

PF コイル用クエンチ検出器 遠隔制御の整備

Manufacturing of quench detector remote control
for the PF coil

仕 様 書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

那珂フュージョン科学技術研究所

トカマクシステム技術開発部

JT-60SA マグネットシステム開発グループ

第 1 章 一般仕様

1.1 件名

PF コイル用クエンチ検出器遠隔制御の整備

1.2 目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）では、JT-60SA におけるプラズマ加熱実験に向け、必要な付帯機器の整備を行っている。

本件は、本体機器付帯機器の整備の一環として、超伝導コイルの PF コイル用クエンチ検出器について、ノイズ低減を図るための遠隔制御の整備を行うものである。

1.3 納期

令和 8 年 3 月 19 日

1.4 納入場所及び納入条件

(1) 納入場所

茨城県那珂市向山 801-1
QST 那珂フュージョン科学技術研究所
JT-60 超伝導コイル巻線棟

(2) 納入条件

持込渡し

1.5 仕様範囲

- (1) PF コイル用クエンチ検出器遠隔制御の整備：1 式
- (2) 試験検査：1 式
- (3) 提出書類作成：1 式

1.6 提出書類

表 1.6-1 に示す書類を遅滞なく提出すること。

表 1.6-1 提出書類一覧

提出書類	提出期限等	部数	確認
全体工程表	契約締結後速やかに （工程に変更が生じた場合、変更後速やかに）	文書 3 部 電子ファイル	要
作業計画書	契約締結後速やかに （変更が生じた場合、変更後速やかに） ※1.6 項 (1) 参照	文書 3 部 電子ファイル	要

確認図	契約締結後速やかに (変更が生じた場合、変更後速やかに)	文書 3 部 電子ファイル	要
品質保証計画書	製作開始前まで (製作された盤の品質を保証するための 品質保証計画書)	文書 3 部 電子ファイル	要
作業要領書	作業前速やかに	文書 3 部 電子ファイル	要
試験検査要領書	試験検査項目と検査方法及び合格基準試 験開始前速やかに	文書 3 部 電子ファイル	要
議事録	打合せ後速やかに (打合せ内容の記録)	文書 3 部 電子ファイル	要
完成図書	納入時 ※1.6 項(2) 参照	文書 3 部 電子ファイル	要
作業報告書	作業完了後速やかに ※1.6 項(3) 参照	文書 3 部 電子ファイル	不要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始 2 週間前まで 下請け等がある場合に提出のこと。	文書 1 部	不要
その他 QST が指示 する書類	その都度 (詳細は別途協議)	文書 3 部 電子ファイル	その 都度

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所

トカマクシステム技術開発部 JT-60SA マグネットシステム開発グループ

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。

QST は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、確認しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、確認したものとする。ただし、再委託承諾願については、QST の確認後、書面にて回答するものとする。

(電子ファイル)

提出物のうち電子ファイルは、「CD-R/DVD-R/電子メール/QST が契約後に提供するファイル共有システム (詳細は契約締結後に QST から説明)」により提出すること。ただし、この方法によることができない電子ファイルについては、QST の情報セキュリティ実施規程等を遵守し、QST と協議して提出方法を決定すること。

(1) 作業計画書

機器の作業計画を示す書類。

設計・製作実施の方法（作業手順・フロー）及び実施技術内容を作業計画書に記載すること。

(2) 完成図書

完成図書は、製作報告書及び試験成績書で構成し、印刷物として納入すること。また、開示制限する技術情報は分冊として整理し、開示制限する旨を明記すること。なお、開示制限する技術情報については日本語を用いることで構わない。

(3) 作業報告書

- 1) 製作実施の方法の説明及び作業の条件
- 2) 作業及び完成時の各部写真
- 3) 検査成績書（工場試験）
- 4) 上記以外で作業を実施して判明した報告すべきと判断される事項など

1.7 検査条件

- (1) 作業完了後、2.3 項に示す試験検査を行うこと。
- (2) 1.4 項に示す納入場所に納入後、上記(1)に定める試験検査、1.6 項に示す提出書類の確認及び 1.9 項に示す貸与品の返却及び仕様書に定める業務が実施されたと QST が認めたことをもって検査合格とする。

1.8 保証

(1) 性能保証

受注者は、2.2 項に示す機器について、規定された性能（表 2.2-1 参照）を保証するものとする。

1.9 支給品及び貸与品

(1) 支給品（無償）

以下に整備作業における支給品を表 1.9-1 に示す。

表 1.9-1 本作業における支給品一覧

No.	計測器名称	基板及び機器名称		数量
1	PF コイル用クエンチ検出器	高電圧アンプ部	QDPa01-22	22 台
2	PF コイル用クエンチ検出器	コントローラ部	QDCa19-38, 58, 59	22 台

(2) 貸与品（無償）

耐電圧試験時に使用する直流電源(DC30kV) 1 式については、無償にて貸与する。

1.10 適用法規・規格等

- (1) 日本産業規格（JIS）
- (2) 日本電気工業会標準基準（JEM）
- (3) 日本電気規格調査会標準規格（JEC）
- (4) その他関係する諸規格・基準

1.11 グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）について、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.12 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、QST と協議のうえ、その決定に従うものとする。

第2章 技術仕様

本章では、超伝導コイルの PF コイル用クエンチ検出器において、ノイズ低減を図るための遠隔制御の整備に関する技術仕様について述べる。

2.1 概要

PF コイル用クエンチ検出器は、コイル通電中に発生する外部からのノイズの影響により、安定した信頼性における超伝導コイルのクエンチ検出機能が満たされていないため、既にクエンチ検出回路内に設けたフィルタ回路を遠隔制御することで、ノイズの低減を図るものである。クエンチ検出回路内のフィルタ回路は、コンデンサと抵抗器から構成され、これらを遠隔で制御することで最適化を図り、外部からのノイズを遮断するものである。

PF コイル用クエンチ検出器は、JT-60 実験棟本体室共通架台 P-05、10 高圧計測盤内に高電圧アンプ部が設置され、更に JT-60 実験棟増設部能動粒子線電源室内の計測電源室盤内にコントローラ部が実装され、制御信号の授受には光ファイバケーブルを用いている。図 2. 1-1 に PF コイル用クエンチ検出器（高電圧アンプ部、コントローラ部）外観図（写真）を示す。



図 2. 1-1 に PF コイル用クエンチ検出器の外観図（写真）

2.2 PF コイル用クエンチ検出器遠隔制御の整備

PF コイル用クエンチ検出器遠隔制御の整備については、コンデンサ遠隔制御化と抵抗器遠隔制御化の 2 つの方法により、外部からのノイズの影響を遮断するための整備を実施するものである。以下、(1)、(2)及び表 2. 2-1 に示す詳細仕様書のとおり整備を実施すること。図 2. 2-1, 2, 3 にクエンチ検出器のブロック図（コンデンサ遠隔制御化及び抵抗器遠隔制御化）及び全体配置図を示す。

- (1) コンデンサ遠隔制御ユニット及びコントローラの設計・製作

- ・コンデンサ遠隔制御化は、クエンチ検出器の高電圧アンプ部に設けたフィルタ回路（CS coil : C:1.5 μ F、R:1.8k Ω / EF coil : C:2.2 μ F、R:1.8k Ω ）のコンデンサ容量をコントローラ部からの遠隔制御により、最適化することで外部からのノイズを遮断するものである。
 - ・コンデンサ遠隔制御は、固定コンデンサ回路をロータリースイッチで選択することでコンデンサ容量を可変する方法と、可変コンデンサ（バリコン）を駆動用モーターで制御することでコンデンサ容量を可変する方法があり、これら2つの方法を組み合わせて行うこととし、詳細仕様を表 2.2-1 に示す。
 - ・受注者は、上記機能を有するコンデンサ遠隔制御ユニットについて、コンデンサ回路の設計、コンデンサの選定等による回路製作を実施し、高電圧アンプ部に取付けること。更に、コントローラ部からの光信号による遠隔制御方式についても設計・製作を実施すること。
 - ・本整備を実施する高電圧アンプ部及びコントローラ部は各 11 台とする。
- (2) 抵抗器遠隔制御ユニット及びコントローラの設計・製作
- ・抵抗器遠隔制御化は、クエンチ検出器の高電圧アンプ部に設けたフィルタ回路（CS coil : C:1.5 μ F、R:1.8k Ω / EF coil : C:2.2 μ F、R:1.8k Ω ）の抵抗値をコントローラ部からの遠隔制御により、最適化することで外部からのノイズを遮断するものである。
 - ・抵抗器遠隔制御は、粗調用抵抗器の固定抵抗器の回路をロータリースイッチで選択することで抵抗値を可変する方法と、微調用抵抗器を駆動用モーターで制御することで抵抗値を可変する方法があり、これら2つの方法を組み合わせて行うこととし、詳細仕様を表 2.2.-1 に示す。
 - ・受注者は、上記機能を有する抵抗器遠隔制御ユニットについて、抵抗回路の設計、抵抗器の選定等による回路製作を実施し、高電圧アンプ部に取付けること。更に、コントローラ部からの光信号による遠隔制御方式についても設計・製作を実施すること。
 - ・本整備を実施する高電圧アンプ部及びコントローラ部は各 11 台とする。

2.3 試験検査

(1) 工場試験

受注者は、試験検査要領書に基づき、工場内において計測器の単体試験を実施し、その結果を作業報告書（検査成績書）として QST に提出すること。

1) 外観検査

計測器の構造（カウンター表示、ロータリースイッチ、調整ツマミ、電圧表示、有効/無効切替えスイッチ等）が図面通りに配置されていることを確認すること。

2) 耐電圧試験

本試験は、PF コイル用クエンチ検出器（高電圧アンプ部）について、表 2.3-1 に示す条件で耐電圧試験を実施すること。

表 2.3-1 耐電圧試験条件

No.	項目	条件	備考
1	試験電圧	DC21kV : PF 用計測器	高圧回路一括対接地間に印加
2	保持時間	1 分間	

3) 絶縁抵抗測定試験

表 2.3-2 に示す条件で絶縁抵抗測定試験を実施すること。

表 2.3-2 絶縁抵抗測定試験条件

No.	試験回路	条件	備考
1	高圧回路対低圧回路間	100M Ω 以上	DC1000V メガー
2	高圧回路対接地間	100M Ω 以上	DC1000V メガー
3	低圧回路対接地間	50M Ω 以上	DC500V メガー

4) 入出力信号確認試験

クエンチ検出器に模擬信号を入力した時の出力信号を確認すること。

5) クエンチ検出動作確認試験

- ① コントローラからの「テスト指令」でクエンチ検出が動作することを確認すること。
- ② 模擬信号を入力して、クエンチ検出が動作することを確認すること。
また、「下限電流検出」受信時、クエンチ検出動作を回避することを確認すること。

6) 遠隔制御動作確認試験

- ① コントローラ部からの制御信号（調整ツマミ、ロータリースイッチ）により、高電圧アンプ部のコンデンサまたは抵抗器の可変動作が正常（調整範囲、分解能）に行われること。
- ③ 高電圧アンプ部及びコントローラ部のカウンター表示及び電圧表示が制御信号と連動して正常に動作すること。
- ③ 調整ツマミからの可変操作が、有効または無効切替えスイッチと連動して正常に動作すること。

以 上

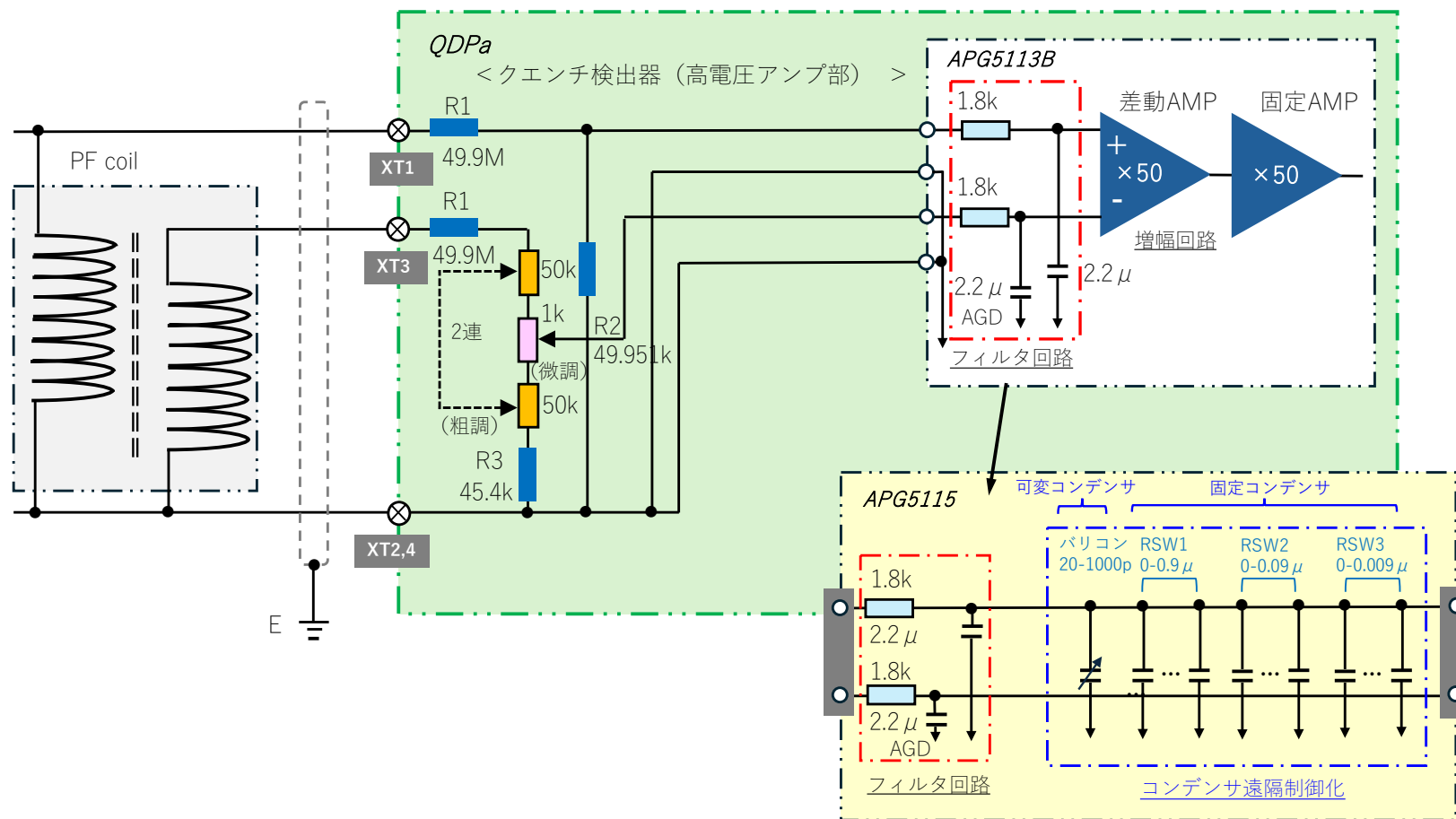


図 2.2-1 PF コイル用クエンチ検出器の整備 (コンデンサ遠隔制御化) のブロック図

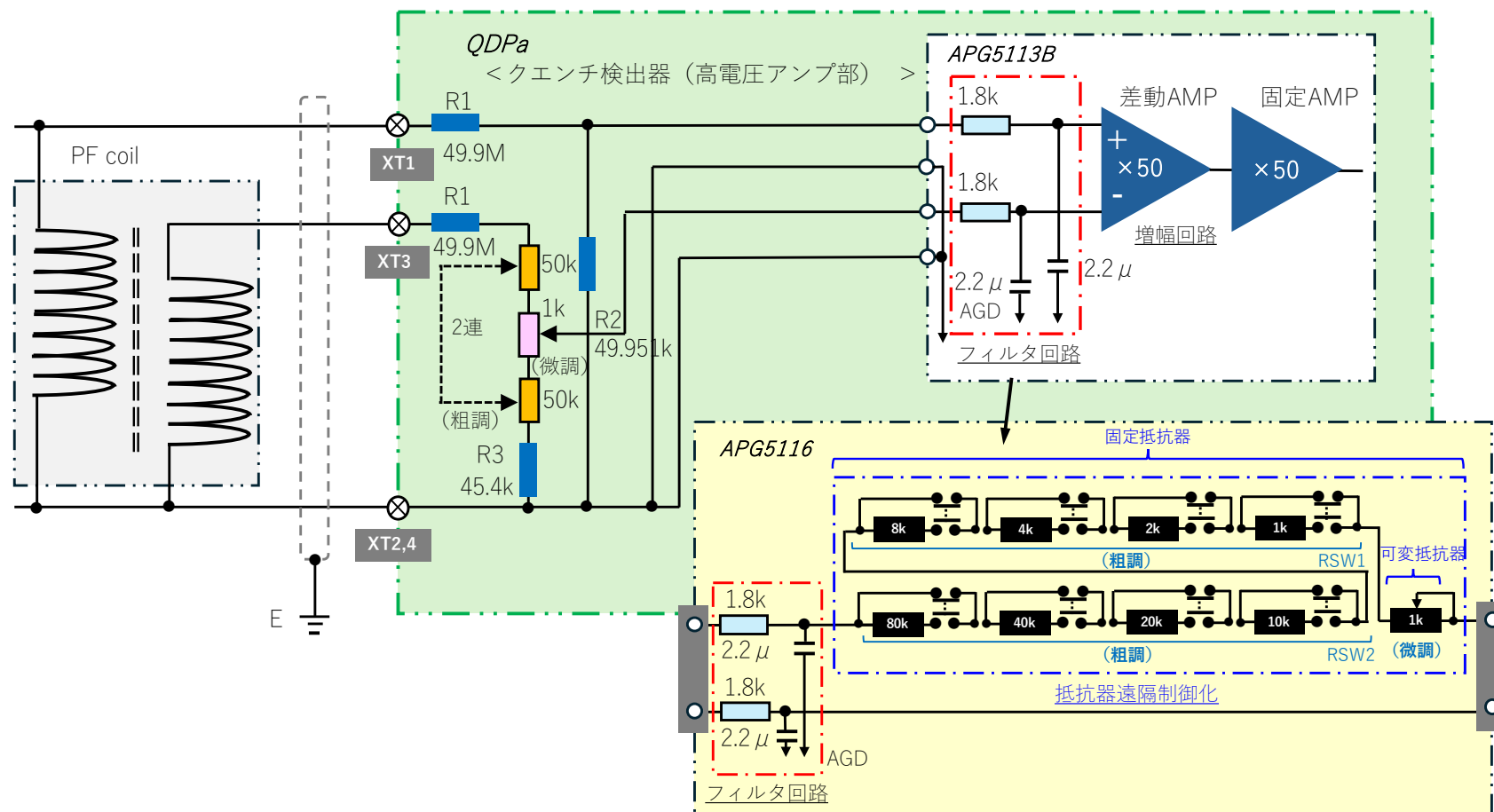


図 2. 2-2 PF コイル用クエンチ検出器の整備（抵抗器遠隔制御化）のブロック図

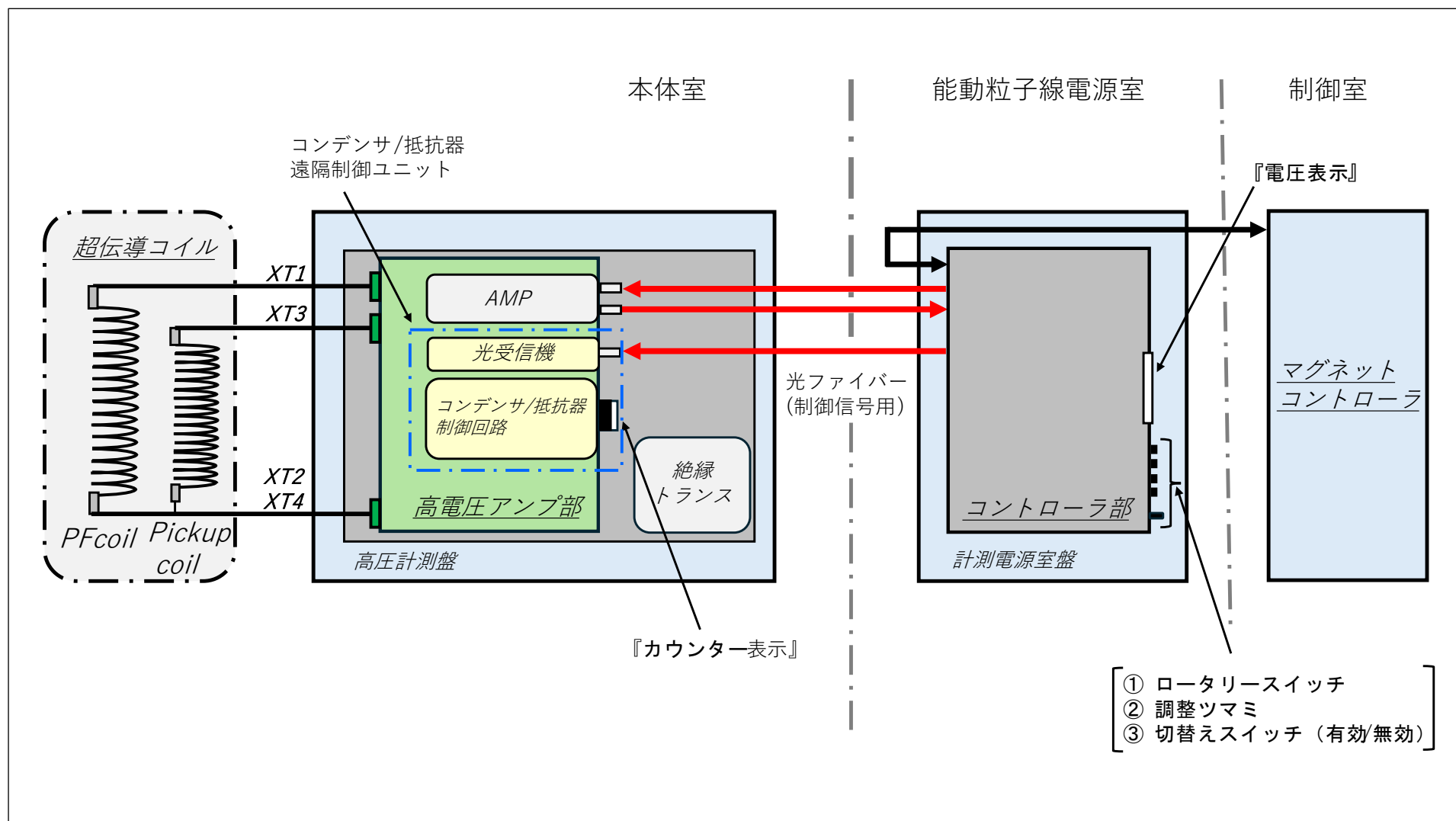


図 2.2-3 PF コイル用クエンチ検出器の整備（コンデンサ遠隔制御化及び抵抗器遠隔制御化）の全体配置図

表 2. 2-1 PF コイル用クエンチ検出器の整備（コンデンサ遠隔制御化及び抵抗器遠隔制御化）の詳細仕様

No.	項目	コンデンサ遠隔制御化	抵抗器遠隔制御化
1	数量	PF コイル用クエンチ検出器の整備：11 式 高電圧アンプ部 11 台 コントローラ部 11 台	PF コイル用クエンチ検出器の整備：11 式 高電圧アンプ部 11 台 コントローラ部 11 台
2	制御方式	光信号による遠隔制御方式 固定コンデンサ：ロータリースイッチ方式（遠隔操作） 可変コンデンサ：駆動用モーター方式（遠隔操作）	光信号による遠隔制御方式 粗調用抵抗器：ロータリースイッチ方式（遠隔操作） 微調用抵抗器：駆動用モーター方式（遠隔操作）
3	調整範囲	固定コンデンサと可変コンデンサの組み合わせ 固定コンデンサ：0～0.9 μ F（RSW1） 0～0.09 μ F（RSW2） 0～0.009 μ F（RSW3） 可変コンデンサ：0～0.001 μ F	粗調用抵抗器と微調用抵抗器の組み合わせ 粗調用抵抗器：0～9k Ω （RSW1） 0～90k Ω （RSW2） 微調用抵抗器：0～1.0k Ω
4	分解能	固定コンデンサと可変コンデンサの組み合わせ 固定コンデンサ：0.001 μ F 可変コンデンサ：0.058pF/1 ステップ：ドライバ設定 1/4	粗調用抵抗器と微調用抵抗器の組み合わせ 粗調用抵抗器：1k Ω 単位での設定可 微調用抵抗器：0.035 Ω /1 ステップ：ドライバ設定 1/4
5	高電圧アンプ部	・コンデンサ遠隔制御は、固定コンデンサと可変コンデンサの組み合わせにより行うこと。 ・遠隔制御するための制御信号は、光信号とすること。 ・固定コンデンサ回路は、ロータリースイッチ（RSW1/RSW2/RSW3）による遠隔切替えにより、コンデンサ容量を可変すること。また、可変コンデンサ（バリコン）は、駆動用モーターを遠隔制御することでコンデン	・抵抗器遠隔制御は、粗調用抵抗器と微調用抵抗器の組み合わせにより行うこと。 ・遠隔制御するための制御信号は、光信号とすること。 ・粗調用抵抗器は、ロータリースイッチ（RSW1/RSW2）による遠隔切替えにより、抵抗値を可変すること。 - また、微調用抵抗器は、駆動用モーターを遠隔制御することで抵抗値を可変すること。

	サ容量を可変すること。 ・固定コンデンサのロータリースイッチ（RSW1）は、コンデンサ容量 0～0.9 μF を 0.1 μF 単位で 10 段階のタップ切替えとし、ロータリースイッチ（RSW2）は、コンデンサ容量 0～0.09 μF を 0.01 μF 単位で 10 段階のタップ切替えとし、ロータリースイッチ（RSW3）は、コンデンサ容量 0～0.009 μF を 0.001 μF 単位で 10 段階のタップ切替えとすること。この 3 つのロータリースイッチの組み合わせでコンデンサ容量 0～0.999 μF を 0.001 μF 単位で切換えることとすること。 ・可変コンデンサ（バリコン）の駆動用モーターと連動した「ポテンシオメータの回転数」をカウンターで表示し、高電圧アンプ部ケースの背面パネルに設けること。 ・フィルタ回路内のコンデンサ及び抵抗器は容易に取付け、取外しができるように端子台を設けること。	・粗調用抵抗器のロータリースイッチ（RSW1）は、抵抗値 0～9kΩ を 1kΩ 単位で 10 段階のタップ切替えとし、ロータリースイッチ（RSW2）は、抵抗値 0kΩ～90kΩ を 10kΩ 単位で 10 段階のタップ切替えとする。この 2 つのロータリースイッチの組み合わせで抵抗値 0～99kΩ を 1kΩ 単位で切換えることとすること。 ・微調用抵抗器の駆動用モーターと連動した「ポテンシオメータの回転数」をカウンターで表示し、高電圧アンプ部ケースの背面パネルに設けること。 ・フィルタ回路内のコンデンサ及び抵抗器は容易に取付け、取外しができるように端子台を設けること。
--	---	---

6	コントローラ部	・固定コンデンサの容量を制御するロータリースイッチを、正面パネルに設けること。ロータリースイッチには、コンデンサ容量（設定値）が明確となる目盛を設けること。 ・可変コンデンサの容量を遠隔制御する調整ツマミを正面パネルに設けること。また、正面パネルには「ポテンショメータの現在の回転位置」を電圧表示すること。 ・可変コンデンサ容量を制御する調整ツマミの有効または無効を切替えるスイッチを正面パネルに設けること。	・粗調用抵抗器の抵抗値を制御するロータリースイッチを、正面パネルに設けること。ロータリースイッチには、抵抗値（設定値）が明確となる目盛を設けること。 ・微調用抵抗器を遠隔制御する調整ツマミを正面パネルに設けること。また、正面パネルには「ポテンショメータの現在の回転位置」を電圧表示すること。 ・微調用抵抗器の抵抗値を制御する調整ツマミの有効または無効を切替えるスイッチを正面パネルに設けること。
---	---------	--	---