

計算機ホログラムのカメラ焦点板応用

大森 滋人*・高原 浩滋***・余 万吉*・関原 幹司***

一眼レフカメラは、ファインダー観察時は撮影レンズからの光が可動ミラーにより折り曲げられ焦点板上に結像する。空中像の場合は眼が焦点調節するため結像状態がわからないが、フィルムと光学的に等価な位置に焦点面（拡散面）を置くことで撮影レンズの結像状態を観察することができる。本論は計算機ホログラム¹⁾ (CGH: computer generated hologram) を応用することで、自然なぼけ像を達成する焦点板作製を検討した。

図1は一眼レフカメラファインダー観察時の主要な構成を一直線上に並べた図である。物体側にある点光源を撮影レンズが拡散面から離れた位置に結像する場合、撮影レンズ絞りを通過する光が拡散面により観察者の方向へ拡散されることで撮影レンズ Fno. によるぼけ像が観察される。これが自然なぼけ像であるためには、図1(b), (c) のように Fno. に相当する角度内に一様でなめらかに拡散光を発生する必要がある。さらに図1(b) は Fno. に相当する角度内に強度を集中するため、その角度に相当する Fno. の撮影レンズに対して明るいファインダーとなる。

標準的なズームレンズを想定し以下をねらいとした。

- ・明るいファインダーであるために、Fno. 4 の角度内に回折光強度が集中する分布。
- ・自然なぼけ像を得るために、一様にかつ緻密に回折光を発生。回折角度間隔で0.5°以下の緻密さであること。

1. CGH の形状と回折光の関係

図2にCGHと、従来焦点板の一例の表面形状を示す。CGHは面方向に形状が複雑で緻密な点、従来焦点板は高さ方向に形状変化が滑らかである点が特徴である。

従来型は円錐または球状のレンズを規則正しく配置したものも多く、所望の拡散特性をコントロールすることが困

難であった。一方、CGHは面方向の形状の自由度により回折光パターンを自由に制御できる。また回折効率にかかわる高さ方向の形状変化度合であるレベル数は、電子線描画を用いることで比較的容易に増加可能である。

CGHは、ある回折光を発生するサブミクロンの角柱（ピクセル）の並びが多数重畳するため図2(a)のような複雑な形状となるが、それらは所定の大きさ（サブセル）で繰り返す。最大回折角度はピクセルサイズに、最小回折角度はサブセルサイズにそれぞれ反比例する。

2. 自然なぼけ像検討

CGHを焦点板に用いる場合、サブセルの大きさにより像の乱れが発生する。これはサブセルを大きくすることにより顕著となり、感応試験よりサブセルの大きさを50μm以下とすることが必要であることがわかった。そこ

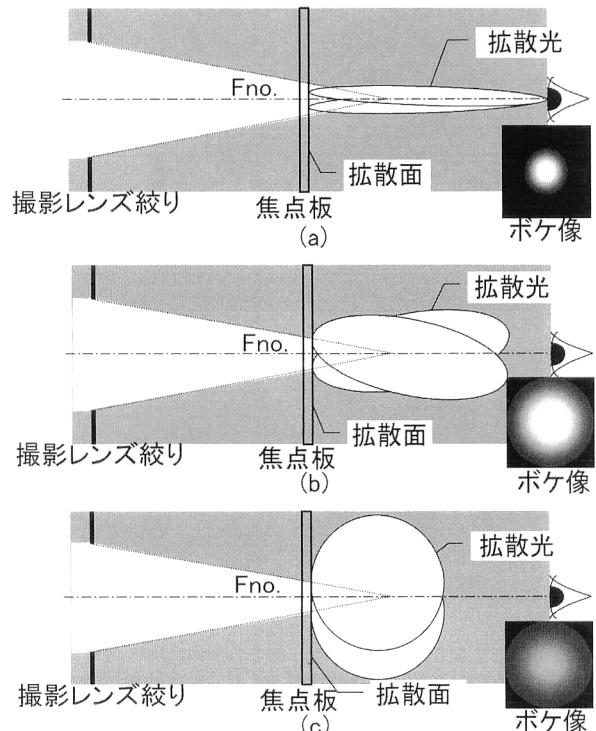
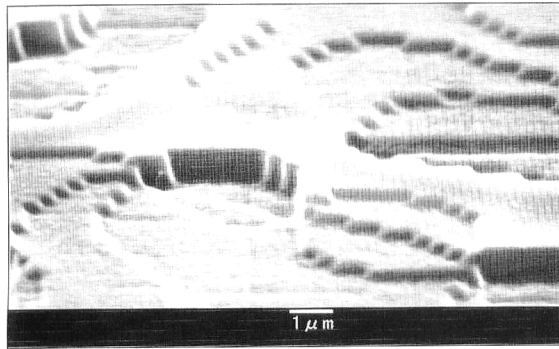


図1 拡散特性とぼけ像の関係。(a) 拡散性小、(b) 拡散性中、(c) 拡散性大。

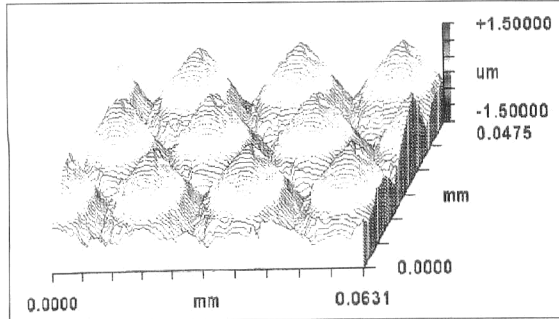
* (財)大阪科学技術センター先端光ファクトリー (〒594-1157 和泉市あゆみ野 2-7-1)
E-mail: omori@coeosaka.gr.jp

**ミノルタ(株)光技術部 (〒569-8503 高槻市桜町 1-2)

***ミノルタ(株)カメラ製品技術部 (〒590-8551 堺市大仙西町 3-91)



(a)



(b)

図2 表面形状比較。(a) CGH, (b) 従来焦点板。

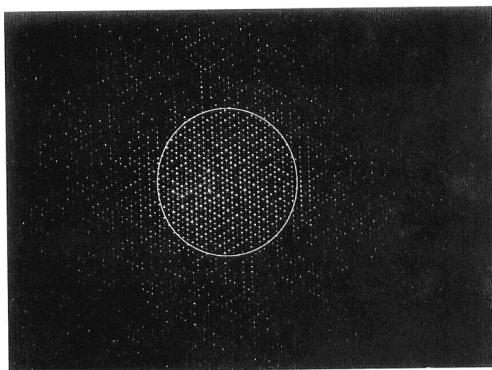
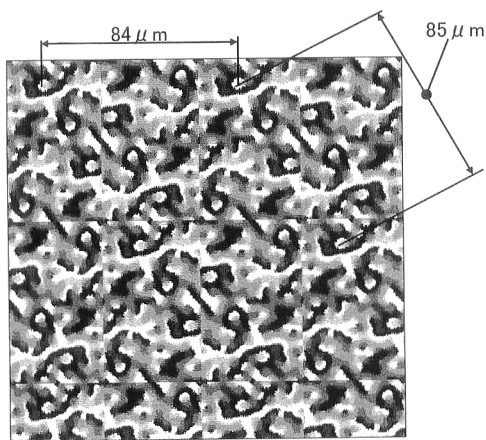


図3 ピクセル $0.33 \times 0.58 \mu\text{m}$, 高さ $1 \mu\text{m}$, 6レベル, サブセル $43 \mu\text{m}$, 2倍周期配列試作結果。(a) CGH配列, (b) 回折光。

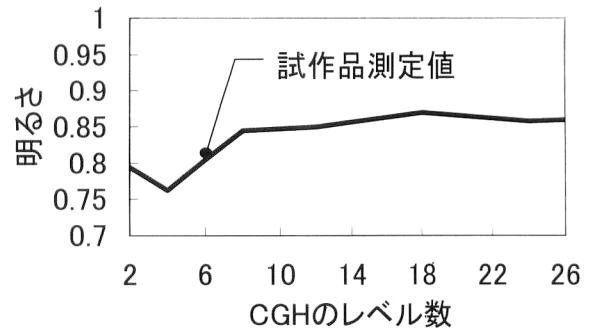


図4 CGHレベル数と設計Fno.に対する明るさ (RGB視感度重み平均)。

で、サブセルの大きさはそのまま、サブセルが並ぶ周期を大きくすることで回折角度間隔を小さくすることとした。図3(a)にCGH, 図3(b)に試作CGHによる回折光を示す。このCGHは2種類のサブセルを交互に並べることで2倍の周期間隔とした。それによる回折角度間隔は 0.4° であった。

このCGHを、ファインダーに装着して評価したところ自然なぼけ描写の焦点板であることおよび、像の乱れは許容できるレベルであることが確認された。

次に、レベル数とCGHによる明るさを図4に示す。6, 8レベルで明るさの改善が顕著である。レベル数を20程度にすることでCGHによる最大の明るさが得られることが予測される。図3のCGHを測定したところ、波長 $450 \sim 650 \text{ nm}$ における明るさが0.81と測定された。測定結果は計算結果ともよく一致する。

また、電子線描画装置による試作品を電鍍・成形を経て複製したところ形状および性能に顕著な劣化が発生しないことを確認した。

本研究は科学技術振興事業団・大阪府地域結集型共同事業の一環として行った。

文 献

- 1) V. Kotlyar and L. Doskolovich: *Iterative Methods for Diffractive Optical Elements Computation* (Taylor & Francis, London, 1997) pp. 11-39.

(2000年10月4日受理)