



日本支部

ニュースレター

第17号

 発行元：SID日本支部  
 発行責任者：苗村 省平  
 発行日：2001年5月25日

## 無機 EL と有機 EL

田中省作 (鳥取大学)

液晶ディスプレイにつぐディスプレイに成長するとの期待を集めている「有機 EL ディスプレイ」は、サンヨー/コダックの5インチクラスのフルカラーディスプレイ(Photo.1)が注目をあつめ、今春にはソニーから13インチ・フルカラーディスプレイが発表され話題の枚挙にいとまがない。SID'01 でも多くのセッションが設けられ、多数の研究者、技術者の参加が見込まれる。一方、無機 EL ディスプレイは、1980年代に盛んに研究されたが「カラー化が困難」ということで、研究活動が終焉したかに見える。SID'01 では、とうとう無機 EL のセッションはなくなり、わずかに1、2件の発表があるのみで寂しい限りである。このような無機 EL の状況ではあるが、iFier 社から発表されたフルカラーディスプレイ(Photo.2)に、復活の最後の可能性を探っている。ここでは、カラーディスプレイに限り、その特性を比較し、今後の動向を推測してみよう。

ラスのディスプレイを目指すのであろうか？しかし、このサイズには LCD 始め、競合デバイスがひしめいており、無機 EL ディスプレイが優位に立てる市場があるのだろうか？車載用ディスプレイ(米国ではモノクロ無機薄膜 EL が軍用機器やトラックに多数採用されており、その信頼性は実証済み)としての地位を築き、TV 用ディスプレイへの挑戦が可能になるのか、あるいは、またまた、期待だけで終わるのだろうか。カラー有機 EL ディスプレイ、カラー無機 EL ディスプレイの両技術とも、この数年の動きで将来を占えるといえ、注目していきたいと思っている。

	(有機 EL)	(無機 EL)
これまでに試作されたサイズ	13インチ	17インチ
駆動方法	p-Si TFT による AM 駆動	単純マトリックス駆動
中間調表示	電流変調、またはアドレス/表示(サブフィールド)法	電圧振幅変調
駆動電圧	10~20V	200V 程度
寿命	数1000時間(輝度半減)	数万時間(MTBF)
動作温度範囲	高温での寿命低下?	周辺電子回路で規定される
発光色(材料)の課題	赤色材料の改善	青色材料の改善
用途	まずは携帯端末と車載、そして PC、TV へ	まずは車載、iFier は TV を狙うというが?

このように、有機 EL ディスプレイと無機 EL ディスプレイを比較してみると、その課題も、当面狙うべき市場も異なるように思える。有機 EL ディスプレイについては、有機 EL 材料の特性改善(発光色、寿命)はもちろんであるが、p-Si 駆動回路を如何にうまく設計製造できるかがカギのように思える。最低でも2トランジスタ、 $V_{th}$  の補償回路を入れると4~6トランジスタ/画素(LCD は1トランジスタ/画素)が必要な現状では、ただちに、大形ディスプレイで LCD に立ち向かうのは困難で、やはり、携帯端末や車載用途から市場の開拓が進むのであろうか？一方、無機 EL ディスプレイは小型(とくに電池駆動)ディスプレイを狙うには消費電力が大きすぎる。単純マトリックス駆動の利点を活かして、10~20インチク



Photo.1 AM Color Organic EL Display (Sanyo/Kodak)



Photo.2 Color Inorganic EL Display (iFier)

## Heeger 教授と有機 EL 研究

時任静士 (NHK 放送技術研究所)

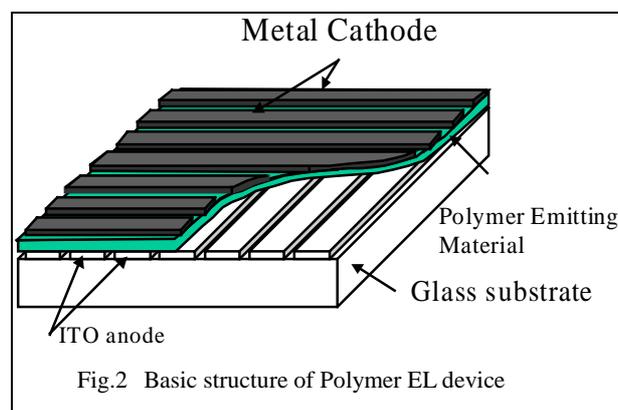
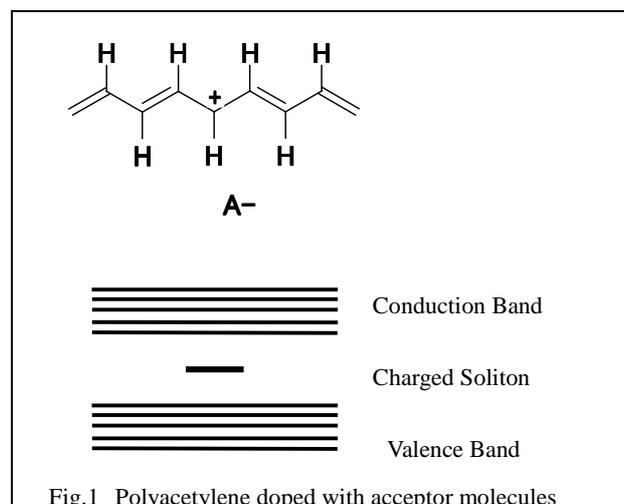
私が Heeger 教授のポスドクとして University of California, Santa Barbara (UCSB) に滞在したのは 1987 年頃のことです。機械的強度と電気伝導性に優れた高配向の導電性高分子ファイバーを実現するためであった。当時、Heeger 教授は UCSB の Institute for Polymers and Organic Solids の Director として Wudl 教授とともに共役型高分子の電子物性や光物性の研究を手がけ、導電性高分子研究の第 1 人者としての地位をゆるぎないものにしていました。その代表的な研究が今回のノーベル賞受賞理由の一つとなった白川先生ならびに MacDiarmid 教授とのポリアセチレンの研究で、10 年さかのぼる 1977 年頃のことである。

白川先生の研究によって半導体的性質が見えていたポリアセチレンにハロゲン分子やアルカリ金属などをドーピングすることで金属レベルの電気伝導性を示す (図 1) ことを見出し、その物理的メカニズムを多方面から研究、解析し体系化した。ドーピングによってポリアセチレン分子内に荷電ソリトンが生成され、それに基づく新しい準位がバンドギャップ内に形成される。電気伝導度以外にもパウリ磁化率や反射スペクトルが金属的な挙動を示す。この革命的な研究は瞬く間に全世界に広がり、導電性高分子という新しい研究分野が生まれ、多くの化学者や物理学者がこの分野に携わることになった。ポリアセチレンの他、ポリピロール、ポリアニリン、ポリチオフェンなど多数の共役系高分子が研究対象となった。十数年ほど続く導電性高分子の研究分野は多くの研究者の努力にもかかわらず予想されたほどの実用化展開を実現できず 1990 年頃には収束していった。しかし、ここで得られた基礎研究の成果はこの後に生まれる有機 EL の分野へ受け継がれることとなる。

1987 年の Eastman Kodak 社から真空蒸着法で発光層を形成する低分子系 EL、1990 年の Cambridge 大学からのスピコート法で形成する高分子系 EL が現在の有機 EL 研究の発端である。Heeger 教授も Cambridge 大学の報告以後、研究分野を導電性研究から EL 研究へとシフトさせ、1990 年に設立したベンチャー会社 UNIAX で共役系高分子を基本とした EL の基礎、応用研究を勢力的に開始されている。特に、有機溶剤に溶ける可溶性共役系高分子を発光材料とした点で独自性がある。この高分子系は湿式法での大面積化が容易である点が大きなメリットとされ、印刷法やインクジェツ

ト法でのディスプレイ開発の検討が進められている。図 2 に高分子 EL の基本構造を示す。外見は無機薄膜 EL と類似しているが、発光層に有機化合物、ここでは高分子を用いている点が大きく異なる。ITO と金属電極からホールと電子を発光性高分子層へ注入し、両キャリアが分子上で再結合することで分子の励起状態が生成されそれが基底状態へ戻る時にその分子の蛍光と同じ色の発光を示す。デバイスの発光特性は高分子自身の性質で支配される。発光性高分子として代表的ものは導電性高分子の研究で話題となったポリパラフェニレンビニレンがある。最近ではポリフルオレン系が青色発光が可能でかつ化学的にも安定である理由から注目されている。

多くのノーベル賞受賞者の中で、研究者としての名誉と起業家としての成功の両方を手に入れた人物が他にいるだろうか。現実的な目を持ちながらも研究者としての探究心を絶やさなかった Heeger 教授には頭が下がる思いである。今年 10 月に名古屋で開催される AD/IDW'01 では Keynote Address の講演者として来日予定である。



## 有機 EL ディスプレイと LCD -その比較-

下田達也(セイコーエプソン)

「有機 EL ディスプレイと LCD」の比較の原稿を依頼され、安易に引き受けはしたものの難題でありいささか後悔している。液晶ディスプレイ(LCD)と有機 EL ディスプレイ(OELD)、どちらもフラットパネルディスプレイ(FPD)の範疇で、前者は数10年の歴史を有する FPD の代表格、後者は最近頭角をあらわして来た期待の新人ある。一方は非の打ち所のないきれいなカラー画像をリーズナブルな価格で提供できる完成された技術なのに対して、他方はカラー画像が出たというだけでもニュースになる段階である。

このように異なるフェーズにある二つの技術を同じテーブル上で較べるのは無理があり難題のゆえである。というのも、ディスプレイ分野で OELD が今後どのように発展するかは、現状では予測困難と筆者は思っているからである。大雑把にいうと OELD 技術は 3 割ぐらいがそのベールを脱いだにすぎず、未知の領域が 7 割が残っていると感じている。LCD が今のようなレベルにまで発展することが初期には予測できなかったように、OELD の先も見越せない。それが 100%明らかになったときに両者の公平な比較ができよう。しかしながら、かく述べてしまうと身も蓋もない結論になってしまいこの小文の課題に答えられない。そこでここでは、原理的な違いにより OELD が LCD とは異なる発展をいかにするか筆者の予感を述べさせていただくことにする。

両者の原理はかなり異なる。発光型カラーディスプレイを例にとると、LCD は良く知られているように、白色均一面光源からの光を偏光版にはさまれた液晶ライトバルブでピクセルごとに強度変調する。色づけはカラーフィルターで行なう。一方、OELD は微小の三色 LED アレーが全てで、それを変調してカラー画像を得る。この原理から次の特徴が浮かび上がってくる。

- (1) OELD は部品点数が少ない。これは有利な反面、制御が難しくなる不利もある。全ての責任は微小 LED にかかってくる。
  - (2) セル構造がない。初めての全固体のディスプレイである。
  - (3) 一方向から光が抜けるので裏面が自由に使える。これは透過型 LCD にはない発展性のある特徴である。
- また、OELD は次の特徴も併せ持つ。
- (4) 原理的に 3 ボルト前後の低電圧駆動。しかも高効率、透過型 LCD に較べて桁違いに良い。

- (5) 色が良く、応答時間が短い。
- (6) インクジェットのような簡便な製造方法が適用できる。

これらの LCD がない特徴は、OELD が LCD と異なる発展をすることを容易に想像させる。(1)の特徴は、長所でもあるし短所でもある。LED の輝度制御は LCD に較べて難しい。とくにそれをポリシリコン TFT で行なう場合、特性ばらつきのためさらに困難になる。したがって、2 トランジスタの基本回路では中間調の制御はままならない。そこでいろいろな工夫が凝らされ、一画素に 4 つのトランジスタを置く方法等が開発されている。画素内に 4 つもトランジスタを用いると、トランジスタをたくさん使う心理的・技術的な敷居が取り外され、メモリやセンサを置いたり、ロジックまでも置くような方向の発展を誘う。そうすると画素はスマートピクセルへと進化する。その際に特徴(3)はこの発展を促す。

また、特徴(2)は、超薄型でフレキシブルで軽量なディスプレイに直結する。いくら薄くてもリジッドでは破壊の心配から逃れられない。保護機構が必要となりこれが意外に厄介になる。その点、フレキシブルであると破壊の制約がなく、軽く薄く持ち運びも簡単になる。テーブルクロスがディスプレイになる日も夢ではない。

効率が良いことは、照明との融合が考えられる。OELD は電流を流せば、10 万カンデラ/m<sup>2</sup> 以上にも輝くので、贅沢だがカラーディスプレイは照明にもなる。七色の色が任意に出せる豪華な面照明である。

高精度で大型のディスプレイはある意味では究極である。OELD では(7)のような技術が開発されているので、画素 LED の形成に対しては大きさの制限はない。大面積のトランジスタ基板が手に入ればそのようなディスプレイも可能になる。

紙面の都合から少数例しか述べられなかったが、(1)から(7)の特徴は OELD を LCD とは異なる方向に発展させるのに十分な素材であることがお分かりいただけたことと思う。OELD は LCD の対抗馬というばかりでなく、ディスプレイ技術の未来を拓いてくれる方向でも期待が大きい。この小文が、読者のそういった方向を少しでも刺激することになれば幸甚である。

## 有機薄膜トランジスタの開発動向

工藤一浩(千葉大学)

有機半導体材料は軽量、柔軟性、低コスト化といった特長を有し、Si、化合物半導体に続く、第三の半導体材料として注目されてきた。その中で有機薄膜トランジスタの研究は1980年代初頭から盛んに行われ、低分子、高分子系有機半導体素子の基礎的特性が数多く報告されている。また、欧米の論文でも日本の研究報告が多く引用されるように、日本におけるこの分野の研究は先駆的なものとして認識されている。しかしながら、有機半導体材料は無機半導体材料に比べ、低移動度、高抵抗の特性が反映され、従来のSi系薄膜トランジスタ(TFT)部分を有機系TFTに置き換えただけでは動作速度、電力面で十分な特性を得ることが難しく、実用的な観点からはあまり注目されなかった。

最近になって、アモルファスSiに匹敵する移動度を持つ有機半導体材料、および全有機系集積回路や有機系トランジスタと組み合わせた有機ディスプレイパネルの試作例が発表され、有機材料の軽量、柔軟性の特長を活かした情報タグ、スマートカード、ディスプレイパネルといった携帯用電子機器応用として期待されるようになった。さらに、2000年になって米国のベル研究所による有機単結晶を用いたFET構造における電流注入型有機レーザと超伝導現象の報告は有機系電子デバイスの見通しを大きく変革する可能性を秘めている。この部分は有機系の特性を活かした構造や動作メカニズムに改良を加えることが、実用的な有機デバイスを実現するために最重要課題であることを示唆している。特に、これまでの

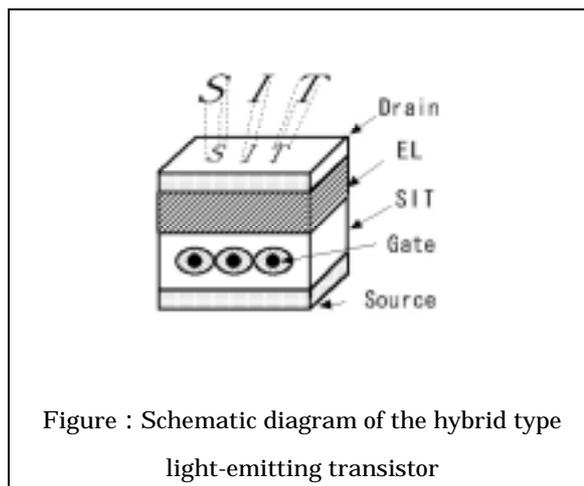


Figure : Schematic diagram of the hybrid type light-emitting transistor

課題をブレイクスルーしうる技術として、「有機材料物性の高性能化と新材料の探索」「新型FET構造素子の開発」が挙げられる。一例として、我々が進めている複合型有機発光トランジスタ構造を図に示す。この有機発光素子は駆動部分として縦型FET(静電誘導トランジスタ:SIT)を有しており、従来の横型FET構造に比べ、低電圧制御、大電流制御、高速動作が可能であり、有機デバイスの特長である軽量、大面積ディスプレイ用素子として有望である。このような国内外の有機電子デバイスに関する研究背景を踏まえ、有機材料の特性を活かした新しいデバイス構造、新しい動作メカニズムに基づく研究を広い分野の研究者により進めることが今後の進展に重要であると考えている。

## 個人データ確認と修正のお願い

今後、電子メールを使って情報を伝達する機会が増えます。2000年度版の会員名簿、あるいはSIDのホームページ(www.sid.org)から個人データを確認し、電子メールのアドレスなどに間違いがないように修正をお願いいたします。SIDのホームページからLoginすると、個人のデータが修正できます。各会員のIDとパスワードは、SID本部から電子メールで送られていますので、メールを確認し、Loginしてください。また、Loginできず、個人で修正できない方は、日本支部会計幹事 土屋(tsuchiya@strl.nhk.or.jp)まで修正内容をご連絡ください。

## 2000年度版会員名簿：受賞者リストの訂正

3月に送付いたしました2000年度版SID日本支部会員名簿中、SID President citation award 受賞者のリストから、1993年：内田 龍男先生、1998年：内池 平樹先生、御子柴茂生先生、岩本 明人様、内田 龍男先生、2000年：村上 宏様、田中 省作先生のお名前が抜けておりました。また、1999年のBest Poster Paper Awardは、石鍋隆宏様、宮下哲哉先生、内田龍男先生の連名でした。謹んでお詫びし、訂正いたします。

## 編集後記

本号は機能性有機材料の特集としました。ご多忙中にもかかわらず、執筆を快く引き受けてくださった皆様にお礼を申し上げます。

編集：長谷川雅樹(日本アイビーエム)

電話：046-215-4947、FAX：046-273-7413

e-mail hasegawa@trl.ibm.co.jp