

静電Qトリプレットレンズの制御系

筑波大学 加速器センター
大和良広、石井聡、静間俊行¹⁾
<http://www.tac.tsukuba.ac.jp/>

1. はじめに

長年使用してきたタンデム入射前のアインツェルレンズを撤去し、新たに静電Qトリプレットレンズを2つ取り付けた。このレンズ電極用の8台の高圧電源の制御にはじめて多重伝送器を使ってみたところ、良好な結果が得られたので報告する。

2. 入射レンズ交換の目的

アインツェルレンズはセラミック絶縁不良と抵抗切れの頻度が増加したので不安定動作解消のために取り外し、静電Qトリプレットレンズを低電圧で良い点とフォーカスの自由度がアインツェルレンズより多い点を理由に取り付けた。

また、ターミナルカナルの取り外しとの相乗効果によるビームトランスミッションの改善も期待して交換した。

3. 静電Qトリプレットレンズ本体の概要

本センターで設計し、筑波大学工作センターにて製作されたもので、アルミニウム（ジュラルミン）電極、ホットベール絶縁ブッシュ、銅線による内部結線、耐圧・耐真空・高電圧同軸フィードスルー、ステンレス製真空箱（外箱）等の材料でできている。図1、写真1、2参照。

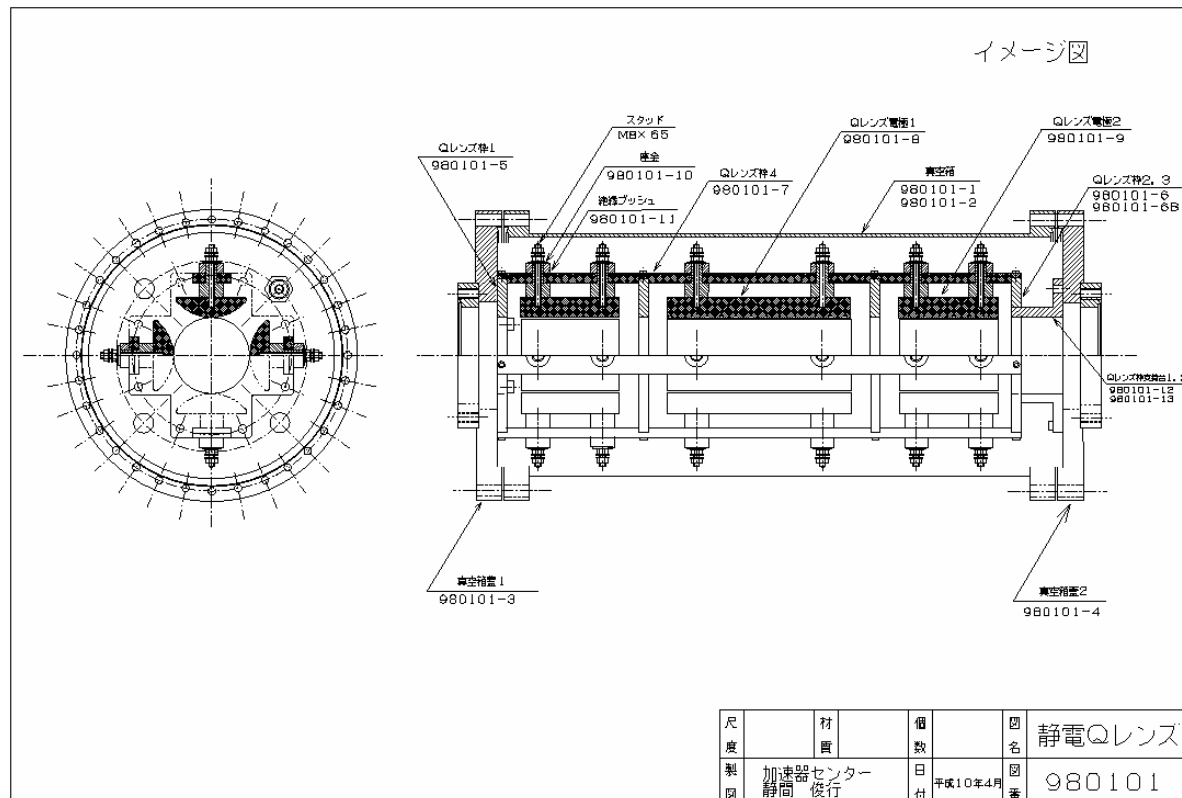


図1

1) 現在 日本原子力研究所 自由電子レーザー研究室

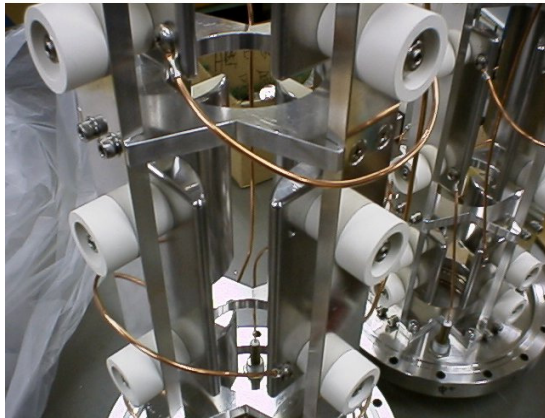
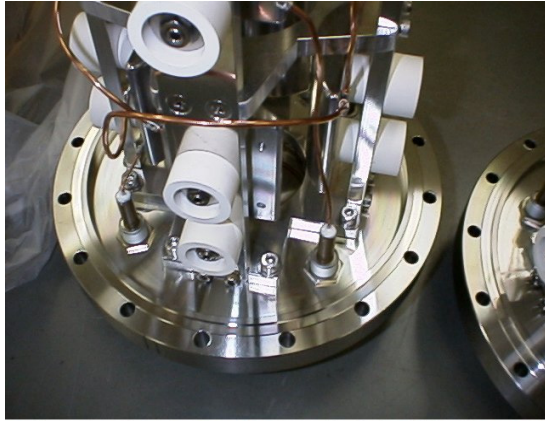


写真 1



写真 2

4. 静電Qトリプレットレンズコントローラへの要求

- 1) 筑波大従来通りのアナログ制御系のマン・マシンインタフェースを維持する。
- 2) 加速器棟各階からコントロールコンソールにきている制御用既設ケーブルの本数に限りがあり、新規に敷設するにもケーブルラックの隙間が非常に狭いという物理的条件から省配線である必要がある。
- 3) 高分解能、高安定度が実現できる。
- 4) 低価格である。

この要求を満たすための装置を検討した結果今回、市販品の小型多重伝送器を使用した。

5. コントローラの主な仕様

ポテンシオメータ分解能	無限小	[サカエ ヘリカロームハイブリッドポテンシオメータ]
ADC,DAC 分解能	1/20,000	(フルスケール 15kV で 0.75V) ADC,DACはそれぞれ 16bit の物が付いているが、モジュールの通信系の設計の都合上 1/20,000 になっているという事だった。
制御速度	全系で 150ms	(AD,DA 変換時間を含めた 1 サイクル)
通信速度	78kbps	(シリアル多重伝送の速度)
通信方式	イベントドリブン方式	(データの変化があったときのみ通信)
配線手段	1 対のツイストペアケーブル	(オプションで光ファイバーも可)
親機・プログラム	不要	

制御系入出力にそれぞれノイズフィルター [パソコン、バリスタ、クリーンアース]
AC 電源部にノイズカットトランス [電研精機研究所]

コントローラ系統図を図 2 に、同外観を写真 3、4 に、制御コンソールを写真 5、制御対象電源を写真 6、7 に示す。

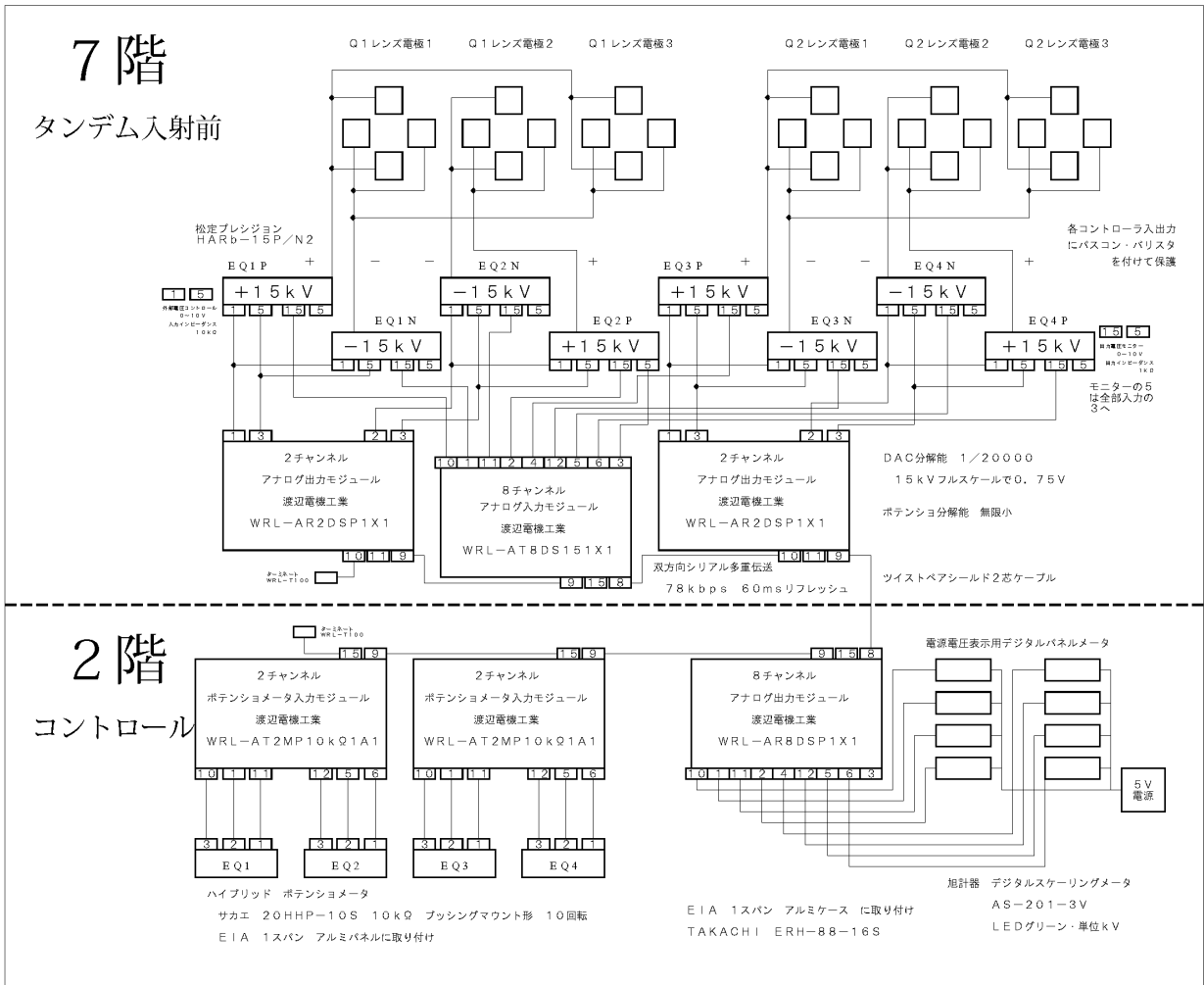


図 2

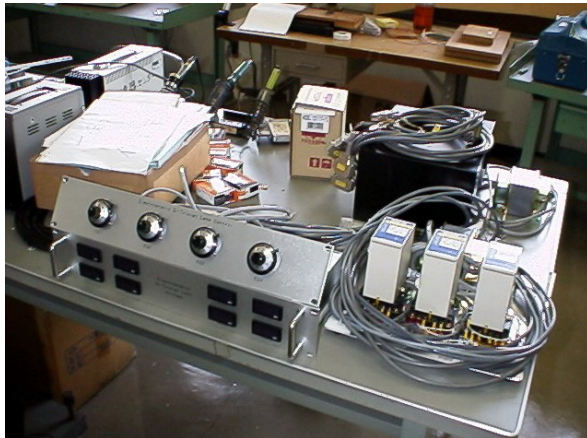


写真3

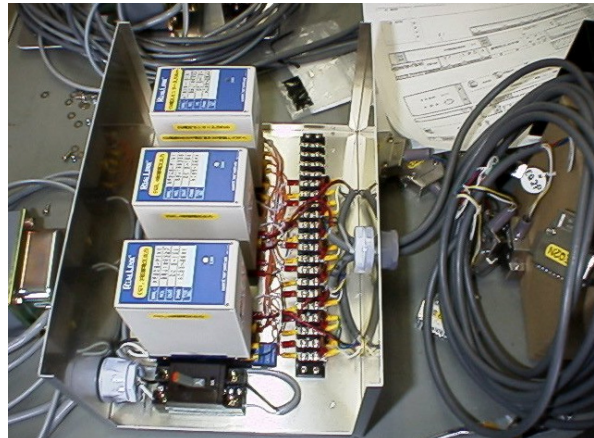


写真4



写真5



写真6



写真7

6. ビームトランスポートパラメータ

ビーム輸送シミュレーションプログラム OPTIC-II version B35.8 (VAX/VMS) による計算を行った。
[計算条件]

ビーム径が、ダクトやアパーチャーの内径より大きくならないようにストリッパフォイル位置で、ビーム径が最小になるようにする。

[ビームの初期条件]

上流Qトリプレットレンズ直前の slit2 で、直径 2mm 10mrad

7. パラメータ計算結果と実際のトランスポートデータとの比較及び結果

120keV (GIC)		計算値	実測値 (平均)	90keV (PIS)		計算値	実測値 (平均)
EQ1	(上流外側)	2.4	2.5	EQ1	(上流外側)	1.8	2.3
EQ2	(上流内側)	3.2	3.4	EQ2	(上流内側)	2.4	2.5
EQ3	(下流外側)	4.3	5.1	EQ3	(下流外側)	3.2	3.7
EQ4	(下流内側)	5.3	6.0	EQ4	(下流内側)	3.9	3.4

上記表の通り、多少誤差はあるものの、概して計算通りの電圧でビームの輸送ができており、良好なビームトランスミッションである。

8. 本制御方式のメリット

- 1) 安価である
- 2) PC (プログラム開発) が不必要。
- 3) 省配線=アナログ線だと最低 24 本の信号線が必要な所、1 ペアのツイストペアシールドケーブルのみの敷設で OK。
- 4) 遠距離による周辺機器からのノイズの影響を受けず高安定。
- 5) 今まで通りのマンマシンインタフェースでありながら多重伝送技術である。

9. まとめ

制御の感覚はアナログ線より多少の遅れを感じる人もいるが、極めて良好である。
本方式は、比較的小規模な施設で数~数十の制御点の遠隔操作を必要とするときツイストペアケーブル又は光ファイバー1 つで何系統もの制御点を安価に制御できるため加速器周りやイオン源の電源制御などに有効であると考えられる。