

## 高周波電流駆動装置に係る昇降圧スイッチの遠隔操作化

永田, 貴大  
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/4060761>

---

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 2, pp.25-27, 2020-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

# 高周波電流駆動装置に係る昇降圧スイッチの遠隔操作化

永田 貴大

## 要 旨

高温プラズマ理工学研究センターでは、球状トカマク装置（以下、QUEST）および高周波電流駆動装置（以下、クライストロン）を用いて核融合発電を目指したプラズマ実験を行っている。クライストロンの昇降圧スイッチは現場にしかなく、実験作業従事者の負担になっていた。そこで、実験のオペレーションルーム（以下、制御室）でも、遠隔にて昇降圧作業が行えるように本改造に着手した。

## キーワード

高周波電流駆動装置 昇降圧スイッチ 遠隔操作化

## 1. はじめに

クライストロンとは、マイクロ波を QUEST 内部に照射する装置であり、電流駆動のために昇降圧が必要な仕様となっている。クライストロンは、QUEST と真空窓を介して接続されており、実験中にアーク放電が発生した場合に真空窓を破損させる可能性があるため、瞬時にアーク放電を解消する保護機能（強制的に降圧する）が備わっている。保護機能が発生した後に実験を継続する場合、昇圧作業を再度行わなければならない。

再度の昇圧作業を行う移動ルート（青矢印）を図 1 に示す。2F に実験をオペレートする制御室があるのに対し、昇降圧作業を行う現場の昇降圧スイッチ（以下、現場用昇降圧スイッチ、図 1 赤枠）の設置場所は 1F である。そのため、階段（図 1 黄点線枠）を昇り降りしなければならない。また、実験中に放射する電磁放射線を遮るため、制御室と現場には縦 270cm、横 115cm、厚み 20cm の鉛扉（図 1 黄破線枠、外観：図 2）が備わっており、開閉しなければならない。実験内容によっては 1 時間で 4~5 回程度の昇圧作業を行わなければならない。実験作業従事者の負担になっていた。

そこで、実験作業従事者の負担の軽減を目的に、昇降圧作業が遠隔で行える昇降圧スイッチ（以下、遠隔用昇降圧スイッチ）を製作し、制御室（図 1 緑丸枠）に設置することにした。

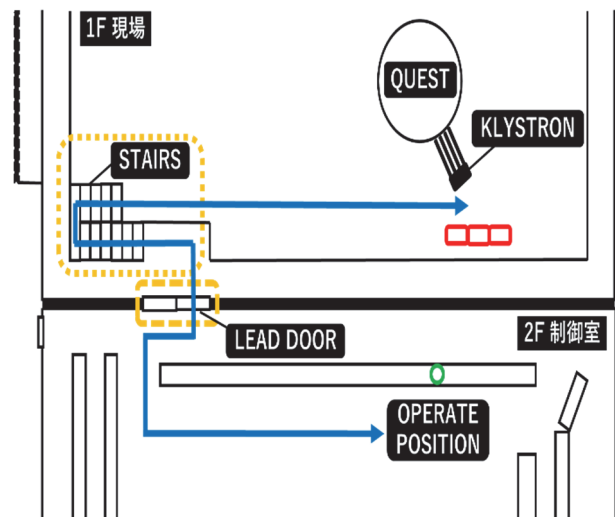


図 1 現場と制御室の経路図

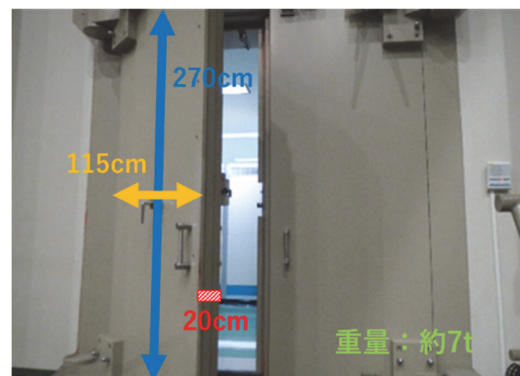


図 2 鉛扉の外観

## 2. 改造前の現場用昇降圧スイッチの概要

過去には、A1~A4 および B1~B4 の計 8 基のクライストロン数であったが、故障により現在は 3 基 (A2、A4、B1) である。現場用昇降圧スイッチの外観を図 3 に示す。クライストロン 1 基毎に LV、HV、RF それぞれの昇圧スイッチ (以下、ON-SW) と降圧スイッチ (以下、OFF-SW) が備わっている。クライストロンの保護機能では、HV、RF が降圧される。

現場用昇降圧スイッチの内部 (図 4) を見ると、ON-SW と OFF-SW がそれぞれ外部装置と配線され、どちらも同型のスイッチが用いられていた。図 5 に ON-SW/OFF-SW の回路図を示すが、ON-SW では NO1 経路 (赤実線)、OFF-SW では NC1 経路 (緑破線) が利用されていた。

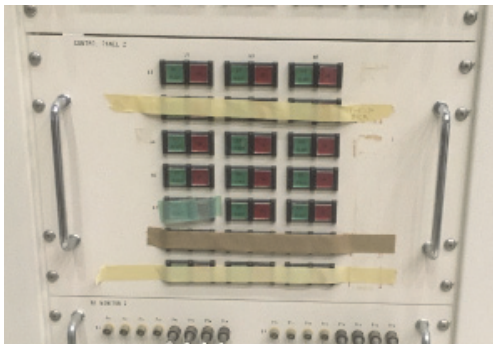


図 3 現場用昇降圧スイッチの外観



図 4 現場用昇降圧スイッチの内観

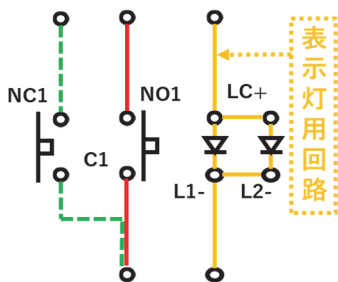


図 5 ON-SW/OFF-SW の回路図

## 3. 昇降圧スイッチ遠隔操作化

昇降圧スイッチの遠隔操作化を実現するために、次の項目を踏まえて製作することにした。

1. 現場と遠隔どちらか一方のみで操作可能にする
2. 保護機能で影響が出る電圧 (HV、RF) のみを遠隔で操作可能にする
3. 使用可能なクライストロン 3 基と予備の 1 基以外の ON-SW および OFF-SW は取り外す

### 3-1. 遠隔操作化における回路図の作成

現場と遠隔を切り替えるために、メカニカルリレー (図 6) を用いた。遠隔用昇降圧スイッチの ON-SW および OFF-SW には、現場用昇降圧スイッチと同型を採用した。ON-SW および OFF-SW の遠隔操作化した回路図を、それぞれ図 7 および図 8 に示すが、追加した遠隔用昇降圧スイッチを赤実線で、配線を黄破線で表している。



図 6 メカニカルリレー

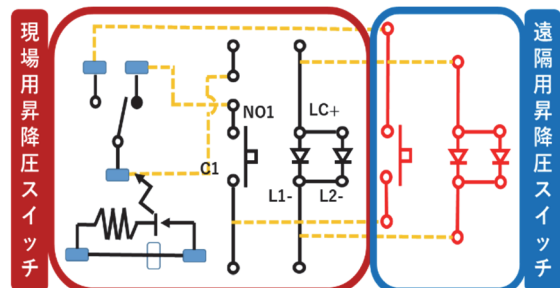


図 7 遠隔操作化した ON-SW の回路図

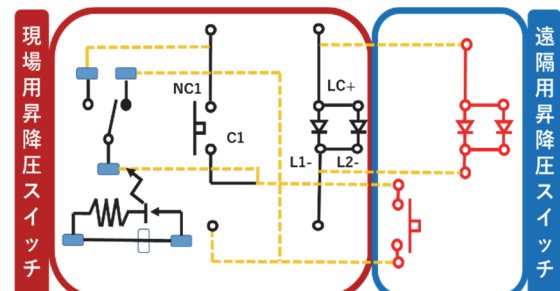


図 8 遠隔操作化した OFF-SW の回路図

### 3-2. 現場用昇降圧スイッチの改造

図 6 に示すメカニカルリレーの接点構成は、4c (共通接点で a 接点と b 接点を切り替える c スイッチが 4 つで構成されている) である。そのため、クライストロン 1 基の HV および RF それぞれの ON-SW と OFF-SW を、1 個のメカニカルリレーでカバーすることにした。また、三路スイッチを用いて現場と遠隔を切り替え、LED ランプを配線することで、切り替え状態 (緑色：現場、赤色：遠隔) を視認しやすくなるように改良した (図 9)。なお、使用可能なクライストロン 3 基と予備の 1 基以外の ON-SW および OFF-SW を取り外し、アルミ板で目張りした。改造後の現場用昇降圧スイッチの内観を図 10 に、外観を図 11 に示す。



図 9 現場と遠隔の切り替えスイッチ

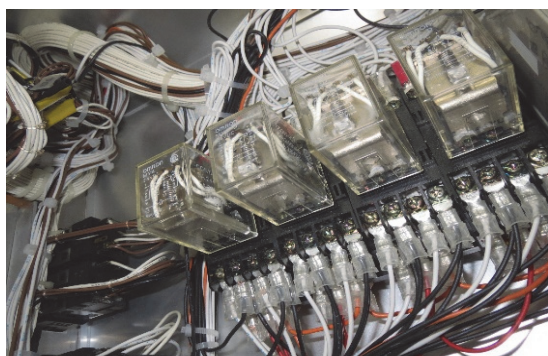


図 10 改造後の現場用昇降圧スイッチの内観



図 11 改造後の現場用昇降圧スイッチの外観

### 3-3. 遠隔用昇降圧スイッチの製作

遠隔用昇降圧スイッチには赤色の LED ランプを取り付け、改造後の現場用昇降圧スイッチの切り替えスイッチが遠隔の時に点灯するようにした。製作した遠隔用昇降圧スイッチの内観を図 12 に、外観を図 13 に示す。

最後に現場用と遠隔用の昇降圧スイッチを多芯ケーブルで配線し、完成となった。

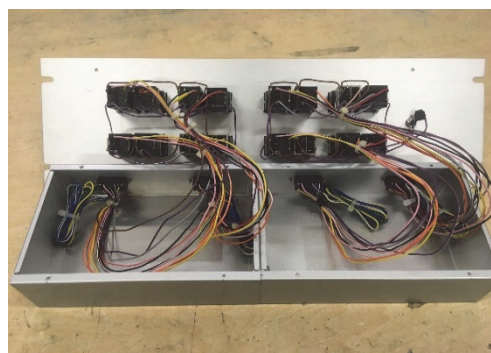


図 12 遠隔用昇降圧スイッチの内観



図 13 遠隔用昇降圧スイッチの外観

## 4. まとめと今後の課題

昇降圧スイッチを遠隔操作化にしたことで、実験作業従事者の負担が軽減され、実験作業効率の向上に繋がった。

今後の課題は、実験のシーケンスタイムに連動した昇降圧の自動化である。それにより、実験作業従事者の負担を更に軽減でき、不要な時に降圧することで電力の削減にも繋がることを期待している。

### 謝辞

昇降圧スイッチを遠隔操作化する上で、予算のサポートをして頂いた出射浩センター長、助言をして頂いた技術スタッフの川崎昌二氏に御礼申し上げます。