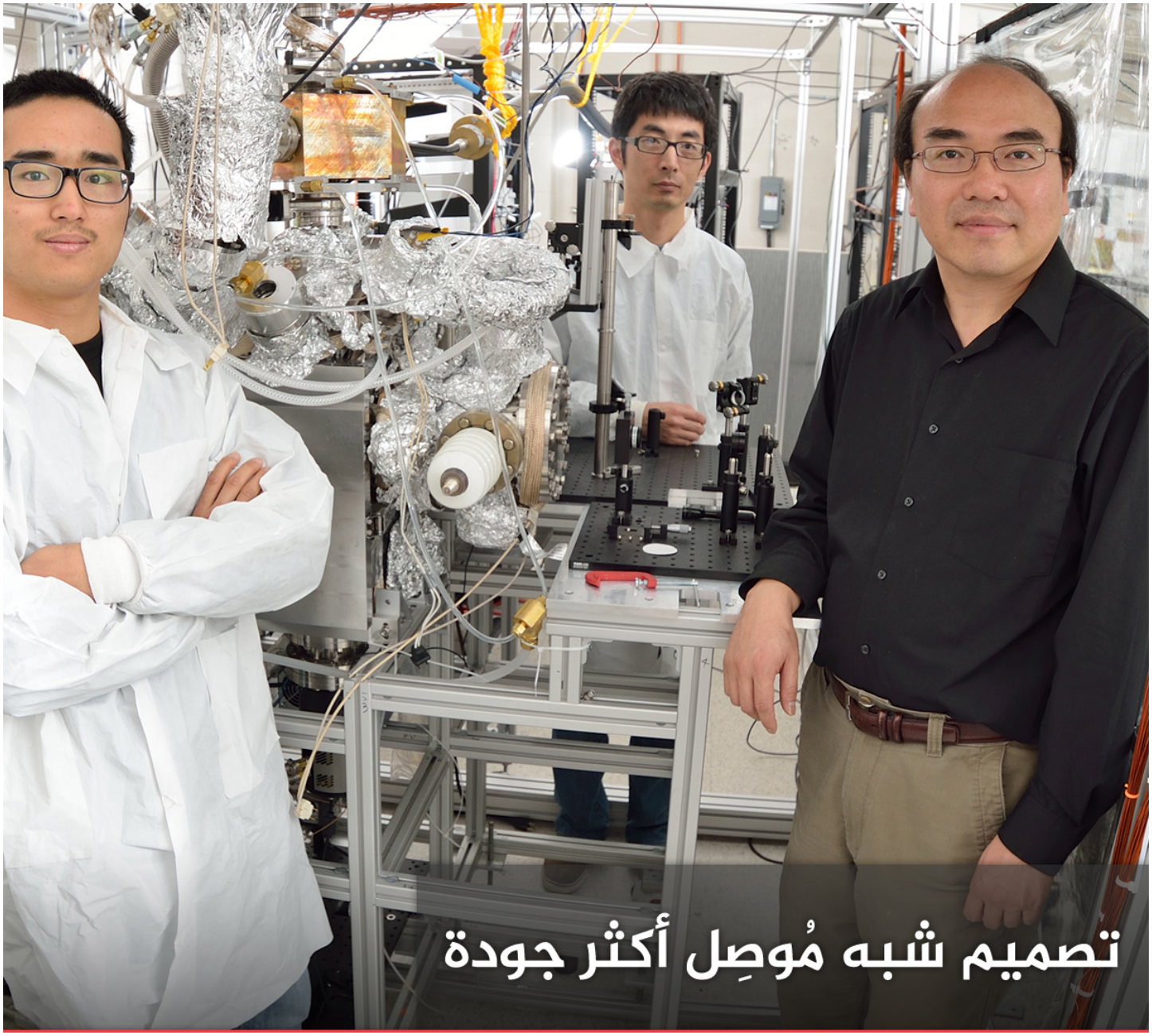
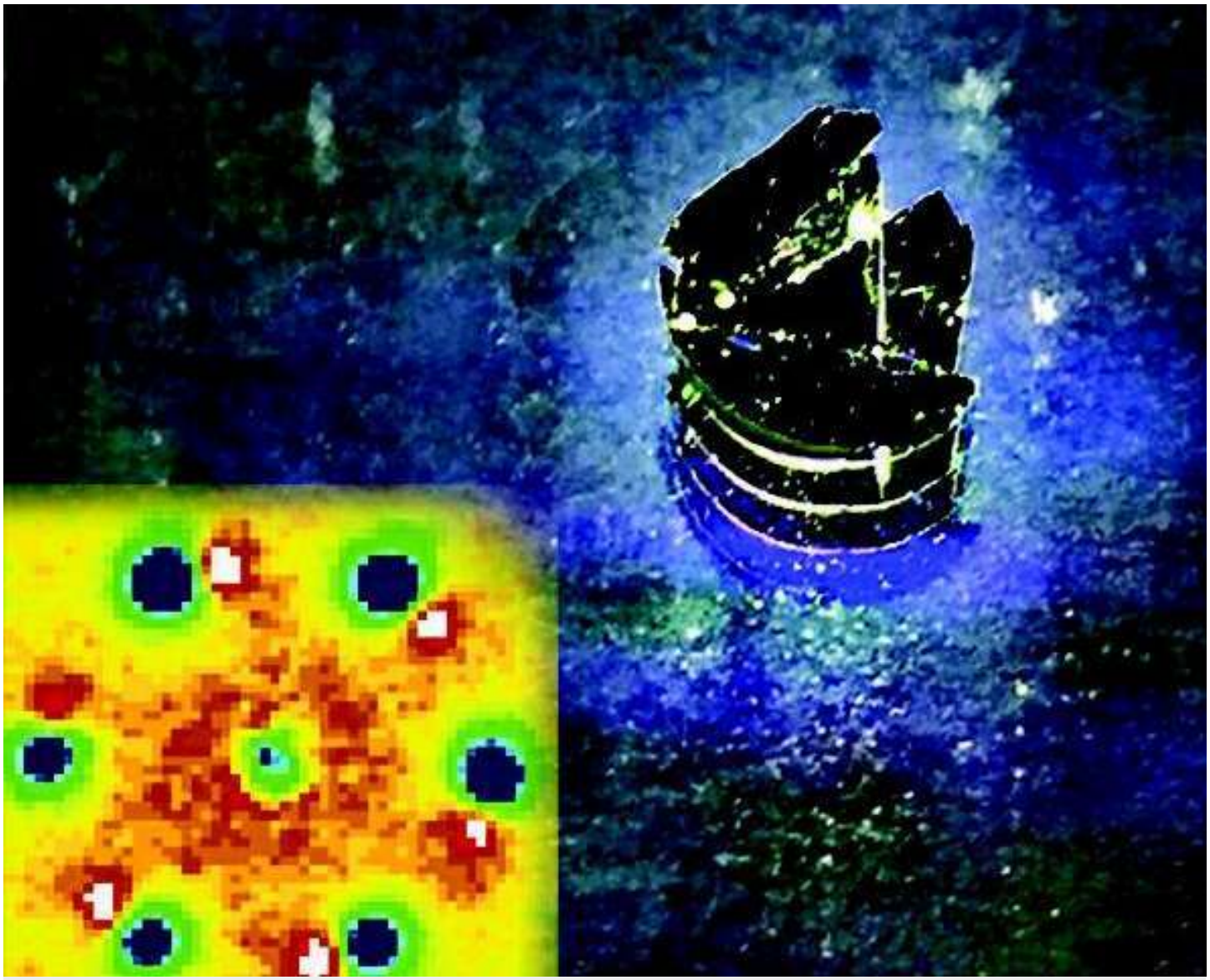
تصميم شبه مُوصِل أكثر جودة



بحث بقيادة جامعة ولاية ميشيغان Michigan State University قد يؤدي إلى تطوير نوع جديد ومُحسَّن من أشباه المُوصِلات في المستقبل.

شرح العلماء في ورقة علمية منشورةٍ في مجلة ساينس أدفانسز **Science Advances** كيف قاموا بتطوير طريقة لتغيير الخواص الكهربائية للمواد لجعلها تمرّر التيار الكهربائي بشكلٍ أفضل. هذا وتعتمد الخصائص الكهربائية لأشباه المُوصِلات على طبيعة الشوائب، والمعروفة بمواد الإشابة (**dopants**)، التي تتيح تصميم أشباه مُوصِلات أكثر كفاءةً عندما تضاف بشكلٍ ملائم لشبه المُوصِل.



الصورة على اليمين هي صورة موضِّحة لمادة تم تعريضها لنبضات ليزر. الصورة على اليسار هي صورة لمادة تُظهر تغيّرات بنائية طفيفة ناتجة عن ما يعرف "بالإشابة الضوئية" (photo-doping). المصدر: جامعة ولاية ميشيغان، قسم الفيزياء والفلك. (Credit: MSU Department of Physics and Astronomy)

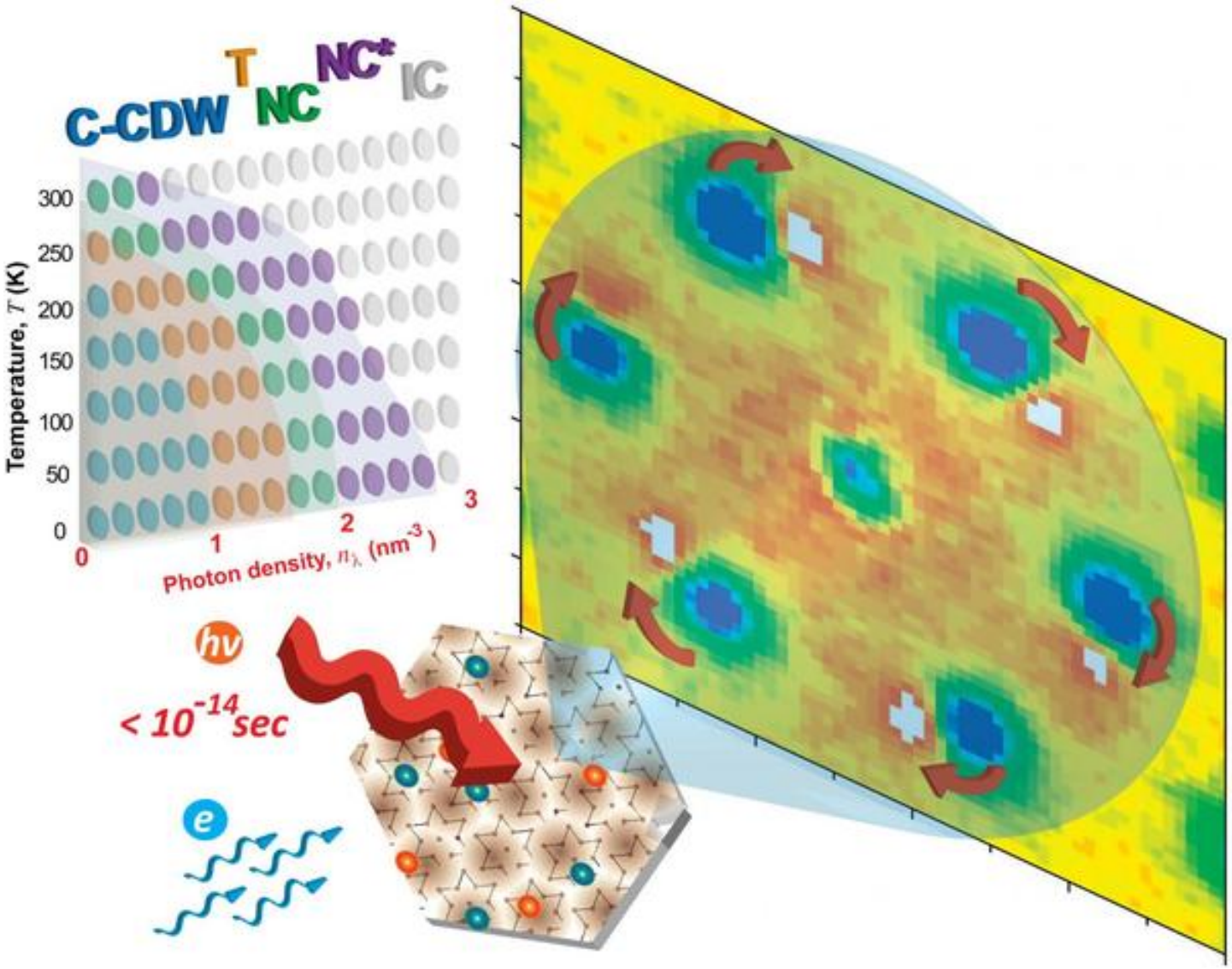
وجد الباحثون في جامعة ولاية ميتشيغان أنّ خصائص شبه الموصل تتغيّر كما لو أنّه تمّت إشابته (**doped**) بالطريقة الكيميائية،حينما تُصوّب عليه نبضات شعاع ليزر بسرعة عالية، ويُطلَق على هذه العملية الإشابة الضوئية (**photodoping**).

يقول تشونغ يو روان **Chong-Yu Ruan**، وهو بروفيسور في الفيزياء وعلم الفلك، وقائد الفريق الذي قام بالبحث في الجامعة: "المادة التي دُرست هي شبه مُوصِل غير تقليدي مصنوع من طبقاتٍ رقيقة متناوبة من ذرات معادن وعوازل ". ويضيف: "هذا الدمج يسمح للعديد من الخصائص غير الاعتيادية مثل المقاومة العالية المُوصِلية الفائقة بالحدوث، وخصوصا عند إشابتها".

رُصدت التغيّرات في خصائص المواد باستعمال "تقنية التصوير الإلكتروني فائق السرعة" (**ultrafast electron-based imaging technique**) التي طوّرها البروفيسور روان وفريقه في وقتٍ سابق، وبتغيير طول موجة وشدة نبضات الليزر تمكن الباحثون من رصد أطوارٍ بخصائصَ مختلفة [1] التي تم التقطها ضمن نطاق الفيمتو-ثانية. والفيمتو-ثانية تساوي واحد من الـ كوادريليون، أو واحد من

المليون من المليار من الثانية.

يقول البروفيسور أيضا: "تتصرف نبضات الليزر كمواد الإشابة، حيث تُضعف الرابط الذي يربط الشحنات والأيونات معاً في المواد بسرعةٍ عالية وتسمح بتشكُّل أطوار إلكترونية (**electronic phases**) جديدة بشكلٍ عفوي وبذلك تُنتَج خصائص جديدة." ثم يستطرد: "مشاهدة هذه العمليات أثناء حدوثها يسمح لنا بفهم الخواص الفيزيائية للتحولات في مستوياتها الأولية الأولى".



صورة تُظهر أن نبضات الليزر التي تُقاس مدتها بالفيمتوثانية يمكن أن تُستخدم في تغيير الخصائص الكهربائية للمواد لجعلها تتصرف وكأنها تم إشابتها–إضافة شوائب لها– كيميائيا. سُجلت هذه التغيرات باستخدام "نمط التصوير البوري الإلكتروني بأزمنة عرض من رتبة الفيمتو–ثانية" (the femtosecond electron crystallography pattern). بتغيير كثافة نبضات الليزر، يمكن أن يتم فحص الظروف التي تسمح بنشوء أطوار مؤقتة الاستقرار (metastable) والأطوار المخفية بسرعة بواسطة الطريقة التي ذُكرت أعلاه لتكوين رسم توضيحي شامل للأطوار (أعلى اليسار من الصورة) بدون الآثار المربكة التي تنتج عن الإشابة الكيميائية في العادة. (Credit: Faran Zhou and Chong-Yu Ruan)

يقول فيليب دكسبوري **Philip Duxbury**، عضو في الفريق ورئيس قسم الفيزياء وعلوم الفلك: "تمتلك الإشابة الضوئية فائقة السرعة (**ultrafast photo-doping**) تطبيقات محتملة يمكن أن تقود لتطوير الجيل القادم من المواد الإلكترونية، ومن المحتمل أن يتم توظيف أشباه مُوصِلات غير مشوبة (**undoped**) في أجهزة التشغيل والفصل المتحكّم بها من قبل الضوء ـ مثل المقاومة الضوئية".

جدير بالذكر أن شبه المُوصِل هو مادة توصل الكهرباء تحت ظروف معينة، جاعلةً بذلك نفسها وسيلة جيدة للتحكم بالتيار الكهربائي، ومن الأمثلة عليها السيلكون (**Si**) والجرمانيوم (**Ge**)، وتُستخدم في جميع الأجهزة الالكترونية بالإضافة للكمبيوترات.

ملاحظات:

الطور الإلكتروني (**electronic phase**): هو حالة مؤقتة للمادة تمتلك فيها خصائص كهربائية مختلفة عن الوضع الطبيعي.

- التاريخ: 2015-08-10
- التصنيف: فيزياء

#الليزر #ليزر الفيمتوثانية #اشباه الموصلات #الاشابة الضوئية

المصطلحات

- **الالكترون (Electron)**: جسيم مشحون سلبياً، ويُوجد بشكلٍ عام ضمن الطبقات الخارجية للذرات. تبلغ كتلة الالكترون نسبة تصل إلى حوالي 0.0005 من كتلة البروتون.

المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - شريف دويكات
- مُراجعة
  - أسماء مساد
- تحرير
  - محمد خليفة

- معاذ طلفاح
- تصميم
  - محمد نور حماده
- نشر
  - مي الشاهد