تتشرف كلية الدراسات العليا و كلية علوم بدعوتكم لحضور

مناقشة أطروحة الدكتوراه

العنوان

مواد البيروفسكايت لتطبيقات الإلكترونيات الضوئية: الخلايا الشمسية وأجهزة الكشف الضوئي

للطالب

عبد الكريم كالاثيل صوبي

المشرف

د. عادل نجار, قسم الفيزياء

كلية العلوم

المكان والزمان

1:00 ظهراً

الخميس 16 مايو 2024

مبنى F3، غرفة 043

الملخص

برزت مواد البيروفسكايت كمرشحات واعدة للتطبيقات الإلكترونية البصرية، وخاصة في الخلايا الشمسية وأجهزة الكشف الضوئي، وذلك بسبب خصائصها الرائعة مثل قابلية الحركة العالية للحامل، وفجوة النطاق القابلة للضبط، والتصنيع منخفض التكلفة. تستكشف هذه الأطروحة نهجين جديدين، وهما المنشطات أحادية التكافؤ والتخميل السائب وكذلك السطح، لتعزيز أداء واستقرار الأجهزة المعتمدة على البيروفسكايت. الهدف الأساسي من هذا البحث هو تعزيز خصائص مواد البيروفسكايت لتحسين أدائها الإلكتروني الضوئي، بهدف توسيع نطاق استخدامها في الخلايا الشمسية وأجهزة الكاشف الضوئي. على وجه التحديد، تسعى هذه الدراسة إلى تقييم فعالية تقنيات تخميل النحاس والبورفيرين الزنك في تحسين كفاءة واستقرار الخلايا الشمسية البيروفسكايت. بالإضافة إلى ذلك، يهدف البحث إلى تحسين أداء أجهزة الكشف الضوئية من خلال استخدام طريقة تخميل بورفيرين الزنك.

ولتحقيق الأهداف، تم استخدام نهج منهجي يتضمن التوليف، والتوصيف، وتصنيع الأجهزة. تم تصنيع أفلام البيروفسكايت باستخدام تقنية طلاء الدوران فعالة من حيث التكلفة. تم تحقيق منشطات النحاس من خلال الدمج المتحكم فيه لأيون Cu+ أثناء عملية التوليف، في حين تم تنفيذ تخميل بورفيرين الزنك من خلال تعديل الجزء الأكبر وكذلك السطح باستخدام تقنيات الهندسة المضادة للإذابة. يتم استخدام تقنيات التوصيف المختلفة، بما في ذلك حيود الأشعة السينية، والتحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية، والتحليل الطيفي للتألق الضوئي، والقياسات الكهربائية، لتقييم الخصائص الهيكلية والبصرية والإلكترونية لمواد البيروفسكايت المعدلة.

توضح النتائج التجريبية الدمج الناجح لمادة النحاس في شبكة البيروفسكايت. لقد وجد أن تحسين كمية النحاس يؤدي إلى تحسين الجودة البلورية وحجم الحبوب بشكل كبير، مما يؤدي إلى تحسين امتصاص الضوء وزيادة الكفاءة. ونتيجة لذلك، زادت كفاءة تحويل الطاقة (PCE) للخلايا الشمسية البيروفسكايت MAPbI3 المطعمة بالنحاس من 16.3% إلى 18.2%. ومع ذلك، فإن تخميل بورفيرين الزنك يعزز حجم الحبوب ويقلل العيوب، ويحسن الخصائص البصرية، ويزيد من كفاءة نقل الشحنات للخلايا الشمسية البيروفسكايت FA0.95MA0.05PbI2.85Br0.15. يعمل هذا النهج على تعزيز معدل نفقات الاستهلاك الشخصي بشكل كبير من 15.38% إلى 19.11% مع ضمان استقرار استثنائي، مع الاحتفاظ بأكثر من 91% من الكفاءة الأولية.

أصبح التخميل بالجملة لبلورة البيروفسكايت المفردة ممكنًا أيضًا أثناء عملية بلورة درجة الحرارة العكسية. تم أيضًا تصنيع أجهزة الكشف الضوئي المدمجة على الأسطح البلورية الفردية، وتم تقييم أدائها في الكشف الضوئي. أظهرت أجهزة الكشف الضوئي التي تستخدم تخميل بورفيرين الزنك خصائص محسنة للكشف الضوئي وسرعة الاستجابة السريعة، مما يؤدي إلى أداء فائق في ظروف الإضاءة المنخفضة مقارنة بالأجهزة غير الخاملة. أظهرت أجهزة الكاشف الضوئي التي تم تخميلها بنسبة 0.05% Zn-PP أفضل أداء مع استجابة قدرها 2.54 (A/W) وكفاءة كمية خارجية (EQE) تبلغ حوالي 778% بينما أظهرت العينة غير المنشط استجابة قدرها 1.06 A/W و كفاءة الطاقة 324%. علاوة على ذلك، أظهر التيار الكهروضوئي للعينة غير المُنشطة وقت صعود (tr) قدره 7.5 ميكروثانية ووقت سقوط (tf) قدره 84.8 ميكروثانية كدالة للوقت. ومع ذلك ، مع تخميل Zn-PP بنسبة 0.05٪ ، تم تخفيض tr و tf إلى 2.6 µs و 57.9 µs على التوالي.تساهم هذه الأطروحة في تطوير الأجهزة الإلكترونية الضوئية القائمة على البيروفسكايت من خلال تقديم استراتيجيات جديدة لتحسين خصائص المواد وأداء الجهاز. يوضح التنفيذ الناجح للمنشطات أحادية التكافؤ وتخميل البورفيرين المعدني إمكانات هذه الأساليب في تعزيز كفاءة واستقرار خلايا البيروفسكايت الشمسية وأداء أجهزة الكشف الضوئي.

تمهد الأفكار المكتسبة من هذا البحث الطريق لمزيد من التحسين لمواد البيروفسكايت وتطوير أجهزة إلكترونية بصرية عالية الأداء.

كلمات البحث الرئيسية: خلايا البيروفسكايت الشمسية، بلورة البيروفسكايت الأحادية، المنشطات المعدنية، التخميل، بورفيرين الزنك، الكاشف الضوئي.