

STATUS AND FUTURE OF LINAC APPLICATIONS IN THE U. S. A.

Eiji Tanabe

Advanced Electronics Technology Associates, Inc.
Cupertino, California, U.S.A.

ABSTRACT

The recent status of medical and industrial applications of linac in the U.S.A. is reviewed in terms of the technology advances as well as the current market trends. Meanwhile, relatively new applications of linac in ion implantation for VLSI and material processing, isotope production, neutron radiography, geologic well logging, and radiation processing are discussed.

米国におけるリニアック応用の現状と将来

1. 序

リニアックの技術が研究段階から離れて医療用及び工業用に応用され始めてからすでに30年以上経過したが、その間に加速管とその周辺技術の進歩には目ざましい物があった。現在世界には約2500台の医療用リニアックと約250台の非破壊検査用のリニアックが稼働しているがその内の約半数は米国で使用されている。これらの殆どは電子リニアックであるが最近電子リニアックの新しい応用が話題となる一方、イオンリニアックの新しい応用も注目され始めている。これらの応用をそのエネルギーの範囲もふくめて表1にまとめてみた。

表1. Linac Applications

Electron Linac		Ion Linac	
Applications	Energy(Mev)	Applications	Energy(Mev)
Radiation Therapy	3- 25	Radiation Therapy	50-250
Radiography	1- 16	Isotope Production	5- 50
Sterilization	2- 10	Material Analysis	1- 50
Food Processing	2- 10	Ion Implantation	1- 5
Radiation Processing	2- 10	Fusion	20000
Geologic Well Logging	1- 5	Nuclear Fuel Breeding	2000
Material Analysis	1- 50		
FEL and Excimer Laser	5-150		
Synchrotron Injector	50-150		

2. 電子リニアックの応用とその展望

医療用の電子リニアックは、現在の所数にしても売上高にしても群を抜いて多く、全世界に於いては年間200台程度生産されその周辺機器を含めると2億5千万ドル位の市場になっている。X線のエネルギーとして低エネルギー（3～6MeV）、中エネルギー（8～12MeV）と高エネルギー（15～25MeV）に分けられるが、最近一つのリニアックから2つ以上のX線エネルギーが出せる装置が一般化しつつある。動向としてはヒューマンエンジニアリングを考慮しながら、シュミレーター、CTスキャナーの様な診断装置、及び治療計画装置とリニアックとをコンピューターで制御して一体化させる方向に進みつつある。

非破壊検査用の工業用リニアックは医療リニアックの副産物として発展して来たが、市場としては医療リニアックの10分の1程度であり年間約2千万ドルの市場である。医療用リニアックと同じく、広い範囲の対称物を非破壊検査する為に複数のエネルギーの出せるリニアックが一般化しつつある。最近の動向としては小型化に進む一方、画像処理技術と一体化したリアルタイムシステムや工業用CTスキャナーと組合せて使われ始め、重工業は勿論通信用及び軍用ロケットの開発、ジェットエンジンの検査等に不可欠となりつつある。

リニアックを使った照射処理は現在の所一般的でなく全世界でも10台前後が稼働しているに過ぎない。目的により主に3つに分けられるが、一つは医療用器具等の滅菌、もう一つは食品照射、そしてクロスリンク等の様な一般照射処理である。リニアックとしての市場は今の所数百万ドルにすぎないが、コバルトの不足、科学処理方法の禁止、規則の緩和、一般の認識向上等により、特に食品照射等は飛躍的に市場が拡大する可能性がある。

その他としてアイソトーププロダクションやマテリアルアナリシス等で現在一般に使われているリニアックは無いが石油及び鉱物探索とFEL及びシンクロトンが一般に工業用等に使われた場合のリニアックの市場は十分に期待して良い物と思われる。

3. イオンリニアックの応用とその展望

癌治療の為に中間子や陽子の源としてのリニアックの応用が述べられて久しいが、実際の治療には問題が多く仲々当初の計画の様には進んでいない。イオンリニアックが治療用として電子リニアックの様に一般化される為には装置の小型化、コストパフォーマンスと信頼性の向上等がもっと進む必要がある。一方診断等に使われるアイソトープを製造する為のリニアックはRFQリニアックの技術向上と共に小型化しつつあり近い将来において十分な市場が期待出来る物と思われる。

一方工業用のイオンリニアックは主にイオン注入用と中性子発生用とに分けられるが、数々の新しい用途が考えられている。イオン注入の対象としては半導体応用と金属、セラミック等の表面処理に分けられ、特に半導体に関しては米国の数社（イートン社、バリアン社等）で専用のリニアックの開発が行われている。

その他のイオンリニアックの応用としては核燃料増殖、核融合及び軍用（SDI）等あるが現在のところ殆ど研究段階であり、実用に至るまでには当分時間がかかる物と思われる。

4. まとめ

過去数十年にわたって電子リニアックは、その技術の進歩と共に、医療用及び工業用として着実にその市場を拡大して来た。最近その新しい応用が開けつつあり、それと同時にイオンリニアックの技術の進歩と共にその応用が期待され始めており、リニアック応用の新しい世代が来つつある様に思われる。

参考文献

- 1) R.W.Hamm, " Linacs for Medical and Industrial Applications " , 1986
Linear Accelerator Conference Proceedings, 33-36, June, 1986
- 2) W.E.Stein " Electron Linacs for Laser and Radiography Applications " ,
IEEE Trans. on Nuclear Science, Vol.NS-30, No.2, April 1983
- 3) J.Mckeown " Radiation Processing Using Electron Linacs " ,
IEEE Trans. on Nuclear Science, Vol.NS-32, No.5, Oct., 1985
- 4) R.Bock, " Heavy Ion Fusion " , IEEE Trans. on Nuclear Science,
Vol.NS-30, No.4, Aug., 1983
- 5) J.A.Stokes, " Performance of Neutron Radiography Systems Using Particle
Accelerators " , IEEE Trans. on Nuclear Science, Vol.NS-30, No.2, April 1983
- 6) J.Staples, "RFQ's in Research and Industry", 1986 Linear Accelerator Conference
Proceedings, 227, June, 1986.