

氏名(本籍)	谷口行伸(滋賀県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第3971号		
学位授与年月日	平成18年3月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	水素吸蔵合金を用いた改質ガスからの純水素精製とその適用によるCO除去プロセスの簡素化		
主査	筑波大学教授	博士(工学)	阿部 豊
副査	筑波大学教授	工学博士	石川本雄
副査	筑波大学教授	工学博士	内山洋司
副査	筑波大学教授	工学博士	村上正秀
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	石田政義

論文の内容の要旨

コージェネレーションとしての高効率期待される固体高分子形燃料電池(PEFC)システムに対して、急峻な負荷変動への受動的な追従性を付加する水素吸蔵合金中間バッファ(MIB)法が提案されている。しかしながら、MIB法を適用したシステムの効率は定量的に評価されておらず、一方で実際の改質装置を用いての実験的検証は行われていなかった。さらに被毒耐性処理した水素吸蔵合金のCO耐性能力は良く理解されていたわけではなく、本方法を応用することで最も合理的とするような純水素製造プロセスへは到達していなかった。そこで当該研究ではこれらの課題を解決するとともに、MIB法の有用性を検証するだけでなく、さらに向上させることで、より実用性の高いプロセスを提供することを目的とした。主な成果を以下に列挙する。

- (1) MIB法を用いたシステムをモデル化してシミュレーションを行い、エクセルギーフロー解析による効率評価を実施した。実測電力需要データを適用した例において、PEFC定格出力600W以上でMIB法を適用したシステムが従来システムよりも発電効率が向上する。特に定格出力1kWでは2.7%増加することを明らかにした。この結果は従来システムが本来瞬時の負荷追従が困難で系統に依存しなければならぬ実状を勘案すると、より大きな優位性がもたらされるものと考えられる。
- (2) 本手法の概念に即したPEFCシステムでの運転および発電が可能であることを実証するために、1kW級のLPG燃料を用いた装置を試作した。実際の改質ガスから水素吸蔵合金による水素精製と貯蔵を行い、純水素用PEFCスタックで発電可能であることを示した。ここでは選択酸化CO除去プロセスを通して製造した改質ガスでは、COの影響は全くなく、純水素を供給することで負荷変動に対して完全に受動的に運用できることを実証した。また、水素吸蔵合金容器形状を改良することで、水素回収率や吸蔵量を高めることができることを明らかにした。
- (3) MIB法をより有利に展開することを目的に、被毒耐性水素吸蔵合金の耐CO能力を解明するとともにCO吸脱着特性を詳細に把握した。その結果、一般的にはできるだけ冷却すべき水素吸蔵時の温度を

むしろ少し高めて70～90℃にすることで、COが1%含有する改質ガスでもCOフリーのものと同様に吸蔵速度と吸蔵量を満たすことが判明した。これにはメタネーション反応が寄与しており、放出時に120℃程度まで高温にすることで放出水素ガス中のCO濃度も10 ppmまで抑制できることがわかった。少なくとも選択酸化CO除去プロセスを省く可能性が極めて高いことを示した。

以上の成果は高効率で負荷変動への瞬時追従が可能なMIB法が、経済性が不利にならない程度で実現できることを導く。予め貯蔵された水素で改質装置の立ち上がりを待たずに起動できることや、過渡状態において高濃度COが発生したとしても燃料電池へは影響が及ばない安定したプロセスであることを併せて、家庭用燃料電池コージェネレーションの実用化への基礎を構築した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

当該研究は新規性があり、特にシステム検討や試作から材料特性評価まで広範囲の学問領域をカバーしているなど、様々な知識の修得および長期にわたる絶え間ない努力の結果である。この研究成果は内外の関連学界でも期待されているところであり、近い将来での実用化と、そこから派生するエネルギー環境問題への貢献は大いに期待される。従来の考え方にとらわれない柔軟な発想と、それに裏打ちされた開発の進展は特筆すべきものがある。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。