

## Improvement of the Cathode of a High-Power Klystron

K.Mashiko, N.Akiyama, Y.Nobusaka, M.Kitajima and Y.Kawarasaki

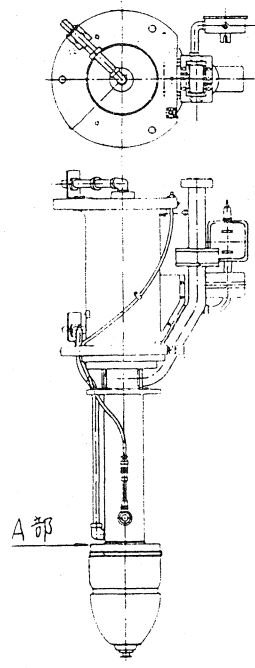
Japan Atomic Energy Research Institute

### Abstract

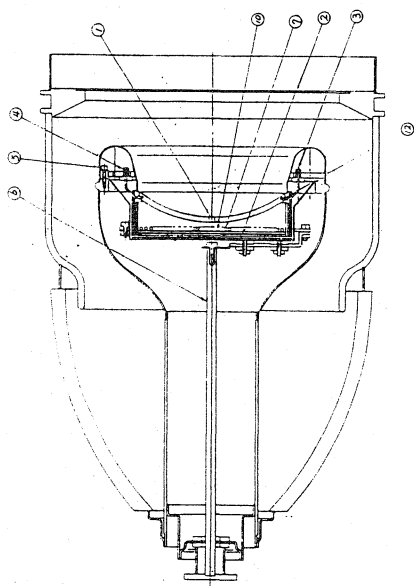
The new "Barium impregnated"(BI-) cathode was tested in a high power klystron (20 MW, s-band) by replacing the deteriorated oxide cathode. The BI-cathode is expected to have a longer life than the oxide cathode because of its strong resistance and quick recovery against poor vacuum condition, although more heater power is needed (about twice of the latter, e.g. 500 W vs. 250 W) due to higher working temperature 950°C compared to 850°C in the oxide cathode. This is probably the first case, in which the BI-cathode is utilized in a large klystron. Operational result shows the replacement was successful. Procedures of the replacement and test-performance are described.

原研リニアックは、加速管6本(バンチャー1本、2m加速管2本、3m加速管3本)に、20MW出力の大型クライストロン6本を用いて、RFパルス幅2.5 $\mu$ sec、パルス繰返し500 PPSの定常運転を行っている。大型クライストロンは、リニアックの運転が2500時間/年として、1.5本のライフタイムがくるものと推定して補給する必要がある。このクライストロンを新規に購入する以外に、クライストロンを再生するために、クライストロンカソードの改造修理を試みた。改造したクライストロンの管圧は、54年度にRCAから購入したものである。使用時間は、フィラメント点灯時間が20.829時間でRF時間17.415時間である。改造後は、リニアックに実装して現在までに、パルス繰返し500 PPSで800時間を経過しているが順調である。これらの改造の経過と結果について報告する。

従来の大型クライストロンは、フィラメント入力電力が250 W程度で大電流の電子放出が得られ、製作が容易である利点がある。しかし、塗布型のカソードは、イオンの衝撃やクライストロンの内部放電による真空劣化などに対しては、極めて弱い性質を持っている。このため、原研では、クライストロンカソードを酸化物含浸型(BI型)に改造した。この理由としては、BI型カソードの製造技術が進歩して、従来より低い温度での電子放出が得られるようになって来たことと、カソード周辺の真空



次1図 大型クライストロン

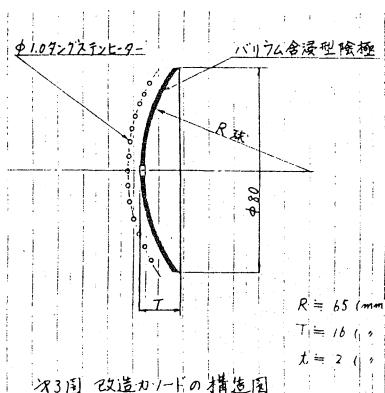


※2図 大型フラニストロンカソード部

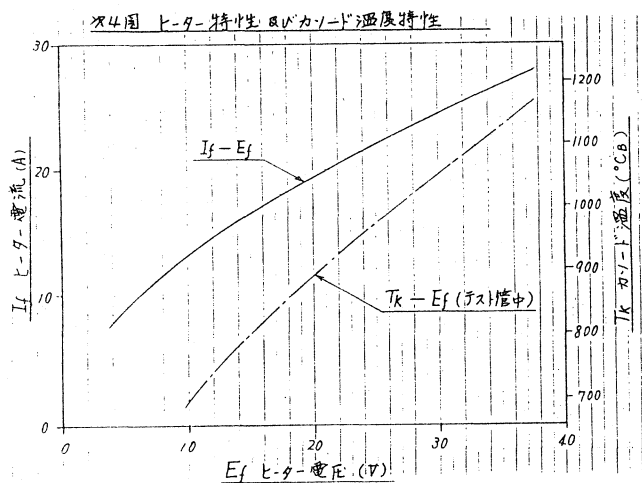
悪化に対して、回復力を持っていること、又、長寿命であること、などの特徴があり、ユーザーにとって好都合な性質を持っている。※1図は、大型クライストロンである。カソード部は、※1図のA部を円周上に沿って1mm程度カットングして、カソード部を下に切放すことで容易に取出せる構造である。取出したカソードは、※2図のようなものである。このカソードとフラメント部分を※3図に示す構造に改造した。カソードは、従来のBI型カソードと同じ電子放出を得るためにカソード温度を約100°C低くできる新型のBI型カソードである。

カソードは、厚さ2mmでタングステンの平均粒径が5μであり、

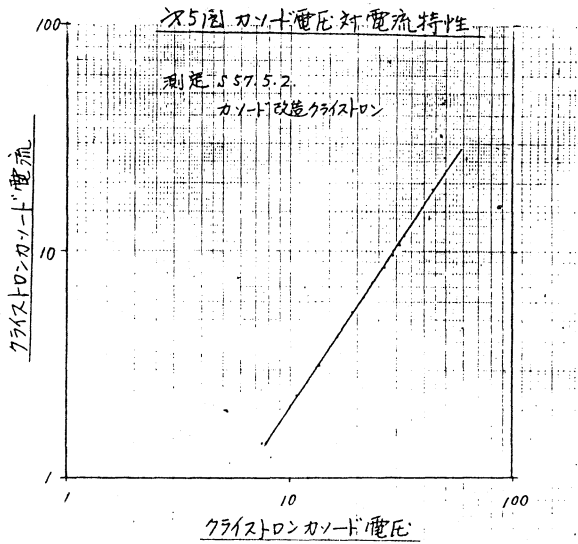
空孔率は20~25%である。この空孔には、BaO、CaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主とした酸化物を溶融して含浸している。フラメントは、1mm中のタングステンによる反転渦巻状で、熱効率を上げるために、カソード表面に沿って彎曲するように整形されている。カソードのフラッシングは、約1200°Cになるため、カソード周辺部はMoを主とした高融点金属を使用している。カソードを組立てクライストロンに接合して、※1図A部で円周上を熔接して改造した。改造後は、クライストロンのセラミック部分とコレクター下部に測温体を装着して24時間が500°Cの温度で約20時間の真空ベーキングを行った。管内の真空度が1×10<sup>-6</sup>Torrより良い真空に達したら加熱温度を500°Cに下げ、フラメントを点灯(500W)する。点灯後、真空度が1×10<sup>-7</sup>Torrに達するまで約30時間を要している。クライストロンを冷却して荒引きポンプを止めたとき、クライストロンのイオンポンプの指示が2×10<sup>-8</sup>Torrより悪くならない状態でチップオフする。納入されたクライストロンは、フラメントのみ点灯して17時間の真空エージング後に、0.5×10<sup>-8</sup>Torr以下になった。このクライストロンをリニアックに実装して高電圧エージング運転を約26時間行った。以後、R.F.パルス幅2.5μsec、



※3図 改造カソードの構造図

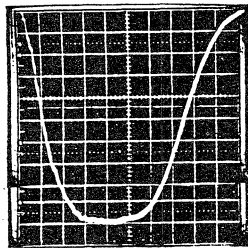


トロンをリニアックに実装して高電圧エージング運転を約26時間行った。以後、R.F.パルス幅2.5μsec、

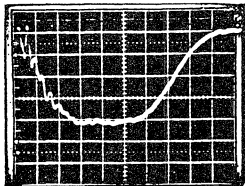


パルス繰返し500 PPSでRF出力18 MWの定常運転を行っている。このフライストロンの電子放出密度は、カソード電圧240 kV、カソード電流210 Aで、約 $0.7 \text{ A/cm}^2$ である。この時のカソードの温度は、約 $980^\circ\text{C}$ と推定された。フラメント電圧対電流特性をFig. 4に、カソード電圧対電流特性をFig. 5に示す。又、フライストロンカソード電圧一定値に於ける $I_k$ - $f_p$ 特性をFig. 6に示す。フライストロンカソード電

圧、電流波形写真をFig. 7に示す。この改造フライストロンは、57年3月より使用され現在まで500 PPSで約800時間を経過しているが順調に運転されている。原研



フライストロンカソード電流 (240kV)  
横軸 0.5 $\mu$ Sec/div  
縦軸 5V/div  
(at Mod. V, 19kV)



フライストロンカソード電流 (210A)  
横軸 0.5 $\mu$ Sec/div  
縦軸 5V/div  
(at Mod. V, 19kV)

Fig. 7 改造フライストロン電流波形

では、1本目の成功により2本目も改造中である。カソードは、2~3回の交換ができる構造となっているので他に故障がない場合は、少なくとも50,000時間以上の使用に耐えられると期待している。

今後は、フラメント入力電力の低減とRF窓の交換が課題である。

