



# CSTR

(Continuous Stirred Tank Reactors)

連続攪拌式タンク反応容器

## Operation and Maintenance Manual 操作とメンテナンスのマニュアル



# CSTR

(Continuous Stirred Tank Reactors)

連続攪拌式タンク反応容器

Version 2.0, December 2014

この取扱とメンテナンスのマニュアルに関する質問があれば、下記にお問い合わせ下さい。:

Bioprocess Control Sweden AB Scheelevägen 22  
SE-223 63 Lund  
Sweden

Tel: +46 (0)46 163950

Fax: +46 (0)46 163959

E-mail: [support@bioprocesscontrol.com](mailto:support@bioprocesscontrol.com)

Web: [www.bioprocesscontrol.com](http://www.bioprocesscontrol.com)

この書類には著作権で保護された特許情報が含まれています。  
著作権はすべて保全されています。Bioprocess Control Sweden AB の書面による事前の許可がない限り、  
この出版物のどの部分も、いかなる形式による再製もいかなる言語への翻訳も行うことはできません。

Copyright © 2014 Bioprocess Control Sweden AB

Produced in Sweden



三協インタナショナル株式会社

Sankyo International Corporation

本社:03-3662-8100 大阪:06-6372-5843 名古屋:052-709-1781

## TABLE OF CONTENTS

<b>1</b>	<b>序文</b> .....	<b>1</b>
1.1	Bioprocess Control Sweden AB.....	1
1.2	連続発酵試験のための反応容器.....	2
<b>2</b>	<b>納入チェック(DELIVERY CHECKS)</b> .....	<b>3</b>
2.1	CSTR-2G (2 l glass digester: ガラス製消化装置).....	3
2.2	CSTR-5G (5 l glass digester: ガラス製消化装置).....	5
2.3	CSTR-5S and CSTR-10S (5 and 10 l stainless steel digesters).....	5
<b>3</b>	<b>試運転前 (PRE-COMMISSIONING)</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>品質の規定と忠告(QUALITY RULES AND RECOMMENDATIONS)</b> .....	<b>6</b>
4.1	捜査開始前(Before getting started).....	6
<b>5</b>	<b>安全の注意と配慮(SAFETY NOTES AND CONSIDERATIONS)</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>機器の説明(設計/機能)(EQUIPMENT DESCRIPTION (DESIGN/FUNCTION))</b>	<b>8</b>
6.1	CSTR-2G.....	8
6.2	CSTR-5G.....	9
6.3	CSTR-5S と CSTR-10S.....	11
6.4	連続式攪拌タンク反応容器の設計/機能(Design/function of CSTR).....	13
6.4.1	壁型ジャケット(WALL JACKET).....	13
6.4.2	原材料供給ポート(FEEDING PORT).....	13
6.4.3	ガス出口(GAS OUTLET).....	13
6.4.4	サンプル採取用ポート(SAMPLING PORT).....	13
6.4.5	覗き窓(VIEWING PORT WINDOW).....	14
6.4.6	排出のためのボールバルブ(BALL VALVES FOR DISCHARGING AND EMPTYING).....	14
6.4.7	自己排出ポートと自動スラリー制御(SELF DISCHARGING PORT & AUTO SLURRY CONTROL).....	14
6.4.8	調節可能な脚(ADJUSTABLE FEET).....	15
6.4.9	モータと攪拌器(MOTORS & STIRRERS).....	15
<b>7</b>	<b>CSTR の技術的特徴(CSTR TECHNICAL CHARACTERISTICS)</b> .....	<b>19</b>
7.1	CSTR の設定(CSTR configurations).....	19
7.2	CSTR 部品の原材料(Raw materials of the CSTR parts).....	20
7.3	ホースバンドとガスケットのサイズ(Tri-clamps and gasket sizes).....	20
7.4	ポートのサイズ(Dimensions of the ports on all CSTR digesters).....	21
<b>8</b>	<b>操作(OPERATION)</b> .....	<b>22</b>
8.1	CSTR digester の最初の組立(First assembly of the CSTR digester).....	22
8.1.1	CSTR-2G の最初の組立(FIRST ASSEMBLY OF CSTR-2G).....	22
8.1.2	CSTR-5G の最初の組立(FIRST ASSEMBLY OF CSTR-5G).....	23
8.1.3	CSTR-5S と CSTR-10S の最初の組立.....	23
8.2	スタートアップ前(Before start up).....	24
8.2.1	CSTR-2G.....	24
8.2.2	CSTR-5G, CSTR-5S および CSTR-10S.....	25
8.3	スタートアップ(Start up).....	27

8.3.1	CSTR-2G.....	27
8.3.2	CSTR-5G, CSTR-5S および CSTR-10S .....	27
8.4	原材料の供給と排出(Feeding and discharging).....	28
8.4.1	CSTR-2G.....	28
8.4.2	CSTR-5G.....	28
8.4.3	CSTR-5S と CSTR-10S .....	29
8.4.4	ガス袋の使用による排出(DISCHARGING BY USING A GAS BAG).....	29
8.4.5	自動供給(AUTOMATIC FEEDING) .....	30
8.5	モニタリングとトラブルシューティング(Monitoring & troubleshooting).....	31
<b>9</b>	<b>操作の終了(END OF OPERATION).....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>メンテナンスと修理(MAINTENANCE AND REPAIRS) .....</b>	<b>33</b>
10.1	洗浄と修理時の分解説明(Disassembly instructions for cleaning and repair).....	33
10.1.1	CSTR-2G の分解(DISASSEMBLY OF CSTR-2G) .....	33
10.1.2	CSTR-5G の分解(DISASSEMBLY OF CSTR-5G) .....	33
10.1.3	CSTR-5S と CSTR-10S の分解 .....	34
10.2	リアクタの洗浄(Cleaning the reactor).....	34
10.3	洗浄と修理後の組立説明(Assembly instructions after cleaning and repair).....	34
10.3.1	CSTR-2G の組立(ASSEMBLY OF CSTR-2G) .....	35
10.3.2	CSTR-5G の組立(ASSEMBLY OF CSTR-5G) .....	35
10.3.3	CSTR-5S と CSTR-10S の組立 .....	35
10.4	メンテナンスチェック(Maintenance checks).....	36
10.5	スペアパーツ(Spare parts for CSTR).....	37
<b>11</b>	<b>機器の廃棄(EQUIPMENT DISPOSAL) .....</b>	<b>39</b>

# 1 序文

## 1.1 Bioprocess Control Sweden AB

Bioprocess Control Sweden AB (BPC) は私企業で、バイオガス・プラントやプロセスの効率的な設計やオペレーションを支援する技術とサービスを提供する商業的バイオガス産業のための高度な制御技術の分野におけるマーケットリーダーです。会社は2006に設立されました。15年以上に亘り、嫌気性消化プロセスの計器、制御および自動化の分野で業界最高レベルの研究を行っています。

2009年末にBioprocess Control Sweden AB (BPC)は、メタンポテンシャル分析のための現場ラボ設備の分野で革新的な製品である自動メタンポテンシャル・テストシステム (Automatic Methane Potential Test System (AMPTS)) の発売を開始しました。AMPTSのユーザの数は急激に拡大し、現在は、アメリカ、ヨーロッパ、中東、アフリカとアジア太平洋地域の諸国に30カ国以上のユーザがいます。

2012年に、Bioprocess Control Sweden AB (BPC)は、連続操作モードで嫌気性発酵プロセスの制御と監視のための分析装置であるBioReactor Simulator (BRS) の発売を開始しました。BioReactor Simulator (BRS)はバイオガス生産プロセスの連続操作の知識と経験を得るための理想的な機器とプラットフォームです。それはまたAMPTSの補完ツールとしての役目も果たし、原材料の特性評価と最適化のために使用されます。そのシステムはインターネット接続によってどのコンピュータまたはモバイル機器からアクセスできる効率の良いクラウド・コンピューティング・ソリューションで作動するウェブベースのソフトウェアで制御されます。

2013年7月に、新しい機器のBiogas Endeavour と  $\mu$ Flow (自動データロガー付き)が生化学易分解性基質の嫌気性消化から生産される超低バイオガス流量のオンライン測定のために市場に提供されました。

連続攪拌式タンク反応容器 : CSTR (Continuous Stirred-Tank Reactors) bioreactors は、10 l までのサイズが提供され、ステンレススチール又は高品質のガラス製です。それらはすべてフルスケールの発酵過程をシミュレートするために潜在的に使用可能です。これらのバイオリアクタは2013年以降市場で入手できます。それらは市場にある他社の同様の反応器に比べて次のようないくつかの長所があります。:

- CSTR bioreactors は大変使い勝手が良く、特に使用とメンテナンスの簡単さを念頭に置いて設計されています。
- それらの壁型ジャケット設定(wall jacket configuration)は独立した加熱と冷却を可能にします。
- CSTR bioreactors は高い含有量と低い含有量の両方の固形成分原材料に適します。
- CSTR bioreactors は材料の供給と加工の両方の監視と制御に対して極めて柔軟に対応するように設計されています。
- 観察窓(viewing ports)は発酵中の発泡の視覚検査(visual inspection of foam formation)を可能にします。

BPC(Bioprocess Control)の製品は品質を犠牲にしないで最大限の柔軟性を提供する方法で設計されています。それらの製品は顧客のニーズに最も適する方法で、単独、またはお互いに接続して使用できます。

今日世界中で使用されている AMPTS 装置の数の多さを考慮すると、BRS、Biogas Endeavour、 $\mu$ Flow だけでなく CSTR もまたバイオガス産業に対して同じ影響を持つことが期待され、連続操作フルスケールの堆肥を作る装置(continuously operated full-scale biogas digesters)の研究所規模のシミュレーションに関心を持つ大学、民間研究所、バイオガス生産企業が選択する技術になることが期待されます。

## 1.2 連続発酵試験のための反応容器

嫌気性分解のプロセスは極めて複雑で動的です。そこでは、微生物学的、生化学的、物理化学的な側面が緊密に相互関連します。最適化の目的のために、研究所スケールでの発酵試験が原材料の特徴を判断し、バイオガス・リアクタの連続運転をシミュレートするために使用されます。一般に、幅広く設計されたテストプログラムのために、バッチ方式と連続方式の組合せが使用されるべきです。

平行的に行われる数多くのバッチテストが原材料の特徴に関する結果を出し、他方、連続テストが長時間枠の長期のプロセス条件をシミュレートします。

従来の連続発酵試験では、有機物質が段階的または連続的に反応容器に追加されず。それらの最終生成物は定期的または連続的に取り除かれて、バイオガスの一定の予測可能な生産をもたらします。次のような単一の消化槽または複数の消化槽が順繰りに使用されます。:

- CSTR (Continuous Stirred-Tank Reactors) 連続攪拌式タンク反応容器
- UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blankets) 上向流嫌気スラッジブランケット
- EGSB (Expanded Granular Sludge Beds) (拡大粒状スラッジ(汚泥)ベッド)
- IC (Internal Circulation Reactors) (内部循環反応容器)

定義された連続手順による発酵試験の目的は、ガス生産量とその成分について信頼性の高い長期間のデータベースを取得して、有機物質の分解、発酵過程、および発酵過程で発生する可能性のある問題点に関する包括的な実体を構築することです。事実、連続的な研究所スケールの発酵試験による結果は、フルスケールの場合の操作を良く表します。連続発酵試験の助けがある場合、基質の特性が発酵過程にどのように影響するか判断し、また最適分解とガス生産量の最大化を確保するためにはどんなプロセス条件が導入されねばならないかについて決定することが可能です。このようにして連続発酵試験(Continuous fermentation tests)はバイオガスプラントを設計し運転するためと、プロジェクトの経済的実現可能性に関するモデルの作成のために必須なプロセスの可能性と負荷の限度について第一歩の有益な情報をもたらします。

従来の連続発酵試験(Conventional continuous fermentation tests)は、生化学的廃棄物(bio-wastes)と使用されるバクテリア培養菌(bacteria culture)の不均一な性質(heterogeneous nature)によるのみならず、実験の設定と統一されていない試験プロトコルによって、大きなバラツキのある研究所規模の手法です。例えば、反応容器の設定、計装および操作モードはすべて研究所ごとに異なる可能性があります。さらに、それらの結果の発表がしばしば標準化されていないので、2つの試験の間の比較の可能性が大変困難です。さらに、連続モードでの発酵試験の実行はしばしば複雑で大変労働集約的で時間のかかるやり方であるため、かなりの時間が掛ります。

BPC(Bioprocess Control) で入手可能な連続攪拌式タンク反応容器 (CSTR (Continuous Stirred-Tank Reactors) ) は高質量の液体と気体の移動と制御された温度で様々な混合形態(mixing regimes)と混合度(mixing intensities)を可能にする気密性反応容器(gas tight reactors)として設計されています。それらは Bioreactor Simulator (BRS)、 $\mu$ Flow 等のようなガス流量測定装置(gas flow measuring device)のどのタイプにも接続することができます。

## 2 納入チェック(DELIVERY CHECKS)

納入時に、開梱して内容物“Box Content”項のリストに一致することを確認して下さい。第6章の機器説明(Equipment Description)は含まれる部品の写真を示します。

納入時に梱包または機器が損傷していれば、次の措置を取って下さい。:

1. 書類を作成し部品と梱包の写真を撮って下さい。
2. 納入時に輸送会社に通知して下さい。
3. 輸送会社が事故証明書を作成することを確認して下さい。
4. 現地の代理店または Bioprocess Control に事故を通知して下さい。

### 2.1 CSTR-2G (2 l glass digester:ガラス製消化装置)

ボックス内容

免責条項(Disclaimer):下記の CSTR-2G に対する納入チェックリストは、6 個の 2-litre 反応容器の付いた試料培養装置と一緒に BioReactor Simulator (BRS) の注文が行われるときにのみ有効です。注文が異なる数の CSTR-2G が使用される他の製品に対して行われる場合には、下記のリストの中にある数量はその注文に従うこととなります。

注文が CSTR-2G glass bottle kit だけに対して行われる場合には、Bioreactor Agitation Systems (即ち、ブラシ付き直流モータ駆動攪拌器(Brush DC motor-driven agitators) も多機能ブラシ無し直流モータ駆動攪拌器(Multifunction Brushless DC motor-driven agitators) も含まれません。



次の 2 種類の異なる バイオリアクタ攪拌システム(Bioreactor agitation systems)が Bioprocess Control から入手できます。: i) ギアボックス付き標準ブラシ直流モータ (brush DC motors with a gearbox)に基づいた 初期構成(左側写真) ii) ブラシ無しの直流ステップモータ (brushless DC stepper motors)のユニークな設計に基づいた多機能型バージョン(右側写真)



#### **CSTR-2G glass bottle kit**

- 6 glass bottles with 3 ports (2 l reactors)
- 6 glass feeding funnels
- 6 bent glass discharging tubes
- 24 plastic screw caps (18 with and 6 without holes)
- 18 silicone sealing rings
- 6 helical couplings + tool (Allen key 2.5 mm)(らせん状カップリング)

#### **Brush DC motor-driven agitators(ブラシ付き)**

- 6 plastic caps with agitators/motors
- 1 motor module
- 1 long motor cable (for connecting the detection unit to the first motor)
- 12 short motor cables (for connecting all 6 agitators in serial)
- 1 power adapter for the motor module
- 6 rubber stoppers with 2 metal tubes, 1 plastic tube and rotating shaft for mixing
- 6 plastic tubing clamps

#### **Multifunction brushless DC motor-driven agitators(多機能型ブラシ無し)**

- 6 plastic caps with agitators/motors
- 1 Master Control Unit (MCU) Box
- 1 long signal cable
- 5 short motor cables (for connecting all 6 agitators in serial)
- 1 power adapter
- 6 rubber stoppers with 2 metal tubes, 1 plastic tube and rotating shaft for mixing
- 6 plastic tubing clamps
- 6 helical couplings
- 1 tool (Allen key)

## 2.2 CSTR-5G (5 l glass digester:ガラス製消化装置)

### ボックス内容

- 1 glass reactor
- 1 main lid assembly with motor and feeding funnel
- 1 metal tri-clamp hinge
- 1 gasket for the tri-clamp hinge
- 2 plastic screw caps with a hole
- 2 plastic tube nipples
- 1 plastic screw cap
- 1 tubing nipple (for emptying & discharging port)

### Optional parts:

- 1 tool (Allen key)

## 2.3 CSTR-5S and CSTR-10S (5 and 10 l stainless steel digesters)

### ボックス内容

- 1 steel reactor
- 1 main lid assembly with motor and feeding funnel
- 1 plastic tri-clamp hinge
- 1 gasket for the tri-clamp hinge
- 1 tube nipple ID/OD 10/12 mm
- 1 tube nipple ID/OD 4/6 mm (for the CSTR-5S version with 4 ports on the main lid)

### Optional parts:

- 1 Allen key

## 3 試運転前 (PRE-COMMISSIONING)

下記の品目は連続攪拌式タンク反応容器の消化装置(CSTR digesters)と一緒に納入されません。然しながらそれらの消化装置を操作するために要求されることがあります。:

- 壁型ジャケット(Wall jacket)構成によるCSTRに対する加熱/冷却装置としての再循環用水槽(Recirculating water bath)
- Tubing
  - Recirculating water bath と Wall jacketを接続するためのSilicon tubing
  - ガス出口とガス検出装置を接続するためのTygon<sup>®</sup> tubing
  - 排出パイプ用のTubes
- 適切なチューブ締め付け具とバルブ
- Long, thin, bendable tool (即プラスチックの細長い一片またはケーブル帯)
- Syringe (100 ml)(注射器)
- Gas bag(ガス袋)

## 4 品質の規定と忠告(QUALITY RULES AND RECOMMENDATIONS)

- 提供される製品保証は確認された製品注文フォームと船積書類上に記載された保証と一致します。
- 製品の品質と性能を保証するためには製品と一緒に納入される部品だけがシステムの中で使用できます。
- Bioprocess Control はテキストと画像の間違ひがある場合の修正とこのマニュアルの中の技術データを変更する権利を留保します。

### 4.1 捜査開始前(Before getting started)

- 機器の取付けと使用を行う前にこのマニュアルと個別機器に関する追加の別冊マニュアルを読んで下さい。(例えば、BioReactor Simulator、 $\mu$ Flow 及び Bioreactor Agitation Systems のマニュアル)
- 取扱説明書は将来の参考のために保管し、連続攪拌式タンク反応容器の消化装置(CSTR digesters)を定期的に使用する担当者が簡単に利用できるようなして下さい。

## 5 安全の注意と配慮(SAFETY NOTES AND CONSIDERATIONS)

連続式攪拌タンク反応容器のバイオリアクタ(CSTR Bioreactors)は、それらの内部の内容物が有毒ガスまたは若干浸食性のあるガスを大量に発生する場合があるので、換気の良い屋内環境で使用されるべきです。リアクタ上のガス出口は常にドラフト(◆有毒ガスを扱うための実験設備)の中に設置されるか、またはガス袋に接続されねばなりません。

生化学的廃棄物(bio-waste)と接種材料(inoculum)を取り扱うときには常に保護服、眼鏡と手袋を着用して下さい。

消化プロセス(digestion process)は爆発性ガスを生成します。だから、排出用チューブ内が詰っていないか定期的にチェックすることが重要です。リアクタが使用中のとき、材料供給用漏斗の蓋(lid on the feeding funnel)がホースバンド(ホースクランプ: Tri-clamp)で固定して取り付けてはなりません。その蓋はリアクタ内の圧力が高過ぎた場合の保護の安全弁としての役割を果たします。

電源は連続攪拌式タンク反応容器(CSTR)に部品を組立または分解する前にモータからプラグを抜かねばなりません。水の近くで電気装置を取り扱うときは常に注意を払って下さい。

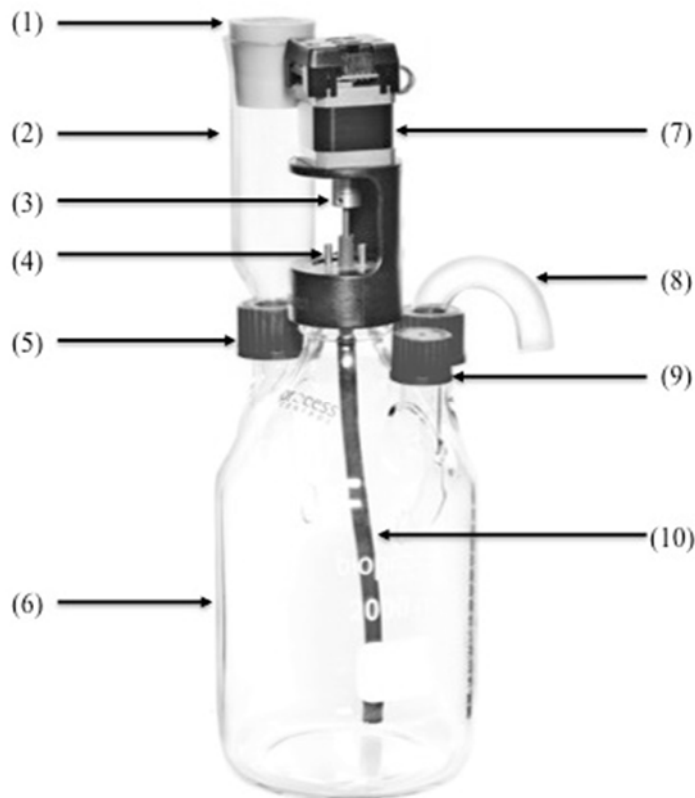
モータが稼働しているとき、モータの回転部品は潜在的に損傷する可能性があります。だから、モータを稼働する前には、必ず、長い髪は後ろに結び、ゆったりした垂れた衣服は脱ぎ、宝石または同種のものは取り外して下さい。

リアクタの壁型ジャケット構造(wall jacket construction)はその内部を循環する水と同じ温度に達します。通常、実験に使用される温度は損傷を起すほど高くありません。しかし、外部の加熱装置が正しい温度設定がなされていて、正常に稼働していることを必ずチェックして下さい。

## 6 機器の説明(設計/機能)(EQUIPMENT DESCRIPTION (DESIGN/FUNCTION))

Bioprocess Controlによって提供される CSTR bioreactors は次の2種類の設定で利用できます。: Glass (G) と Stainless steel (S)による2種類の設定があります。サイズは次の3種類のオプションがあります。: 2、5 および 10 liters (それらの種類はモデル名の中に記入されています。)

### 6.1 CSTR-2G

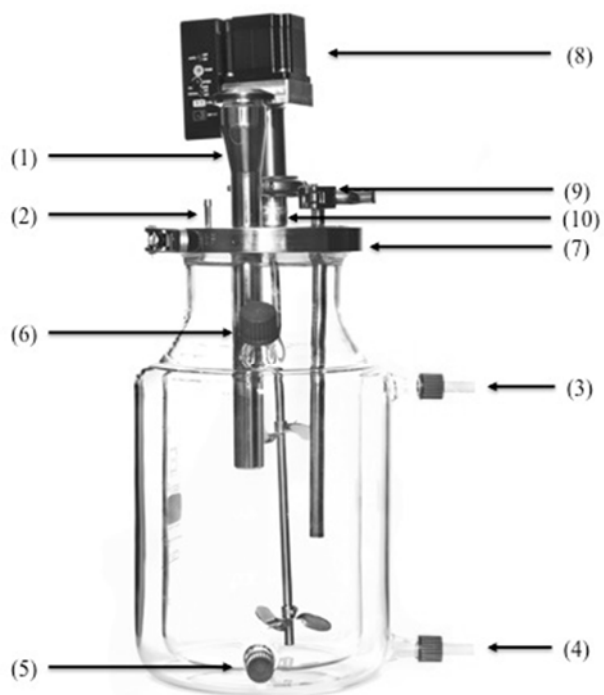


CSTR-2G	
(1) Silicone stopper(シリコンストッパー)	(6) Glass bottle
(2) Glass feeding funnel(ガラス製材料供給漏斗)	(7) Motor unit
(3) Helical coupling(らせん状カップリング)	(8) Bent glass pipe(曲がったガラス製パイプ)
(4) Rubber stopper with metal pipes for gas outlet	(9) Sampling port with plastic cap (T, pH, etc.)
(5) Plastic cap with hole	(10) Stirrer

Glass feeding funnel (2)、Silicone stopper (1) および Bent glass pipe (8) は下記の写真で別途示されています。(左側から右へ)



## 6.2 CSTR-5G

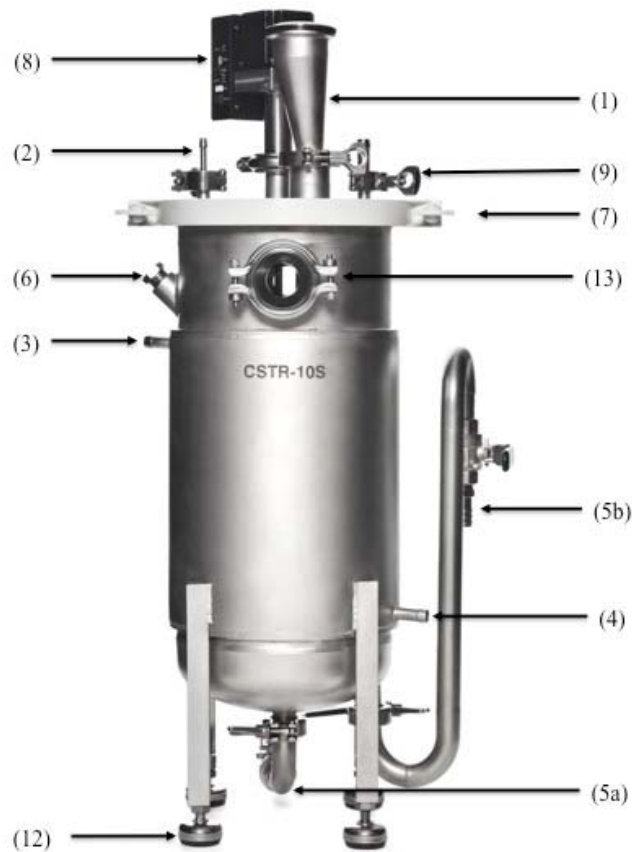




<b>CSTR-5G</b>	
(1) Feeding port for high solid content feedstock(固形内容の原材料用供給口)	(6) Sampling port (T, pH, etc.)
(2) Gas outlet	(7) Tri-clamp hinge(ホースバンド)
(3) Heating/cooling water outlet	(8) Motor
(4) Heating/cooling water inlet	(9) Liquid feeding port (for attaching a suitable tube nipple)
(5) Emptying & discharging port	(10) Motor holder

### 6.3 CSTR-5S と CSTR-10S

CSTR-5S と CSTR-10S の間の唯一の違いは容量と幅です。両方のサイズは 2 つのバージョンの形式になります。ひとつのバージョンは固定された排出ポート (Emptying port (5a)) と排出ポート (Discharging port (5b)) と主蓋(main lid)上に 3 個のポートがあります。もう一つのバージョンには取外し可能な排出ポート(detachable emptying and discharging ports) と主蓋上に 4 個のポートがあります。下記の写真と凡例は CSTR-10S を示します。







<b>CSTR-5S and CSTR-10S</b>	
(1) Feeding port for high solid content feedstock	(7) Tri-clamp hinge
(2) Gas outlet (not visible in the picture)	(8) Motor
(3) Heating/cooling water outlet	(9) Liquid feeding port (continues into a tube on the inside of the main lid)
(4) Heating/cooling water inlet	(10) Motor holder
(5a) Emptying port(排出ポート)	(11) Extra port similar to (9), but does not have a tube attached on the inside of the lid.
(5b) Discharging port(排出ポート)	(12) Adjustable feet(調整可能な脚)
(6) Sampling port (T, pH, etc.)	(13) Viewing port window(覗き窓)

## 6.4 連続式攪拌タンク反応容器の設計/機能(Design/function of CSTR)

### 6.4.1 壁型ジャケット(WALL JACKET)

CSTRに付いた壁型ジャケットは水が加熱または冷却のために循環できる二重の壁を作ります。リアクタをポンプの取り付けられた外部の再循環用水槽に接続することにより、実験の間リアクタ内の温度が制御できます。

各CSTR は、多数ある再循環水用水槽のポンプが十分に高い流量(20-30 l/min)を発生する能力を持つので、個別に加熱、または直列に接続することができます。

### 6.4.2 原材料供給ポート(FEEDING PORT)

CSTR Bioreactors は2種類の異なるサイズの原材料供給ポート(feeding ports)を持ちます。大きいサイズのポート (1) は固形の原材料(solid feedstock)がリアクタの内容物の表面の下に到達するのが簡単にできます。液体はサイズの小さなポート (smaller port (9)) から、注射器の使った手動によるか、またはポンプを使った自動で供給することができます。

### 6.4.3 ガス出口(GAS OUTLET)

Gas outlet (2) は、ガスを袋に導くため、または検出装置に通すために、狭くてガスを密閉するチューブがその Gas outlet (2)に取り付けられるように設計されています。

### 6.4.4 サンプル採取用ポート(SAMPLING PORT)

汎用 Sampling port (6) と通じて、Temperature (T) および pH のようなパラメータのオンライン分析のためにサンプルを採取することが可能です。プラスチック製アダプタ(下写真)がオンラインモニタリングのために pH sensor を挿入するために使用できます。このプラスチック製アダプタ(Plastic adaptor)は要求に応じて供給できます。



#### 6.4.5 覗き窓(VIEWING PORT WINDOW)

Stainless steel バージョンは、消化プロセスの間、泡形成(foam formation)が検出できる2個の覗きポート(viewing ports)が両側にあります。必ず保護フィルムを剥がして下さい。タンク内部をはっきりと見るためには、前面窓から検査している間、背面窓からランプで照らして下さい。



#### 6.4.6 排出のためのボールバルブ(BALL VALVES FOR DISCHARGING AND EMPTYING)

Emptying (5a) と Discharging (5b) 用のポートのために、ステンレス製タンクはボールバルブを使って簡単に開閉できます。“ON” はそのバルブが開いていることを意味し、“OFF” は閉じていることを意味します。排出ポートのボールバルブ(Discharging port ball valve)については下記の写真を参照して下さい。



#### 6.4.7 自己排出ポートと自動スラリ制御(SELF DISCHARGING PORT & AUTO SLURRY CONTROL)

ステンレス製構成は自動スラリ水準制御(Automatic slurry level control)を提供します。リアクタの内部では、その排出チューブがタンクの側面に沿って伸び上がり、その縁より上に到達するスラリがあれば排出します。(下記の写真を見て下さい。)



#### 6.4.8 調節可能な脚(ADJUSTABLE FEET)

ステンレス製構成は、リアクタの安定と水準取りが簡単にできるための調整可能な脚が付いています。



#### 6.4.9 モーターと攪拌器(MOTORS & STIRRERS)

##### 6.4.9.1 CSTR-2G の場合のモーターと攪拌器(Motors & stirrers for CSTR-2G)

次の 2 種類の異なる バイオリアクタ攪拌システム(Bioreactor agitation systems)が Bioprocess Control から入手できます。: i) ギアボックス付き標準ブラシ直流モーター (brush DC motors with a gearbox)に基づいた 初期構成(左側写真) ii) ブラシ無しの直流ステップモーター (brushless DC stepper motors)のユニークな設計に基づいた多機能型バージョン(右側写真)完全な内容の仕様と説明は、バイオリアクタ攪拌システム (Bioreactor agitation systems)のマニュアルを参照して下さい。



#### 6.4.9.2 CSTR-5G、CSTR-5S と CSTR-10S の場合のモータと攪拌器

5 l reactor と 10 l reactor の場合には 2 種類のモータバージョンが利用できます。: ブラシ付き直流モータ (Brush DC Motor) と多機能ブラシ無し直流モータ (Multifunction brushless DC motor) それらの説明は下記の通りです。

ブラシ付き直流モータ (Brush DC motor)



<b>Brush DC motor (技術的特性)</b>	
Type of motor モータのタイプ	Permanent magnet DC motor with planetary gearhead 惑星型変速機付き永久磁石直流モータ
Voltage 電圧	24 V
Output power 出力電力	12 W
Output torque 出力トルク	0.58 Nm
Output speed 出力速度	194 min <sup>-1</sup>
Maximum radial load 最大半径方向荷重	250 F <sub>R</sub> (N)
Maximum axial load 最大軸方向荷重	150 F <sub>A</sub> (N)
Weight 重量	0.59 kg
Length 長さ	105 mm
Ambient temperature 周囲温度	-20 to +80 (°C)
Diameter 直径	42 mm
Features 特徴	Speed and mixing intervals controlled by an external power supply 外付け電源で制御される速度と混合の間隔

電源 Power supply for Brush DC motor (技術的特性)	
Output voltage出力電圧	0-24 V (adjustable)
Ripple voltageリップル電圧	1 mV
Output current出力電流	0-3 A (adjustable)
Dimensionsサイズ	130 x 215 x 150 mm
Weight重量	4.9 kg
Features特徴	LCD display & fine adjustment for voltage and current Protection mode: current-limiting Output connectors IEC1010 Fuse-protected 電圧と電流に関するLCDディスプレイと微調整 保護モード ; 電流制限 出力コネクタIEC1010 ヒューズで保護されている。

#### 多機能ブラシ無し直流モータ (MULTIFUNCTION BRUSHLESS DC MOTOR)

Multifunction brushless DC motor は下記の写真と凡例で示されたさまざまな設定ができる制御パネルが付いています。



(1) Auto (ON/OFF)	<p>This switch is used to control the <b>direction</b> during the rotation of the mixers (i.e. single or bidirectional rotations).</p> <p>このスイッチはミキサーの観点中にその方向を制御するために使用されます。(即ち、単一方向又は双方向の回転)</p>																				
(2) Timer (0-9)	<p>The timer dial can be set to 10 different intervals, which refer to the rotary switch delays. Below are the intervals for each setting:</p> <p>タイマーダイヤルは 10 種類の異なる間隔に設定できます。この間隔は回転のスイッチの遅れに関連します。下記は各設定の場合の間隔です。 :</p> <table border="1" data-bbox="483 546 1406 1106"> <tr> <td>0</td> <td>5 s</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>15 s</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>30 s</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>45 s</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>60 s (1 min)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>120 s (2 min)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>300 s (5 min)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>600 s (10 min)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1800 s (30 min)</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>3600 s (60 min)</td> </tr> </table>	0	5 s	1	15 s	2	30 s	3	45 s	4	60 s (1 min)	5	120 s (2 min)	6	300 s (5 min)	7	600 s (10 min)	8	1800 s (30 min)	9	3600 s (60 min)
0	5 s																				
1	15 s																				
2	30 s																				
3	45 s																				
4	60 s (1 min)																				
5	120 s (2 min)																				
6	300 s (5 min)																				
7	600 s (10 min)																				
8	1800 s (30 min)																				
9	3600 s (60 min)																				
(3) Speed	<p>The rotation speed control dial shows the speed in percentage, where 100% equals full rotation speed of 300 RPM. 5-100% of full rotation equals 15-300 RPM in a linear relation.</p> <p>回転速度制御ダイヤルは速度を%で示します。100%は 300 RPM のフル回転速度に等しいです。フル回転の 5-100%は直線関係で 15-300 RPM に等しいです。</p>																				
(4) Signal INT/EXT	<p>When signal is set to EXT, the motor can be controlled from an external signal (e.g. the BRS detection unit). INT means that the motor <b>speed</b> can be controlled manually with the adjustment knob.</p> <p>信号が EXT に設定されているときは、モータが外部信号から制御できます。(例えば、Bioprocess Control の検出装置から)INT はモータ速度が調整ノブを使って手動で制御できることを意味します。</p>																				
(5) CTRL	<p>This is an analogue signal input port, where an external control signal can be connected.</p> <p>これは外部制御信号が接続できるアナログ信号入力ポートです。</p>																				
(6) Power supply	<p>Power supply inlet.</p> <p>電源の入口。</p>																				

技術説明 Technical description for Multifunction Brushless DC Motor	
Power supply	24 V
Minimum speed	15 RPM @ V signal output set to 5% (over 0.5 V)
Maximum speed	300 RPM @ V signal output set to 100% (over 12 V)
Maximum current	2.212 A
Peak current maximum	3.128 A
Maximum power output	53 W

## 7 CSTR の技術的特徴(CSTR TECHNICAL CHARACTERISTICS)

### 7.1 CSTR の設定(CSTR configurations)

	CSTR-2G	CSTR-5G	CSTR-5S	CSTR-10S
Reactor type タイプ	CSTR	CSTR	CSTR	CSTR
Volume 容量	2 l	5 l	5 l	10 l
Wall jacket volume 壁型 ジャケットの容量	NA*	2.7 l	0.7 l	1 l
Materials 材質	High quality glass	High quality glass and stainless steel (AISI 316)	High quality stainless steel (AISI 316)	
Mixing 混合	Mechanical agitation**	Mechanical agitation 機械的攪拌		
Temperature control	External 外部制御			
Dimension サイズ H x W	26 x 13 mm (without motor)  45 x 13 mm (with motor)	38 x 24 mm	74.5 x 28.5 mm	77.5 x 32.5 mm
Weight 重量	1.3 kg	7.8 kg	12.8 kg	16.5 kg

\*加熱制御(Heating control)は 2 litre リアクタが置かれる恒温水槽(Thermostatic water bath)を使って実施されます。恒温水槽はリアクタ用に 6 個の丸い穴のついた安定操作と蒸発を最小限に抑える蓋と一緒に Bioprocess Control によって供給されます。

\*\*攪拌器/モータは要求に応じて CSTR-2G に付けられます。



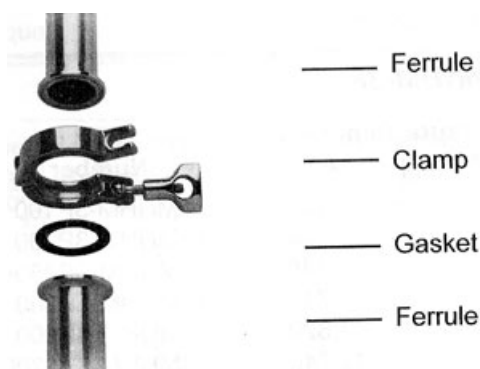
## 7.2 CSTR 部品の原材料(Raw materials of the CSTR parts)

- a) NG600WH plastic は Glass-reinforced(ガラス強化) Nylon USP から成形されます。
- b) EPDM rubber は Ethylene propylene diene monomer(ジエン単量体) rubber です。  
AISI316 は腐食と熱に対して高い耐性を有する耐酸性ステンレススチール材です。
- c) Borosilicate glass は熱衝撃に感受性が低いガラスの 1 タイプです。
- d) PTFE と FEP はそれぞれ Polytetrafluoroethylene と Fluorinated ethylene propylene, で、Teflon として知られている材料です。

材料に関するより詳細は第 10.5 項の CSTR のスペアパーツを参照して下さい。

## 7.3 ホースバンドとガスケットのサイズ(Tri-clamps and gasket sizes)

ホースバンドの接続(tri-clamp connection)はガスケット付きクランプで接続された 2 個のフェルール(Ferrule: 継ぎ手)から成り立っています。ホースバンドのサイズ(Tri-clamp size)はパイプの外径によって決定されたもので、フェルールの外径によったものではありません。ホースバンドの接続(tri-clamp connection)の図面的表現は下記の写真を参照して下さい。



フェルール(ferrule) (即ち、パイプの周りに嵌められる金属性リング)はホースバンドのサイズ(tri-clamp size)より大きな約 12.7 mm (1/2") です。下記の写真では、(A) は金属製パイプの内径 (internal diameter (ID)) を表し、(B) はフェルール(ferrule)の外径 (outer diameter (OD)) を表します。



Tri-clamp and gasket sizes (mm)			
Usage 用途	Tri-clamp size	Pipe ID (A)*	Ferrule OD (B)*
Liquid feeding port 液体供給ポート	12	9.5	25.1
Emptying & discharging ports on the version of CSTR-5S and CSTR-10S where the ports are detachable ポートが取外し可能な CSTR-5S と CSTR-10S のバージョンの排出ポート	25	20	34
<ul style="list-style-type: none"> <li>Feeding funnel lid for 5 l reactors</li> <li>Feeding funnel holder 供給漏斗ホルダ</li> <li>Motor holder モータホルダ</li> </ul>	38	34.9	50.5
<ul style="list-style-type: none"> <li>Feeding funnel lid for 10 l reactors</li> <li>Viewing port holes</li> </ul>	51	46.6	64.0
Plastic hinge clamp for CSTR-5S プラスチックヒンジクランプ	150	149.2	166.1
Plastic hinge clamp for CSTR-10S	200	200.0	217.5

\*上記の写真内

#### 7.4 ポートのサイズ(Dimensions of the ports on all CSTR digesters)

Ports (mm)	CSTR-2G	CSTR-5G	CSTR-5S	CSTR-10S
Feeding funnel	ID/OD 12/15 or 16/19	ID 22	ID 22	ID 22
Liquid feeding	NA	ID/OD 10/12	ID/OD 10/12	ID/OD 10/12
Gas outlet	ID/OD 3/4	ID/OD 4/6	ID/OD 4/6	ID/OD 4/6
Wall jacket	NA	ID/OD 8/10	ID/OD 10/12	ID/OD 10/12
Emptying & discharging	ID/OD 12/15 or 16/18	ID/OD 12/15	ID/OD 13.5/16.6 or 15.3/18.6	ID/OD 13.5/16.6 or 15.3/18.6

チューブ配管がリアクタ上のポートに取り付けられるときには、実験中にリアクタ内の嫌気性条件を保持するために密封した咬み合いを有することが重要です。お勧めは、チューブ配管は取り付けられるポートの外径 (outer diameter (OD)) より 2 mm 小さな内径 (an inner diameter (ID)) を有すべきだということです。例えば、CSTR-5S 用の液体供給ポートは 12 mm の外径を持ちます。それはチューブ配管が 10 mm の内径を持つことを意味します。Tygon® tubing はガス出口のポートで使用されねばなりません。しかし、その他のポートは研究所目的で使用されるどのタイプの Silicone tubing でも使用できます。

## 8 操作(OPERATION)

### 8.1 CSTR digester の最初の組立(First assembly of the CSTR digester)

5 l reactor と 10 l reactor は全て部分的に組立てられて納入されます。だから最終組立が簡単となります。主要な蓋はタンクとの間にガスケットを嵌めて取り付けられます。そしてそのあとホースバンドのヒンジ(tri-clamp hinge)でシールされます。プロペラをタンクの中に挿入する時には注意して、それらのプロペラが排出チューブ(discharging tube)に当たらないようにチェックして下さい。または主要な蓋が閉じられるときに排出チューブに余り近づき過ぎないようにチェックして下さい。

CSTR-2G (2 l glass reactors) は設計と組み立て方法が他のものと最も異なります。

#### 8.1.1 CSTR-2G の最初の組立( FIRST ASSEMBLY OF CSTR-2G)



1. リアクタのボトルを安定した表面に置いて下さい。
2. ネジキャップを曲がったガラスパイプの上に置いて下さい。そしてそのあと Silicone ガスケットを硬いプラスチック側をネジキャップの方向にして追加して下さい。
3. 材料供給チューブ(Feeding tube)と排出チューブ(Discharging tube)との間にいくらかの距離を持つために、お互いに 180° の角度にある開口部(Oenings) を使用することをお勧めします。(上記の写真を参照して下さい。)上記の左側の写真の中に示された通りに、ガラスパイプの長い、真っ直ぐな側を開口部の一つに挿入して下さい。そのガラスパイプを消化装置の中にゆっくりと出来

- るだけ下方方向に押しして下さい。そしてリアクタの側面壁の側面に平行であることを確認して下さい。キャップはリアクタにしっかりとねじ込んで下さい。
4. ガラス製供給漏斗(glass feeding funnel)に関しては上記のステップ 2 を繰り返して下さい。パイプをできるだけ下方に向け挿入して下さい。
  5. 第 3 の小さな開口部はネジキャップを取り付けることにより閉じて下さい。または孔の付いたネジキャップを使用してひとつのセンサ(T、pH など)を取り付けて下さい。
  6. (上記の写真はモータ装置が取り付けられたリアクタを示します。モータ装置についての詳細は Bioreactor Agitation Systems のマニュアルを参照して下さい。)

#### 8.1.2 CSTR-5G の最初の組立(FIRST ASSEMBLY OF CSTR-5G)

1. リアクタのボトルを安定した表面に置いて下さい。
2. 大きなガスケットをリアクタの開口部の周りの縁に嵌めて下さい。
3. 攪拌器(stirrer)と供給チューブ配管(feeding tubes)は主要な蓋が(main lid)がリアクタの縁の一番上にあるガスケットに乗るまでゆっくりとリアクタの中に入れて下さい。ガスケットのシールが正しく間違った位置に無いことを確認するように注意して下さい。
4. 主要な蓋(main lid)をホースバンドのヒンジ(tri-clamp hinge)で締付けて下さい。
5. ネジキャップ(screw cap)を排出ポート(emptying port)に付けて下さい。
6. チューブニップル(tube nipples:◆両端にねじ切りがある短い継ぎ手パイプ)を孔のあるネジキャップの中に入れて下さい。そしてそれらをリアクタの壁型ジャケットの中と外に繋がる 2 個のポートの (3) と (4)に取り付けて下さい。

#### 8.1.3 CSTR-5S と CSTR-10S の最初の組立

1. リアクタのタンク(reactor tank)を安定した表面に置き、必要に応じて脚を調整して下さい。
2. リアクタが排出用パイプ(emptying and discharging pipes)が取り外された状態で出荷された場合には、それらのパイプを取り付けて下さい、(取外し可能なポートの付いたバージョンの場合にのみ有効)
3. 大きなガスケットをリアクタの開口部回りの縁に取り付けて下さい。
4. **攪拌器のチューブと材料供給チューブ(stirrer and feeding tubes)をリアクタの中に挿入する前に、**タンク内部を見て内部壁の近くに走っている排出パイプ(discharging pipe)があることを確認して下さい。プロペラの翼(propeller blades)と材料供給チューブ(feeding tubes)がその排出チューブに接触しないように置かれていなければなりません。ガスケットのシールが正しく間違った位置に無いことを確認するように注意して下さい。
5. 主要な蓋の回りにプラスチック製ホースバンドのヒンジ(plastic tri-clamp hinge)を取り付けることによりその主要な蓋を閉じて下さい。
6. 保護フィルムを観察用ポート窓(viewing porthole windows)から剥がして下さい。

## 8.2 スタートアップ前(Before start up)

### 8.2.1 CSTR-2G



1. 生化学的廃棄物(bio-waste)と 接種材料(inoculum)を取り扱うときには常に保護服、眼鏡と手袋を着用して下さい。
2. リアクタは換気の良い安定した水平な表面に置いて下さい。実験を開始する前のリアクタの準備に関しては第 8.1.1項を参照して下さい。
3. 曲がったガラスパイプのサイズに適合するサイズのチューブ配管を6個切って下さい。クランプ又はバルブでそのチューブを閉じて下さい。これが排出工程(discharging procedure)の間役立ちます。(第 8.4項の供給と排出の項に説明されています。)
4. 必要に応じて、そのサンプル採取ポート(sampling port)にセンサ(T、 pH 等)を取り付けて下さい。
5. 実験に必要なとされる割合でリアクタに培養菌(inoculum)と基質(substrate)を充填して下さい。
6. ラバーストッパ(rubber stoppers)のガラスボトルと接触している側に潤滑油を塗布して下さい。Silicone スプレーまたは Silicone スティックで塗布するのが好ましいです。
7. ラバーストッパ(2本の金属チューブと攪拌器付き)を各ボトルの開口部の中に置き、ボトルを閉じるためにラバー部分を押しして下さい。金属棒(metallic rod)と押しと白色のプラスチック製キャップが攪拌棒(stirring rod)の底から外れて、ガス又は液体がリアクタから漏れることに繋がるので、金属棒を押しは避けて下さい。(上記左から最初の写真)
8. 金属棒を曲がった攪拌器から引き抜いてらせん状カップリングの中に入れ、それを取り付けて下さい。(左から二番目の写真)
9. その上にプラスチック製ネジ切りキャップ/モータのサポートを(plastic screw thread cap/motor support)に置き、ボトル上のネジが見えなくなり蓋が正しくシールされるまでネジで締めて下さい。(上記の左から三番目の写真) モータ装置のより詳細については Bioreactor Agitation Systems のマニュアルを参照して下さい。

10. らせん状カップリング上の2個のネジを慎重に締め付けることにより曲がった攪拌棒(bent stir rod)をモータに接続して下さい。らせん状カップリングの動きによる摩擦を避けるために、らせん状カップリングがプラスチック製モータのサポートまたはモータを固定している金属性ネジに接触していないことを確認して下さい。
11. 各リアクタはこの段階まで準備をした後、(6個の孔の蓋を取り付けた)恒温水槽(thermostatic water bath)の中に入れて下さい。
12. 各リアクタのラバー製蓋(rubber lids)の一番上にある小さな金属チューブを検出装置(detection unit)と接続するために十分な長さの Tygon® tubing を6個切って下さい。ガス出口の設定に関するアドバイスに関しては第 8.4項 (材料供給と排出 : Feeding and discharging) を参照して下さい。
13. Tygon® tubing の6個を約10 cm の長さに切って、それらをリアクタのラバー製蓋の一番上にあるフリーの金属製チューブのそれぞれに接続して下さい。それらのチューブ片はプラスチック製チューブクランプを使って閉じて下さい。

#### 8.2.2 CSTR-5G, CSTR-5S および CSTR-10S

1. 生化学的廃棄物(bio-waste)と 接種材料(inoculum)を取り扱うときには常に保護服、眼鏡と手袋を着用して下さい。
2. リアクタは換気の良い安定した水平な表面に置いて下さい。
3. ホースバンド(tri-clamp)とガスケット(gasket)を使って、チューブニップル(tube nipple)を液体供給ポート(liquid feeding port)にしっかりと留めて下さい。(主要な蓋の上に 4 個のポートを持つステンレススチール製バージョンが使用される場合には、その蓋の内部にある金属製チューブに連なることを確認して下さい。)
4. 必要に応じて、そのサンプル採取ポート(sampling port)にセンサ(T、 pH 等)を取り付けて下さい。
5. 排出ポート(emptying and the discharging ports)にあるボールバルブのハンドルが閉の位置 (“off” (closed) position) (スチール設定時)にあることを確認して下さい。またはガラス設定時の排出ポート(emptying and discharging port)がネジキャップ(screw cap)またはチューブニップルで取り付けられたホースバンドされたチューブ(clamped tube)により閉じられていることを確認して下さい。
6. 実験に必要なとされる割合でリアクタに培養菌(inoculum)と基質(substrate)を充填して下さい。推奨される充填レベルは、第 6.4.7 項の写真に見られるように、タンク内部に沿って取り付けられる排出チューブ(discharging tube)の上端に到達することです。
7. 主要なガスケットをリアクタの縁に取り付けて、攪拌器(stirrer)と供給チューブ(feeding tubes)をタンクの中に慎重に挿入して下さい。主要な蓋(the main lid)を閉じてホースバンドのヒンジ(tri-clamp hinge)を締めて下さい。

8. ガス出口の設定についてのアドバイスについては第 7.4 項を参照して下さい。  
Cut Tygon<sup>®</sup> tubing はリアクタのガス出口から検出装置(detection unit)に到達、または、T 型接続具が検出装置とガス袋の両方を接続するために使用される設定に適合するのに十分な長さに切って下さい。Tygon<sup>®</sup> tubing はチューブストッパで閉じて下さい、
9. Tygon<sup>®</sup> tubing をガス出口に取り付けて、そのチューブをクリップで閉じて下さい。
10. サンプル採取ポート(sampling port)がシーリングボルトまたは(T、pH 等)のセンサ付いたプラスチック製アダプタで閉じられていることを確認して下さい。チューブを壁型ジャケットへの入口ポートと出口ポートに接続して再循環水槽(recirculating water bath)を準備して下さい。
11. チューブを排出ポート(discharging ports)に追加して排出工程の間、排出を助けて下さい。(第 8.4 項に説明されています。)
  - CSTR-5S または CSTR-10S: 1 本のチューブを排出チューブの端に接続して下さい。
  - CSTR-5G: このタイプのリアクタは、注射器を液体供給ポート(liquid feeding port)に突っ込むか、または(チューブニップルと孔のあるネジキャップによる)1 本のチューブを排出ポート(emptying port)に接続せるいずれかにより生成される吸引力を使って排出されることが可能です。後者の方法が選択されるならば、そのチューブをバルブで閉じて、ベンチの端に対して十分近い位置に置くことが重要です。そうすればタンクより低い位置に置かれた広口瓶(jar)の中に排出を行うことができます。
12. (供給ポンプが使用されているならば)、すべての供給ポート(feeding ports)が蓋でカバーされているか、またはチューブに接続されていることを確認して下さい。しかし、実験期間中は供給ポートの蓋を締め付けるのにホースバンド(tri-clamp)は使用しないで下さい。!

## 8.3 スタートアップ(Start up)

### 8.3.1 CSTR-2G

1. CSTR-2G が BioReactor Simulator の一部として使用されるならば、システムをスタートアップする時にその(BioReactor Simulator)のマニュアルを参照して下さい。
2. Brush DC Agitation System または Multifunction Brushless DC Agitation System の接続とスタートの完全な説明については、それらのいずれが使用されるかに応じて、Bioreactor Agitation Systems のマニュアルを参照して下さい。
3. 攪拌システム(agitation systems)の組立と接続を行う間は常に攪拌システムを一次電源が切断されていることを確認して下さい。 Multifunction Brushless DC Agitation System が使用されるならば、各モータのスイッチと Motor Controller のスイッチもまた、システムの部品を接続または断線する前に切断(OFF)することが推奨されます。

### 8.3.2 CSTR-5G, CSTR-5S および CSTR-10S

1. 再循環水槽(recirculating water bath)のスイッチを入れて正しい温度を設定して下さい。
2. 第 6.4.9 項の説明に従ってモータの設定を選んで下さい。
3. モータ (motor(s)) に電源を接続して下さい。
4. 5 l reactor または 10 l reactor が使用されるならば、供給漏斗(feeding funnel)上の蓋はリアクタから突然の過圧を逃すために、必ず(tri-clamp)でくっ付けないようして下さい。



## 8.4 原材料の供給と排出(Feeding and discharging)

リアクタへの原材料の供給と排出の方法と手順は、リアクタの設定(配列)とリアクタが手動で供給されるのか自動で供給されるかどうかにより異なる場合があります。下記に記載された手順は、スターティングポイントとして使用できる提案です。下記に記載された機器のいくつかは、CSTR の納入パッケージの中には含まれていないかもしれませんが、第3章の中にリスト表示されています。

### 8.4.1 CSTR-2G

1. 検出装置(detection unit)へのチューブクリップ (tubing clip (8)) を閉じて下さい。
2. 1つの容器を曲がったガラスパイプの下に保持して下さい。(第6.1項の写真を参照して下さい。)
3. 供給漏斗(feeding funnel)を通じて原材料(feedstock)を追加して下さい。原材料が自然にリアクタの中に沈まなければ、シリコン製ストッパを其の漏斗の開口部の中に突っ込み、ゆっくりと下方に押し込むことが役立つことがあります。
4. 出てくるスラリの量が追加された原材料の量に等しいことを確認して下さい。ガラスパイプが詰まれば、パイプに取付けられているチューブの中に注射器を挿入して下さい。そして吸引力を使って詰りを綺麗に取り除いて下さい。ケーブル帯(cable tie)の挿入が詰りを取り除くのに役立つことがあります。
5. 検出装置(detection unit)へのチューブクリップ (tubing clip (8)) を開けて下さい。そうすればそのガス登録(gas registration)が継続できます。

### 8.4.2 CSTR-5G

1. 検出装置(detection unit)へのチューブクリップ (tubing clip (8)) を閉じて下さい。
2. 供給漏斗 (feeding funnel (1)) を通じて原材料(feedstock )を追加して下さい。原材料が漏斗のチューブを通じてリアクタの内容物の中に正しく入ることができるようにタンクの中の圧力を等しくするためにこのステップとステップ3を交互に行うことが必要な場合があります。
3. 排出は2つの方法で行うことができます。最初の方法は、偶然にリアクタの空にする危険性がないので最も安全です。
  - a. 1本のチューブを液体供給ポートに取り付けて下さい。それから注射器を挿入して吸引力でその液体を吸い取って下さい。
  - b. 1つの容器を排出ポート (emptying port (5)) に取付けられたチューブの下に保持して下さい。そしてゆっくりとそのバルブを開けて下さい。
4. 出てくるスラリの量が追加された原材料の量に等しいことを確認して下さい。
5. 検出装置(detection unit)へのチューブクリップ (tubing clip (8)) を開けて下さい。そうすればそのガス登録(gas registration)が継続できます。

### 8.4.3 CSTR-5S と CSTR-10S

ステンレススチール製リアクタは、追加と排出が行われる基質の量を平衡するのに役立つ自動レベル制御(automatic level control)による別の排出ポートを持ちます。

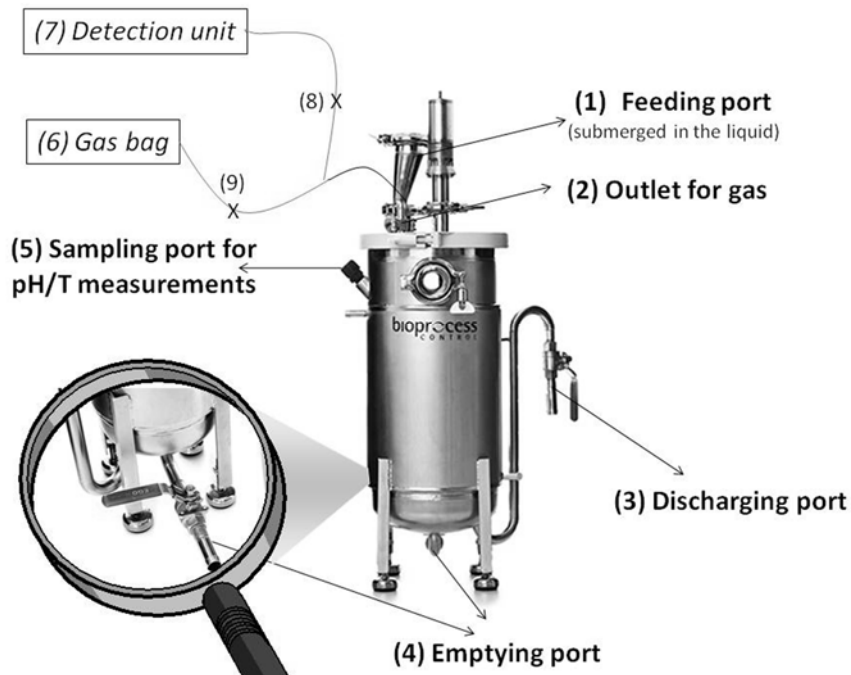
1. 検出装置(detection unit)へのチューブクリップ (tubing clip (8)) を閉じて下さい。
2. 1 つの容器を排出チューブ(discharging tube)の開口部の下に保持してそのバルブ (valve (3)) を開けて下さい。
3. 基質(substrate)をリアクタに追加して下さい。
4. 排出チューブ(discharging tube)の中の詰りが大きくなれば、排出チューブの端に接続されているチューブ片に吸引力を作るために注射器を使って下さい。またはケーブル帯(cable tie)のようなものを挿入してその詰りを綺麗に取り除いて下さい。そのバルブはスラリの排出が停止するまで開けて置いて下さい。排出された量は大体リアクタに供給された量と等しくなるはずです。
5. 検出装置(detection unit)へのチューブクリップ (tubing clip (8)) を開けて下さい。そうすればそのガス登録(gas registration)が継続できます。

### 8.4.4 ガス袋の使用による排出(DISCHARGING BY USING A GAS BAG)

5 l reactor と 10 l reactor は 下記の写真に従ってガス袋を使って設定できます。(スチール設定の 1 つのバージョンでは、蓋の上にある予備のポートは下記に示されたように T-connector の代わりに使用できます。)

実験の開始時には、そのガス袋は実験の開始から発生したガスによりその袋を膨張させることにより充填することができます。それには 1-2 日掛ります。またその袋は手動により標準ガスで充填することもできます。

そのガス袋は、排出中にタンク内が陰圧(negative pressure) になれば平衡させることのできるガス緩衝装置を提供します。詰りを取り除く必要がある場合には、排出中に力を与える方法としてそのガス袋を押しすることもできます。ガス袋のチューブクランプ (tube clamp at the gas bag (9)) はオプションです。



#### 8.4.5 自動供給(AUTOMATIC FEEDING)

自動供給(automatic feeding)が使用される際には、ポンプが原材料(feedstock)をリアクタの中に押し込みます。そして排出は、この章の前の項の中に記載された方法で別の時に行うことができます。ステンレススチール製リアクタが使用されるならば、排出ポートにあるボールバルブを開いたままにすることにより、自動スラリーレベル機能(automatic slurry level function)が使用できます。しかしながら、リアクタは引き続き定期的に監視して詰りの問題を抑える必要があります。

自動供給ルーチン(automatic feeding routine)が使用される時には、リアクタを検出装置接続しているチューブは常に開けたままにして置かねばなりません。

## 8.5 モニタリングとトラブルシューティング(Monitoring & troubleshooting)

- 排出が難しい場合には、詰りがその問題かもしれません。排出ポートにチューブを取り付けて注射器を挿入して吸引力を生成すると問題の解決に役立つ可能性があります。第8.4.4項に説明されたガス袋を使った設定は詰りが発生する場合にも役立つ可能性があります。
- スチール製リアクタの設定(steel reactor configuration)の場合には、空にするための排出ポート(emptying port)が排出ポート(discharging port)の代替として使用できます。しかしその場合は、リアクタの内容物を全て空にすることを防ぐために極めてゆっくりと開かれねばなりません。
- 泡の形成(Foam formation)は除く窓を通して検出できます。後ろ側のウィンドウからランプを照らして前面ウィンドウからリアクタ内部が良く見て下さい。
- それらのウィンドウが汚れれば、素早く取り外して洗浄できます。しかしその場合、リアクタの中にいくらかの酸素が入るので、迅速に行う必要があります。
- 混合が正常に作動していることをチェックして、必要に応じて速度や間隔を調整して下さい。
- モータに関する詳細(例えば、リセットボタンの作動仕組みや Motor Controller 内のヒューズの交換の仕方)については、Bioreactor Agitation Systems のマニュアルを参照して下さい。

## 9 操作の終了(END OF OPERATION)

- リアクタを空にするときには、保護服(実験用白衣、眼鏡および手袋)を着用して下さい。
- 5 と 10 liters のリアクタにあるモータは一次電源からモータを外して電源を切って下さい。
- CSTR-2G が Bioreactor Simulator (BRS)の一部として使用される場合には、それらのモータは Software interface から電源が切断されねばなりません。(完全な説明は Bioreactor Simulator (BRS)のマニュアルの Software の項を参照して下さい。)
- CSTR-2G に関する攪拌システム(agitation system)はいくつかの方法で電源スイッチが切られます。:
  - 多機能ブラシ無し直流モータ駆動攪拌器システム(Multifunction Brushless DC motor-driven agitators)は Motor Controllerにあるスイッチで電源スイッチが切られます。Motor Controller を一次電源からプラグを外して各モータ装置にあるスイッチを OFF の位置に設定することもお勧めします。(完全な説明は Bioreactor Agitation Systems のマニュアルを参照して下さい。)
  - Brush DC Agitation System は電源アダプタを一次電源からプラグを外すことにより電源スイッチが切られます。
- バイオ廃棄物は適切な方法で廃棄して下さい。(例えば、バイオプラントに引き戻すことによる等の方法)

- リアクタは第 10 章にある取扱説明に従って分解してそれらの部品を洗浄して下さい。水と通常の洗浄液を使用して下さい。ガスケットとネジキャップを挿入して、新品が必要な場合にはスペアパーツリストをチェックして下さい。
- リアクタが使用されない場合には、分解した状態で乾燥した場所に保存して下さい。

## 10 メンテナンスと修理(MAINTENANCE AND REPAIRS)

### 10.1 洗浄と修理時の分解説明(Disassembly instructions for cleaning and repair)

連続攪拌式タンク反応容器(CSTR reactor)の部品を組立または分解する前には常にモータの電源のプラグを外して下さい。

#### 10.1.1 CSTR-2G の分解(DISASSEMBLY OF CSTR-2G)

1. Motor system からケーブルを切断する前には、Bioreactor Agitation Systems のマニュアルに記載された手順に従ってモータのスイッチを切して下さい。
2. リアクタに取り付けられているチューブを全て取り外して下さい。
3. 原材料供給漏斗(feeding funnel)と曲がったガラスパイプ(bent glass pipe)を取り外して下さい。
4. らせん状のカップリング(helical coupling)を回転させて攪拌棒(stir rod)を固定しているネジを見つけてそれらのネジを外して下さい。
5. プラスチック製モータ用ネジキャップを(plastic motor screw caps)をリアクタの開口部(reactor opening)から取り外して下さい。
6. 金属棒(metal rod)をらせん状カップリングから取り外して下さい。
7. 曲がった攪拌棒(bent stir rod)をリアクタ瓶(reactor bottle)から引き抜いて下さい。
8. 第9章に従ってリアクタを空にして下さい。

#### 10.1.2 CSTR-5G の分解(DISASSEMBLY OF CSTR-5G)

1. モータのスイッチを切して下さい。
2. リアクタに取り付けられているチューブを全て取り外して下さい。
3. 蓋(lids)、チューブニップル(tube nipples)およびガスケット(gaskets)を原材料供給ポート(feeding ports)から取り外して、大きな原材料供給漏斗(large feeding funnel)を主要な蓋(main lid)から取り出して下さい。
4. ホースバンドのヒンジ(tri-clamp hinge)を主要な蓋から外して下さい。
5. 主要な蓋を釣り上げて下さい。そして攪拌器(stirrer)をタンクから引き出す時は注意して下さい。まだ攪拌器が取り付けられた主要な蓋を水平面に置いて下さい。攪拌器のプロペラはCSTRと一緒に納入される Allen key (2.5 mm) を使って取り外すことができます。モータ軸を主要な蓋に取付けるホースバンド(tri-clamp)を取り外して下さい。
6. プロペラが取り外されると、攪拌器を引き出して、ガスケットをモータホルダ(motor holder)から取り外して下さい。
7. 主要な蓋のガスケット(main lid gasket)を取り外して下さい。
8. ネジキャップ(screw caps)とチューブニップルを空にするための排出ポート(emptying port)と壁型ジャケットのポート(wall jacket ports)から取り外して下さい。

### 10.1.3 CSTR-5S と CSTR-10S の分解

1. モータのスイッチを切って下さい。
2. リアクタに取り付けられているチューブを全て取り外して下さい。
3. 蓋(lids)、チューブニップル(tube nipples)およびガスケット(gaskets)を原材料供給ポート(feeding ports)から取り外して、大きな原材料供給漏斗(large feeding funnel)を主要な蓋(main lid)から取り出して下さい。
4. ホースバンドのヒンジ(tri-clamp hinge)を主要な蓋から外して下さい。
5. 主要な蓋を釣り上げて下さい。そして攪拌器(stirrer)をタンクから引き出す時は注意して下さい。まだ攪拌器が取り付けられた主要な蓋を水平面に置いて下さい。攪拌器のプロペラは CSTR と一緒に納入される Allen key (2.5 mm) を使って取り外すことができます。モータ軸を主要な蓋に取付けるホースバンド(tri-clamp)を取り外して下さい。
6. プロペラが取り外されると、攪拌器を引き出して、ガスケットをモータホルダ(motor holder)から取り外して下さい。
7. 主要な蓋のガスケット(main lid gasket)を取り外して下さい。
8. ホースバンド(tri-clamps)、ウィンドウ(windows)およびガスケット(gaskets)をリアクタの両側にある覗き窓(viewing ports)から取り外して下さい。
9. サンプリングポート(sampling port)のボルトを取り外して下さい。
10. リアクタの一番底に位置するチューブの周りにホースバンド(tri-clamps)がある場合には、それらをチューブとガスケットと一緒に取り外して下さい。  
(注意: 排出用チューブ(emptying and discharge tubes)がタンクに固定されていて、取外しができないバージョンの CSTR があります。)

## 10.2 リアクタの洗浄(Cleaning the reactor)

モータはたとえ IP 等級に従って耐水性であっても、水から保護されるべきです。攪拌棒(stirrer rod)を洗浄しているときは注意をして下さい。CSTR-2G reactor 用の曲がった攪拌棒は水洗いの前にモータから取り外されるべきです。

リアクタのガラスとステンレススチール製の部品は通常の洗浄液でクリーニング出来ます。排出ポート(emptying and discharging ports)にあるボールバルブは洗浄時 “On” (Open)の位置のままにして置くことを忘れないで下さい。

## 10.3 洗浄と修理後の組立説明(Assembly instructions after cleaning and repair)

CSTR tank の部品を組立または分解する前には常にモータの電源のプラグを外して下さい。

### 10.3.1 CSTR-2G の組立(ASSEMBLY OF CSTR-2G)

1. リアクタを安定した表面に置いて下さい。
2. ネジキャップ(screw cap)を曲がったガラスパイプ(bent glass pipe)に付けて下さい。それから硬いプラスチック側をネジキャップの方向に向けてシリコン製ガスキャップを付けて下さい。(第 8.1.1 項の写真を参照して下さい。)それからガラス製パイプを挿入してキャップをしっかりと 3 個の小さな開口部の一つにネジで締め付けて下さい。
3. ガラス製原材料供給漏斗(glass feeding funnel)に関して上記のステップ 2 を繰り返して下さい。
4. 1 個のネジキャップを第 3 番目の小さな開口部にネジで締め付けて下さい。(T、pH などの)センサを取り付けたいのであれば、上記のステップ 2 に説明された同じ方法で、その一番上に孔の付いたキャップとシリコン製ガスケットを取り付けて下さい。
5. スタートアップの前にリアクタを完全に組立てるためには第 8.2.1 項にあるステップを繰り返して下さい。

### 10.3.2 CSTR-5G の組立(ASSEMBLY OF CSTR-5G)

1. リアクタのタンクを安定した表面に置いて下さい。
2. ネジキャップを空にする排出ポート(emptying port)に付けて下さい。
3. チューブのニップル(tube nipples)を孔のあるネジキャップに挿入して、それらを壁型ジャケットの出入り口に導く 2 個のポートに取り付けて下さい。
4. 大きなガスケットはリアクタの開口部回りの縁に取り付けて下さい。
5. プロペラとモータが主要な蓋から取り外されれば、攪拌器を引き出してモータホルダからガスケットを取り外して下さい。それからその攪拌器を挿入して下さい。ホースバンド(tri-clamp)でモータを固定して下さい。
6. Allen key (2.5 mm)を使って、プロペラを攪拌器に取り付けて下さい。一番上のプロペラは攪拌器の下の約半分の位置に置かれるべきです。
7. 攪拌器とパイプは主要な蓋がリアクタの一番上にあるガスケット上に納まるまでリアクタの開口部の中をゆっくりと挿入して下さい。
8. ホースバンドを主要な蓋の周りに取り付けて、必要に応じてホースバンドを調整して下さい。
9. 原材料供給漏斗の孔(feeding funnel hole)にガスケットを付けて原材料供給漏斗(feeding funnel)を取り付けて下さい。ホースバンドを使って固定して下さい。
10. 小さな原材料供給ポート(small feeding port)にガスケットを付けて、チューブニップルを追加して下さい、ホースバンドを使って固定して下さい。

### 10.3.3 CSTR-5S と CSTR-10S の組立

1. CSTR が排出(discharging and emptying)のための取外し可能なポートが付いている場合には、ガスケットとチューブを取り付けて、それらをチューブクランプ(tube clamps)で固定して下さい。最も短い、L-型チューブはリアクタの底の中心部にある出口に取り付けられるべきです。そして 2 個の U-型ベンド(U-bends)を持つそれより長いチューブはリアクタの底の側面方向にある出口に固定されるべきです。



2. 覗き窓のガスケット(viewing port gaskets)とウィンドウをリアクタの両側に戻して、ホースバンド(tri-clamps)を使って固定して下さい。
3. プロペラとモータが主要な蓋から取り外されれば、攪拌器を引き出してモータホルダからガスケットを取り外して下さい。それからその攪拌器を挿入して下さい。ホースバンド(tri-clamp)でモータを固定して下さい。
4. プロペラを攪拌器に戻して、Allen key (2.5 mm)を使ってそれらのプロペラを固定して下さい。一番上のプロペラは攪拌器の下の約半分の位置に置かれるべきです。
5. 主要な蓋のガスケットをタンクの縁に取り付けて下さい。
6. 攪拌器(stirrer)と原材料供給チューブ(feeding tubes)をリアクタに挿入する前に、タンク内を見て、パイプが壁内部の近く走っていることを確認して下さい。(第 6.4.7 項の写真を参照して下さい。) 攪拌器と原材料供給チューブはそれらがチューブに接触しないように設置されねばなりません。
7. ホースバンドのヒンジ(tri-clamp hinge) をチューブの周りに取付けることにより主要な蓋 (main lid) を固定して下さい。
8. 主要な蓋の原材料供給漏斗の孔(feeding funnel hole)にガスケットを付けて、原材料供給漏斗(feeding funnel)を挿入して下さい。ホースバンド(tri-clamps)を使って固定して下さい。

#### 10.4 メンテナンスチェック(Maintenance checks)

リアクタを使用しないときは清浄に保って下さい。ガスケットとボールバルブが損傷を受けていないことを確認して下さい。

CSTR-2G 用の攪拌器(agitators)に関しては Bioreactor Agitation Systems のマニュアルを参照して下さい。

## 10.5 スペアパーツ(Spare parts for CSTR)

Bioprocess Control によって提供される連続攪拌式タンク反応容器(CSTR)はステンレススチール(stainless steel (S))または glass (G) で製造されていて、3種類のサイズのオプション (2、5 および 10 litres) と 3種類の設定が可能です。:

- CSTR-5S
- CSTR-10S
- CSTR-5G

下記のリスト表示されていない部品についての引合いは、貴地にある代理店、または直接、Bioprocess Control へてに、または当社の web site ([www.bioprocesscontrol.com](http://www.bioprocesscontrol.com)) からお問い合わせ下さい。

これらの消化装置(digesters)に対する主なスペアパーツは下記の表の中に表示されています。:

CSTR-2G					
No.	Description	Size (mm)	Material	Qty	Placed
1	Feeding funnel	ID/OD 10/12	Glass	1	Small port
2	Feeding funnel	ID/OD 16/19	Glass	1	Small port
3	Bent glass pipe	ID/OD 10/12	Glass	1	Small port
4	Bent glass pipe	ID/OD 16/19	Glass	1	Small port
5	Screw cap with hole (GL25)	ID 15	Plastic	3	Small port
6	Screw cap with hole (GL32)	ID 20	Plastic	3	Small port
7	Screw cap (GL25)	N/A	Plastic	1	Small port
9	Silicone ring gasket (GL25)	ID 12	Silicone	3	Small port
10	Silicone ring gasket (GL32)	ID 18	Silicone	3	Small port
11	Silicone stopper	Bottom diameter 38	Silicone	1	Feeding funnel

<b>CSTR-5G</b>					
<b>No.</b>	<b>Description</b>	<b>Size (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Qty</b>	<b>Placed</b>
1	Quick release clamp	150	Stainless steel	1	Lid
2	O-ring	150	FEP/Silicone	1	Lid
3	Tri-clamp gasket	38	EPDM rubber	1	Feeding
4	Tri-clamp gasket	12	EPDM rubber	1	Extra port
5	Shaft gasket	8	EPDM rubber	3	Stirrer
6	Shaft coupling		Stainless steel	1	Stirrer
7	Shaft	500	Stainless steel	1	On motor via coupling
8	Propeller	76 (7.9) 3''(5/16'')	Stainless steel	1	Stirrer

<b>CSTR-5S</b>					
<b>No.</b>	<b>Description</b>	<b>Size (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Qty</b>	<b>Placed</b>
1	Tri-clamp hinge	150	NG600WH plastic	1	Lid
2	Tri-clamp gasket	150	EPDM rubber	1	Lid
3	Tri-clamp gasket	51	EPDM rubber	2	Sight glass
4	Tri-clamp gasket	38	EPDM rubber	2	Feeding (up and down)
5	Tri-clamp gasket	25	EPDM rubber	1	Motor
6	Tri-clamp gasket	12	EPDM rubber	1	Extra port
7	Tri-clamp sight glass	51	AISI316 stainless steel/ Borosilicate glass	1	Reactor cylinder
8	Ball valve	9.5 (3/8'')	ASI316/PTFE	2	Discharge/Emptying port
9	Shaft gasket	8	EPDM rubber	3	Stirrer
10	Shaft coupling		Stainless steel	1	Between motor and shaft
11	Shaft	500	Stainless steel	1	On motor via coupling
12	Propeller	76 (7.9) 3''(5/16'')	Stainless steel	1	Stirrer

<b>CSTR-10S</b>					
<b>No.</b>	<b>Description</b>	<b>Size (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Qty</b>	<b>Placed</b>
1	Tri-clamp hinge	200	NG800WH plastic	1	Lid
2	Tri-clamp gasket	200	EPDM rubber	1	Lid
3	Tri-clamp gasket	51	EPDM rubber	3	Sight glass Feeding (up)
4	Tri-clamp gasket	38	EPDM rubber	1	Feeding down
5	Tri-clamp gasket	25	EPDM rubber	1	Motor
6	Tri-clamp gasket	12	EPDM rubber	1	Extra port
7	Tri-clamp sightglass	51	AISI316 stainless steel/ Borosilicate glass	1	Sight glass
8	Ball valve	9.5 (3/8'')	ASI316/PTFE	2	Discharge/Emptying port
9	Shaft gasket	8	EPDM rubber	3	Stirrer
10	Shaft coupling		Stainless steel	1	Between motor and shaft
11	Shaft	600	Stainless steel	1	On motor via coupling
12	Propeller	76 (7.9 3''(5/16''))	Stainless steel	1	Stirrer

## 11 機器の廃棄(EQUIPMENT DISPOSAL)

貴社のCSTR機器は、第6章と第10.5項(リアクタ容器)に記載された電気機械装置(モータに関して)と材料に関しては、貴地の廃棄とリサイクルの規則に従って処分して下さい。設備を生化学的汚染と化学汚染から浄化することと、設備のリサイクル期間に健康被害から保護するのは貴社の責任であることを忘れないで下さい。

これを実行することにより、貴社は自然資源と環境資源の保存に貢献します。そして貴社の設備が人間の健康を保護する方法でリサイクルされることが確認でき安心です。!