

内部インピーダンスとガス濃度分析の二手法を用いた PCFC/EC におけるリーク電流の試算

Estimation of Leakage Current in PCFC/EC by two Methods of Internal Impedance and Gas Concentration Analysis

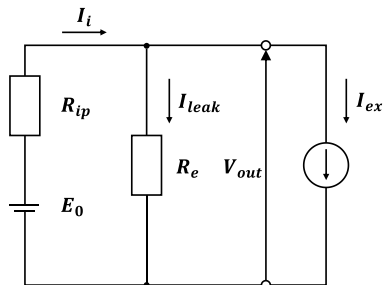
○門司廣典¹, 辻健太郎², 直井和久², 塩野光弘², 吉川将洋²

*Hirofumi Monji¹, Kentaro Tsuji², Kazuhisa Naoi², Mitsuhiro Shiono², Masahiro Yoshikawa²

Abstract

In recent years, the use of renewable energy sources such as solar and wind power has been increasing a countermeasure against global warming. However, a key challenge with these types of power generation is the difficulty in ensuring a stable supply. Therefore, fuel cells are attracting attention as a device that can generate electricity when there is a shortage and store surplus electricity when there is a surplus. Among these, we have focused on the Proton-Conducting Fuel Cells/Electrolysis Cell (PCFC/EC) due to their reversible operation. However, the PCFC/EC is still in the development stage, and its power output is currently limited by leakage current. In this study, two methods are applied to estimate the leakage current in PCFC/EC: one based on internal impedance, and the other based on gas concentration analysis.

近年, 地球温暖化対策による温室効果ガスの削減や, エネルギー自給率の向上といった観点から太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーを利用した発電が増加傾向にある. これらの発電は温室効果ガスを排出しないというメリットもあるが安定供給が難しいという問題点がある. このことから, 電力不足時は発電を行い, 電力余剰時は余剰電力を貯蔵できるようなデバイスの一つとして燃料電池が注目されている. そこで我々は, 燃料電池の中でもより高効率であり, 燃料電池状態と水蒸気電解状態でリバーシブル運転が可能な燃料電池としてプロトン伝導形燃料電池/水蒸気電解セル(Protonic Ceramic Fuel Cell/Electrolysis Cell 以下 PCFC/EC)に着目した. しかし, PCFC/EC は 開発段階であり, 内部短絡によって生じるリーク電流が原因となるエネルギー効率及び出力の低下を解決すべき課題となっている. そこで本研究では, PCFC/EC のリーク電流を精度よく見積もることを目的とし, Fig. 1 に示す PCFC/EC 等価回路を用いて内部インピーダンスから試算する手法と, Fig. 2 に示す燃料極出口側における混合ガスのガス濃度分析から PCFC/EC 内部で使用または生成された水素量の見積もりを行いリーク電流を試算する手法を適用した. 内部インピーダンスの測定には, 交流インピーダンス法(以下 EIS 法)を用いた. EIS 法は外部からセルに周波数をパラメータとした交流信号を印加し, その応答信号から等価回路を作成し電気化学反応の解析を行うものである^[1]. また, ガス濃度分析にはガスクロマトグラフ装置(Micro GC Fusion 以下 GC)を使用した. GC は流入した混合ガスの内部組成を測定することが可能な装置である. これら二手法を長時間運転中の PCFC/EC に一定時間毎に適用し, それぞれの手法から試算したリーク電流の経時変化データを得た. 本稿ではその結果を報告する.



E_0 : Theoretical open circuit voltage V_{out} : Actual open circuit voltage
 R_e : Internal leakage resistance R_{ip} : Internal resistance
 I_{ex} : External current I_i : Load current I_{leak} : Leakage current

Fig. 1. PCFC equivalent circuit

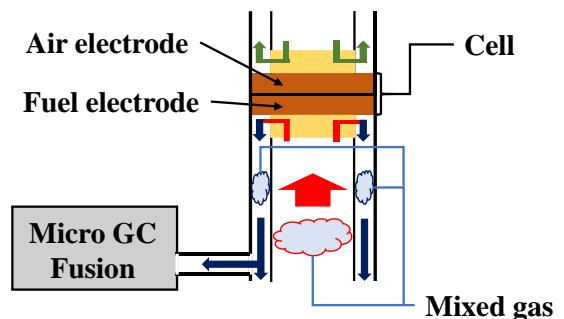


Fig. 2. Gas concentration measurement point

参考文献

[1] 杉山健吾, 辻健太郎, 直井和弘, 塩野光弘, 吉川将洋, "交流インピーダンス法を用いた PCEC(水蒸気電解)時の等価回路の検討", 令和5年度(第67回)日本大学理工学部学術講演会, L-21(2023)

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気