

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題	3Dプリンターによるマイクロノズルエジェクターの評価と数値解析
著者	郭 少豊, 山田 哲也, 松下 真太郎, 鳥飼 龍太郎, 柳田保子
出典	第38回数値流体力学シンポジウム
発行日	2024, 12

小型の燃料電池に燃料を供給するためのマイクロノズルエジェクタを作製した。通常、燃料電池を動作させるためには水素などの燃料と空気中の酸素を取り込む機械式ポンプが必要となり小型化が難しい。そこで、燃料電池の小型化を達成するために、流体のエネルギーを利用したエジェクタ構造に着目した。従来のエジェクタではノズル径が約 1 mm と大きく高圧が必要となるが、ノズル径をマイクロレベルまで小さくすることで、低圧条件下でもエジェクタが機能することが計算流体力学 (CFD) を用いたシミュレーションにより示された。光造形 3D プリンターにより微細ノズル径 (0.3~0.1 mm) をもつエジェクタを一体成型で作製し、エジェクタの性能を評価した。実測データとシミュレーションに関してコリレーションを取りながら構造の最適化を進めることで 0.1MPa の低圧条件下でも 6 以上の高い巻き込み比を達成することができた。また、光造形 3D プリンターによる一体成型することで約 20×10×3 mm 程度小型エジェクタを作ることができた。本成果は、将来的な低圧条件におけるガス混合や冷却の技術や燃料電池デバイスの小型化などへの応用が期待できる。

我々は、手のひらサイズの固体酸化物形燃料電池の開発を進める中で、燃料供給のための微細ノズルエジェクタを作製した。通常、燃料電池では水素等の燃料と空気中の酸素を取り込むために機械式ポンプが必要であり、小型化が困難である。そこで、流体のエネルギーを利用したエジェクタ構造に着目し、小型化を試みた。従来のエジェクタではノズル径が約 1 mm と大きく、高圧が必要となるが、計算流体力学 (CFD) を用いたシミュレーションにより、ノズル径をマイクロレベル (0.3~0.05 mm) まで小さくすることで、低圧条件下でもエジェクタが機能することが確認された。光造形技術を用いてこれらの微細ノズルエジェクタを一体成形し、その性能を評価した結果、実測データとシミュレーションの相関を取りながら最適化を進め、0.1 MPa という低圧条件下でも 6 以上の高巻き込み比 (ER) を達成することができた。さらに、幾何構造と圧力損失がエジェクタ性能に与える影響も検討した。本研究の主な貢献は、1) 3D プリンターを活用した高性能な微細ノズルエジェクタの開発、2) 低圧条件下で従来型より優れた巻き込み比性能の実現、3) CFD 解析による微小流体の最適化と設計パラメータが性能に与える影響の解明である。これらの成果は、低圧環境でのガス混合や冷却技術、燃料電池デバイスのさらなる小型化への応用が期待されている。