

低温パネル CDPLシリーズ 取扱説明書

輸出する際の注意事項

窒素ガス排気速度 15000L/s 以上の真空ポンプは、輸出貿易管理令別表 1 の 2 項の(35)に該当します。また、冷凍機ユニットは、光検出器用の冷却器用途に利用される場合、輸出貿易管理令別表 1 の 10 項の(2)に該当します。

これらの製品を国外に持ち出す際は、外国為替および外国貿易法などの輸出関連法規を遵守のうえ、必要な手続きをお取り下さるようお願い申し上げます。

はじめに

この度は、弊社製品をお買い上げ頂き、誠にありがとうございます。本書は、弊社製品の取扱方法、操作手順、注意事項などを説明したものです。

正しく安全にお使い頂くために、弊社製品をご使用になる前に、本書をよくお読みください。また、いつでもご利用いただけるよう大切に保管してください。他の製品を合わせて購入されたお客様は、各々の取扱説明書も合わせてよくお読みいただき、正しい取扱方法をご理解願います。

1. 弊社製品を実際に取り扱われるお客様について

弊社製品を取り扱うには、ご使用になる国で公的に有効とされている一般的な安全教育を受講する必要があります。また、電気、機械、荷役、真空などに関する専門知識および技能、資格が必要です。特に、クライオポンプを正しく安全にお使い頂くためには、クライオポンプに関する正しい取扱方法を習得していることが必要です。初めてご使用されるお客様には、クライオポンプの使い方講習会（有料）を随時実施致しておりますので、こちらをご利用ください。講習会への参加を希望される方は、弊社サービス技術部までご連絡ください。

2. 保証について

2. 1 無償保証期間と保証範囲について

【無償保証期間】

貴社または貴社顧客殿に据付後1年未満、または弊社工場出荷後18ヶ月（出荷日より起算）以内のうちいずれか短い方と致します。

【保証範囲】

（1）故障診断

一次故障診断は、原則として貴社にて実施をお願い致します。

但し、貴社要請により弊社または弊社サービス網がこの業務を有償にて代行することができます。尚、故障原因が弊社側にあると認められた場合は、無償で対応致します。

（2）輸送による損傷

納入時に、輸送上の不具合による損傷が認められた場合には、売買契約に謳われる保証範囲内で製品を無償で修理いたします。

(3) 故障修理

故障や損傷の発生あるいは性能低下に際しての修理、代品交換、現地出張は、保証期間内であっても、次の①②③④⑤⑥⑦の場合は有償とさせていただきます。

- ① 貴社及び貴社顧客殿など貴社側における不適切な保管や取扱い、不注意過失および貴社側のソフトウェアまたはハードウェア設計内容などの事由による場合。
- ② 貴社側にて弊社の了解無く弊社製品に改造などの手を加えたことに起因する場合。
- ③ 弊社純正部品以外のものの使用、あるいは、弊社製品の仕様範囲外で使用したことに起因する場合。
- ④ 貴社及び貴社顧客殿での使用中の汚染、腐食による場合。
- ⑤ 火災、地震、水害、落雷、その他天災地変及び公害、塩害、ガス害、異常電圧、指定外の電源使用などに起因する場合。
- ⑥ その他弊社責任外と認められる場合。
- ⑦ 消耗品及びその交換。

上記サービスは原則として国内における対応とし、国外における故障診断などをご容赦願う場合がございます。海外でのアフターサービスをご希望の場合は、事前に弊社までご照会ください。

2. 2 機会損失などの保証責務の除外

無償保証期間内外を問わず、弊社製品の故障に起因する貴社あるいは貴社顧客など貴社側での機会損失ならびに弊社製品以外への損傷、その他業務に対する補償は弊社の保証外とさせていただきます。

2. 3 生産中止後の修理期間

生産を中止した機種（製品）の修理につきましては、生産を中止した年月より起算して7年間の範囲で実施いたします。

3. 故障連絡時に必要な項目

製品をお受け取りになりましたら、下記の枠内をご記入ください。故障時は弊社サービス技術部、または最寄りのCSセンター（サービスネットワーク参照）までご連絡ください。

クライオポンプ・スーパートラップ型式名	:	_____
クライオポンプ・スーパートラップS/N	:	_____
冷凍機 型式名	:	_____
冷凍機 S/N	:	_____
コンプレッサユニット型式名	:	_____
コンプレッサユニットS/N	:	_____
温調器・表示計 型式名	:	_____
温調器・表示計 S/N	:	_____
オプション型式名	:	_____
オプションS/N	:	_____

4. 修理・メンテナンス依頼時の注意事項

修理・メンテナンスのご依頼の際、有害物質の有無や汚染物質の情報をお知らせ頂けない場合は、修理等をお断りさせていただきます。また、弊社または最寄りのCSセンターへの輸送中に発生した汚染物質による事故につきましては、お客様の責となりますので梱包には充分ご注意ください。

5. 故障、事故発生時の現場保存のお願い

製品の故障や事故において、原因追及のための現場保存や製品の回収などが必要となることがあります。また、詳しい経過や使用条件の報告をお願いすることがあります。原因不明な不具合が起きた場合は、弊社サービス技術部、または最寄りのCSセンター（サービスネットワーク参照）にご連絡をお願い致します。上記のご協力をお願い致します。

6. 注意事項

- (1) 本書の一部、または全部をアルバック・クライオ株式会社の許可なく複製、複製または転載すること、第三者に開示したり譲渡したりすることを禁じます。
- (2) 本書の記述内容は、製品の仕様変更や、改良などのためお断りなしに変更する、あるいは改訂する場合があります。
- (3) 本書の記述内容は万全を期して作成していますが、ご意見・ご質問等がありましたら、弊社までご連絡ください。

安全のための警告マーク

弊社製品は、適切な方法で使用すれば安全に運転ができるように設計されています。本書では、弊社製品を正しく運転するための注意点を次のようなマークで表しています。



警告

本警告文を無視した場合、使用者が死亡または重傷を負う可能性があります。



注意

本注意文を無視した場合、使用者が傷害を負う可能性および物的損害の発生する可能性があります。



有毒ガスについての注意を示します。



腐食性ガスおよび液体についての注意を示します。



可燃性ガスについての注意を示します。



爆発性ガス、高圧ガスについての注意を示します。



感電についての注意を示します。



高温度についての注意を示します。

目次

低温パネルを正しく安全にお使い頂くために	S-1
廃棄方法について	IW-1
1. 低温パネル概要	1-1
1.1 概要	1-1
1.2 基本システム	1-2
2. 製品を受け取ったら	2-1
2.1 梱包仕様	2-1
2.2 低温パネルの点検	2-2
3. 低温パネルの取付け	3-1
3.1 真空槽への取付け	3-1
3.2 低温パネルとコンプレッサユニットの接続 (フレキホースの接続)	3-4
3.3 電気ケーブルの接続	3-4
3.4 フレキホースの取り外し	3-6
4. 低温パネルの運転	4-1
4.1 運転の前に	4-1
4.2 低温パネルの粗引き	4-1
4.3 低温パネルの運転開始と冷却降下	4-2
4.4 通常運転	4-3
4.5 運転停止	4-3
4.6 低温パネルの保管	4-4
4.7 危険な物質の取扱い	4-4
5. 昇温	5-1
5.1 概要	5-1
5.2 昇温の時期	5-1
5.3 昇温の方法	5-2
5.4 強制昇温	5-2

6. メンテナンス.....	6-1
6.1 定期メンテナンスと不定期メンテナンス	6-1
6.2 低温パネルのメンテナンス.....	6-3
6.3 低温パネルシステムへのヘリウムガスの補充.....	6-5
6.4 冷凍機ユニットのヘリウムガス置換	6-8

付録

A.トラブルシューティング	A-1
B.フレキホース	B-1
C.温度計の換算グラフ	C-1
D.冷凍機システムの動作原理.....	D-1

図

図 1-1 低温パネル 基本システム	1-2
図 1-2 低温パネル 各部の名称.....	1-3
図 3-1 発熱源があるときの取付け例.....	3-2
図 3-2 K熱電対の取付け方法	3-2
図 3-3 取付け要領図及び保守空間	3-3
図 3-4 フレキホースの接続.....	3-5
図 3-5 フレキホースの取り外し.....	3-6
図 6-1 ヒータ各部の名称	6-4
図 6-2 システムのヘリウムガス充てん	6-7
図 6-3 フレキホースの切り離し.....	6-8
図 6-4 置換治具の接続.....	6-9
図 6-5 冷凍機ユニットのヘリウムガス置換（1）	6-10
図 6-6 冷凍機ユニットのヘリウムガス置換（2）	6-11
図 6-7 フレキホースの接続.....	6-12
図 D-1 冷凍の原理	D-1
図 D-2 G-Mサイクルの作動原理	D-3
図 D-3 1 段式冷凍機.....	D-3

表

表 2-1 低温パネル システムでの梱包内容.....	2-1
表 2-2 低温パネル アッセンブリでの梱包内容.....	2-1
表 4-1 低温パネル運転パラメータ (室温 : 20°C)	4-3
表 6-1 保守間隔.....	6-2
表 A-1 故障診断表	A-2
表 A-2 運転データシート	A-5

This page intentionally left blank.

低温パネルを正しく安全にお使い頂くために

低温パネルを使用する排気系を設計される前に、また低温パネルをご使用になる前に必ずお読み下さい。

1. 冷凍機ユニットの腐食によるシリンダの破裂



冷凍機ユニットのシリンダの材質はおもにステンレススチールおよび銅で構成されています。これらの材質を腐食するガス（プラズマ反応、スパッタなどにより真空槽内部で腐食性ガスが生成される場合もあります）を排気する場合は、特に注意してください。

冷凍機ユニットとしての機能上、ステンレススチールは特に薄肉構造となっています。

運転中の冷凍機ユニット内のヘリウム圧力は約2～2.5 MPa(gage)あり、腐食が進行するとその弱い部分が破裂する可能性があります。

☆腐食性ガスを排気する場合は定期的な検査をおすすめします。

☆アルバック・クライオ（株）では大気圧下でシリンダ内に使用圧力の1.5倍のガス圧をかけて圧力試験を行っております。

2. 冷凍機を分解・組立する際の注意



冷凍機には高圧且つ高純度のHeガスが充てんされています。冷凍機を分解する際は、まず、アルバック・クライオ(株)のサービス技術部、または最寄りのアルバックテクノ(株)CSセンター、アルバック九州(株)に連絡してください。

お客様の方でメンテナンス、分解を行うときには下記のことにご注意してください。

1. 冷凍機のHeリターン、Heサプライ両方のセルフシールカップリングより、置換治具を使用してHeガスを完全に抜いてください。
2. ガス圧が0 MPa(gage)になったことを確認してからボルトをゆるめてください。

Heガスを抜かないで冷凍機の取付けボルト、プラグ（図1の矢印部）をゆるめることはしないでください。

Heガスを完全に抜いてからゆるめないと圧力によりボルトが破損して事故につながります。

お客様ご自身で組立を行う場合は下記のことにご注意してください。

1. 各部のボルトはゆるみがないように対角に締めてください。
2. シリンダボルト（M6×6本）は最も圧力による荷重がかかる場所なので
RS80、RMS80Tはトルク 11.6 N・m (118 kgf・cm) でトルク管理をしてください。
3. 冷凍機にガス充てんする時は異常が無いことを確認しながらゆっくり行ってください。
4. 冷凍機内部を冷凍機ユニットのHeガス置換（取扱説明書に記載）に沿ってHeガス置換を行ってください。

ボルトにゆるみがあったり、規定トルクで締め付けられていない場合はボルトが破損して事故につながります。

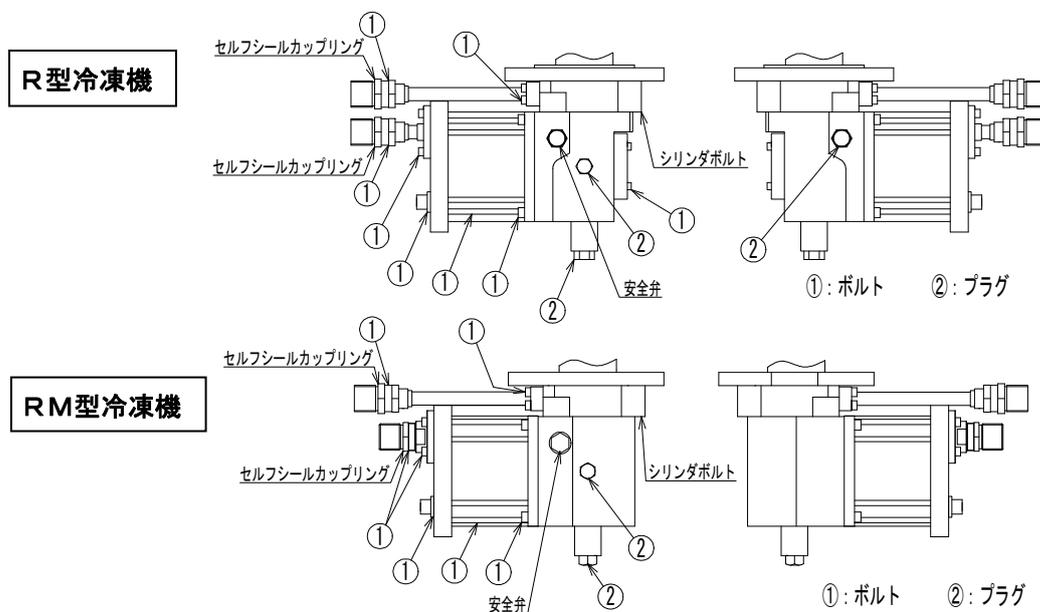


図1 冷凍機の取付けボルトの位置

3. ヘリウムガスを詰め過ぎないようにしましょう



弊社の低温パネルの冷凍機システムは、高圧のヘリウムガスを循環し冷凍サイクルを行っています。ヘリウムガスを規定値以上に充てんしても冷凍能力が格段に上がるものではありません。むしろ、ヘリウムガスの圧力を規定値以上に上げると安全弁よりヘリウムガスが吹き出し、ゴミが安全弁シート部にはさまってリークの原因となります。また、コンプレッサユニットによっては高圧スイッチが働き、低温パネルシステムの運転ができなくなります。

規定値を超えるヘリウムガスの充てんは絶対にやめてください！

4. 低温パネルの電源



低温パネルシステムは、コンプレッサユニット取扱説明書の表 1-1 をご覧になり、規定の入力電源で使用してください。

- ・ 漏電遮断器を設置してください。
- ・ 他の機器と一緒に配線しないでください。
- ・ アースを忘れずにとってください。

5. 結露について

低温パネルの冷却降下中や通常運転中に真空度が悪くなったときや再生の昇温時に真空槽の低温パネル取付け部や低温パネルが結露します。水滴が落ちると危ないものや損傷するものなどは、低温パネルの下に置かないようにしたり、水滴を受ける容器などを取付けることを推奨します。

6. 低温パネルの温度に関する注意

低温パネルの許容温度は70℃（343K）です。これ以上の温度になると破損する恐れがあります。

したがって、低温パネルの内部センサの表示温度が70℃（343K）を超えることがないようにしてください。

特に、低温パネル停止時に、装置側からの熱源により低温パネルの内部センサの表示温度が70℃（343K）を超える可能性がある場合は低温パネルを起動させ、温度を室温（約20℃（293K））程度に保ってください。

また、低温パネルシステムの電源を落とした状態で、装置側から低温パネルへ熱を与えないでください。

K熱電対の規準熱起電力（mV）

基準接点の温度は20℃とする。

温度（℃）	0	2	4	6	8
10	-0.401	-0.321	-0.241	-0.161	-0.080
20	0.000	0.081	0.162	0.243	0.324
30	0.405	0.487	0.568	0.650	0.732
40	0.814	0.896	0.978	1.060	1.143
50	1.225	1.308	1.390	1.473	1.556
60	1.638	1.721	1.804	1.887	1.970
70	2.053				

参考文献：JIS C 1602-1995

廃棄方法について

産業廃棄物処理に関する法規・条例等は、廃棄する国や地域で定められています。
弊社製品を廃棄する際は、該当する法規・条例等に従って処理してください。

				警 告
<p>クライオポンプや冷凍機が有毒な物質で汚染されている場合、廃棄する前に安全管理者へ 連絡してください。安全管理者の指示のもと、有毒物質を除去した後に廃棄してください。</p>				

弊社の製品に関する安全データシート(MSDS)については、ご要望に応じて提供しておりますのでご用命ください。

This page intentionally left blank.

1. 低温パネル概要

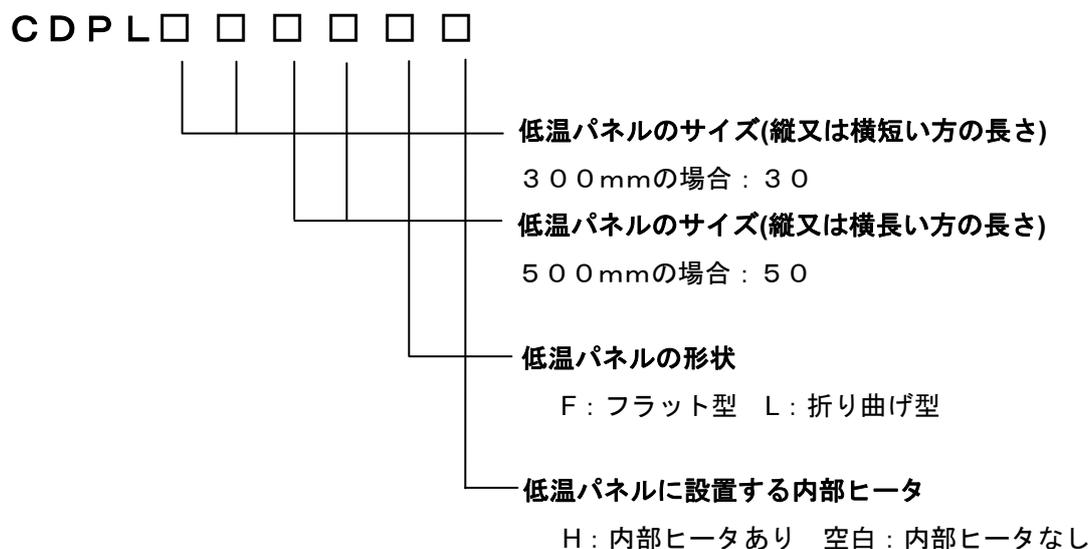
1.1 概要	1-1
1.2 基本システム	1-2

1.1 概要

低温パネル CDPL システムは、低温面の冷却にヘリウム冷凍機を使用しています。このため、簡単な操作で低温面を得ることができます。また低温面は黒色化しており、高い輻射率を持っています。そのため高い吸熱効果を得ることができます。

低温パネル CDPL は図 1-1、1-2 に示すように、低温パネルアセンブリ（冷凍機ユニットを含む）、コンプレッサユニット、フレキホース、スーパートラップ温調器（またはオプション類）と各ケーブル類で構成されています。

■低温パネルCDPLの型式



1.2 基本システム

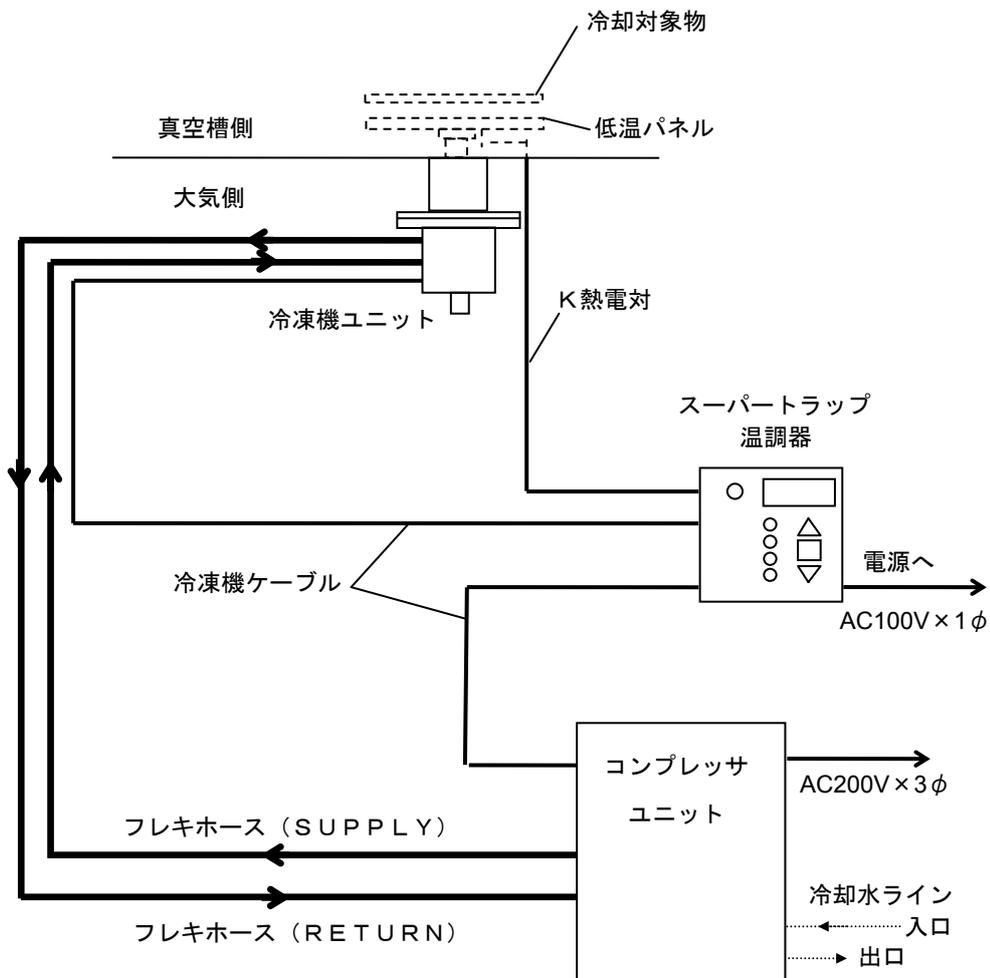
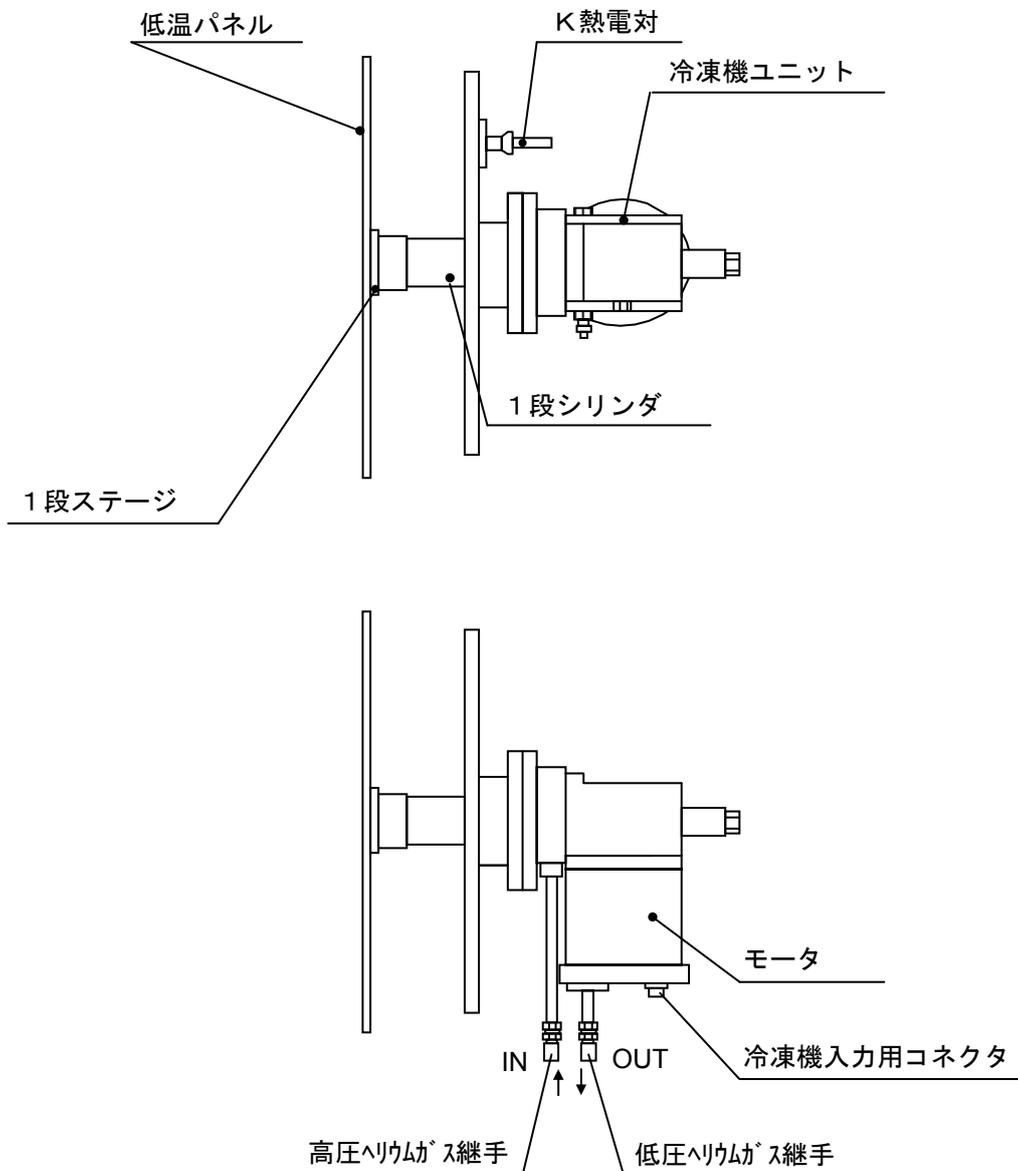


図 1-1 低温パネル 基本システム



お客様ご購入された低温パネルの外観図は、
各低温パネルの仕様書（別途添付）をご覧ください。

図 1-2 低温パネル 各部の名称

This page intentionally left blank.

2. 製品を受け取ったら

2.1 梱包仕様.....	2-1
2.2 低温パネルの点検.....	2-2

2.1 梱包仕様

製品を受け取りましたら梱包を解き、中身を確認してください。

◇低温パネルをシステムでご購入された場合、通常5梱包がお手元に届きます。

表 2-1 低温パネル システムでの梱包内容

梱包の中身	数量	梱包の個数
低温パネル、低温パネル付属品(ネジ等)	(*1)	1
冷凍機ユニット	1	1
アクセサリ類 (スーパートラップ温調器を含む)	(*2)	1
コンプレッサユニット	1	1
低温パネル取扱説明書	1	1
低温パネル仕様書	1	

(*1) 低温パネルの付属品は、機種により異なります。

(*2) アクセサリ類の梱包の中身は、コンプレッサユニットにより異なります。
コンプレッサユニットの取扱説明書を参照して、中身を確認してください。

◇低温パネルアッセンブリのみをご購入された場合、通常3梱包がお手元に届きます。

表 2-2 低温パネル アッセンブリでの梱包内容

梱包の中身	数量	梱包の個数
低温パネル、低温パネル付属品(ネジ等)	(*1)	1
冷凍機ユニット	1	1
低温パネル取扱説明書	1	1
低温パネル仕様書	1	

(*1) 低温パネルの付属品は、機種により異なります。

2.2 低温パネルの点検

低温パネルを箱から取り出し、次の点検を行ってください。

1. 低温パネルの外部に傷やへこみ、付属品の損傷などはありませんか？
2. K (CA) 熱電対、内部ヒータに損傷はありませんか？

3. 低温パネルの取付け

3.1 真空槽への取付け	3-1
3.2 低温パネルとコンプレッサユニットの接続（フレキホースの接続）	3-4
3.3 電気ケーブルの接続	3-4
3.4 フレキホースの取り外し	3-6

3.1 真空槽への取付け

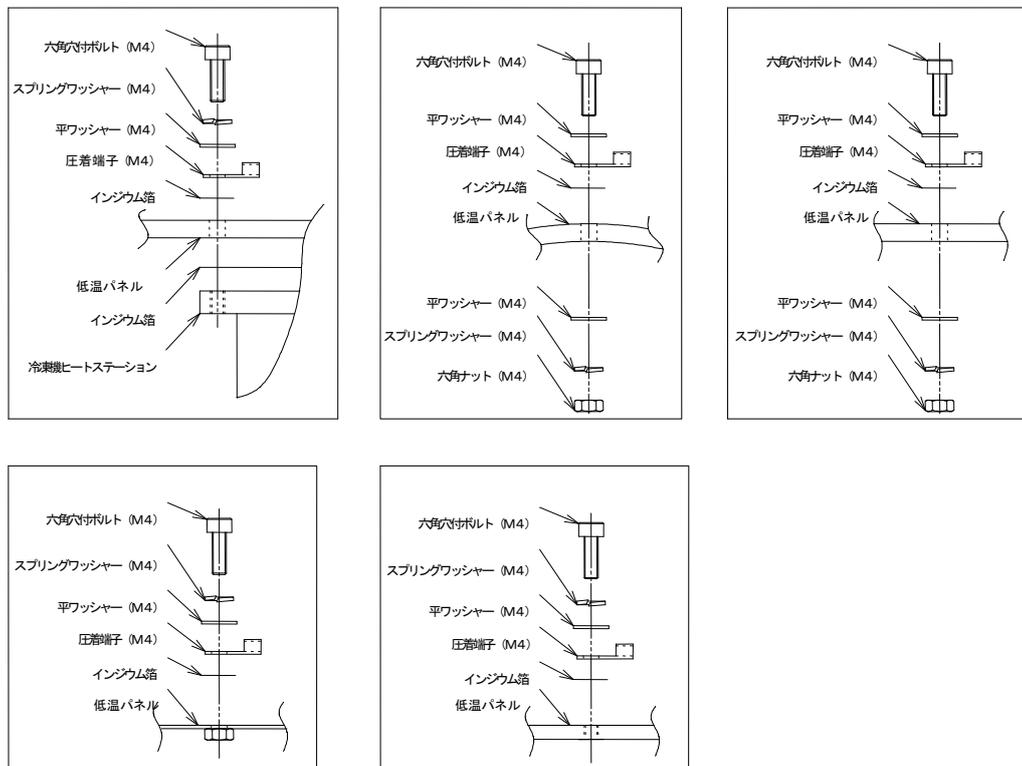
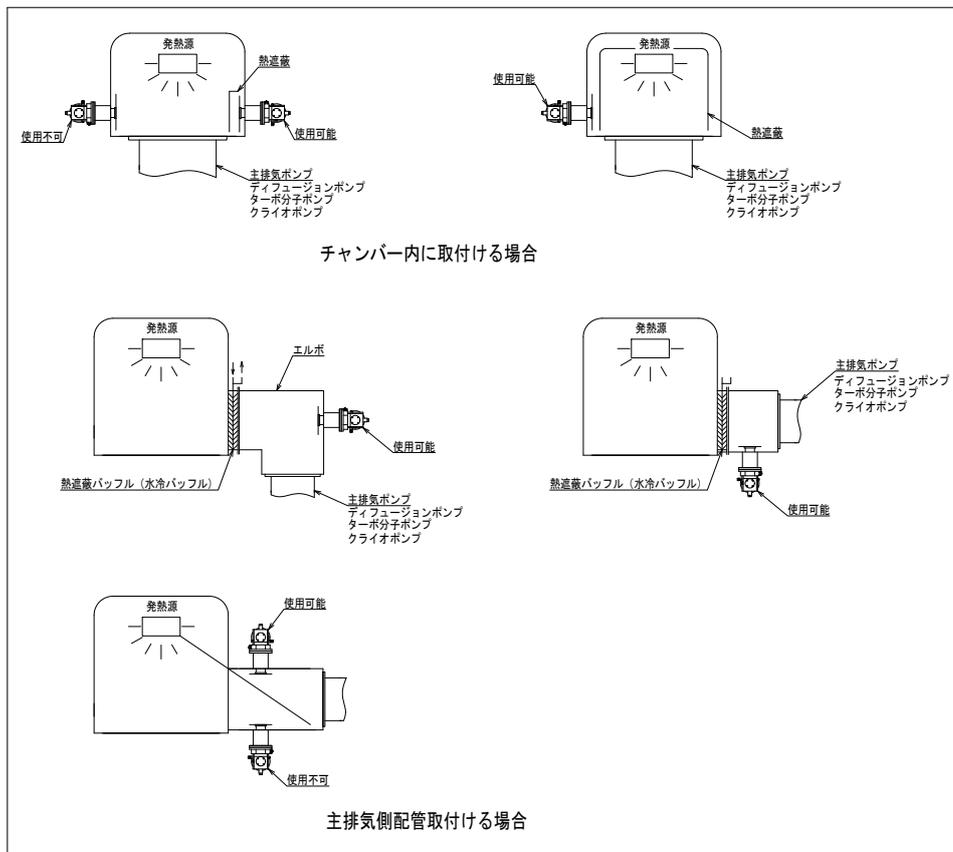
■低温パネルの装置への取付け

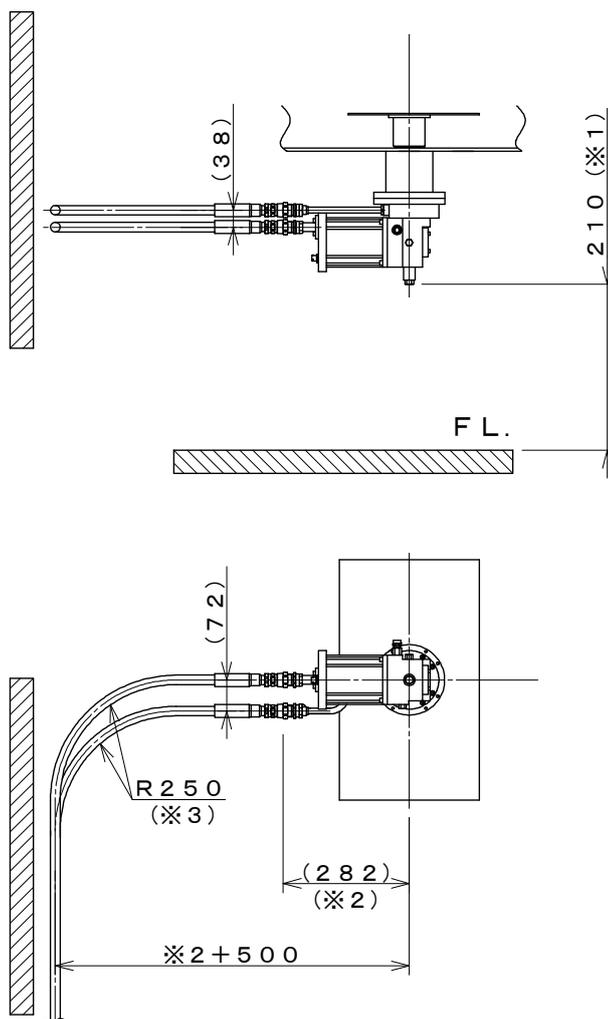
- ◇低温パネルはどんな方向にも取付けることができます。
- ◇真空槽内に発熱部があるときは、低温パネルが発熱部と直接対向しない位置に取付けてください。必要に応じて熱遮蔽板を取付けてください。
形状等は弊社までご相談ください。（図3-1を参照してください。）
- ◇低温パネルはメンテナンスを考慮し取付けてください。図3-3の寸法を推奨します。
- ◇低温パネルと冷凍機は分離されて納入されます。低温パネルの取付けは次のようにしてください。
 1. 開梱してください。低温パネルは素手で触らないでください。
 2. 真空槽の低温パネル取付けポート（フランジ）をきれいにして、真空槽側または低温パネル側のガスケット（Oリングまたはメタルガスケット）を取付けてから冷凍機をボルトで固定してください。
ボルトがしっかり締まっていることを確認してください。
 3. 冷凍機のヒートステーション部分にインジウム箔を貼り付けてから低温パネルを取付けてください。
 4. K熱電対先端の圧着端子にインジウム箔を貼り付けてから図3-2および低温パネル仕様書を参照の上、指定箇所を取付けてください。
 5. 取付けボルトに緩みが無いことを確認して、リークテストを行ってください。



注意

- ・ K熱電対の取付けに緩みやインジウム箔の貼り忘れがあると、正確な温度を示さないだけでなく、低温パネルまたは冷凍機を破損します。
内部ヒータ付の低温パネルでは特に注意が必要です。
- ・ 一度締めこんだ部分のインジウム箔は再利用しないで必ず新品に交換してください。





注記

- (※1) この寸法は、真空を破壊せず低温パネルを装置に取付けた状態で冷凍機ユニットのメンテナンスを行うことができます。
- (※2) 低振動仕様ではさらに長くなります。詳しくは別途仕様書を参照ください。
- (※3) オプションの屈曲対応フレキホースを使用する場合は350mmになります。詳しくは付録Bを参照ください。

図 3-3 取付け要領図及び保守空間

3.2 低温パネルとコンプレッサユニットの接続（フレキホースの接続）



注意

- ・ フレキホースは、取扱い上の注意（付録B）を必ずお読みください。
- ・ フレキホースの接続は、必ず2本の片ロスパナ（2面幅26, 30各1丁）を使用してください。
- ・ フレキホース接続時、ホースに無理なねじれ、曲がり加わると破損やヘリウムガスのもれの原因となります。
- ・ フレキホースの着脱を頻繁に行うとリークの原因となります。必要以上に行わないでください。リークの発生状況によっては新品との交換が必要になる場合があります。

1. 低温パネル、コンプレッサユニット、フレキホースの接続部のダストキャップ、プラグを外してください。開口部周辺を清浄にして管内に金属粉、ゴミ等が入らないようにしてください。
2. 低温パネルとコンプレッサユニットをフレキホースで接続します（図3-4参照）。
 - a). サプライ用フレキホース（「SUPPLY」のラベルが付いています）の一方の端を、コンプレッサユニットの高圧ヘリウムガス接続口（SUPPLY）に接続し、もう一方の端を低温パネルの高圧ヘリウムガス接続口（SUPPLY）に接続します。
 - b). リターン用フレキホース（「RETURN」のラベルが付いています）の一方の端を、コンプレッサユニットの低圧ヘリウムガス接続口（RETURN）に接続し、もう一方の端を低温パネルの低圧ヘリウムガス接続口（RETURN）に接続します。
3. コンプレッサユニットのヘリウムガス充てん圧力を確認してください。圧力が高い場合、コンプレッサユニットの充てん弁を**ゆっくり**開け、充てん口よりヘリウムガスを抜いてください。圧力が低い場合、6.3章に従ってヘリウムガスを充てんしてください。

3.3 電気ケーブルの接続



警告

コンプレッサユニットの電源ケーブルの接続は一番最後に行ってください。

1. 低温パネルとコンプレッサユニットを冷凍機ケーブルで接続してください。

2. アースを接続してください。
3. コンプレッサユニットの電源ケーブルを接続してください。
4. コンプレッサの起動方法は機種によって異なりますので、コンプレッサユニットの取扱説明書を参照してください。

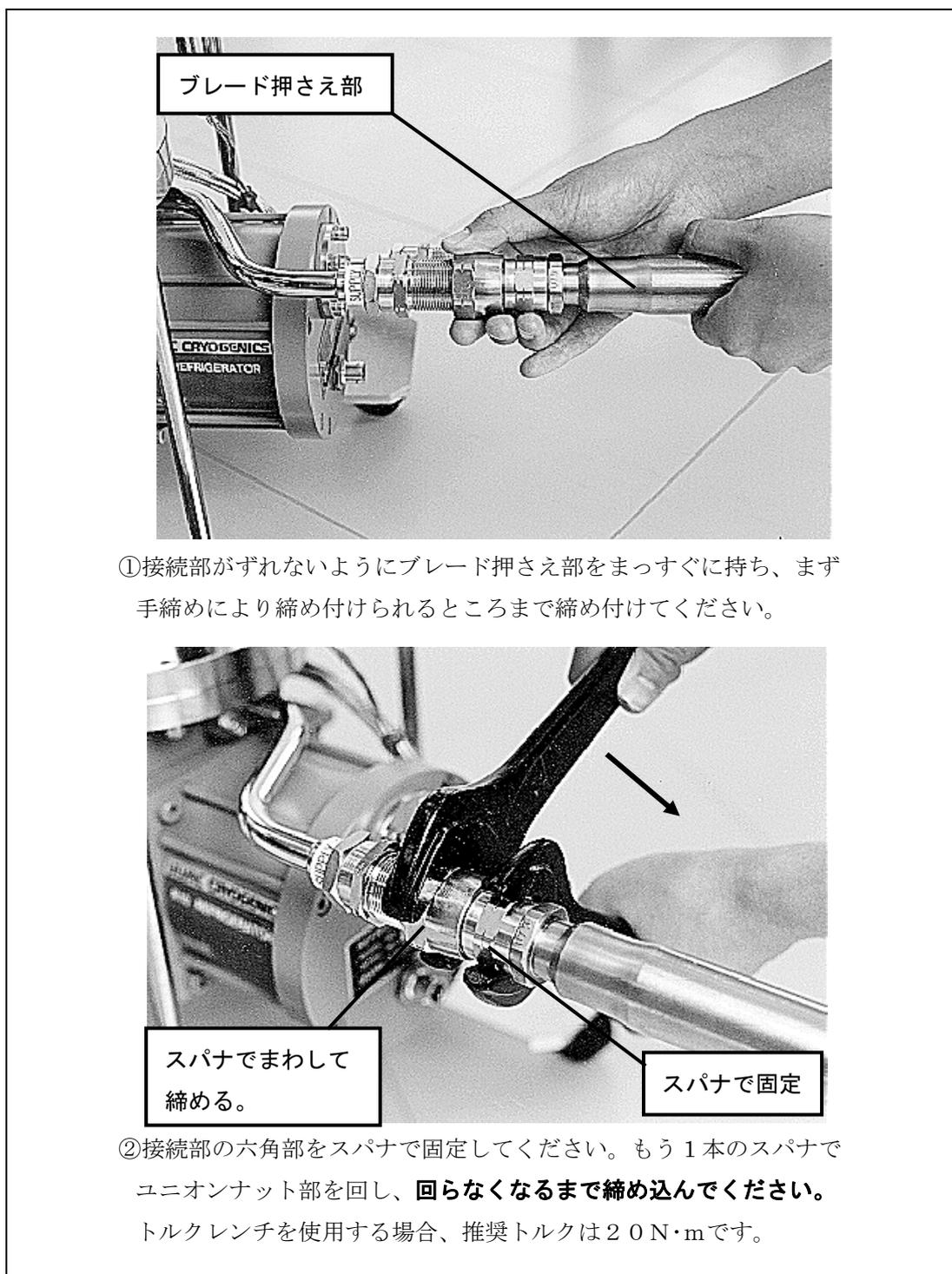


図 3-4 フレキホースの接続

3.4 フレキホースの取り外し



注意

フレキホースの取り外しは、必ず2本の片ロスパナ（2面幅26, 30各1丁）を使用して行ってください。

1. コンプレッサユニットを停止してください。
2. 低温パネルが室温になってから、フレキホースを外してください（図3-5参照）。

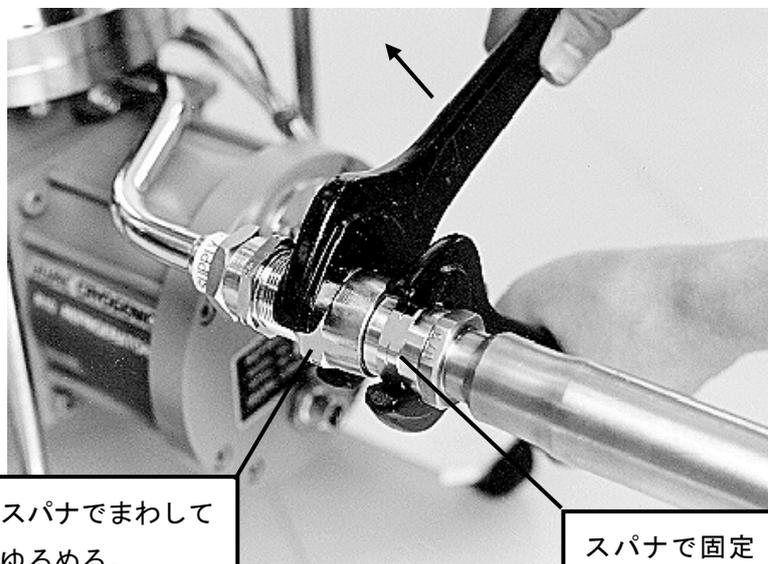


注意

低温パネルが冷えているうちにフレキホースを外すと、冷凍機ユニット内部が昇温するにつれて内圧が高まり、安全弁が作動してリークの原因になります。

ただし、冷凍機ユニットのヘリウムガス置換を行う場合は、運転停止後直ちに、フレキホース（コンプレッサ側）を外す必要があります。

冷凍機ユニットのヘリウムガス置換の詳細は6.4章を参照してください。



スパナでまわしてゆるめる。

スパナで固定

スパナでユニオンナット部をゆるめ、手で回るようになりましたら手で回して外してください。

図 3-5 フレキホースの取り外し

4. 低温パネルの運転

4.1 運転の前に.....	4-1
4.2 低温パネルの粗引き	4-1
4.3 低温パネルの運転開始と冷却降下	4-2
4.4 通常運転	4-3
4.5 運転停止	4-3
4.6 低温パネルの保管	4-4
4.7 危険な物質の取扱い	4-4

4.1 運転の前に

製品受入時の点検、取付けは大丈夫ですか？もう1度確認してください。

1. フレキホース、各ケーブル類は接続されていますか？
2. 各ポートに所定のゲージがついていますか？
3. コンプレッサユニットの充填圧力は適切ですか？

日常点検を行い、運転日誌（付録A参照）をつけることを推奨します。異常を早く見つけることができ、トラブル発生の時にも役立ちます。

4.2 低温パネルの粗引き

1. 粗引きポンプを起動してください。
2. 粗引きバルブを開け、低温パネルが取付けられている真空槽を粗引きしてください。真空槽を真空断熱（ $10^{-1} \sim 10^{-2}$ Pa）が保たれる圧力で粗引きしてください。

4.3 低温パネルの運転開始と冷却降下

1. コンプレッサユニットの電源スイッチをONにし、低温パネルを起動してください。

† 参考のために †

冷却状態が一定になるところするような音は小さくなります。逆に、ヘリウムガス吸入・吐出音（シュッ、シュッという音）は大きくなります。

2. 低温パネル温度が220K(※1)になったら冷却降下(※2)は完了です。

(※1) スーパーラップ温調器の冷却完了温度(READY)の初期値(工場出荷値)は220Kです。低温パネル温調時冷凍機が起動する温度(REF ON)は200K、冷凍機が停止する温度(REF OFF)は190Kです。

(※2) ご使用の低温パネルの冷却降下時間は別途添付の仕様書を参照してください。



注意

スーパーラップ温調器の設定値(READY、REF ON、REF OFF)はお客様の使用状態、低温パネルの設置構成により変わる場合があります。スーパーラップ温調器の設定値については別途添付の仕様書を参照してください。
スーパーラップ温調器の設定値の変更方法はスーパーラップ温調器の取扱説明書をご覧ください。

3. 運転日誌に冷却完了時間とこの時のコンプレッサユニットの圧力を記入してください。



注意

真空度が悪い状態で冷却降下を行うと低温パネルのケースが結露します。低温パネルの下に電気回路などがありますとショートするおそれがあります。

† 参考のために †

輻射による入熱が大きい場合は、冷却降下時間が長くなります。

4.4 通常運転

低温パネルはオペレータがいなくても通常運転ができます。定期的に通常運転中のデータを運転日誌に記録するようにしてください。

1. 低温パネル温度が220 K以下(※1)になっていることを確認してください。
2. 真空槽の圧力が所定値になりましたら、所定の操作（スパッタ、蒸着、基板搬送など）を行ってください。

(※1) 220 Kは初期値(工場出荷時)であり、お客様の使用状態、低温パネルの設置構成により変わる場合があります。

表 4-1 低温パネル運転パラメータ (室温 : 20°C)

	単 位	運転停止時	定常運転時(*2)
K熱電対 (低温パネル温度)	mV	0	< -2.8
	K	293	< 220

(※2) 定常運転とは、低温パネルを無負荷の状態でも運転していることです。



注 意

通常運転操作中に一時的に真空度が悪くなると、真空槽及び低温パネル取付け部が結露します。その下に電気回路などがあるとショートする恐れがあります。

4.5 運転停止

1. コンプレッサユニットと低温パネルを停止してください。
2. 低温パネル温度が室温に戻ったら、真空槽の大气開放を行ってください。



注 意

- ・ 低温パネルの温度が室温（273 K以上）に戻る前に真空槽を大气開放すると低温パネルが結露します。この場合、低温パネルの下に水滴を受ける容器を取付けることを推奨します。
- ・ 結露した低温パネルをヒータなどで昇温する時は、低温パネルの温度が70°C以上にならないようにヒータを制御してください。

4.6 低温パネルの保管

◆真空槽に取付けたままの低温パネル

真空槽内を真空（10～100Pa）にしておくか、露点温度-40℃以下の乾燥窒素またはアルゴンを大気圧よりやや高い圧力で封入しておいてください。

◆真空槽から取り外した低温パネル

1. 真空槽より低温パネルをはずす際は、室温になっていることを確認してください。
2. フレキホースを外す際は、低温パネルが室温になっていることを確認してください。
3. フランジとヘリウムガスコネクタに保護カバーをつけてから保管してください。
4. 直射日光、高温、多湿、振動、放射線、雨風、ほこりのかかるような環境での保管は避けてください。

◆輸送する場合

弊社出荷時の状態に戻し、過度の衝撃がかからないようにしてください。

◆半年に1回は冷凍機ケーブルをつないで約10分間運転してください。

冷凍機内部で使用しているベアリングのグリースの潤滑を行います。

1年以上の長期間にわたって放置された低温パネルは冷凍機内部のヘリウムガス置換をしてください。

4.7 危険な物質の取扱い

						警告
<p>◆有毒性、腐食性、可燃性、爆発性の気体を使用する環境下で低温パネルを使用する場合は、それぞれ必要な法規制に照らし十分な安全対策を講じて、お客様の責任の下に実施ください。</p> <p>なお、これらの物質により低温パネル再生時に真空層内圧力が絶対に大気圧以上にならないようにしてください。これら危険ガスを取扱う場合は、弊社までご連絡ください。</p> <p>◆危険物質をする環境下で使用した低温パネルを輸送するときは、それぞれの地域、国の法規制に準じて適切な処置を講じてください。</p>						

5. 昇温

5.1 概要	5-1
5.2 昇温の時期.....	5-1
5.3 昇温の方法.....	5-2
5.4 強制昇温	5-2

5.1 概要

昇温は低温パネルを常温に戻すために行います。

低温パネルの初期設定(スーパートラップ温調器の READY 220K、REF ON 200K、REF OFF 190K)では低温パネルには水分、ガスは凝縮しません。



注意

お客様の使用状態、低温パネルの温度設定により低温パネルに水分、ガスが凝縮する可能性があります。その場合はトラップが水分、ガスを凝縮した場合と同様の再生操作を行って下さい。

5.2 昇温の時期

通常運転を繰り返し、運転パラメータのいずれか1つが次のようになったら、昇温操作を行ってください。

- ・低温パネルの吸熱効果が装置のスペックを満足できなくなったとき
- ・低温パネルのメンテナンスのとき
- ・装置のメンテナンスのとき

5.3 昇温の方法

昇温の方法は「自然昇温」または「強制昇温（5.4章）」があります。

1. コンプレッサユニット、低温パネルを停止してください。
2. 低温パネルを昇温(※1)してください。

昇温中、主排気ポンプで排気を行っても構いません。

ただし、真空中での昇温は長い時間がかかります。

(※1) ご使用の低温パネルの昇温時間は、別途添付の仕様書を参照してください。



注意

- ・昇温中、低温パネルから真空槽内に水滴が落ちる恐れがある場合は、真空槽内に水滴を受ける容器を取付けることを推奨します。
- ・昇温中、真空槽および低温パネル取付部が結露します。その下に電気回路等があるとショートする恐れがあります。

5.4 強制昇温

◆不活性ガス導入（露点温度 -40°C 以下の窒素またはアルゴンを使用してください）

低温パネルを昇温するとき、露点温度 -40°C 以下の窒素（またはアルゴン）導入を行うと、自然昇温（特別なことはせず低温パネルを停止し室温まで昇温）に比べ効率的に昇温を行うことができます。

不活性ガス導入は、次のように行ってください。

1. 低温パネル停止後、常温の不活性ガスを真空槽内の低温パネルに導入してください。
2. 低温パネルが室温に戻ったらガス導入を停止してください。

◆内部ヒータ加熱

前述の強制昇温に加え、オプションのバンドヒータ、または内部ヒータを取り付けることで、昇温時間を更に短縮することができます。

弊社製標準のバンドヒータには $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ で自己温度制御するRBH 型とサーモスタットによるON/OFF 制御のシリコンラバーヒータ等があります。詳しくは、別途ご使用されるヒータの各取扱説明書を参照してください。

内部ヒータを用いる場合は必ずオプションのスーパートラップヒータコントローラ（例：STC-2Aシリーズ）を用いて制御してください。昇温完了の温度設定は300Kとして下さい。詳細につきましては別途、コントローラの取扱説明書を参照してください。

お客様独自の昇温フローで制御される場合は事前に必ず弊社までご連絡下さい。



注意

冷凍機ユニットの使用可能な最高温度は70℃です。ヒータを利用する場合は、冷凍機のステージ温度が70℃を超えないようにヒータを制御してください。70℃を超えて加熱すると、冷凍機内部が熱により損傷して冷凍機を交換しなければならない場合があります。尚、弊社製標準のバンドヒータは温度自己制御方式ですので、特別な温度調整機器の追加なしでご利用いただけます。しかし、他のヒータを利用される場合は、温度制御や過加熱警報の機能設置、あるいは、通電時間の運用管理により、70℃を超えないようにお使いください。



警告

バンドヒータの表面は高温になるため、火災及び火傷を防ぐために必要な措置や、注意喚起の表示などの安全対策を必ず講じてください。

This page intentionally left blank.

6. メンテナンス

6.1 定期メンテナンスと不定期メンテナンス	6-1
6.2 低温パネルのメンテナンス	6-3
6.3 低温パネルシステムへのヘリウムガスの補充	6-5
6.4 冷凍機ユニットのヘリウムガス置換	6-8

6.1 定期メンテナンスと不定期メンテナンス

低温パネルシステムには次のようなメンテナンスがあります。

◇定期メンテナンス : 冷凍機ユニットの部品交換
 コンプレッサユニットのアドソーバ交換
 昇温用ヒータ絶縁チェック

◇不定期メンテナンス : 低温パネルのクリーニング
 ヘリウムガスの充てん
 ヘリウムガスの置換

ヘリウムガスの充てん、置換には、次に示す治具及び補充用ヘリウムガスが必要です。

	品 名	数量	品名コード
1	ヘリウムガス置換治具セット (圧力調整器、チャージングホース 2.4 M、置換治具)	1 式	A700B5101000
2	<単品販売可能部品> 圧力調整器 (He ガス用)	1	A700A5101700
	チャージングホース 2.4 M	1	A700A5101800
	ヘリウムガス 置換治具	1	A700B5101100
3	ヘリウムガス (純度 99.999%以上)	—	—

表 6-1 保守間隔

◎定期メンテナンス △不定期メンテナンス

保守内容	交換部品	間隔	備考
低温パネル			
△ 低温パネルクリーニング	低温パネル	適時	組立時には、必ず新しいインジウム箔を使用してください。
◎ 昇温用ヒータ絶縁チェック (注 1)	ヒータユニットまたは低温パネルアセンブリ (注 2)	毎月	10MΩ 以下の場合、交換してください。
冷凍機ユニット		RS80T RMS80T	
◎ シールキット交換	シールキット	20,000 時間	運用方法によっては保守間隔の変更があります。
◎ ドライバアセンブリ交換	ドライバベアリング バルブベアリング セットスクリュー		
◎ モータベアリング交換	モータベアリング		
◎ シリンダボルト交換	シリンダボルト		
◎ 圧縮スプリング交換	圧縮スプリング		
◎ ディスプレーサー交換	2 段ディスプレイサー		
◎ バルブホディ	吸入・排出バルブホディ	適時	
△ その他部品交換	その他部品	適時	
コンプレッサユニット			
◎ アドソバの交換	アドソバ	コンプレッサユニットの取扱説明書を参照してください。	

(注 1) 昇温用ヒータ絶縁性チェックは、ヒータを付属する低温パネルシステムのみに適応されます。

(注 2) 仕様により低温パネルアセンブリで交換が必要な場合があります。

6.2 低温パネルのメンテナンス

低温パネルの性能を劣化させる原因の大部分は、低温パネルの汚れによるものです。低温パネルが汚れると輻射率が下がり、高い吸熱効果を得ることができません。汚れの経過をチェックするために、1週間に1度程度チェックすることを推奨します。

◆低温パネルのクリーニング

1. 装置から低温パネルを取り外してください。フランジ面を傷つけないよう、ゴミ、金属粉などのついていないマットを敷いてその上に置いてください。低温パネルが倒れないように支持してください。
2. 低温パネルをエアブローするかまたは柔らかいきれいな布でかるく拭いてください。なお、汚れが落ちない場合は、低温パネルを交換してください。



注意

- ・低温パネルの黒化処理面はアルコールを浸した布では絶対に拭かないでください。黒化処理が剥がれる場合があります。

3. クリーニング及び交換で低温パネルを脱着する場合は第3章の1項を必ず参照し、低温パネルとK熱電対を確実に取付けてください。



注意

- ・低温パネルに熱電対の圧着端子を取り付ける際には、圧着端子根元を確実に押さえてネジを締め付けてください。(M4 締付トルク : 1.5N・m)
- ・熱電対は温調用と過昇温防止用（ヒータ付低温パネルのみ）があり、取付け位置を間違えないようにしてください。
- ・熱電対のシース線を引っ張らないようにしてください。根元に負荷が掛かると折損します。
- ・熱電対の取付けに緩みがあると正確な温度を測定できず、過冷却または過昇温につながり、排気性能の低下や冷凍機の損傷につながります。

◆ 再生用ヒータのメンテナンス（ヒータ付き低温パネルシステムの場合）

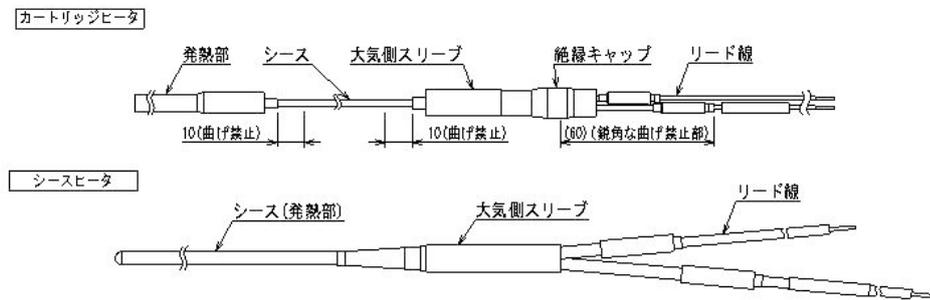


図 6-1 ヒータ各部の名称

低温パネルシステムに使用されるヒータはカートリッジヒータ、シースヒータの2種類あります。各部の名称を図6-1に示します。

1. 分解前に絶縁抵抗値と抵抗値を測定します。
2. ヒータの取付状態を確認します。
 - カートリッジヒータの場合：取付部のボルトの緩みがないかどうか確認します。
 - シースヒータの場合：シース表面に亀裂や異常な焼けがないか確認します。
3. 絶縁の劣化や断線がある場合は、ヒータを交換します。
4. コネクタ接続不良や保護キャップの付け忘れ（カートリッジのみ）に注意してください。

**注意**

昇温用ヒータは、シースヒータタイプ、カートリッジヒータタイプのいずれも絶縁性が経年変化で劣化する場合があります。そのため、安全対策としてお使い戴く装置側への漏電ブレーカの設置、並びに、漏電の未然防止のための定期点検を行なってください。劣化が確認された場合は、交換をお願い致します。

点検は通電前に実施し、大気側スリーブ外側とリード線間での絶縁抵抗が10MΩ以上（DC500Vメガー）あることを確認してください。

**注意**

ヒータ交換はクライオポンプ、スーパートラップのメンテナンス方法及び内部ヒータのメンテナンス方法を熟知し、十分訓練された技能者が行なって下さい。ヒータの取り扱いに当たっては下記に注意してください。取付け不良によるヒータ故障は保証期間内であっても有償となります。

- ・ヒータ通電後にメンテナンスを行なう場合、必ず低温パネルとヒータが室温に戻っていることを確認した上で、作業に着手してください。
- ・シースは必ず手で曲げ加工を実施し、絶対に曲げ戻し作業は行なわないで下さい。
- ・ヒータ発熱部根元付近または大気側スリーブ根元付近で、シース部を絶対に曲げないで下さい。
- ・最小曲げR以下でのシース部の曲げ（カートリッジ：曲げR10以上、シースヒータ：シース径の5倍以上）は絶対にしないでください
- ・カートリッジヒータの取付けブロックに緩みがあると、発熱部がブロックに密着せず異常過熱し、断線や絶縁劣化を生じます。必ず規定トルクで増し締めしてください。（M3 締付トルク:1N・m）
- ・メンテナンス作業終了後は絶縁抵抗及び導通の確認を行い、必ず記録に残してください。

6.3 低温パネルシステムへのヘリウムガスの補充

ヘリウムガスの補充に使用する機器（圧力調整器、チャージングホース）は2.0MPaG以上で使用できるものを準備してください。

**注意**

低温パネルシステムのヘリウムガス圧力が完全に0MPaGになった場合、システムに空気や空気中の水分が入り汚染される危険があります。

この場合、弊社サービス技術部、または最寄りのCSセンターまでご連絡ください。

ヘリウムガス圧力が低下したら、ヘリウムガスを補充してください。補充する前に圧力低下の原因を見つけ、リークのときはリークを止めてから補充を行ってください。リークの原因には、セルフシールカップリングの接続不良などがあります。

◇圧力調整器は低圧側の圧力計が4~6MPaGのものを推奨します。

- ◇ヘリウムガス充てん口は 1/4B オスのフレア口になっています。
 - ◇ヘリウムガスは、純度 99.999%以上のものを使用してください。
- ヘリウムガスの補充作業は以下の通りです。

1. 圧力調整器を新しいヘリウムガスポンベに取付けた時は、次のようにヘリウムガスポンベ容器弁（以降「容器弁」）と圧力調整器の間の空気をヘリウムガスで置換してください。
 - a. 圧力調整器の圧力調整ハンドルを時計まわりに少し回して開けてください。
 - b. 容器弁をゆっくり数秒開けて、ヘリウムガスをブローしてください。
 - c. 圧力調整器の調整ハンドルを反時計まわりに回してガスを止めてください。



注意

1 の操作を行わず圧力調整器を取付け後すぐに容器弁を開けると、圧力調整器と容器弁の間の空気がポンベ内に拡散して、ヘリウムガスが空気で汚染されてしまいます。



警告

容器弁を開ける際や圧力調整ハンドルを操作する際には、圧力計の前に顔を絶対に近づけないでください。

2. コンプレッサユニットの前面パネルを外してください。
3. チャージングホースを接続します。
 - a. 圧力調整器にチャージングホースを接続してください。
 - b. コンプレッサユニットのヘリウム充てん口とチャージングホースをゆるめに接続してください。
 - c. 圧力調整器の低圧側圧力が 0.1~0.2MPaG になるように開け、ヘリウムガスをチャージングホースのフレア口より吹き出させてください。これを 30 秒程度行ってください。この間にコンプレッサユニットの充てん弁を少し開けて、充てん弁と充てん口の間の空気を追い出してください。
 - d. 次にフレアナットを締めつけ、コンプレッサユニットの充てん弁を開めてください。これで、圧力調整器からチャージングホースを経て充てん弁につながる充てん配管のヘリウムガス置換は終了です。
4. 圧力調整器を調整して、低圧側圧力を 1.8MPaG にしてください。なお、圧力調整器に付属して用意する安全弁の設定圧力は 2.4MPaG にしてください。
5. コンプレッサユニットの充てん弁をゆっくり開け、コンプレッサの状態に応じて次の

ように充填して下さい。

- a. コンプレッサが正常に運転している場合は、コンプレッサユニットの取扱説明書に記載されている運転時充てん圧力までヘリウムガスを補充してください。
- b. コンプレッサが停止している場合は、停止時充てん圧力までヘリウムガスを補充してください。



注意

所定の充てん圧力を超えて 1.9MPaG 以上充てんした場合は、冷凍機の安全弁が作動する場合がありますので、安全弁から吹き出ないようにゆっくりヘリウムガスを充てんしてください。なお、コンプレッサ内の安全弁は 2.5MPaG に設定されています。

6. ヘリウムガスを充てんしたら、充てん弁を閉じてください。
 7. 圧力調整器を閉じ、チャージングホースをコンプレッサユニットの充てん口から外してください。
- これで、コンプレッサユニットのヘリウムガス補充は終了です。

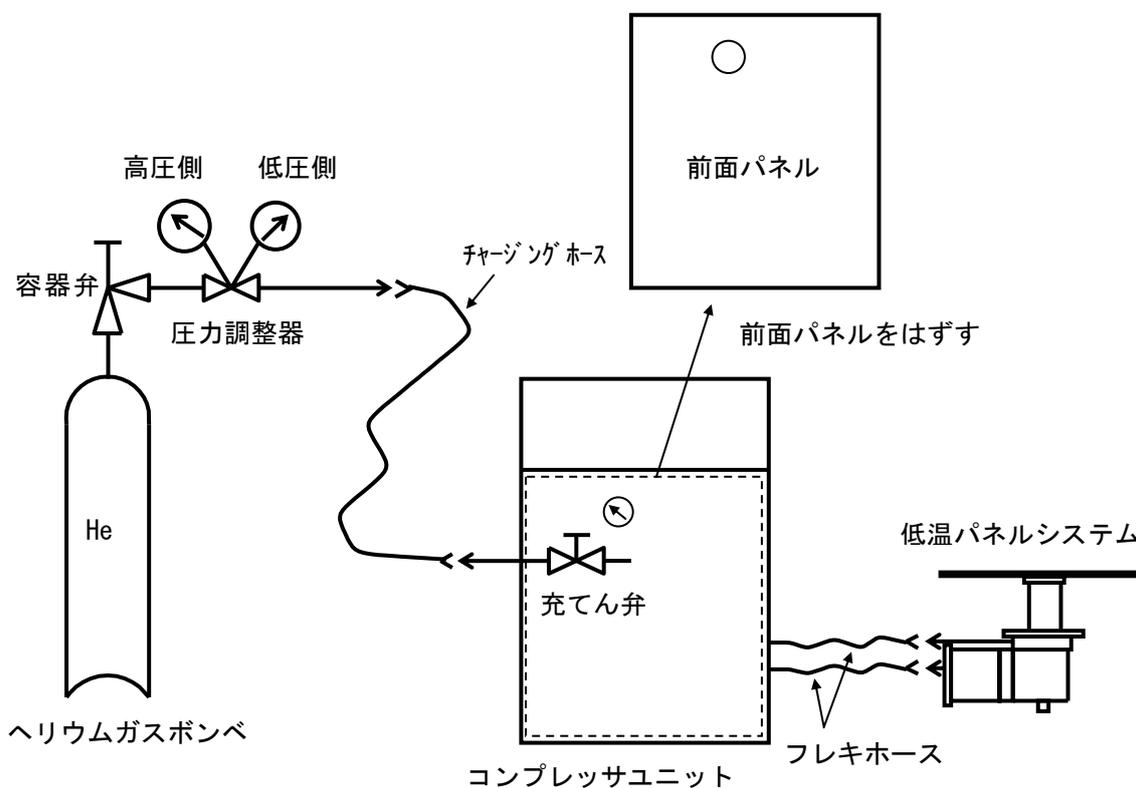


図 6-2 システムのヘリウムガス充てん

6.4 冷凍機ユニットのヘリウムガス置換

ヘリウムガスの補充に使用する機器（圧力調整器、チャージングホース、置換治具）は、2.0MPaG以上で使用できるものを準備してください。

低温パネルシステム内ヘリウムガスが汚染されたと考えられる場合には、システム内のヘリウムガスを高純度のヘリウムガスと置換してください（「付録A トラブルシューティング」参照）。

低温パネルシステム内のヘリウムガス汚染は、冷凍機ユニットメンテナンス時のヘリウムガス置換不足により発生します。ヘリウムガス中の不純物は冷凍機ユニット内に凝縮固化して蓄積され、性能の低下や異常振動（脱調[※]）の原因になります。ヘリウムガス置換は、次の方法で行ってください。

※脱調：冷凍機モータが不規則な、または間歇的な動きをすること。

1. 低温パネル（冷凍機ユニット）を起動し、3～4時間運転を行ってください。

a. コンプレッサユニットを運転してください。

（注）低温パネル（冷凍機ユニット）運転中にヘリウムガス中の全ての不純物は、冷凍機ユニット内に凝縮固化されますので、ヘリウムガス置換の前には一定の冷却時間が必要です。

なお、冷却中に冷凍機ユニットが不規則な異常音、或いは大きな振動が発生した場合は、直ちに次の2項の作業に移ってください。

2. 低温パネル（冷凍機ユニット）を停止します。

a. コンプレッサユニットを停止してください。

3. 停止したらすぐに、コンプレッサユニット側SUPPLY、RETURNのフレキホースを外してください（図6-3）。

（注）停止と同時にフレキホースをはずす理由は、冷凍機ユニット内に凝縮固化された不純物が蒸発拡散し、コンプレッサユニット内のヘリウムガスの純度が低下するのを防ぐためです。

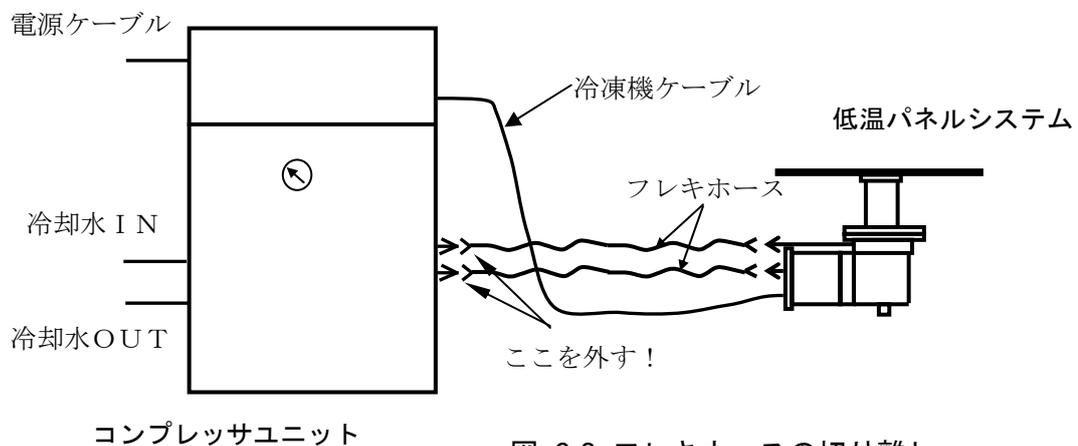


図 6-3 フレキホースの切り離し

4. SUPPLY、RETURNのフレキホースを置換治具に接続してください(図6-4)。

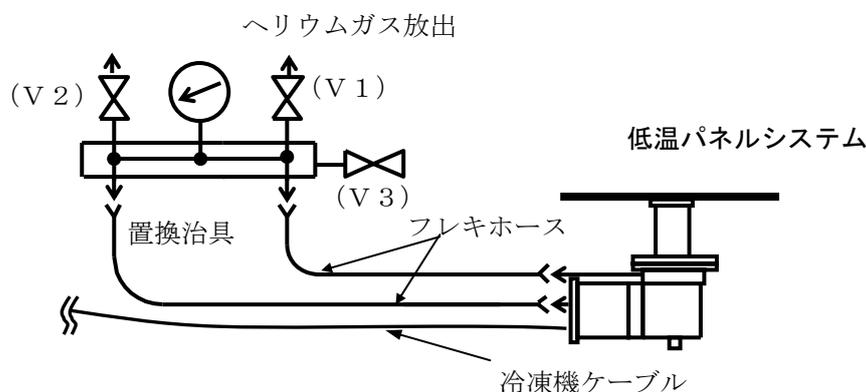


図 6-4 置換治具の接続

5. 置換治具のV1を開けて、冷凍機ユニットとフレキホース内の圧力を0.3MPaGに減圧してください。
- (注) 冷却動作により冷凍機ユニット内のヘリウムは温度が低下し、結果として密度は高くなっています。冷凍機停止後はヘリウムの温度が低温から室温へ戻りますので、その過程で内圧は徐々に上昇します。冷凍機ユニットには安全弁が設けられており、内圧が1.9MPaGになると安全弁が開きます。この安全弁は一旦動作すると、周囲の環境(塵埃など)によってはリークが発生し易くなります。したがって、冷凍機の安全弁が動作するのを極力防止するため、冷凍機停止後は直ちに内圧を下げる処置を行ってください。
6. 低温パネル(冷凍機ユニット)を昇温してください。

低温パネルが室温になるまで昇温して、さらに冷凍機内部の温度が室温になるまで放置しておいてください。

通常低温パネルが室温に達してから数時間かかります(推奨 8時間以上)。



注意

低温パネル(冷凍機ユニット)の昇温中に大気に開放すると、低温パネルに多量の水蒸気が吸着されて、粗引き時間が延びてしまいますのでご注意ください。

† 参考のために †

5.4章の強制昇温方法で低温パネルを昇温すると、昇温時間を短縮することができます。

次のステップ7からの作業は、必ず低温パネルが室温に戻ったことを確認してから行ってください。

7. ヘリウムガスボンベと圧力調整器を接続してください。「6. 3 低温パネルシステムへのヘリウムガスの補充」を参照して、ヘリウムガスボンベの容器弁と圧力調整器の間の空気をヘリウムガスで置換してください。

ヘリウムガスは、純度 99.999%以上のものを使用してください。

8. 次の手順でヘリウムガスの置換をしてください。

ヘリウムガス置換を行う前に図 6-5 に示す粗引きポンプ（推奨 20L/min 以上, 到達 10Pa）と粗引き配管を準備してください。

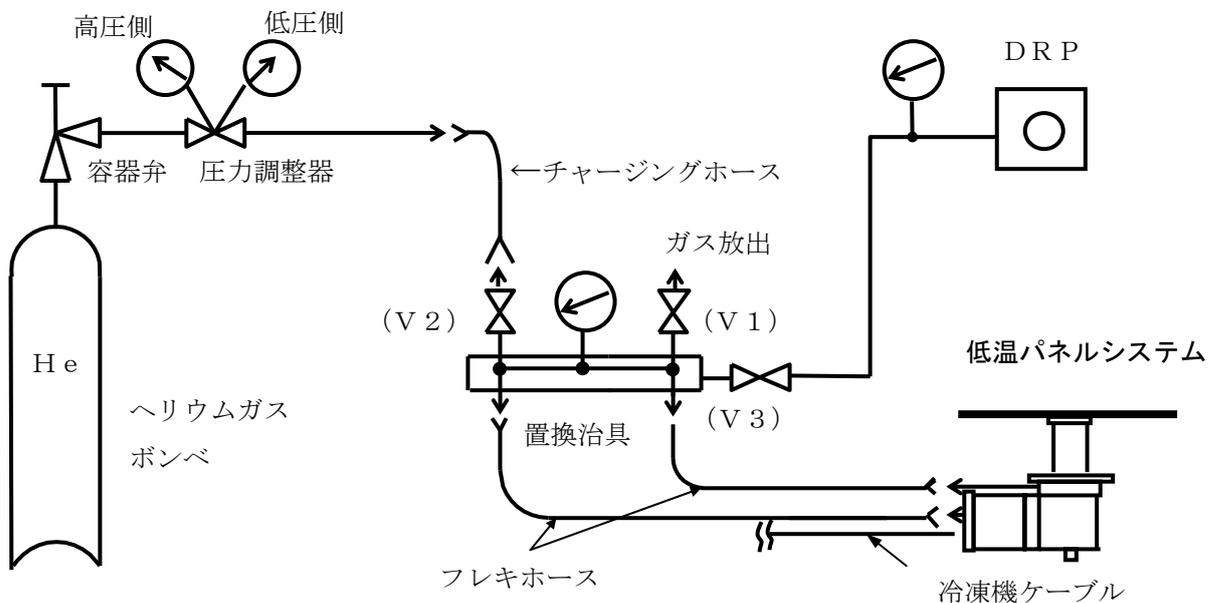


図 6-5 冷凍機ユニットのヘリウムガス置換（1）

- 置換治具の充てん弁（V 2）とチャージングホースをゆるめに接続してください。
- 圧力調整器の低压側を 0.1~0.2MPaG に調整して、ヘリウムガスをチャージングホースのフレア口より吹き出させてください。これを 30 秒程度行ってください。この間に置換治具の充てん弁（V 2）を少し開けて、充てん弁に溜まっている空気を追い出してください。
- フレアナットを確実に締め付けて、置換治具の V 2 を閉めてください。
- 粗引きポンプを起動し、V 3 をゆっくり開けて粗引きポンプの最大許容圧力以下で冷凍機ユニット内部のヘリウムガスを粗引きしてください。圧力が大気圧以下になったら、V 3 を全開にします。なお、アルバックの小型油回転ポンプ、ドライポンプの最大許容圧力は 0.01MPaG ですので、確認できる圧力計を準備してください。



注意

大気圧以上のガスを粗引きポンプで排気するので、必ずバルブをゆっくり開けてください。勢いよくバルブを全開にすると、粗引きポンプが故障します。

- e. 粗引きを30分以上行ったら、V3を閉めてください。
粗引きポンプを停止して、粗引きポンプを大気開放してください。
- f. 圧力調整器の2次側圧力を1.8MPaGに調整後、置換治具のV2を開けます。置換治具の圧力計で1.5MPaGまでヘリウムガスを充てんし、V2を閉めてください。
- g. コンプレッサユニットを起動して冷凍機ユニットを運転して下さい。
冷凍機ユニットを運転することで、冷凍機とフレキホースの内部のヘリウムガスを攪拌することができます(図6-6)。

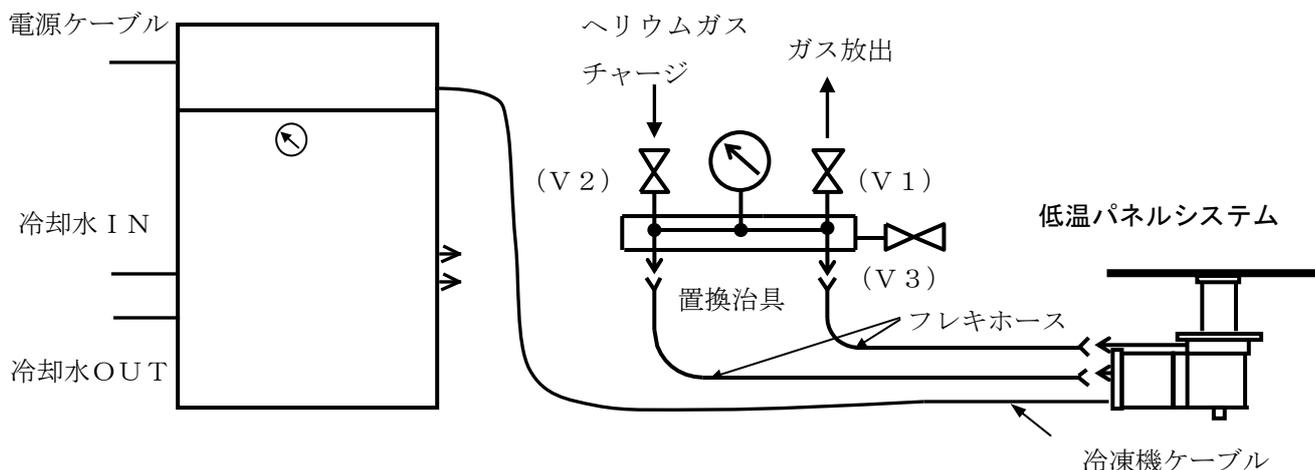


図 6-6 冷凍機ユニットのヘリウムガス置換 (2)



注意

冷凍機ユニット内が負圧の時に冷凍機を運転すると、冷凍機のモータ内で真空放電が起きて故障します。必ずヘリウムガス充てん後に、運転してください。

- h. 冷凍機ユニットを運転したまま、置換治具のV1を開けてガスを放出し、0.4MPaGまで減圧したら、V1を閉めてください。
- i. 冷凍機ユニットを運転したまま、次の作業をゆっくりと25回繰り返します。
- 1) 置換治具のV2を開けて1.5MPaGまで充てんしてV2を閉める。
 - 2) V1を開けて0.4MPaGまでガスを放出してV1を閉める。
- ヘリウムガスを25回出し入れすることにより、冷凍機ユニットとフレキホース内部の

ヘリウム純度が向上します。

9. 冷凍機を停止して、冷凍機ユニットとフレキホースにコンプレッサユニットのヘリウムガス充てん圧力規定値（前面パネルに記載）までヘリウムガスを充てんしてください。
10. 置換治具からSUPPLY、RETURNのフレキホースを外してください。
11. SUPPLY、RETURNのフレキホースを、再びコンプレッサユニットに接続してください（図6-7）。接続前にセルフシールカップリングの平ゴムガスケットが外れたり、ねじれたりしていないことを確認してください。



注意

コンプレッサユニット側SUPPLY、RETURNの接続口とフレキホースのSUPPLY、RETURNを正しく接続しなかった場合、冷凍機の安全弁が働きます。冷凍機の安全弁が作動した場合はメンテナンスが必要となりますので、正しく接続されていることを確認してください。

12. フレキホース接続後にコンプレッサユニット前面の圧力計を見て、規定圧力になっていることを確認してください。規定圧力になっていない場合は、コンプレッサユニットの充てん弁にヘリウムガスを充てんするか、ヘリウムガスを放出し調整してください。
13. 低温パネル（冷凍機ユニット）を再起動してください。

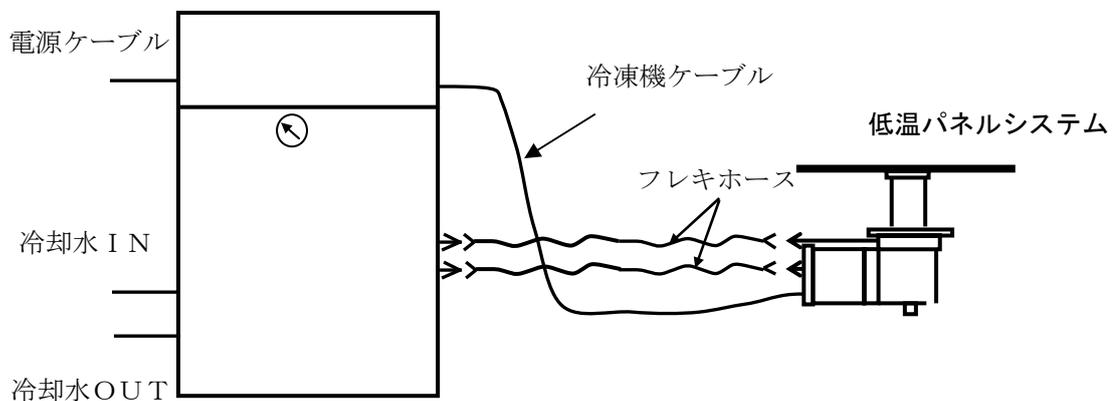


図 6-7 フレキホースの接続

付録 A

トラブルシューティング

低温パネルの故障の大部分は、次の2つの経路を通して、温度上昇、圧力上昇となって表れます。

- (1) 冷凍機ユニットの故障→冷凍能力の低下→低温パネル温度上昇→低温パネル吸熱効果減少

冷凍機ユニット故障の場合、温度上昇は通常、分あるいは時間単位で急激に起こります。

- (2) 低温パネルの汚染→入熱量の増加→低温パネル温度上昇→低温パネル吸熱効果減少

低温パネルの汚染の場合、温度上昇は使用状況により異なりますが、通常、月、年単位でゆっくりと起こります。

表A-1は考えられる故障の原因（I～VII）と対策です。故障の原因がつかめない場合は、弊社または最寄りのCSセンターまでご連絡ください。

表 A-1 故障診断表

故障症状	原因	対策
I. 低温パネルとコンプレッサユニットの両方が起動しない。		コンプレッサユニットの取扱説明書をお読みください。
II. コンプレッサユニットは起動するが低温パネルが起動しない。 または低温パネルは停止しているがコンプレッサユニットは連続して動いている。	1) 冷凍機ユニットへの冷凍機ケーブルが接続されていない。	コンプレッサユニット電源スイッチをOFFにしてから冷凍機ケーブルを冷凍機ユニットに接続する。 ⚠ 注意 コンプレッサ電源スイッチをONの状態 で冷凍機ケーブルを冷凍機ユニットに 接続しないこと。接続すると冷凍機 モータが損傷することがあります。
	2) ヘリウムガスがひどく汚染されている。	純度 99.999%以上のヘリウムガスを使用して冷凍機ユニットのヘリウムガス置換を行う。(6.4章参照)
	3) 冷凍機ユニット駆動モータに機械的損傷がある。 ① モータ軸の破損 ② 駆動モータ配線の損傷 ③ ベアリングの破損	弊社までご連絡ください。
III. 低温パネルが設定温度以下に冷えない。	1) ヘリウムガス充てん圧力が低下している。	ヘリウムガスを充てんする。
	2) 冷凍機ユニットとコンプレッサユニット間のフレキホースが正しく接続されていない。	フレキホースが冷凍機モータ側に接続されているかどうかを確認する。
	3) セルフシールカップリングが正しく接続されていない。	全てのセルフシールカップリングが正しく接続されているかどうかを確認する。

故障症状	原因	対策
	4) ヘリウムガスがひどく汚染されている。(冷凍能力の低下)	純度 99.999%以上のヘリウムガスを使って、冷凍機ユニットのヘリウムガス置換を行う。(6. 4章参照)
	5) 低温パネルへの熱負荷が大きい。	熱シールドを熱源と低温パネルの間に設ける。(図3-1参照)
	6) リークがある。リークによるガス負荷が大きい。 ①真空槽からの大気リーク ②冷凍機からのヘリウムリーク	ヘリウムリークディテクターか質量分析計でリーク箇所を見つける。 ・石鹼水を使った発泡法、ヘリウムリークディテクターを使ったスニファー法でリーク箇所を見つける。 ・各機器を切り離して加圧し、圧力低下の有無でリークをしている機器を見つける。
	7) 低温パネル内部の機器がゆるんでいる。 ①K熱電対の測温部の取付けがゆるんでいる。 ②低温パネルの取付けがゆるんでいる。	低温パネルを分解して、測温部をしっかりと取り付ける。必要ならインジウム箔も取り替える。 低温パネルを分解して、全てのネジをしっかりと締め付ける。インジウム箔を点検して、必要ならば取り替える。
	8) 冷凍機ユニットの故障。	弊社までご連絡ください。
	9) コンプレッサユニットの故障。	コンプレッサユニットの取扱説明書をお読みください。
IV. 冷凍機モータが不規則な、または間歇的な動きをする。	1) ヘリウムガスがひどく汚染されている。	冷凍機ユニットのヘリウムガス置換を行う。(6. 4章参照)
	2) モータへの入力電圧が低い。	弊社までご連絡ください。

故障症状	原因	対策
V. 昇温時に低温パネルの温度が上がらない（ヒータ付低温パネルの場合）	絶縁不良	①定期的に絶縁抵抗値を測定し、劣化が見られたら新品交換する。 ②ヒータの大气側スリーブが湿らないようにする
	断線	①定期的に抵抗値及び絶縁抵抗値を点検し、劣化が見られたら新品交換する。 ②取付け状態（緩み）に異常が無いか定期的に点検する。

This page intentionally left blank.

付録 B

フレキホース

フレキホースには2種類あります。標準品の屈曲不可なフレキホースとオプションの屈曲可能なフレキホースです。

1.1 屈曲不可なフレキホースの仕様

- ・使用ガス : ヘリウムガス (純度 : 99.999%以上)
- ・使用圧力 : Max. 2.45MPaG
- ・使用温度 : 0~70°C
- ・材質 : SUS304
- ・長さ : 3000mm (標準)
- ・最小曲げ半径 : 250mm
- ・接続時推奨トルク : 20N・m

※セルフシールカップリングが回らなくなるまで締めこむ。

- ・接続部 : 1 / 2 Bセルフシールカップリング

1.2 屈曲可能なフレキホースの仕様

- ・使用ガス : ヘリウムガス (純度 : 99.999%以上)
- ・使用圧力 : Max. 2.45MPaG
- ・使用温度 : 0~70°C
- ・材質 : SUS304
- ・長さ : 3000mm
- ・最小曲げ半径 : 350mm
- ・最大ストローク : 100mm
- ・屈曲可能回数 : 100万回以上
- ・接続時推奨トルク : 20N・m

※セルフシールカップリングが回らなくなるまで締めこむ。

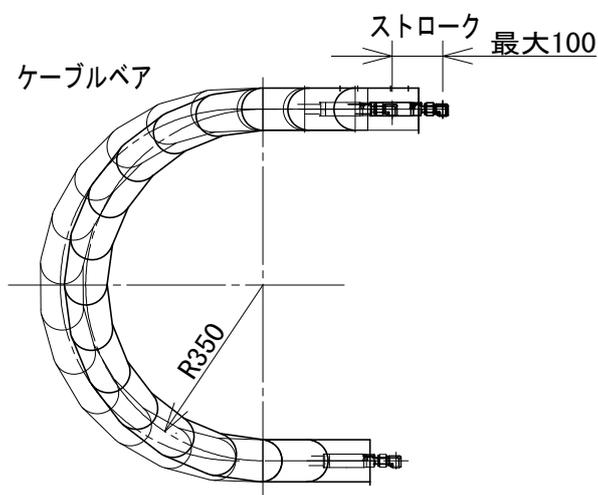
- ・接続部 : 1 / 2 Bセルフシールカップリング

2.1 標準品の屈曲不可なフレキホースの取扱い上の注意

- ・ 運搬時は、破損防止のためブレード押さえ部付近を持ってください。フレキ部分を鋭角に強く曲げると損傷する恐れがあります。
- ・ フレキホースはねじらないでください。連続的な曲げ配管では特に注意してください。
- ・ 保管は、腐食防止のため、できるだけ水分、塩分が付着しないようにしてください。また、フレキホースの変形およびつぶれを防止するため、重いものをのせたりしないでください。

2.2 オプションの屈曲可能なフレキホースの取扱い上の注意

- ・ 運搬時は、破損防止のためブレード押さえ部付近を持ってください。フレキ部分を鋭角に強く曲げると損傷する恐れがあります。
- ・ フレキホースはねじらないでください。連続的な曲げ配管では特に注意してください。
- ・ 保管は、腐食防止のため、できるだけ水分、塩分が付着しないようにしてください。また、フレキホースの変形およびつぶれを防止するため、重いものをのせたりしないでください。
- ・ 屈曲可能なフレキホースをご使用になる場合はケーブルベア等で保護し、ご使用ください。



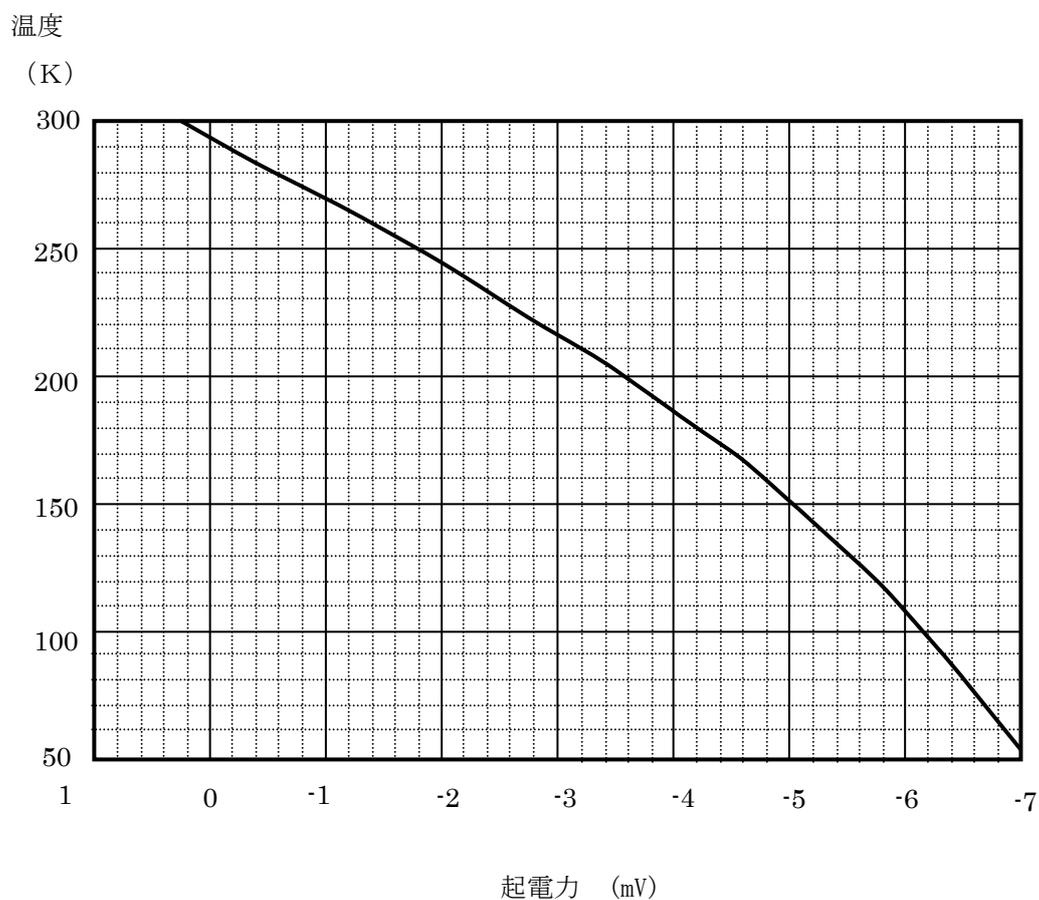
ケーブルベア設置例

- ・ 屈曲可能なフレキホースは屈曲不可なフレキホースよりクライオポンプ運転中の音が大きいです。これは異常ではありません。

付録 C

温度計の換算グラフ

1. K熱電対起電力



K熱電対起電力 (周囲温度 20°C)

This page intentionally left blank.

付録 D

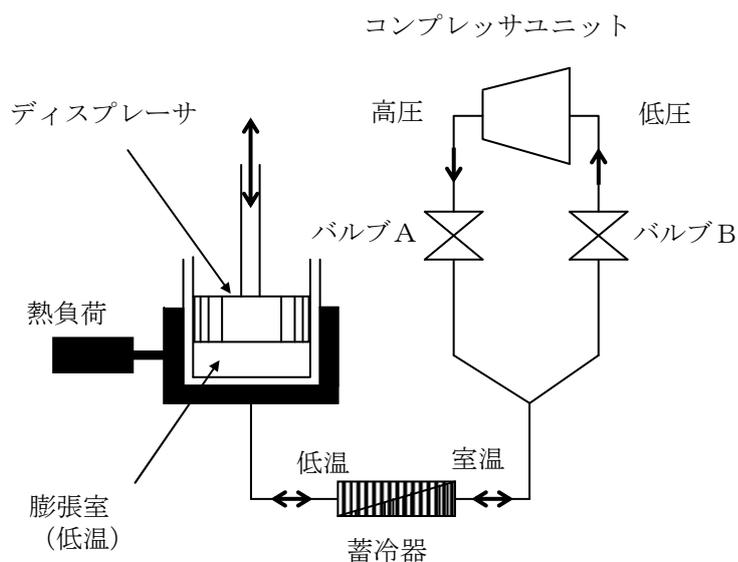
冷凍機システムの動作原理

弊社の冷凍機システムでは、冷凍機の冷凍サイクルの熱媒体ガスとして、ヘリウムガスが 10K でも液化しないため使用されます。

はじめに、ヘリウムガスはコンプレッサユニット内で高圧に圧縮され、続いて水冷、または空冷により室温まで冷却されたあと、バルブ A が開くと蓄冷器に導入されます。蓄冷器に入ったヘリウムガスは、蓄冷器と熱交換し冷却され、ディスプレイサの上昇に伴い膨張室に導かれます。次にバルブ A が閉じると同時にバルブ B が開き、膨張室内の高圧ヘリウムガスは、低圧部との差圧によってコンプレッサユニットの低圧部に向かって吐出されます。この過程で膨張室内のヘリウムガスの圧力が下がり、温度も下がります（サイモン膨張）。

温度が下がった低圧のヘリウムガスは、ディスプレイサの下降によって膨張室から完全に排出されます。このガスは、再び蓄冷器を通過してほぼ室温まで温められ、コンプレッサユニットに戻りますが、このとき、蓄冷器は逆に冷却されます。このようにして、冷凍サイクルは最初の状態に戻ります。この冷凍サイクルを繰り返すことにより、極低温が得られます。

G-Mサイクルは1950年代の終わりにGiffordらにより開発された冷凍サイクルで、ディスプレイサの駆動方法には、機械的に駆動する方法と、作業ガスの圧力差を利用して駆動する方法とがあります。G-Mサイクルは効率が良いため駆動速度が遅くでき、また、内部に使用しているシールにかかる負荷も軽いため、高性能で信頼性の高い冷凍サイクルです。ここでは、アルバック・クライオが使用している機械的にディスプレイサを駆動する冷凍サイクルについて説明します。

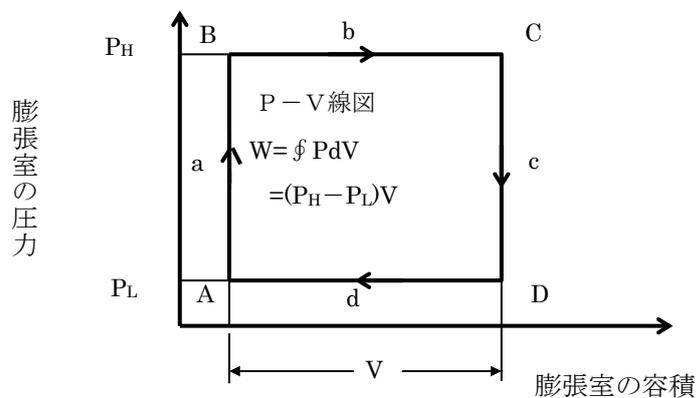
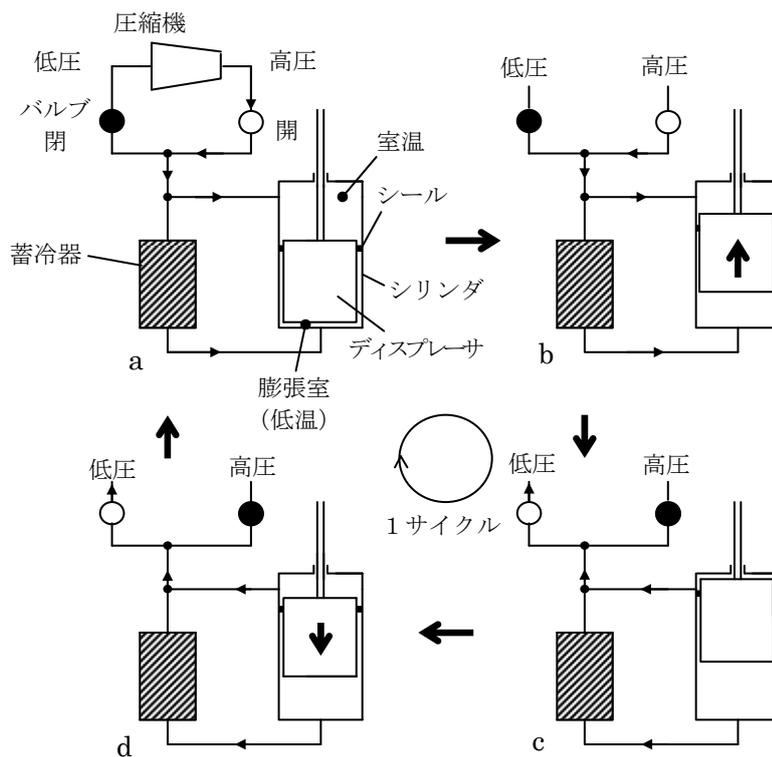


図D-1 冷凍の原理

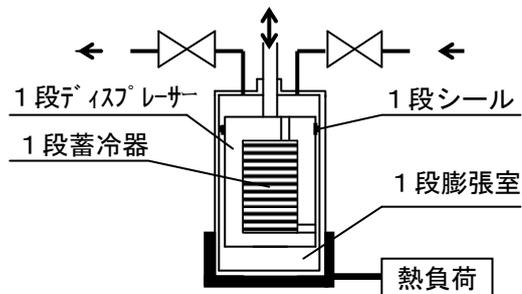
図D-2はG-Mサイクルの作動原理とP-V線図（膨張室の圧力Pと容積Vの関係を示したグラフ）を示したものです。

- A はじめディスプレイサはシリンダの最下部にあるものとします。この時低圧バルブが閉じ
 ↓ 高圧バルブが開きます。
 a シリンダの室温部と低温部（膨張室）に高圧ガスが充てんされます。
 ↓
 B シリンダ内は高圧となります。
 ↓
 b ディスプレーサが引き上げられ、室温のヘリウムガスは蓄冷器で冷却されながら低温部
 ↓ （膨張室）に充てんされます。
 C 低温部（膨張室）は最大容積となります。この時高圧バルブが閉じ、低圧バルブが開き
 ↓ ます。
 c 低温部（膨張室）の高圧ガスが蓄冷器を通して吐出されます。この時サイモン膨張により
 ↓ 膨張室内のガスの温度が下がり、寒冷が発生します。
 D 低温部（膨張室）は最低圧力となります。
 ↓
 d ディスプレーサが押し下げられ、低温のヘリウムガスは蓄冷器を冷却しながら圧縮機に
 ↓ 移送されます。このとき、ヘリウムガスは蓄冷器との熱交換によってほぼ室温に戻ります。
 A もとに戻り1サイクルが完了します。このように、理想的なG-MサイクルではP-V線図
 は四角形となり、1サイクルの周期をt秒とすると、理想的冷凍能力 Q_{ideal} は
 $Q_{ideal} = W / t$ で与えられます。

実際の冷凍機では、構造を簡略化するために蓄冷器をディスプレイサの内部に組み込み、一体化しています（図D-3）。更に1段シールには差圧がかからず、シールへの負担が軽い構造を採用しています。したがって、長寿命で高い信頼性が得られます。



図D-2 G-Mサイクルの動作原理



図D-3 1段階式冷凍機

This page intentionally left blank.

サービスネットワーク

- お問い合わせ窓口、メンテナンスやトラブル対応のサービスネットワーク等は、弊社のホームページ www.ulvac-cryo.com でもご案内しています。

アルバック・クライオ株式会社

www.ulvac-cryo.com

〒253-0085 神奈川県茅ヶ崎市矢畑 1222-1

営業 Tel: 0467-85-8884

サービス技術 Tel: 0467-85-9366

Fax: 0467-83-4838

韓国アルバック・クライオ株式会社

ULVAC CRYOGENICS KOREA INC.

www.ulvac-cryo.co.kr

107, Hyeongoksandan-ro, Cheongbuk-Myeon, Pyeongtaek-si,
Gyeonggi-Do, Korea, 17812

Tel: +82-31-683-2926

Fax: +82-31-683-2956

寧波アルバック・クライオ有限公司

ULVAC CRYOGENICS (NINGBO) INC.

www.ulvac-cryo.com

No.888 Tonghui Road, Jiangbei District, Ningbo, China 315020

Tel: +86-574-8790-3322

Fax: +86-574-8791-0707

This page intentionally left blank.

改訂来歴

改訂年月日	改訂番号	改訂内容
2013/08/29	2013.08	初版
2013/12/19	2013DR01	「はじめに」改訂。 「サービスネットワーク」改訂。
2015/10/15	2015OR02	「3.2 低温パネルとコンプレッサユニットの接続」記載内容の変更。 「6. メンテナンス」改訂。 「サービスネットワーク」改訂。
2017/05/17	2017MY03	「正しく安全に」記載内容の修正。 「付録 D. 冷凍機システムの動作原理」 記載内容の変更。

This page intentionally left blank.