

# Input Impedance Measurement of Grid-Cathode Assembly of Electron Gun

Akira HOMMA, Hatsuo YAMAZAKI  
&  
Eiichi KISHIMOTO

Department of Nuclear Engineering,  
Hokkaido University, Sapporo 060, Japan

## Abstract

In order to generate a high-current and short-pulse beam from an electron gun, it is very important to feed grid-pulse to a grid-cathode assembly as efficiently as possible. For this purpose, the measurement of the grid-impedance has been tried for an electron gun in operation by using the Time-Domain-Reflection method. The experiment was conducted with a measuring system placed on the acceleration potential.

The grid-impedance for our gun was successfully obtained at a low acceleration voltage (5 kV was selected because of the insulation problem at present).

## サブナノ秒電子銃のグリッドインピーダンスの測定

### 1. はじめに

電子銃から短パルス、大電流を取り出すためには電子銃本体の性能向上の他、周辺技術としてグリッドパルサーの短パルス化、出力増大などが挙げられるが、中でもパルサー出力の電子銃への伝送効率（立ち上がり特性、減衰など）の改善は重要な問題である。

近年、電子銃本体にパルサーを組み入れ、パルサー出力端とグリッド・カソードの間の信号伝送ケーブルを省略する形式のものが採用されてきている<sup>1), 2)</sup>。これはパルサー・電子銃間のインピーダンス不整合に起因する伝送特性の悪化から逃れる有力な方法といえる<sup>3)</sup>。しかし、電子銃本体へ回路を組み入れる場合、熱的な問題や保守の問題、パルス幅の変更の問題などいくつかの現実的な問題が残る。

グリッドを効率よくドライブするためには、インピーダンス整合の観点に立ち、伝送効率を改善する必要がある。そのためには、電子銃の動作時のグリッドインピーダンス特性（ビーム電流、グリッド電圧の依存性）の測定を行なわなければならない。本報告では、グリッド・カソードからの反射波の測定・解析を行なうことにより、グリッド・カソード部の動作時のインピーダンスを測定することを試みた。なお、今回の実験では、測定法の確立を目的としたため、低電圧動作（5 kV）とすることにより実験装置の簡便化を図った。

## 2. 測定原理

測定の体系図をFig. 1に示す。線路結合部はポイントジャンクションで、非分散な系であるとする。 $V_p$ はパルサーからの入力パルスのピーク電圧、 $V_{01}$ はパルサー出力が不整合点Aを透過したときの電圧、 $V_{02}$ はAを透過したグリッド・カソード部での反射波の電圧を表す。 $V_p$ 、 $V_{01}$ 、 $V_{02}$ を用いて

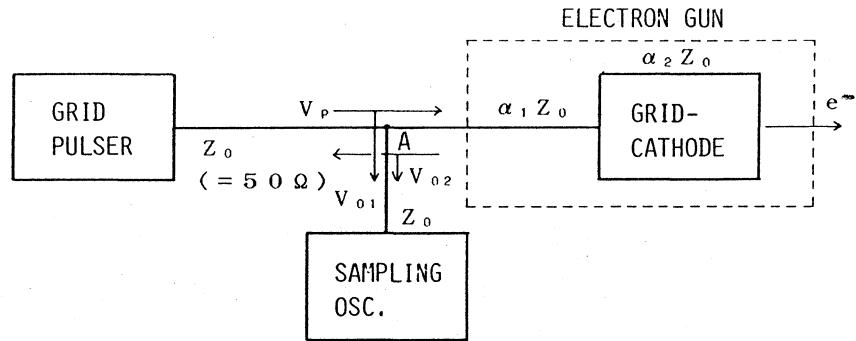


Fig.1 Diagram of the measuring system.

$$\alpha_1 = \frac{V_{01}}{2(V_p - V_{01})} \quad (1)$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_1 \{2V_{01} + (1 + 2\alpha_1)V_{02}\}}{2V_{01} - (1 + 2\alpha_1)V_{02}} \quad (2)$$

と各部のインピーダンスを求めることができる。

## 3. 実験と結果

今回の実験ではサンプリング・スコープを高電位部に上げ、グリッド・カソード部等からの透過波及び反射波を直接観測した。電子銃は三菱電機製の非同軸型電子銃（グリッド・カソード間を0.5mm接近させた）を使用した。また、グリッドパルサーにはアバランシェ・トランジスタを用いたものを使った。入力パルスはピーク電圧100V、立ち上がり時間800ps、パルス幅2nsであった。

Fig. 2は条件（加速電圧）を変えて実験を行なったときの観測波形である。それぞれの波形で、最初の高いピークは $V_{01}$ 、その右側の低いピークは $V_{02}$ と $V_{01}$ が重ね合わされたものである。 $V_{02}$ のピーク電圧は $V_{01}$ の寄与を差し引くことにより求めることができる。解析を容易にするため、電子銃内部の伝送線路が一様であると近似し、測定した $V_{01}$ と $V_{02}$ の値を用いると、

(1)式より、電子銃内部の伝送線路のインピーダンス $\alpha_1 Z_0$ は48.5 $\Omega$ と求められ、これより、グリッド・カソード部のインピーダンス $\alpha_2 Z_0$ は、(2)式より、以下のように求められた。また、ヒーター電力0W時の $\alpha_2 Z_0$ は145.2 $\Omega$ であった。

加速電圧0 kV	$\alpha_2 Z_0 = 122.4 \Omega$
加速電圧3 kV	$\alpha_2 Z_0 = 129.4 \Omega$
加速電圧5 kV	$\alpha_2 Z_0 = 137.0 \Omega$

## 4. まとめ

グリッドからの反射波形を測定することにより、電子銃動作時のグリッドインピーダンスを求

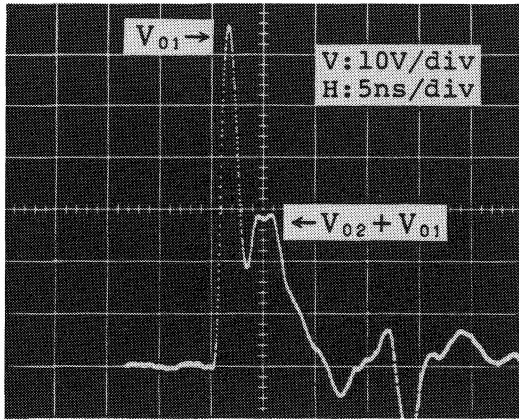
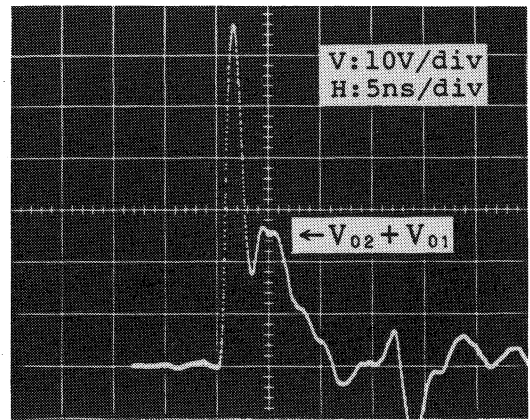


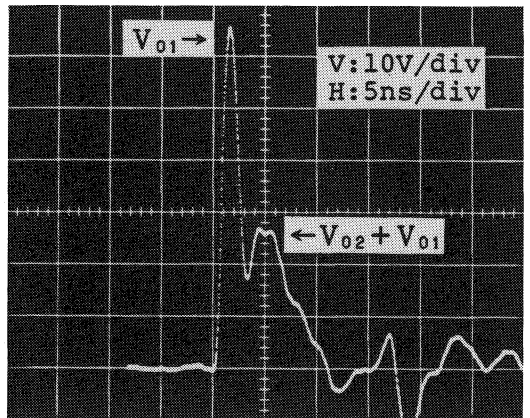
Fig.2-1 Observed signal when the cathod is cold.

めることを試みた。今回は装置の都合上、大電流、短パルス動作として測定することはできなかったが、反射波形からインピーダンスを測定することの可能性が示された。

しかし、この方法では測定者が高圧ステージに上がらなければならないので、高圧側の測定は実際の測定条件（ $\sim 100 \text{ kV}$ ）では問題を残す。今後は出力ビーム波形を解析することによりインピーダンスを求める方法を研究する予定である。

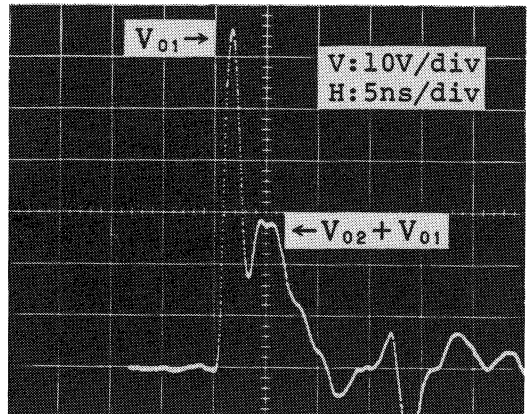


Acc. voltage: 0 kV



Acc. voltage: 3 kV

Fig.2-2 Observed signals for various acceleration voltages.



Acc. voltage: 5 kV

—References—

- 1) R. Koontz, et al., "SLAC Collider RF Drive Synchronization and Trigger Electronics and 15 AMP Thermionic Gun Development", IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-28, No.3, (1981), 2213
- 2) T. Ueda, et al., "Design and Simulation of Grid Pulser for Short Pulse Electron Gun", Proceedings of the 11th meeting on linear accelerators in Japan, (1986), 72
- 3) A. Homma, et al., "Reflection Diagram and Its Applications", N.E.L.-A Report, 07 85, (1985)