

ステアリング磁石用DCLINK型電源製作

仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

1. 目的

本件は、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。)が運用する NanoTerasu センターにおいて、施設の運営上、保守点検時や故障が発生した場合に交換して使用するためのステアリング電磁石等の小型電磁石を励磁するために用いる DCLINK 型直流電源の製作を目的とする。

2. 概要

本電源は、交流電流を直流電流に変換し、電磁石に出力する。各電磁石への出力電力は250W以下であり、出力電流の変動は全電流領域において定格電流の50ppm(pk-pk)以下に安定化する。

電源一組は、DC整流と制御機能を備えた制御ユニット(仕様範囲外)1台と、DC整流電圧をスイッチング制御して出力する複数の出力ユニットで構成される。これらは19インチラック(仕様範囲外)に設置される。

制御ユニットは、出力ユニットの動作制御と上位制御系との通信を行う。また、AC200Vを整流しDC280Vを出力する。1台の制御ユニットで、最大8台の出力ユニットを制御し、DC電力を給電する。

出力ユニットは、DC電圧をスイッチング回路でPWM制御し、出力電流を高精度で安定化する。このとき、フィードバック制御はFPGAを用いたデジタル処理にて行う。また、出力ユニットは2~3の出力数を有し、各出力間の同期した電流変更を行い、また、電流のパターン変調といった多機能を実現する。

NanoTerasuにある既存のニチコン社製の制御ユニットにて本件にて製作する出力ユニットの制御を行うため、既存の制御ユニット及び出力ユニットとの互換性をもたせること。

3. 仕様範囲

- DC-link 型直流電源 出力ユニット PS-B16a 2 台
- DC-link 型直流電源 出力ユニット PS-B5b 1 台
- DC-link 型直流電源 出力ユニット PS-B12 1 台
- DC-link 型直流電源 出力ユニット PS-U20 1 台
- DC-link 型直流電源 制御ユニット PS-Cntl 2 台

必要な材料手配、製作、試験、梱包、輸送、搬入を行うこと。

搬入後の通電試験、設置据付調整は不要(仕様範囲外)とする。

4. 本装置の使用条件

- (1) 設置建屋内の温度： 20-30 °C
- (2) 設置建屋内の湿度： 60%以下
- (3) 供給 AC 電力：
 1. 電力回路用： 三相 200V、電圧変動±5%、商用周波数 50 Hz
 2. 制御回路用： 单相 200V、電圧変動±5%、商用周波数 50 Hz

5. 一般事項

(1) 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 468-1
NanoTerasu 線型加速器棟搬入室
軒先渡し

(2) 納期

令和 8 年 3 月 26 日

(3) 提出書類

下記の書類を、指定された時期に提出すること。なお、記載する言語は日本語とする。

書類名	提出時期	部数
納入仕様書、全体工程表	契約後	文書 1 部
設計確認図 回路概略図 (信号系統、主要パラメータを記載) 外観寸法図・内部構造の概略図 配線・端子などのピンアサイン表 操作・インターロックの動作シーケンス 通信仕様の概要 フィードバック制御回路(FPGA)の設計資料及びソースコード(プロジェクト形式)	製作前	文書 1 部 電子メディア(FPGA のコード)
工場試験検査要領書	工場試験前	文書 1 部
アドレスマップ： CAN 通信及び EtherCAT 通信	工場試験前	電子データ
工場試験検査成績書	搬入時	文書 1 部
完成図書 以下の書類をファイルに綴じたもの。 ・上記の各書類 ・取扱説明書	納入時	文書 1 部
・電子データ 完成図書の各書類の PDF ファイル 図面の DXF ファイル FPGA のソースコード(プロジェクト形式にて) その他、PLC などのソースコード	納入時	電子メディア (CD や USB メモリなどの電子記録媒体)

(4) 検査条件

- ・ 本仕様書に記載した各種試験を実施し、合格すること。なお、試験前に試験検査要領書を作成して QST 職員の確認を得ること。試験結果は試験検査成績書に記載して、提出すること。
- ・ 外観検査・員数検査を行い、QST が合格と認めること。
- ・ 機器の設置、配線が本仕様書に沿って完了されたことを QST が確認し、合格すること。
- ・ 試験検査成績書、その他の提出図書の確認を行い、QST が合格と認めること。

(5) 技術打合せ

工程及び詳細設計に関する技術打合せを契約締結日から納期までの期間において少なくとも 1 回以上、QST 担当者の指示する日時、場所にて行い、受注者は 1 名以上の設計担当者（技術者）が出席すること。開催場所は日本国内の指定する場所とする。なお、打合せ時の使用言語及び用いる資料は日本語とする。

(6) 情報開示

電気回路図、制御回路図の設計情報は、完成後あるいは製作中に随時、開示し協議を行うこと。
特にインターロックの設定条件や設定値について、詳細を明記すること。ただし、開示情報は契約目的以外には使用しないものとする。

(7) 品質管理

本品の製作に係る設計・製作・試験等は、全ての工程において、以下の事項等について十分な品質管理を行うこととする。

- ① 管理体制
- ② 設計管理
- ③ 外注管理
- ④ 現地作業管理
- ⑤ 材料管理
- ⑥ 工程管理
- ⑦ 試験・検査管理
- ⑧ 不適合管理
- ⑨ 記録の保管
- ⑩ 重要度分類
- ⑪ 監査

(8) 適用法規・規格基準

本品は、放射性同位元素等規制法（RI 規制法）の適用を受ける放射線発生装置を構成するものである。従って、設計・製作・試験・据付調整等にあたっては、以下の法令、規格、基準等を適用または準用して行うこと。

- ① 放射性同位元素等規制法（RI 規制法）
- ② 労働安全衛生法
- ③ 日本工業規格（JIS）
- ④ その他受注業務に関し、適用または準用すべき全ての法令・規格・基準等

(9) 安全管理

(ア) 一般安全管理

- ① 本品の製作作業に際し綿密かつ無理のない工程を組み、材料、労働安全対策等の準備を行い、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図るものとする。
 - ② また、作業遂行上既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講ずるとともに、火災その他の事故防止に努めるものとする。
- (イ) 作業現場の安全衛生管理は、法令に従い受注者の責任において自主的に行うこと。
- (ウ) 受注者は、作業着手に先立ち QST と安全について十分に打合せを行った後着手すること。
- (エ) 受注者は、作業現場の見やすい位置に、作業責任者名及び連絡先等を表示すること。
- (オ) 作業中は、常に整理整頓を心掛ける等、安全及び衛生面に十分留意すること。
- (カ) 受注者は、本作業に使用する機器、装置の中で地震等により安全を損なう恐れのあるものについては、転倒防止策等を施すこと。

(10) 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

(11) 知的財産権

知的財産権については、知的財産権特約条項のとおりとする。

(12) グリーン購入法の推進

(a) 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）に適合する環境部品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用する。

(b) 本仕様書に定める提出図書（納入印刷物）については、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。

(13) 機密の保持

受注者は、本品の製作にあたり、QST から知り得た情報や本契約により作成された資料を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。ただし、予め QST 担当者の承諾を得た場合にはこの限りでない。

(14) 協議

本件は仕様書に基づいて行うものとし、これらに疑義が生じた場合は QST 担当者の指示に従うこと。部材や製作・施工方法、試験・測定方法、寸法や形状等は原則、仕様書に記載する方法や値を採用すること。機器構成を含む詳細については QST 担当者の指示に従うこと。不明点・変更点があれば QST 担当者の指示を仰ぎ、変更点についてはその旨文書にて記録を作成し報告・確認を得ること。

(15) 権利の帰属

本設計により製作した FPGA のソースコードの著作権は QST に属するものとする。

(16) その他

- ・ 製品の契約不適合責任について明らかになった場合、使い勝手等を含む性能が保証できるよう速やかに対処すること。
- ・ 故障発生時には、連絡後 48 時間以内に、現地において技術者が復旧作業を行える体制であること。更に、緊急の要請があった場合には、24 時間以内に技術者が現地にて復旧作業を行えるアフターサービス・メンテナンスの体制を整備すること。
- ・ 契約不適合責任内外を問わず、故障・不良等が発生した場合には、速やかな対処が可能であること。また原因、対処方法を速やかに QST 担当者に報告すること。

6. 装置仕様

(1) 電源種類、数量

制御ユニットの電力定格は、表 1 の通りとする。

表 1：制御ユニットの基本仕様

ユニット名称	機能	入力電圧	出力電圧	出力数
PS-Cntl	制御 上位通信 DC 整流	3Φ AC200V	DC280V	8ch

出力ユニットの数量、電圧・電流定格は、表 2 の通りとする。

表 2：出力ユニットの基本仕様

ユニット名称	極性	定格電流	定格電圧	出力数
PS-B5b	双極	±5A	±10V	3ch
PS-B12	双極	±12A	±20V	2ch
PS-U20	単極	20A	12V	2ch
PS-B16	双極	±16A	±8V	3ch

他、詳細な仕様値は、表 4 を参照のこと。

(2) 全体構成

(ア) 電源一組の構成概略図を図 1 に示す。制御ユニットは本件の仕様範囲外であるが全体構成概念の説明のため記載する。

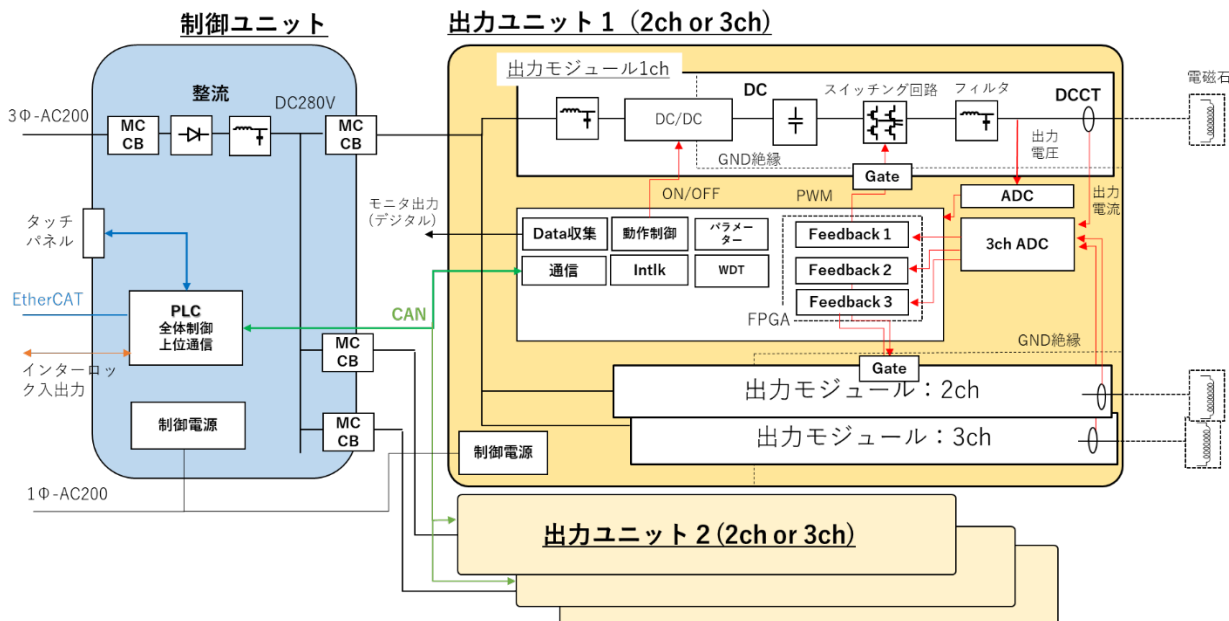


図 1：DC-link 型直流電源の構成図（参考）

(イ) 電源一組は 19 インチラック(EIA 規格)1 台に収納され、1 台の制御ユニットと複数の出力ユニット(最大 8 台)で構成される。

(ウ) 制御ユニットのタッチパネルまたは EtherCAT 通信にて、本システム全体の操作や動作制

- 御を行う。また、出力ユニットとは、CAN 通信にて動作制御及びデータの送受信を行う。
- (エ)制御ユニットは、三相 AC200V を整流し、各出力ユニットに DC280V を DC 給電する。
- (オ)各出力ユニットは、制御ユニットから DC280V を受電し DC-DC 変換により電圧を変換し、スイッチング回路の PWM 制御されたチョッパ動作により出力電流を制御する。
- (カ)出力ユニットの出力電流は、DCCT、ADC 回路にてデジタル化し、FPGA を用いたデジタルフィードバック制御にて高精度に制御される。
- (キ)負荷となる電磁石は、抵抗 $0.1 \sim 0.5 \Omega$ (ケーブルの内部抵抗を含む)、インダクタンス 50mH 以下を想定すること。
- (ク)出力ユニットの出力数は、2 または 3 チャンネルとし、各チャンネルの電流を独立して制御する。
- (ケ)各出力ユニットが動作中に、一つの出力ユニットを取り外しても、他のユニットの出力動作が継続するよう、通信システムや構造を設計すること。
- (コ)各ユニットの制御電源は単相 AC200V から作ること。ケーブルの筐体側は抜け防止のコネクタをまた受電側は C14 コネクタとする。

(3) 制御ユニットの詳細仕様

制御ユニットの詳細仕様を表 3 に示す。

表 3：制御ユニットの詳細仕様

項目	仕様値	備考
入力電力	主回路用：3 ϕ -AC200V $\pm$ 5% 制御用：1 ϕ -AC200V $\pm$ 5%	
出力電力	DC280V, 2A 8 チャンネル	
操作パネル	タッチパネル	
外部インターロック	入力：2 チャンネル 出力：2 チャンネル	出荷時はジャンパー接続
冷却方式	強制空冷	
外形形状	19 インチラック (EIA 規格) に取り付け可能 高さ 6 U 以下	
重量	50kg 以下	前後面に取手あり
通信	上位制御系に対して：EtherCAT 出力ユニットに対して：CAN 通信	

- (ア)整流部は、三相 AC200V を受電整流し、DC280V を出力する。受電容量は約 5kW とする。
- (イ)DC 出力は 8 チャンネル備え、個別に遮断器を備える。
- (ウ)全体操作は、前面のタッチパネル、または上位制御系から EtherCAT 通信により行う。
- (エ)出力ユニットとの制御通信は、CAN 通信にて行う。
- (オ)フロントパネルには、下記の機器、ポートが備わる。

- ① タッチパネル
- ② EtherCAT ポート
- ③ CAN 通信ポート
- ④ Remote/Local 切り替え (トグルスイッチなどの機械式)

- ⑤ 整流電圧表示（電力給電無しで、残留電圧の有無が分かること。）
 - ⑥ 外部インターロック入力
- (カ) リアパネルには、下記のポートが備わること。

- ① DC 出力ポート
- ② AC 電力入力ポート
- ③ 制御電力入力ポート
- ④ ブレーカー、ファンなど

(4) 出力ユニットの詳細仕様

出力ユニットの詳細仕様を表 4 に示す。

表 4：出力ユニットの詳細仕様

項目	仕様値	備考
入力	DC280V, 2A 以内	
出力	表 2 を参照のこと。	中点接地 チャンネル間絶縁
出力制御	スイッチング方式 PWM 制御	
変換効率	80%以上 (目標：85%以上)	定格出力において
力率	85%以上 (目標：90%以上)	定格出力において
スイッチング周波数	20 kHz 以上	可聴周波数より高いこと。
電流設定分解能	20 bit 以上	フルスケールに対し
電流リップル	定格電流の 50 ppm(pk-pk)以内	測定帯域 1Hz-1kHz において 全電流領域において
長時間電流安定度	定格電流の 50ppm(pk-pk)/8hour 以内	
温度係数	20 ppm/K 以下	外気温に対し
フィードバック制御	FPGA によるデジタル制御	
冷却方式	強制空冷	
外形形状	19 インチラック(EIA 規格)に取り付け可能であること。 高さ 4U 以下	
重量	50kg 以下	前後面に取手を付けること。
制御ユニットとの通信	CAN 通信	

- (ア) 極性切換などの出力モード変更時に、電流変更がシームレスに行われること。
- (イ) 入力-出力間は絶縁型とする。出力は中点接地とする。
- (ウ) 整流電圧の過電圧時は、異常を検知し出力動作を停止すること。
- (エ) 出力電流、出力電圧のモニタ値をデジタル信号にて前面に表示できること。過電流、過電圧を検知し、FPGA を介さずにゲートブロックを掛けられるようにすること。詳細は、打合せにて指示する。

(オ)出力は中点接地をすること。

(カ)制御電力は単相 AC200V にて行う。

(5) 出力ユニット PS-B16 の特記事項

出力ユニット PS-B16 が励磁する電磁石は、1 つの電磁石に複数のコイルを持ち、それぞれを別々の電源で励磁する。この場合、電磁石コアを介して電源間で相互に影響を及ぼし合うため、下記の点に注意して設計すること。

(ア)出力フィルタと電磁石の共振周波数を高くし、電源のフィードバック制御への影響を抑えること。

(イ)他の電源の電流変動時に電磁石で発生する誘導起電力から電源回路を保護できること。誘導起電力は、ピーク電圧 10V、減衰時定数 0.15s のサージ電圧波形を想定すること。

(ウ)電磁石の等価回路、電源組み合わせ等の詳細は、契約後の打合せにて提示する。

(6) フィードバック制御詳細

(ア)フィードバック制御による出力電流の定電流化は、出力電流を DCCT+ADC 回路でデジタル化し、フィードバック制御回路 (FPGA) による PWM 制御出力信号をスイッチング回路の Gate 入力とすることで行う (図 1 参照)。

(イ)フィードバック制御回路内部の FPGA 処理は、デジタルフィルタ、差分演算、比例-積分 (PI)制御、PWM 演算で構成される (図 2 参照)。内部処理の標準ソースコードは、QST より支給する。受注者は、それを基に各電源に合わせた処理コードを制作すること。

(ウ)フィードバック制御回路では、FPGA によって下記の機能を実現する。

- ① 出力操作 (ON/OFF 切換, 電流変更)
- ② 電流フィードバック制御機能 (出力電流値に応じた PWM 制御パルス幅の計算)
- ③ PWM 制御された Gate 信号出力
- ④ DCCT+ADC 回路との通信 (データ収集及び動作設定)
- ⑤ デバッグ機能 (テストピン、DAC 用出力ポートなどによる内部状態の出力)
- ⑥ 出力電流値、電圧値のデジタル信号によるモニタ出力
- ⑦ 設定パラメータの保持、書き換え機能

(エ)各処理は、処理毎にブロック化(IP 化)し、構成が明確でまた変更し易い設計とする。

(オ)PI 制御パラメータなどの基本パラメータは、制御ユニットから CAN 通信にて変更可能なものとする。

(カ)フィードバック制御のプログラムは Verilog HDL(Hardware Description Language)を用い、プログラムの概要設計資料とソースコード一式(コンパイルが可能なファイルを含むプロジェクト形式)を QST 担当者に提出し、確認を得ること。

(キ)FPGA は、200MHz 以上のクロックの周波数で動作できるものとする。

(ク)デバッグ機能として、フィードバック制御回路内のデジタル処理中の値を外部から確認できる、モニタ出力機能を備えること。

(ケ)フィードバック制御パラメータは、タッチパネルから、動作制御回路を通じて変更可能なこと。また、数種類のパラメータセットを内部メモリに保持し、パラメータ切換が容易に行えること。

(コ)フィードバック制御回路に異常が発生した場合は、Watchdog Timer(WDT)などにより外部回路にて異常検知し、出力を停止すること。

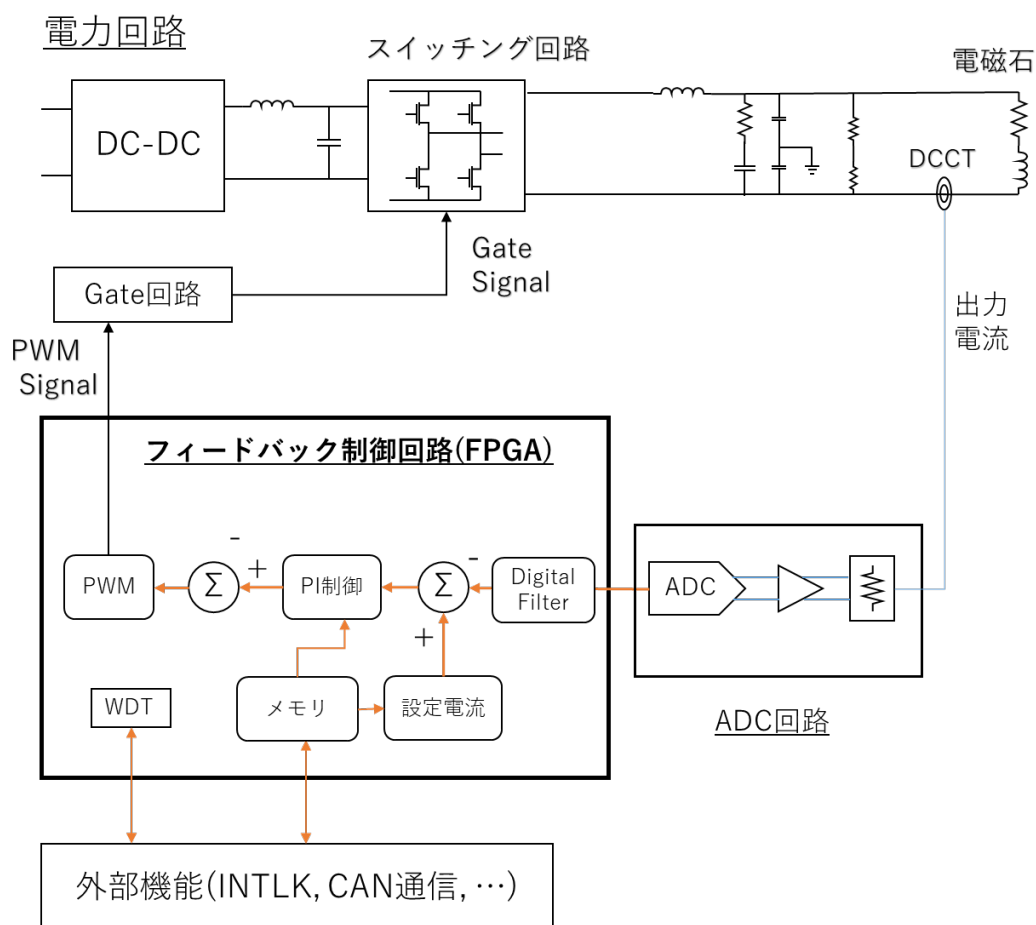


図 2：フィードバック制御回路（図中太字枠内）と周辺回路の参考ブロック図

(7) DCCTとADC回路の特記事項

- (ア) フィードバック制御用のDCCT及びADCも調達すること。
- (イ) DCCT及びADC回路の主要な仕様は、表5,6を満たすこと。

表5 DCCTの仕様

項目	仕様値	備考
定格一次電流	±200A	AC入力時
定格二次電流 (比率)	±100mA (1:2000)	
測定帯域	DC-10 kHz以上(-3dB)	温度は40℃とする。
直線性誤差	0.01%以内	定格電流に対し
オフセット誤差	3 μA以内	
供給電源	±15V, 150mA以下	
寸法	36mm×20mm×36mm	
その他	1次～2次の巻き線間で、絶縁されている構造のこと。	

表6 ADC回路の仕様

項目	仕様値	備考
チャンネル数	2または3	
入力信号レベル	±30mA(max.)	内部抵抗にて電圧変換する。
分解能	24 bit	
測定帯域	DC-8 kHz以上(-3dB)	
ノイズ	30 ppm(pk-pk)以下	測定帯域は1Hz-1kHz
温度係数	15 ppm/K以下	
サンプリングレート	40k sps以上	
寸法	150mm×250mm×20mm以内	

(8) 電流設定機能

(ア) 遠隔にて出力電流を変更する場合、上位制御系から電流の目標値を受け取り、制御ユニット内でパターン処理をしてから、そのパターンに従って各出力ユニットの電流設定値を変化させる。このとき、次の点を考慮した変更処理をすること。

(イ) 出力ユニットの2もしくは3チャンネルの電流設定値の変更タイミングは同期すること。

(ウ) 制御ユニットは、定速変更、同期変更、変調パターン変更の3つの電流変更のパターン処理を行える機能を持たせる。

① 定速変更：

単一のチャンネルを電流変更する場合は、上位から設定される電流目標値に向け、出力ユニットの電流設定値を電流設定速度（内部パラメーター）に従った速度で変更させる。

② 同期変更：

複数のチャンネルを同期して電流変更する場合は、上位から設定される、複数チャンネルの電流目標値に向け、出力ユニットの複数チャンネルの電流設定値を、同じ時間で、同じ比率で変更させる。

③ 変調パターン変更：

予め制御ユニット内に変調パターンを電流値で記載したデータを保持し、上位からの開始指令を受け、変調パターンに従って電流設定値を繰り返し変更する。パターンデータは、EtherCAT通信にて書き換える事が可能とする。なお、パターンの繰り返し周期は最長で2秒とし、周期のジッタは20ms以下(pk-pk)とする。

(9) インターロック

(ア) 内部異常・外部異常のインターロックが発報した場合は、電源は出力を停止すること。

前面パネルにインターロック表示を設けること。インターロック項目の詳細は、タッチパネルにて確認できること。

(イ) インターロック発報時は、ラッチをかけて状態保持すること。

(ウ) 制御ユニットは外部インターロック入力及び出力を、それぞれ2ch備える。入出力仕様は下記の通りとする。詳細は別途指示する。

(1) 外部入力：無電圧接点入力。DC24V(10mA)を制御ユニットから供給する。

(2) 外部出力：無電圧接点出力。DC24V(10mA)を外部から供給できるものとする。

(エ) インターロックを下記の重故障項目と軽故障項目に分けること。ただし、電源の構成により設計時に変更可能とする。

重故障:インターロック表示(赤LED)と発報を行い、出力を停止すること。停止処置として、即時停止以外は20-30秒程度でランプダウンを行い停止すること。以下が重故障項目である。

- 非常停止 (即時停止)
- 過電圧異常 (即時停止)
- 過電流異常 (即時停止)
- DC電圧異常
- FUSE断
- 内部温度異常
- 制御通信異常
- 外部インターロック

軽故障:インターロック表示(黄LED)と発報を行うこと。以下が軽故障項目である。

- 電流偏差異常：設定電流 $\pm 5\%$ 以上の電流偏差

(10) 上位通信

(ア) 上位制御機器との通信は、制御ユニットがEtherCATにて行うものとする。

(イ) 制御ユニットは上位制御系から下記の指令を受けるものとする。

- 制御ユニットの受電On/Off
- 各出力ユニットの出力On/Off
- 各出力ユニットの電流設定
- 警報等のRESET
- その他

(ウ) 制御ユニットから上位制御系へは、下記の情報を出力する。

- 各ユニットの動作状態
- 各出力ユニットの設定電流値、出力電流値、出力電圧値
- 整流電圧値
- 各種警報等のステータス
- その他、予備

(エ) 詳細は別途協議の上決定する。

(11) 設計評価

(ア) シミュレーション評価

電源のスイッチング動作、整流回路、出力フィルタ、負荷インピーダンス及びフィードバック制御を模擬した回路シミュレーションを行い、下記の評価を行うこと。なお、負荷インピーダンスは、契約後に提示する。

- ① 開ループ伝達関数を評価し、位相余裕、ゲイン余裕が十分に取れていること。
- ② 整流回路におけるACリップルを評価し、このリップルによる出力電流のリップルが50ppm(pk-pk)以内に収まるよう、フィルタ及びフィードバック制御を設計し、評価すること。

- ③ スイッチング動作による電流リップルが50ppm(pk-pk)以内に収まっていること。詳細は表4参照のこと。
- ④ 出力電流が0A付近においても、電流リップルを抑制でき、かつ極性反転がスムーズに行えるスイッチング動作を、回路シミュレーションにて評価すること。

(イ) 熱評価

スイッチング動作や抵抗部などの発熱と、また冷却機構の能力を各々評価し、部品温度が適切な温度に収まることを確認すること。発熱が大きい部品を空冷する場合は、対流シミュレーションなどで空気の流速などを評価し、適切な冷却能力を持つヒートシンクを選定すること。

(ウ) 制御ソフト設計

- ・ フィードバック制御回路は、特性パラメータや動作クロックなどを記載した動作概略ブロック図を作成すること。また、入出力信号リストを作成すること。
- ・ HDLコードを作成し、シミュレータなどで動作評価を行うこと。また、FPGA評価回路などによりFPGA単体で動作確認を行い、シミュレーション結果と比較すること。

(12) 工場試験

装置の出荷に先立ち工場において、ユニット種類毎の一台目については型式試験、全数に対して全数試験を行い、試験成績書を提出すること。又、試験詳細は別途打合せによる。

(ア) 型式試験

- ① 外観寸法試験
- ② 絶縁試験
- ③ インターロック試験
- ④ 通信・操作試験
- ⑤ 出力試験：

負荷を接続し、定格電流電圧を出力し電流値、電圧値の較正を行う。

- ⑥ 電流リップル測定：

リップル測定は、実負荷相当の定数を持った模擬負荷と組み合わせて実施し、1Hz-100kHzの周波数帯域のリップル計測を行い、仕様値を満たすことを確認すること。

- ⑦ 長時間試験：定格出力にて24時間以上の長期動作試験を行う。下記の項目を計測する。
 - 安定度計測：出力電流の変動幅が、初期ドリフトを除いて仕様値50ppm(pk-pk)/8hourを満たすことを確認すること。
 - 受電電圧変動：受電電圧を±5%変動させた場合に、出力電流の変動幅が規定値(別途指示する)以内であることを確認すること。
 - 温度変化試験：本体の雰囲気温度を±3℃以上変更し、出力電流値の温度係数が仕様範囲内であることを確認すること。
 - 内部温度測定：機器内部の主要な発熱部品などの温度を測定し、規定以下であることを確認すること。

(イ)全数試験

- ① 外観寸法試験
- ② 絶縁試験
- ③ インターロック試験
- ④ 通信・操作試験
- ⑤ 出力試験：

負荷を接続し、定格電流電圧を出力し電流値、電圧値の較正を行う。

- ⑥ 電流リップル測定：

リップル測定は、実負荷相当の定数を持った模擬負荷と組み合わせて実施し、1Hz-100kHzの周波数帯域のリップル計測を行い、仕様値を満たすことを確認すること。

- ⑦ 温度試験：

定格電流の出力時に、内部の部品に異常な発熱が無い事を確認すること。確認方法は、代表点の温度確認などでも可とする。

- ⑧ 長時間試験：

定格出力にて2時間以上の長期動作試験を行う。このとき、出力電流の変動が、初期ドリフトを除いて、規定値(別途指示する)に収まることを確認すること。

(13) 保管

製作後、搬入までの間、機器を保管すること。保管時には、空調が効いた屋内空間で保管し、結露などが無きこと。

7. 搬入、

(1) 搬入

(ア)搬入は NanoTerasu の線型加速器棟搬入室から行う。搬入室では、床上クレーン（耐荷重 20 トン）を有資格者が用いて作業することを許可する。また、ハンドリフターなどの汎用的な運搬道具は、備え付けのものを使用できるが、専用器具などは、作業者が準備すること。

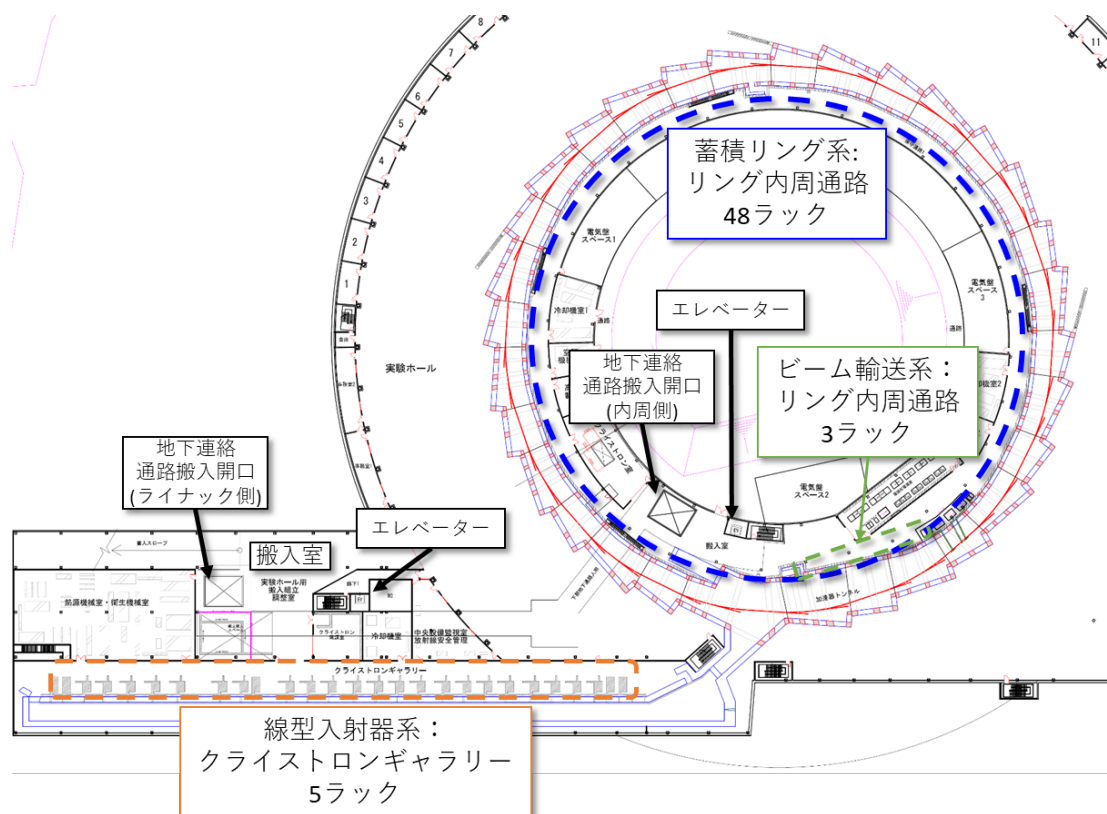


図3：電源ラックの配置箇所の概要（参考図）。蓄積リングの周長は350m程度。

(要求者)

部課室名：NanoTerasu センター

高輝度放射光研究開発部 加速器グループ

氏 名：小原 脩平