

P-14

LED バックライト導光モジュールの高効率化

近雄介¹小林徹¹関根征士²大河正志²¹ (新潟大学大学院自然科学研究科)² (新潟大学工学部)

1.はじめに

白色 LED の開発以来、液晶ディスプレイは小型サイズ(携帯電話用)においてバックライトの光源が冷陰極蛍光管から白色 LED に置き換わった。一般的な LED バックライトは図 1 に示すように下面から反射シート、導光板、拡散シートおよびプリズムシート 2 枚で構成され、導光板の片端面に LED が取り付けられている。この導光モジュール上に液晶ディスプレイが設置される。

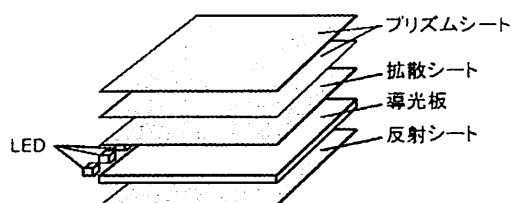


図1 LEDバックライトの構成

LED からの光は導光板全体に拡散される。反射シートは導光板からの透過光を導光板へ反射する。拡散シートは導光板からの光の強度ムラを改善する。プリズムシートは拡散シートからの入射光を均斉にして液晶ディスプレイへ導光する。

この LED バックライト導光モジュールの問題点は、LED からの出射光が各部材を透過するとき減衰することと、1 個あたりの LED の光束が少ないため、多数の LED が離散的に配置されることによって液晶ディスプレイ面に入射する光に強度ムラが生じ易いことである。

本研究の目的は、LED からの出射光を効率よく液晶ディスプレイ面へ導光することと、液晶ディスプレイ面の輝度ムラを抑制することである。そのために、液晶ディスプレイ面における輝度分布を解析するシミュレーションプログラムを開発し、シミュレーションによって各部材に最適な光学特性と表面の形状等を検討する。

まず各部材ごとのシミュレーションプログラムを作成し、それらを組み合わせて導光モジュール全体のシミュレーションプログラムを構築する。今回作成したプリズムシートのシミュレーションプログラムとシミュレーション結果について報告する。

2.シミュレーションプログラム

作成したシミュレーションでは図 2 に示すプリズムシートの中央の直線上(観測位置)の輝度を算出する。

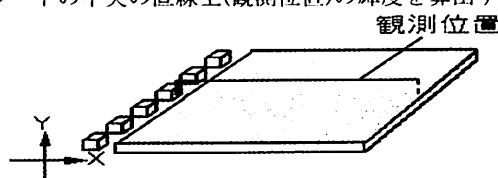


図2

プリズムシートは図3に示すような表面形状である。光線はプリズムシートの下面から入射して上面のプリズム層から出射する。追跡を繰り返して行い、観測位置に入射した光線の光束を観測位置ごとにし合わせることでプリズムシート上方の輝度分布を算出する。

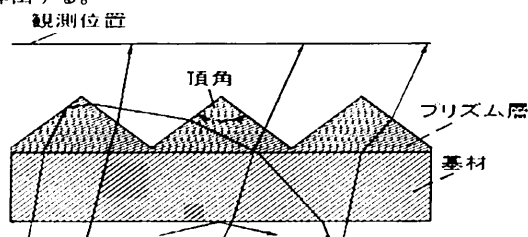


図3 プリズムシート内の光線追跡

なお、プリズムシートの下面から入射する光線は入射位置や入射角度が異なる。そのため、拡散シートからプリズムシートへ入射する光束が入射位置や入射角によってどのように異なるのかを把握する必要がある。そこで、図1の導光モジュールをプリズムシートを省いた構成にし、図4に示すように拡散シートの上にピンホール(直径:5mm)を設置して測定角 θ を 80° から -80° までX軸方向に 5° 間隔でピンホールからの出射光を測定した。なお、測定は中央の直線上の5ヶ所を行った。

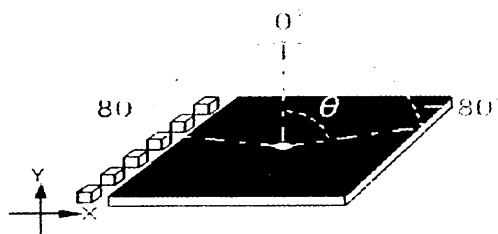


図4 測定装置

5ヶ所の測定結果のうち、一例として拡散シートの中央から出射した光の出射角度ごとの分布を図5に示す。

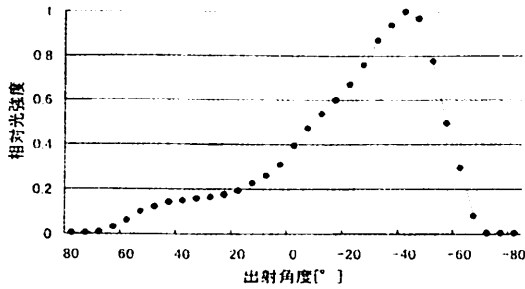


図5 測定結果

シミュレーションでは測定結果を、拡散シートから出射してプリズムシートへ入射する光線の光束とする。

3. シミュレーションの結果と考察

本シミュレーションの妥当性を検討するために実測値と比較する必要がある。図1の導光モジュールをプリズムシートを省いた構成にして図6に示すように中央の直線上以外を黒い板で覆い、出射光を測定した。

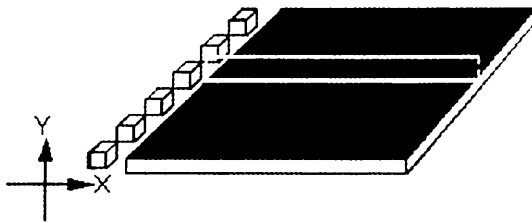


図6 測定装置2

比較の結果を図7に示す。なお計算値、実測値ともにプリズムシートの中心の輝度を1に規格化した。計算値、実測値ともにほぼ中央で光束の大きさがピークとなる山なりの軌跡を描いた。

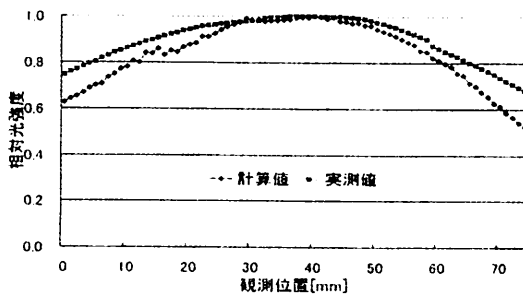


図7 計算値と実測値の比較

4. プリズムの頂角の検討

構築したシミュレーションを用いてプリズムシートの頂角を 10° ～ 170° まで変化させてシミュレーションを行った。シミュレーション結果の一例として頂角が 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° のときの結果を図8に示す。なお、最大値を1に規格化してある。

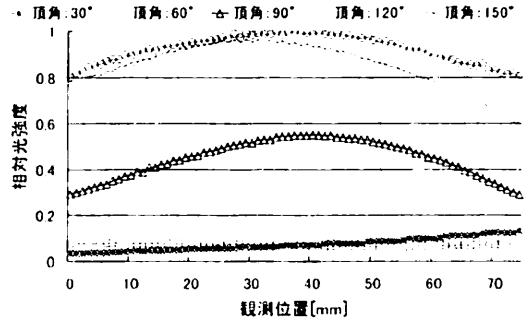


図8 プリズムの頂角を変えたときの結果

図8より、一般に使用されているプリズムシートの頂角(90°)より頂角が小さいときは輝度のムラが減少しているように見える。しかし実際は頂角が 30° のとき最大値は最小値の約4倍の大きさとなりムラが改善されたとはいえない。また、 90° に比べ、頂角が小さくなるにつれて全体的に輝度の値は小さくなり、頂角が大きくなるにつれて全体的に輝度の値は大きくなるのが分かる。この結果から頂角を 90° より大きくすることで導光効率が向上すると推測できる。ところで、プリズムシートは拡散シートから出射した光を液晶ディスプレイ面の正面に導光する役目を担っているの、頂角を変化させてもきちんと導光できているのかを確認する必要がある。よって、今後は光線がプリズムシートを出射する際の出射角度ごとの光束を算出し、導光について検討していく。

5. まとめ

LED バックライト導光モジュールの高効率化のために液晶ディスプレイ面における輝度分布を算出するシミュレーションプログラムの開発を目指している。本報告ではプリズムシートのシミュレーションを構築し、プリズムシートの頂角を変えてシミュレーションを行った。結果、頂角を 90° より大きくすることで導光効率が向上すると推測できる。今回は輝度分布のみを算出したが今後は光線がプリズムシートを出射する際の出射角度ごとの光束を算出し、集光について検討していく。