

接合したシリカガラス間の OH 基拡散解析方法の改良 Improvement of analysis method for diffusion of OH groups through the binding interface of silica glasses

福井大¹、東ソー・エスジーエム²、福井高専³

○杉山雄哉¹、青木 裕亮¹、葛生 伸¹、堀越 秀春²、堀井 直宏³

Univ. of Fukui¹, Tosoh SGM.² and Nat'l Inst. Tech. Fukui Coll.³

Yuya Sugiyama^{1*}, Yusuke Aoki¹, Nobu Kuzuu¹,

Hideharu Horikoshi², and Naohiro Horii³

E-mail : kuzuu@u-fukui.ac.jp

【はじめに】 表面を平坦に研磨したシリカガラスを接触し、熱処理すると接合する。我々は OH 基濃度の異なる 2 種類のシリカガラスを接合したのち、さらに熱処理を行うことで、その OH 基の拡散を研究してきた。これまで、2 種類の OH 基含有シリカガラスを接合し、ボルツマン・俣野の方法¹⁾を用いて拡散係数を求め、Dremus³⁾ による理論的予言のように拡散係数が OH 基濃度に比例することを確認した²⁾。さらに、OH 基の拡散係数の実験式を得た⁴⁾。

我々は、ボルツマン・俣野の式

$$I(c, t) = D(c)t + f(c) = \frac{1}{2} \frac{dx(c)}{dc} \int_c^{c-} x(c') dc' \quad (1)$$

($D(c)$: 濃度 c のときの拡散係数, t : 熱処理時間) を計算するにあたって、データ点に自在定規をあわせて各点に直定規を当てて微分係数を計算するというアナログな方法で解析してきた^{2,4)}。従来の報文などでは不完全な関数近似が用いられたため、正しい結果が得られなかったことを改善するためであった。今回、そのような欠点を改善した近似関数によるフィッティング法を提案し、濃度に依存する拡散係数を容易に計算できる方法の開発を試みた。

【方法】

フィッティング関数として

$$c(\varepsilon) = \frac{c_{\max} - c_{\min}}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{\varepsilon}{2} + \sum_{i=0}^k a_i \varepsilon^i \right) \right] + c_{\min} \quad (2)$$

を用いた。テストデータとして OH 濃度が 1200 wt ppm 程度の合成シリカガラス (ES) と 120 wt ppm 程度の合成シリカガラス (ED-A) を接合したものを 1200°C で 80 時間熱処理したときの OH 基濃度分布に (2) 式をフィッティングしたのが Fig. 1 である。この関数を (1) 式に代入して拡散係数を求める。

【結果と考察】

Fig. 2 に近似関数を用いてボルツマン俣野の式を計算した場合と従来のアナログ手法で求めた $I(c, t)$ の濃度依存性を示す。拡散係数 D は濃度に比例するので、 $I(c, t)$ も濃度に比例する (回帰直線を破線で示す)。 $I(c, t)$ は $c = 200 \sim 1000$ (ppm) の範囲ではほぼ直線となりアナログ解析値ともほぼ一致した。

得られた $I(c, t)$ を用いて拡散係数を計算していく予定である。

【参考文献】

- 1) C. Matano, Jpn. J. Phys. **8**, 109 (1933).
- 2) N. Sato, et al., JJAP **55**, 02BC13 (2016).
- 3) R. H. Dremus, in *Reactivity of Solids*, Wiley (1969) p. 667.
- 4) N. Kuzuu et al., JJAP, **56**, 111303 (2017).

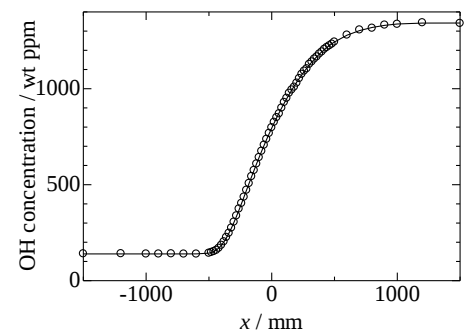


図 1 Measurement value of OH concentration distribution and the fitting curve of Eq.(2)

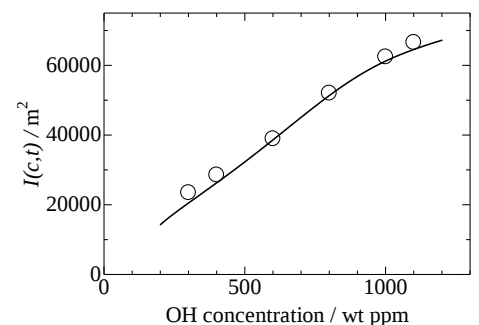


図 2. The function $I(c, t)$ calculated by using the fitting curve of Eq. (2) (solid curve) and the analysis value using an analogue.