三格子変調 B-A ゲージの正弦波連続変調 (Ⅱ)*

谷脇 尚人**・山野 義之**・浦野 俊夫**・金持 徹**

(昭和56年12月7日 受理)

Continuous Sine-Wave Modulation of Three-Grid B-A Gauge (II)

Hisato TANIWAKI, Yoshiyuki YAMANO, Toshio URANO
and Toru KANAJI

(Faculty of Engineering, Kobe University, Rokkodai, Nada, Kobe, 657 Japan)

(Received, December 7, 1981)

1. ま え が き

三格子変調 B-A ゲージ (以下 T.G. と記す) は、極高真空領域までの測定を可能とする目的で開発されたゲージで、ノイズ電流の変調係数を極端に小さくすることによってそれを可能にしようとする点に特長がある。

Fig. 1 は、T.G. を手動により変調した結果で、電極に与える電位を“ON”状態にしたときと“OFF”状態にしたとき (Fig. 2 上部参照) のコレクタ電流、 I_{on} 、 I_{off} 、および両者の差 ΔI と圧力 P の関係を示している。 ΔI と P の関係は 8×10^{-9} Pa より低い圧力領域まで直線性を維持していると推定される¹⁾。しかし、これ以下の圧力を手動変調によって測定することは、直流微小電流の測定精度の限界のために困難となる。そこで、自動的に変調してコレクタ電流を交流信号として検出することが必要となった。我々はまず、手動による ON-OFF の切換えを単純に自動化した矩形波による変調を試み²⁾、次にそれを改善して、連続正弦波 (変調周波数 20 Hz) による自動変調を行った。また、矩形波による変調を連続正弦波による変調に変更した場合の原理的な誤差が 3% 以内であることを数学的に明らかにした³⁾。

2. 実 験

Fig. 2 に T.G. の回路構成の概略図及び各電極の電位分布を示す。Fig. 3 は G_2 、 G_3 に与える正弦波及びコレクタ回路に流れる誘導電流のブラウン管写真である。

Fig. 3(a) は G_2 に与える変調のための正弦波で、 G_3 にはこれと逆相で約 1/25 の小振幅の正弦波を加える (Fig. 3(b))。これによって、 G_2 の電位変化によってコレクタ回路に生じる誘導電流 (Fig. 3(c)) を打ち消すことができる (Fig. 3(d)) とともに、コレクタ周辺の電界を一定にすることになり、X線光電子流の変調を減らすことができる。フィラメントを点火しない状態でこのような調整をすませた後、フィラメントを点火すると Fig. 3(e) のよ

Fig. 1 Collector currents in the “ON” state (I_{on}) and in the “OFF” state (I_{off}) and the difference between them ($\Delta I = I_{on} - I_{off}$) at various pressures (Manual modulation).

* 昭和56年11月6日 第22回真空に関する連合講演会にて講演 (6Aa-4)

** 神戸大学工学部 (神戸市灘区六甲台町)

Fig. 2 Arrangement of electrodes and electric potentials of them in the "ON" and "OFF" states.

うなイオン電流の変調波形が現われる。ただしこれは波形をわかりやすくするために真空を少し悪くして撮ったものである。

昨年の実験では、T.G. の感度が、変調周波数が高くなるにつれて下降する結果となった (Fig. 4(a)). 当時は、この理由をイオンのコレクタへの到達時間の遅れによるものであると考えたが、その後測定系の見直しを行った結果、これは Fig. 2 にあるプリアンプ単体の周波数特性とほぼ同じであることが判明した。そこで、プリアンプの R_f と C_f を替えることによって周波数特性を改善し、このプリアンプを使用して T.G. の周波数特性を測定したものが Fig. 4(b) である ($P=3 \times 10^{-4}$ Pa). この結果を測定に使用したプリアンプ単体の周波数特性で補正したものが Fig. 4(c) である。この結果より、イオンのコレクタへの到達は十分に速く、T.G. の周波数特性は良好で、変調周波数は回路技術の面からだけを考えて自由に選択できることが判明した。

Fig. 5 は、変調周波数を 1 kHz として、コレクタ回路で検出された 1 kHz の交流信号の強さ i (アンペア、実

$$F = 1 \text{ kHz} \quad P = 2.4 \times 10^{-6} \text{ Pa}$$

Fig. 3 Photographs of cathode-ray oscilloscope.

- (a) Wave form of the modulation-potential supplied to G_2 .
- (b) Wave form of the compensation-potential supplied to G_3 .
- (c) Wave form of the induced current in the ion-collector circuit through the stray-capacity between G_2 and collector.
- (d) Wave form of residual noise current after the induced current was well cancelled.
- (e) Wave form of the sinusoidal component of the ion-current ($P \approx 2.4 \times 10^{-6}$ Pa).

効値) と圧力の関係を示したものである。誘導電流はもちろん充分よく打ち消された状態で測定が行われた。グラフが一本の直線となっていないのは、プリアンプの回路をいろいろと替えて測定を行ったためであり、各プリアンプのトランスインピーダンスが少しずつ異なっていたことを示している。なお今回の実験では、プリアンプ内に簡単な低域、高域遮断フィルターを組み込んであ

Fig. 4 Relative responses of the systems with continuous sinusoidal-wave modulation method.

る。また、フィラメントの点火には直流の安定化電源を使用した。この実験結果は、まだ 10^{-8} Paの領域までのもので、Fig. 1と比較して明らかなように、交流自動変調の特色が発揮されるには至っていない。当面の最大の問題は、プリアンプの改良によるS/N比の改善である。また次の段階の問題として、逆X線光電子流の影響を避けるために、イオンコレクタに $-20 \sim -30$ Vの電位を与える回路をプリアンプの入力側に組み込まなければならないと考えている。

〔文 献〕

- 1) 土岐, 平野, 浦野, 金持: 第20回真空に関する連合講演会予稿集 p. 16.
- 2) 浦野, 土岐, 平野, 金持: 第27回応用物理学関係連合講演会予稿集 p. 282.
- 3) 岡本, 坂本, 浦野, 金持: 日本真空協会関西支部昭和55年度第3回研究会資料 p. 3.

Fig. 5 The sinusoidal-wave components in the collector currents with the continuous modulation method at various pressures.