

Organisches Licht

OLEDs als Beleuchtungskomponente für die IBV

Organische Leuchtdioden sind flache, homogene und energieeffiziente flächenhafte Beleuchtungselemente, die für die Bildverarbeitung interessante Optionen bieten. Die herausragende Eigenschaft der OLED stellt ihre extrem dünne Bauweise und die flächige Abstrahlcharakteristik dar, die sie von bisherigen Lichtquellen grundlegend unterscheidet. Inzwischen wird statt der unteren Abdeckung aus Glas auch eine Dünnschichtverkapselung verwendet. Dadurch kann man die Gesamtdicke sogar auf unter 1mm reduzieren.

Die OLED-Beleuchtung hat für allgemeine energieeffiziente Beleuchtungsanwendungen im Innenraum ein enormes Potential für den Massenmarkt. Hierauf fokussieren sich die Anstrengungen bei der Entwicklung und Fertigung der OLED-Bauelemente. Daraus ergibt sich allerdings, dass fast ausschließlich quadratische oder rechteckige Bauformen mit weißem Licht angeboten werden. Kundenspezifische Formen können zwar entwickelt werden, solche Bauelemente sind jedoch wesentlich teurer und bedürfen einer engen Zusammenarbeit mit den OLED-Herstellern.

Optische Lichtauskopplung & Strahlformung

Eine OLED stellt durch ihren Aufbau aus sehr dünnen, großflächigen Schichten mit unterschiedlichen Brechungsindizes und

Schichtdicken einen asymmetrischen Schichtwellenleiter dar. Deshalb kann der größte Teil des in der Emitterschicht erzeugten Lichts die OLED normalerweise nicht verlassen. Durch einen optimierten und modifizierten Schichtaufbau der OLED für die interne Lichtauskopplung und durch Verbesserung der externen Lichtauskopplung durch spezifische Auskoppelfolien kann erreicht werden, dass zukünftig bis zu 60% des in der OLED erzeugten Lichts extern nutzbar wird. Die interne Lichtauskopplung kann nur durch den OLED-Hersteller beeinflusst werden. Zur Verbesserung der externen Auskopplung werden OLEDs oft bereits mit Auskoppelfolien angeboten, welche mikrooptische Elemente (Linsen- bzw. Pyramidenarrays) beinhalten. Hier besteht auch für den Anwender die Möglichkeit, eigene Lösungen zu realisieren. Das könnte in

folgenden Fällen sinnvoll sein:

- Verbesserung der Homogenität: Durch Unterschiede in der Stromverteilung kann es zu Helligkeitsunterschieden kommen. Dies tritt meist in der Mitte der OLED auf.
- Verwendung mehrerer OLEDs: Zum Schließen der Lücken zwischen den OLEDs zur Vergrößerung der Leuchtfläche oder bei Sonderbauformen mit nichtparallelen Grenzflächen, wie Sie bei 3D-Beleuchtungskomponenten auftreten, kann es Lösungen in Verbindung mit dem Gesamtaufbau des OLED-Moduls geben.

Gerichtete Abstrahlung: Diffuse Abstrahlcharakteristiken können in eine applikationsabhängige, gerichtete Lichtabstrahlung durch die Verwendung einer Primäroptik (Standardauskoppeloptik) und Sekundäroptik zur Strahlformung – entspre-

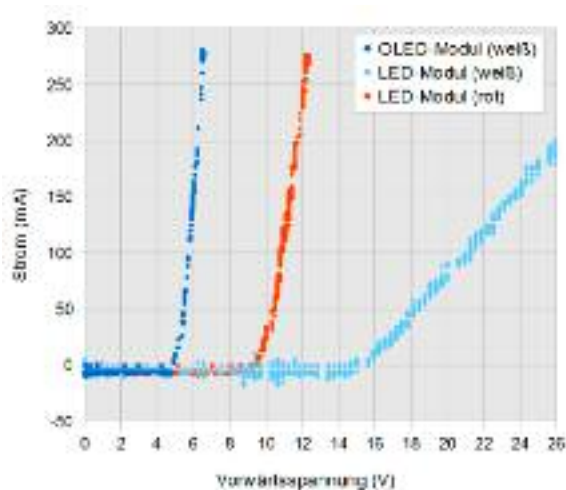


Bild: Stemmer Imaging GmbH

Bild 2: Typische Strom-Spannungs-Kennlinien eines OLED- (dunkelblau) und zweier LED-Module

chend den Erfordernissen der Applikation – verändert werden. Es ist zu beachten, dass das Lichtbündel immer noch breit aufgefächert ist. Für Anwendungen mit gerichtetem, fokussiertem Licht sind LEDs als Punktlichtquelle allerdings besser geeignet.

Ideale Flächenleuchte

Inzwischen werden zwar schon, flächenhafte LED-Beleuchtungskomponenten in sehr flachen Geometrien angeboten, zu denen zukünftige OLED-Beleuchtungen potentiell in Wettbewerb stehen. Allerdings ist für homogene Leuchtflächen bei LEDs immer die Umwandlung einer leuchtstarken Punktlichtquelle in eine flächenhafte Leuchte erforderlich. Der Begriff 'Application Efficiency' wird verwendet, um die OLEDs und LEDs auf dem Systemlevel für flächenhafte Lichtenwendungen zu vergleichen. Dabei sind sowohl die (licht-)technischen Parameter, als auch die Herstellungskosten der Leuchtquellen bis hin zur Leuchte gegenüberzustellen. Bei der Herstellung flacher LED-Lichtquellen zu Flächenleuchten entstehen durch zusätzliche Komponenten, den dafür erforderlichen Montageaufwand, das notwendige Wärmemanagement sowie Effizienzverlust der Lichtausbeute erhebliche Kosten. Die OLED dagegen ist à priori eine Flächenlichtquelle. Für die OLED ist das Wärmemanagement eine deutlich geringere Proble-

matik, da die Wärme über eine große Fläche durch Konvektion abgeführt wird. Momentan sind trotz dieser Mehraufwände noch Kostenvorteile für die LED-Flächenleuchte vorhanden. Allerdings wird eine Verbesserung der Fertigung (Taktzeit, Ausbeute) der bare level OLEDs die derzeit noch hohen Preise erheblich reduzieren. Unabhängig davon sind die Bauhöhen im 1-mm-Bereich, die flexible Bauform und die Transparenz mit LED-Flächenleuchten nicht erreichbar.

Ansteuerung

Der Strom-/Spannungsverlauf einer OLED entspricht einer typischen Diodenkennlinie (Bild 2). Eine Charakteristik von OLEDs ist, dass ihre Durchlassspannung deutlich niedriger ist als bei vergleichbaren LED-Lichtquellen. Dies ist ein Vorteil z.B. beim Überblitzen von OLEDs, da für den gleichen Strom weniger Spannung benötigt wird. Allerdings gibt es bei der Ansteuerung von OLEDs einige Besonderheiten zur beachten. Im Vergleich zu LEDs sind OLEDs riesige Flächendioden, die als elektrische Kapazitäten wirken und dadurch Blindströme verursachen können. Zudem kann es bei OLEDs – anders als bei LEDs – zu Kurzschlussdefekten kommen. Die dabei entstehenden hohen Ströme führen lokal zu großen Erwärmungen, die eine Brandentwicklung zur Folge haben können. Eine Kurzschlussicherung ist in einem OLED-Trei-

ber deshalb unabdingbar. Möglichkeiten für intelligente Treiberentwicklungen ergeben sich durch die flache Bauform der OLED-Leuchte. In den Aufbau einer Leuchte kann eine geeignete Sensorik integriert werden, um eine interne Helligkeits- und Farbortregelung und damit eine reproduzierbare Beleuchtungseinstellung zu ermöglichen. Um die Vorteile der OLED-Leuchte voll nutzen zu können, ist ein abgestimmtes Gesamtkonzept für die Treiber-Elektronik sinnvoll.

Blitzbetrieb

OLEDs sind wie LED-Beleuchtungen auch für den Blitzbetrieb geeignet. Trotz der hohen Kapazität ihrer flächigen Dioden reagieren sie innerhalb weniger µs auf einen Strompuls. Lediglich das Abklingen der Spannung unterhalb der Durchlassspannung nach einem Strompuls dauert länger als bei LEDs. Dies ist aber für die Anwendung im Blitzbetrieb unerheblich, da der Strom praktisch sofort auf Null abfällt. Überblitzströme bis zum Siebenfachen des Nominalstroms wurden bisher getestet. Die Intensität nimmt linear mit der Höhe des Strompulses zu, wobei es bei hohen Strömen zu einer Sättigung der Intensitätsantwort kommt. In wieweit sich hohe Pulsströme auf die Lebensdauer auswirken, ist noch nicht bekannt. Grundsätzlich kann derzeit im für die Bildverarbeitung wichtigen OLED-Blitzbetrieb für die Applikation kein wesentlicher Unterschied zu LED-Beleuchtungen festgestellt werden.

Spektrale Helligkeitsverteilung

Typisch für weiße LED-Beleuchtungen ist der Helligkeitseinbruch im blaugrünen Bereich (ca. 480nm; Bild 3). Auf Grund der breiteren Emissionskennlinien und des Aufbaus in mehreren Schichten mit verschiedenfarbigen Emitttern zeichnen sich weiße OLEDs generell durch ihre hohe Farbtreue (CRI>90) aus. Dies ist insbesondere bei Farbenwendungen mit detailtreuer Wiedergabe der Farbnuancen vorteilhaft, wie sie im Bereich Medizin- und Biotechnologie, Kunstmarkt oder Wertpapierdruck benötigt werden.

Lebensdauer

Die Lebensdauer und Helligkeiten von OLEDs sind - entgegen früheren Annahmen - inzwischen ausreichend für die Anwendung mit flächenhaften Beleuchtungsanforderungen. Man erreicht Werte, wie man sie von LED-Beleuchtungen kennt. Für weißes OLED-Licht ist z.B. eine Lebensdauer von 20.000h (bei 2.000cd/m² und LT70) möglich. Monochrome Beleuchtungen im grünen und roten Farbspektrum sind noch deutlich langlebiger. Durch die Verwendung von OLED-Reihenschaltungen innerhalb des Bauelementes (stacked OLEDs) sind bereits Leuchtdichten von bis zu 5.000cd/m² verfügbar.

OLED-Backlight-Serie

Projekte zur Prototypenentwicklung für Nischenmärkte auf der Basis von OLED-Rohbauelementen und zum Aufbau einer Customized-Fertigung von Beleuchtungskomponenten und -systemen werden derzeit im Netzwerk OLAB realisiert. So werden in einem Projekt namens OLIB seit gut einem Jahr Beleuchtungskomponenten für die Bildverarbeitung entwickelt. Das OLAB-Netzwerk wurde im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms des Mittelstandes des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie gefördert. Als erstes Produkt wird in diesem Jahr die Backlight-Serie seelectorLux OLED von hema electronic auf den Markt kommen. Diese Backlights zeichnen sich durch eine sehr hohe Homogenität und Farbtreue aus. Dazu wird eine intelligente Controllerbox mit Netzteil bereitgestellt. Weitere Beleuchtungskom-

ponenten (Tunnelbeleuchtung, Koaxiallicht) sind in Vorbereitung.

Entwicklungstrends

Eine Roadmap für die weitere Entwicklung bei OLED-Modulen unter Einbeziehung unterschiedlicher Quellen ist in Bild 4 dargestellt. In Zukunft wird es ähnlich wie bei den LEDs auch nicht die eine OLED geben. Die Hersteller werden neben den genannten Parametern weitere spezifische Vorteile anbieten. Die Massenfertigung von OLED für Beleuchtungsanwendungen wird in diesem Jahr beginnen. Vorreiter sind Philips Lighting und LG Chem, die neue Fertigungsanlagen auf Basis der Gen 2.5 (Substratgröße ca.40x50cm²) in Betrieb nehmen werden. Osram, Panasonic und weitere Firmen im Beleuchtungsmarkt werden folgen. Die positive Nachricht für die Bildverarbeitung ist, dass sich dadurch der Preis für die Grundbauelemente (bare level OLEDs) weiter reduzieren wird und

OLEDs für die Bildverarbeitung das Preisniveau von LED-Flächenleuchten erreichen. Erste flexible OLEDs sind bereits verfügbar. Die Entwicklung und Herstellung von 3D-Formen mit flächenhafter Beleuchtung wird dadurch vereinfacht. Transparente OLEDs, die im eingeschalteten Zustand in eine Richtung leuchten, sind geeignet, Entwicklungen von kompakten, integrierten Gesamtsystemen, die aus Kamera, Optik und Beleuchtung bestehen, umzusetzen. In der Farbtemperatur durchstimmbare OLEDs können zukünftig in der Bildverarbeitung besser auf die Farbe des Objekts (insbesondere bei biologischen oder medizinischen Anwendungen) und falls erforderlich auch auf die spektrale Empfindlichkeit CCD- bzw. CMOS-Kameras angepasst werden. Die Verbindung von organischer Sensorelektronik mit CMOS-Auswertelektronik befindet sich noch in der Grundlagenforschung. Hier ergeben sich innovative Lösungen für extrem kompakte, intelligente Sensoren. ■

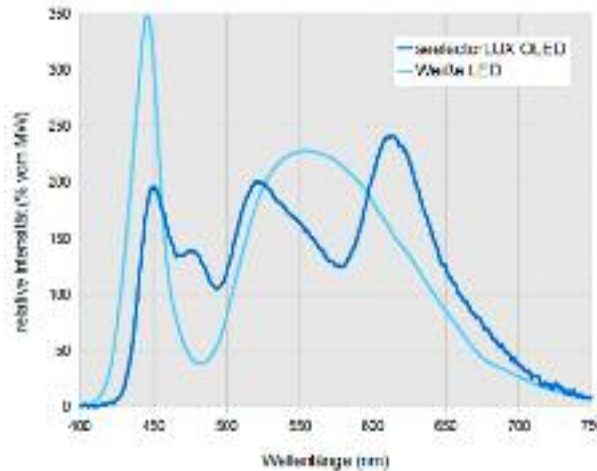


Bild 3: Spektrale Helligkeitsverteilung einer weißen OLED und einer weißen LED-Beleuchtung

Bild: Stemmer Imaging GmbH

Parameter	2013	2014	2015
Effizienz (lm/Watt)	60	100	140
Beleuchtungsstärke (cd/m ²)	3.000	5.000	>5.000
Lumenoutput (lm/m ²)	10.000	15.000	>15.000
Color Rendering Index - CRI - [%]	> 85	> 90	> 95
Lebensdauer LT70@ 3000 cd/m ²	20.000	30.000	40.000
Maximale Größe (mm ²)	120 x 120	200 x 200	400 x 400

Bild: Philips, LG Chem, Panasonic und Lumiotec
 Bild 4: Roadmap für OLED-Beleuchtungsbauelemente

www.oled-olab.net
www.stemmer-imaging.de

Autoren | Dr.-Ing. Gotthard Weißflog, Netzwerkmanagement OLAB
 Dr. Tobias Henzler, Stemmer Imaging GmbH