

TRAVELING WAVE DAW STRUCTURE LINAC

Yoshiharu TORIZUKA

Atomic Energy Research Institute, Nihon University

ABSTRACT

DAW accelerating structure with high shunt impedance, high group velocity and low attenuation constant is proposed to be used as traveling wave linac of high efficiency with a feed-back loop. The parameters obtained are compared with others.

進行波型DAWライナック

1. はじめに

日本大学が建設した世界で初めての35 MeVダブルサイデッド・マイクロトロンは平成元年5月22日にビームが5周し予定のエネルギーを達成した。この型のマイクロトロンはビーム1周当たりの加速エネルギーを大きくすることが特徴で、従って加速管が大きなウエイトを占めている。

日本大学の研究グループが開発し実用化したのは、前回のこのリニアック研究会でも述べたように disk and washer (DAW) 型加速管構造で、今回運転制御に成功したのはこの加速管によるところが大きい。¹⁾

4 mの加速管は70個の空洞(セル)からできており、cwクライストロンからの50 kWのrf電力を入力する始動時に全空洞の共振が得られる必要があるが、それが容易であったのは、DAW構造の特徴として空洞間に大きな結合係数を持ったためである。

そこで今回は、DAW構造を進行波ライナックに利用した場合にどうなるかということ进行讨论しよう。²⁾

2. DAW構造と他の加速空洞

DAW構造と他の定在波加速空洞との比較を表1に示した。

表1 加速空洞の比較

	on axis coupled	side coupled	APS	DAW
結合係数 (%)	15	5	1	50
群速度 (v_g/c)	0.15	0.05	0.01	0.5
シャント抵抗 ($M\Omega/m$)	70	75	2.2 (500MHz)	70

表1の on axis coupled はチョーク・リバーで開発され、マインツのレーストラック・マイクロ

トロンに使われている。side coupledはロスアラモスの陽子ライナックのために開発された。alternating periodic structure (APS) はTRISTANが選択した空洞である。これらと比較してDAWは結合係数即ち群速度が非常に大きいことが特徴である。シャント抵抗も大きい。表1の空洞のなかで進行波ライナックにすぐ使えるのはDAW構造である。

3. DAW進行波ライナック

進行波ライナックのエネルギー・ゲインは次式で与えられるとする。

$$V = (1 - e^{-2\tau})^{1/2} (P_0 r_0 l)^{1/2} \quad (1)$$

V : エネルギー・ゲイン

P_0 : 全rf入力

r_0 : シャント抵抗

l : 加速管長

ここで $\tau = l\alpha$

α : 減衰常数

(1)式を用いて $\tau = 0.57$ ネーパーの場合について、DAWと disk and spacer (DAS) 構造の進行波ライナックを比較しよう(表2)。入力は25MWとする。

表2 DAWとDASの進行波ライナック

	DAW	DAS
シャント抵抗 (MΩ/m)	70	53
群速度 (v_g/c)	0.5	0.01
減衰常数 (ネーパー/m)	0.004	0.19
加速管長 (m)	143	3
エネルギー・ゲイン (MeV)	412	52
filling time t_R (秒)	9.5×10^{-7}	1×10^{-6}

表2から効率を上げるためにはDAWでは還流型にし、DASではrf電力を分割して複数の加速管に入力する必要がある。

4. 進行波還流DAW、定在波DAW、電力分割DAS

進行波還流型においては、電源rf電力を P_s 、還流電力と電源電力を合成した加速管入力を P_0 とすると

$$P_o/P_s = (1 - e^{-2\tau})^{-1} \quad (2)$$

(1) 式から還流型ライナックのエネルギー・ゲインは

$$\begin{aligned} V &= (1 - e^{-2\tau})^{-1/2} (1 - e^{-2\tau})^{1/2} (P_{sr01})^{1/2} \\ &= (P_{sr01})^{1/2} \end{aligned} \quad (3)$$

(3) 式の結果は入力の結合係数 $\beta = 1$ の場合の定在波ライナックのエネルギー・ゲインに一致する。

(3) 式の計算例として、入力を 25 MW、加速管長を 8 m とすると、エネルギー・ゲインは 120 MeV となる。

DAS の場合は同じ rf 電力を 4 分割し 2 m \times 4 の加速管に入力するとエネルギー・ゲインは

$$21 \text{ MeV} \times 4 = 84 \text{ MeV}$$

が得られる。

参考文献

- 1) Y. Trizuka : Proceedings of 13th Linear Accelerator Meeting, 1988.
- 2) Lin Yuzheng : Private communication.