仕様書

Ⅰ　一般仕様

1．件名

電子線 RT 照射用チェンバーの製作

2．目的

電子線照射ダイヤモンド中に窒素－空孔（NV）センター形成を高効率・高濃度・高輝度にて安定的形成させるための室温（RT）照射用電子線照射チェンバーを製作する。

3．業務内容

（1）電子線 RT 照射用チェンバーの製作　　1 式

4．納入期限

令和 9 年 3 月 26 日(金)

5．納入場所

群馬県高崎市綿貫町 1233
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
高崎量子技術基盤研究所　1 号加速器棟 1F 105 実験室

6．納入条件

持込渡し

7．検査条件

5. に示す納入場所に納入し、員数検査、外観検査及び 9 項の提出書類の確認をもって検査とする。

8. 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。

9. 提出図書

図　書　名	提　出　時　期	部数	確認
確認図	製作着手前	2 部	要
完成図	納入時	2 部	不要

（提出場所）

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構　高崎量子技術基盤研究所
量子機能創製研究センター　材料科学研究棟 2 階　201 室

10. 品質管理

本設備の制作に係る設計・製作・据付け等は、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

11. 適用法規・規格基準

（1）労働安全衛生法
（2）日本工業規格（ＪＩＳ）
（3）その他受注業務に関し、適用又は準用すべき全ての法令・規格・基準等

12. 安全管理

(1)一般安全管理

①作業計画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。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。

②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。

13. 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。

14. 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、当機構担当者と協議のうえ、その決定に従うものとする。

II　技術仕様

1．一般事項　　電子線 RT 照射用チェンバーの製作

Cu 冷却板、SUS カバー、および水冷冷却板で構成される電子線照射用チェンバーである。

2．各部仕様

ダイヤモンドに NV センター形成させるため、ダイヤモンドを銅（Cu）冷却板（水冷式）の照射台の上にセットし、電子線照射を実施している。より安定的に電子線照射を進めるため照射チェンバーをアルゴンフロータイプ（恒温槽のような構造）の装置を製作する。

（1）構成図

図 1, 2, 3 に概要を示す。基本構造としては、Cu 冷却板の上に SUS 製のカバーを被せ、その SUS 製カバー上部から直接電子線を照射する構成とする。電子線照射時の熱融解を防ぐため、チェンバー上方に水冷冷却板（図中では縮小して記載）を覆いかぶせる構造であり、Cu 冷却板、SUS カバー、および水冷冷却板の 3 点を製作するものとする。

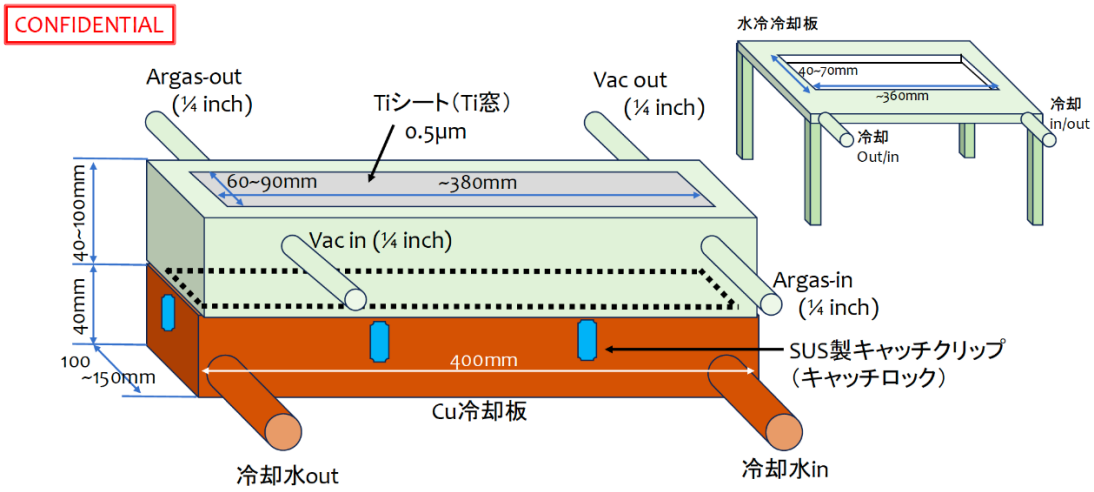

図 1：電子線 RT 照射用チェンバー全体概要図

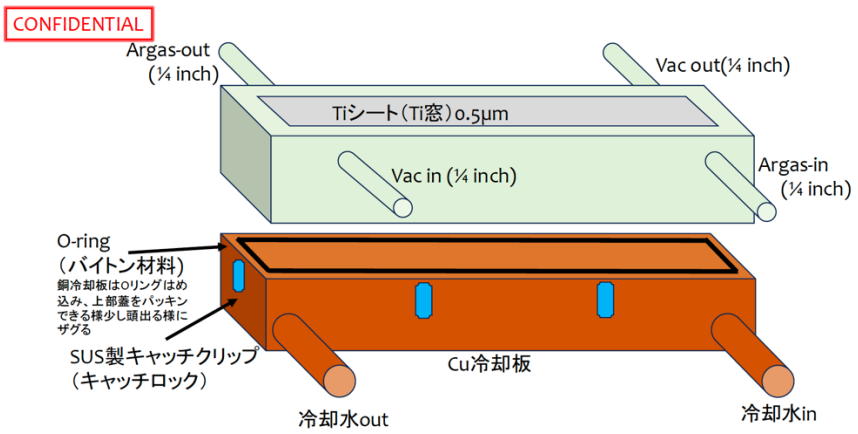

図 2 ：電子線 RT 照射用チェンバー概要図（カバーを外した状態）

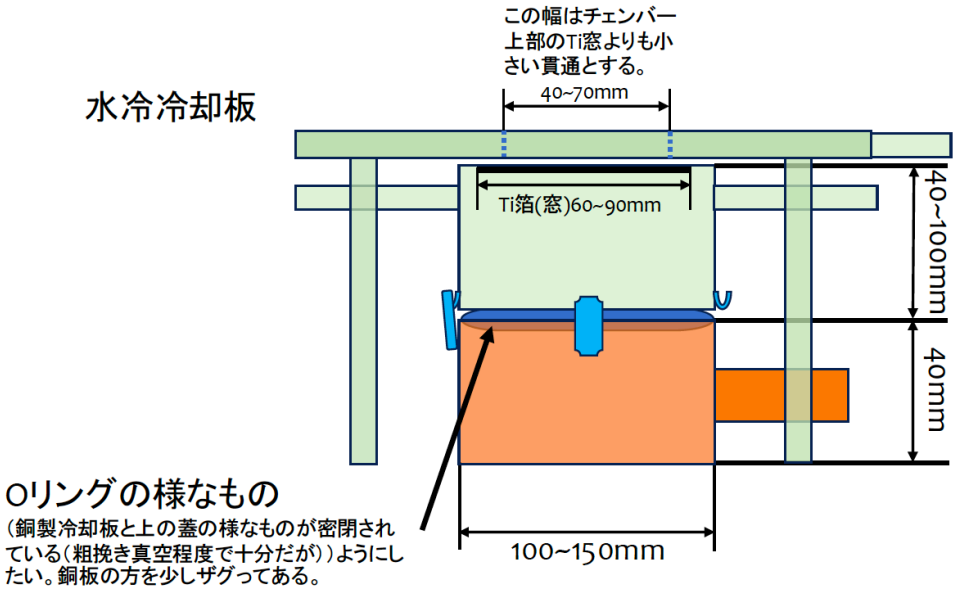

図 3 ：電子線 RT 照射用チェンバー概要図（側面図）

（2）機器仕様

Cu 冷却板、SUS カバー、および水冷冷却板について、それぞれ製作上の仕様を記す。

1. Cu 冷却板

a) 材質は無酸素銅（OFC）C1020 を使用し、本体寸法は 400 mm x 100~150 mm x 40 mm とする。幅については打ち合わせ等を実施し、確認図により決定する。

b) 冷却板を水冷するため SUS304 製ダクトを両端側に取り付けること。またその際、ダクトの水冷取り合い点については QST 高崎研　1 号電子線加速器施設に敷設してある水冷系のダクトコネクタと同型サイズのカプラ（4 P-A, SUS304 製）でオスタイプのものとすること。

c)冷却板と水冷ダクト(in/out)の接続については、従来のねじ込み構造およびシールテープ(PTFE)による水封処理は、環境中の放射線照射によるシール材の脆化・分解リスクがあるため使用不可とする。本冷却板では、真空雰囲気下での電子ビーム溶接を用いて銅と SUS304 を金属接合し、完全な水封性および所定の構造強度を確保すること。銅管と SUS304 パイプの接合部は、機械的強度を保持するための「差込みインロー構造」とねじ込み構造を複合化する。また、水密性を確保するため、溶接部全周にわたり密閉溶接ビードを形成すること。溶接全周にわたり、ブローホール、クラック（割れ）、アンダーカット等の欠陥がないこと。

d) SUS カバーを取り付けて Ar ガス置換のために真空粗引きを実施する。その際の粗引きとその後の Ar ガスフローにて Cu 冷却板と SUS カバーを設置する場合の接触面は例えば O リング等を用いて（O リングを用いる場合の材質はバイトンとする）内部を密閉するための機構とすること。

e) d)の Cu 冷却板と SUS カバーを固定するため、Cu 冷却板側にクイックキャッチクリップのようなもので、容易に固定・脱着が可能な機構とすること。

f) 本チェンバーは QST 高崎研が保有する SUS 水冷板の上に置いて電子線照射を実施できるように、SUS 水冷板と本電子線 RT 照射用チェンバーが振動等で動いたりずれたりしないように、Cu 冷却板と SUS 水冷板を固定できるような機構とすること。

2. SUS カバー

a) SUS カバーは材質 SUS304 とし、Cu 冷却板の上に乗せて冷却板とカバー内部は Ar ガス雰囲気中（Ar ガスフロー）としながら電子線照射を実施できるような機構とすること。SUS カバーには Ar ガスフローをするためのダクト(in/out：いずれも 1/4inch, SUS304)を設置し、QST 高崎研　1 号電子線加速器施設から得られる Ar ガスパイプの取り合い点は 1/4inch オスコネクターとすること。

b) Ar ガス置換のために SUS カバーを取り付けた状態で、真空引き（粗引き）を行う。そのためのダクト(in/out)を Ar ガスフロー系と同様に 1/4inch, SUS304 を使用し、真空系との接続取り合い点は a)と同様に 1/4inch オスコネクターとすること。

c) SUS カバーは、真空の粗引きをした後、Ar ガス置換を実施し、若干加圧気味な状態で電子線照射を実施できるような構造・材質・厚みとすること。

d) 上部は Ti シート(0.5 μm 厚)を照射窓として取り付ける。照射窓としてのサイズは図 1 の通りで 60 ~ 90 mm x ~340 mm とする。Ti シートは消耗品であるため、使用状況によりシートの交換ができるような機構とすること。また真空粗引きならびに Ar 置換後の若干の加圧状態に耐えられるような取付構造（厚みや大きさ（容積）など）とすること。

e) 真空粗引きならびに Ar ガスフロー状態で加圧気味な状況でも SUS カバーと Cu 冷却板との接続面等から漏れのないような構造とすること。

f) SUS カバーを Cu 冷却板から脱着する作業を実施するので、脱着が容易であることと、SUS カバー重量を著しく重くしないこと。

3. 水冷冷却板

a) SUS カバーの上に冷却板を乗せるが、その際に冷却板のツバはカバー側面に取り付けてある真空系ダクトならびに Ar フロー系ダクトのコネクタ部分が上部からみた際に露出しないようにすること（上部から下部へ電子線が照射されるので、その電子線が水冷冷却板からはみ出た部分（露出）が照射されないようにするため）。

b) 冷却系の in/out ダクトは施設が供給する水冷系の水量、水圧を維持した状態で冷却板へ供給するので、ダクトサイズは概ね内径 ϕ14.3 mm, 外径 ϕ21.7 mm の SUS ダクトとし、QST 高崎研 1 号電子線加速器施設冷却系との接続は 1. Cu 冷却板の b)に記述したものと同等かつ同サイズのカプラ（4 P-A, SUS304 製）でオスタイプのものとすること。

c) 本電子線 RT 照射用チェンバーの上にカバーする構造としているため、電子線照射エリア部分は水冷機構から外して空間を開けておくこと。その際のサイズはチェンバーSUS カバー上部に取り付けてある Ti シートの照射窓サイズよりも若干狭いエリアとすること。

d) RT 照射用チェンバーの上に覆うように乗せるため、チェンバー側の Ti シート照射窓と水冷冷却板の照射エリア枠との位置がずれないよう、チェンバーと冷却板を位置決めできる機構とすること。

e) 水漏れのない構造とすること。

f) QST 高崎研　1 号電子線加速器施設側冷却水系を水冷冷却板に取り付けた際、施設側の水冷系

ダクトの重量がコネクター接続することで、水冷冷却板がその重みで傾いたり、水平が保てないという様なことにならない機構とすること

（要求者）
部課（室）名: 高崎量子応用研究所 量子機能創製研究センター
量子材料機能化グループ
氏　　名　：　阿部　浩之