

21p-5

FIELD SYMMETRIZATION OF FOUR-ROD TYPE RFQ CAVITY

S. TAKAMA, H. YOSHIDA, K. NAKAYAMA
and M. OGASAWARA

Research and Development Center, Toshiba Corporation
4-1, Ukishima-cho, Kawasaki-ku, Kawasaki 210, Japan

ABSTRACT

A four-rod type RFQ cavity with a field balancer was fabricated and tested for trying to symmetrize its quadrupole field. The balancer connects two rod supports with a certain impedance. The field distribution was measured by bead-perturbation method. It was experimentally shown that the balancer with appropriate dimensions symmetrizes the field distribution. A Q-value and a resonant frequency were also measured to be 1700 and 73 MHz respectively.

対称電場方式の4ロッド型RFQ

1. はじめに

重水素イオンを1MeV程度まで加速するアンペア級4ロッド型RFQの基礎的研究を行っている。4ロッド型は、構造が比較的簡単で、空洞のコンパクト性を保ったまま大電流化できる特徴を持つ。今回四重極電場を対称にするバランスを備えた対称電場方式の4ロッド型RFQ空洞を試作した。バランスの役目はロッド支持部をインピーダンス接続して電場分布を上下方向及び左右方向に対称にすることである。実験ではバランスの動作確認を行った後、対称電場方式RFQ空洞の高周波特性を調べた。

2. バランサ

バランスを備えた4ロッド型RFQ空洞の概略図を図1に示す。等価回路としてみた場合、支持板対は図1に示す空洞接続部で短絡されたTEM線路、ロッド対は両端が開放されたTEM線路と見なせる。RFQ空洞は2つの異なる特性インピーダンスを持つ線路同士を連結した共振器である。

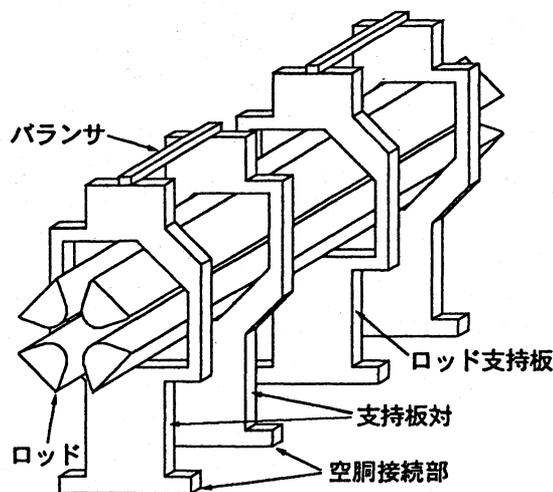


図1 バランサを備えた4ロッド型RFQの概略図

バランスは支持板対のロッド支持部開放端にあるインピーダンスZで接続する役目を負う。バランスを接続しない場合、図2に示すように線路が共振状態にあるときの支持板対の電位差は、空洞接続部で最小、ロッド支持部開放端で最大となる。このため、下側のロッド対より上側のロッド対の電位差が大きくなり、四重極電場が

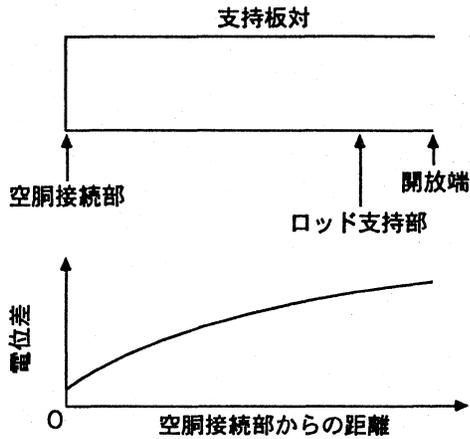


図2 バランサ不使用時の支持板対電位差分布

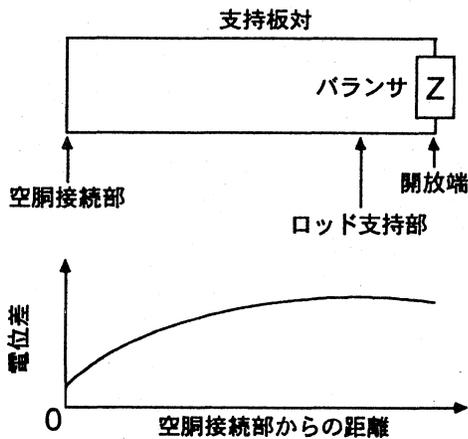


図3 バランサ使用時の支持板対電位差分布

非対称となる [1]。バランサを接続した場合、図3に示すようにインピーダンスZを調整することによって4本のロッドの中心から見た支持板対のインピーダンスを上下対称にし、四重極電場を対称にすることができる。バランサは単位長さ当たりのインダクタンスが支持板より大きくなるように、断面の周長を支持板より小さくしている。電場分布は周長を変えることによって調整できる。

3. 試験概要と結果

バランサの動作確認と対称電場方式RFQの低電力高周波試験を行った。バランサの使用時と不使用時について、電場分布、共振周波数、Q値を測定した。また、通常使用する上下非対称な支持板の他に上下対称構造の支持板につい

ても試験を行った。

上下非対称な支持板に対してバランサを使用しない場合について、電場強度の4本のロッドの中心を通る位置での垂直方向分布(y軸方向)を図4に示す。上側電場の極大値と下側電場の極大値の比 E_{up}/E_{down} は1.16と電場が上下に非対称になっていることが分かる。共振周波数は52.4 MHz、Q値は1800であった。

図5に上下非対称な支持板に対してバランサを使用した場合の電場強度分布を示す。 E_{up}/E_{down} が0.99と電場がほぼ上下対称になっていることが分かる。共振周波数は73.0 MHz、Q値は1700であった。

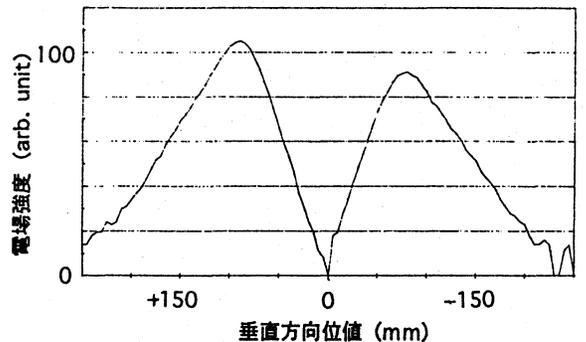


図4 バランサ不使用時の電場強度分布

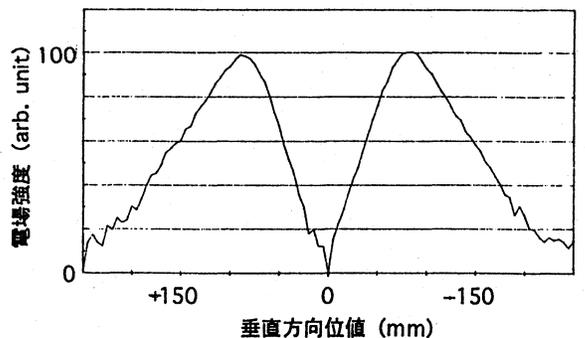


図5 バランサ使用時の電場強度分布

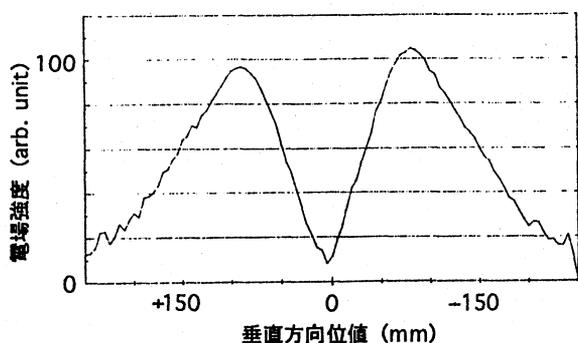


図6 バランサ2本使用時の電場強度分布

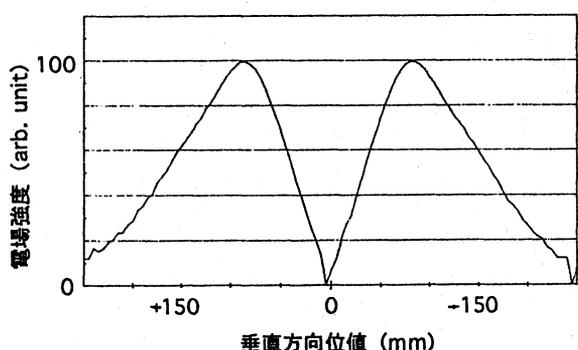


図7 上下対称支持板使用時の電場強度分布

図6に支持板対に対してバランサを2本使用した場合の電場強度分布を示す。このときのバランサは図5の場合と同じものを用いた。図6では、 E_{up}/E_{down} が0.92とバランサを使用しない場合とは逆に下側電場が上側電場より大きくなっている。共振周波数は79.3 MHz、Q値は1900であった。

図7に上下対称な支持板を使用したときの電場強度分布を示す。 E_{up}/E_{down} が1.00と電場がほぼ上下対称になっていることが分かる。共振周波数は73.0 MHz、Q値は2600であった。

電場分布測定の結果、上下非対称な支持板に対してバランサを使用することによりy軸方向の電場分布をほぼ対称にできることが分かった。

バランサによって対称な電場分布を得たときと上下対称な支持板を使用したときとで共振周波数はどちらも73.0 MHzと一致しており、バランサと上下対称な支持板対の上側部分とは分布定数回路として等価であるといえる。

4. まとめ

バランサを備えた4ロッド型RFQ空洞に対して以下の結果を得た。

- ・バランサによって四重極電場を上下方向に対称にできることを確認した。
- ・バランサは共振器として支持板下側部分と同じ効果を持つことが分かった。
- ・このRFQ空洞の共振周波数は73.0 MHz、Q値は1700であった。

参考文献

- [1] 高真 他、Proceedings of the 17th Linear Accelerator Meeting in Japan, 1992.