

液晶マトリックス投影露光時の階調制御による線幅均一性向上の検討

Improvement of Pattern Width Uniformity by Controlling Each Cell Transmittance in Liquid-Crystal-Display Matrix Exposure

○堀内 敏行、羽根石翔太、吉田有美香 小林宏史 (東京電機大学)

○Toshiyuki Horiuchi, Shota Haneishi, Yumika Yoshida, and Hiroshi Kobayashi (Tokyo Denki Univ.)

E-mail: horiuchi@cck.dendai.ac.jp

1. まえがき

最小線幅 10~100 μ mのパターンをレチクルレスで形成する簡便安価な露光装置として市販の液晶プロジェクタを用いたデスクトップ型の投影露光装置を開発した¹⁾。しかし、プロジェクタの内部に投影レンズ(マクロ撮影用投影レンズ)を設置したため、照明系とレンズとの光軸合わせが精確に行えず、露光面の照明むらが予想以上に大きかった。そのため、液晶の要素セル毎の階調制御により、露光フィールド内に均一にパターンを形成することを検討した。

2. 均一線幅パターンの形成

まず、液晶の全セルを白に指定して約 17.5mm×10mm の露光フィールド内の光強度 I の分布を測定し、光強度が最小となった左上隅の光強度 I_{min} で規格化した相対光強度 $I_n = I/I_{min} \geq 1$ を求めてマップを作成した。当初、液晶パネル上に指定するパターンの明セルの階調を $256/I_n$ に暗くすれば、明セルの光量が光強度分布に応じて補正され、線幅が均一化されると考えていた。しかし、たとえば、1:1 ライン&スペース(L&S)パターンを転写すると、暗くした I_n が大きい部分が予想に反してあまり暗くならなかった。この原因としては、全セル白に設定した照明光による相対光強度 I_n が感光光のみの相対光強度と異なる可能性、パターンサイズにより像パターンの光強度が異なり、大パターンで光強度を調べて階調を調整しても L&S パターンでは階調が

適正にならないこと、などが考えられる。

しかし、元々左上隅で $I_{min} \approx 0.5 I_{max}$ であり(I_{max} となったのは下辺右から 1/3 付近)、光強度の強い部分の階調をさらに下げることが好ましくなかった。そこで、逆に光強度が弱い部分で黒セルに若干の透過率を与え、光強度不足を補うことを考えた。 I_n の大きい部分では階調補正により明暗のコントラストが最初より落ちるため、 I_n の小さい部分で黒部に透過率を与えてコントラストを下げれば釣合うのではないかと考えた。その結果、図 1 に示すように、4pixel (37 μ m) L&S の線幅をほぼ均一とすることができた。

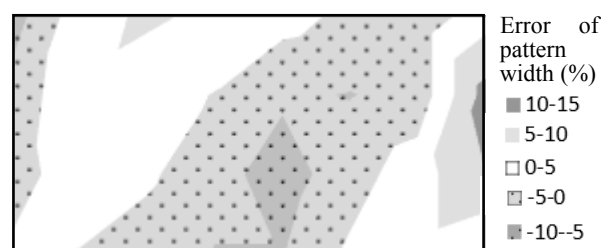


図 1 露光フィールド内のパターン線幅誤差の分布 (37 μ m L&S)

3. まとめ

液晶マトリックス投影露光の線幅均一化対策として黒部を含めた階調補正が有効であることが分かった。

本研究の一部は東京電機大学総合研究所一般研究課題 Q15T-03 として行った。

1) T. Horiuchi, S. Koyama, H. Kobayashi: Microelectronic Engineering, **141** (2015) 37-43.