

冷却水循環用チラーユニットにおける自動給水装置 の開発

永田, 貴大
九州大学応用力学研究所

<https://hdl.handle.net/2324/1956601>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 19, pp.8-10, 2018-10. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

冷却水循環用チラーユニットにおける自動給水装置の開発

永田 貴大

要旨

高温プラズマ理工学研究センターでは、QUEST 実験装置（以下、QUEST）で核融合発電の実現を目指した実験を行っている。QUEST には、装置保護のために冷却システムが備わっており、実験中では大型送水ポンプを、実験期間中の夜間や週末（実験準備期間）では消費電力の少ないチラーユニット（以下、チラー）を用いている。このチラーは密閉循環方式であるため、自動給水機能が備わっていない。そのため、漏水などの不測の事態によりチラー内循環水タンクの液面低下異常が生じた場合、チラーが運転停止してしまう恐れがあった。今回、この解消に向けて本装置の開発に取り組んだので報告する。

キーワード

QUEST 実験装置 チラーユニット 自動給水装置

1. QUEST の PFC 冷却システムの概要

QUEST（図 1）は、プラズマを発生させる真空容器が中心部にあり、発生させたプラズマを維持させるポロイダル磁場コイル（以下、PFC）が真空容器内部（PF4-1～3）のセンタースタックと外周（PF1～3-2、PF5-1～7）に備わっている。実験期間中の真空容器は超高真空状態を維持させるために、高温壁によって 200℃でベーキングされ、また、実験中の PFC には電磁場を発生させるために大電流（数 kA）を通电している。そのため、PFC の保護を目的に、PFC 冷却システムが用いられている。実験中における同システムは、全 PFC を大型送水ポンプで冷却している。ただし、実験準備期間においてはベーキングが継続されており、センタースタックのみの冷却が必要となるため、消費電力削減としてチラーを用いて冷却している。

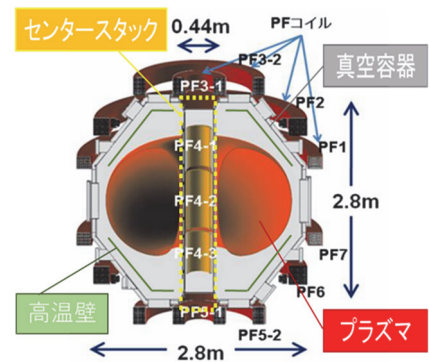


図 1 QUEST の断面図

2. 自動給水装置の製作における要件

実験準備期間における冷却水循環用のチラーには、SMC 製サーモチラー（HRS030-A-20、図 2）を用いている。このチラーに自動給水装置を備えるための必要な製作要件を整理した。

- 機器前方にある補給口からのみ、チラー内循環水タンクに給水可能。
 - 補給口に自動給水装置を配管させなければならない。
- チラー内循環水タンクの液面低下異常になる前に接点出力信号を発信する通信機能を有するが、液面上限の信号はない。
 - 自動給水装置からの給水を自動停止する構造が必要。
- 異常などで機器が停止して再起動する場合は、人為的な操作が必要。
 - 液面低下異常の前に給水しなければならない。

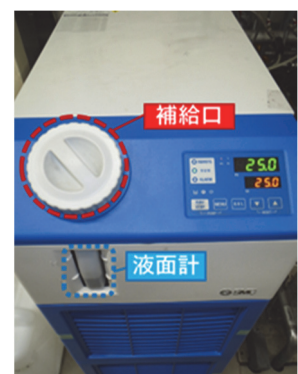


図 2 チラー正面図

3. 試作品①の開発

アクアリウム用品として販売されていたフロートバルブ（図 3）を加工して、自動給水装置を製作した（試作品①、図 4 拡大図）。フロートバルブとは自力調整弁のことであり、水位によってフロートが上下するため、フロートが下がると弁体が開いて給水され、上がると弁体が閉まり、給水停止する構造で



図3 フロートバルブの全体図

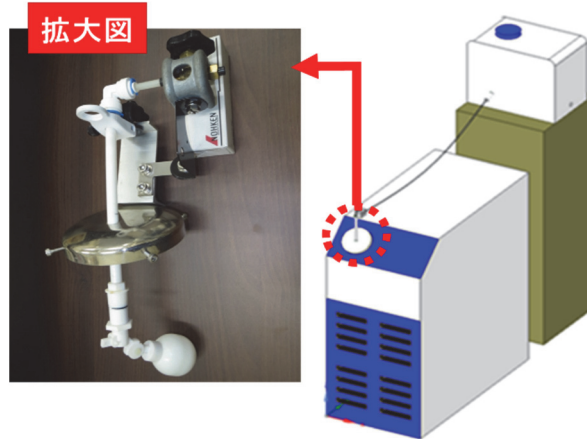


図4 試作品①の全体図

ある。フロートバルブを補給口に直接備え付けるように加工し、高所に設置したポリタンクと配管した。試作品①の動作としては、チラー内循環水タンクの液面が低下すると、フローが下がり、給水する。試作品①は安価にて製作できたが、試作品①の給水量では想定される最大の漏水量には対応できない欠点があった。そこで、試作品①の欠点を改善した自動給水装置の開発に取り組んだので、次章で紹介する。

4. 試作品②の開発

給水量の少なさを補うため、電動ポンプを用いた自動給水装置（以下、試作品②）を検討した。試作品②には、電動ポンプの他に、タイマーリレー（以下、タイマー）とメカニカルリレー（以下、リレー）を用いる。各部品の動作リストと動作チャートを図5に示す。

- I. 漏水発生
- II. 液面水位が下限に達する
- III. 接点出力信号 ON
- IV. 電動ポンプ、リレー、タイマーON
- V. 接点出力信号 OFF
- VI. タイマーの停止設定時間によりタイマー、リレー、ポンプ OFF

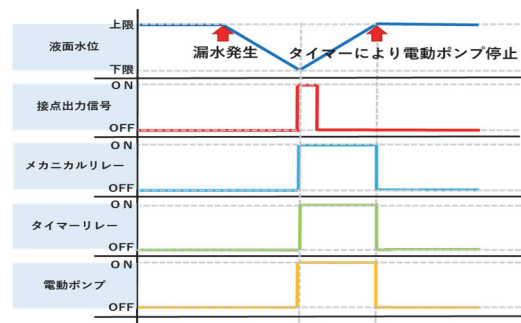


図5 試作品②の動作リストと動作チャート

4-1. 選定した部品の紹介

チラーの接点信号の電源電圧である DC24V に適合するように、OMRON 製のタイマーリレー（H3CR-A、図6）とメカニカルリレー（MY4DC24、図7）を選定した。また、電動ポンプには小型で耐食性のあるIWAKI製のマグネットポンプ（MD-15R-N、図8）を選定した。



図6 タイマーリレー

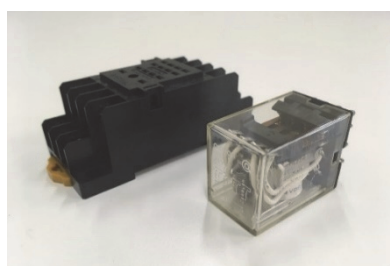


図7 メカニカルリレー



図8 電動ポンプ

4-2. チラーおよび各リレーの端子配置図と配線図

チラー、タイマーリレー、メカニカルリレーの端子配線を図 9、図 10、図 11 に示す^{[1][2]}。チラーおよび各リレーで使用しない端子の標記を省いた試作品②全体の配線図を図 12 に示す。なお、試作品②が不具合により起動しなかった場合、電動ポンプを手動にて稼働できる非常停止スイッチも黄線で加えている。

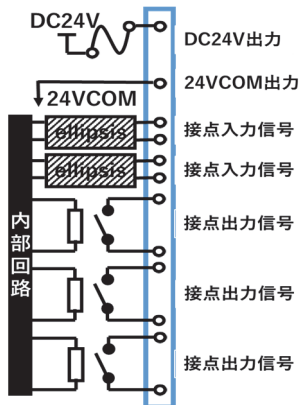


図 9 チラーの端子配置図

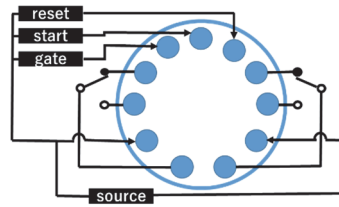


図 10 タイマーリレーの端子配線図

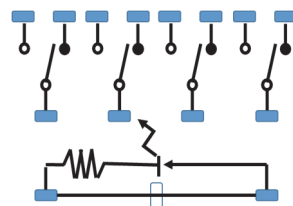


図 11 メカニカルリレーの端子配線図

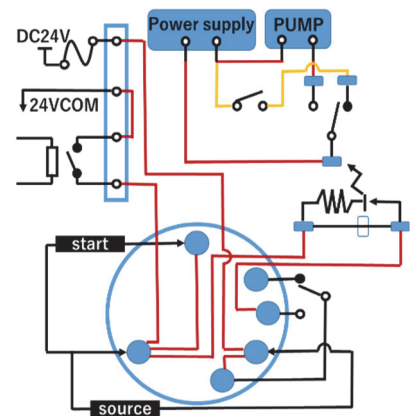


図 12 試作品②全体の端子配線図

4-3. 試作品②の完成図

チラーの横に設置した試作品②は、架台 1 つに集約したことで比較的コンパクトに収まった。補給水タンクの容量が小さかったため、大型のポリタンクを更に設けた。試作品②の完成図を図 13 に示す。大型のポリタンク、補給水タンク、電動ポンプ、チラーの給水口の順に配管している。

給水量が多い試作品②を設置したことにより、漏水などの不測の事態に自動で対処できるようになった。

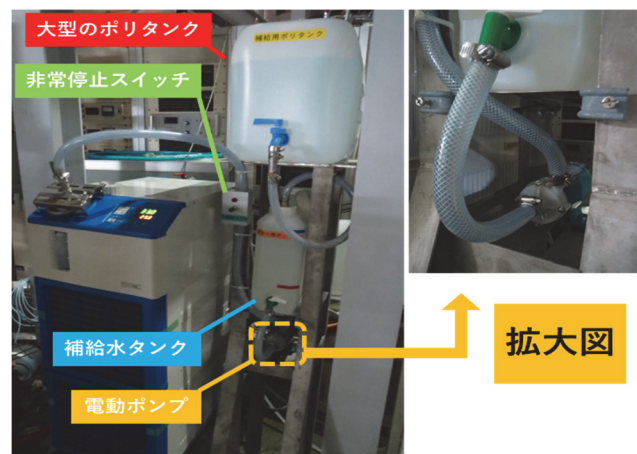


図 13 試作品②の完成図

5. 最後に

試作品②には、補給水タンクの貯水量がなくなると本装置が機能不全に陥る欠点が残る。最終的には、人が異常に気付き、対応しなければ液面低下異常を防げない。そのため、今後の課題としては、試作品②が起動すると警笛を鳴らして周囲に知らせ、スマートフォンなどのモバイル端末に異常を通知する機能を整備しなければならない。

参考文献

- [1] Web サイト「SMC」 (<http://www.smcworld.com/ja-jp/>)
- [2] Web サイト「OMRON」 (<https://www.fa.omron.co.jp/>)

謝辞

本装置を開発する上で、予算のサポートをして頂いた出射浩センター長、部品の選定や端子の配線方法などで助言を頂いた技術スタッフの川崎昌二氏に御礼申し上げます。