

低コストで高機能な発光サイン用導光板の開発

電子情報科 主任研究員 田中博樹

近年、導光板（側面から入れた光を拡散させ、表面に光を出す板）を均一に発光させてバックライトとして用いているのではなく、文字やロゴマークといった一定のパターンで発光するように加工し、導光板そのものを各種案内表示等に利用する発光サインの用途が増えている。本研究では、発光サイン用導光板の金型を安価に作製する技術を確認し、さらに光源照射方向により発光パターンを切り替えることができる導光板の実現を目指している。今年度の研究では、光学設計とシミュレーション解析により発光パターンを切り替える為の最適な導光板の表面形状を検討し、その検証実験を行った。シミュレーション解析により光源照射方向を変えたときの発光強度の比率が最大となる条件を見出した。また、検証実験でもシミュレーション解析と定性的に同様の結果が得られ、解析手法の妥当性を確認した。

1. 緒言

導光板は側面から入れた光を拡散させ、表面に光を出すアクリル板で、液晶ディスプレイのバックライト（以下、液晶バックライトという）や発光する看板のバックライト（以下、看板バックライトという）として主に用いられている。また、最近では、導光板表面を均一に発光させるのではなく、文字やロゴマークといった一定のパターンで発光するように加工し、導光板そのものを各種案内表示等に利用しているもの（以下、発光サインという）もある。

上記用途の中で、液晶バックライト用導光板で特に求められるのは、高輝度であることと均一な面発光であることである。また、大量生産が前提であるため、多数のV字溝を持った金型で射出成型を行い、表面に多数のプリズム構造を持つ導光板を製造するのが一般的である。

一方で、看板バックライト及び発光サイン用導光板の製造では、アクリル板にレーザーで多数の細かな傷を付ける方法がよく用いられている。また、看板バックライト用導光板の製造では、散乱体をインクジェット印刷する方法も用いられている。これは、看板バックライト及び発光サイン用導光板の生産量が液晶バックライト用導光板ほどは大量でないため、同様の方法で金型を作製してはコストが合わないためである。

しかしながら、一品物ではなくある程度の数量の看板バックライト又は発光サイン用導光板を製造する必要がある場合、上記のレーザー加工やインクジェット印刷では量産性が低いため、より量産性が高い製造方法の確立が求められている。

本研究では、金属板にレーザー加工を施すことで、

発光サイン用導光板の金型を安価に作製する技術を確認することを目的としている。これにより、従来手法と比較して低コストで発光サインの量産が可能となる。

また、発光サインを各種案内表示に使用する場合に、複数枚の導光板を用い、点灯させる導光板を切り替えることで表示内容（発光パターン）を変えるといった使い方もある。そこで、本研究では、光源照射方向により発光パターンを切り替えることができる導光板の実現も目指す（図1参照）。これが実現すれば、発光パターンの切り替えに必要な導光板の枚数を半減でき、材料減と製造時間の短縮によるさらなる低コスト化が可能となる。

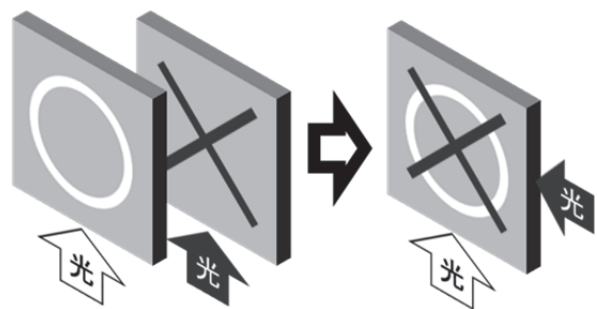


図1 光源照射方向によるパターン切り替えのイメージ

2. 研究内容と結果

本研究では、上記の目的を達成するために、以下の研究項目を実施する計画としている。①光学設計とシミュレーション解析により、発光パターンの切り替えに最適な導光板の表面形状を検討し、検証実験を行う。②上記の表面形状を形成できる金型の形状を検討し、

金型とする金属板に所望の加工跡を付けるためのレーザー加工条件を探索する。③金型を試作し、その金型を用いて所望の表面形状を安定的に形成できる加工条件を探索する。④発光パターン切り替え型導光板を設計・試作し、その機能を評価する。今年度は、上記①の研究項目を実施したので、その内容と結果を以下に詳述する。

本研究で試作する導光板は一定のパターンで発光させる必要があるため、表面に微小なドットを所望のパターンで配置していくものとした。また、導光板の材質はアクリルとした。

まず、導光板表面に形成するドット形状を検討した。一枚の導光板で発光パターンの切り替えを実現するには、アクリル導光板の側面に入射させる光の方向によって導光板表面の発光強度を大きく変化させるドット形状が必要となる。したがって、ドットの形状は単純な半球状ではなく、複雑な構造を持つことになる。このドット形状を検討するために、光線追跡法^{[4],[5]}によるシミュレーション解析を行った。解析に用いたソフトウェアはZEMAX（ZEMAX Development Corporation社製）である。

解析では、光の入射方向によって発光強度比が異なるようなドット形状を考案し、考案した形状の各部位の寸法を変化させたときの発光強度を計算した。次に、光の入射方向だけを90°変えて発光強度を計算し、入射方向変更前との発光強度比を求めた。計算結果の一例を図2に示す。部位によっては図2(a)のように寸法に比例して単調に増加した。しかし、あまり寸法を大きくすると微小ドットとはいえなくなり、自由に配置してパターンを形作ることができなくなる。そこで、最適条件を探索する際の寸法の上限は500 μm とした。他の部位では、図2(b)のように寸法に対して発光強度比が最大を持つような結果も得られ、主要な部位について計算を行った結果から、発光強度比が最大となる条件を見出した。

次に、検証実験を行った。検証には、考案した形状で各部位の寸法が異なるミクロンオーダーの微細なドットを有する複数の導光板サンプルが必要となる。そこで、本実験で用いる導光板サンプルはフェムト秒レーザーを用いた特殊加工により作製した。検証実験では、導光板サンプルの側面のある方向とそれと垂直な

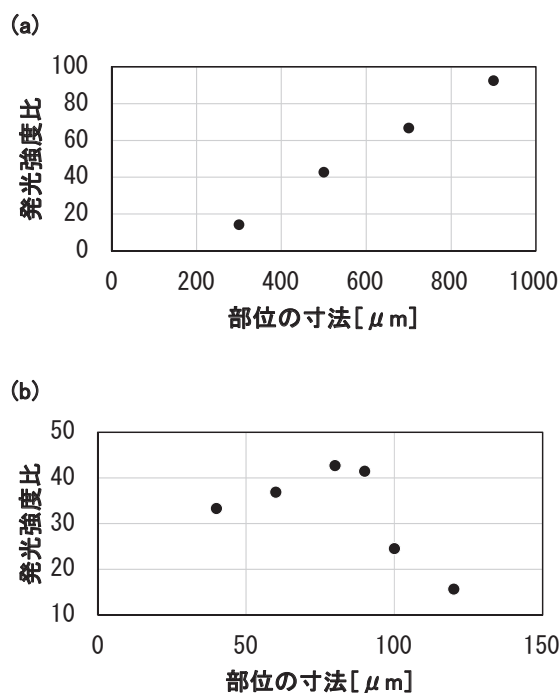


図2 微小ドット各部位の寸法を変えたときの発光強度比の計算結果の例

方向からLEDライトの光を入射させ、それぞれの入射方向での導光板表面からの発光強度を輝度計（トプコンテクノハウス製BM-7A）で測定した。その結果、入射方向による発光強度比がシミュレーション解析と定性的に同様の結果となり、解析手法の妥当性を確認できた。

3. 結 言

今年度の研究では、光源照射方向により発光パターンを切り替え可能な導光板を実現するために、光学設計とシミュレーション解析により最適な導光板の表面形状を検討し、併せて検証実験も行った。次年度は、その表面形状を形成できる金型の形状を検討し、レーザー加工により金型を試作する。また、試作した金型を用いて所望の表面形状を安定的に形成できる最適な成形条件を探索する。

参考文献

- [1] 草川徹：レンズ光学，東海大学出版会（1988）.
- [2] 牛山善太，草川徹：シミュレーション光学，東海大学出版会（2003）.