表面放射型有機ELパネル、成熟に向けてゆっくりと進化

モーリー・ライト

この数年間で、有機EL（OLED）パネルのメーカーは、色性能と寿命を向上させることに成功したが、依然としてコストの高さが、ニッチな分野以外への同技術の適用を妨げている。

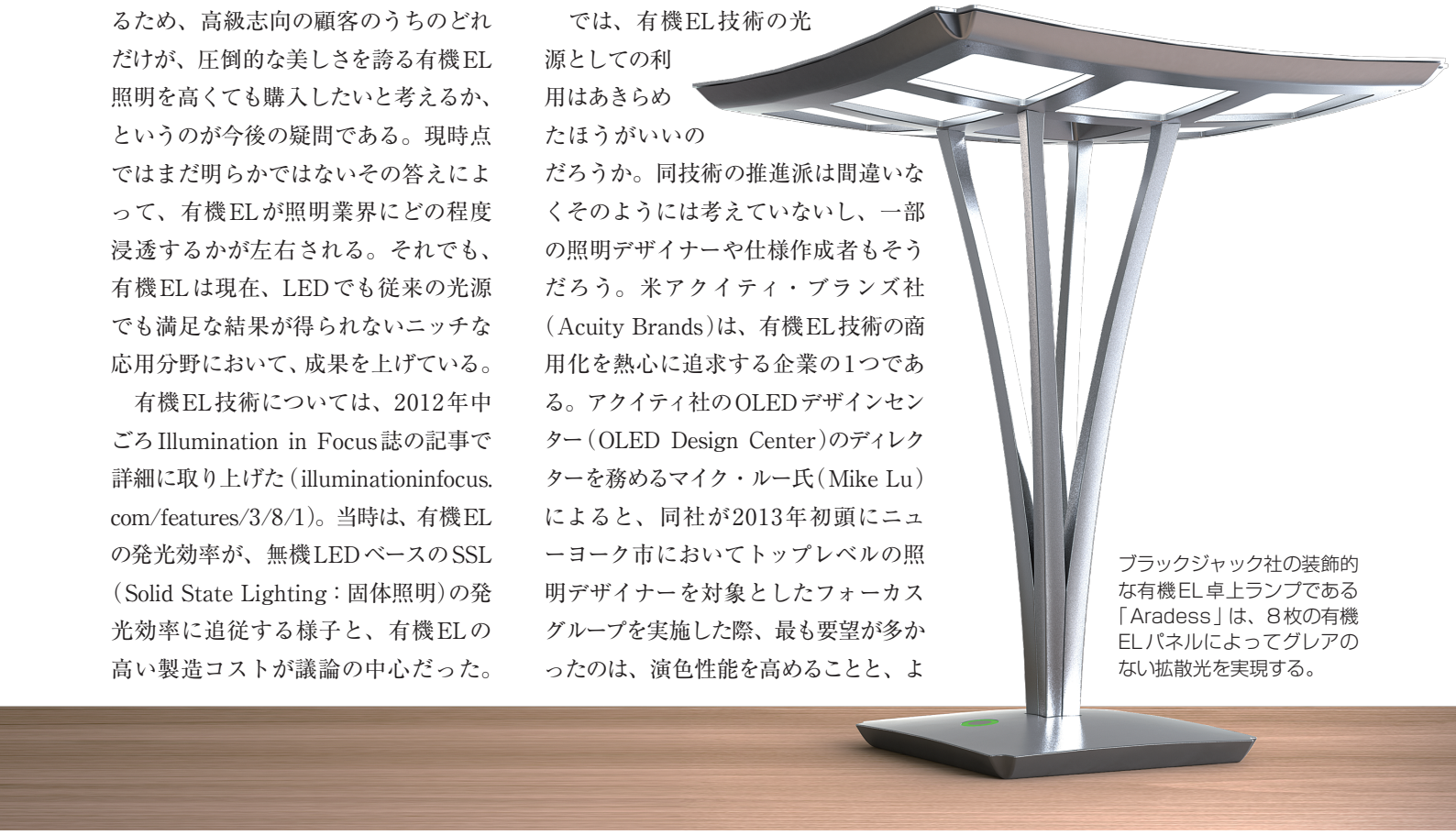
表面放射特性を持つ有機EL（OLED：Organic LED）技術は、本質的に拡散的でグレアのない光を生成し、目を見張るほどの美しさを実現することから、照明業界にとってはやはり魅力的な存在である。メーカーがパネルの演色性や寿命の向上を追求し続ける中、その魅力はますます高まりつつある。しかし、依然としてコストの高さが主流としての普及を阻む障害となっているため、高級志向の顧客のうちのどれだけが、圧倒的な美しさを誇る有機EL照明を高くても購入したいと考えるか、というのが今後の疑問である。現時点ではまだ明らかではないその答えによって、有機ELが照明業界にどの程度浸透するかが左右される。それでも、有機ELは現在、LEDでも従来の光源でも満足な結果が得られないニッチな応用分野において、成果を上げている。

有機EL技術については、2012年中ごろIllumination in Focus誌の記事で詳細に取り上げた（illuminationinfocus.com/features/3/8/1）。当時は、有機ELの発光効率が、無機LEDベースのSSL（Solid State Lighting：固体照明）の発光効率に追従する様子と、有機ELの高い製造コストが議論の中心だった。有機ELパネルメーカーはその両方において進歩を成し遂げた。しかし残念ながら、主流のLED業界はそれ以上のペースで進歩している。有機EL業界が、前回の記事で紹介した米国エネルギー省（DOE：Department of Energy）の計画を上回るペースで発展したとしても、LEDと比較した場合のコストと発光効率の相対的な隔たりは、2020年までにさらに拡大する可能性がある。

では、有機EL技術の光源としての利用はあきらめたほうがいいのだろうか。同技術の推進派は間違いなくそのようには考えていないし、一部の照明デザイナーや仕様作成者もそうだろう。米アクイティ・ブランズ社（Acuity Brands）は、有機EL技術の商用化を熱心に追求する企業の1つである。アクイティ社のOLEDデザインセンター（OLED Design Center）のディレクターを務めるマイク・ルー氏（Mike Lu）によると、同社が2013年初頭にニューヨーク市においてトップレベルの照明デザイナーを対象としたフォーカスグループを実施した際、最も要望が多かったのは、演色性能を高めることと、より暖かいCCT（Correlated Color Temperature：相関色温度）を実現することだったという。デザイナーや仕様作成者は、発光効率の向上や価格の低下をもちろん歓迎するが、少なくともニッチな応用分野においては、それが採用を妨げる主要な障害ではなかった。

色の改善

アクイティ社はこのフォーカスグル



ブラックジャック社の装飾的な有機EL卓上ランプである「Aradess」は、8枚の有機ELパネルによってグレアのない拡散光を実現する。

ープの結果を受けて、同社のパネル製造パートナーである韓国LG化学社（LG Chem）と協議した。アクイティ社が有機EL照明製品にそれまで使用してきたパネルは、CRI（Color Rendering Index：演色指数）は80～82と良好だが、飽和赤色性能を示すR9値が低かった。これらのパネルは、3500Kまたは4000KのCCTで提供されていた。

LG化学社はその後、CRIが89、R9値が30で3000Kの光を生成する新しいパネルを開発した。その性能は、最高水準のLED製品よりは劣るが、非常に高いとみなされるレベルである。LG化学社は、有機ELスタックにさらなるレイヤーを追加して、赤、緑、青のピクセルをスタック内に垂直に整列させることで、この改良を達成した。

卓越した色品質を誇る製品への実装という観点からの有機ELとLEDの技術比較に話を戻すと、発光効率に関しては両者の差はそれほど大きくはない。ルー氏によると、アクイティ社は新パネルの色性能を実験室において検証済みで、発光効率は56lm/Wであったという。この値は、これまでのパネルによる2012年半ばの値とほぼ同等だが、LG化学社はその後、CRI80の各種製品において約25%の発光効率改善を達成している。

相対的な発光効率

ルー氏は、CRI89の有機ELパネルを、米ズィカト社（Xicato）によるリモートフォスファLEDモジュールや、米ソラー社（Soraa）のGaN-on-GaN（GaNは窒化ガリウム）LEDを採用するSSL製品と比較した。どちらもスペクトルパワー分布が広く、色性能に優れている。ルー氏によると、最高水準の色性能を誇るLED製品の発光効率は40～60lm/Wの範囲にあり、有機ELとほぼ同等であ

「Lighting for Tomorrow 2013」コンテストの審査員らは、WACライティング社の「Modern Forms」ブランドのシャンデリア「Vela」を有機EL部門最優秀賞に選出した。

WACライティング社の「Modern Forms」ブランドのシャンデリア「Vela」は、有機EL以外の光源では簡単に実現することのできない製品である。

アクイティ社の「Winona」ブランドの有機EL製品「Modelo」は、トラック上にパネルを取り付けるフリーフォーム設計に対応する。トラックは制御と電源の役割を担うとともに、ペンダント照明などの多様なLED製品を組み合わせて同じトラックに取り付けることもできる。

るという。「有機ELは、パワースペクトルが本質的に幅広い」とルー氏は述べた。

またルー氏は、LG化学社が寿命を徐々に延長してきたとも述べた。駆動電流を比較的低く抑えた場合で、最新パネルは1万8000時間というL70寿命を達成するという。実際、上述の有機ELに関する前回の記事で紹介したように、アクイティ社は電流を低く抑え、パネル出力を2500～3000cd/m^{2}の範囲にすることで、グレア問題の除去と、寿命の最大化の両方を達成している。

もちろん価格は依然として問題であり、商用提供されている一部の有機EL製品のLEDとの価格差は歴然としている。2013年春には、著名な照明デザイナーであるステファン・ブラックマン氏（Stephen Blackman）が立ち上げた新しいメーカーである米ブラックジャック・ライティング社（Blackjack Lighting）を紹介した。同社のテーブルランプ「Aradess」は、オランダのフィリップス・ライティング社（Philips Lighting）の有機ELパネルを採用し、5900ドルという価格で発表された（illuminationinfocus.com/news/4/5/8）。ただし、その優雅なデザインは高級市場向けであり、LED光源で簡単に実現することはできない。

有機EL製品の評価

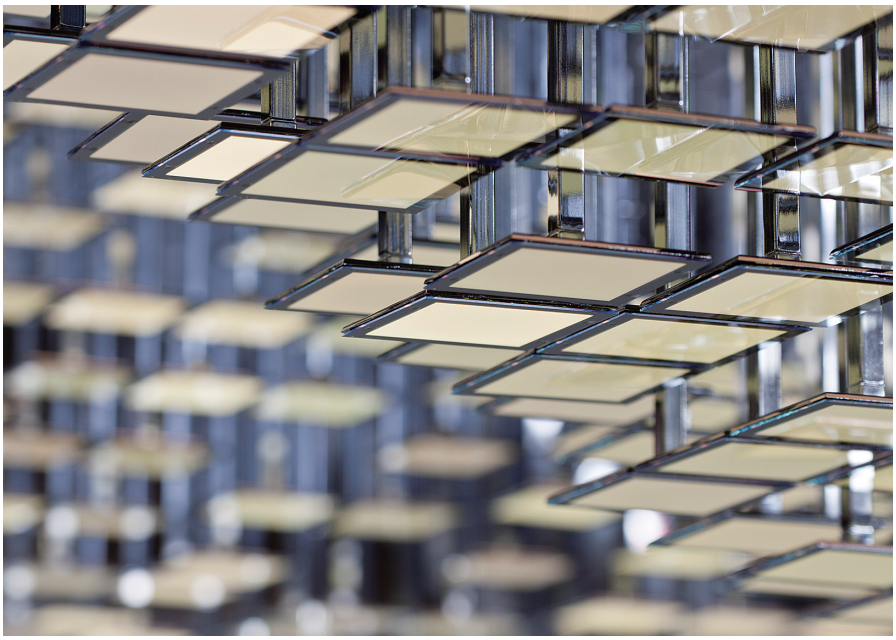
照明業界では、有機EL技術が広く認知されつつあることを示す兆候も見られる。例えば、米国照明協会（ALA：American Lighting Association）、Consortium for Energy Efficiency（CEE）、アメリカ保険業者安全試験所（UL：Underwriters' Laboratories）が主催する「Lighting for Tomorrow」コンテストでは、2013年に有機EL部門が設けられた。同部門には3製品の応募があり、米WACライティング社（WAC Lighting）の「Modern Forms」ブランドのシャンデリア「Vela」が受賞した。

ここで、著名な照明デザイナーや専門家で構成されるLighting for Tomorrowの審査員は、どの部門においても必ず受賞製品を選定するように求められているわけではないことに言及しておかなければならない。審査員は、製品効率、演色性、外観といった幅広い既定基準を、その製品が満たしていると感じた場合に限り、その製品を選定する。また、審査基準には「価値と市場性」という項目が含まれている。

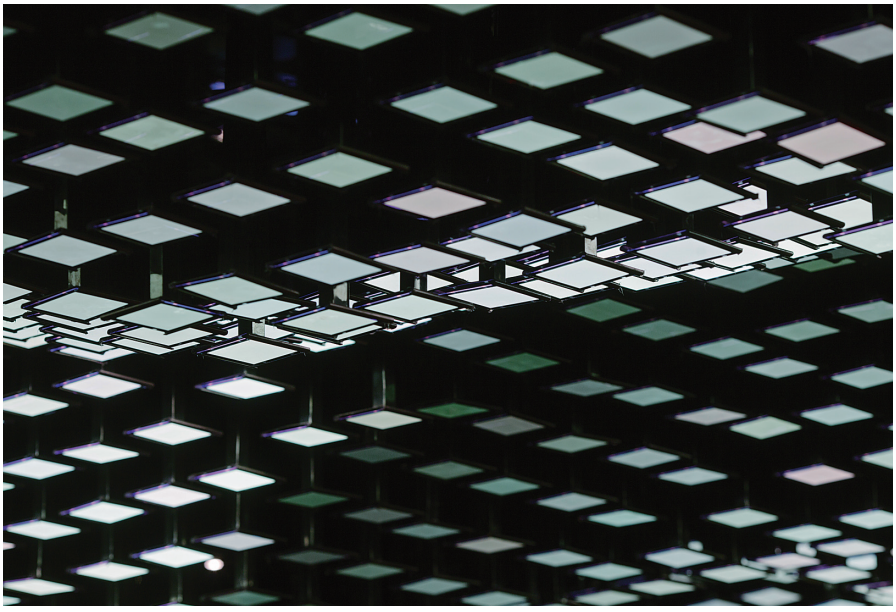
Velaシャンデリアの希望小売価格は9900ドルである。弊誌は2012年の同コンテストの審査プロセスに参加したため、価格が5000ドル程度のLEDベースのシャンデリアが審査員特別賞（Special Recognition award）を受賞したことを知っていた。したがって1万ドル近い有機ELシャンデリアは、少なくともハイエンドの家庭用市場に対して価値を提供すると、2013年の審査員らがみなしたことは間違いない。加えてVelaは、有機EL以外の光源では簡単に実現できない種類の製品である。

市場にもたらされるその他の例として、弊誌が2013年終わりに取り上げた事例を紹介する。マレーシアのクアラルンプールにある高級小売店舗とオフィスが入居する複合施設Providence VIP Clubには、1680枚のフィリップス・ライティング社製有機ELパネルが設置された（http://bit.ly/1dddzF3）。フィリップス社も地元の契約業者であるSLT アジア社（SLT Asia）も具体的なコストを公表していないが、クラブ所有者のアシュウィン・プラカシュ氏（Ashwin Prakash）はこれを確実な投資だと考えており、「このような投資を行おうと考える人はほとんどいないだろうが、われわれのクラブに新しい技術を取り入れることで、VIP感が高まると信じている。クラブに訪れる顧客は照明に心奪われている」と述べた。

アクイティ社の過去最大の有機ELプロジェクトは、フィンランドのヘルシンキにある米国大使館のイノベーション



フィリップス社のモジュール型有機EL技術「LivingSculpture」では、照明デザイナーが簡単なオンライン構成ツールを使用して、独自の照明システムを3D形状で構築することができる。



マレーシアのクアラルンプールにあるProvidence VIP Clubには、1680枚のフィリップス・ライティング社製有機ELパネルで構成された照明システムが設置されており、ドラマチックでダイナミックな印象を訪問者に与えている。

センター（Innovation Center）におけるもので、2013年春に発表された（illuminationinfocus.com/news/4/3/8）。しかし、LEDベースの照明を含め、同プロジェクトで使用するすべての照明の選定にDOEが関与し、同プロジェクトはある意味において概念検証という位置づけだった。

主流分野での採用

照明業界の多くの人々にとっての今後の疑問は、どの程度の価格ならば主流の消費者が有機EL照明を購入するかというものである。フィリップス社のコミュニケーションスペシャリストであるディートマー・トーマス氏（Dietmar Thomas）は、有機ELが2015年に家庭用照明に採用されるだろうと公の場で発言している。

アクイティ社のルー氏は、フラットパネルテレビを例にとり、民生電子機器の観点から価格の問題を議論したいと考える。「有機EL照明製品は、どの程度の価格を上乗せできるだろうか」とルー氏は尋ねた。テレビ市場では、かなりの数の購入者が有機ELテレビに対して、LEDバックライト式液晶テレビよりも30～50%高い金額を支払ってもよいと考えるだろうと、民生電子機器メーカーは見ている。ただし、有機ELテレビはまだそのレベルの価格を達成していないため、それが本当かどうかは誰もわからない。

それでもルー氏は、有機EL照明についても同程度の上乗せ価格が期待できると考えている。有機ELは、光源レベルではLEDとの価格差がその範囲には収まらないが、システムレベルで比較すれば、状況は異なってくる。どちらの技術においても、光源がシステムコストに占める割合はますます小さくなりつつある。また、上述のように同等水準の製品を色性能の観点で比較すれば、その差はさらに縮まる。

一方アクイティ社は、同社の有機EL製品ラインである「Kindred」「Revel」「Trilia」「Canvis」に対し、LG化学社の新しいパネルに対応するための変更を加えている最中である。本稿が公開される頃には、読者は既に優れた色性能を大々的に宣伝するアクイティ社による発表を耳にした後かもしれない。

アクイティ社で有機EL事業開発担当ディレクターを務めるジーニー・フィッ

シャー氏（Jeannine Fisher）によると、同社は既に、この新パネルを搭載する製品を主要顧客向けに出荷しているという。また同氏は、まもなく公表予定の米国東海岸におけるプロジェクトが、アクイティ社史上最も大規模で最も劇的なものになることも明かした。同社はさらに、Lightfair 2013で発表した、LG化学社の新パネルを搭載する「Modelo」やその他の有機EL製品の商用提供に向けて準備を進めているとフィッシャー氏は述べた。

またフィッシャー氏は、上述の価格の問題を、同社の観点から次のように総括した。「他の有機EL製品と比べて、当社の製品は非常に求めやすい価格になっている」と同氏は述べた。ここで重要なのは、競合技術と比較した場合の相対的な価格である。しかしフィッシャー氏は、「デザインに関する主張が同等の製品において」有機ELは現在のLEDに対抗できるレベルにあると述べた。

アクイティ社のフロアスタンド式有機ELランプ「Lumen Being」は、商用分野をターゲットとしている。

価値提案

価値提案の観点から、フィリップス社も同様の見解を抱いている。フィリップス社の有機EL事業創出担当グローバルディレクターを務めるクリスティン・ナップシュタイン氏（Kristin Knappstein）は、同社の「Lumiblade」パネルを搭載する製品は、他の方法では達成できない美観と独特の特徴を生み出していると述べた。「われわれは、有機ELが確かに価値を生み出し、新たなデザインや光効果を可能にする応用分野を特にターゲットとしている。垂直型や統合型照明などの分野は魅力的だと考えている。それらは、分散光をヒューマンスケール（人間の感覚）で考え、人間を取り巻く家具や面に光を組み込んで、より人間の身近に光を取り入れるという概念に基づいているからだ」とナップシュタイン氏は述べた。

それでも、パネルメーカーは発光効率と輝度の向上に努め続けなければならないと、ナップシュタイン氏は考えている。「有機EL照明に関しては、適正なバランスがすべてである。光源としてまずは適切なルーメン出力が必要であり、その上で、グレアのない豊かで暖かい光を生成し、自然な色を再現することによって、卓越した光品質を提供しなければならない」と同氏は付け加えた。

フィリップス社は現在、高性能製品ラインとして「GL350」パネルを提供している。一辺124.5mmの正方形パネルで、光束出力は200lmである。同社は、「Light+Building」展示会でさらに高性能な製品を出展した。弊誌はその製品を実験室で見たが、非常に輝度が高かった。

フィリップス社は、ドイツのアーヘンにあるLumiblade Creative Labにおける取り組みによって生み出された、幅広い製品ポートフォリオを保有している。照明メーカーやデザイナーは、同研究所で開催される有機EL照明ワークショップに参加できるだけでなく、そこをデザインスタジオとして利用して、フィリップス社のエキスパートと共同で作業することができる。

インタラクティブ型のウェブサイト

英ジェイソン・ブルージュ・スタジオ社（Jason Bruges Studio）がデザインした照明器具「Mimosa」では、フィリップス社製の有機ELパネルが取り付けられた可動部分が花びらのように開閉する。

「Lumiblade Experience」（www. lumiblade-experience.com）では、米フィリップス・ルミレッズ社（Philips Lumileds）の多数の製品が参照できる。例えば「Mimosa」は、5枚のパネルと外側の4枚を花びらのように動かす機械部品で構成され、手などの物体の照明器具からの距離に基づいて、花びら部分を開閉することができる。この製品はデザインがやや急進的かもしれないが、より主流に近い製品もあり、例えば「Moorea」は、典型的なバンカーズランプの範疇に含まれる卓上ランプである。ただしこの製品さえも、電源コードとスプリングテンショナーで有機ELパネルの高さと角度が調整可能という独特の機能を持つ。

またフィリップス社は、モジュール型の「LivingSculpture」システムを提供している。元々は独ホワイトボイド社（WHITEvoid）のクリストファー・バウダー氏（Christopher Bauder）がデザインしたものである。照明デザイナーはオンライン構成ツールを使用して、ドライバが取り付けられたモジュール型ベースにパネルを接続する取付ロッドの長さを変更することにより、天井や壁に取り付けるシステムを3D等高線上で開発することができる。

価格の問題に立ち返って

以上、さまざまな側面を取り上げたが、有機EL技術が広く普及するかどうかはやはり、価格の問題に帰着し、すなわち、製造技術の進歩にかかっている。フィリップス社のトーマス氏は2012年に、現在の時期までにパネル製造所要時間が2分にまで短縮すると予測した。トーマス氏は2012年に、ガラス基板上の有機ELスタックを構成するレイヤーはおそらく20～30層ほどになり、その成長に30分かかる可能性があると述べていた。

フィリップス社は、現在の製造時間を正確には示していない。同社は新しい製造ラインを委託製造したが、現時点では報道関係者の立ち入りを禁止している。弊誌は古い製造ラインを見学した。チャンバが並ぶ細長いレーストラックのようなものの上を、運搬装置に載せられたガラスパネルが流れ、各チャンバは、それぞれ特定の有機ELレイヤーを成長させるように設計されている。

しかし、1つの問題は、一部のパネル設計において、スタック内の異なる場所で同じレイヤーを複数回適用する必要があるということである。古い製造ラインでは、次に必要なレイヤーを生成するチャンバが、ラインの進行方向に対して後方にある場合、パネルは製造ラインを一周しなければならない。つまり、パネルは何の処理も行われないまま、チャンバ間を何度も通過することになる。

トーマス氏は、新しい製造ラインでは、デュアルトラックシステムによって運搬装置上のパネルを移送すると述べた。パネルを側線に移すことによって後方に移送し、同じ処理ステップを繰り返すことができる。この変更によって、製造時間が大幅に短縮すると予測される。

さまざまな課題があるにもかかわらず、この18カ月間で明らかになったのは、有機ELが機能的な照明設計と斬新な照明設計の両方に適用可能であるということだ。価格は相変わらず高いが、CRI値の高いLEDシステムと比較するか、その独特の形状に基づいて比較すれば、その差額は最初に受ける印象ほど大きくないことがわかる。市場における成果はまだこれからという状態ではあるが、有機ELの推進派が同技術の将来を強く確信しているのは明らかである。

著者紹介
モーリー・ライト（MAURY WRIGHT）は、LEDs MagazineとIllumination in Focusの編集者。

LEDJ