



Institut de physique

Actualités scientifiques

Nouvelle source d'électrons pour la microscopie électronique

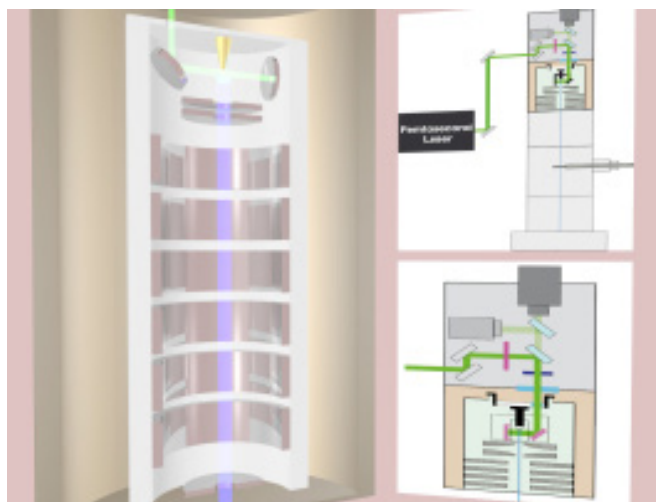
Décembre 2017

En combinant un canon à émission de champ froide avec un laser femtoseconde, des physiciens ont développé une nouvelle source ultrabrève d'électrons pour la microscopie électronique ultrarapide cohérente.

En microscopie électronique en transmission, un faisceau d'électrons accélérés provenant d'une pointe traverse l'échantillon à analyser. Selon les caractéristiques de l'échantillon (composition, structure), l'intensité du faisceau est modifiée, ce qui nous renseigne sur l'objet observé. Parmi les différentes sources d'électrons, les sources à émission de champ froide (la pointe reste à température ambiante) sont utilisées dans le cas d'analyses nécessitant une qualité optimale de faisceau électronique. Leur fonctionnement repose sur une nanopointe métallique placée dans un champ électrique suffisamment fort pour permettre l'extraction d'électrons par effet tunnel. L'émission des électrons étant confinée à l'extrémité de la pointe métallique, ces sources sont celles dont la brillance (qui traduit le nombre de particules émises dans une direction donnée par unité de surface émettrice), la cohérence spatiale et temporelle sont les meilleures. Elles sont donc idéales pour les

expériences d'interférométrie ou d'holographie électronique utilisées pour cartographier quantitativement les champs électriques, magnétiques ou de déformation dans les nanostructures.

Depuis une dizaine d'années, des efforts importants visent à combiner la résolution spatiale atomique des microscopes électroniques en transmission avec la résolution temporelle femtoseconde des sources lasers ultra-brèves. Ces développements ont permis des avancées importantes dans l'imagerie des nanoobjets avec une excellente résolution spatio-temporelle. Cependant, la quasitotalité de ces travaux repose sur l'utilisation de paquets d'électrons émis par des photocathodes plates illuminées par des impulsions lasers femtosecondes. La faible brillance de ces sources limite leur champ d'application. Des chercheurs du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales de Toulouse (CEMES-CNRS) ont conçu et mis au point une nouvelle source d'électrons ultrabrève en modifiant puis combinant un canon à émission de champ froide avec un laser femtoseconde focalisé sur l'extrémité de la nano-pointe métallique. Cette nouvelle source de paquets d'électrons ultracourts (de l'ordre de 200 femtosecondes) permet de dépasser les limites des photocathodes. Cela ouvre des perspectives totalement nouvelles pour la microscopie électronique résolue en temps, comme l'holographie électronique femtoseconde qui permettra la cartographie quantitative ultrarapide des champs dans les nanoobjets (champs électromagnétiques, champs de contraintes, ...). Ces résultats ont été publiés dans la revue *Applied Physics Letters*.



En microscopie électronique conventionnelle, les sources à émission de champ à froid sont privilégiées pour les applications les plus exigeantes en raison de leur excellente brillance, cohérence spatiale et dispersion énergétique. Des chercheurs du CEMES ont mis au point une version ultrarapide de ces sources ouvrant ainsi la voie à l'interférométrie électronique ultrarapide.

En savoir plus

Development of an ultrafast electron source based on a cold-field emission gun for ultrafast coherent TEM

G. Mario Caruso, F. Houdellier, P. Abeilhou et A. Arbouet

Applied Physics Letters (2017), doi:10.1063/1.4991681

Contacts chercheurs

Arnaud Arbouet, chargé de recherche CNRS

Florent Houdellier, ingénieur de recherche CNRS

Informations complémentaires

Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (CEMES, laboratoire du CNRS associé à l'Université Paul Sabatier de Toulouse et à l'INSA Toulouse)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie

3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Emmanuel Perrin/CNRS Photothèque