

輝度2倍を実現する新規反射透過型LCD

佐藤 孝 渡辺 寿史 柴田 諭 友利 拓馬 鳴滝 陽三 伊藤 康尚 岡元 謙次

ディスプレイ技術開発本部 表示技術研究所

原論文

“Novel Transflective LCD with Microlens Array to double the brightness” 2007 SID International Symposium Digest of Technical Papers. Volume XXXVIII Book II P1274-1277

近年、携帯電話市場の急速な拡大に伴い、携帯電話機の高機能化が進められてきた。これらの高機能携帯電話機に搭載されるLCDには、高解像度・高色再現範囲・高輝度・低消費電力・太陽光下での視認性が要求されているが、これらの要求をすべて満たすLCDの開発には至っていない。例えば、透過型LCDでは、太陽光下で良好な表示を得るには、周囲光の明るさに比例してパネル輝度を上げる必要があり、長時間の使用に適さない。また、画素内に反射領域と透過領域を持つ反射透過型LCDでは、反射領域を広くすることで太陽光下でも低消費電力で良好な表示を得る反面、透過領域が狭くなり屋内で透過型と同じ輝度を得るには、バックライト輝度を上げる必要があり、消費電力の増大に繋がるといった問題があった。今回、我々は、マイクロレンズアレイを用いた新規反射透過型LCDが、以上の問題を解決することを見出したので報告する。

図1に開発した新規LCDの断面図を示す。新規LCDと従来の反射重視の反射透過型LCDとの違いは、高指向性バックライト(BL)を採用している点と、TFT基板とBL側円偏光板*1の間にマイクロレンズを配置している点である。このような構成にすることで、反射電極で遮断されていたBL光が図のように効率良く透過開口部を透過することになる。図2に各画素の上面図を示す。図のように開口部を略デルタ配置とすることで、マイクロレンズを最密に充填することができ、光利用効率が向上することになる。図3に試作したマイクロレンズのSEM*2写真を示す。マイクロレンズ作成には、透過開口部との位置精度・高い充填率・レンズ形状の設計自由度・大型基板での一括作成による低コスト化を実現するためにフォトリソ工程を採用している。

次に高指向性BLについて説明する。高指向性BLは、LED、導光板、プリズムシートで構成されている。図4はそれぞれのBLの法線方向からの各極角に対する光束量を示している。この図から、高指向性BLは、レンズにより透過部へ集光可能となる光量の割合が従来BLより飛躍的に向上していることが理解できる。よって、この高指向性BLからの射出光は効率良く透過開口部に集光され、レ

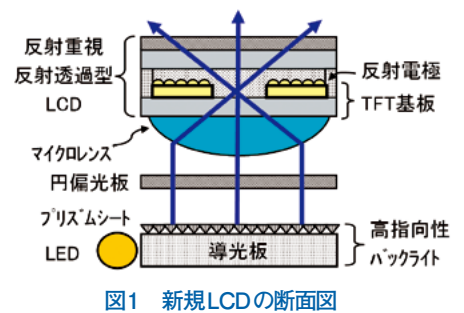


図1 新規LCDの断面図

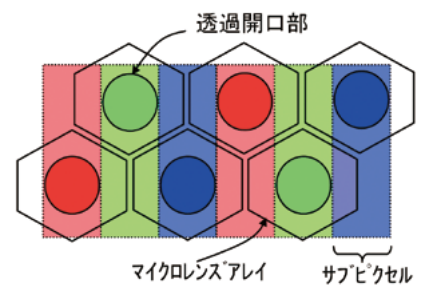


図2 新規LCDの画素上面図

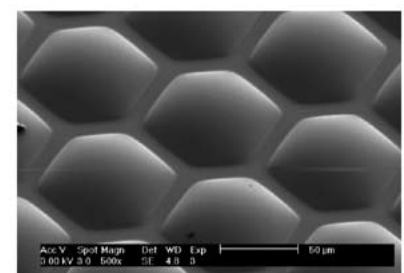


図3 マイクロレンズのSEM写真

***1 円偏光板**

偏光板に $\lambda/4$ 波長板を、主軸を 45° ずらして重ね合わせた偏光板のこと。円偏光板を反射板に置くと黒くなる。この現象を液晶に用いて、白黒の反射表示を行っている。

***2 SEM**

走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope) の略。光より波長の短い電子線を試料に照射して観察するため、数nmの解像度が得られる。

レンズがない状態に比べて2倍の透過光量となる。

表1に試作した透過開口率20%の2.2型QVGAパネルと従来のBEF*3直交BLを用いたときのパネル特性の比較を示す。新規LCDはBL消費電力144mWで200cd/m²となり、実に従来方式に対して2倍の輝度を達成することができた。単純に輝度を2倍にするだけなら、BLの指向性を上げる、すなわちBLの半値輝度角を狭くすることで達成できるが、新規LCDでは光の利用効率を2倍にすることで輝度2倍を達成しているため、図5で示した等輝度図も従来LCDとほぼ同等となる。また、反射重視の反射透過型LCDを

採用しているのも、パネル反射率も7%と高い。これは屋外での周囲光が20,000lxのときにBLを消灯してもパネル輝度440cd/m²を達成する反射率であり、屋外でも鮮明な画像を楽しめることを意味する。図6には実際の屋外と屋内での試作パネルの表示画像を示す(屋外ではBL消灯、屋内ではBL点灯)。

以上のように反射重視の反射透過型LCDにマイクロレンズを配置し、高指向性BLを採用することで、高反射率を維持しながら、透過輝度を向上することが可能となり、屋外・屋内で良好な視認性を低消費電力で実現することが確認できた。

*3 BEF
輝度向上フィルム (Brightness Enhancement Film) の略。頂角90°のプリズムが形成されており、光源からの拡散光を正面方向に集光し輝度を上昇することができる。直交に2枚使用した場合、正面輝度は拡散BLに対して2倍になる。

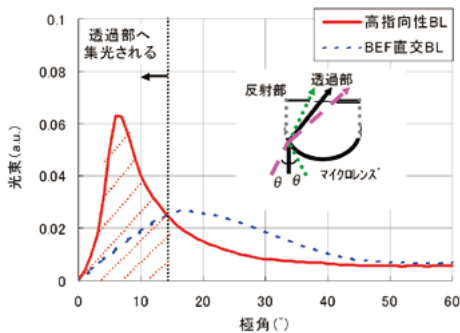


図4 各BLの光束の極角依存性

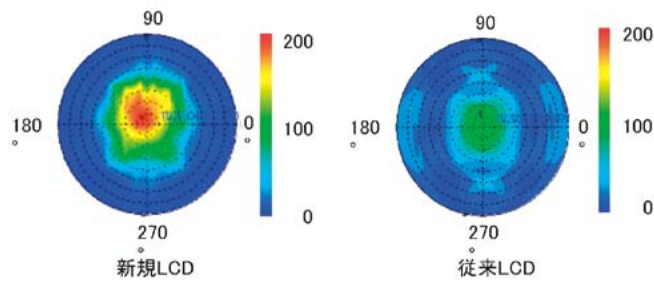


図5 新規LCDと従来LCDの等輝度図

表1 新規LCDと従来LCDの特性比較

	新規LCD	従来LCD
ディスプレイサイズ	対角2.2インチ	
精細度	240(水平)×RGB×320(垂直)	
画素ピッチ	46.5(水平)×139.5(垂直)μm	
透過開口率	20%	
バックライト	高指向性	BEF直交
BL消費電力	144mW	
輝度 (NTSC比u'v': 56%)	200cd/m ²	100cd/m ²
反射率 (NTSC比u'v': 9.4%)	7%	



(a) 0lx(BL点灯) (b) 20000lx(BL消灯)

図6 屋内・屋外での試作品の表示 (a) 0 lx (b) 20,000 lx下