

Title	コア-シェル構造によって化学選択性と耐久性を付与した水素検知センサの開発
Sub Title	Development of hydrogen detection sensor with chemoselectivity and durability by core-shell structure
Author	豊島, 遼(Toyoshima, Ryo)
Publisher	福澤基金運営委員会
Publication year	2023
Jtitle	福澤諭吉記念慶應義塾学事振興基金事業報告集 (2022.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>本研究では、Pt薄膜を利用した水素ガス検知センサについて、Ptと異種元素を組み合わせることによる化学選択性と耐久性の向上を目指した。具体的には、Pt表面上に水素を透過する一方でCOをはじめとした他の分子に対してバリア効果をもつCr酸化物層を形成したコア-シェル構造を採用した。</p> <p>本研究を行うに当たっては、ガス存在下でのセンサ特性(電気伝導性)をその場測定できる計測システムの構築を行った。その結果、Pt薄膜センサを使って水素雰囲気、酸素雰囲気において電気抵抗が可逆的に変化することを確認し、特性評価装置の作製に成功した。この装置では特に空気中に存在する水の影響を排除するため、一度系内を真空排気した後にガスを所定の圧力で導入する構造とすることで再現性の高いデータを得ることが出来た。</p> <p>Pt薄膜でのセンサ特性評価を踏まえて、次にその表面にCr酸化物層を形成する実験を行った。その結果、一部のサンプルについてバリア効果が見られたが、再現性に乏しい結果となった。これはCr酸化物層の表面に細かな亀裂が入り、そこから水素以外のガス分子も入り込んでしまったことが原因と考えられる。一方でCr酸化物層を厚くすると水素もPtまでたどり着くことが出来ず、感度低下につながると考えられる。</p> <p>現在はPt表面に均一にCr層を形成する方法を検討している。例えば真空蒸着のレートを下げ、長時間蒸着することでCrの空間分布を一様にするを考えている。</p> <p>In this study, we aimed to improve the chemo-selectivity and durability of hydrogen gas detection sensors based on a Pt thin film. Specifically, a core-shell structure with a Cr oxide layer formed on the Pt surface, which is transparent to hydrogen, but has a barrier effect against other molecules such as CO.</p> <p>In this research, we constructed a new measurement system that enables in-situ measurement of sensor characteristics (electrical conductivity) in the presence of gas. As a result, we confirmed that the electrical resistance of the Pt thin-film sensor changes reversibly in hydrogen and oxygen atmospheres. In order to eliminate the influence of water included in the air, the system was constructed so that gas was introduced at a predetermined pressure after the system was evacuated to obtain highly reproducible data.</p> <p>Based on the evaluation of sensor characteristics with the Pt thin film, the next experiment was to form a Cr oxide layer on its surface. As a result, a barrier effect was observed for some samples, but the results were not reproducible. This is thought to be due to fine cracks on the surface of the Cr oxide layer, through which gas molecules other than hydrogen also entered. On the other hand, if the Cr oxide layer is made thicker, hydrogen cannot reach the Pt surface, which may lead to a decrease in sensitivity.</p> <p>Currently, we are investigating ways to form a uniform Cr layer on the Pt surface. For example, we are considering lowering the vacuum deposition rate and prolonged deposition time to gain the spatial distribution of Cr uniformly on the surface.</p>
Notes	申請種類：福澤基金研究補助
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12003001-20220003-0036

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	1,500 千円
	氏名	豊島 遼	氏名 (英語)	Ryo Toyoshima		
研究課題 (日本語)						
コアシェル構造によって化学選択性と耐久性を付与した水素検知センサの開発						
研究課題 (英訳)						
Development of Hydrogen Detection Sensor with Chemoselectivity and Durability by Core-Shell Structure						
研究組織						
氏 名 Name		所属・学科・職名 Affiliation, department, and position				
豊島遼 (Ryo Toyoshima)		化学科・助教(有期)				
1. 研究成果実績の概要						
<p>本研究では、Pt 薄膜を利用した水素ガス検知センサについて、Pt と異種元素を組み合わせることによる化学選択性と耐久性の向上を目指した。具体的には、Pt 表面上に水素を透過する一方で CO をはじめとした他の分子に対してバリア効果をもつ Cr 酸化物層を形成したコアシェル構造を採用した。</p> <p>本研究を行うに当たっては、ガス存在下でのセンサ特性(電気伝導性)をその場測定できる計測システムの構築を行った。その結果、Pt 薄膜センサを使って水素雰囲気、酸素雰囲気において電気抵抗が可逆的に変化することを確認し、特性評価装置の作製に成功した。この装置では特に空気中に存在する水の影響を排除するため、一度系内を真空排気した後、ガスを所定の圧力で導入する構造とすることで再現性の高いデータを得ることが出来た。</p> <p>Pt 薄膜でのセンサ特性評価を踏まえて、次にその表面に Cr 酸化物層を形成する実験を行った。その結果、一部のサンプルについてバリア効果が見られたが、再現性に乏しい結果となった。これは Cr 酸化物層の表面に細かな亀裂が入り、そこから水素以外のガス分子も入り込んでしまったことが原因と考えられる。一方で Cr 酸化物層を厚くすると水素も Pt までたどり着くことが出来ず、感度低下につながると思われる。</p> <p>現在は Pt 表面に均一に Cr 層を形成する方法を検討している。例えば真空蒸着のレートを下げ、長時間蒸着することで Cr の空間分布を均一にすることを考えている。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>In this study, we aimed to improve the chemo-selectivity and durability of hydrogen gas detection sensors based on a Pt thin film. Specifically, a core-shell structure with a Cr oxide layer formed on the Pt surface, which is transparent to hydrogen, but has a barrier effect against other molecules such as CO.</p> <p>In this research, we constructed a new measurement system that enables in-situ measurement of sensor characteristics (electrical conductivity) in the presence of gas. As a result, we confirmed that the electrical resistance of the Pt thin-film sensor changes reversibly in hydrogen and oxygen atmospheres. In order to eliminate the influence of water included in the air, the system was constructed so that gas was introduced at a predetermined pressure after the system was evacuated to obtain highly reproducible data.</p> <p>Based on the evaluation of sensor characteristics with the Pt thin film, the next experiment was to form a Cr oxide layer on its surface. As a result, a barrier effect was observed for some samples, but the results were not reproducible. This is thought to be due to fine cracks on the surface of the Cr oxide layer, through which gas molecules other than hydrogen also entered. On the other hand, if the Cr oxide layer is made thicker, hydrogen cannot reach the Pt surface, which may lead to a decrease in sensitivity.</p> <p>Currently, we are investigating ways to form a uniform Cr layer on the Pt surface. For example, we are considering lowering the vacuum deposition rate and prolonged deposition time to gain the spatial distribution of Cr uniformly on the surface.</p>						
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)			
Ryo Toyoshima	Operando AP-XPS study on chemical sensitivity and selectivity of Pt-Rh thin film gas sensor under working conditions	9th Annual Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy Workshop	2022 年 12 月 7 日			