إعداد و دراسة خواص مواد محضرة بطريقة السائل-هلام من أجل تطبيقها في التحفيز الضوئي

هدف هذا العمل هو تحضير و دراسة خواص طبقات رقيقة من أكسيد التيتان، أكسيد التيتان المطعم بالقصدير و أكسيد التيتان المطعم بالألمنيوم المثبتة بطريقة السائل-هلام على نوعين من المساند، الزجاج و السليسيوم الموجه (001). حيث قمنا بدراسة تأثير كل من درجة حرارة التلدين وتركيز التطعيم على الخصائص البنيوية، المرفولوجية، الضوئية و التحفيز الضوئي . ولهذا السبب، تم استخدام العديد من تقنيات التحليل.

بعد دراسة تأثير درجة حرارة التلدين (450 و 500 °م) وتركيز التطعيم بالقصدير على خواص طبقات زجاج/TiO_2 أوضحت النتائج المتحصل عليها أن زيادة تركيز التطعيم بالقصدير (من 0 إلى 5 at.%) تنقص نسبة تبلور افلام زجاج/TiO_2 في حين أن هذه الأخيرة تتزايد مع زيادة درجة حرارة التلدين. من ناحية أخرى، توضح صور AFM أن فيلم TiO_2 / الزجاج المحضر عند 450 درجة مئوية له بنية متراصة. ومع ذلك ، عند 500 درجة مئوية ، تظهر جميع الأفلام بنية مسامية. بالإضافة إلى ذلك ، تتمتع جميع أفلام $Sn:TiO_2$ / الزجاج بنفاذية مرئية عالية. بالنسبة للأفلام الملدنة عند 450 درجة مئوية ، مع زيادة معدل Sn ، تزداد فجوة الطاقة أيضًا من 3.48 إلى 3.54 فولت، مع ذلك، انخفض الأخير من 3.42 إلى 3.33 فولت ، للأفلام الملدنة عند 500 درجة مئوية. بينما يُظهر تحليل PL أن الزيادة في مستوى Sn تسبب انخفاض معدل إعادة تركيب (إلكترون-ثقب).

تم تقييم نشاط التحفيز الضوئي لأغشية TiO_2 / الزجاج و $Sn:TiO_2$ /الزجاج الملدنة عند 500 درجة مئوية تحت الأشعة فوق البنفسجية باستخدام RhB كملوث. لقد وجدنا أن التطعيم بالقصدير يحسن نشاط التحفيز الضوئي لـTiO_2 ، حيث 1 ٪ Sn له المستوى الأمثل.

ثانيًا ، درسنا تأثير درجات حرارة التلدين المرتفعة (600 ، 800 ، 1000 درجة مئوية) على الخصائص التركيبية و المرفولوجية والبصرية والتحفيزية الضوئية للفيلم $Sn:TiO_2$/السليسيوم.

تظهر الدراسة الهيكلية أن جميع أغشية $Sn:TiO_2$/السليسيوم تتبلور في كل من مرحلتي الانتاز و الروتيل ، وأن الزيادة في درجة الحرارة تسرع من انتقال الطور من الانتاز الى الروتيل. في حين أن إضافة 1 ٪ Sn ينتج عنه انتقال كامل إلى مرحلة الروتيل عند 800 درجة مئوية. كما تظهر أن حجم البلورات يزداد مع زيادة درجة الحرارة. ومع ذلك ، يتم الحصول على السلوك المعاكس بإضافة 1 ٪ Sn. بينما تُظهر الدراسة المورفولوجية لأغشية $Sn:TiO_2$ /السليسيوم بنية متراصة وتظهر أيضًا أن إضافة 1٪ Sn تسبب ظهور المسام.

كل الأفلام لها معامل انعكاس عالي في النطاق المرئي. من جهة أخرى، يكون موضع عتبة الامتصاص TiO_2 /السليسيوم في منطقة الأشعة فوق البنفسجية و الفيلم المطعم ب 1٪ Sn في المنطقة المرئية. أخيرًا ، درسنا سلوك التحفيز الضوئي ل $Sn:TiO_2$ /السليسيوم ، تحت الضوء المرئي لفكيك RhB. نجد أن الفيلم الملدن عند 600 درجة مئوية لديه أفضل أداء مقارنة بالأفلام الأخرى. ومع ذلك ، فإن زيادة درجة الحرارة تقلل من هذا النشاط الضوئي.

خلال هذا العمل البحثي، اتبعنا أيضًا نفس الدراسة السابقة ولكن هذه المرة على أفلام $Al: TiO_2$. في درجات الحرارة المنخفضة ، حاولنا أن نفهم كيف تؤثر درجة حرارة التلدين (450 و 500 درجة مئوية) و تركيز التطعيم بالألمنيوم (من 0 إلى 7 %) على الخصائص المختلفة لأغشية TiO_2 / الزجاج.

بغض النظر عن درجة حرارة التلدين ومستوى Al ، تظهر الدراسة الهيكلية أن جميع أفلام TiO_2 / الزجاج و $Al: TiO_2$ / الزجاج تتبلور تحت طور الانتاز. يؤدي رفع هادين المعاملين إلى زيادة معدل التبلور وحجم بلورات TiO_2. نستنتج أن صور AFM لأفلام $Al: TiO_2$ الملدنة عند 450 درجة مئوية تظهر أسطحًا مرصوصة. في المقابل ، تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى 500 درجة مئوية إلى ظهور بنية مسامية. بالإضافة إلى ذلك ، تؤدي إضافة 3 ٪ Al إلى تكوين فيلم مسامي للغاية. أفلام TiO_2 / الزجاج و $Al: TiO_2$ / الزجاج شفافة في المرئي. تتراوح فجوة الطاقة بين 3.28 و 3.3 eV ، وتتناقص مع زيادة مستوى Al ودرجة حرارة التلدين. في حين أن اللمعان الضوئي لأغشية TiO_2 / الزجاج و $Al:TiO_2$/ الزجاج الملدنة عند 500 درجة مئوية ، يوضح أن Al يتسبب في انخفاض معدل إعادة التركيب للأزواج (إلكترون-ثقب) والمعدل الأقل لوحظ عند التطعيم ب 3 ٪ Al.

اخيرًا ، يثبت اختبار التحفيز الضوئي للأغشية الملدنة عند 500 درجة مئوية ، أن Al يحسن كفاءة فيلم TiO_2/ الزجاج وأن نسبة 3 ٪ Al تظهر أفضل أداء في القضاء على RhB تحت إشعاع الأشعة فوق البنفسجية، حيث ، تم القضاء التام على هذا الملوث بعد 5 ساعات.

درسنا تأثير درجات حرارة التلدين (600 ، 800 ، 1000 درجة مئوية) على الخصائص المختلفة للفيلم السليسيوم/$Al:TiO_2$. تشير الدراسة الهيكلية إلى أن الفيلم يتبلور وفقًا لهيكل الانتاز عند 600 و 800 درجة مئوية تظهر الصور المجهرية SEM للافلام بنية مسامية. و تحتوي أفلام TiO_2 على معامل انعكاس عالي في النطاق المرئي.

فيما يتعلق بكفاءة التحفيز الضوئي للفيلم السليسيوم/$Al:TiO_2$ لتحلل صبغة RhB تحت الضوء المرئي ، تؤدي الزيادة في درجة حرارة التلدين إلى الزيادة تدريجية في محصولها. في الواقع ، الفيلم الملدن عند 1000 درجة مئوية يمثل أفضل أداء مقارنة بالأفلام الأخرى.