

小型情報端末用LCDモジュール

桝山一郎・伊藤幸浩

要旨

小型情報端末用LCDに求められる外光環境下での視認性向上と低消費電力化に対して、弊社のコア技術であるSR-NLT（Super-Reflective Natural Light TFT）技術を用いた「SR-NLT採用LCD」と、高輝度化技術を用いた「高輝度透過型LCD」の2つのタイプでのアプローチとそれらを適用した製品を紹介します。

キーワード

●小型情報端末 ●液晶ディスプレイ ●SR-NLT技術 ●高輝度化技術 ●視認性 ●消費電力

1. まえがき

ネットワークの普及によるユビキタス情報社会の進展とともに情報端末の小型・高性能化が進んだことにより、小型情報端末は、携帯電話を始め、PDA、運送業・流通・金融・検針などで用いられる業務用端末、PND（Personal Navigation Device）など幅広い分野で利用されるようになりました。

これらの端末は、持ち歩きが可能なため屋内、屋外などの利用場所を選びません。そのためユーザインターフェースであるLCDは、あらゆる外光環境下で高い視認性を有することが求められます。またバッテリーで駆動しているため、バックライトの消費電力を抑えることも重要となります。

本稿では、外光環境下での視認性向上と低消費電力化に対して、弊社のコア技術であるSR-NLT（Super-Reflective Natural Light TFT）技術を用いた「SR-NLT採用LCD」、高輝度化技術を用いた「高輝度透過型LCD」の2つのタイプでのアプローチとそれらを適用した製品を紹介します。

2. 視認性と消費電力

2.1 外光環境下での視認性

透過型LCDは、屋内での表示性能は非常に優れている反面、屋外ではLCD表面にある偏光板が外光を受けるため、その反射光によって視認性が低下します。したがって屋外でも十分な視認性を得るには反射光を上回る輝度が必要であり、一般的に $500\text{cd}/\text{m}^2$ 以上は必要といわれています。一方、外光を光源とする反射型LCDは、屋外や周辺光の強い環境下での視認性は優れていますが、夜間や周辺光が少ない環境下においては輝度が低いため、十分な表示性能が得られません。

そのため、どのような外光環境下においても高い視認性を

持たせるため「SR-NLT採用LCD」と、 $500\text{cd}/\text{m}^2$ 以上の輝度を持つ「高輝度透過型LCD」の2つのタイプのLCDを製品化しました。

「SR-NLT採用LCD」は、バックライト（Backlight、以下B/Lと表記）を光源とする「透過モード」と周辺光を光源とする「反射モード」の両方を併せ持ったLCDです。夜間や屋内など、周辺光が少ない環境下ではB/Lを点灯して「透過モード」での表示を行い、逆に屋外など、周辺光が強い環境下ではB/Lを消灯して周辺光を利用した「反射モード」での表示を行うことができます。

「高輝度透過型LCD」は、透過型LCDの透過率を生かして、B/Lの発光効率を更に高めることで $500\text{cd}/\text{m}^2$ 以上の輝度を持たせたLCDです。各詳細については第3、4章で述べます。

図1は周辺光の明るさによって各LCDの視認性がどのように

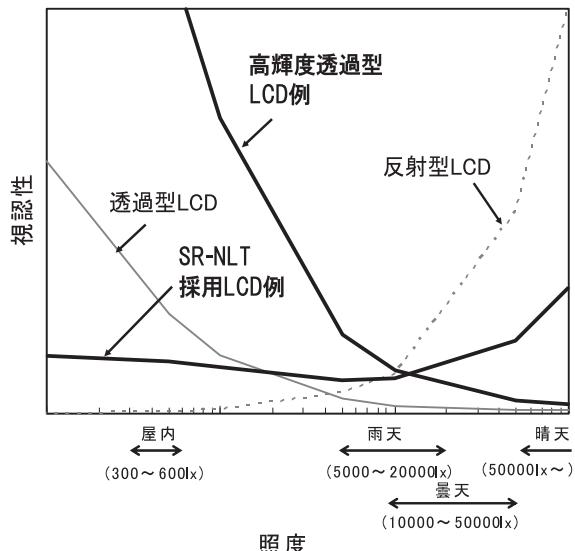


図1 各LCDの周辺光による視認性の変化イメージ

モジュール

小型情報端末用LCDモジュール

に変化するかを表しています。家庭のリビングや会社のオフィスなどの、いわゆる屋内環境においては透過型LCDや高輝度透過型LCDの視認性が高く、逆に、屋外のように周辺光が強い環境下では反射型LCDやSR-NLT採用LCDの視認性が高くなっています。

中でも、SR-NLT採用LCDは、透過型LCDと反射型LCDの特性を併せ持つため、また高輝度透過型LCDは透過型の弱点である屋外での視認性を高輝度化によって補っているため、あらゆる外光下において良好な視認性が得られています。

2.2 LCD方式と低消費電力化

「SR-NLT採用LCD」と「高輝度透過型LCD」があらゆる外光化において優れた視認性を持つことを述べましたが、次にこれらをどのように応用するかについて、もう1つの重要な課題である低消費電力化の観点から述べます。

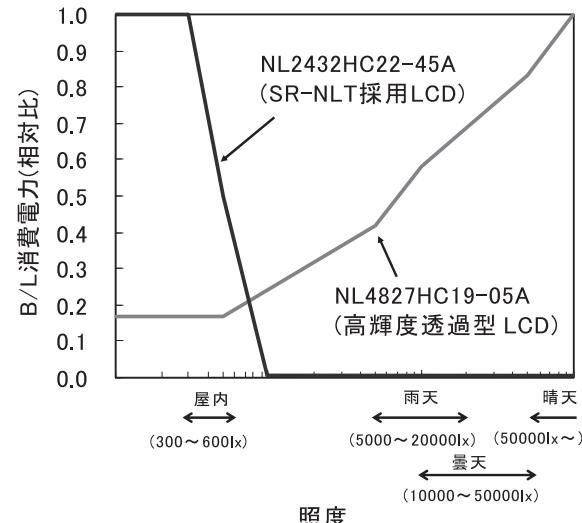
小型情報端末が幅広い分野で利用されていることは周知の通りですが、それぞれの用途によって利用される環境が変わってきます。例えば量販店で利用される決済端末では主に屋内で利用されますが、運送業や検針などで利用する端末は、主に屋外での利用が想定されます。

LCDモジュールにおいて消費電力に占める割合が最も大きい要素がB/Lですが、「SR-NLT採用LCD」と「高輝度透過型LCD」では利用される環境によってB/Lを使用する機会、つまりB/Lの消費電力が大きく異なります。

図2は使用環境とB/Lの消費電力について、SR-NLT採用LCDと高輝度透過型LCDとの比較を表しています。

屋内を主な使用環境とする場合、周辺光が期待できないため使用時間のほとんどをB/Lを点灯して使用することになります。そのため、少ないB/Lの光量でも明るい表示を得られる高輝度透過型LCDは、消費電力を抑えて使用することができます。一方、屋外の場合は、十分に周辺光が得られるため、SR-NLT採用LCDでは使用時間のほとんどをB/Lを消灯して使用でき、消費電力を抑えることができます。

このように用途によりSR-NLT採用LCDと高輝度透過型LCDを使い分けることによって、ユーザがより消費電力を抑えて使用することができる最適なディスプレイを提案することができます。以降に、SR-NLT技術による「SR-NLT採用LCD」、高輝度化技術による「高輝度透過型LCD」と、それらを応用した製品を紹介します。



※ 屋内:50~100cd/m²、雨天/曇天時:250~350cd/m²、晴天時:500cd/m²以上で使用した場合。

図2 外光下でのLCD方式によるB/L消費電力の比較

3. SR-NLT採用LCDの構造と動作

SR-NLT採用LCDの単位画素の断面構造を図3に示します。各画素は反射部と透過部から成っています。反射部は外部から入射される光を反射するため反射電極が形成されています。

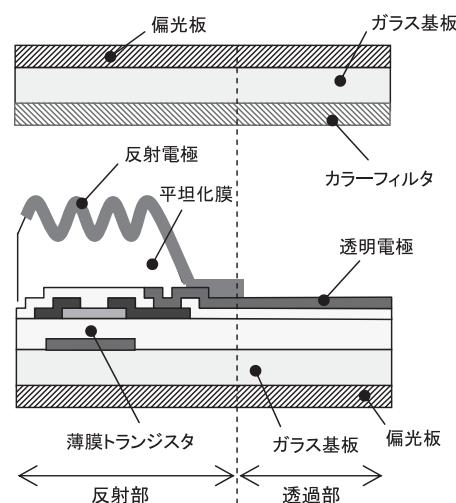
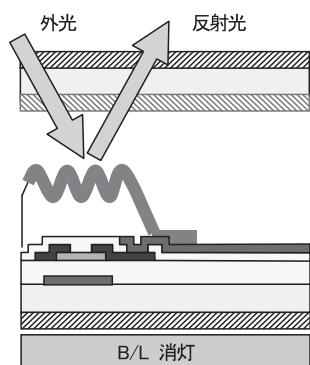
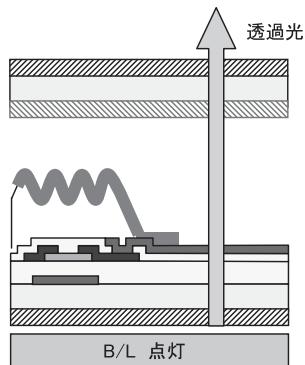


図3 SR-NLT採用LCDの構造



散乱反射にする必要があります、平坦化膜によって凹凸形状が作られています。透過部はITOから成る透明電極が形成されています。反射電極と透明電極には単位画素ごとに形成された薄膜トランジスタを介して信号電圧が印加されます。

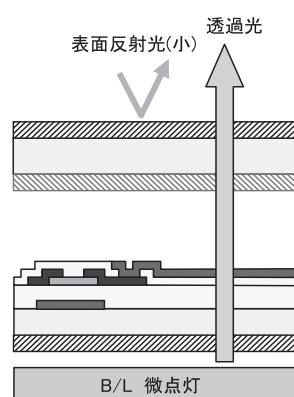
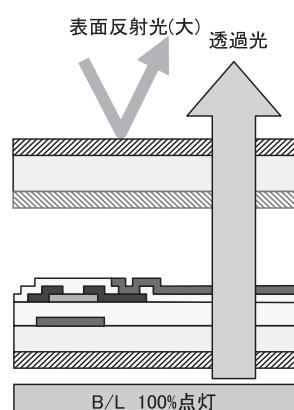
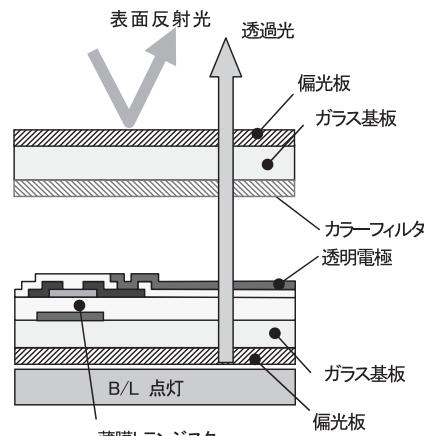
透過モードでは、透過部を利用してB/Lを光源として表示を行います（図4）。

反射モードでは、反射部を利用して外部からの光を反射電極で拡散反射させた光を光源として表示を行います（図5）。

そのため十分に周辺光が得られる場所ではB/Lを消灯し、少ない消費電力で使用することができます（図2）。

4. 高輝度透過型LCDの構造と動作

透過型LCDは、周辺光がある場所では図6に示すように偏光板表面での反射光があるため、反射光が強い屋外ではB/Lからの透過光が少ないと視認性が低下します。



モジュール

小型情報端末用LCDモジュール

高輝度透過型LCDでは、高発光効率のB/Lを組み合わせて、透過光が表面反射光を上回る輝度にすることで、屋外でも十分な視認性を持つようになっています（図7）。

更に屋内の表面反射光が少ない環境では、B/Lの電流を下げた微点灯の状態でも十分な輝度があるため、非常に少ない消費電力で使用できます（図8）。例えば、前述の図2の製品例では最大輝度時の20%以下に抑えることができます。

5. 「SR-NLT採用LCD」及び「高輝度透過型LCD」の製品紹介

5.1 SR-NLT採用製品の紹介

ここでSR-NLT技術を採用した製品「NL2432HC22-45A」（表1）を紹介します。本製品は、反射モードでの視認性を高めるため反射部の面積比を高くし、16%という高い反射率を実現しました。さらに反射電極には、どのような位置に光源があっても表示の正面輝度が高くなるように光学設計を行った弊社独自の凹凸形状を新たに開発し採用しました。図9は視野角による反射率の変化を表しています。視点の角度が変化しても反射率がほぼ一定であることが分かります。

表1 「NL2432HC22-45A」の製品仕様

| 項目 | 仕様 |
|------------|-----------------------------------|
| 画面サイズ | 3.5型 |
| 画素数 | 240 × RGB × 320 |
| 画素ピッチ | 0.2235 × 0.2235mm |
| 表示色数 | 26万2,144色 |
| 輝度 | 100cd/m ² (IL=20mA時) |
| 反射率 | 16% |
| コントラスト比 | 150:1(透過モード) 20:1(反射モード) |
| 色度域(NTSC比) | 40% |
| 消費電力 | 50mW(パネル) 512mW(B/L)(IL=20mA時) |
| 製品外形 | 63.5(H) × 85.0(V) × 3.0(D)mm |
| その他 | コントローラ内蔵 DC/DC内蔵 |

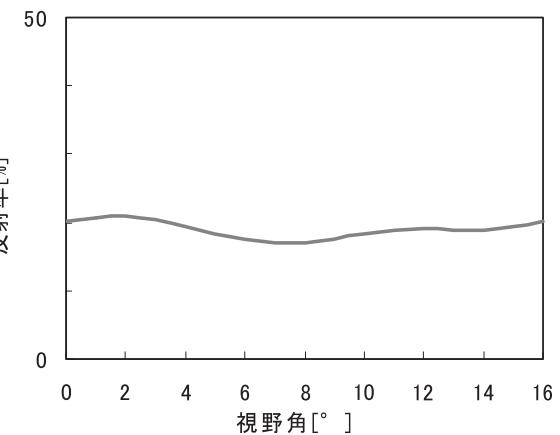


図9 NL2432HC22-45Aの反射特性

5.2 高輝度化技術採用製品の紹介

次に高輝度化技術を採用した製品「NL2432HC17-07A」（表2）、「NL4827HC19-05A」（表3）を紹介します。

これらの製品は、B/Lに高発光効率のLEDを採用し、それぞれ550cd/m²、600cd/m²と屋外での使用に耐えうる高輝度を実現しています。

表2 「NL2432HC17-07A」の製品仕様

| 項目 | 仕様 |
|------------|-----------------------------------|
| 画面サイズ | 2.7型 |
| 画素数 | 240 × RGB × 320 |
| 画素ピッチ | 0.171 × 0.171mm |
| 表示色数 | 26万2,144色 |
| 輝度 | 550cd/m ² (IL=18mA時) |
| コントラスト比 | 550:1 |
| 色度域(NTSC比) | 50% |
| 消費電力 | 36mW(パネル) 288mW(B/L)(IL=18mA時) |
| 製品外形 | 50.54(H) × 68.62(V) × 2.6(D)mm |
| その他 | コントローラ内蔵 DC/DC内蔵 |

表3 「NL4827HC19-05A」の製品仕様

| 項目 | 仕様 |
|------------|-----------------------------------|
| 画面サイズ | 4.3型 |
| 画素数 | 480 × RGB × 272 |
| 画素ピッチ | 0.198 × 0.198mm |
| 表示色数 | 1677万7,216色 |
| 輝度 | 600cd/m ² (IL=20mA時) |
| コントラスト比 | 500:1 |
| 色度域(NTSC比) | 60% |
| 消費電力 | 87mW(パネル) 512mW(B/L)(IL=20mA時) |
| 製品外形 | 105.5(H) × 67.2(V) × 3.8(D)mm |
| その他 | コントローラ内蔵 DC/DC内蔵 |

6. むすび

外光環境に適応できる視認性を確保しながら消費電力とのバランスをとるため、ユーザの用途に応じて「SR-NLT採用LCD」と「高輝度透過型LCD」の両極面からの提案をしてきました。今後はSR-NLT技術、高輝度化技術をベースに輝度効率、反射率、コントラスト比を更に向上させ、多彩なユーザのニーズに対応できる製品の展開に取り組んでいきます。

執筆者プロフィール

柄山一郎
NEC液晶テクノロジー
技術本部
モジュール設計部
技術マネージャー

伊藤 幸浩
NEC液晶テクノロジー
技術本部
モジュール設計部
主任