

Evaluasi kinerja white TiO₂, blue TiO₂ dan black TiO₂ Nanotube Array (TNA) sebagai elektroda pada sistem fotoelektrokimia untuk konversi N₂ menjadi amonia = Performance evaluation of white TiO₂, blue TiO₂ and black TiO₂ Nanotube Array (TNA) as electrodes in photoelectrochemical systems for conversion of N₂ to ammonia

Kamilla Manzilina Istmah, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20521098&lokasi=lokal>

Abstrak

Saat ini dibutuhkan perubahan atau inovasi dalam pembuatan amonia yang lebih ramah lingkungan dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu alternatifnya yaitu dengan memanfaatkan konsep reduksi fotoelektrokimia menggunakan material semikonduktor TiO₂. Pada penelitian ini, dilakukan modifikasi TiO₂ Nanotube Array (TNA) melalui metode anodisasi, dan dilanjutkan dengan reduksi secara elektrokimia untuk mendapatkan spesi TiO₂ dengan populasi Ti³⁺ yang diperkaya (Blue TiO₂ dan Black TiO₂), disertai variasi annealing yang berbeda untuk mempelajari pengaruhnya terhadap morfologi dan karakteristik fotoelektrokimia. Selanjutnya dilakukan evaluasi kinerja White TiO₂, Blue TiO₂ dan Black TiO₂ Nanotube Array (TNA) sebagai elektroda pada sistem fotoelektrokimia untuk konversi N₂ menjadi amonia. Hasil penelitian menunjukkan modifikasi TiO₂ dengan metode self-doping menghasilkan blue TiO₂ dan black TiO₂ Nanotube Array (TNA) yang memiliki morfologi dan aktivitas fotoelektrokimia lebih baik berdasarkan hasil karakterisasi yang diperoleh dengan adanya spesi Ti³⁺ dan oxygen vacancy yang terbentuk. Berdasarkan karakterisasi FTIR intensitas Ti-O-Ti semakin berkurang akibat semakin banyaknya spesi Ti³⁺ dan oxygen vacancy. Hal ini mempengaruhi pergeseran band gap dari 3,2 eV menjadi <3,2 eV. Selain itu, Lama waktu annealing mempengaruhi aktivitas fotoelektrokimia dari White TiO₂, Blue TiO₂ dan Black TiO₂ Nanotube Array (TNA). semakin lama waktu annealing semakin banyak spesi Ti³⁺ yang terbentuk sehingga meningkatkan aktivitas fotoelektrokimia. namun jika melewati batas maksimum Ti³⁺ akan ter-reoksida kembali dan menurunkan aktivitas fotoelektrokimia. Berdasarkan hasil XRD waktu annealing tidak secara signifikan mempengaruhi fasa kristal, namun mempengaruhi ukuran kristal. Photocurrent tertinggi diperoleh pada Blue TiO₂ dengan densitas arus sebesar 0,0301 mA/cm² pada penyinaran sinar UV. Onset potensial OER paling rendah dan onset potensial HER, NRR paling tinggi didapatkan pada Blue TiO₂. Pada pengaplikasian konversi N₂ menjadi amonia menggunakan sistem PEC dengan fotoanoda Black TiO₂ Sedangkan untuk katoda gelap menggunakan White TiO₂ waktu annealing 4 jam, Blue TiO₂ waktu annealing 2 jam dan Black TiO₂ waktu annealing 2 jam pada kondisi penerangan gelap-gelap dan gelap terang dikedua kompartemen. Dari hasil karakterisasi dan aplikasi konversi reduksi N₂ menjadi amonia, didapatkan kesimpulan Blue TiO₂ memiliki performa atau kinerja yang lebih baik dari black TiO₂ dan White TiO₂ sebagai elektroda pada sistem fotoelektrokimia untuk konversi N₂ menjadi amonia karena memiliki spesi Ti³⁺ dan oxygen vacancy lebih banyak. Dengan menghasilkan amonia sebesar 0,06413 mol/h cm² dengan waktu annealing 2 jam pada kondisi penerangan gelap-gelap di kedua sisi. Hal ini menunjukkan semakin banyaknya spesi Ti³⁺ dan oxygen vacancy yang terbentuk, semakin efektif untuk konversi nitrogen menjadi amonia.

.....Currently, changes or innovations are needed in the manufacture of ammonia that is more environmentally friendly and reduces the use of fossil fuels. One alternative is to utilize the concept of

photoelectrochemical reduction using a TiO₂ semiconductor material. In this study, a modification of the TiO₂ Nanotube Array (TNA) was carried out by anodizing method, followed by electrochemical reduction to obtain TiO₂ species with enriched Ti³⁺ populations (Blue TiO₂ and Black TiO₂), with different variations of annealing to study their effect on morphology and characteristics. photoelectrochemistry. Furthermore, the performance evaluation of White TiO₂, Blue TiO₂ and Black TiO₂ Nanotube Array (TNA) as electrodes in the photoelectrochemical system for the conversion of N₂ to ammonia was carried out. The results showed that modified TiO₂ using the self-doping method produced blue TiO₂ and black TiO₂ Nanotube Array (TNA) which had better morphology and photoelectrochemical activity based on the characterization results obtained in the presence of Ti³⁺ species and the formed oxygen vacancy. Based on the FTIR characterization, the intensity of Ti-O-Ti decreases because there are more Ti³⁺ species and empty oxygen. This affects the shift in the band gap from 3.2 eV to <3.2 eV. In addition, annealing time affects the photoelectrochemical activity of White TiO₂, Blue TiO₂ and Black TiO₂ Nanotube Array (TNA). The longer the time, the more Ti³⁺ species formed, thereby increasing the photoelectrochemical activity. However, if it exceeds the maximum limit, Ti³⁺ will be re-oxidized and reduce the photoelectrochemical activity. Based on the results of XRD annealing does not significantly affect the crystal phase, the amount of time that affects the crystal size. The highest photocurrent was obtained on Blue TiO₂ with a current density of 0.0301 mA/cm² under UV irradiation. The lowest OER onset potential and HER potential onset, the highest NRR was found in Blue TiO₂. In the application of the conversion of N₂ to ammonia using a PEC system with a Black TiO₂ photoanode. Meanwhile, for the dark cathode, White TiO₂ annealed time is 4 hours, Blue TiO₂ annealed time is 2 hours and Black TiO₂ annealed time is 2 hours in dark and light conditions in both compartments. From the results of the characterization and application of the conversion of N₂ to ammonia reduction, it was concluded that Blue TiO₂ has better performance or performance than Black TiO₂ and White TiO₂ as electrodes in a photoelectrochemical system for the conversion of N₂ to ammonia because it has Ti³⁺ species and more oxygen vacancies. By producing ammonia of 0.06413 mol/h cm² with an annealing time of 2 hours under dark lighting conditions on both sides. This shows that the more Ti³⁺ and oxygen vacancy species formed, the more effective it is to convert nitrogen into ammonia.