

Design of a high shunt impedance disk-loaded wave-guide

Hiroshi YOSHIKAWA, Katsuo MASHIKO, Hideaki YOKOMIZO,

*Tsutomu ISHIDA, Yuuki KAWARASAKI

Japan Atomic Energy Research Institute

*SHIMIZU Corporation

ABSTRACT

A new type of a high shunt impedance disk-loaded wave-guide was designed for the improvement on JAERI-Linac. Recent manufacturing technologies enable to realize high accuracy products, and it is become easier to make what has complex curves. The new type is a round shape structure with about 15% higher shunt impedance. A trial of the new type with JAERI-Linac will be done this year, and the result should be estimated for the injection linac of 8GeV Synchrotron at Nishiharima.

1. はじめに

日本原子力研究所にある120MeVリニアックの第1加速管は、耐用年数を経て今年度新しい物に更新される。2856MHz, $2\pi/3$ モードの進行波型であることは同じであるが、より高いシャントインピーダンスが得られる形状のものに変更されることになった。以下にその新しい加速管の形状と、その加速管に関する計算結果を述べる。この新しい形状の加速管は今年度中にリニアックに組み込まれ、その結果は、原研理研が計画を進めている大型放射光施設の、入射用線形加速器の加速管設計に考慮される。

2. 計算

まず、ビーム径が決まっているので、 $2a$ は従来のもと同じとする。また、電子の加速であるから d は34.99mm。従って変更されるのは t と $2b$ であるが、周波数が2856MHzと決まっているので、 t と $2b$ は一方が決まれば他方も決まる。従来型では計算と実験から58mmの t が採用されていて、Fig.1(a)に示すように、 $2a$ の部分にのみ丸みがついている。

今回採用する新しい形状はFig.1(a)に示すように、セルのかどの部分すべてに丸みをつけたもので、従来型の $2b$ に相当する値は、その曲率と最大内径となる平坦部分をどの程度の長さにするかという二つの要素に置き換えられる。そこで、そのかどの曲率を0から等分づつ大きくしながら、周波数が2856MHzになる最大内径 $2b$ を求める計算を、 $2a$ が20mmから26mmまで2mmごと、 t が4, 6, 8mmの2mmご

とのもの、計12通りについて行った。

その結果、曲率が大きいものほどシャントインピーダンスが高く、また従来型とおなじ性質としてもが薄く2aが小さいほどシャントインピーダンスが高かった。さらにSLAC⁽¹⁾などで採用されている2a部分にノーズの付いたものも計算し、 $80\text{M}\Omega/\text{m}$ を越えるシャントインピーダンスも得られたが、セル間結合度、放電、コスト等の点を考慮し今回の更新には採用しない。

この計算は32ビットPCのMS-DOS上で動作するSUPERFISHで行い、 $2\pi/3$ モードであるから、1.5セルをメッシュサイズ0.8mm前後として行った。

3. 形状

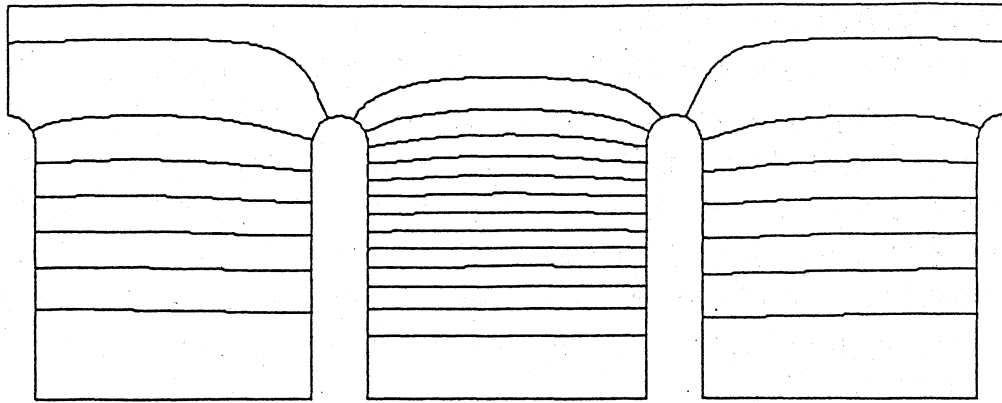
計算結果から得られた形状が実際の加工に適するかどうかを調べた。最大径2bの部分は定在波型の場合電流の腹となる部分であるが、 π モード定在波型のサイドカップルキャビティでこの部分を接合面として問題なく動作しているものがあるので、加工の面でらくなこの部分を接合する事にした。また加工、採寸等のためにその接合部に平坦部をもうける必要があるかどうかについては、必要ないことが確認された。以上からFig.1(b)のような、半円形の断面を持つものが採用される。近年のNC等の発達はこの形状を十分な精度で加工することを可能にしている。

4. 考察

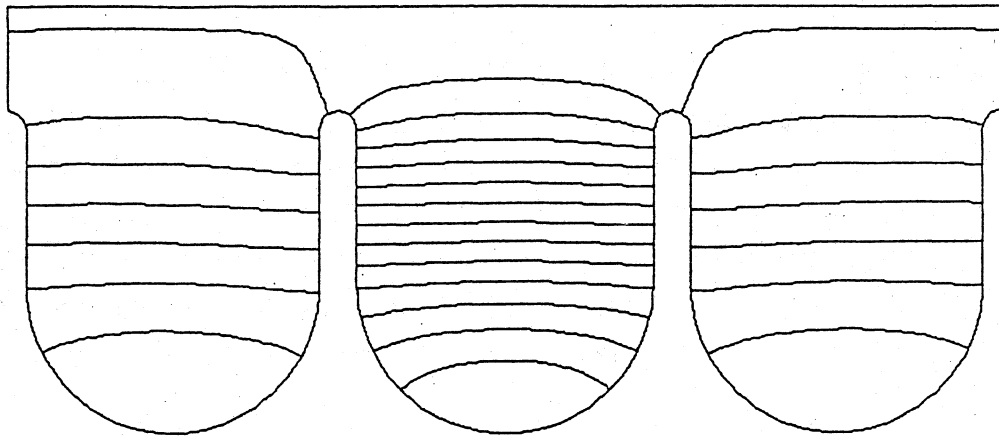
新しい形状が高いシャントインピーダンスを得られる理由を簡単に考察してみる。従来型と新しい型の電界分布を計算するとFig.1(c)の様になる。stored energyでノーマライズして比較すると、その形はほとんど一致しており、加速に際してビームに特異な影響を与えることはないと思われる。さらにシャントインピーダンスはFig.2に示すように従来型に比べ15%の改善が見られる。そこでTM010であることを考慮して、Fig.1の断面に沿った長さとその点における空洞の周長を計算してみると、Fig.3の様になる。横軸は断面に沿った長さで、従来型は9.32cm、新型は8.66cmとなる。縦軸はその長さに対する空洞の内側表面の軸に垂直な円の周長でスケールが均一であるとすれば、表面電流に対する抵抗に比例する値であり、この積分値の比が15%になる。すなわち進行波型の場合はこの値が最も小さくなるような形状を選べば、一番高いシャントインピーダンスが得られ、定在波型の場合はこれに正弦波等の電流分布を乗じた値が最小になる形状を選べばよいと考えられる。

REFERENCE

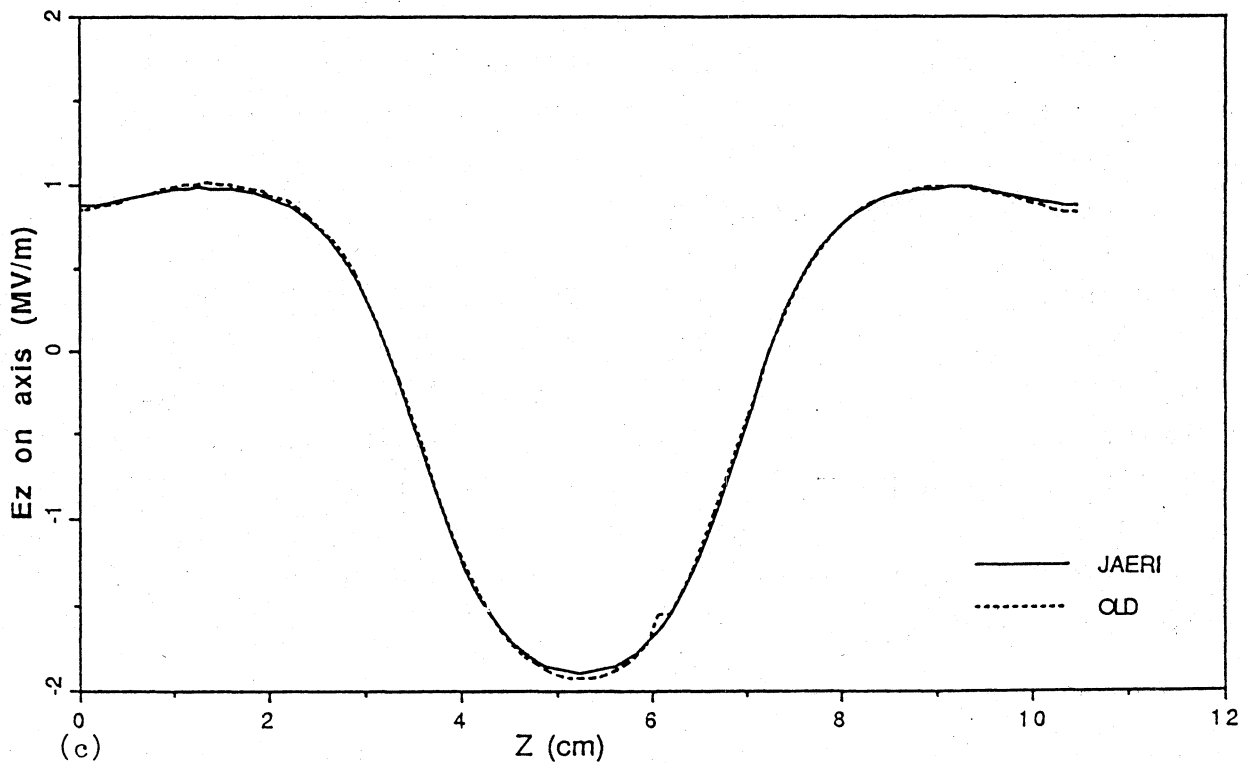
(1) R.H.MILLER, SLAC86, TU2-4, p200 (1986)



(a) Old type



(b) JAERI new type



(c)

Fig.1 (a):Field line of Old Type. (b):Field line of JAERI New Type.
(c):Electric field on axis of Old Type and JAERI New Type.
Stored energy is normalized.

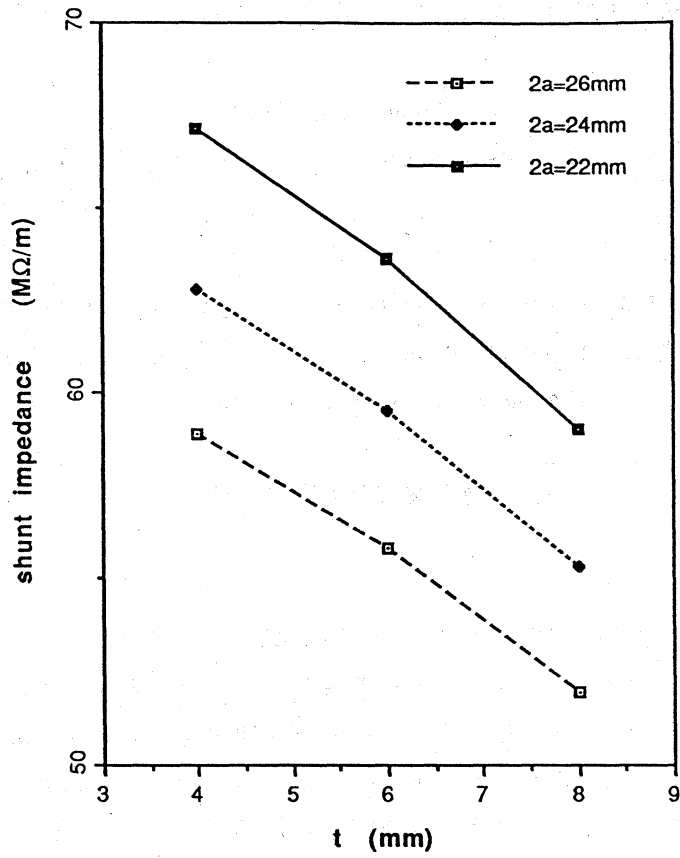


Fig.2 shunt impedance of JAERI new type

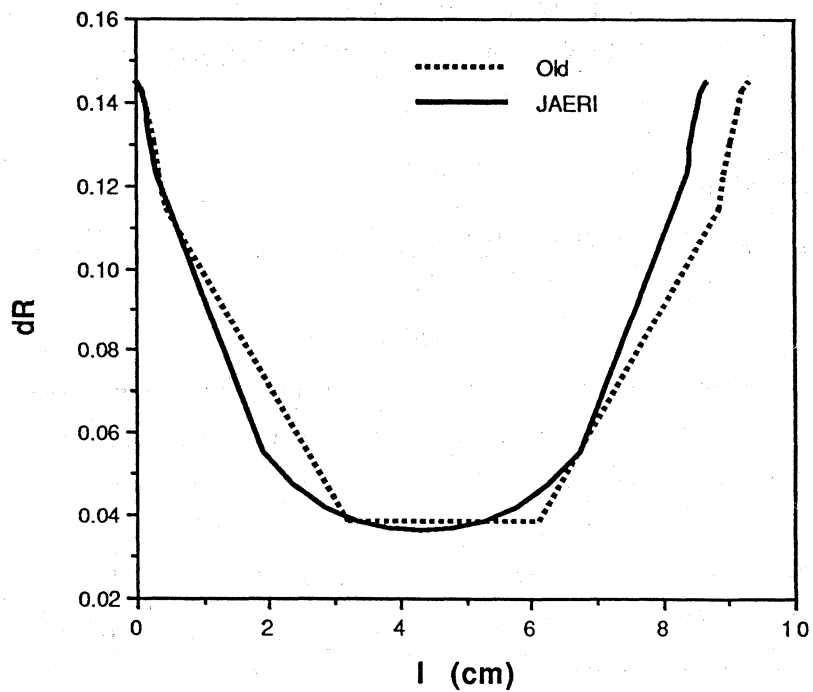


Fig.3 resistance along inner surface of cavities