

ボロニゼーション設備の機器配管系統の設計 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
炉工学基盤研究開発部 本体開発グループ

目 次

第一章	一般仕様	2
1.	件名	2
2.	目的	2
3.	業務範囲	2
4.	納期期限	2
5.	検査条件	2
6.	保証	2
7.	契約不適合責任	2
8.	提出図書	2
9.	貸与品	3
10.	データの開示	3
11.	適用法規・規格・基準	3
12.	機密保持	3
13.	管理事項	3
13.1	一般管理事項	3
13.2	自主管理事項	3
14.	安全管理	4
14.1	一般安全管理	4
14.2	放射線管理	4
15.	技術情報及び成果公開	4
15.1	技術情報の開示制限	4
15.2	成果の公開	4
16.	協議	4
17.	グリーン購入法の推進	4
18.	軽微な変更	4
第二章	技術仕様	5
1.	一般事項	5
2.	作業内容	5
3.	設計条件	5
3.1	基本条件	5
3.2	設備概要	6
3.3	ジボランガス供給系	6
3.4	ジボランガス専用排気系	7
3.5	ジボランガス除害系	7
3.6	制御系	7
3.7	ユーティリティ	7
4.	運転モード	9
4.1	ボロニゼーション	9
4.2	供給ラインのジボラン真空置換	9
4.3	供給ラインの窒素パージ	9
4.4	排気ラインの窒素パージ	9
5.	その他	9

第一章 一般仕様

1. 件名

ボロニゼーション設備の機器配管系統の設計

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。）は、幅広いアプローチ活動の一環として実施されるサテライト・トカマク計画において、JT-60SA のプラズマ加熱実験運転に向けたその場ボロン化処理（以下「ボロニゼーション」という。）設備の整備を計画している。本件は、本体機器整備準備の一環として、ボロニゼーション設備の機器配管系統の設計を実施するものである。

3. 業務範囲

本作業における作業範囲を示す。

- (1) 配管機器系統の設計
- (2) 図書作成

4. 納期期限

令和 9 年 2 月 26 日(金)

5. 検査条件

本仕様書に定めるところに従って作業が実施され、第一章 8 項に示す提出図書の内容が第二章に定める技術仕様を満足していること並びに第一章 9 項に示す貸与品の返却を QST が確認した時をもって検査合格とする。

6. 保証

第二章 技術仕様に定める内容を満足する設計を保証すること。

7. 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。

8. 提出図書

下表に示す提出図書を提出時期までに提出すること。

書類名	提出時期	部数	確認
工程表	契約後速やかに	3 部	要
社内体制表	契約後速やかに	3 部	要
作業報告書※1	令和 9 年 2 月上旬を目途に	(1)報告書及び図面を印刷物にて 納入すること。3 部 (2)電子データ 1 式	要
打合わせ議事録	打合せ後、5 営業日以内に提出	電子データ 1 式	要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始 2 週間前まで ※下請負等がある場合に提出。	1 部	要
外国人来訪者票 (QST 指定様式)	入構の 2 週間前まで ※外国籍の者又は日本国籍で非居住の者の入構がある場合に提出。	電子データ 1 式	要
その他	その都度（詳細は別途協議）		

※1 作業報告書は、機器配管系統図、機器リスト等からなる

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所
炉工学基盤研究開発部 本体開発グループ

(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。当該期限までに確認を完了し、受理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、受理したものとする。

ただし、「再委託承諾願」は、QST の確認後、書面にて回答するものとする。「外国人来訪者票」は QST の確認後、入構可否を電子メールで通知するものとする。

(提出方法)

提出媒体が「電子データ」となっている提出書類については、電子メール又は契約後に QST が提示するオンラインストレージにより、電子データを 1 式提出すること。

9. 貸与品

貸与品については、契約条項のとおりとする。なお、QST が貸与品の所在等の確認を求めた場合には、受注者はこれに協力するものとし、紛失等の異常時には速やかに報告することとする。

- (1) 現地調査を実施する場合等に、管理区域内に立ち入るための作業服等は無償で貸与する。
貸与時期・場所は QST と協議を行い、決定に従うこととする。
- (2) 本作業に関する図書やデータは貸与する。ただし、厳重な管理の下、取扱いに注意し、作業完了後は速やかに返却すること。また、契約目的以外に使用してはならない。

10. データの開示

本作業内で必要な範囲において、JT-60SA 設備に関する 3D-CAD データ (CATIA) ファイルを開示する。また、必要に応じて設計検討資料、建屋図面、既存電気設備、クレーン設備等の情報を開示する。

11. 適用法規・規格・基準

受注者は、本件業務の全ての工程において、以下に示す法規・規格基準等を適用又は準用すること。

- (1) 労働安全衛生法
- (2) 労働基準法
- (3) 日本産業規格 (JIS)
- (4) 高圧ガス保安法
- (5) QST 内諸規程、規則、JT-60 施設管理要領及びこれに基づき制定した各種要領
- (6) その他本件業務に関し、適用又は準用すべき全ての法令、規格及び基準等

12. 機密保持

受注者は、本業務の実施に当たり、知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請け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。

13. 管理事項

13.1 一般管理事項

- ・受注者は設計着手前に工程表等を作成し、QST の確認を受けること。

13.2 自主管理事項

- ・受注者は製品の品質を確保するための一切の手段を自主管理すること。
- ・受注者は自主管理に必要な事項についての社内検査を行うこと。

14. 安全管理

14.1 一般安全管理

- ・異常事態等が発生した場合、QST の指示に従い行動すること。
- ・平常時においても、QST が安全確保のために指示を行った場合は、それに従うこと。

14.2 放射線管理

- ・管理区域内に立ち入る場合は、QST が定める規定及び手引きを遵守すること。
- ・放射線の管理や異常時の対策等は QST の指示に従うこと。

15. 技術情報及び成果公開

本契約に関して発生する技術情報及び成果公開の取扱いは以下によるものとする。

15.1 技術情報の開示制限

受注者は、本契約を実施することによって得た技術情報を第三者に開示しようとするときは、あらかじめ書面による QST の承認を得ること。QST が、本契約に関しその目的を達成するために受注者の保有する技術情報を了知する必要がある場合は、QST と受注者との協議の上、受注者は当該技術情報を無償で QST に提供すること。

15.2 成果の公開

受注者は、本契約に基づく業務の内容及び成果について、発表若しくは公開し、又は特定の第三者に提供しようとするときは、あらかじめ書面による QST の承認を得ること。

16. 協議

- ・本仕様に記載されている、及び、記載されていない事項について疑義が生じた場合、QST と協議のうえ、その決定に従うこと。
- ・受注者は、QST の担当者と緊密な連絡をとりつつ設計作業を行うこと。設計過程において、QST が経過報告を求めた場合には報告を行うこと。
- ・明らかに要求事項が満足できないと判明した場合、あるいは設計等仕様に矛盾があると判明した場合には、QST と受注者間で協議する。解決が困難な場合には、QST の決定、指示に従うこと。

17. グリーン購入法の推進

- ・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、これを採用すること。
- ・本仕様に定める提出書類（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。

18. 軽微な変更

設計過程において、設計変更する等の軽微なもの、又は、仕様書等に記載なき内容においては、QST と協議した上で、受注者の責任において誠実に対応すること。また、QST は受注者との合意のもと、軽微な（工期、積算に影響がない程度の）変更を行う場合がある。

第二章 技術仕様

1. 一般事項

JT-60SA ボロニゼーション設備は、JT-60SA 真空容器内にジボランガスを注入すると共に、ジボランガス専用排気系で安全に排気するための設備である。既設のグロー放電設備と合わせて運転することで、真空状態の真空容器内でジボランを分解して、真空容器内壁にボロン膜を蒸着する。ボロン膜を形成する際に真空容器内に残留する酸素を固定化することで、プラズマ中に不純物として混入する酸素の低減を図るものである。

2. 作業内容

以下に示す設計検討作業を行い、結果を報告すること。また、関係する法令、特に高圧ガス保安法及び関連法令の技術上の基準を満たすように、設計を行うこと。

(1) 配管機器系統の設計

- ・ 本仕様書に記載の設計条件のもと、配管機器系統の設計を行うこと。
第二章 3 項に示す概略系統図を参考にして、第二章 4 項に示す操作が可能となるように配管機器とバルブ構成を設計すること。
- ・ 仕様書に記載されたものと異なる機器構成や仕様・操作方法の方が有効である場合は、QST と協議の上、判断するものとする。

(2) 図書作成

上記作業に伴う図書を作成し、提出すること。

- ・ 作業報告書(機器配管系統図、機器リスト等からなる)

3. 設計条件

設計は、以下に示す JT-60SA ボロニゼーション設備の基本条件、概略系統図、運転操作をもとに行うこと。

3.1 基本条件

使用ガス	： ジボラン(10%ジボラン、90%ヘリウム希釈)、 ヘリウム(グロー放電用) 窒素(希釈及び置換用不活性ガス)
圧力	： 大気圧以下(消費設備内)
温度条件	： 常温

3.2 設備概要

ボロニゼーション設備は、ジボランガス供給系、ジボランガス専用排気系及びジボランガス除害系（以下「供給系」「排気系」「除害系」という。）並びにこれらを動作させるための圧空系、電源系、制御系から構成される。図 3.2-1 に概略系統図を示す。

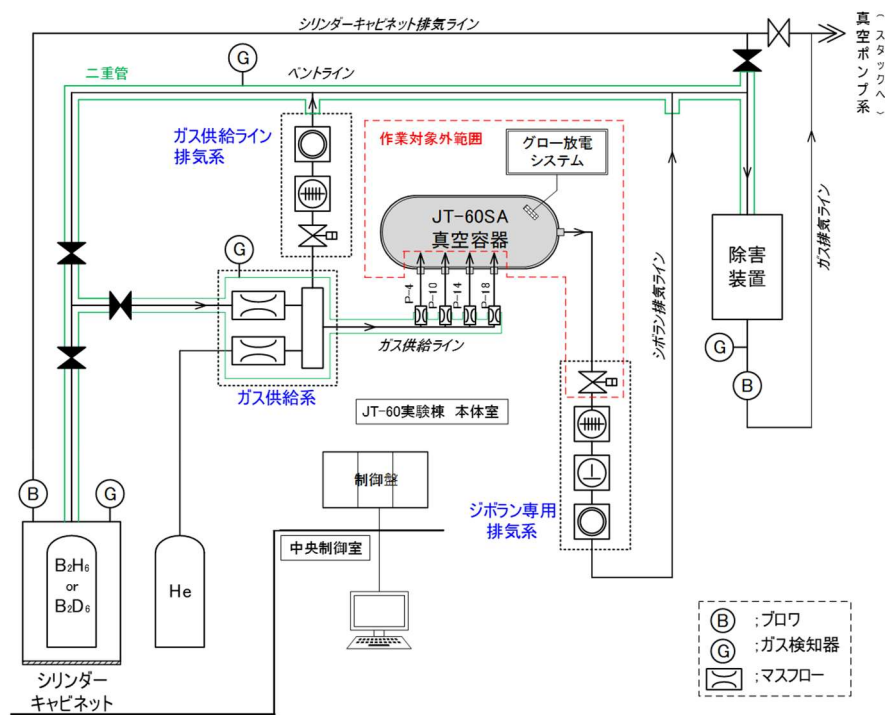


図 3.2-1 JT-60SA その場ボロン化処理設備の概略系統図

3.3 ジボランガス供給系

高圧ガス容器からジボランガスを真空容器内に供給する系統である。ジボランガス及びヘリウムガスの高圧ガス容器を収納するシリンダーキャビネット、ガス圧力を制御する圧力制御弁、真空容器内に注入するガスの量を直接制御するマスフローコントローラ等で構成される。これらの機器を接続する配管は、二重配管とし、ジボランガスの漏洩を防止する。

機器	個数	仕様等
シリンダーキャビネット	1 台	ジボラン、ガスボンベ 2 本立て仕様。 (ジボラン 10%+ヘリウム 90%)×1 本、ヘリウム×1 本
ガス圧力制御弁	1 台	
マスフローコントローラ	※	※個数及び詳細仕様は別途、下表に示す。
ガス混合器	1 台	
置換用真空ポンプ	一式	TMP（ターボ分子ポンプ）及び DRP（ドライ真空ポンプ）
圧空駆動式バルブ	必要量	
手動バルブ	必要量	
配管	必要量	

マスフローコントローラ詳細仕様

MFC	個数	定格流量	最大流量	備考
ジボラン+ヘリウム用(混合前)	1 台	250 SCCM	1000 SCCM	混合器前に設置
ヘリウム(混合前)	1 台	250 SCCM	1000 SCCM	
ジボラン+ヘリウム用(混合後)	4 台	125 SCCM	500 SCCM	各供給ポートの手前に設置

3.4 ジボランガス専用排気系

ジボランガス専用排気系は、真空容器に既設されている真空排気設備真空容器排気系 D 系統マニフォールドから分岐して接続する。D 系統マニフォールドには圧空作動式ゲートバルブ GV100B が設置されており、GV100B 下部に専用排気系を接続する。専用排気系の下流には除害装置及び配管を整備し、排気先はさらに下流のスタックラインへ接続する。

真空ポンプは、真空容器内の容積約 300m³ を真空排気するのに十分な能力を有するものとし、以下の構成等とする。

- 1) ターボ分子ポンプ(TMP)
排気速度：3200 L/s(N₂)以上 (SHIMADZU 製 TMP-3304LM 相当)
- 2) メカニカルブースターポンプ(MBP)
排気速度：500 m³/h 以上 (ULVAC 製 PRC-006A 相当)
- 3) ドライ真空ポンプ(DRP)
排気速度：100 m³/h 以上 (ULVAC 製 GR90A 相当)

3.5 ジボランガス除害系

除害系は、供給系及び排気系から未反応のジボランガス等処理する系統である。各系からガスを引き込むための配管とブロワーを整備し、ジボランガス用除害装置を通して除害する。概略系統図では、供給系と排気系の両方を同一の除害系へ接続するものとしているが、仕様を満たすのが困難な場合は QST と協議した上で台数を変更すること。

機器	個数	仕様等
除害装置	1 式	吸着剤トムクリーン、MAK-025ES 相当品 設備系内のジボランガスを安全に除害する能力を有するものとする。また、保守が安全に行える構造(閉止プラグ等で仕切る等)とする。
ブロワー	必要量	各系からガスを引き込むために十分な能力を有するもの

3.6 制御系

設備制御のための制御機器はボロニゼーション設備用に新設する必要がある。現場制御盤は PLC(Programmable Logic Controller)ベースのシステムとする。中央制御室で全体管理・制御している SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)と本設備制御 PLC を Ethernet で接続することによって、設備の監視・制御を遠隔で行えるようにする。また、現場操作用にタッチパネルを用意する。制御の内容は下記のものとする。

- ・中央制御室/現場の選択
- ・機器の起動/停止操作
- ・自動遮断弁の開/閉操作
- ・自動調節弁の開/閉制御操作

QST からは、参考として既設他設備での制御系ブロック図と、JT-60U ボロニゼーション設備の制御系ブロック図を提示する。

本設計では、制御系の設計は仕様範囲外とする。

3.7 ユーティリティ

その他、各系の圧空作動式バルブ等を動作させるための圧空系、各系に動力を供給する電源系各系、排気系真空ポンプを冷却する冷却水系によって、その場ボロン化処理設備が構成される。本設計では、仕様範囲外とする。

4. 運転モード

本設備の運転モードの関係を以下に示す。これらの操作が可能な系統設計を行うこと。

4.1 ボロニゼーション

- (1) ジボランガス排気系で真空容器の連続排気を開始する。
- (2) ボロンガス供給系からグロー放電ベースガス(He)を供給開始(500SCCM 程度)する。ガス供給量と排気量を調整することで、真空容器内の圧力を 0.1 Pa から 10 Pa 程度に保つ。
- (3) 真空排気とボロンガス供給を連続的行ったまま、グロー放電設備を稼働する。
- (4) 供給ガス中のジボランガス濃度を上げることで、ボロニゼーションを実施する。
- (5) 規定量のボロン化処理が終わったらガス供給を停止し、ボロンガスが全て排気された後にジボランガス排気系を停止する。

4.2 供給ラインのジボラン真空置換

4.3 供給ラインの窒素パージ

4.4 排気ラインの窒素パージ

5. その他

システム構成配管ルートや取り合い部等、設計上に必要なデータについては、QST が CAD データや図面等を提示する。(ファイル形式は別途協議する)

また、ボロニゼーション設備における過去の検討結果についても QST から提示し、設計の参考にすること。

以 上