

ボール SAW 微量水分計を用いたステンレス鋼ガス配管の吸脱着測定

Adsorption Desorption Measurement of Stainless Steel Gas Tubes

Using Ball Surface Acoustic Wave Trace Moisture Analyzer

東北大¹, ボールウェーブ² °辻俊宏¹, 赤尾慎吾², 大泉透², 福士秀幸², 竹田宣生², 塚原祐輔², 山中一司²

Tohoku Univ.¹, Ball Wave Inc.², °Toshihiro Tsuji¹, Shingo Akao², Toru Oizumi², Hideyuki Fukushi²,

Nobuo Takeda², Yusuke Tsukahara², Kazushi Yamanaka², E-mail: t-tsuji@material.tohoku.ac.jp

はじめに 球状弾性表面波(surface acoustic wave; SAW)センサは微量水分(<1ppmv)に高感度な非晶質 SiO_x 膜を用いて既存技術よりも著しく応答時間の短い微量水分計を実現できる[1]。これは高純度ガス配管における水分の吸脱着(adsorption desorption: AD)の解析に有用な特徴であるが、秒オーダーの測定間隔は実現していなかった。本発表ではバースト波アンダーサンプリング(burst waveform undersampling; BUS)回路[2]により測定時間分解能の改善を図り、ステンレス鋼配管の AD 特性における内面処理の影響の解析を試みる。

実験 ステンレス配管における水分吸着の模式図を Fig.1 に表す。完全に乾燥させた配管に濃度既知の湿潤 N₂ を注入すると、初期には全水分が吸着されるために乾燥ガスが流出するが、吸着が飽和すると注入ガスがそのまま流出する。従って、この時間差から吸着特性が評価される。Fig.2 に示した測定システム(流量 0.1L/min)により光輝焼鈍(bright annealing; BA)、電解研磨(electro polishing; EP)、電解複合研磨(electro chemical buffing; ECB)された内径 4.35mm、長さ 100mm の配管サンプルを調べた。公称最大粗さ R_y はそれぞれ 3μm、0.7μm、0.1μm だった。BUS により遅延時間を 3s 間隔で測定し、既報の関係[1]を用いて濃度の値を得た。

結果 内面処理による水分通過挙動の変化を Fig.3 に表す。60min で 13ppbv の乾燥 N₂ から 1300ppbv の湿潤 N₂ に切り替えた。VG は配管サンプルのコネクタのみで測定した結果で、 t_d はシステムによる時間遅れである。 t_s は配管サンプルにおける水分通過時間で、R_y の減少により大きく減少した。従って、本手法によりわずか 100mm の配管でも内面処理がシステムの吸着特性に大きく影響することが証明された。この結果を解析して、水分の表面被覆率の時間変化を求めた結果についても報告する。

参考文献 [1]Hagihara et. al., JJAP 53, 07KD08 (2014). [2]Tsuji et. al., Proc. Symp. Ultrason. Electron. 36, 3P3-6 (2015).

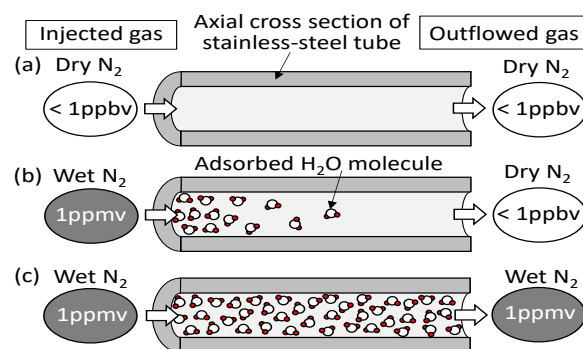


Fig.1. Moisture adsorption on stainless steel tube. (a) dry-down tube. Wet N₂ injection of (b) early stage and (c) final stage (saturation).

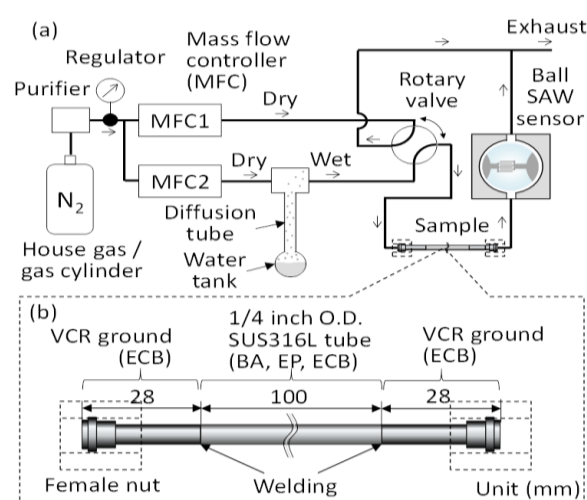


Fig.2 Measurement system.

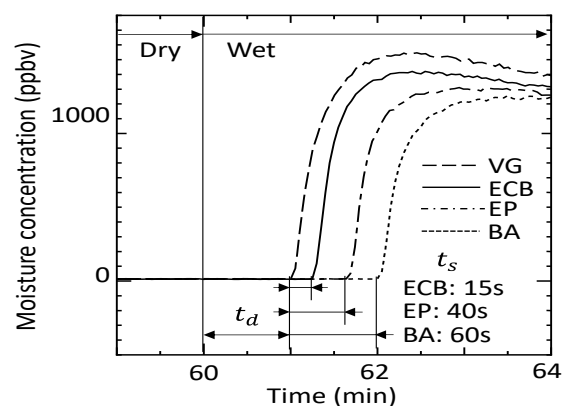


Fig. 3. Variation of moisture transit behavior by inner surface treatment.