

M-5

SAW センサを用いた混合気体の選択性に対する一検討

A study on Selection of Mixed Gas Using SAW Sensor

○杉山克俊¹, 浅井信ノ輔², 佐伯勝敏³, 斎藤稔⁴, 関根好文³* Katsutoshi Sugiyama¹, Shinnosuke Asai², Katsutoshi Saeki³, Minoru Saito⁴, Yoshihumi Sekine³

Abstract: SO₂ is generated by the combustion of fossil fuel, as a result, this causes obstacles; such as asthma and bronchitis. We smell stench by 0.1~1 [ppm] of SO₂ concentration. A cough and phlegm are generated by 5~10 [ppm]. In 20 [ppm], we feel pain in our eyes and show symptoms of a terrible cough.

On the other hand, according to breathe in low SO₂ concentration of 0.2[ppm] for a long period of time, it causes damage to the bronchi. Therefore, it is necessary to perform constant detection.

In this paper, we propose SAW sensor which uses a SAW device with copper phthalocyanine. As a result, it is shown that propose SAW sensor can measure low SO₂ concentration from mixed gas by changing the thickness of sensitive membrane.

1. まえがき

二酸化硫黄は、自然発生的には火山などから、人為的には化石燃料の燃焼により発生し、せき、ぜんそく、気管支炎などの障害を引き起こす。濃度が 0.1~1[ppm]で匂いを感じ、5~10[ppm]でせきやたんが発生し、20[ppm]では目に刺激を感じ、せきがひどくなる症状が現れる。一方で低濃度である 0.2[ppm]の濃度でも長期間吸い続けることで気管支に障害が発生するため、常時の検知を行う必要がある。また二酸化硫黄の測定方法の一つである溶液導電率法は、他の気体、特に二酸化窒素などの気体と混合されている状態では二酸化硫黄の測定が難しい^[1]ことが知られている。

本論文では、二酸化硫黄の測定が可能な SAW センサを作成し、感応膜の膜厚を変化させることで、混合気体の選択性について検討を行った。

2. 本論

実験において SAW デバイスは共振周波数 320.0844[MHz], Q 値 1.24×10^4 のデバイスを使用した。今回、SAW センサの感応膜として銅フタロシアニンを用いたものを 100,400[nm]塗布したものを使用した。

図 1 に測定系を示す。今回、温度 25°C、湿度 25% に設定し、5 分間気体を挿入し、その後 15 分間気体を滞留させて測定を行った。空気挿入時には SAW センサの出力を回復させるため、一度 50°C まで温度を上昇させて 30 分間空気を挿入し、その後、25°C まで戻し 30 分さらに空気を挿入した。測定において、ネットワークアナライザを使用し、LabVIEW を用いて自動測定を行っている。また LabVIEW を用いることでネットワークアナライザ

の分解能を活かし、10⁻⁵[dB]までの挿入損失を測定可能にしている。

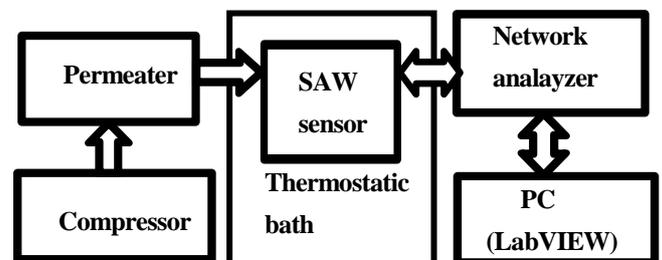


図 1 測定系

図 2 に銅フタロシアニンの膜厚 100[nm]に二酸化窒素各濃度を 15 分滞留させ挿入損失を測定した結果から作成した検量線を示す。図中、横軸は二酸化窒素濃度、縦軸は挿入損失変化量を示す。同図より、濃度上昇にともない、挿入損失の変化量も増加する傾向があり、二酸化窒素濃度を 0.1[ppm]~0.5[ppm]の範囲で測定が可能であることを示している。

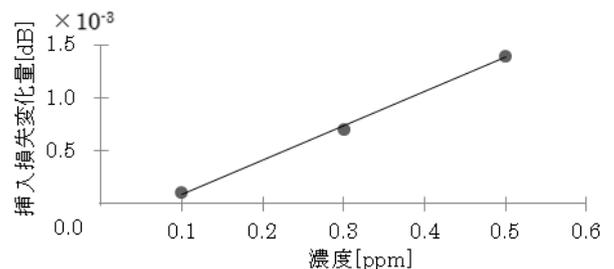


図 2 二酸化窒素の検量線(膜厚 100[nm])

図 3 に銅フタロシアニンの膜厚 100[nm]に二酸化硫黄各濃度を 15 分滞留させ挿入損失を測定した結果から作成した検量線を示す。図中、横軸は二酸化硫黄濃度、縦軸は挿入損失変化量を示す。同図より、濃度になると挿入損失も変化量が増加する傾向があり、二酸化硫黄濃度が低濃度、特に 0.1[ppm]~0.5[ppm]の範囲の測定が可能であるこ

とを示している。

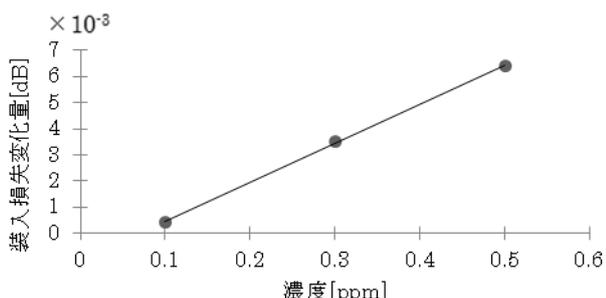


図 3 二酸化硫黄の検量線(膜厚 100[nm])

図 4 に銅フタロシアニンの膜厚 100[nm] に二酸化窒素と二酸化硫黄の混合気体の濃度 0.3, 0.5[ppm] を 15 分滞留させ挿入損失を測定した結果と、図 2 と図 3 の各濃度 0.3, 0.5[ppm] の測定結果を示す。図中、横軸は濃度、縦軸は挿入損失変化量を示す。

同図において、混合気体の挿入損失の変化量は、二酸化硫黄と二酸化窒素の挿入損失の変化量を、合計した値にほぼ等しく、混合気体からは気体を選択することは出来ない。

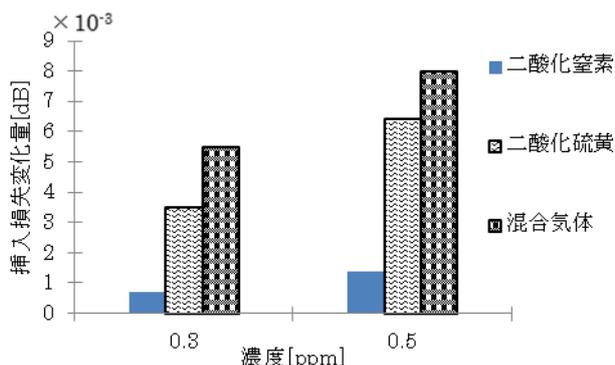


図 4 膜厚 100[nm] の測定結果

図 5 に銅フタロシアニンの膜厚 400[nm] に二酸化窒素各濃度を 15 分滞留させ挿入損失を測定した結果から作成した検量線を示す。図中、横軸は二酸化窒素濃度、縦軸は挿入損失変化量を示す。同図より、低濃度の測定は可能なものの、膜厚 100[nm] と比べると、挿入損失の変化量が全体的に 1/3 以下となっていることを示している。

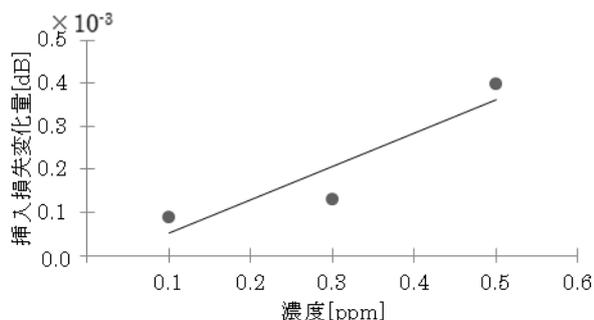


図 5 二酸化窒素の検量線(膜厚 400[nm])

図 6 に銅フタロシアニンの膜厚 400[nm] に二酸化硫黄各濃度を 15 分滞留させ挿入損失を測定した結果から作成した検量線を示す。図中、横軸は二酸化硫黄濃度、縦軸は挿入損失変化量を示す。同図より、

低濃度測定が可能なものの、膜厚 100[nm] と比べると、挿入損失の変化量が全体的に約 1/2 となっていることを示している。

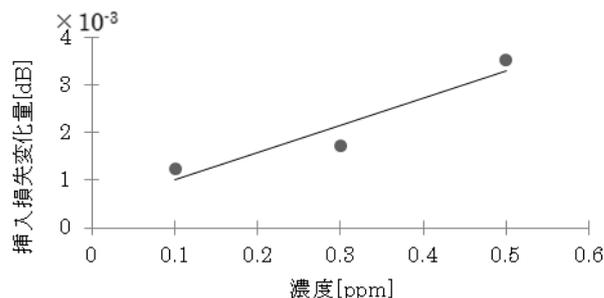


図 6 二酸化硫黄の検量線(膜厚 400[nm])

図 7 に銅フタロシアニンの膜厚 400[nm] に二酸化窒素と二酸化硫黄の混合気体の各濃度 0.3, 0.5[ppm] を 15 分滞留させ挿入損失を測定した結果と図 5, 図 6 の各濃度 0.3, 0.5[ppm] 測定結果を示す。図中、横軸は濃度、縦軸は挿入損失変化量を示す。同図より、400[nm] の膜厚にすることで、二酸化硫黄には大きく反応し、二酸化窒素の変化はほとんどないことを示している。また、混合気体と二酸化硫黄の測定結果を見ると、0.3[ppm] と 0.5[ppm] の変化量がほぼ同様であるため、混合気体から二酸化硫黄だけの測定が行えることを示している。すなわち膜厚を増加させることで、複数の気体から 1 種類の気体だけ反応をさせることが可能になり、混合気体でも測定したい気体だけを選択可能であることを示している。

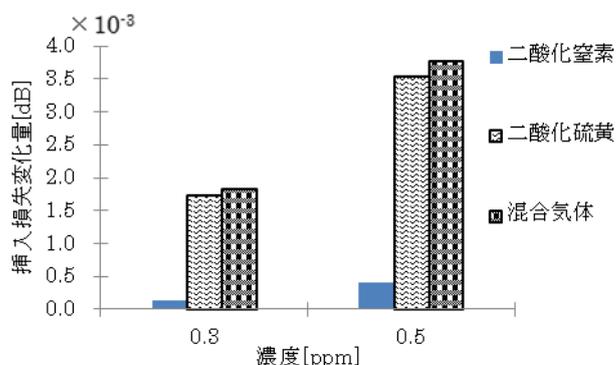


図 7 膜厚 400[nm] の測定結果

3. まとめ

二酸化硫黄の測定が可能な SAW センサを作成し、感応膜の膜厚を変化させることで、混合気体の選択性について検討を行った。その結果、感応膜の膜厚を変化させることで、気体の選択性を持たせることが出来ることを明らかにした。

今後は、感応膜を変え、他の気体を測定できるセンサを作成する予定である。

4. 参考文献

[1] 柳沢三郎, 森五郎, 「大気汚染の公害計測」, 日本規格協会出版, 1981.