

M-20

低濃度酸化性ガスセンサを使用した近距離通信ガス測定システムに対する一検討

A Study on Gas Measurement System of Near Field Communication  
Using Oxidizing Gas Sensor with Low Concentration

○入倉侑輝<sup>1</sup>, 近藤駿介<sup>2</sup>, 佐伯勝敏<sup>3</sup>

\*Yuki Irikura<sup>1</sup>, Shunsuke Kondo<sup>2</sup>, Katsutoshi Saeki<sup>3</sup>

In recent years, because of increased carbon dioxide emissions problem, the air pollution has been attracting attention. For example, the exhaust fumes produce nitrogen oxides and sulfur oxides. Therefore, these gases should be detected and measured. In this paper, we propose a gas measurement system of near field communication using oxidizing gas sensor with low concentration. As a result, we determine that it is possible to communicate between an Arduino/ESP32 and an Android device using propose system.

1. まえがき

現在, 世界の自動車保有割合は, ガソリン車, ディーゼル車が95%を占めており, 日本を見てもガソリン車, ディーゼル車の割合は90%を超える[1]. ガソリン車, ディーゼル車は排出ガスに窒素酸化物や硫黄酸化物が含まれており, これらのガスは低濃度であっても人体に入ると気管支炎や肺水腫などを発症する恐れがあるため, ガスセンサを使用し, ガスを測定するシステムの開発が必要とされている.

今回, ガスセンサは, 当研究室にて検討を行っている楕形電極に銅フタロシアニンを蒸着したもの[2]を使用し, 近距離通信ガス測定システムに対して検討を行ったので報告する.

2. 本論

図1に低濃度酸化性ガスセンサ[2]の概略図を示す. 電極対数を30対として作製した楕形電極に図(b)のように銅フタロシアニン(CuPc)を蒸着して作製した. 本ガスセンサは容量性であり回路上コンデンサとして扱うことができる. そこで, 静電容量によって周波数が増えるフランクリン発振回路を使用した周波数測定を行うことで, ガス濃度を測定する.

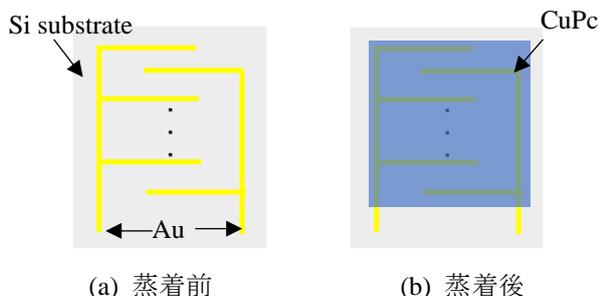


図1 ガスセンサの概略図

フランクリン発振回路における発振周波数は次式で表せる.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

式(1)における C がガスセンサに相当し, 周波数変化が生じる.

図2に測定系を示す. 恒温槽にセンサを設置し, コンプレッサーより空気を注入し, パーミエータにて発生させた二酸化窒素及び二酸化硫黄の濃度を調整し恒温槽内に注入する. センサは発振回路に接続し, オシロスコープ, Arduino, ESP32にて値を読み取る.

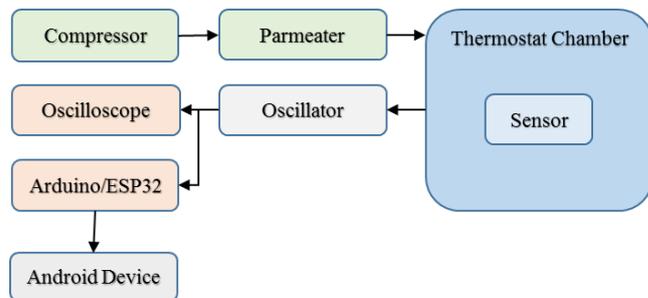


図2 測定系

図3に温度に対する周波数特性を示す. パルスを直接カウントする方法と, パルス幅から周波数を求める二通りの測定方法を用い, 恒温槽内で温度を 0°Cから 60°Cまで上げ周波数の変化を測定した. 縦軸に周波数, 横軸に温度を示している. 同図より, オシロスコープを真の値と考えた時, パルスをカウントする方法では近い値をとっているのに対し, パルス幅を測定する方法では誤差が大きいことがわかる. 誤差の原因は, パルスをカウントする方法では割込みプログラムを使用しているのに対し, パルス幅を測定する方法では専

用の関数である pulseIn() を使用しているため、Arduino 側の割込み処理が起因していると考えられる。

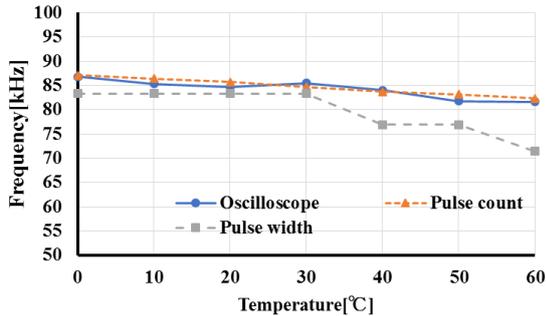


図 3 各測定方法における周波数温度特性

図 4 に恒温槽内温度 20°C、NO<sub>2</sub> ガス 1ppm を注入したときの周波数変化を示す。Arduino を使用し、周波数が安定したことを確認した上で 0 分から NO<sub>2</sub> ガスを注入し、30 分まで測定を行った。同様の方法で SO<sub>2</sub> ガスを注入、測定した結果を図 5 に示す。

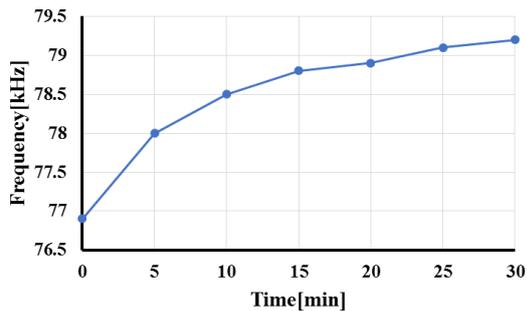


図 4 NO<sub>2</sub> 気体注入時の周波数変化

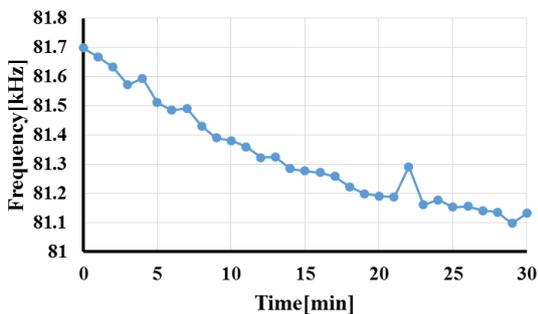
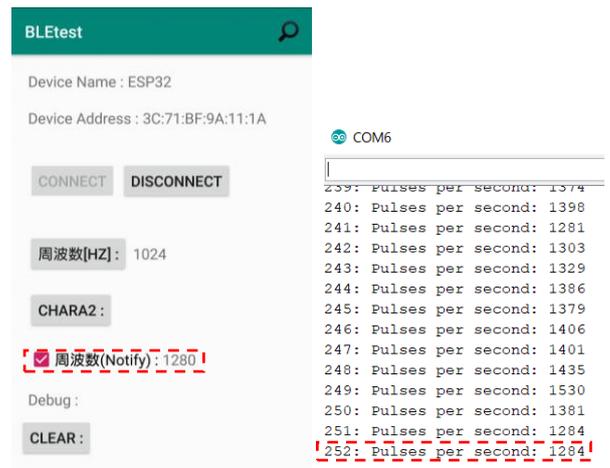


図 5 SO<sub>2</sub> 気体注入時の周波数変化

図 4、5 を比較すると NO<sub>2</sub> 気体を注入した場合には時間経過により、周波数が上昇しているのに対し、SO<sub>2</sub> 気体を注入した場合には周波数が下がる結果が得られた。

図 6 に今回構築した近距離通信ガス測定システム中の出力端末であるスマートフォンの画面を示す。図

中、Android 端末を使用した BLE 通信アプリと ESP32 で送信している周波数を示す。周波数[Hz]というボタンをタップすると手動で周波数が取得できるようになっており、周波数(Notify)のチェックボックスにチェックを入れると随時更新される。図中、ESP32 で送信した周波数 1284Hz が受信側では 1280Hz になっていることを示している。これは、今回の BLE 通信で 2 バイトデータにて情報を送信したために情報の損失が発生したものと考えられる。



(a) BLE 通信アプリ (b) ESP32 のシリアルモニタ

図 6 BLE 通信アプリ

### 3. まとめ

低濃度酸化性ガスセンサを用い、Arduino により NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 気体の周波数測定を行い、それぞれの気体において周波数の変化傾向の違いを明らかにした。また、BLE 通信を用いた ESP32 と Android 端末間での通信を確立し、近距離通信ガス測定システムを構築できることを明らかにした。

今後は、今回作成したアプリを使用した測定を行うとともに恒温槽を使用しないフローセルの開発を行う予定である。

### 4. 参考文献

- [1] 一般財団法人自動車検査登録情報協会:「わが国の自動車保有動向」2018.
- [2] Katsutoshi Saeki, Taku Horiguchi, Oxidizing Gas Sensor with Low Concentration using Complex Impedance, Wiley, DOI: 10.1002/ecj.12095, pp.1-7, 2018.
- [3] hiramine.com BLE 通信ソフトを作る : 「<https://www.hiramine.com/index.html>」2018.