

# Introduction to the Elekta Linear Accelerator

## RF Generation & Transport

エレクタ株式会社  
アプリケーションフィジックス



# Contents

## Linac Operation

- RF Generation
- RF Transport
- Beam Generation
- Beam Transport
- Beam Shaping



# Contents

## Linac Operation

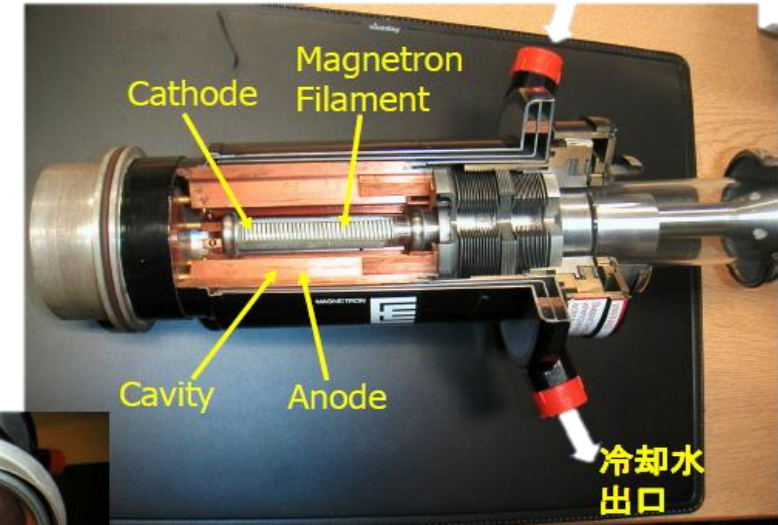
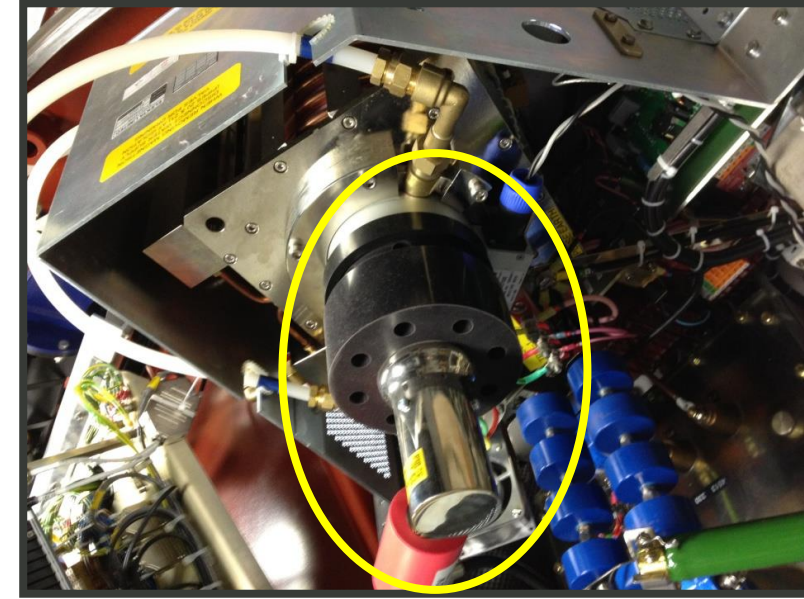
- **RF Generation**
- RF Transport
- Beam Generation
- Beam Transport
- Beam Shaping





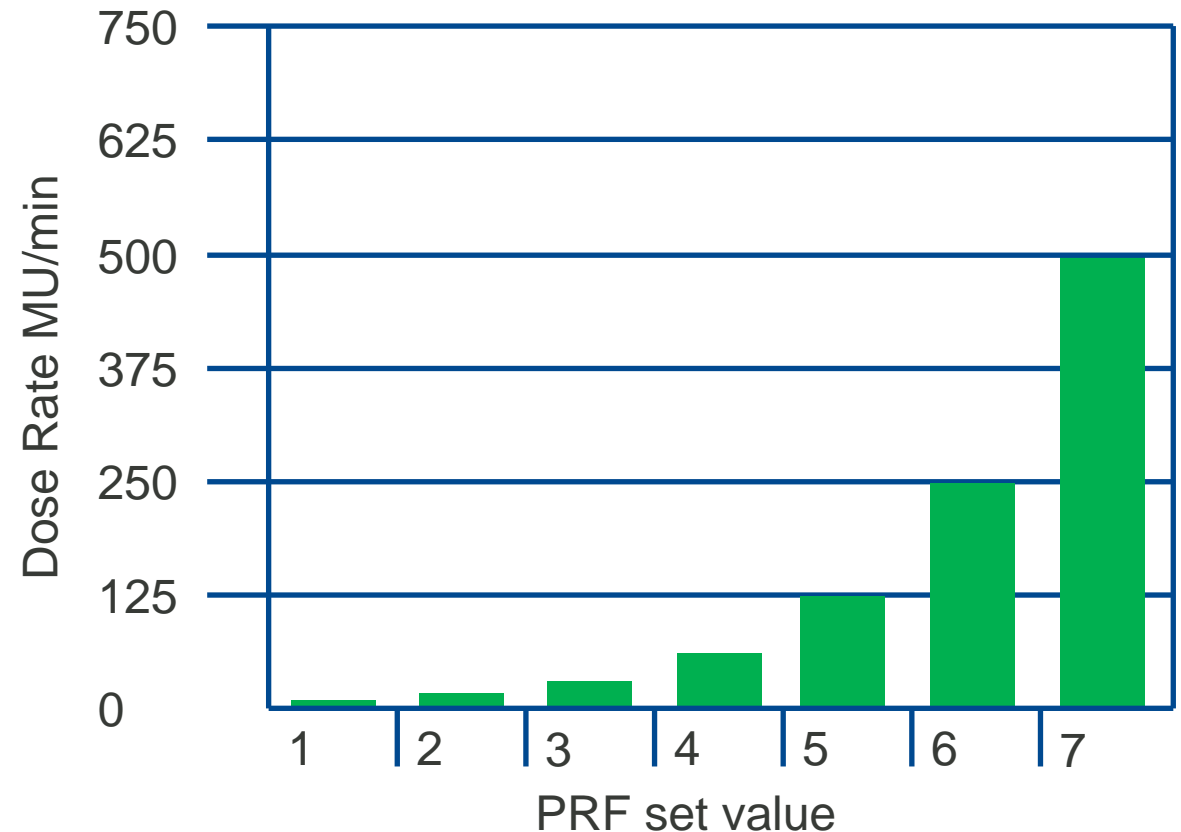
# RF Generation

- エレクタ治療機はマグネトロンでRFを生成する
  - 動作周波数: 3GHz (マイクロ波周波数帯)
  - 加速導波管にRFを移動させ、電子を加速させる
- マグネトロンの電力源について
  - PFN(Pulse Forming Network)回路
  - PFN回路から充電された電流が放出される
  - その電流がマグネトロンに供給され、RFが生成される
- PFN回路では充電と放電を繰り返す  
= RFパルスの間隔



# RF Generation

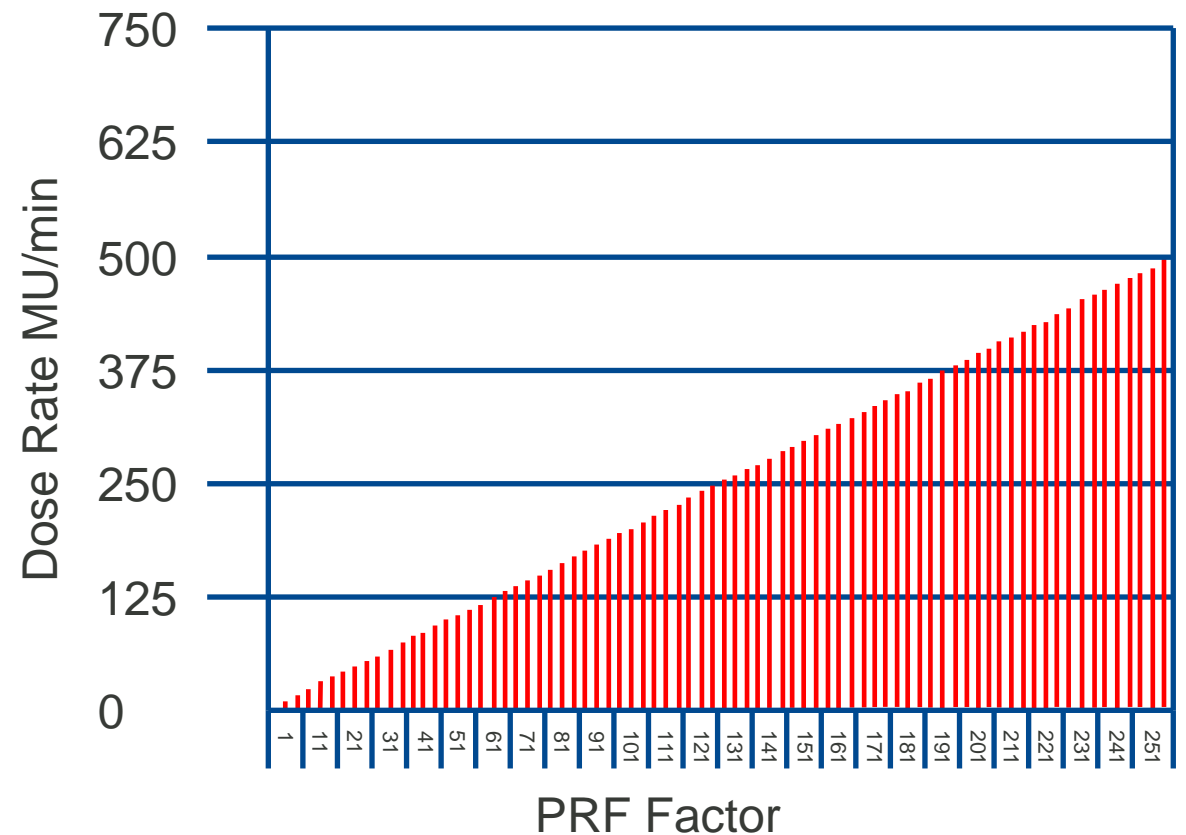
- 毎秒のRFパルス数の関数: 線量率
  - Pulse Reputation Frequency (PRF)
    - PFN回路の充電と放電のサイクル
  - PRFは照射したい線量率を設定することでソフトウェアが自動的に算出する
    - 標準構成には7段階のPRF設定値がある
      - ※10MVと電子線は6段階
1. 6 pulses per second - 7 MU/min
  2. 12 pulses per second - 15 MU/min
  3. 25 pulses per second - 31 MU/min
  4. 50 pulses per second - 62 MU/min
  5. 100 pulses per second - 125 MU/min
  6. 200 pulses per second - 250 MU/min
  7. 400 pulses per second - 500 MU/min



# RF Generation

- Continuously Variable Dose Rate (CVDR) license
  - 256段階のPRF設定値を取ることができる
  - IMRTやVMATなどの線量率を可変させて照射する際に使用される

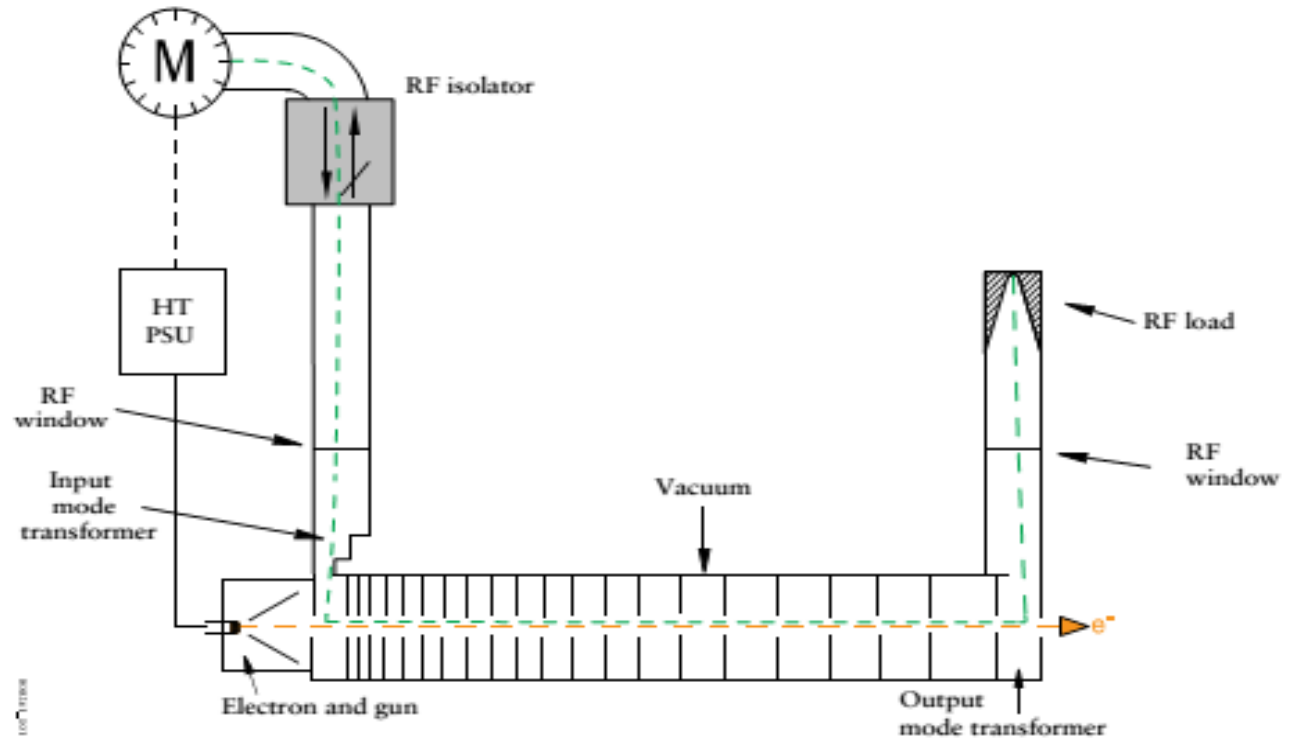
Deliver Quick Beam		
	Set	Actual
Radiation Type	XRAY	
Energy	4 MV	
Wedge	OUT	OUT
Beam MU1	1000 MU	
Beam MU2		
Max. Dose Rate		MU/min
CVDR Usage	Dynamic Only	



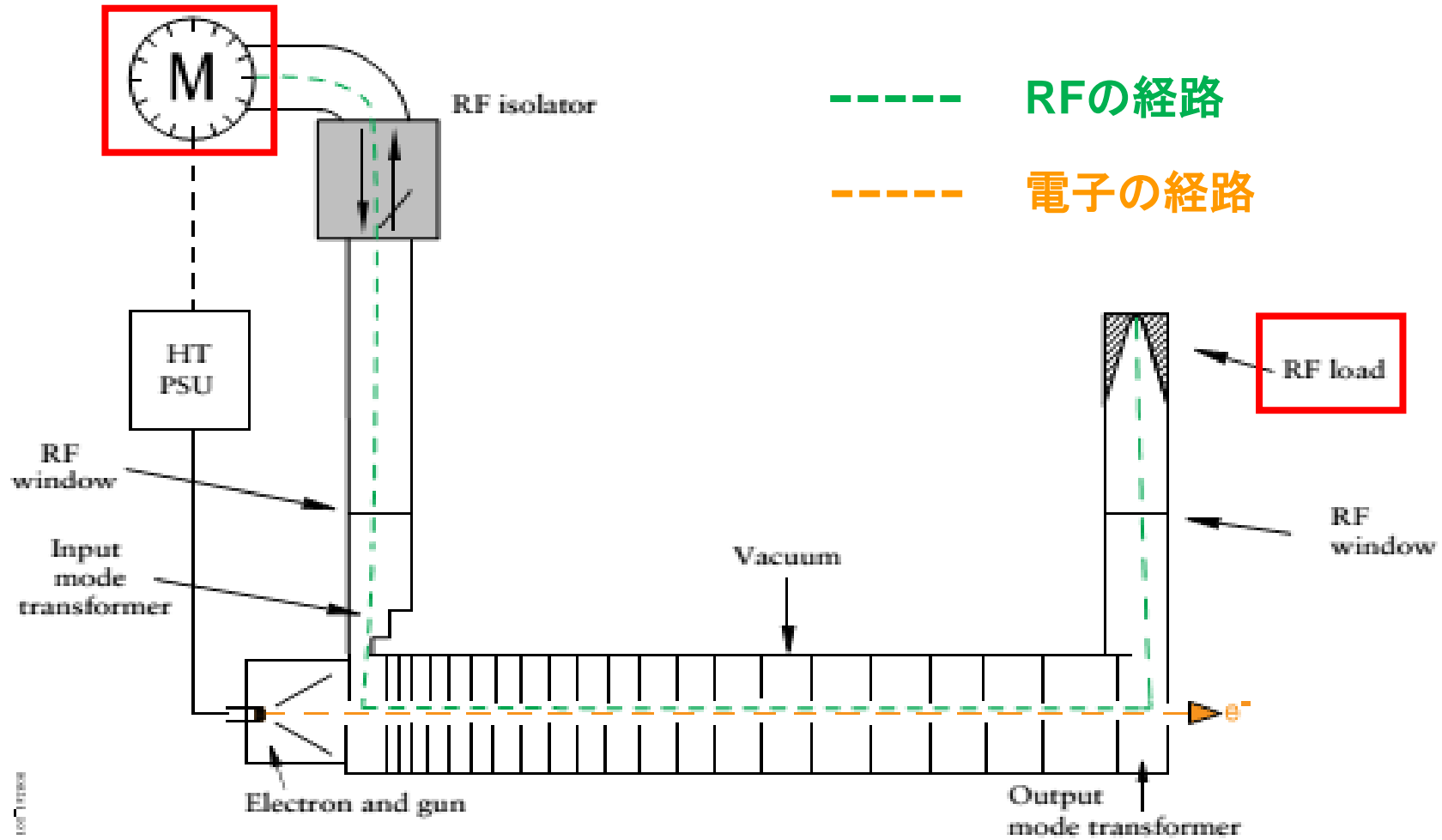
# Contents

## Linac Operation

- RF Generation
- **RF Transport**
- Beam Generation
- Beam Transport
- Beam Shaping



# RF Transport

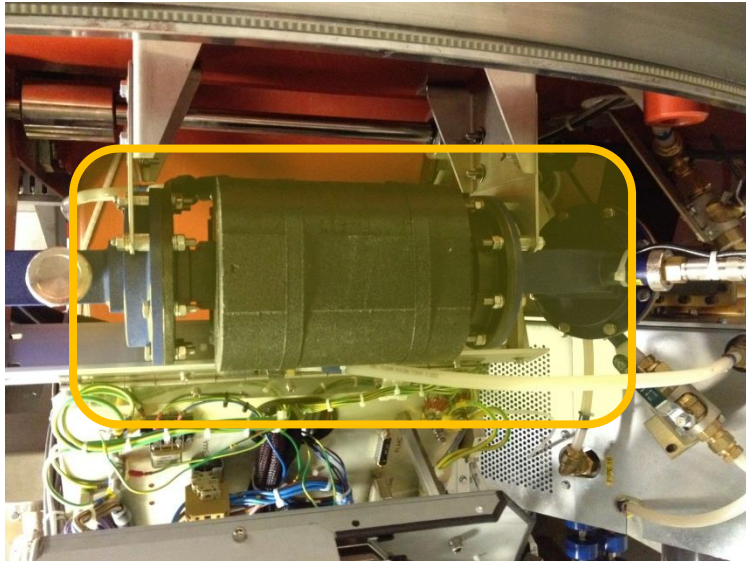




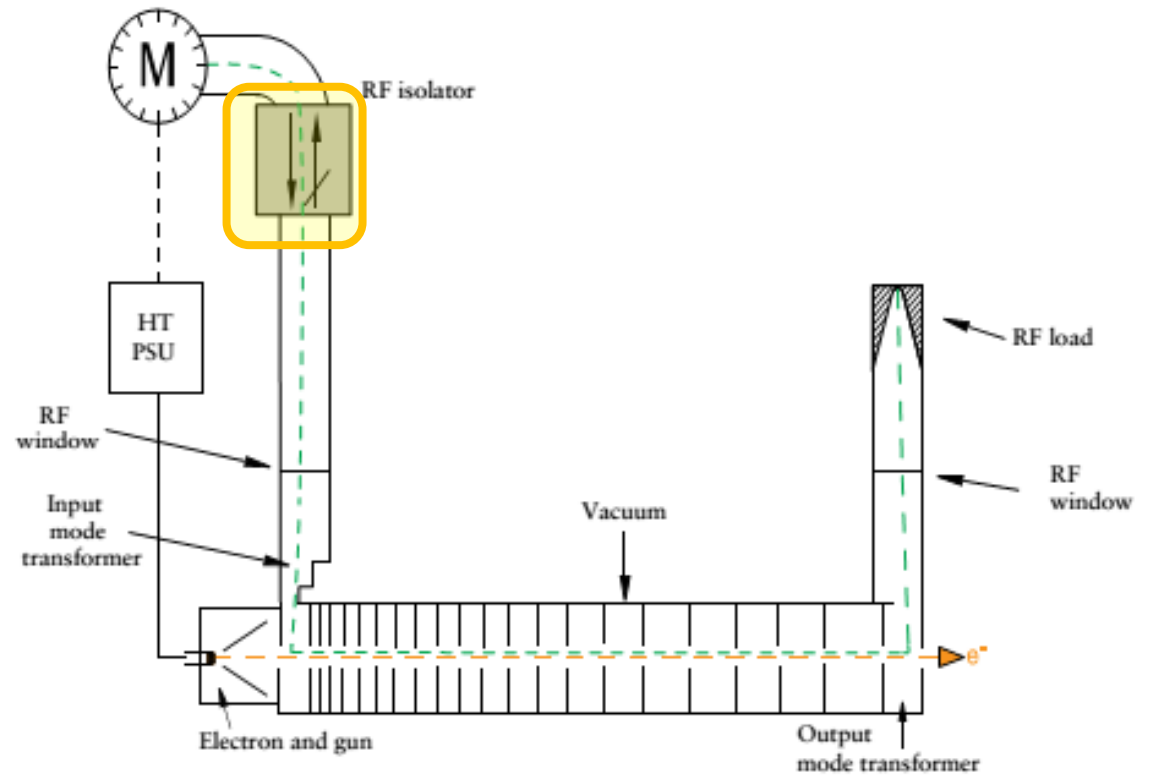
# RF Transport

- RFをマグネトロンから加速導波管へ、導波管からRF loadへ輸送する

## RF Isolator



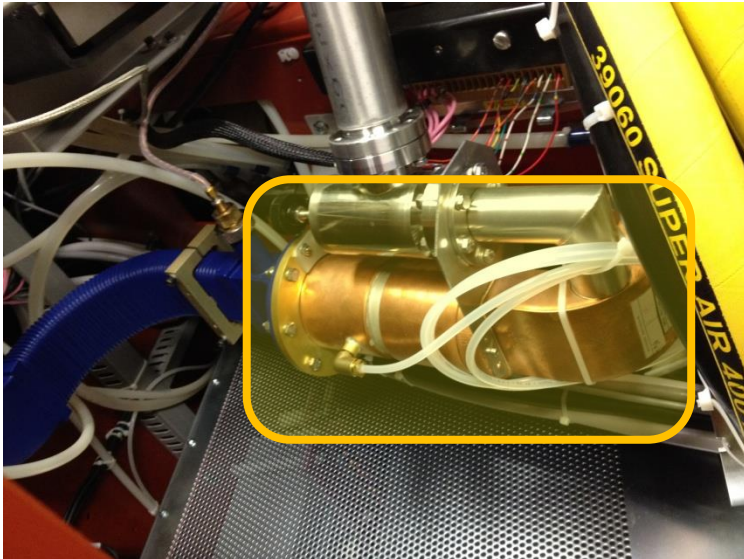
マグネトロンからRFを供給するRFの逆流を防ぐ



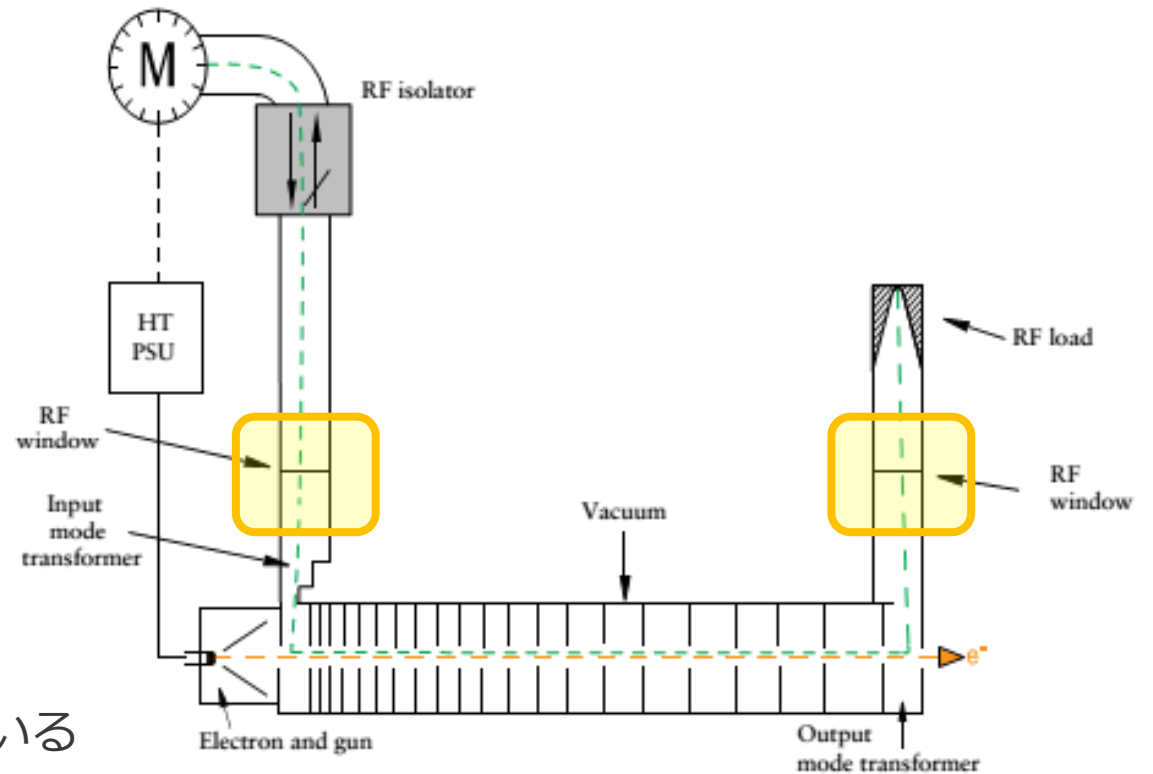
# RF Transport

- RFをマグネトロンから加速導波管へ、導波管からRF loadへ輸送する

## RF Window



SF6から導波管の真空を分離するために物理的な障壁としてセラミック板が含まれている



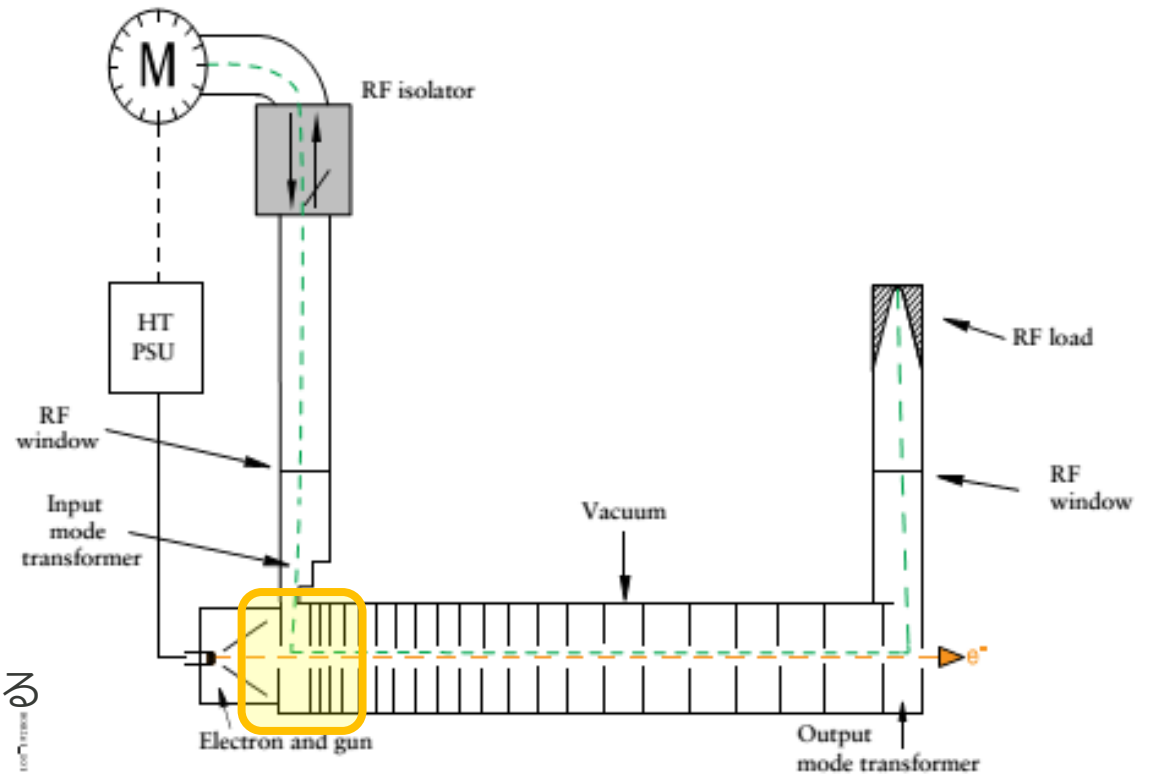
# RF Transport

- RFをマグネトロンから加速導波管へ、導波管からRF loadへ輸送する

## Input Mode Transformer



RFは、方形導波管内の横電界 (TE) モードで移動し、電子を加速するために、横磁場 (TM) モードに変換される  
このとき光速 $c$ だった速度は $0.4c$ まで低下する



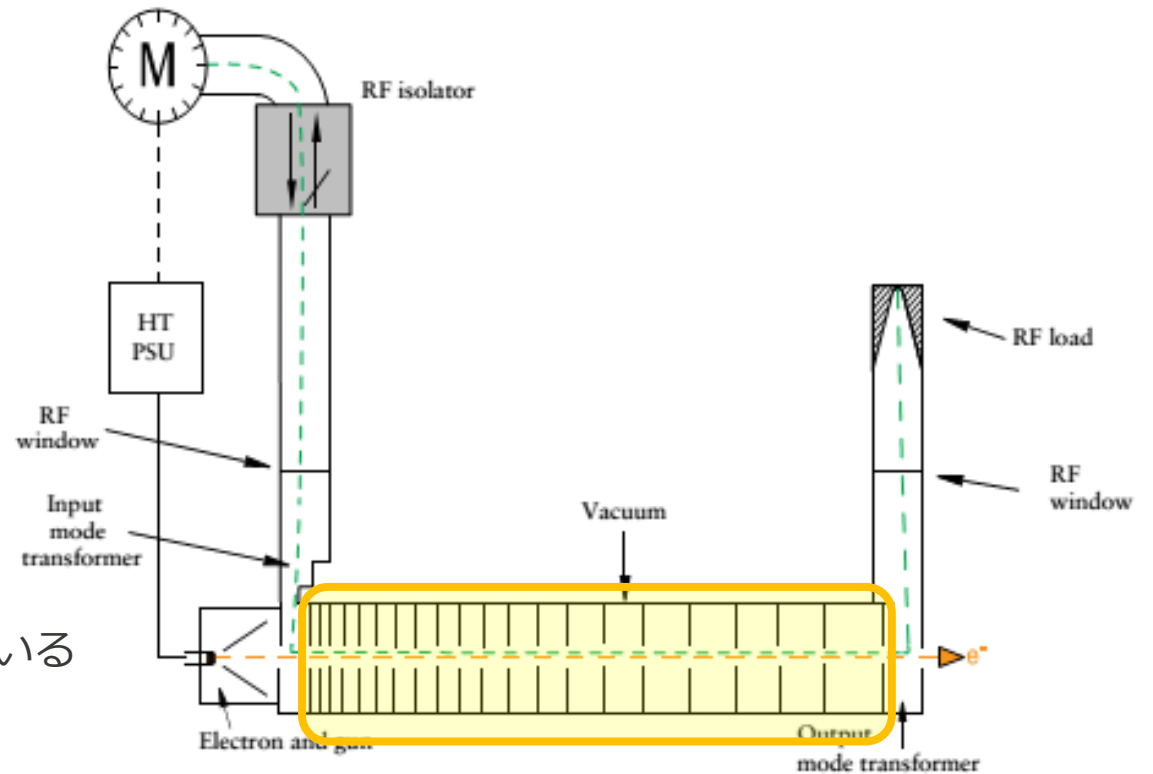
# RF Transport

- RFをマグネトロンから加速導波管へ、導波管からRF loadへ輸送する

## Accelerating Waveguide



電子の加速には円盤を周期的に並べた加速構造になっている  
電子の速度と一致するように、RFの位相速度を制御する





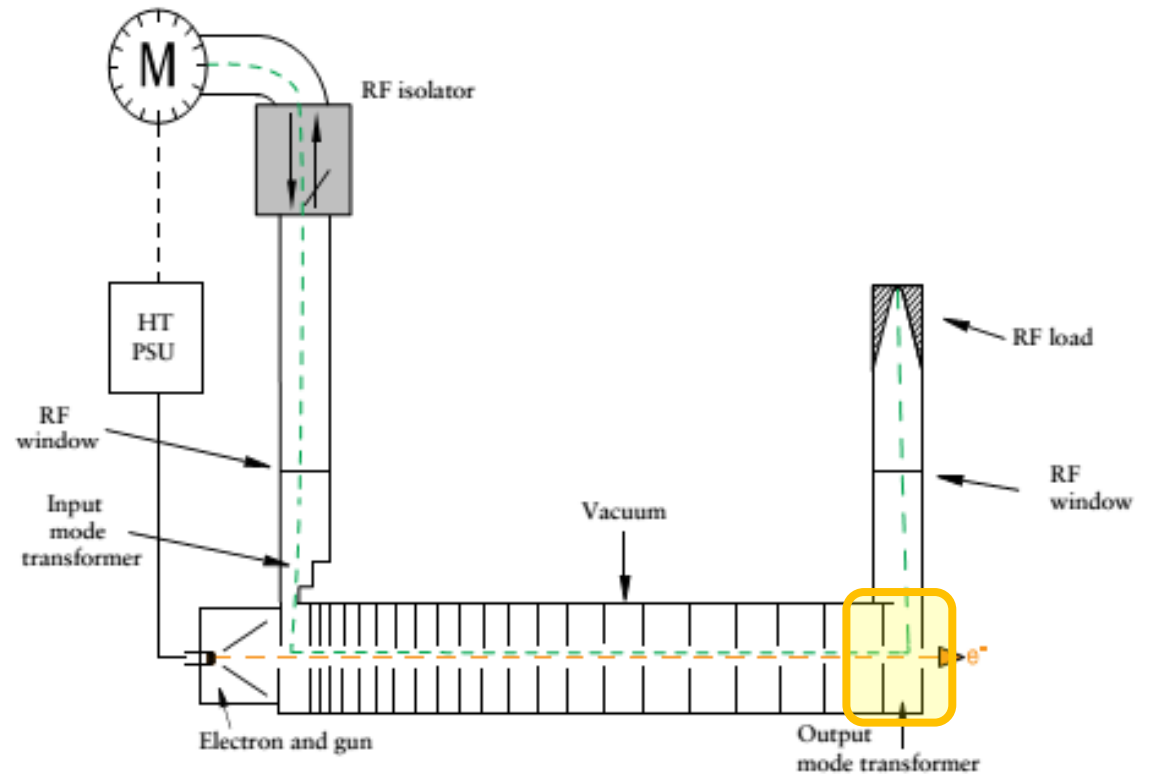
# RF Transport

- RFをマグネトロンから加速導波管へ、導波管からRF loadへ輸送する

## Output Mode Transformer



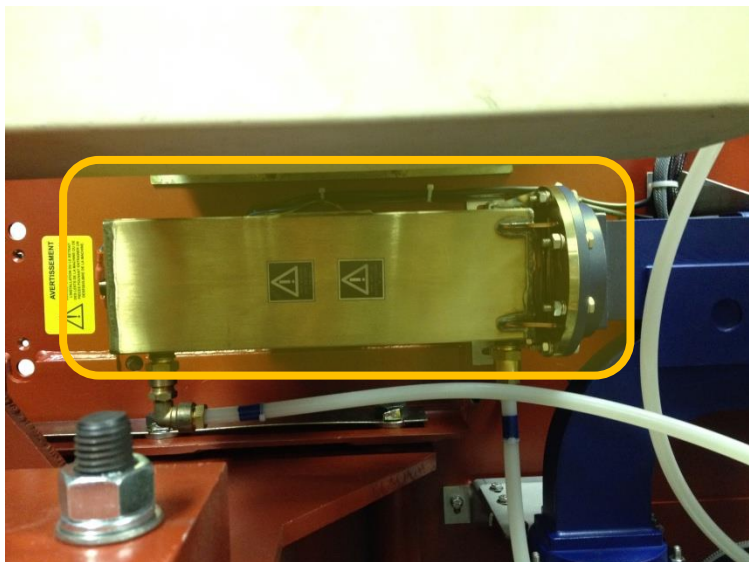
RFを加速管から排出し、  
電子はベンディングシステムへ供給される



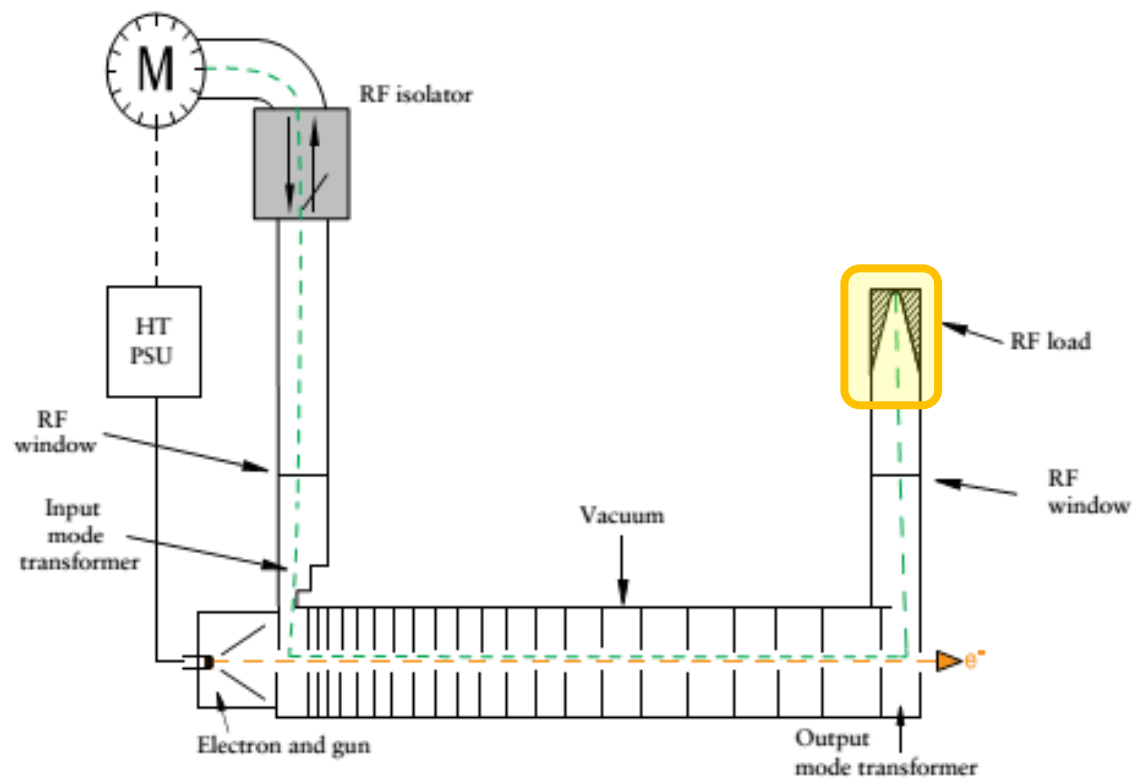
# RF Transport

- RFをマグネトロンから加速導波管へ、導波管からRF loadへ輸送する

## RF Load



RFの反射を防ぐためにRFを吸収し、熱に変換する：ノンフィードバックシステム

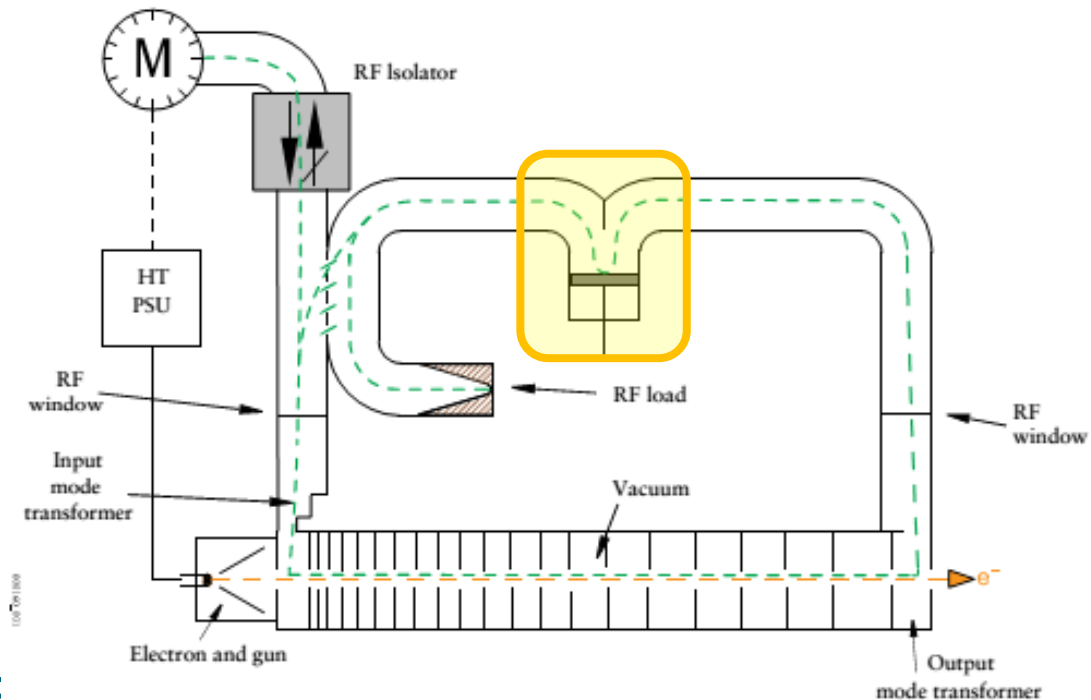




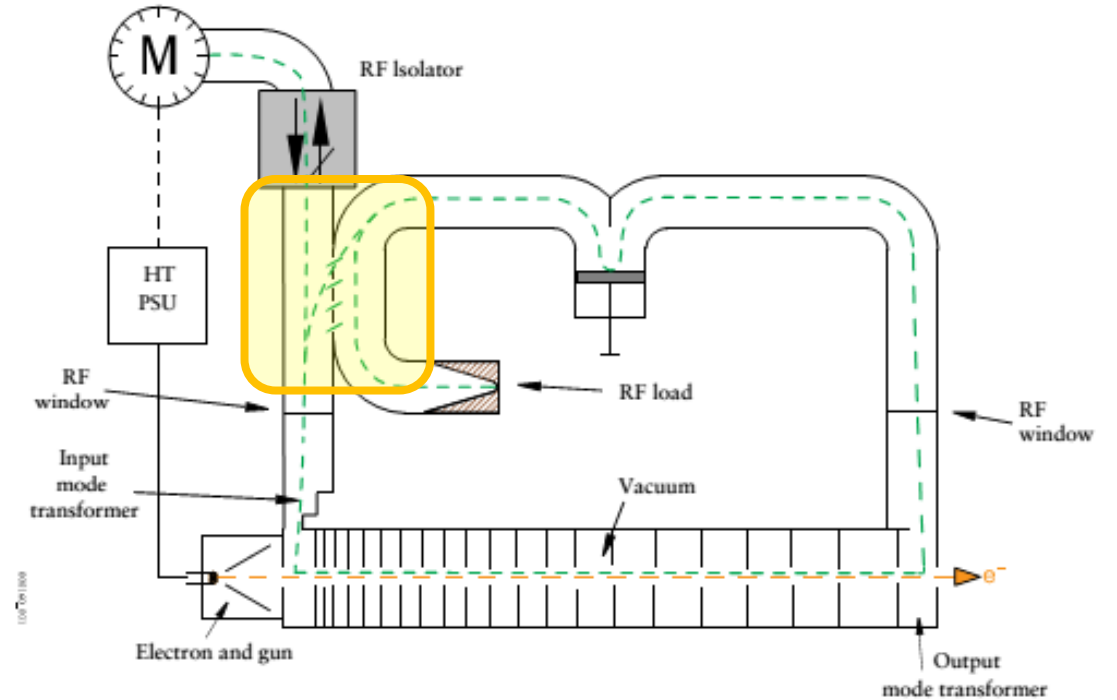
# RF Transport

- フィードバックシステム: 一度使用されたRFを再循環させる構造
  - X線18MV以上、電子線20MeV以上のエネルギーが使用される場合

## High Power Phase Shifter



## Sidewall Coupler



**Hope** for everyone  
dealing with cancer.