

## 仕様書

### 1. 件名

量子ビット評価・測定施設整備

### 2. 数量

1 式

### 3. 目的

本件は、次々世代コンピューティングや超高速情報通信に貢献しうる光駆動・超高速スイッチ技術の創出及び新産業創出の基盤構築を目的として、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「量研」という。）関西光量子科学研究所に、量子センサーとしての利用が期待されているダイヤモンド窒素空孔中心（以下「ダイヤモンド NV センター」という。）に代表される量子ビットの評価及び測定を行うための施設を整備するものである。

### 4. 納入期限

令和7年3月28日

### 5. 納入場所

京都府木津川市梅美台8丁目1-7

量研 関西光量子科学研究所 実験棟内の指定する場所

### 6. 納入条件

第7項（2）： 据付調整後渡し

その他： 車上渡し若しくは持ち込み渡し

### 7. 仕様・性能・員数

本施設は、レーザーシステム、光学機器、検出器及び制御システムにより構成される。ダイヤモンド NV センターの作成及び測定を可能とするため、各構成機器は以下の（0）～（6）の構成、仕様及び性能を満たすこと。

#### （0）共通事項

使用条件

- ・ 室温（20 度～30 度）
- ・ 大気中

#### （1）ダイオードレーザーシステム

: 1 式

照射光源用レーザーである。

##### （1-1）構成機器

以下、TOPTICA Photonics AG 製ダイオードレーザーシステム（相当品可）。

- ・ Ultra Compact Diode Laser, 515 nm, 150 mW (IBEAM-SMART-515-S-HP) : 1 台
- ・ iBEAM smart - pulse option (IBEAM-SMART-PO) : 1 台
- ・ Fiber Coupler for iBeam smart (SMARTDOCK) : 1 台
- ・ Fiber Patchcord, SM/PM, FC/AFC (OE-000874) : 1 本
- ・ Breadboard adapter for iBeam smart (ME-002489) : 1 台
- ・ Power supply for iBeam smart (EK-000692) : 1 台

- ・ CDRH compliant with key switch (IBEAM-SMART-SWIBOX) : 1 台
- (1-2) 性能仕様
- ・ 発振波長 : 515 nm±5 nm
  - ・ 出力 : 150 mW 以上
  - ・ ビーム径 : 1.1 mm±0.2mm
  - ・ ビーム発散角 : 0.7 mrad 以下
  - ・ M2 値 : 1.2 以下
  - ・ 空間モード : TEM00
  - ・ ポインティング安定性 : 5 μrad/K 以下
  - ・ 変調周波数 : 250 MHz 以下 (起動/終了時間 1.5 ns 以下)
  - ・ 入力電源 : 直流 12 V, 2A
  - ・ その他 : 60%以上の効率でファイバーカップリングができること。  
波長 460-640 nm のレーザー光に対応した光ファイバーが  
付属すること。光学定盤への固定治具を備えること。キース  
スイッチを備えること。
- (2) 全固体型高出力グリーンレーザーシステム : 1 式  
励起光源用レーザーである。
- (2-1) 構成機器 : 1 式  
全固体高出力グリーンレーザー (小型空冷循環式チラー含む)  
(COHERENT, INC.製 Verdi-G5 (相当品可))
- (2-2) 性能仕様
- ・ 出力 : 5W 以上 (グリーン波長出力が 5W 以上)
  - ・ 発振波長 : 532 nm±2 nm
  - ・ 光ノイズ : 0.02%以下 (周波数帯域 10Hz~100MHz 以上)
  - ・ 空間モード : TEM00
  - ・ M2 値 : 1.1 以下
  - ・ その他 : 本レーザー発振方式は、小型で信頼性の高い面発光型光励起半導体レーザー (Optically Pumped Solid-state Laser) であること。光励起による面発光型の半導体レーザーを発振媒体として横モード特性に優れた共振器であること。10~100%で出力を変動させた場合に大きな横モードの劣化が見られない共振器構造であること。
- (3) メカニカルコンポーネント : 1 式  
試料を保持、走査するためのステージ、光学部品、固定具で構成される。
- (3-1) 構成機器
- 以下、Thorlabs, Inc.製 (相当品可)。
- ・ 電動式高速 XY 走査ステージ (MLS203-1) : 2 台
  - ・ 小型 XYZ 移動ステージ (LX30/M) : 1 台
  - ・ 2チャンネルベンチトップ型 3相ブラシレス DC サーボコントローラ (BBD302) : 1 台
  - ・ 2軸 USB HID ジョイスティック (MJC2) : 1 台
  - ・ Cerna 顕微鏡ボディ (CEA1500) : 1 台
  - ・ 固定式アーム、SM2 内ネジ付き、60 mm ケージシステム対応 (CSA1002) : 3 個
  - ・ 固定式アーム、SM1 内ネジ付き、30 mm ケージシステム対応 (P/N:CSA1001) : 3 個
  - ・ タップ穴付きベース (BA4/M) : 2 個
  - ・ XY 移動マウント (CXY2) : 2 台

- ・ ネジ変換アダプタ (SM2A32) : 2 個
- ・ ブレッドボードトップ (CSA3010/M) : 1 枚

### (3-2) 仕様性能

- ・ 電動式高速 XY 走査ステージの移動距離は 110 mm×75 mm 以上であること。
- ・ 電動式高速 XY 走査ステージの移動速度は 250 mm/s 以上であること。
- ・ 電動式高速 XY 走査ステージの移動加速度は 2000 mm/s<sup>2</sup> 以上であること。
- ・ 電動式高速 XY 走査ステージの位置再現性は 0.25 μm 以下 (双方向、一方向) であること。
- ・ 電動式高速 XY 走査ステージの最小移動距離は 0.1 μm 以下であること。
- ・ 電動式高速 XY 走査ステージの絶対位置精度は 3 μm 以下であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージの移動軸は XYZ (3 軸) であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージの移動距離は各軸 25 mm 以上であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージの変位精度は 125 μrad 以下であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージの直線偏差は 10.0 μm 以下であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージの水平加重容量は 41 kg 以下であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージの垂直加重容量は 4 kg 以下であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージのベアリングタイプはクロスローラーベアリングであること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージのマイクロメーター分解能は 500 μm 以下であること。
- ・ 小型 XYZ 移動ステージのマイクロメーター移動距離は 25 mm 以上であること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラの連続出力は 2.5 A/チャンネルおよび 5 A/全チャンネルであること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラの瞬間出力は 4.0 A/チャンネルおよび 5 A/全チャンネルであること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラのパルス幅変調周波数は 40 kHz (PWM 周波数) であること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラの動作モードは 位置制御および速度制御であること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラの制御方式は 16 ビットデジタル PID ループ制御であること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラの位置制御は 32 ビットであること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラの位置検出はエンコーダ方式であること。
- ・ 2 チャンネルベンチトップ型 3 相ブラシレス DC サーボコントローラのエンコーダ帯域は 2.5 MHz であること。
- ・ 2 軸 USB HID ジョイスティックの位置分解能は 8 ビットであること。
- ・ 2 軸 USB HID ジョイスティックの入力電力は直流 5 V (100 mA 以下) であること。
- ・ 2 軸 USB HID ジョイスティックの接続方式は USB タイプ A であること。
- ・ Cerna 顕微鏡ボディのレール高さは 500 mm 以上であること。
- ・ Cerna 顕微鏡ボディに落射照明用アームが付属すること。
- ・ Cerna 顕微鏡ボディのボディと D1N 溝間距離は 196.5 mm 以上であること。
- ・ Cerna 顕微鏡ボディの底部に 60 mm ケージシステム用#4-40 タップ穴が 4 つ付くこと。
- ・ Cerna 顕微鏡ボディの基部に M6 ザグリ穴が付くこと。
- ・ 固定式アーム、SM2 内ネジ付き、60 mm ケージシステム対応の光学ポート位置は顕微鏡ボディから 196.5 mm 以上であること。
- ・ 固定式アーム、SM2 内ネジ付き、60 mm ケージシステム対応に 60 mm ケージシステムロッド用タップ穴が 4 つ付くこと。

- ・ 固定式アーム、SM2 内ネジ付き、60 mm ケージシステム対応は 95 mm のアリ溝式クランプにより顕微鏡ボディに接続可能であること。
- ・ 固定式アーム、SM1 内ネジ付き、30 mm ケージシステム対応の光学ポート位置は顕微鏡ボディから 196.5 mm 以上であること。
- ・ 固定式アーム、SM1 内ネジ付き、30 mm ケージシステム対応に 30 mm ケージシステムロッド用タップ穴が 4 つ付くこと。
- ・ 固定式アーム、SM1 内ネジ付き、30 mm ケージシステム対応は 95 mm のアリ溝式クランプにより顕微鏡ボディに接続可能であること。
- ・ タップ穴付きベースのスロット穴形状は直線タイプであること。
- ・ タップ穴付きベースのスロット穴長さは 56.0 mm 以上であること。
- ・ タップ穴付きベースのカウンターボアード穴は M6×9 であること。
- ・ タップ穴付きベースのネジ穴は M6×10 および M4×6 であること。
- ・ タップ穴付きベースのベースサイズは 75 mm (W)×125 mm (L)×10 mm (H)であること。
- ・ XY 移動マウントは直径 50 mm～50.8 mm、厚さ 15.0 mm までの光学素子に対応していること。
- ・ XY 移動マウントの移動距離は回転せずに±2 mm の X および Y 方向の移動が可能であること。
- ・ ネジ変換アダプタは SM2 外ネジおよび RMS 内ネジに対応していること。
- ・ ブレッドボードトップのサイズは 450.0 mm (L)×116.8 mm (W)×12.7 mm (H)以上であること。
- ・ ブレッドボードトップの取り付け穴は M6、25 mm 間隔、89 穴であること。
- ・ ブレッドボードトップは D1N オス型 Dovetail を備えていること。

(4) 空間光位相変調システム : 1 台  
 レーザー光の位相を変調する反射型の空間光位相変調機である。

(4-1) 構成機器

- ・ 空間光位相変調器 (浜松ホトニクス(株)製 LCOS-SLM X15213-02R (相当品可)) : 1 台

(4-2) 仕様性能

- ・ 画素ピッチ : 12.5 μm
- ・ 入力信号 : DVI-D / USB-B (2.0 High-speed)
- ・ DVI 信号フォーマット : SXGA (1280 x 1024 pixels)
- ・ DVI フレームレート : 60 Hz
- ・ 入力信号諧調数 : 256 (8 bits) levels
- ・ 有効画素数 : 1272 × 1024 pixels
- ・ 有効エリアサイズ : 15.9 x 12.8 mm
- ・ 空間解像度 : 40 lp/mm (max.)
- ・ 開口率 : 96.8 %
- ・ 上昇時間 : 33 ms
- ・ 下降時間 : 85 ms
- ・ 対応波長域 : 800 nm±50 nm
- ・ 光利用効率 : 97 %
- ・ 測定条件 : 785 nm
- ・ その他 : 水冷機能を有すること

(5) レーザー強度計測システム : 1 式  
 レーザー光の強度を計測する検出器である。

(5-1) 構成機器

以下、VIGO Photonics S.A.製（相当品可）。

- ・ デテクタ (PVM-2TE-10.6-2x2-TO8-wZnSeAR-70) : 1 台
- ・ ファン付き増幅器 (MIP-DC-250M-F-M4) : 1 台
- ・ 温度コントローラ (PTCC-01-BAS) : 1 台
- ・ シグナルケーブル (SMA-BNC signal output cable) : 1 台

(5-2) 性能仕様

- ・ 検出器構成物質 : HgCdTe 結晶
- ・ 検出波長 : 2.0-12.0  $\mu\text{m}$  (最適波長 : 10.6  $\mu\text{m}$ )
- ・ 時間定数 : 4 ns 以下
- ・ 有効面積 : 2 mm  $\times$  2 mm
- ・ 窓材 : wZnSeAR
- ・ 増幅器周波数帯域 : 直流 (Low cut-off)、250 MHz 以上 (High cut-off)
- ・ 温度制御安定性 :  $\pm 0.01$  K
- ・ 温度制御範囲 : -20 度~70 度 (周辺温度 5 度~45 度)
- ・ ケーブル : SMA-BNC 変換ケーブル

(6) PXI 制御システム及び制御ソフトウェア : 1 式

量子ビットの評価及び測定のための機器を制御するシステムとソフトウェアである。

(6-1) 構成機器

以下、National Instruments Co.製（相当品可）。

- ・ PXIe-1071、4 スロット 3U PXI Express シャーシ (781368-01) : 1 台
- ・ PXIe-8862、2.6 GHz 8 コア i7 コントローラ (787567-01) : 1 台
- ・ PXIe-6341、X シリーズ DAQ、16 AI、24 DIO、2 AO (781052-01) : 1 本
- ・ PXIe-5160、PXI オシロスコープ、500 MHz、2.5 GS/s、4 チャンネル (782621-03) : 1 台
- ・ SMB メス $\leftrightarrow$ BNC オスケーブル (778827-01) : 5 本
- ・ 電源コード、125 V、15 A (763634-01) : 1 本
- ・ BNC-2110 ノイズ除去、シールド BNC 端子台 (777643-01) : 1 本
- ・ SHC68-68-EPM、シールドケーブル (192061-01) : 1 本
- ・ LabVIEW デバッグデプロイメントライセンス (781866-35) : 1 式

以下グラフィカルデザインラボ製（相当品可）

- ・ PXI Digitizer Control Software (DG001-01) : 1 式

(6-2) 性能仕様

- ・ PXI Express シャーシは 4 つ以上の PXIe スロットを有すること。
- ・ PXI Express シャーシは 3 GB/s 以上のシステム帯域幅を有すること。
- ・ PXI Express シャーシは 38W 以上のスロット冷却能力を有すること。
- ・ PXIe コントローラは Intel Core i7 と同等以上の CPU を有すること。
- ・ PXIe コントローラは 16GB/s 以上のコントローラ帯域幅を有すること。
- ・ PXIe コントローラは 512GB 以上のハードドライブ容量を有すること。
- ・ PXIe コントローラは 2 $\times$ 16GB 以上の RAM を搭載すること。
- ・ PXIe データ収集システムは 500 kS/s 以上のサンプリングレートを有すること。
- ・ PXIe データ収集システムは 16 ビット以上のアナログ入力分解能を有すること。
- ・ PXIe データ収集システムは 900 kS/s 以上の更新レートを有すること。
- ・ PXIe オシロスコープは 2.5GB/s 以上のサンプリングレートを有すること。
- ・ PXIe オシロスコープは 4 つ以上のアナログ入力チャンネルを有すること。
- ・ PXIe オシロスコープは 500MHz (50  $\Omega$ ) 以上の帯域を有すること。

- ・ PXIe オシロスコープは 10 ビット以上のアナログ入力分解能を有すること。
- ・ 変換ケーブルは SMB メスと BNC オスの変換ができること。
- ・ 電源ケーブルは、当該システムに対応するものであること。
- ・ BNC 端子台はノイズ除去シールドが施されていること。
- ・ 通信ケーブルはシールドケーブルであること。
- ・ プログラム開発ソフトは作成したアプリケーションの問題が解決できるデバッグおよびデプロイメントライセンスであること。
- ・ プログラム開発ソフトは直感的なグラフィカルプログラミングソフトであること。
- ・ プログラム開発ソフトはカスタムユーザーインターフェースの作成が可能であること。
- ・ プログラム開発ソフトは信号調節、フィルタリング、ウィンドウイング等の信号処理機能を有すること。
- ・ プログラム開発ソフトは基礎数学、確率と統計、線形代数、カーブフィットなどの数式処理の機能を有すること。
- ・ プログラム開発ソフトはファイルの読み取りと書き込み、ネットワーク通信といったデータの読み書きと共有の機能を有すること。
- ・ 制御ソフトウェアはプログラム開発ソフト（National Instruments 製 LabVIEW デバッグデプロイメントライセンス相当品）上で動作し、ソースコードを修正、変更することが可能であること。
- ・ 制御ソフトウェアは PXIe オシロスコープを用いたデータ収録に対応していること。
- ・ 制御ソフトウェアは PXIe オシロスコープを用いて 1  $\mu$ s 間隔のトリガー入力に対してデータ収録が可能であること。
- ・ 制御ソフトウェアは PXIe データ収集システムによる外部機器の制御に対応していること。
- ・ 制御ソフトウェアは PXIe データ収集システムから外部機器に対して最高 1 MHz のパルス出力が可能であること。
- ・ 制御ソフトウェアは PXIe データ収集システムから 2 ch のアナログ電圧信号による外部機器の XY 走査制御が可能であること。

## 8. 提出図書

図 書 名	提 出 時 期	部数	確認
取扱説明書	納入時	1 部	要：納品時
性能証明書	納入時	2 部	要：納品時
その他必要な書類	都度		

(提出場所)

量研 関西光量子科学研究所

量子応用光学研究部 X 線超微細加工技術研究プロジェクト

## 9. 検査条件

第 6 項に示す納入条件により第 5 項に示す場所に納入し、以下の検査の合格及び第 8 項に示す提出図書の完納をもって検査合格とする。

- (1) 外観検査：目視による外観および性能上有害と認められる傷や変形、割れ等の欠陥がない

こと。

- (2) 員数検査：第7項に示す機器（付属品含む）の員数に過不足がないこと。
- (3) 性能検査：性能証明書の確認及び納入、設置後に正常に動作することを確認すること。

#### 1 0. 適用法規・規格基準

本契約に関する機器の製造・搬入・検査・据付調整等にあたっては、国内外の関係法令、規格、基準等を適用または準用して行うこと。

#### 1 1. 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）に適合する環境物品（事務用品、OA 機器等）の採用が可能な場合は、これを採用するものとする。
- (2) 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。

#### 1 2. 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、量研と協議のうえ、その決定に従うものとする。

(要求者)

部課（室）名：関西光量子科学研究所 量子応用光学研究部  
X線超微細加工技術研究プロジェクト  
氏 名：石野 雅彦