L'éclairage LED : quo vadis?

Autor(en): **Pier, Harald**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **107 (2016)**

Heft 1

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857075

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

L'éclairage LED – quo vadis ?

Les évolutions technologiques offrent de nouvelles possibilités

Les diodes électroluminescentes sont bien connues depuis longtemps. Elles ont tout d'abord servi de témoins lumineux destinés à l'indication d'un état avant que le développement de LED bleues ne permette de générer également une lumière blanche à des fins d'éclairage. Leur efficacité énergétique et leur efficacité lumineuse ne cessent d'augmenter, tandis que la taille de ces sources de lumière diminue et rend aussi possible une mise en œuvre dans des objets assumant en principe d'autres fonctions, comme le prouve la lampe de poche intégrée dans les smartphones.

Harald Pier

Les diodes électroluminescentes (LED) sont connues depuis bien longtemps, et ce, notamment sous la forme de témoins lumineux pour nos appareils électriques ou dans nos voitures. Dans un premier temps, les nouvelles propriétés des LED ont contribué à créer des applications moins sensibles au prix (et moins gourmandes en lumière) pour lesquelles des aspects tels que le design et la sécurité ont joué un rôle prépondérant. Il y a plus de vingt ans déjà que les premiers feux de stop surélevés équipés de cette nouvelle technologie ont fait leur apparition !

C'est approximativement autour de cette période que les LED bleues ont également fini par atteindre le stade de la fabrication en série. Un tel accomplissement a permis de créer les conditions préalables à la production de lumière blanche. Toutefois, une étape n'était pas encore franchie, à savoir l'invention de la LED haute puissance (LED HP) survenue aux alentours du changement de millénaire. Ce concept radicalement différent qui se concentre sur l'optimisation de la dissipation de chaleur et des propriétés optiques de l'encapsulation des LED a lancé la marche triomphale de ces dernières.

Utilisation des LED HP

L'industrie automobile fut à nouveau l'une des premières à s'intéresser à ces progrès. Déjà quelques années plus tard, en 2004, les LED HP ont pu être intégrées en série en tant que feux de circulation diurnes et le premier phare 100 % LED de l'Audi R8 éclairait déjà les rues quatre ans après, en 2008. À l'heure actuelle, nous nous trouvons déjà deux générations plus loin. Désormais, la lumière laser et les solutions matricielles à LED sont utilisées afin de garantir en tout temps un éclairage optimal de la chaussée.

La technologie LED a immensément bénéficié des autres domaines d'application, parallèles à l'utilisation dans les véhicules. Les deux domaines les plus importants sont le remplacement du flash dans les téléphones mobiles et le rétroéclairage de téléviseurs ou d'écrans de grande taille. En l'espace de quelques années, ces derniers se sont orientés vers les LED, remplaçant presque entièrement les tubes à cathode froide (CCFL) utilisés jusqu'alors.

Bouleversements dans l'industrie de l'éclairage

Dans l'industrie de l'éclairage, nous nous trouvons également dans une telle phase de mutation. La plupart des fabricants de luminaires réalisent aujourd'hui déjà la moitié de leur chiffre d'affaires, voire plus, en vendant des produits qui reposent sur la technologie LED.

Depuis l'invention des LED haute puissance, leur efficacité a augmenté de plus d'un ordre de grandeur et la qualité de la lumière s'est considérablement améliorée. Leur prix a en revanche diminué de plus de 80 %. Résultat : les luminaires à LED sont actuellement presque partout plus avantageux en termes de coût total que les modèles conventionnels. De ce point de vue, rien ne vient donc plus s'opposer à un éclairage LED ! Mais à quelles innovations et évolutions technologiques faut-il encore s'attendre ?

Commençons tout d'abord par les composants. Les fabricants de LED proposent des encapsulations de plus en plus petites, voire des LED pratiquement sans encapsulation (chip scale package, CSP). Ceci permet de réduire leurs coûts, mais l'intégration mécanique, thermique et optique deviennent alors d'autant plus

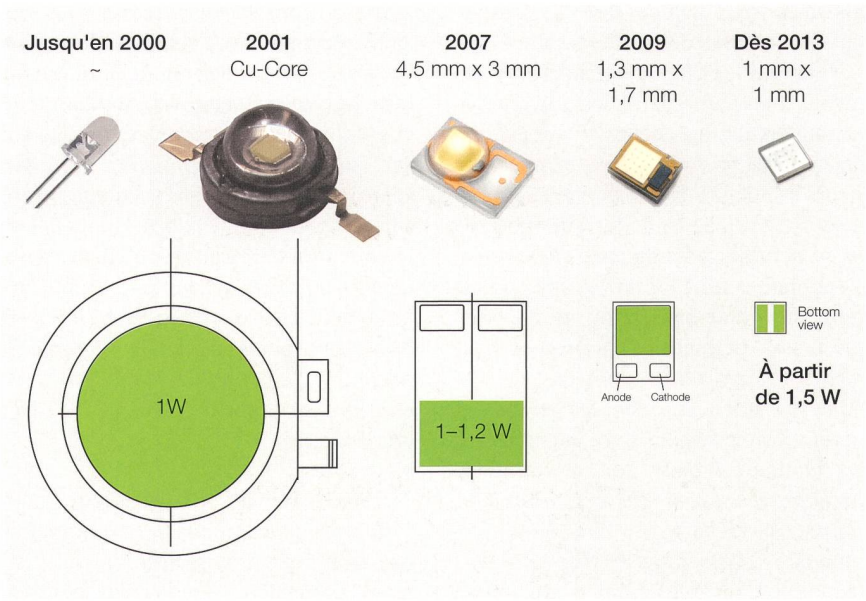

Figure 1 Évolution de l'encapsulation des LED HP et de leurs surfaces de contact thermique (vert).

Pier

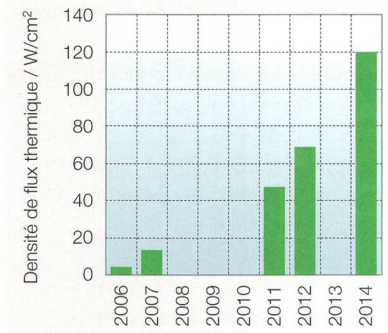

Figure 2 Évolution de la densité de flux thermique.

importantes. La **figure 1** représente les surfaces de contact thermique de différentes générations de LED HP et la **figure 2**, la densité de flux thermique qui en résulte.

De nouveaux défis

Au cours des trois dernières générations de LED haute puissance, la densité de flux thermique a été multipliée par vingt, malgré une efficacité accrue. La surface à souder n'a cessé de diminuer, ce qui exige, en plus d'une fabrication et d'un suivi des procédés précis, également l'emploi de circuits imprimés plus onéreux. Les fabricants de composants électroniques et les intégrateurs se retrouvent ainsi devant de nouveaux défis. Toutefois, une telle situation offre de nouvelles possibilités d'un point de vue optique étant donné que l'encapsulation extrêmement compacte permet d'accéder directement à la surface lumineuse de la puce LED. Le contrôle de la lumière émise s'en trouve donc amélioré. Les équipeurs qui se consacrent à ces défis y reconnaîtront un secteur d'activité rentable !

Bien que les LED HP aient été les premières à permettre la réalisation d'applications d'éclairage, celles-ci enregistrent déjà un certain recul, passager, dans plusieurs domaines. D'autres types de LED ne cessent de gagner du terrain. Les LED basse et moyenne puissance en viennent à supplanter les LED HP de plus faible puissance, leur fabrication moins complexe leur permettant de présenter un meilleur rapport flux lumineux/prix. Par ailleurs, grâce à elles les exigences optiques, précisément en ce qui concerne les luminaires plats, soit un éclairage homogène à haute efficacité, sont plus simples à satisfaire. Les LED dites chip-on-board (CoB), dont les flux lumineux émanant d'un seul boîtier atteignent, voire dépassent les 15 000 lm, sont quant à elles aptes à remplacer en une seule fois de nombreuses LED HP afin de réaliser notamment des luminaires d'éclairage public ou high bay.

Nous reconnaissons désormais que l'évolution des composants exerce une influence importante sur les approches destinées à proposer des solutions pour les systèmes. Comment va se poursuivre cette évolution ? Et quels seront les systèmes d'éclairage qui vont en résulter ? Afin de répondre à ces questions, nous allons considérer les grandeurs suivantes, ainsi que leur influence :

- l'efficacité (lm/W) ;
- les coûts (lm/CHF) ;
- et la miniaturisation (lm/mm²).

La chute croissante des prix et le gain d'efficacité des LED vont fondamentalement modifier les solutions d'éclairage au cours des prochaines années. À l'heure actuelle, l'objectif consiste encore souvent à remplir avec un nombre minimal de LED la fonction d'éclairage recherchée, tout en tenant compte de la durée de vie et de la qualité de lumière souhaitées. Toutefois, cela sera de moins en moins le cas à l'avenir. Un luminaire comportera des LED supplémentaires qui seront responsables notamment de la modification de la température de couleur, des ambiances chromatiques, de la variation d'intensité, de l'éclairage par spot supplémentaire ou d'autres répartitions variables de la lumière, de scénarios nocturnes, de fonctions d'indication ou bien aussi de la communication optique. La technologie des capteurs, l'intelligence destinée à l'évaluation des données de ces derniers et la communication (Internet des objets, « IoT » pour Internet of things) constituent des conditions préalables essentielles à cette fin. Pour finir, l'éclairage a pour objectif de promouvoir le bien-être des personnes à tout point de vue et il se trouve donc au cœur de ce qui est qualifié par l'expression « Human Centric Lighting », soit l'éclairage centré sur l'être humain. Cette notion désigne l'adaptation de l'éclairage à l'heure de la journée en ce qui concerne la luminosité, la couleur et le scénario de la lumière. Mais les aspects médicaux, tels que la sensibilité de la rétine à la lumière bleue et ultraviolette, font également l'objet de recherches.

Tendance à l'intégration

Les développements ne vont toutefois pas se limiter à la réalisation de luminaires de meilleure qualité, plus fonctionnels et plus esthétiques. Il ne s'agit plutôt que d'un objectif intermédiaire. Il est en effet d'ores et déjà possible d'identifier certaines approches visant à transformer la lumière en partie intégrante des surfaces et des matériaux et à l'intégrer par conséquent dans l'infrastructure existante. Plusieurs exemples en la matière ont déjà été présentés, tels que la lumière issue de matériaux textiles, de revêtements de sol, de tapisseries, de carrelages, de bétons ou d'éléments de plafonds **(figure 3)**.

Ce type d'intégration nécessite cependant une toute autre approche en termes de montage et d'usinage des composants émetteurs de lumière, soit des LED. Dans un grand nombre des cas mentionnés ci-dessus, l'alimentation électrique et la dissipation de chaleur ne pourront plus se produire via des circuits imprimés conventionnels. Les puces LED doivent pouvoir être directement intégrées dans la structure émettrice de lumière, et ce, sans disposer du moindre boîtier. Ceci exige un changement d'approche pour l'ensemble de la chaîne de fabrication et de livraison. L'encapsulation des puces LED miniaturisées (« dies » en anglais) incorporerait l'intégration et la connexion électrique dans des fibres optiques ou bien

Philips

Figure 3 Solutions lumineuses LED intégrées à l'architecture.

Volasystems GmbH

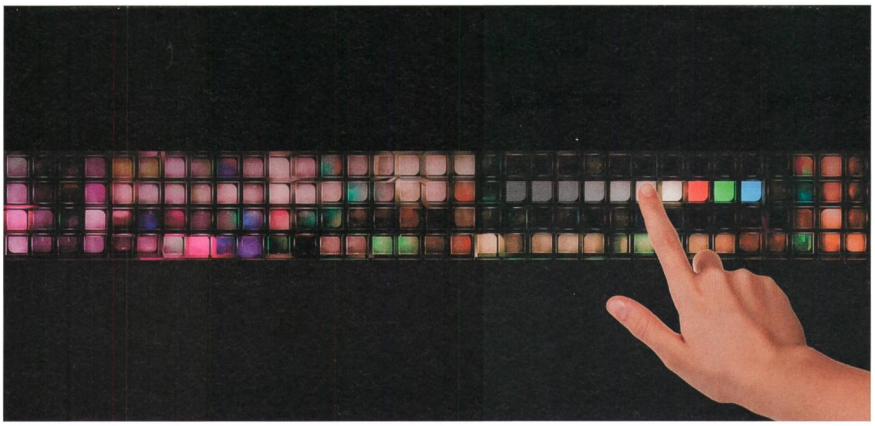

Figure 4 Solution LED intégrée au bâtiment avec programmation IoT de l'ambiance (couleur et luminosité).

serait réalisée via des OLED façonnées sous forme de fibres. Une troisième possibilité consisterait à coupler la lumière dans des fibres à l'aide de « light engines ».

Une plus grande liberté de conception

Cette variante, qui suscitera un enthousiasme croissant en raison de ses avantages, repose sur la miniaturisation de sources lumineuses performantes à haute efficacité. Ces dernières permettraient d'augmenter de façon spectaculaire la liberté de conception pour tous les luminaires et d'offrir des perspectives totalement nouvelles en termes d'éclairage. Les surfaces illuminées hautement réfléchissantes ou les surfaces de pratiquement n'importe quelle forme au sein desquelles la lumière peut être couplée en un ou plusieurs points dans une couche guidant la lumière en constituent des exemples.

Mais la croissance de l'efficacité, la baisse des coûts et la miniaturisation continues permettent également l'intégration de fonctions d'éclairage dans des objets qui remplissent principalement un autre objectif : la lumière assume alors une fonction supplémentaire tout en occupant peu d'espace, en consommant peu d'énergie et en ne générant que de faibles coûts. La fonction de lampe de poche intégrée aux smartphones est un bon exemple des progrès d'ores et déjà effectués par la miniaturisation. Le distributeur de café à éclairage périphérique, les cadres, éléments de ventilation et meubles émetteurs de lumière constitueraient d'autres exemples d'idées d'intégration.

Pour le secteur des luminaires, cette évolution donne le coup d'envoi d'une transformation radicale des stratégies et des modèles commerciaux. Quel produit dois-je vendre en tant que fabricant de luminaires si la lumière doit provenir du plafond ou du revêtement mural ? Quels sont alors les partenaires commerciaux dont je dispose ? Des fabricants de carrelage ? Des producteurs de papiers peints et de tapis ? Quels sont les alimentations électriques, les protocoles de communication, les capteurs et le hardware qui doivent équiper de tels « luminaires » ? Quelles compétences clés dois-je dès maintenant développer afin de rester compétitif sur le marché ? Tous les acteurs du domaine, du fabricant de LED au client final en passant par le concepteur d'éclairage se voient confrontés à des questions similaires.

La petite excursion dans l'histoire, la situation actuelle présentée en ce qui concerne les composants, les tendances révélées à propos des systèmes et des produits qui en résultent, ainsi que les résultats obtenus par les laboratoires de développement indiquent qu'une ère touche à sa fin en matière d'éclairagisme. La vague d'innovations déclenchée par les LED nous mène à une époque marquée par une lumière numérique et pratiquement immatérielle pouvant être commandée avec précision en fonction des souhaits et dont les propriétés peuvent être adaptées. À l'image du smartphone qui intègre les technologies les plus diverses dans des boîtiers compacts, la lumière sera également fortement influencée par des capteurs, par la communication et par l'intelligence afin de mieux servir les utilisateurs et d'améliorer notre environnement, ainsi que notre perception.

Les technologies qui gagneront en importance pour permettre un tel avenir seront la micro-optique, la photonique, la technologie des capteurs et l'Internet des objets, mais aussi la capacité à intégrer toutes ces technologies de façon précise, sûre et durable. Le courage d'oser la nouveauté et de figurer parmi les premiers à découvrir ce futur portera ses fruits.

Auteur

Dr **Harald Pier** conseille les entreprises qui souhaitent exploiter pour leurs produits de nouvelles technologies, telles que les LED, les procédés génératifs de fabrication ou l'Internet des objets.
1785 Cressier/FR, harald@pier.ch

Anzeige

Connaissez-vous déjà le site www.bulletin-online.ch ?

Vous trouverez les articles parus dans ce numéro également sur le site du Bulletin-online. Il vous offre la possibilité d'évaluer et de commenter les articles, afin de transformer une communication à sens unique en dialogue passionnant.

Le Bulletin électronique vous invite à explorer, à « fouiller » dans les archives, ainsi qu'à lire les plus récentes communications. Nous nous réjouissons de votre visite !

www.bulletin-online.ch

Bulletin
Fachzeitschrift von Electrosuisse und VSE
Revue spécialisée d'Electrosuisse et de l'AES