

Takio TOMIMASU, Tomohisa MIKADO, Tetsuo YAMAZAKI,
Miwako KIMURA, and Shigeo OKABE*

Electrotechnical Laboratory

* Okabe Keisoku Kogyosho

ABSTRACT

One of the important features of the 500-MeV ETL electron linac is that the electron beams can be transported simultaneously to four experimental areas by means of three pulsed coils and four beam-transporting systems. For the sake of preventing hazardous personnel exposure due to the electron beam oriented erroneously to a non-attempted area, refined electronic and mechanical interlocking systems are provided both for the linac and for the 600-MeV electron storage ring. Unless several predetermined conditions for a certain area are fulfilled, neither the pulsed coil nor the bending magnets relating to the area can be operated. The kicker magnet, which is essential to inject the electron beams into the storage ring, can be operated only when all the conditions assigned for the ring and associated beam lines are fulfilled. A few interlocking systems are also provided to protect the rf wave guide and dummy load, the electron gun, and the klystron from electrical and mechanical damages.

電機研リニアックでは、周知のように、その重要な特徴の一つである多目的高効率ビーム利用方式を実現するため、独自の着想に基づいてパルス偏向コイルと利用して電子ビームの周回を振り分けを行っている。周回を振り分けによって電子ビームを各実験室に誘導する際に懸念される最大のものは、その時点で電子ビームを必要としない実験室に電子ビームが誤って誘導されて、その実験室内で実験装置類の整備、点検等を行っている作業者が被曝することである。これを確実に防止するために電機研リニアックでは次の項目の全てが満足されるべきで、その実験室へ電子ビームを誘導するために必須であるパルス偏向コイル電源及び直流偏向電磁石電源のどちらも投入状態とすべくしている。

- (i) その実験室のビーム導入部に設置されているビーム・シャッターが開いていること。
- (ii) その実験室内に設置されているインターロック解除盤が非解除の状態にあること。
- (iii) その実験室の扉が閉鎖されていること。
- (iv) 上記扉が施錠されており、かつその鍵がインターロック・キー盤の所定の位置に正しくセットされていること。

以上の外にさらに安全を期するために次のものも補助的にインターロック系として加えることもできる。

- (v) その実験室に隣接する搬入口の扉が閉鎖及び施錠されており、かつその鍵がインタ

ーロック・キー盤の所定の位置に正しくセットされていること。

(vi) その実験室上部にある機械室の外部扉についても(v)と同様であること。

加速器室についても(vi)-(v)に相当する条件が満足されなければ電子ビームの加速自体が不可能であることは言うまでもない。なおこの場合には(v)に対応するものとしてクライストロン室の搬入口がその対象となる。

蓄積リングについては(vi)-(v)の全条件が満足されている外に、次の条件が満足されなければリニアックから電子ビームを入射させるためのキッカ-電磁石を動作させることはできない。

(vii) シンクワトロノ光を利用する各実験室のビーム導入部に設置されているシャッターが閉じられていること。

安全確保をさらに万全なものとするためにこれらの外に各作業者に配分されるパーソナル・キーが、リニアックについては1付個、蓄積リングについては9個用意されており、

(viii) 1付個のパーソナル・キーの全部がリニアック・インターロック・キー盤の所定の位置に正しくセットされていること。

が満足されなければ電子ビームを加速することができず、

(ix) 9個のパーソナル・キーの全部が蓄積リング・インターロック・キー盤の所定の位置に正しくセットされていること。

が満足されなければ蓄積リングに電子ビームを入射させることはできない。

以上が電子ビームを誤って無用の箇所へ誘導することによって生ずる人的損害を確実に防止するためのインターロック系である。電総研リニアックではこの外に加速管、クライストロン、電子銃等の物的損害を未然に防止するために次のような条件が附されていそれぞれの高圧系にインターロックされている。

(x) 加速管及びマイクロ波ダミー負荷の冷却水流量が設定値以上であること。

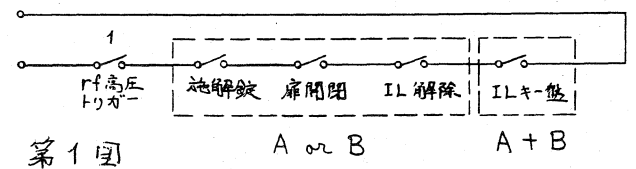
(xi) 導波管に充填してあるSF₆ガスの圧力が設定値以上であること。

(xii) 各クライストロンの出力部に設置されているVSWRメーターによるVSWRが設定値以下であること。

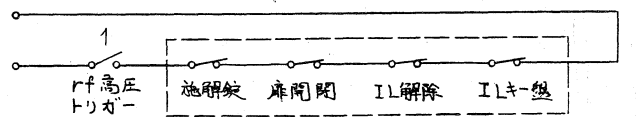
(xiii) 電子銃部を排気するイオン・ポンプの電流が設定値以下であること。

すなわち(x)または(xi)が満足されなければ、電子入射の状態とは無関係に、マイクロ波系高圧とクライストロン高圧との両方を同時に投入することはできない。このことは先の(viii)が満足されない場合も同様である。これに対し(xiii)が満足されない場合は電子銃から電子が放射されない。また(xii)が満足されない場合はそのクライストロン・パルサーへ高圧断の信号が送られて、加速管へのマイクロ波供給が即時停止される。

以下にインターロック系の動作例をいくつか示す。ここでは加速器室扉をA及びBと表わし、以下低エネルギー実験室、中エネルギー実験室、高エネルギー実験室、π中間子実験室をそれぞれC, D, E, Fと表わす。また図中のIL, BT, BS, PCはそれぞれインターロック、ビーム・トランスポート系、ビーム・シャッター、パルス偏向コイルを意味している。



第1図

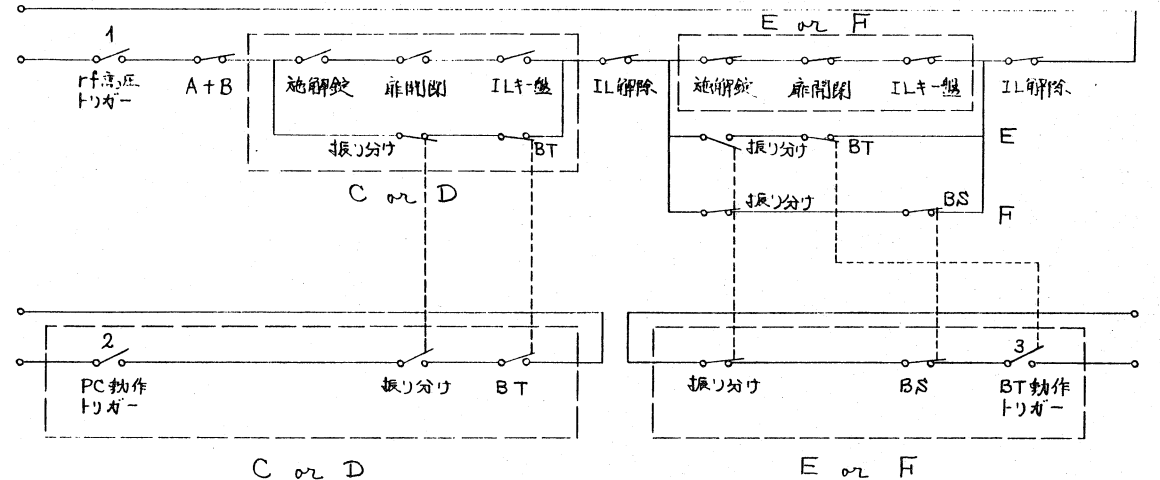


第2図

第1図は加速器室内に作業者が立入っているなどの理由でA（またはB）が解錠されていると、1によって、マイクロ波高圧を投入させるためのトリガー信号が発生できず、C-Fのインターロック成立の可否によらず電子ビームの加速が不可能な状態である。

第2図の場合A-Fの全部のインターロックが完成しているのにより、トリガー信号が発生できて電子ビームの加速が可能である。

EまたはFに電子ビームを誘導しながらかまたはDに作業者が立入る場合に、そこへ電子ビームを誘導させるために第3図に示す系統が用意されている。上部の回路によって加速のためのインターロックが完成されるのにより、トリ



第3図

ガー信号が発生できて電子ビームの加速が可能である。下部左の回路によって2を操作してもCまたはDへ誘導して電子ビームを誘導することが防止できる。他方下部右の回路によってEまたはFへ誘導することが可能となる。

電総研リニアック及び蓄積リングの制御室にはインターロック表示盤が設置されており、これには(i)-(ix)の各条件が満足されているかどうかランプ色によって表示される外に、加速器室及び各実験室内に設置してあるエリア・モニターで測定した放射線レベルが設定値を超えるとそのモニターの設置位置を示すランプが赤変して注意を喚起するようになっている。

制御室、クライストロン室、加速器室、各実験室及びそれぞれへの通路の要所にはその時点での加速器及び各実験室の状態を明示する表示盤が設置されている。また電子ビーム加速開始に先立って運転者が必要箇所を入念に視察して後扉を閉鎖して施錠しインターロックを完成させているにもかかわらず危険箇所に作業者が居残っている可能性が皆無とは言えない。そのような場合に備えて加速開始の5分以上以前に放送で警告を発し、さらに電子銃、マイクロ波及びクライストロンの高圧印加スイッチが全て押されてから30秒間は加速器室及び全実験室内でブザーが吹鳴し、しかも吹鳴中は実際には加速を開始していないのでこの間に(ii)のインターロック解除スイッチにより電子ビームの加速を阻止することができ、蓄積リングの場合には、電子入射の条件が全て満足されてから同様にブザーが吹鳴するのでこの間に解除スイッチによって電子入射を阻止することができる。