

Title	常温排気ガス浄化を志向した光を駆動力とする新規金属/半導体界面触媒の創出
Sub Title	A new metal/semiconductor catalysts working at low-temperature environments driven by light irradiation for the exhaust-gas purification.
Author	豊島, 遼(Toyoshima, Ryo)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2021
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2020.)
JaLC DOI	
Abstract	本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「三元触媒」の低温駆動化を志向し、これまでに申請者が見出した触媒活性化原理を応用して、金属粒子を半導体基板に担持して特異な界面状態を有する触媒を作製し、低温環境での高活性化を目指した。触媒の動作温度を低温化させることが出来れば、排気ガス温度の低いハイブリット自動車や給湯器などの家庭用機器への利用拡大が見込まれる。研究の流れとして、上期に金属/半導体界面触媒の作製方法確立、下期に触媒活性評価、及び反応機構の検討を行った。 触媒合成では、Pd及びPdAgのナノ粒子をGaAsやInPなどの化合物半導体基板上に担持した。金属と半導体の密着界面の形成により金属表面の電子状態が変調され活性が向上することを狙って、望む密着界面が形成されるように昇温条件や時間を調整した。作製した触媒について、光電子分光、X線回折などの各種キャラクタリゼーションを実施した(中央試験場を利用)。キャラクタリゼーションの繰り返しにより、触媒の適切な合成条件を決定した。 最適な界面を持つと考えられた触媒について質量分析計を用いた触媒活性評価を行った。評価装置には触媒を活性化させるための光導入系を新たに組み込んだ。活性評価とキャラクタリゼーションの結果を照らし合わせ、低温域での高活性化を検証した。現在までに作製した試料が触媒として動作することは確認できたが、明確な低温化には至っていない。理由として十分な光エネルギーを触媒に注入できていない、適切な界面状態が形成できていない可能性が挙げられる。低温化を実現すべく、これまでの結果を受けて触媒合成条件の最適化、評価装置の改良を継続して進める。また並行して所属研究室の特徴である放射光分析や第一原理計算を駆使して原子レベルでの原理検証を進める予定である。 In this research, we tried the low-temperature activation of the "three-way catalyst" by applying a new activation mechanism what our group found, which is for purifying automobile exhaust gas. For realizing the highly catalytic performance at low temperature environments, a catalyst which had a peculiar metal / semiconductor interface was prepared. The method for producing a Pd / GaAs interface catalyst was established in the first half, and then the catalytic activity was evaluated in the second half, and the reaction mechanism was examined. In the catalyst synthesis, nanoparticles of Pd and PdAg were supported on a semiconductor substrate. At that time, the temperature conditions and annealing time were adjusted so that the desired interface layer was formed. Various characterizations such as X-ray photoelectron spectroscopy and X-ray diffraction were performed on the produced catalyst. By repeated cycles of preparations and characterizations, the appropriate synthetic conditions for the catalyst were determined. The catalyst activity of the prepared catalyst was evaluated using a mass spectrometer. A light introduction system, which activates the catalyst at low temperature conditions, was newly incorporated in the evaluation system. By comparing the results of activity evaluation and characterization, high activation in the low temperature range was verified. It has been confirmed that the samples prepared operate as a catalyst, but the low temperature shift has not been clearly observed. The reason is that sufficient light energy cannot be injected into the catalyst, and it is possible that an appropriate interface state has not been formed. In order to achieve lower temperature activity, we will continue to optimize catalyst synthesis conditions and improve evaluation equipment based on the results. Moreover, we plan to proceed with principle verification at the atomic level by using of synchrotron radiation analysis and first-principles calculations.
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2020000008-20200230

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	助教(有期)	補助額	500 (特B)千円
	氏名	豊島 遼	氏名 (英語)	Ryo Toyoshima		
研究課題 (日本語)						
常温排気ガス浄化を志向した光を駆動力とする新規金属/半導体界面触媒の創出						
研究課題 (英訳)						
A new metal/semiconductor catalysts working at low-temperature environments driven by light irradiation for the exhaust-gas purification.						
1. 研究成果実績の概要						
本研究では自動車排気ガス浄化に利用される「三元触媒」の低温駆動化を志向し、これまでに申請者が見出した触媒活性化原理を応用して、金属粒子を半導体基板に担持して特異な界面状態を有する触媒を作製し、低温環境での高活性化を目指した。触媒の動作温度を低温化させることが出来れば、排気ガス温度の低いハイブリット自動車や給湯器などの家庭用機器への利用拡大が見込まれる。研究の流れとして、上期に金属/半導体界面触媒の作製方法確立、下期に触媒活性評価、及び反応機構の検討を行った。 触媒合成では、Pd 及び PdAg のナノ粒子を GaAs や InP などの化合物半導体基板上に担持した。金属と半導体の密着界面の形成により金属表面の電子状態が変調され活性が向上することを狙って、望む密着界面が形成されるように昇温条件や時間を調整した。作製した触媒について、光電子分光、X 線回折などの各種キャラクタリゼーションを実施した(中央試験場を利用)。キャラクタリゼーションの繰り返しにより、触媒の適切な合成条件を決定した。 最適な界面を持つと考えられた触媒について質量分析計を用いた触媒活性評価を行った。評価装置には触媒を活性化させるための光導入系を新たに組み込んだ。活性評価とキャラクタリゼーションの結果を照らし合わせ、低温域での高活性化を検証した。現在までに作製した試料が触媒として動作することは確認できたが、明確な低温化には至っていない。理由として十分な光エネルギーを触媒に注入できていない、適切な界面状態が形成できていない可能性が挙げられる。低温化を実現すべく、これまでの結果を受けて触媒合成条件の最適化、評価装置の改良を継続して進める。また並行して所属研究室の特徴である放射光分析や第一原理計算を駆使して原子レベルでの原理検証を進める予定である。						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
In this research, we tried the low-temperature activation of the "three-way catalyst" by applying a new activation mechanism what our group found, which is for purifying automobile exhaust gas. For realizing the highly catalytic performance at low temperature environments, a catalyst which had a peculiar metal / semiconductor interface was prepared. The method for producing a Pd / GaAs interface catalyst was established in the first half, and then the catalytic activity was evaluated in the second half, and the reaction mechanism was examined. In the catalyst synthesis, nanoparticles of Pd and PdAg were supported on a semiconductor substrate. At that time, the temperature conditions and annealing time were adjusted so that the desired interface layer was formed. Various characterizations such as X-ray photoelectron spectroscopy and X-ray diffraction were performed on the produced catalyst. By repeated cycles of preparations and characterizations, the appropriate synthetic conditions for the catalyst were determined. The catalyst activity of the prepared catalyst was evaluated using a mass spectrometer. A light introduction system, which activates the catalyst at low temperature conditions, was newly incorporated in the evaluation system. By comparing the results of activity evaluation and characterization, high activation in the low temperature range was verified. It has been confirmed that the samples prepared operate as a catalyst, but the low temperature shift has not been clearly observed. The reason is that sufficient light energy cannot be injected into the catalyst, and it is possible that an appropriate interface state has not been formed. In order to achieve lower temperature activity, we will continue to optimize catalyst synthesis conditions and improve evaluation equipment based on the results. Moreover, we plan to proceed with principle verification at the atomic level by using of synchrotron radiation analysis and first-principles calculations.						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			