

Wavefront Coding における絞り形状の影響

Effect of Aperture in Wavefront Coding

日立製作所 横浜研究所¹, 日立マクセル² ○崎田 康一¹, 太田 光彦¹, 島野 健¹, 酒本 章人²Hitachi¹, Hitachi Maxell², ○Koichi Sakita¹, Mitsuhiro Ohta¹, Takeshi Shimano¹, Akito Sakemoto²

E-mail: koichi.sakita.gb@hitachi.com

【はじめに】明るく深い被写界深度を得るために、三次関数型位相板の光学系への挿入により OTF(Optical Transfer Function)をデフォーカスに依存しないように変調し、OTF の逆フィルタにより画像を復元する Wavefront Coding が注目されている^[1]。復元処理では、OTF がゼロ点を取るなどの悪条件に陥った場合、雑音の拡大等により復元画像が著しく劣化するため、光学的に変調させる OTF の特性は重要である。今回、Figure 1 に示す位相板を設計し、光学系で一般的な円形絞りで実験をしたが、対角方向の OTF にゼロ点が発生しアーチファクトが出たため、絞り形状の OTF への影響について調査した。

【解析および実験】Figure 2 に絞り形状が矩形および円形について対角方向の OTF の計算結果を示す。矩形の場合、ゼロ点を取らないのに対し、円形ではバウンスし、ゼロクロスする。Figure 3 はそれぞれの絞り形状における PSF(Point Spread Function)の測定結果である。矩形絞りの PSF は矩形に広がるのに対し、円形絞りの PSF は略三角形になり、対角方向への広がりが制限される。この対角方向の広がり制限のため、円形絞りの OTF がゼロ点を取るようになる。

今回の検討により、3 次関数型位相板を用いた Wavefront Coding では矩形絞りをを用いる方が有利であることが判った。本知見を反映した実験結果を Figure 4 に示す。

参考文献 [1]E. R. Dowski et. al. Appl. Opt.34, 1859-41866(1995)

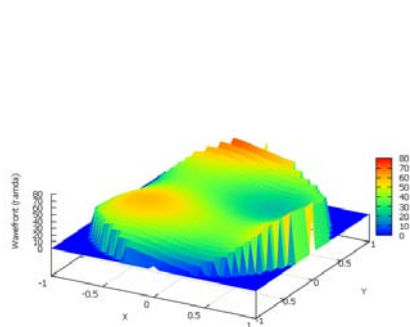


Figure 1. Profile of our cubic phase mask.

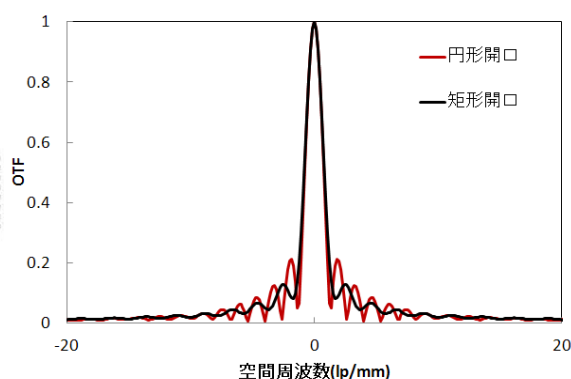


Figure 2. Simulated OTFs for circular and square apertures.

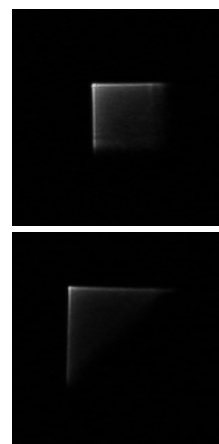


Figure 3. Measured PSFs for a square aperture (top) and circular aperture (bottom).

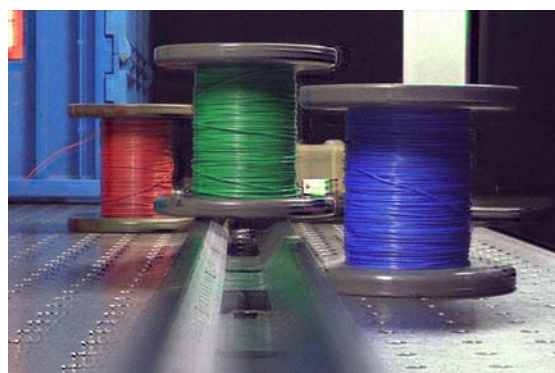
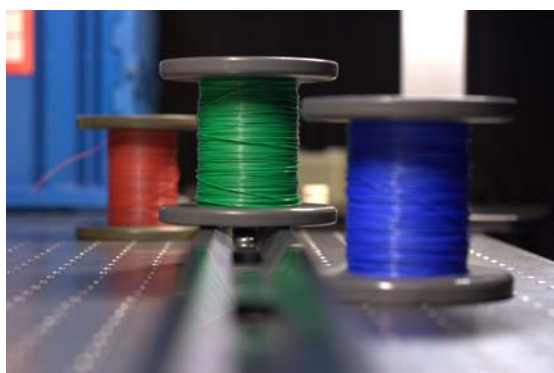


Figure 4. Images of a scene consisting of three wire reels. Image taken with a normal camera (left). De-blurred image taken with a camera comprising a cubic phase mask and square aperture (right).