

超音波式需要家用水素流量計の開発

1. はじめに

わが国では定置型燃料電池を将来のエネルギー・環境政策の要の一つと位置づけ、その開発・普及を推進している。定置型燃料電池の普及実現のためには、集合住宅やオフィスビルなどへの燃料電池導入が不可欠であるが、それを効率的に運用するために、水素の製造・貯蔵を集積化して水素配管により各需要家に水素ガスを供給することが有効である。このような定置型燃料電池の利用形態では需要家ごとに水素ガスを計量する必要がある(図1)。需要家用(低圧・小流量用)として精度・耐久性・経済性を兼ね備えた流量計は存在していなかったが、この度、需要家用水素流量計のプロトタイプを九州大学と協同で開発した。

2. 測定原理

水素を計量する主な流量計としてコリオリ式、熱線式、超音波式が考えられる。また、需要家用として考えると、量産性やメンテナンス性、低コストが求められる。コリオリ式は高圧でなければ計測が難しく、また常に流路を振動させるため常時電源供給が必要である。また熱線式は1台ごとに水素による校正が必要で量産性に劣る。したがって本用途での水素流量計は超音波方式で進めることとした。

図2に超音波式水素流量計の原理を示す。本流量計では、上流側、下流側に超音波信号の授受ができる超音波振動子を配置している。上流側超音波振動子から出た超音波信号が下流側超音波振動子に到達するまでの時間(t_1)と、下流側超音波振動子から出た超音波信号が上流側超音波振動子に到達するまでの時間(t_2)を計測する。この時間の逆数差および超音波振動子間の距離から流速を求め、流路断面積を掛けることで流量を求めることができる。時間差でなく逆数差を求めることで音速の項を除去することができ、流体の音速に依存せずに流量を求めることできる。

3. 特徴

気体用超音波流量計はすでに空気、燃料ガス計測用途などで各種市販・利用されているが、本流量計の特徴は、低圧、小流量における水素流量の計測を、需要家用として必要な低コストで、かつメンテナンスフリー(内蔵電池のみの動作)で可能としたことにある。

水素は空気と比較して音速が約4倍で、かつ超音波が減衰しやすいという性質を持つ。これは、単純に言えば空気での計測の4倍以上の分解能と、空気以上の発信エネルギーが必要となることを示す。本流量計では、九州大学における流体的、音響的シミュレーションにより流路形状の最適化を図り、さらには超音波信号送受の際のサンプリング方法を工夫して分解能を向上させ、また発信時のスイッチ動作を工夫した小電力高効率な超音波発信回路を開発したことによりこの問題を解決した。

低コスト化については、材料研究を通じての汎用材料の使用、シール技術の研究および愛知時計電機(株)の家庭用ガスメータでの知見を生かした構造、および空気による校正方法の研究等により達成することができた。

システムの安全性の検証についても九州大学における研究成果を反映している。

図3にプロトタイプ外観を示す。

本流量計の主な仕様は下記のとおり。

- (1) 計測範囲：0.05~1m³/h
- (2) 精度：1.5%RD
- (3) 耐圧：20kPa
- (4) 使用温度範囲：-10℃~60℃
- (5) 圧力損失：500Pa以下(水素計測時)
- (6) 接続配管：1/2B管継手

4. おわりに

現在のところ集中改質型の定置型燃料電池は設置数が少ないが、今後は実証試験などにより、実運用上での課題を抽出していく予定である。

(原稿受付 2008年9月22日)

[渡邊一樹 愛知時計電機(株)]

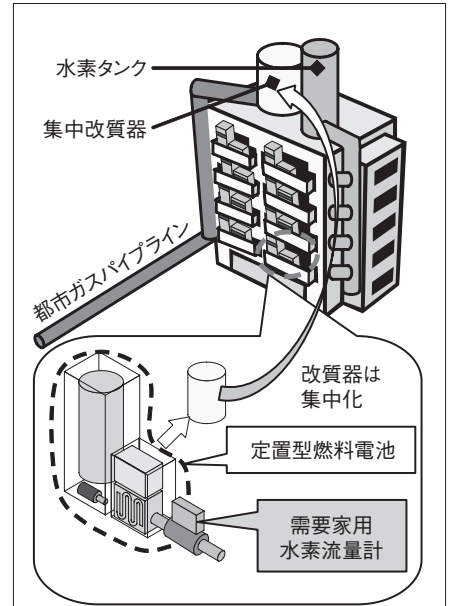


図1 集中改質式定置型燃料電池の配管イメージ

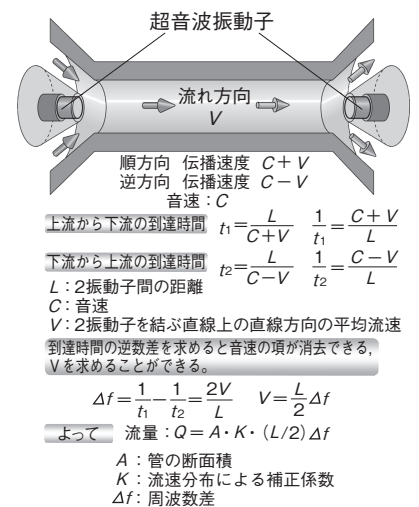


図2 超音波式流量計の測定原理



高さ 154mm × 幅 190mm × 奥行 80mm

図3 超音波式需要家用水素流量計プロトタイプ外観