

COOLING SYSTEM FOR TH516

K.Nanmo, E.Takasaki and T.takenaka
National Labolatory for High Energy Phygics
1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305, Japan

ABSTRACT

A cooling for the TH516 is a vapor-phase cooling. So, watching a water-level in TH516 is very important for the stable operation of the amplifier with the TH516.

In this report, Some improvements of the cooling system for the TH516 are described. For example; monitoring method of the water-level, the new radiator developed at KEK, the control-system using the sequencer and etc.

電子管 TH516 の蒸発冷却系制御

1) はじめに

電子管TH516は、KEK-PS-LINACの高周波源の最終段増幅器に使用されている真空管である。この増幅器の最大高周波出力電力は2.5MWであり、dutyは $275\mu s$ (パルス巾) $\times 20pps=0.55\%$ で、周波数は201MHzである。通常の運転時には、約1.2~1.3MWの高周波出力を加速タンクに供給している。

電子管TH516の冷却は蒸発冷却である。それ故、冷却水の水位の調整には、細心の注意が要求されている。

近年モニター等の増設により既設蒸発冷却監視盤の表示に不具合が生じ始めてきた。それを解消するため、インタロックの拡張の容易さなどを考え、シーケンサを導入し、監視系を更新した。

2) TH516 蒸発冷却系について¹⁾

TH516部での発熱量は、増幅器の効率を約50%とすると、最大15kW(陽極損失、通常運転時;約8kW)+10kW(カート部損失)=約25kW(18kW)である。これらの熱を取り除くために、この電子管の冷却は、蒸発冷却と強制空冷の二通りの方法で行われている。強制空冷はカート部発熱の約40%をとり、残りの熱量は蒸発冷却で取り除かれている。

蒸発冷却は、TH516の冷却水の水位を連通管の原理に従って一定に保ち、水の気化熱により冷却する方法である。その蒸発冷却系のブロック図を図1に示す。

この系で特に注意しなければならないことは、水蒸気及び一部液化した純水の経路(ガラス管;図1のA部)にTH516増幅器の一部(キャビティ部)が含まれていることである。なぜならこのキャビティを通る水量により、増幅器の特性が変化する(水の誘電率が効く)からである。

水位調整タンクの位置により、真空管を熱で壊したり、放電させたりする危険がある。純水は冷却系内を循環しているので、内部の汚れがTH516の

部分に凝縮し、冷却効率の低下並びに蒸発状況の変化等を生じる。

我々は、これらの点に注意し、TH516蒸発冷却系の保守維持を行っている。特に、TH516の交換時には、真空管の特性並びに機械的据え付け位置の変化が生じる可能性が多いため、水位調整タンクの位置（水面）決めに注意し、増幅器の運転を行っている。また冷却系の正常な動作のため、温度センサー及び水位モニターを設置し、センサーにより監視している。

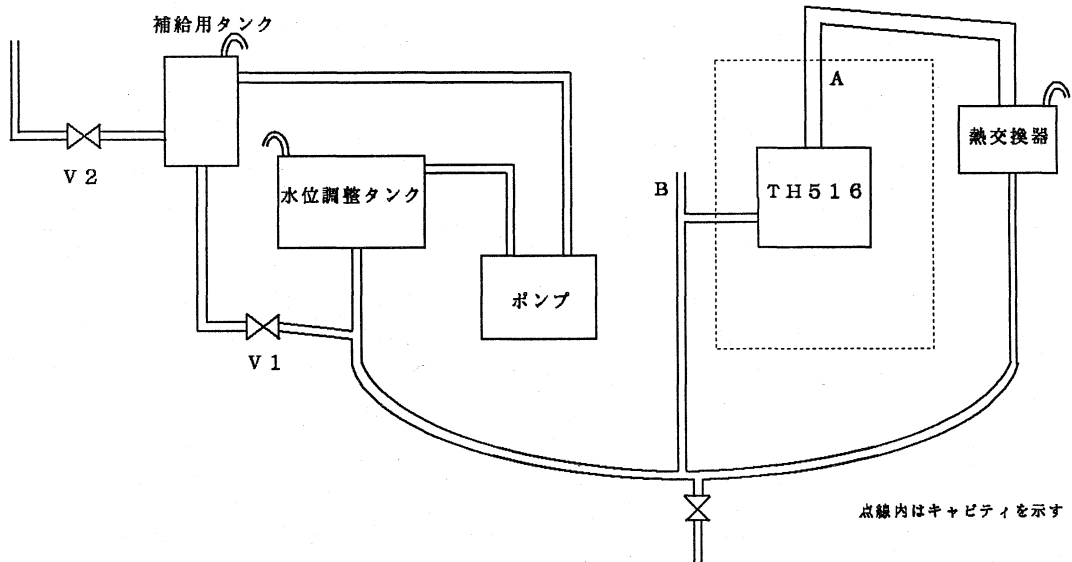


図1 TH516純水冷却系ブロック図

3) TH516の水位モニター

TH516の陽極部の水位を直接監視することは、この蒸発冷却にとっては大切なことであるが、それは不可能である。我々は、静状態（通電していない時）の時、真空管内の水位を連通管の原理により水位調整タンクの位置から知ることが出来る。運転時には真空管の冷却部のいろいろな条件により水位は絶えず変化するが、水位調整タンク内の水位の変化として伝搬されにくい。我々は、図1に示したB部の水位を監視することにした。この部分は冷却部から近く、冷却部での水位の変化が伝搬し、表れ易いと思われる。しかし問題はある。即ち、B部は絶縁物でできているが、TH516の陽極に接続され、帯電することである。そこで、水位の変動（突沸；放電の原因の一つ）を監視するために、レーザーを使用することにした。発光部と受光部で構成されており、物体サイズ測定用の汎用モニターである。我々の場合、光の透過領域内の水の有無により屈折率に差が生じ、水がガラス管内にあった時受光面に光量が到達しないことを利用している。図2にこのモニターの原理図とテスト結果を示す。図2から明らかのように、水位と出力電圧の関係は十分に線型であった。

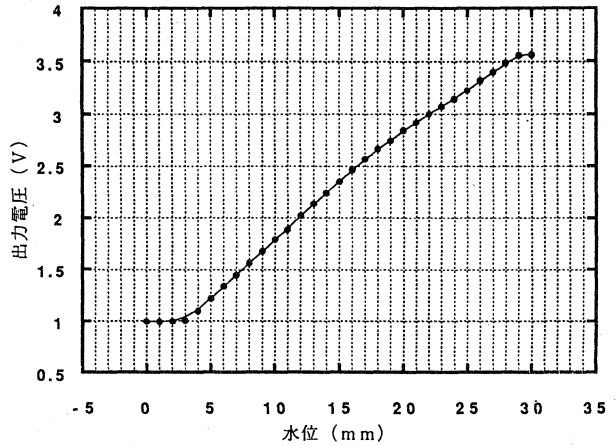
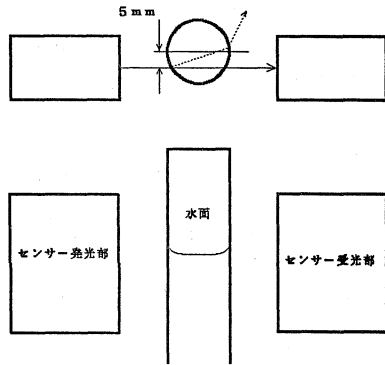


図2 水位モニターの原理図及びテスト結果

4) TH516 蒸発冷却系用熱交換器

電子管TH516からの水蒸気を液化し、冷やすために、熱交換器が使用されている。二次冷却水として、未処理水が使用されている。この部分で生じる問題は主に2点である。一つは熱交換器の能力不足により冷却系全体の温度が上昇し、系の均衡が破れることである。もう一つはその未処理水のわずかな水漏れが熱交換器内で純水と混ざって、真空管冷却部に未処理水の汚れが凝縮されることである。

これらの異常状態は、真空管内の水位の変化並びに冷却能力の低下となり、最終的には放電の原因になる。未処理水漏れの原因は、長期使用、温度変化の繰り返しにより、熱交換器内の銅パイプの繋ぎ部が劣化することである。これは、構造上の問題であると思われる。

これらの問題を解決するために、多管式熱交換器を製作し、試験を行った。図3に従来の物との比較を示す。図3からも解るとおり、従来の物に比べると、復水の温度が低くなっており熱交換が充分である。そのため、この交換器の使用は、補給用タンクから供給される純水との温度差も少なく、より安定な系になるとと思われる。万が一、未処理水の漏れが生じた時は、多管部を横から容易に引き抜き、交換することが出来る。

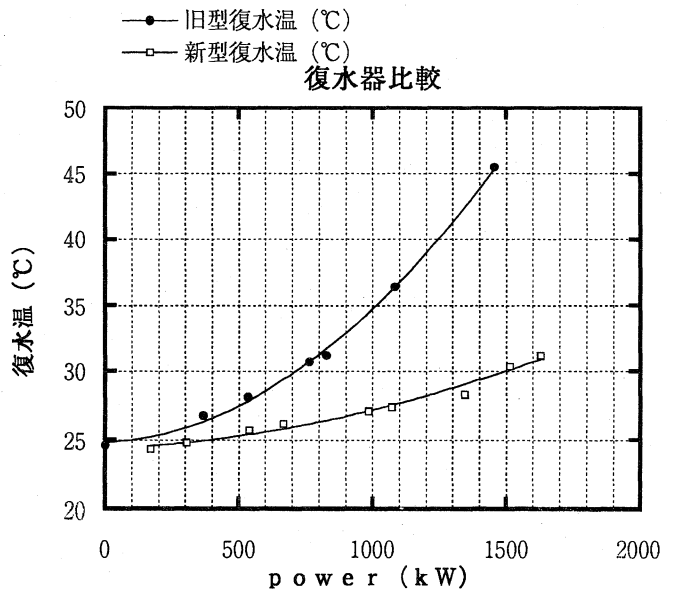


図3 復水器熱交換冷却能力の比較

参考文献

- 1) KEK-PS-LINAC Maintenance Report 10) 高崎
K.Nanmo et al., KEK Proceedings 92-5, 1992, p.285