

# レンズ機能拡散板による 照明ムラの解消

関 英夫

LED照明機器には従来の光源と比べ小型、軽量、低電圧、低電流、長寿命など多くの利点がある。しかし同時に狭小点発光に起因する眩しさ、照明ムラ、スカラップ、マルチシャドー、色ムラ、レンズによる色収差など新たな問題も発生している。今回はこれらの問題を解決するのに有効なレンズ機能拡散板について紹介する。

## LSDによる照明ムラの解消

レンズ拡散板：LSD (Light Shaping Diffusers) (図1)はフィルムの表面にホログラムの干渉波面による微細な凹凸を転写し、その構造による屈折/回折作用により入射光を一定の角度に拡散させるものである。つまりホログラムの干渉縞をマイクロレンズアレイとして活用したものである。図2はLSDの拡散角度ごとの表面形状である。一般的なレンズと同様、曲率が大きいほど拡散角は小さく、曲率が小さいほど拡散角は大きくなる。ではレンズであれば集光効果もあるのではと思われるかもしれないが、仮に凸部が平凸レンズとして光を集光したとしてもレンズのごく近傍で集光するため、光は集光点より先では拡散光となる。凹部はそのまま拡散し、結果として凹凸とも拡散効果をもたらす。またこの凹凸は形状や配置がランダムであり、透過光はモアレ縞を生じない。

## LSDの機能と特徴

図3は照明ムラのある光源であるが図4はその前に5°拡散するLSDを配置した。中心部の暗部が改善され全体がほぼ一様の照度となる。分布はガウシアン状で中心部の照度ほど高く、周辺部ほど低くなっている。更に10°、20°、30°と拡散度の高いLSDをそれぞれ配

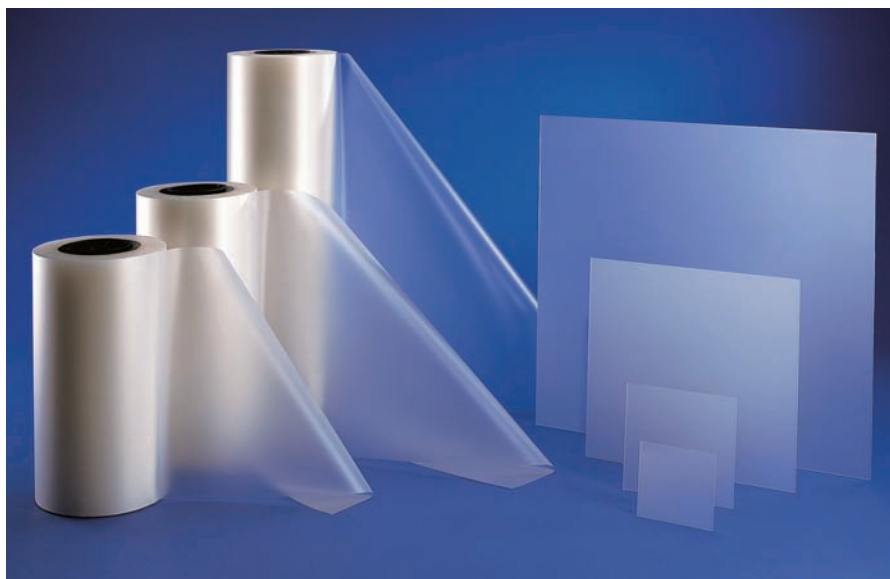


図1 レンズ拡散板:LSD

置すると照明範囲は拡散角に比例して大きくなる。このように照明光の必要とする範囲、照度および必要とする面内均一性をあらかじめ定め、もっとも適したレンズ拡散角を使用する事により、広げすぎず、照度を保ったまま分布を変更することができる。もちろん広げた分だけ単位面積当たりの照度は低くなるが、必要範囲外には照明しないことを考えると非常に効率的であると言える。

このLSDを使用する事により低出力LEDチップの採用、LED数の削減、省電力化、小型化、導入コストの低減、ランニングコストの低減などが図れ、

メリットは大きい。同時にLEDの発熱面からみても機器内温度上昇の緩和や対象物への熱影響の軽減などLSD導入の効果は大きい。

次に内照灯型照明機器に用いた場合を述べる。透過照明光源の面内均一性はLED自体の発散角に依存するが、LEDとLSDの間隔を若干離すことによりほぼ均一な分布を得ることができる。図5右上は2列ライン状LEDで、左下はその上にLSDを配置したものである。LEDのドットが消え、面光源となっている。このように透過照明光源用としても有効である。

楕円拡散LSDは、例えばウォールウ

オッシャー、棚下灯などで楕円形に拡散させスプレッド状に照明することができる。

レンズの屈折作用により光を制御するため赤、青などの単色のLED光をくすませることなくきれいに拡散、均一化する事ができる。演色性に優れたきれいな光源ができる。

LSDは一般的なレンズと同様、光の屈折作用により拡散させているため表面反射以外の減衰は起こらず基板自体とほぼ同じで高い透過率を有する。例えば10°拡散させるレンズ拡散角の透過率は約90%であり60%~70%の乳白板よりはるかに高い。拡散角の大きなLSDでは全反射現象により周辺部の光量は若干減少し、透過率は85%程度となる。

### 一般的な拡散板との違い

LSD表面のレンズは全面にくまなく微細でランダムに形成されているが、その形状はすべて曲面で形成されている。またこの曲面がレンズとして機能し光を屈折させる。これに対してバックライトなどで用いられるエンボス加工やケミカル処理により作られる一般的な拡散板は、表面に突起や無加工部分が存在する。透過した光は不規則に拡散されガウシアン分布とはならない。また全反射現象により拡散板内に留められる光も多く透過率は減少する。光学的な無加工部の光はそのまま直進し照度ムラを生じる。また一般的なマイクロアレイレンズは同一な形状、ピッチは規則性を有するためモアレ縞が生じやすく、照明光としては望ましくない。またランダムな形状とピッチを有するマイクロアレイレンズも製作可能であろうが光学設計が困難であり、更に製作費は通常のマイクロアレイレンズアレイと比べ高額となり実用

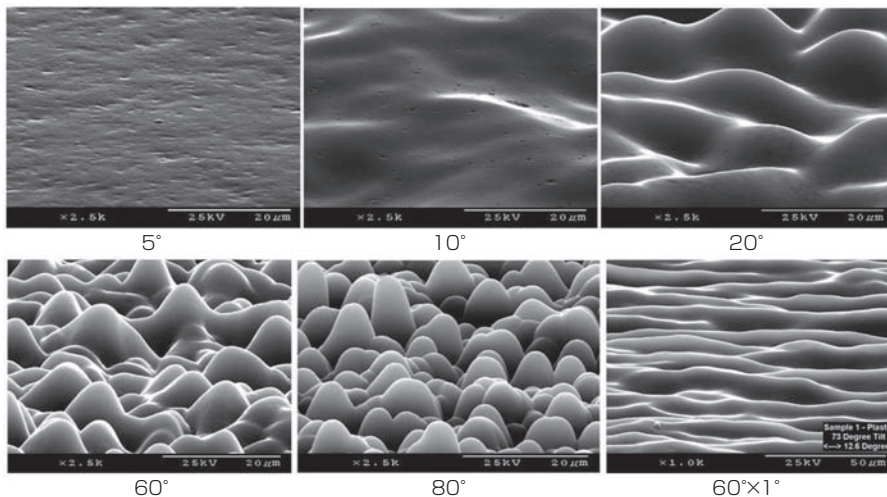


図2 拡散板の表面形状



図3 ムラのある光源



図4 5°拡散による照度均一化



図5 透過照明

コストを超える事が多い。

### 一般的な集光レンズとの併用

集光レンズを用い白色LEDの光を集光し照度を上げる場合、イエローリングの発生や紫色斑点の問題が生じる。これらの照射ムラや色ムラが解消できる。

図6の右側は一般的なレンズとLED光源の組み合わせによる照度ムラおよびイエローリングの発生した様子である。また左側はこのレンズの前に10°のLSDを配置し、このムラを解消して均一な照明光とした例である。使用するエリア外に広がる光が少なくLED光を有効に利用できる。

### 照明分野での高品位化要求に対応

冒頭にも述べたがLED一般照明機



図6 レンズ併用時の照明ムラ解消

器では、狭小点発光に起因する眩しさ、マルチシャドー、スカラップなど新たな問題が発生している。

マルチシャドーとは1次元に配置したLEDアレイの光の下に手をかざした時、複数の影が現れる現象を指す(図7、8)。2次元に配置しても同様の現象が起こる。従来の白色灯や蛍光灯では発光面が大きくまた光源が1個であった

ために問題とはならなかった。しかしLEDを光源とする場合は1個当たりの発光量は少なく、複数個配置する事が一般的である。このために生じるLED照明固有の問題である。このLEDアレイの前面にLSDを配置する事によりこのマルチシャドーが軽減でき、違和感のない照明が実現できる。

スカラップとは壁面に照射したダウンライトにより生じる貝殻模様のことであるが(図9、10)、白色LED光源では更にLEDに塗布された蛍光剤により生じる周辺部の色分布ムラも加えられる。このスカラップの照度ムラおよび色ムラもLSDにより改善することができる。

また最近ではダウンライトや街路灯など光源が目に入り易い灯具にもLED光



図7 マルチシャドー



図8 マルチシャドーの改善

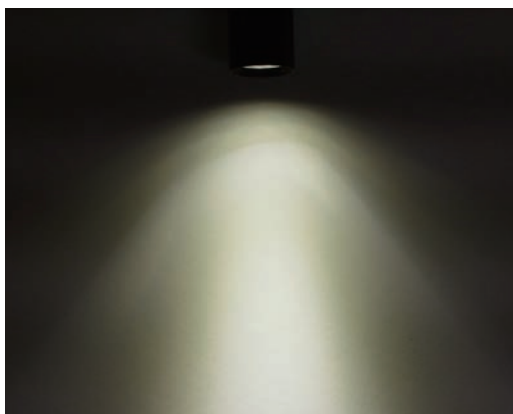


図9 スカラップ

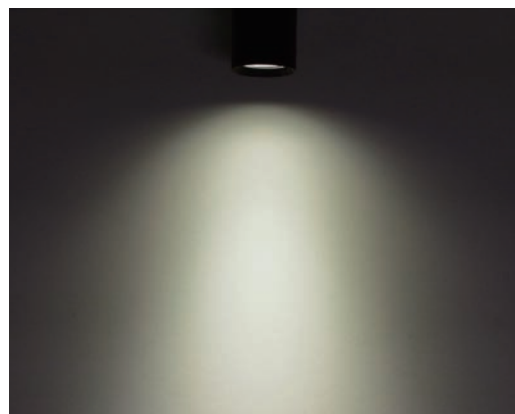


図10 スカラップの改善

源を用いることが多くその眩しさが問題となっている。特にLEDの発光点は小さいため単位面積当たりの輝度は高く、眩しさが大きな問題となる。その場合でもLED光源の前にLSDを配置することにより元の光源よりは大きな第2光源面となり単位面積当たりの輝度は大幅に下がり眩しさが軽減される(図11、12)。

### LSDの基板の種類

基板材料はポリカーボネイト、ポリエステル、アクリル、硝子、石英などのフィルム、あるいは板状であればいずれも加工可能である。またUV光用として365nm光が透過するUV用アクリル基板製レンズ拡散板もある。その他500℃の耐熱性を有し、200nmの紫

外光高透過する石英基板レンズある。

厚みは5mil(1mil=1/1000インチ、5mil=約0.125mm)から118mil(約3mm)の中から選択できる。最も一般的な基板は10mil(約0.25mm)厚のポリカーボネイト製である。

### LSDの角度

初期費の負担なしに使用できる拡散角度は円形拡散0.5°、1°、5°、10°、20°、30°、40°、60°、80°(FWHM:半値全角)で9種、楕円拡散は60°×1°を含め8種類と数多くありそれぞれの用途に合わせた選択が可能である。また在庫品のためすぐに入手することができる。

### 終わりに

このLSDの機能の確認や最適な角度

を選択するために12種類の拡散角を持つLSDが網羅された「評価キット」や、試作組込用として目的別に数種の拡散角を組み合わせた「試作キット」があるので活用されたい。また商業施設で多く用いられるハロゲン型LEDランプ(φ50mm)の前面に簡単に取り付けることが可能で照明光のエッジを滑らかにする。またスプレッド状に変換できる「レンズ拡散板:LSDライトチューナー」(図13、14)を発売したので利用願いたい。

このLSDは照明機器の高品質、高品位化に欠かせない光エレメントとして活用されている高光機能製品である。

#### 著者紹介

関英夫はオプティカルソリューションズの代表取締役および光機能製品開発プロデューサー。



図11 レンズ付きLED



図12 眩しさの低減



図13 装着例



図14 レンズ拡散板:LSDライトチューナー