4 ビーム IH-RFQ 線形加速器の電極レイアウト検討

Study of electrode layout of a four-beam IH-RFQ linear accelerator

*池田　翔太[1]，林崎 規託[2]
[1]東工大院，[2]東工大原子炉

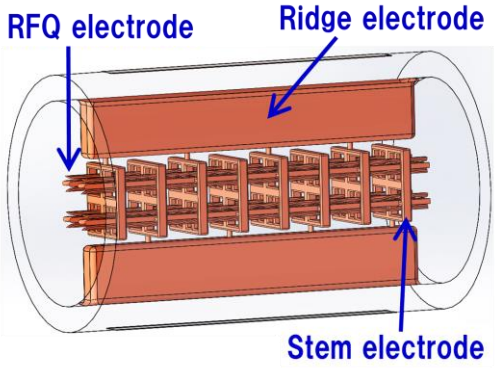
4 ビーム IH-RFQ 線形加速器の各ビームチャネルの電場分布のばらつきをなるべく均等にすることが可能な電極レイアウトを 3 次元電磁場シミュレーションにより評価した。
キーワード：IH-RFQ 線形加速器，マルチビーム加速，ビーム加速技術

１．緒言

低エネルギー領域（核子あたり数 keV～数 MeV）の大強度重イオンビームの加速器として高周波四重極（RFQ）線形加速器があり、ビーム電流量が数十 mA の重イオンビーム加速が達成されている。重イオンビーム内の空間電荷効果はビーム電流量に比例するため、大強度ビームを得るにはビームの収束と加速に用いられる四重極電場を大きくすればよいが、その上限は放電の制約を受ける。その解決策として、高強度のビームを複数のビームに分割することで空間電荷効果を緩和させ、1 台の加速器で並行同時に加速した後に再び統合する、マルチビーム RFQ 線形加速器がある。東京工業大学原子炉工学研究所は、その実用化研究として、過去に 2 ビーム型 IH-RFQ 線形加速器の原理実証機によるビーム加速に成功し[1]、現在は 4 ビーム型の開発に取り組んでいる。

２．検討状況

4 ビーム IH-RFQ 線形加速器は、4 分割したイオンビームを加速するために、ロッド状の RFQ 電極が 16 本（4 本×4 チャネル）と、それらを支えるステム電極が加速空洞内部に組み込まれた構造となっている。そして、隣接する RFQ 電極の極性配置やステム電極内でのビームチャネルの配置方法にしたがって、各ビームチャネルの電場強度にばらつきが生じることから、ビーム加速への影響が懸念される。このばらつきをなるべく均等にするため、ステム電極の形状が異なる 3 次元 CAD モデルに対して 3 次元電磁場解析ソフトウェア CST MICROWAVE STUDIO により電磁場解析をおこない、最適な電極レイアウトを評価した。



4 ビーム型 IH-RFQ 線形加速器の内部構造

３．今後の予定

4 ビーム型 IH-RFQ 線形加速器の高周波特性と電極形状について、3 次元電磁場シミュレーションにより検討をおこない詳細設計を進めてきた。今後、原理実証機の製作と、並行して開発を進めている 4 ビーム型レーザーイオン源と組み合わせたビーム加速試験を予定している。

参考文献

[1] T. Ishibashi, N. Hayashizaki, and T. Hattori, Two-beam interdigital-H-type radio frequency quadrupole linac with direct plasma injection for high intensity heavy ion acceleration, Phys. Rev. ST Accel. Beams 14 (2011) 060101-1/25.

---

*Shota Ikeda[1], Noriyosu Hayashizaki[2]
[1]Tokyo Tech, [2]RLNR, Tokyo Tech