

Les LED au pouvoir

Luxeon Rebel – le froid du substrat céramique

Rob Alferink, Philips Lumileds Lighting Systems R&D

Les LED sont devenues une véritable rage; leurs versions forte puissance blanches et bleues en particulier paraissent avoir trouvé une corde sensible auprès d'un public de jeunes, celui de la génération des msn et MP3 qui s'en servent pour décorer (*pimper*) leurs scooters et PC. Sous la forme de deux photo-reportages compacts nous allons vous raconter non seulement les circonstances de leur conception et production (sans entrer dans les détails trop techniques) mais aussi voir comment Philips Lumileds Lighting Systems essaie de faire des LED de forte puissance destinées à un marché de consommation.

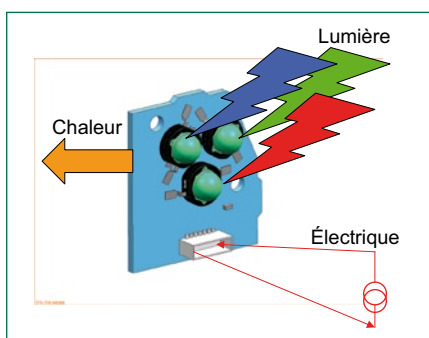
1 Les bases des LED

Une LED, c'est quoi en fait ? Aspects électrique, thermique, optique, mécanique.

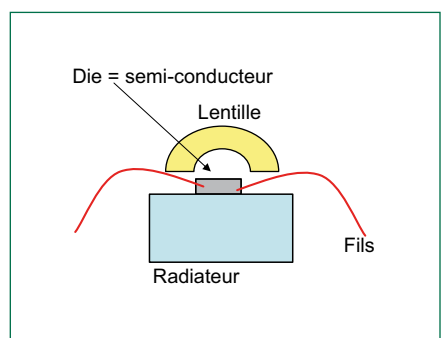
Principe de base

Une LED (*Light Emitting Diode*) convertit de l'énergie électrique en lumière, avec de la chaleur comme sous-produit indésirable et fortement problématique.

Le cœur d'une LED est appelé « *die* » aucun terme français pour ce « dé »). Un die est composé de plusieurs matériaux spécialement sélectionnés pour certaines propriétés physiques et présentant ce que l'on appelle l'effet semi-conducteur. Sa taille est de l'ordre de 1 x 1 mm. Pour éviter toute surchauffe,



le die (doté de contacts de connexion) d'une LED de forte puissance est fixée



sur un radiateur qui fait souvent également office de boîtier.

Quels matériaux de base ?

Dans le cas des LED de couleur rouge, rouge/orange et ambre, le matériau semi-conducteur est du **AlInGaP**, où Al = aluminium

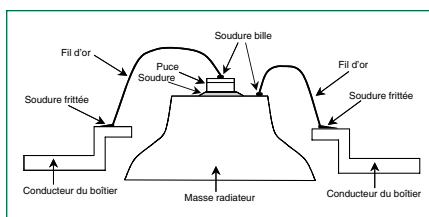
In = indium

Ga = gallium

P = phosphore

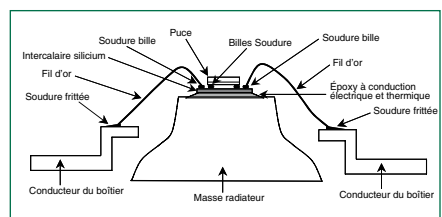
Les dies des LED de couleur bleu, cyan et vert sont fabriqués à partir de **InGaN**, où

N = azote



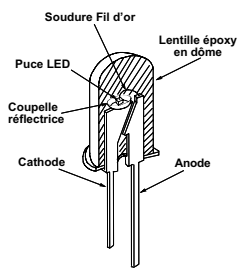
Structure interne de la LED Luxeon AlInGaP

Au cœur d'un réacteur ces matériaux sont « injectés » à un taux de mélange déterminé dans un die servant de



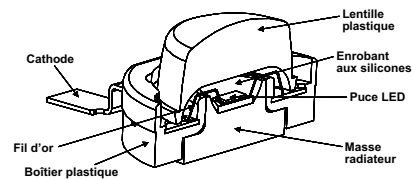
Structure interne de la LED Luxeon InGaN

support et appelé substrat. Le disque (wafer) possède un diamètre de 2 voire 4 pouces.



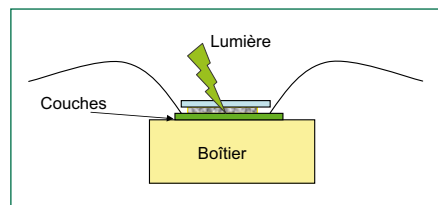
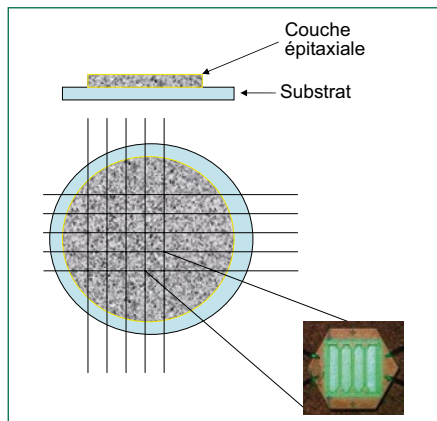
← **LED de faible puissance** à conducteurs traditionnels. L'absence de problèmes dus aux hautes températures, justifie l'absence de radiateur.

LED haute puissance; le boîtier/radiateur et l'ensemble lentille/dôme en constituent les parties les plus importantes. →

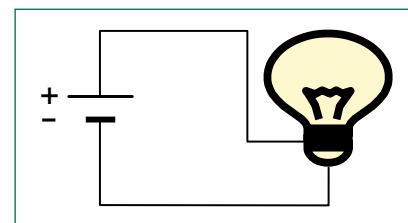


Technologie InGaN

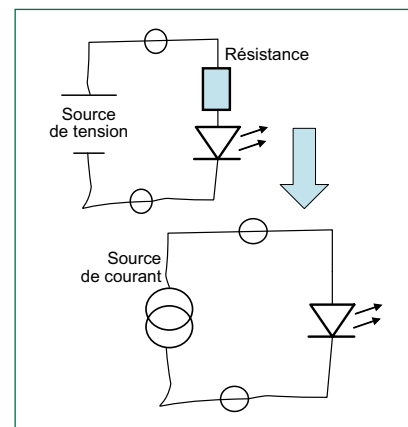
Les structures peuvent être créées par lithographie. Les électrodes positive et négative sont du même côté.



Que la lumière soit



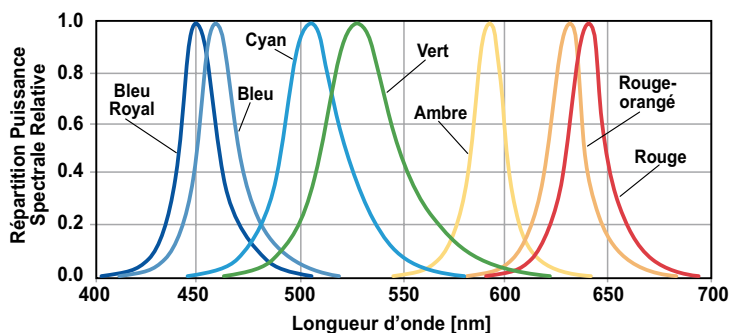
L'alimentation d'une lampe à incandescence ordinaire peut se faire par une source de tension continue ou alternative. Une LED peut également être alimentée par une source de tension à condition d'être protégée par une résistance dimensionnée correctement. Pour des résultats reproductibles et un meilleur contrôle de la LED, on opte de préférence pour un pilotage par source en courant pur.



La couleur de la LED

La LED peut prendre l'une des couleurs

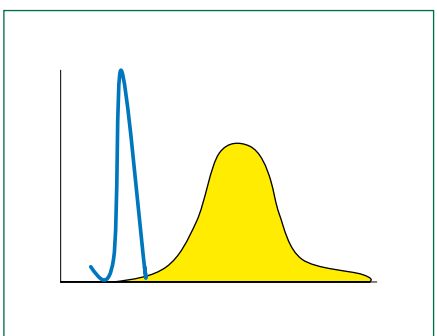
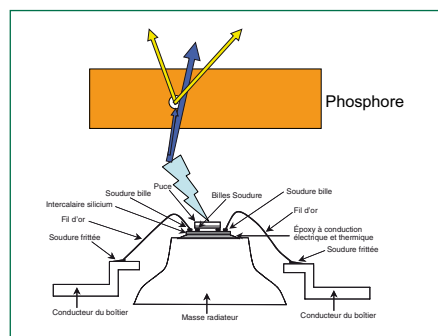
du spectre en fonction de la combinaison de matériaux dopants utilisés.



Comment obtenir de la lumière blanche

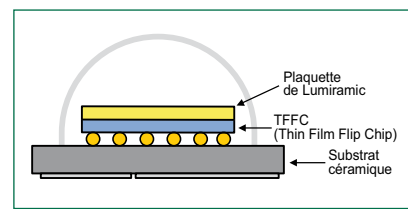
La lumière bleue produite par une LED

InGaN est convertie en lumière jaune par le biais d'une couche de phosphore. Le résultat est une teinte de blanc parfaitement déterminée.



« Lumiramique »

De nouvelles technologies utilisent une plaquette de phosphore plutôt que le dépôt par vaporisation.

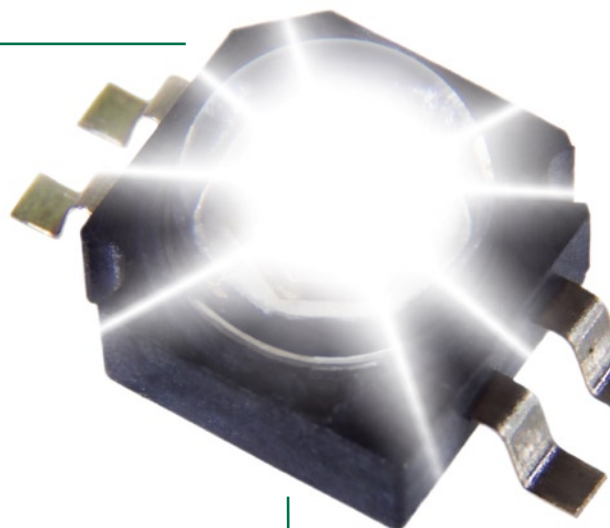
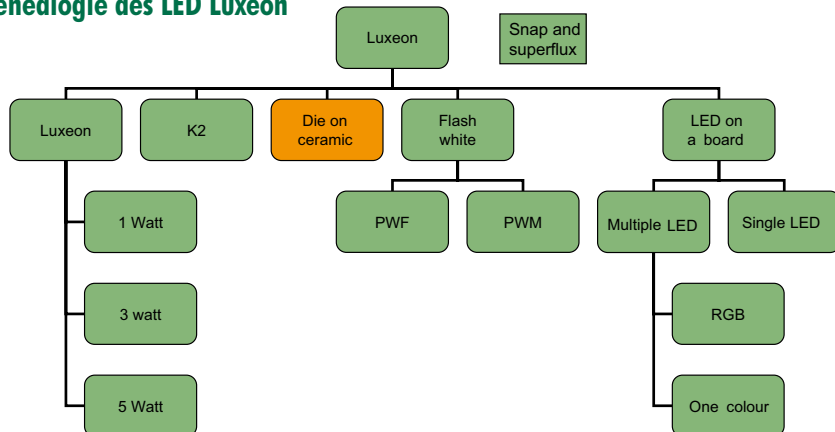


2

Comment est née la Luxeon Rebel

La LED Luxeon Rebel de Philips Lumileds possède d'énormes potentialités pour nombre d'applications d'éclairage où il faut remplacer des éclairages fluorescents gros consommateurs d'énergie, voire pire encore des ampoules à incandescence par une source de lumière plus intelligente et de durée de vie plus importante. Les racines de la Rebel remontent tout au début de la technologie Luxeon.

Généalogie des LED Luxeon



Luxeon Standard

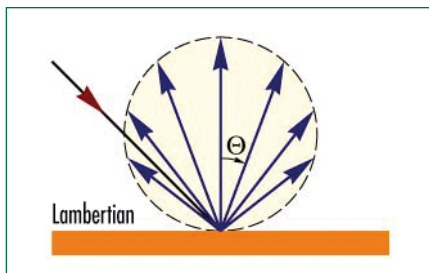
Ces composants peuvent être classés selon :

1. Leur puissance :

- 1 watt
- 3 watts
- (5 watts)

2. Leur couleur :

- rouge
- rouge/orange
- ambre
- vert
- cyan



- bleu
- bleu royal



3. Leur forme de rayonnement :

- de Lambert
- Aile de chauve-souris
- Émetteur latéral

« Binning » : peaufinage de la sélection de composant

En respect du cahier des charges de couleur, puissance et forme de rayonnement, la sélection des LED se fait par le biais d'un processus industriel

automatique et extrêmement rapide. Les critères de sélection sont :

- Quantité de lumière produite (« flux »), exprimée en lumen (lm) ou milliwatts (mW). On fait appel à une mesure radiométrique sophistiquée.

- Longueur d'onde (dominante)
- Tension directe (*forward voltage*)

La sélection se fait à l'aide de « canettes » (*bins*) d'où le terme de « *binning* ».

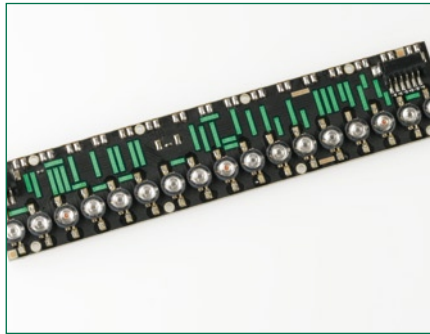
Exemple : signification du code **R2H**.

Flux (vert)	inférieur [lm]	supérieur [lm]	λ_{dom}^1 (vert)	inférieur [nm]	supérieur [nm]	V _f (vert)	[V]	[V]
Q	30,6	39,8	1	520	525	H	3,03	3,27
R	39,87	51,7	2	525	530	J	3,27	3,51
S	67,2	87,4	3	530	535	K	3,51	3,75
T	87,4	113,6	4	535	540	L	3,75	3,99
			5	540	545	M		
			6	545	550	N		

¹ La longueur d'onde dominante (λ_{dom}) pour une couleur donnée est déterminée par ses coordonnées dans un plan de couleur X-Y. Le classement n'a de sens que pour les couleurs primaires (blanc exclu).

LED embarquées

On trouve des LED Luxeon montée sur des cartes de toutes formes. Les différentes LED ont été choisies avec soin pour leur couleur et luminosité identiques. Citons au nombre des domaines d'utilisation les plus surprenants les congélateurs ouverts des supermarchés et les appareils de vente de boissons. Dans les deux cas, la couleur produite par les LED a été choisie de manière à donner le meilleur aspect possible aux produits mis en vente. Il va sans dire que la couleur a été adap-



Luxeon DCC



En étoile

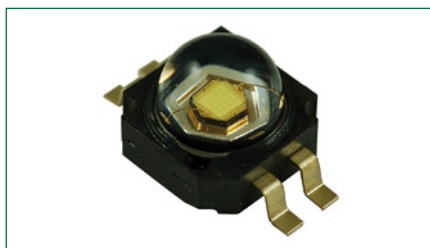
tée en fonction des résultats de vente

et d'interviews de clients ne se dou-

Luxeon K2 TTFC et K2 Prime TTFC

Ces deux membres de la famille Luxeon sont caractérisées par :

- Une disponibilité en rayonnement de Lambert uniquement
- Une excellente adaptation aux courants et températures plus élevés
- Une utilisation possible en four à refusion (ce qui n'est pas le cas des modèles Luxeon standard)



La LED K2 standard Luxeon K2 TTFC

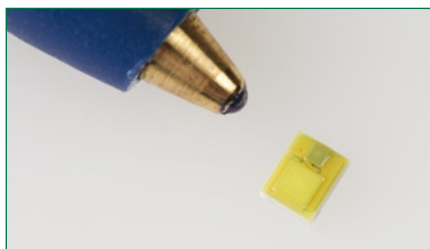


(Thin Film Flip Chip) supporte un cou-

Les produits Luxeon Flash

Il s'agit toujours de LED blanches. Il en existe deux versions :

1. Montée sur support = PWF (F = Flash)
2. Combinée à une lentille = PWM (M = Module)



La prochaine génération : des LED sur céramique

La LED Luxeon « Rebel » de Philips Lumileds est un membre hors-normes de Luxeon par son montage sur un die céramique. Philips a une longue expérience des céramiques, les technologies de leur fabrication sont parfaitement documentées au cours des années de développements inten-



ses. Certaines céramiques possèdent

d'excellentes propriétés de conduction ce qui permet d'éviter leur destruction prématurée du die par surchauffe. La chaleur est le plus gros problème des fabricants, sachant qu'une instabilité et une perte du contrôle thermiques influent les paramètres les plus importants du composant tels que la tension directe et la durée de vie, mais aussi la couleur produite.

Pour en savoir plus

La fiche de caractéristiques de produits Philips N° DS25 concernant la LED Luxeon et son rapport de fiabilité N° RD25 plongent au cœur de la technologie de production des LED Luxeon et de leurs applications. Nous vous proposons ces documents au téléchargement (www.elektor.fr) avec

l'aimable autorisation de Philips Lumileds Lighting Systems.

On trouvera d'autres documents intéressants à ces adresses URL :

1. Informations de base au sujet des Lumileds : <http://www.lumileds.com/>

2. Luxeon K2 :

<http://www.lumileds.com/products/line.cfm?lineId=18>

3. Luxeon Rebel :

<http://www.lumileds.com/products/line.cfm?lineId=19>

(070906-1)