのであろう。と言われていた。しかし、現在 米州の巨人 K 社は、既に無い。日本の同業である F 社は、化学メーカーとして華麗なる転身を遂げ、もう一社の K&M 社も医療器の分野を目指して活躍中である。

いつの時代でも、その環境に適合して変化できる企業のみが生き残る資格をもつ。電気メーカーの傘下に入る企業もあれば、自然消滅していく光学メーカーもある。その差は、何なのであろうか？ 私は、その差は、会社の存在意義をきちんと持っているかどうかである。と考えている。誇れる自社製品を持ち、生き残れる商品を持つことが喫緊の課題である。

弊社にも光学を基礎として、メイド イン ジャパンを前面に表示して堂々と進んでいける商品開発を期待している。現在、弊社では、日本の半導体技術を利用した偏光素子を用いた高速偏光干渉計の製品化を進めている。この装置では、今迄、計測が難しかった 5M 距離での分離した独立テーブル上の被検物の面精度測定に成功している。また、従来のフィゾー型干渉計は、動的波面の連続計測は困難であった。今回、我々は 7,000 フレーム/秒 (fps) という高速な干渉画像を記録可能な高速度偏光干渉計を開発した。この利点の一つは、干渉計自身の設置に必ずしも除震台を必要としないことである。工場などの振動する場所でも設置可能である。二つ目は、従来では不可能であった高速な動的干渉波面を動画として可視化できることである。このことにより例えば、機械的に振動する光学面変形のモードや、高速気流の屈折率分布変化などの可視化とともに定量化が可能になった。

本装置で採用する偏光素子アレイ撮像デバイスは、構成するピクセル (1024×1024 pixel) の隣り合う 4 画素ごとに、偏光素子の偏光方位が 0° , 45° , 90° , 135° に配置した偏光素子アレイを、それぞれの位置に対応する光電変換アレイの上に装着したものである。図 1 に本偏光素子アレイ方式干渉計の基本構成を示す。図 2 に示す光電変換アレイが検出する光強度 I_1 , I_2 , I_3 , I_4 を検出すれば、式 (1) によって位相 Δ を算出することができる。

本装置の基本仕様・性能 図 3 にこの SuperFIZ の外観写真を示す。

$$I_1 = A + B \cos(\Delta)$$

$$I_2 = A + B \cos\left(\Delta + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I_3 = A + B \cos(\Delta + \pi)$$

$$I_4 = A + B \cos\left(\Delta + \frac{3\pi}{2}\right)$$

従って、

$$\Delta = \tan^{-1}\left(\frac{I_2 - I_4}{I_1 - I_3}\right)$$

式 (1)

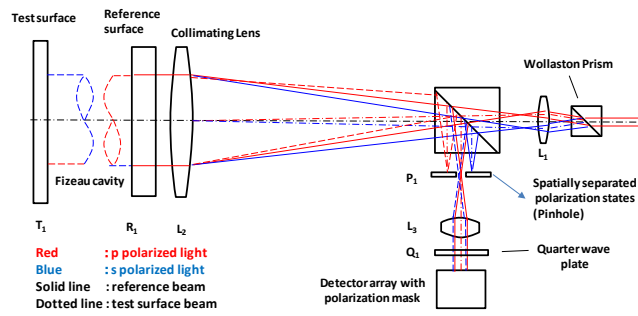


図 1 Design Principle

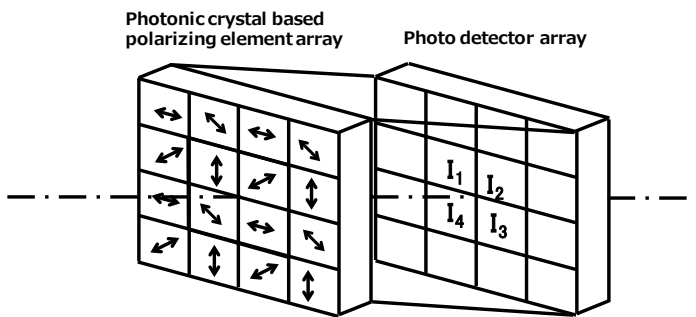


図 2 Detector array with pixelated mask

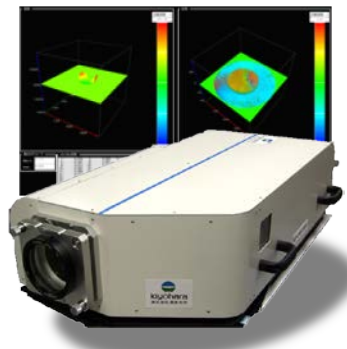


図 3 SuperFIZ for dynamic wavefront measurement

また表 1 に装置の基本仕様・性能をまとめた。

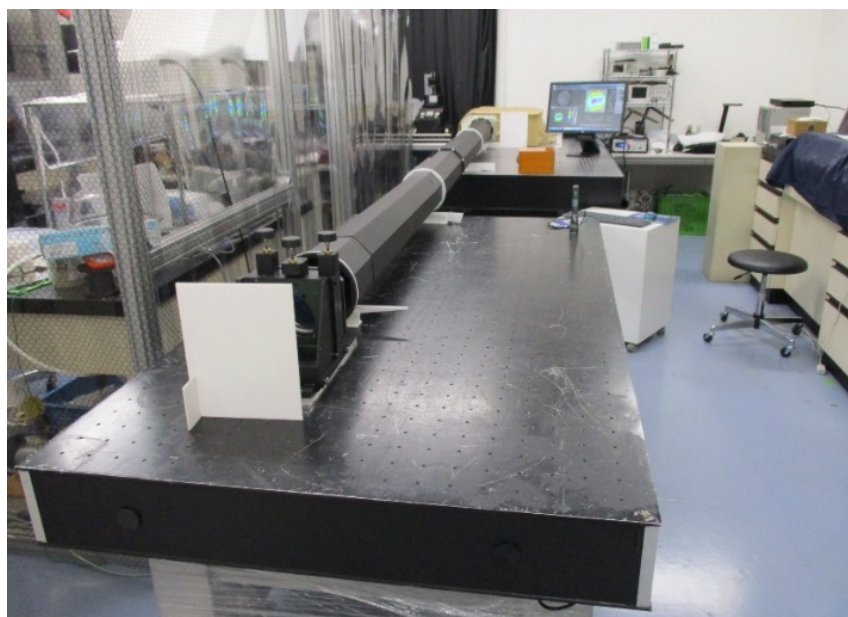
表 1

SuperFIZ Specification

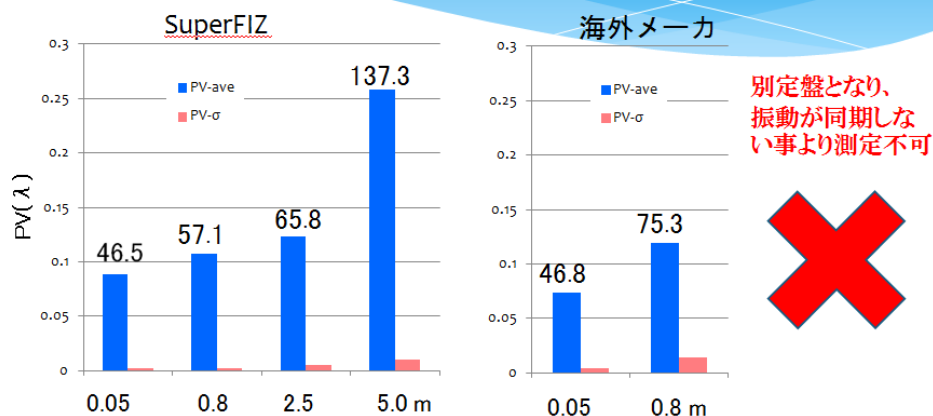
DUT diameter	Φ102 mm
Resolution	XY axis(surface) : 200 μm Z axis(height) : 5 nm
Laser wavelength	532 nm
Focus range	0~5 m
Finest shutter speed (min.)	1/2,713,000 s (0.369 μs)
Max frame rate	1,550,000 fps (64×8 pxl) 7,000 fps (1024×1024 pxl)
Accuracy	$\lambda/100$
RMS repeatability	$\lambda/1000$
Max fringe number	250 fringes (1024×1024 pxl)
DUT reflection rate	0.01~100 %
Dimension (WDH)	490×875×223 mm

本干渉計の性能・特徴をまとめると、①最速シャッタースピードは $0.369\mu\text{s}$ ②撮影速度は、 $7,000\text{fps}$ ($1024\times 1024\text{ pixel}$) 最速 $1,550,000\text{ fps}$ ($64\times 8\text{ pixel}$) ③記録枚数 $21,841$ 枚 ($1024\times 1024\text{ pixel}$) ④干渉縞から波面への強力なアンラップ機能 ⑤被写体反射率 0.01% 以上 ⑥ 5 m 遠方の物体も測定可能である。これにより、本装置の適用範囲が以下のように広がる。①除振台が不要となり、事務机上に設置 ②高速に変化する流体・物質の動的波面（反射・透過）の測定 ③光学面の動的振動モードの測定 ④光学系の動的透過波面の測定 ⑤従来のシュリーレンに比べ、飛躍的に情報量の多いデジタルシュリーレン法による測定 ⑥反射防止コートをした低反射率光学部材の表面形状測定 ⑦真空チャンバー内のプロセス表面状態のリアルタイム測定などである。また、アプリケーション分野としては、精密光学・機械、光学素子・材料、流体、バイオ、半導体、宇宙工学などが考えられる。

以上、世界最速の ULTRA FAST 干渉計 “SuperFIZ” を有効に活用すれば、世界に先駆けた技術開発に役に立てられる。今後の光学測定に於ける偏光技術の応用は、『メイド イン ジャパン』として、新たな光学事業分野を開拓するものと信じている。



SuperFIZの0.05m, 0.8m, 2.5m, 5mの実験結果
(縞 4本)



棒グラフの上の数値はPVをnmに換算した値

考察
リファレンスと被検面の距離に応じて測定値は大きくなる傾向は海外メーカーも同じ。
室温を一定にして、空気の擾乱を抑えることにより距離による差は小さくなると考えられる。

0.8mまでは同一装置で、
0.8m以上は別の機を使用して計測。
0.8m以上では海外メーカーでは測定不可。

倍率	5 倍
使用波長	532nm
入射ビーム口径	φ102
出射ビーム口径	φ510
光軸高さ	380 mm
全長	1325 mm
高さ	850 mm
幅	800 mm
重量	360 kg

BE500 仕様

