

令和4年度 研究課題外部評価報告書(事後評価)

研究課題名	熱伝導式水素センサの加熱冷却曲線のシミュレーション				
実施期間	令和3年度				
研究概要	<p>共同研究実施企業で開発されている熱伝導式水素センサは、発熱させた金属コイルにおいて、発熱前との温度差がある特定の値まで冷却されるのに要する時間が、環境温度に関わらず一定値となる現象を利用するために、環境温度の影響を受けずに水素濃度を検知できるといった独自の特長を有する(以下、特定の水素濃度に対して任意のセンサ温度差-冷却時間曲線の交点をクロス点とする)。</p> <p>しかしながら、用いる金属コイルの材料、形状等によりこのクロス点の位置およびセンサ感度は変化することが実験的には分かっているものの、その詳細な挙動に関してはいまだ明らかになっていない。シミュレーションを用いることにより金属コイルの材料・形状、加熱冷却条件等がクロス点の位置および感度に及ぼす影響を調査することができれば、センサの設計・開発の効率化につながると考えられる。そこで本研究では、熱伝導式水素センサの加熱冷却曲線をシミュレーションで再現することを目指した。</p> <p>まず、コイル状のセンサ部を線状に簡略化したモデルを用い、非定常熱伝導方程式により計算したところ、冷却曲線のプロファイルは実験と近いものとなったが、形状が実際と大きく異なるため実験値よりも速く冷却される結果となった。そこで、複雑な形状かつ非線形の方程式であっても数値的に計算できる手法として、有限要素法を用いた連成解析(伝熱解析と流体解析)を試みた。センサ部の形状が実際に近い3Dモデルを用い、熱定数の温度依存性も適切に補正し計算したところ、クロス点を再現することが可能となった。また、計算結果と実験値の差異は十分小さく、温度履歴を予測できることを確認した。これらの成果より温度センサの設計自由度が向上し、より精密な水素センサの開発が期待できる。</p>				
評価項目*	目標の達成度	研究成果の有用性	地域への貢献度・波及効果		合計
評価点数	3	3	3		9
	4	4	4		12
	4	4	5		13
	4	4	5		13
	3	2	2		7
	4	5	5		14
	4	4	4		12
委員平均	3.9	3.9	4.0		11.8
研究課題外部評価委員会のコメント	<ul style="list-style-type: none"> ・県内企業との共同研究で、3年後の商品化も見込んでおり、地域経済への貢献も期待できる。 ・共同研究企業のニーズに沿った研究で、企業での製品化の道筋もたっており、地域貢献できたテーマだと評価する。 ・この研究の優れている点がどこにあったのか、従来方法との比較でわかりやすく示してほしい。測定の数多くは精度と時間やコストがトレードオフになり、このセンサが目指した内容と実績を示してPRすべき。若研の研究発表としてはこれでもよいが、県産センターの発表内容としては寂しい。 ・解析精度という点で興味深い結果である。ついつい、絶対値の合わせ込みのような技術に目が行きがちだが、水素濃度に対するクロス点冷却時間の依存性(傾き)はほぼ良い感じに来ていていると思います。ということは、わずかな水素濃度の違いを解析でDetectできているということである。結構、解析精度が高くないとこのような結果にはならない。現象モデルをうまく捉えているということである。したがって、「若い研究者を育てる会」のような場では、絶対値以外の丁寧な検討を実施してほしい。絶対値なんてだれでも見れば合っていないといえるが、解析自体の精度は絶対値ばかりではない。現象計算モデルに不十分な点を補って精度が上がるという順を追うような指導をお願いしたい。 ・他の水素センサーとの性能(特に精度)の比較があると良いだろう。これにより実用性も評価できると考えられる。 ・他のガスへの応用あるいは拡張の可能性は考えられるのか。 ・熱伝導式水素センサを開発している共同研究実施企業にとって、このシミュレーション活用により3倍近くの感度向上が実験的に実証されたことは高い評価に値する。水素センサには多くの原理や方式が知られており、水素ガスに対する感度、応答性、環境条件、検出濃度範囲などそれぞれ特徴がある。熱伝導式では数vol%以下の水素ガス濃度に対しては感度が低いので、その点を解決できると万能型センサになる可能性がある。相手先企業のさらなる課題解決に貢献することを期待する。 ・実用化に向けて期待している。・脱炭素の流れで今後水素の利用増加が見込まれており、環境温度に依存しない水素濃度検知用センサは非常に有益な研究。 				