



www.cnrs.fr



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 26 AVRIL 2013

Pourquoi les DELs perdent leur efficacité lumineuse lorsque l'intensité du courant augmente

Le mystère de la diminution du rendement des diodes électro-luminescentes (DELs) vient d'être résolu par une équipe du Laboratoire de physique de la matière condensée (CNRS/École polytechnique), en collaboration avec l'Université de Californie à Santa Barbara. Ce phénomène constitue un verrou limitant l'expansion de ces sources de lumière efficaces et économes en énergie. L'équipe franco-américaine vient de montrer que dans une DEL, l'énergie électrique ne sert pas uniquement à émettre de la lumière, mais qu'elle contribue également à exciter des électrons dans la matière. Ces travaux, publiés le 26 avril 2013 dans la revue *Physical Review Letters*, pourraient permettre de contrer cet effet pour obtenir des DELs plus performantes, fournissant une intensité lumineuse beaucoup plus importante.

L'efficacité d'une DEL correspond à son rendement de transformation de l'énergie électrique en lumière. Or, les chercheurs savent que, lorsque l'intensité du courant qui traverse la DEL dépasse un certain seuil, son efficacité diminue. De ce fait, pour maintenir un rendement élevé, les DELs fabriquées commercialement fonctionnent à des densités de courant relativement faibles. Elles sont, par conséquent, à l'unité, moins intenses que d'autres sources de lumière pourtant moins efficaces, comme les lampes à incandescence. Pour obtenir des intensités lumineuses fortes, les industriels doivent accumuler les DELs dans chaque lampe, ce qui augmente considérablement les coûts. Le phénomène de diminution de l'efficacité des DELs constitue donc un frein important à leur expansion dans des domaines tels que l'illumination d'environnements industriels.

Lorsqu'un courant électrique traverse une DEL, des paires électron-trou¹ sont injectées dans la structure. Des photons sont émis lorsqu'une paire électron-trou se recombine et cède son énergie en émettant de la lumière. C'est ainsi que s'opère la conversion de l'énergie électrique en lumière, dont malheureusement l'efficacité diminue lorsque l'intensité du courant dépasse un certain seuil. Cette baisse était connue depuis 1999, mais son origine demeurait incertaine. L'équipe franco-américaine vient de montrer de façon directe que l'effet Auger est le principal responsable de cette diminution.

L'effet Auger se manifeste lorsque la densité d'électrons traversant le semi-conducteur est grande. Alors, une paire électron-trou peut ne pas se recombinaison en émettant un photon, mais en excitant un deuxième électron sous forme d'énergie cinétique. Ce dernier est appelé électron Auger. Son énergie excédentaire est dissipée sous forme de chaleur. Pour observer l'effet Auger, les chercheurs ont fait passer un courant

¹ Paire électron-trou : ensemble formé dans un semi-conducteur par un électron ayant quitté une bande d'énergie et l'emplacement laissé vacant dans cette bande, équivalant à une charge positive.

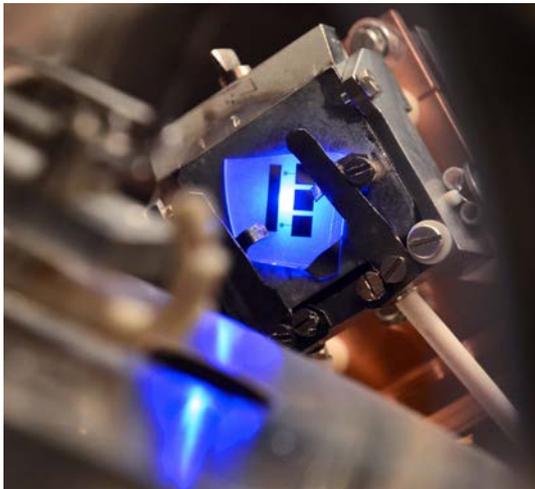


www.cnrs.fr



dans une DEL, puis mesuré l'énergie des électrons après leur émission dans le vide. Ils ont ainsi observé des pics d'électrons à énergie élevée qui apparaissent dès que le seuil de diminution d'efficacité d'émission lumineuse de la DEL est atteint et dépassé. Ces électrons énergétiques correspondent aux électrons Auger. Cette expérience rappelle celle de Heinrich Hertz en 1887 menant à la découverte de l'effet photoélectrique, effet expliqué en 1905 par Einstein par la quantification de la lumière sous forme de quanta de lumière, les photons.

Cette première preuve expérimentale de l'effet Auger dans une diode électroluminescente devrait lancer les recherches pour tenter d'enrayer ce phénomène et éviter la diminution de l'efficacité des DELs. Ceci devrait permettre d'obtenir des DELs beaucoup plus lumineuses, capables de remplacer toutes les sources de lumière des environnements commerciaux et industriels, y compris les tubes néon. L'enjeu est considérable, puisque l'on pourrait ainsi économiser environ 50% de l'électricité utilisée pour l'éclairage, secteur qui représente entre 15 et 22% de la consommation électrique totale suivant les pays.



© École polytechnique, Philippe Lavielle
DEL émettant de la lumière sous injection électrique, dans une enceinte ultra vide permettant l'analyse en énergie des électrons émis simultanément par cette DEL.

Bibliographie

Direct measurement of Auger electrons emitted from a semiconductor light emitting diode under electrical injection : identification of the dominant mechanism for efficiency droop
Justin Iveland, Lucio Martinelli, Jacques Peretti, James S. Speck, and Claude Weisbuch
Physical Review Letters, 26 avril 2013

Contacts

Chercheurs CNRS | Claude Weisbuch | T 01 69 33 46 76 | claude.weisbuch@polytechnique.edu
Jacques Peretti | T 01 69 33 46 78 | Jacques.peretti@polytechnique.fr
Presse Polytechnique | Claire Lenz | T 01 69 33 38 70 | claire.lenz@polytechnique.edu