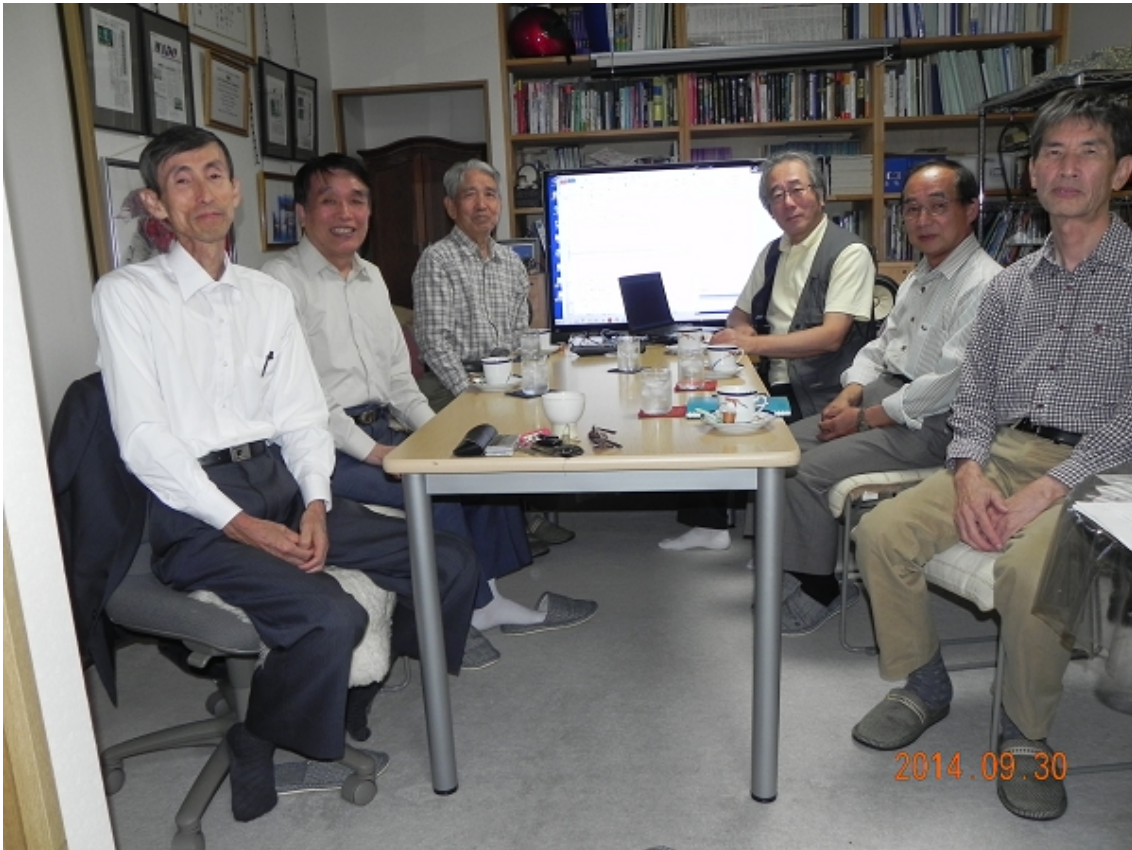


第41回 CIS研究所パートナー会 議事録

日時 2014年9月30日(火) 13時～ 17時

場所 CIS会議室

- 1) サロン 講師 山本 洋一
「ディスプレイのキーワード Now」



会議風景

ディスプレイの用途

現在数多く使用されているディスプレイは大きく分けて、テレビ用途と一般表示装置としてのモニターと呼ばれているカテゴリーに分けられている。

テレビ

モニター

パブリック・ディスプレイ

看板

スペシャリティ・ディスプレイ

多画面、壁

今回の話題は、現在一般的に使われている、フラットパネル・ディスプレイに焦点を当てている。

表示装置の研究開発に強く関与している学術誌、映像情報学会誌のここ数年の取り上げられているキーワードは次のようになっている。

(註: 歴史的にテレビを原点とした研究グループの機関雑誌、旧テレビジョン学会誌は液晶を中心とするフラットパネルディスプレイの出現により、テレビ以外の用途となる表示機器についても、その研究対象と枠を広げ、映像情報学会誌へと発展してきたいきさつがある。)

Keywords you should know. 第102回

知っておきたいキーワード

量子ドットディスプレイ

(正会員) 都築俊満[†]

[†] NHK放送技術研究所 新機能デバイス研究部

"Quantum Dot Displays" by Toshimitsu Tsuzuki (Science & Technology Research Laboratories, NHK, Tokyo)

キーワード: 量子ドット, ディスプレイ, 色域, 色純度

(映像情報学会誌、2014年9月号より転載)

以下、最近の3年間、学会の取り上げたキーワードである。

ハイライトはモニターに関連するキーワード

算術符号化 2012年01月号掲載

色空間とは 2011年12月号掲載

SON(Self Organizing Network) 2011年11月号掲載

メタマテリアル 2011年10月号掲載

Deep Color 2011年09月号掲載

ホワイトスペースとは 2011年08月号掲載

SPL(Software Product Line) 2011年07月号掲載

OCW(Open Course Ware) 2011年06月号掲載

モバイルARプラットフォーム ~セカイカメラ/セカイカメラ ZOOM~
2011年05月号掲載

HTML5 2011年04月号掲載

チャンネルリパック 2011年03月号掲載

チャンネルリパック 2011年03月号掲載

スマートグリッドとは 2011年02月号掲載

光コヒーレントモグラフィ 2011年01月号掲載

サリエンシーディテクション 2010年12月号掲載

サイドチャンネル攻撃 2010年11月号掲載

著作隣接権 2010年10月号掲載
可視光通信 2010年09月号掲載
LTE 2010年08月号掲載
技術経営(MOT) 2010年07月号掲載
DTN 2010年06月号掲載
LED バックライト 2010年05月号掲載
ハプティックインターフェース 2010年04月号掲載
HDMI 2010年03月号掲載
エネルギーハーベスティング 2010年02月号掲載
人工無脳(会話ボット) 2010年01月号掲載
アプリケーションレイヤマルチキャスト 2009年12月号掲載
固視微動 2009年11月号掲載
超解像技術 2009年10月号掲載
モーションキャプチャ 2009年09月号掲載
ビデオアノテーション 2009年08月号掲載
フレキシブルディスプレイ 2009年07月号掲載
BMIとBCI ～究極のヒューマンインターフェース～ 2009年06月号掲載
透明回路 2009年05月号掲載
ダビング10 ～デジタル放送の新コピー制御技術～ 2009年04月号掲載
MPEG-4ALS 2009年03月号掲載
CAD(コンピュータ支援画像診断)技術 2009年02月号掲載
ベイズ確率 2009年01月号掲載
TPEG 2008年12月号掲載
デジタルサイネージ ～古くて最も新しい映像メディア～ 2008年11月号掲載
4:4:4と4:2:0 2008年10月号掲載
映像文法 2008年09月号掲載
セカンドライフ 2008年08月号掲載
カプセル内視鏡 2008年06月号掲載
映像の自動要約技術 2008年05月号掲載
NGN 2008年04月号掲載
多視点映像符号化 2008年03月号掲載
QoE(Quality of Experience) 2008年02月号掲載
Cell 2008年01月号掲載
ホログラフィ 2007年12月号掲載
DVD ダウンロードディスク 2007年11月号掲載
フロントサラウンド 2007年10月号掲載

倍速って何? ～CD,DVDにおける高速化～ 2007年09月号掲載

映像酔い 2007年08月号掲載

電子透かし 2007年07月号掲載

緊急警報放送 2007年06月号掲載

バーチャルスタジオ 2007年05月号掲載

階層符号化(スケーラブル符号化) 2007年04月号掲載

液晶ディスプレイ 2007年03月号掲載

MPEG-7 2007年02月号掲載

光ファイバ無線(RoF) 2007年01月号掲載

FMCを実現する技術:IMS 2006年12月号掲載

MIMO 2006年11月号掲載

IPv6 2006年10月号掲載

メタデータ 2006年09月号掲載

ITS 2006年08月号掲載

STB 2006年07月号掲載

H.264 ってなんですか 2006年06月号掲載

DTCP IP 2006年05月号掲載

DVD 2006年04月号掲載

ICタグ 2006年03月号掲載

IP電話 2006年02月号掲載

インターネット放送 2006年01月号掲載

ここでは、最近話題としてディスプレイの専門家以外の、一般ユーザー向けの資料や商品カタログの中にも出現するキーワードをいくつか選び、代表的な量子ドットディスプレイについてまとめてみる。

高性能のディスプレイにの映像品質に関し、画素数が大きな影響を与えることから、主要な性能の一つとして延べられることが多い。

ハイデフィニションテレビ	1920x1080p	現在テレビの標準となっている。
4K	3840x2160	現在、試験放送中。一般に放送されていない。
8K	7680x4320	NHK が世界をリードしている、スーパーハイビジョン

このほか、4K の仲間には、映画界の存在がある。

映画製作会社の業界団体「Digital Cinema Initiatives(DCI)」が制定した 4096x2160 ピクセルの「DCI 4K」という規格もあるので、おおよそ 4000x2000ピクセル前後の動画像の規格はすべて 4K と呼んでいる。縦方向も含めた「4K2K」という言い方もある。

Key Words

量子ドットディスプレイ :

液晶ディスプレイの、バックライト部分即ち高原に、量子ドット発行体を使ったディスプレイのことである。…… とこのように説明されても、今一つ釈然としない。理由は、聞きなれない言葉でいくら説明されても、理解は進まない。ここでは、映像情報学会誌、2014年9月号に掲載されている説明を使わせてもらうことにする。

<p>まえがき</p> <p>テレビ放送のデジタル化、フラットパネルディスプレイの技術革新などによって、誰もが美しい映像を楽しめるようになりました。テレビ、液晶モ</p>	<p>ニタなど、ディスプレイの性能を表す指標の一つとして、表現できる色の領域(色域)の広さが挙げられます。表現可能な色域が広いほど、自然界に存在する色をより忠実に表すことができます。ディスプレイの広色域化に向け、</p>	<p>さまざまな方法が検討されています。最近、量子ドットという材料を用いることで、広い表示色域を実現した液晶テレビが販売されるようになりました。ここでは、量子ドットディスプレイについて解説します。</p>
--	--	--

なぜ、量子ドットを使うかの説明がある。

<p>ディスプレイの色再現領域</p> <p>色を数値で表現するため、色度図というものを用いられます。代表的なものに 図 1 に示すような CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, 国際照明委員会)により定められた CIExy 色度図があります¹⁾ ²⁾ 馬蹄形の外端の数字は、単波長光源の波長を示しています。世の中に存在するすべての色は馬蹄形の中に入っていて、大まかには、左下が青、上が緑、右下が赤の領域となっています。馬蹄形の内側の三角形は、現行 HDTV と SHV (スーパーハイビジョン) の規格の色再現領域を表しています。三角形の頂点は、それぞれの規格の三原色</p>	<p>(青、緑、赤)に相当し、三角形の内側がその規格で表現できる色ということになります。個々のディスプレイの表示色域も色度図上で表すことができます。ディスプレイの三原色の位置をできるだけ広げて三角形を大きくすると、より広い範囲の色を表現できることとなります。そのためには、三原色の発光ピーク波長の最適化とともに色純度の向上が必要となります。色純度の向上は、発光スペクトルの半値幅を狭くして、色度座標を馬蹄形の縁に近づけることに相当します。したがって、半値幅の小さい光源(発光材料)の開発が、広色域ディスプレイ実現のための重要課題となります。</p>	
--	--	--

図 1 CIEx, y 色度図

そこで、いよいよ、量子ドットの中身の説明に入る。

量子ドット

量子ドット

量子ドットは、サイズが数nm～十数nm程度の半導体微結晶からなる材料です。サイズがボーア半径程度であるため、電子正孔対(励起子)の閉じ込めによりエネルギーレベルが離散化し、サイズが小さくなるにつれてバンドギャップが大きくなるというユニークな特徴を有しています³⁾。量子ドットは、ディスプレイ、LED、レーザー、太陽電池などの材料として注目を集め、国内外で研究開発が行われています。作製方法には、半導体の微細加工によるものと結晶成長によるものがあります。結晶成長により作製する量子ドットのうち、液相中の化学合成によって得られる材料をコロイダル量子ドットといいます。以下、コロイダル量子ドットについて説明します。図2(a)に示すように、コアとよばれるCdS(硫化カドミウム)やCdSe(セレン化カドミウム)などの半導体微結晶の表面に、リガンドとよばれる髭のような炭化水素が結合した構造をしています。図2(b)に示すように、コアの周りを別の半導体からなるシェル層で

取り囲んだコア/シェル型の材料もあります。リガンドは、コアまたはシェル表面に存在する不安定な部分(非結合手:ダンダリングボンド)をなくし、水あるいは有機溶剤への溶解性や分散性を高める役割があります。先述のように、量子ドットはコアのサイズにより半導体のバンドギャップが変化するため、ディスプレイ材料として極めて有利な光学特性を示します。つまり、コアサイズが大きくなると発光スペクトルが長波長シフト、小さくなると短波長シフトし、サイズ制御により紫外

～可視光～赤外の広い波長領域で発光波長を自在にチューニングすることが可能です。さらに、サイズのばらつきを小さくすると、発光スペクトルの半値幅が小さくなるため、色純度の高い発光材料となります。コアのサイズおよびそのばらつきは、量子ドット合成時の温度や時間、原料の種類などによって制御することができます³⁾。半値全幅(Full Width at Half Maximum, FWHM)が約30nmの極めて先鋭な発光スペクトルを示す材料が報告されています⁴⁾。

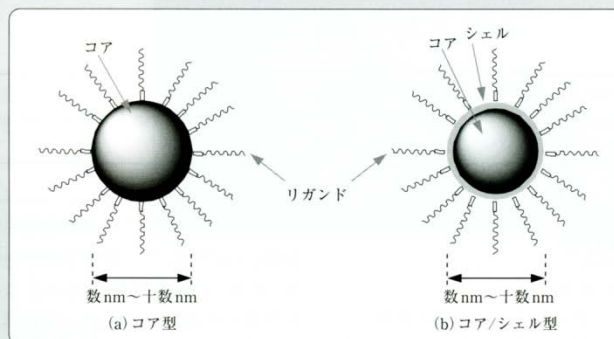


図2 コロイダル量子ドットの構造

要約すると:

- 量子ドットはサイズが数nm～十数nm程度の半導体微結晶
- サイズが小さくなるとバンドギャップが大きくなる(ユニークな性質)
 - ⇒ コアサイズが大きくなると発行スペクトルが長波長にシフト、小さくなると短波長にシフトし、紫外線～可視光～赤外線と発光波長を自由にチューニングできる！！

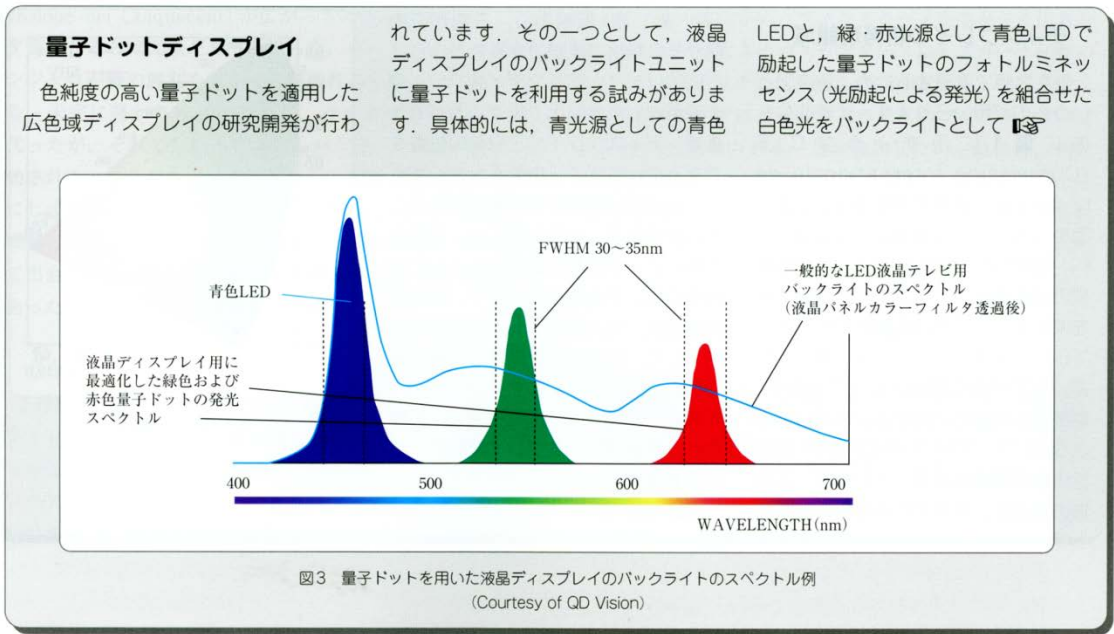
量子ドットをつかった光源をバックライに使うメリットは……

結論から言うと

- 表示装置の表すことのできる範囲が広くできる。
- 消費電力がやく20%削減できる。

これらの証明は、割愛する。

量子ドットディスプレイ:



746 (68)

映像情報メディア学会誌 Vol. 68, No. 9 (2014)

用いています。図3に、量子ドットを用いたバックライトのスペクトル例を示します。一般的なLED液晶テレビのバックライトのスペクトルに比較して、量子ドットを用いた液晶ディスプレイでは、緑色・赤色のスペクトルが極めて先鋭になっています (FWHM 30~35nm)。この液晶ディスプレイの色再現領域を色度図で表すと、図4のようになります。量子ドットを用いた液晶ディスプレイでは、一般的なLED液晶テレビに比較して、緑と赤の色純度が向上し、色再現領域が拡大していることがわかります。

バックライトユニットに量子ドットを配置する方式として、主に、図5に

示すような方式が検討されています。(a) 量子ドットを樹脂フィルムに分散させた「量子ドットシート」をバックライト導光板の前面に配置する方式 (on-surface)、図5 (b) 量子ドットを樹脂に分散して細長いガラス管に封入した「量子ドットアセンブリ」を青色LED光源部近くに配置する方式 (on-edge)、図5 (c) 青色LEDパッケージ内に量子ドットを分散させる方式 (on-chip) です。コストや製造の難易度など、それぞれ特徴があり、用途に応じて選択されています。2013年に日本の家電メーカーから初めて市販された広色域液晶テレビでは、on-edge方式が用いられています。

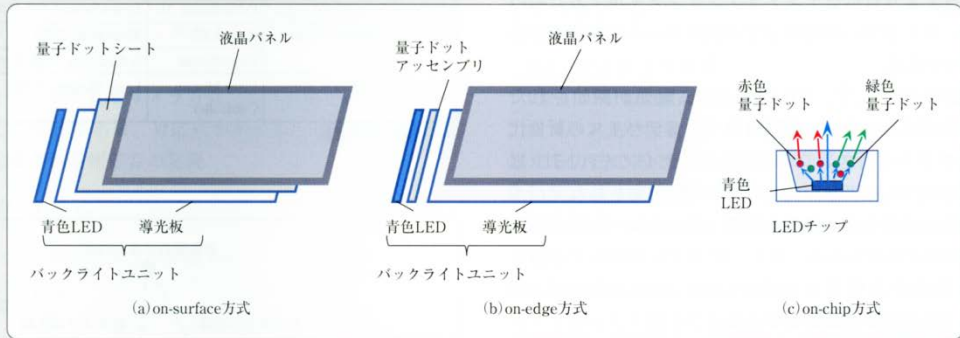
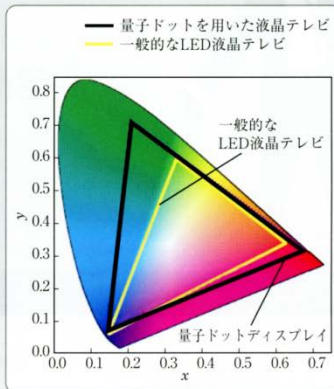


図5 バックライトユニットにおける量子ドットの配置方式

むすび

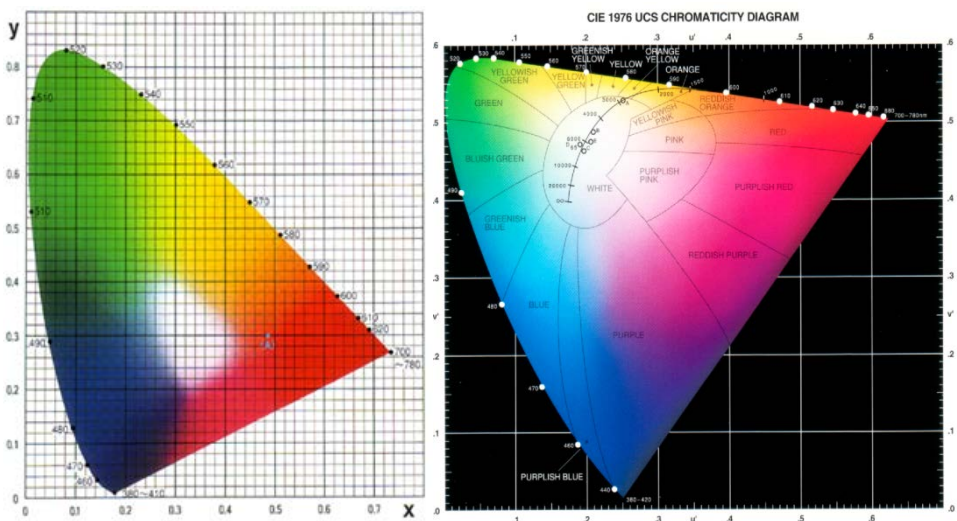
量子ドットをバックライトユニットに用いた色域の広い液晶ディスプレイについて紹介しました。今後も、量子ドットの発光効率や色純度の一層の向上を目指した研究、関連ディスプレイ部材の研究開発などの進展が期待されます。量子ドットをエレクトロルミネッセンス材料として用いた自発光型ディスプレイの研究例もあります。また、環境法規への対応としてカドミウムを使用しない量子ドット材料の研究開発も行われています。量子ドットの応用展開がますます広がることが予想されます。(2014年6月27日受付)

参考文献

- 1) 日本色彩学会編：“新編色彩科学ハンドブック【第2版】”，東京大学出版会（1998）
- 2) 横井健司：“知っておきたいキーワード：色空間”，映情学誌，65，12，pp.1723-1725（2011）
- 3) Y. Shirasaki, G.J. Supran, M.G. Bawendi and V. Bulovic: "Emergence of Colloidal Quantum-Dot Light-Emitting Technologies", Nature Photonics, 7, 1, pp.13-23 (2013)
- 4) C.B. Murray, D.J. Norris and M.G. Bawendi: "Synthesis and Characterization of Nearly Monodisperse CdE (E=S, Se, Te) Semiconductor Nanocrystallites", J. Am. Chem. Soc., 115, 19, pp.8706-8715 (1993)



都築 俊満 1999年、大阪大学大学院工学研究科物質化学専攻博士課程修了。同年、トヨタ自動車入社。2002年、NHK入局。放送技術研究所にて、フレキシブルディスプレイの研究に従事。2008年、松山放送局、2010年、高知放送局、2013年、放送技術研究所、博士(工学)。正会員。



(色彩工学関連の記述は省略する)

- 2) 自由な討議を行う。
 - 3) 次回
10月26日(日) 講師 西村 靖紀 様
 - 4) 次々回
11月25日(火) 講師 竹内 学 様
- * (サロン実施は第4週目の土、日、月、火として運用
一人でも多くの方が参加いただける日を選ぶ)
- ホームページ URL

<http://www.cis-laboratories.co.jp/>

以上