



victrex®

PASSION • INNOVATION • PERFORMANCE



圧縮成形ガイド

## 目次

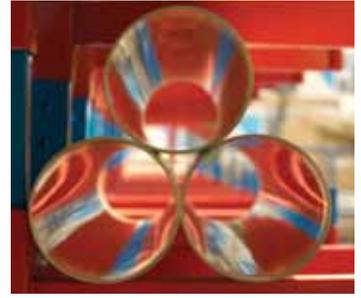
|            |   |
|------------|---|
| はじめに       | 2 |
| 基本設備       | 2 |
| 成形加工の7ステップ | 2 |
| 成形品の物性     | 3 |
| 成形不良と対策    | 5 |

競争の激しい今日の市場環境において、高機能材料サプライヤーには単に材料を供給するだけでなく、より高付加価値なサービスの提供が求められています。高機能ポリマーの機能を最大限に引き出すため、材料選定や最適な加工法を考慮した製品設計が大変重要となります。これは最小限のコストで製品の高付加価値化や生産効率の向上を達成する上で欠かすことができません。適切な設計および材料選定による加工工程の最適化により、製品品質と生産効率を大きく向上させることができます。

ビクトレックス社はポリアリルエーテルケトン（PAEK）とその関連製品に関する30年以上の実績を持ち、ユーザーの皆様に関与する製品を提供して参りました。当社は、広い温度範囲および過酷な環境下で卓越した性能を発揮する VICTREX® PEEK の幅広い製品ラインアップを提供しています。これらの製品は一般的な加工設備で容易に加工することができます。

ビクトレックス社はユーザーの皆様へ、ポリアリルエーテルケトンに関する設計、材料選定や加工といった様々な技術サポートを提供しております。こうしたサポートの一環として、当社は皆様の圧縮成形工程の最適化に役立てて頂けるよう、本ガイドを作成いたしました。また各国の当社技術チームは、試作、用途開発、設計、シミュレーションなどに加え、金属代替に向けたサポートも提供させていただきます。

当社ではテクニカルセンターの拡充を進めており、これらは VICTREX PEEK 製品の試作に向けた成形設備を備えると共に、加工に関するトレーニング、材料分析や特性評価の機能を有しています。また当社では日々増え続ける製品およびアプリケーションに裏付けられたデータベースに基づき、皆様の製品開発状況に応じて必要なデータをご提供いたします。加えて当社は、産学連携による様々な最先端の研究プロジェクトに関わることでさらなる知識の蓄積を図ると共に、ユーザーの皆様と共同でより創造的なソリューションの開発に取り組んで参ります。



victrex<sup>®</sup>

HIGH PERFORMANCE PEEK POLYMERS

VICTREX<sup>®</sup> PEEK および、より高耐熱な VICTREX<sup>®</sup> HT<sup>™</sup> と VICTREX<sup>®</sup> ST<sup>™</sup> は、市場で最も高機能な熱可塑性樹脂として広く知られています。これらの製品はペレットやファインパウダーに加え、各種の機能性フィラーや強化材を配合したコンパウンドとしての利用が可能です。すでに、これらは金属や他材料の代替として高機能製品の設計および製造に利用され、製品性能や設計自由度の向上、システムコストの低減に貢献しています。

aptiv<sup>®</sup>

VICTREX<sup>®</sup> PEEK FILM TECHNOLOGY

Victrex APTIV<sup>®</sup> (アプティブ) フィルムは、VICTREX PEEK が持つ全ての特性を薄く柔軟な形状で提供します。APTIV フィルムはサーモフォーミングが可能で、優れた音響特性を持ち、現在市販されている熱可塑性樹脂フィルムとしては最も高機能で多目的に利用できる製品です。また APTIV フィルムを使用することにより、設計自由度や加工性の向上が図れると共に、製品の高性能化やシステムコストの低減も可能です。

vicote<sup>®</sup>

VICTREX<sup>®</sup> PEEK COATING TECHNOLOGY

VICOTE<sup>®</sup> (ヴァイコート) コーティングは、VICTREX PEEK を原材料とする環境にやさしい高機能コーティング材料です。VICOTE コーティングはパウダーおよび水系ディスパージョンが利用可能で、高耐熱性、優れた耐引っかき性や耐摩耗性、高強度や高耐久性を付与します。また従来のコーティング材料と比べ、VICOTE コーティングは性能向上、製品の長寿命化、設計自由度の向上やシステムコストの低減に貢献します。

victrex pipes<sup>™</sup>

HIGH PERFORMANCE PEEK TECHNOLOGY

VICTREX Pipes<sup>™</sup> (ビクトレックス・パイプ) は、VICTREX PEEK を原材料とする軽量で耐久性に優れた押出パイプおよびチューブ製品で、高耐熱性に加え独自の優れた特性をバランス良く発揮し、金属や汎用樹脂に対する優れた代替材料となります。VICTREX Pipes は耐薬品性や耐腐食性、低透過性、耐摩耗性や耐衝撃性といった優れた特性を持ったパイプおよびチューブです。

### 耐熱性

連続使用温度 260°C を示す卓越した高温特性を持ち、過酷な環境下における製品の長寿命化、信頼性および安全性の向上に貢献します。

### 機械強度と寸法安定性

ビクトレックス製品の卓越した強度、剛性、長期クリープ特性および疲労特性は、製品の軽量化に加え耐久性や強度の向上を実現します。

### 耐摩擦摩耗性

ウェットおよびドライ環境下において低摩擦係数と優れた耐摩耗性を発揮し、製品の長寿命化や品質保持に貢献します。

### 耐薬品性

酸、塩基、炭化水素および有機溶媒といった様々な化学物質に対する耐性を示し、高温環境下においても優れた耐食性を発揮します。

### 耐加水分解性

ビクトレックス製品は低吸湿性および低水分透過性を有し、高温環境下においても水、蒸気や海水に対して加水分解しないため、成形品の大幅な信頼性向上に貢献します。

### 電気的性質

広範な周波数域および温度環境でも安定した電気特性を有し、様々な電気電子用途でのニーズに対応します。

### 低発煙性と有毒ガス放出性

添加剤を使用せずに難燃性を発揮し、燃焼ガスの毒性は低レベルです。

### 純度

格段に少ないアウトガスおよび低溶出性により、クリーンな製造環境を可能にします。

### 環境にやさしい

リサイクル可能、ノンハロゲン、そして RoHS および REACH に準拠しています。

### 高品質と安定供給

製造を含めたビクトレックス社のマネジメント・システムは ISO 9001:2008 の認証を受けると共に、欧州の安全および環境規制を遵守しています。また当社は製品の出荷に当たってバッチ毎に 50 以上の試験を実施するなど細心の注意を払い、ユーザーの皆様に安定した製品品質を保証します。

世界で唯一、ポリケトン製品を一貫生産するビクトレックス社は、安定した製品品質の確保に不可欠な原材料の選定段階から完全な管理を行っています。

また当社は将来の需要に先立つ生産設備への投資を重要方針とし、ユーザーの皆様安心して頂ける製品供給体制を整備しています。現在、当社の独立した 2 つの生産プラントは年 4,250 トンの生産能力を有しています。そして当社独自の配送システムと現地の流通倉庫を通じて、世界のあらゆる地域に通常 7 日以内で迅速に製品を納入いたします。

## はじめに

圧縮成形は従来から広く利用されている技術で、小ロット生産や大型部品成形に有用で経済効率が高いことから、石油やガス産業用途の大径シールリングや、開発初期段階での試作品成形などで多用されています。

射出成形に比べ圧縮成形の優れている点：

- 装置や金型の初期投資が少ない
- 大型で肉厚部品の成形が可能（射出成形は通常15mmから20mm厚程度まで）。

圧縮成形のデメリットとしては生産効率の低さが挙げられます。VICTREX PEEK、HT および ST のような熱可塑性樹脂を加工する場合、数時間またはそれ以上のサイクルタイムを要します。

## 基本設備

油圧プレス機はボイドの発生を避けるため、十分な圧力を備えたものを使用して下さい。圧縮工程で金型キャビティー内に必要とされる代表的な圧力は 350bar (35MPa) です。また油圧プレス機には、PEEK と HT の場合で 400°C、ST の場合で 450°C まで昇温可能な 2 つの加熱プラテンを取り付けて下さい。

成形中のコールドスポット発生防止のため、金型の周りに個別制御が可能なバンドヒーターを取り付けて下さい。特に、長い金型を使用する場合は必須です。

金型の長さは最終成形品の 2 倍以上が一般的ですので、プレス機には金型取付けに十分なデライト（最大型開間隔）が必要です。

金型材料には PEEK および HT 加工の際には 400°C まで（ST の場合 450°C まで）の加熱／冷却サイクルに適応するロックウェル硬度 50HRc 以上の耐高温腐食性鋼材（H13 など）を使用して下さい。金型設計の際は、加工中の破碎を避けるため、高圧に耐える十分な厚みを確保して下さい。

多くの場合、圧縮成形は厚肉製品の成形に用いられ、冷却サイクル時にも高圧を保持する必要があります。長時間にわたり溶融温度で高圧を保持するため、嚴重に密閉した状態で加工し駆動部品間での過度な溶融物の流動を避けて下さい。シールリングとスライド部のクリアランスは 50μm 未満に設定して下さい。

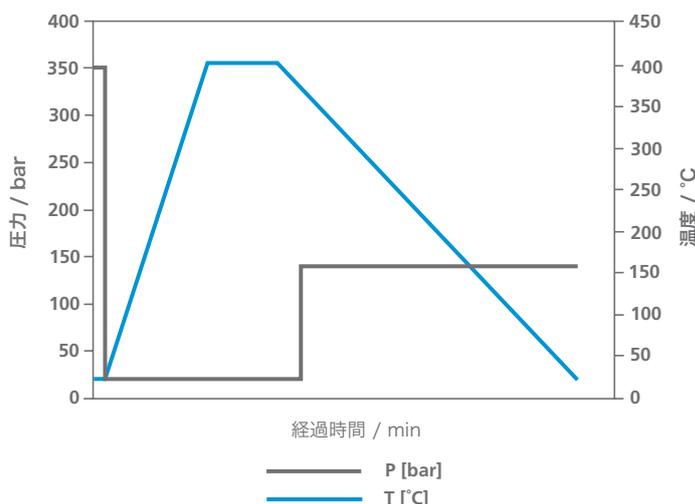
離型剤を使用することで取出しが容易になります。離型剤は成形加工時の最高温度以上の環境でも品質の安定したものを使用して下さい。

## 成形加工の 7 ステップ

1. 全ての部品を洗浄し金型を組立てる。金型内でのブラックスベック（黒点異物）を防ぐため、金型内面は完全に洗浄する。ビクトレックス製品ファインパウダーを成形前に乾燥する。PEEK 450PF および HT P45PF の場合は 150°C で 3 時間、ST P45PF の場合は 180°C で 3 時間。乾燥を含めた全工程においては、ビクトレックス製品を清浄に保ち相互コンタミを防ぐことが重要です。
2. 溶融物が接触する金型表面全体を離型剤でコーティングし乾燥する。
3. 金型への材料投入：  
成形に必要なパウダー量の試算式は、  
パウダー重量 = 成形品体積 × 密度 × 102% です。  
金型にパウダーを投入後、シールリングを乗せ、高圧（キャビティー内圧 350bar / 35MPa）を加えパウダーを固める。金型内に必要量のパウダーが充填されるまでパウダーを追加し再度固める。
4. キャビティーに低圧（≈20bar / 2MPa）を加えた状態で、プラテンと金型を適正温度（PEEK 450PF および HT P45PF の場合で 400°C、ST P45PF の場合は 420°C）まで迅速に加熱する。
5. 加工設備が設定温度へ到達後、溶融物を均質化するため、一定の温度と圧力を一定時間（成形品の大きさに応じて）保つ。
6. 高圧を加え、ヒーターを停止し室温まで放冷する。
7. 取出し：金型を開け、PAEK 成形品を取出す。

PEEK 450PF の代表的な温度－圧力プロファイルを図 1 に示します。これらは金型および部品設計によって異なります。

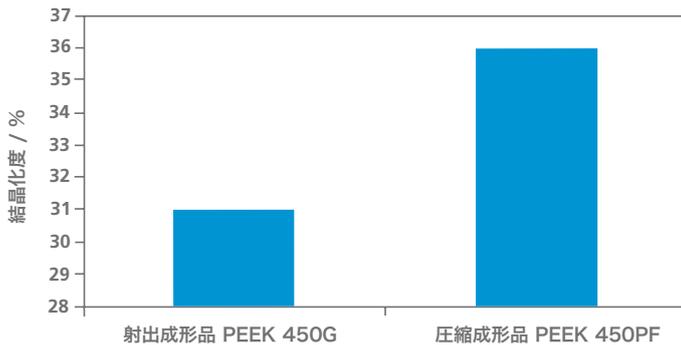
図1: PEEK 450PF の圧縮成形における代表的な温度－圧力プロファイル



## 成形品の物性

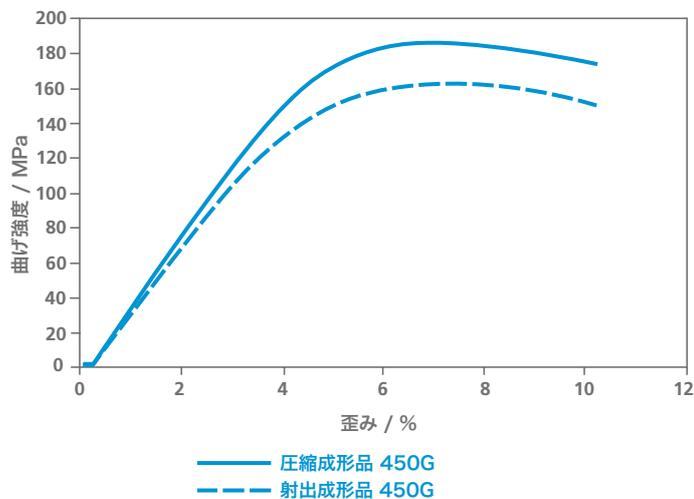
圧縮成形は射出成形よりも冷却時間が長いため、射出成形による成形品（結晶化度 ~ 20% - 30%）に比べ高い結晶化度（≈35%）が得られます。これはビクトレックス製品の機械物性に大きく影響します。

図2: PEEK 450Gの 射出成形品および PEEK 450PF の圧縮成形品の代表的な結晶化度



ナチュラル PEEK の圧縮成形品を切削加工したサンプルは射出成形品サンプルよりも高い強度および剛性を示し、引張特性も同様に向上します。

図3: 圧縮成形品と射出成形品の代表的な曲げ特性の比較



適正量のビクトレックス PEEK パウダーを清浄な金型内へ丁寧に充填することがポイント

ビクトレックス製品ファインパウダーグレードを用いることで、成形品の最高性能を引き出すことができます。圧縮成形工程には剪断力が働かないため、ペレットの成形には適しません。ペレットを圧縮成形した場合、圧縮されたペレットの間に粒子境界が生じ、ウエルドラインと同様に機械特性が低下します。また均一で高密度に固めることが困難なため、成形品全体にポイドが発生します。

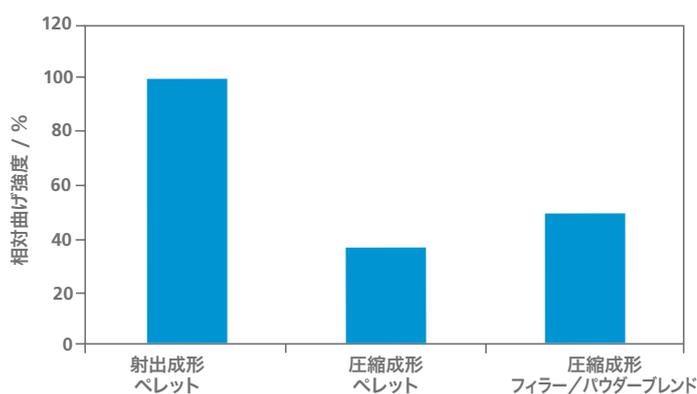


曲げ試験を圧縮成形品の品質測定に利用することも可能

同様に、繊維強化ペレットを圧縮成形した場合にも剪断力が加わらないためウエルドラインと同じくペレット間に境界が生じます。また機械特性についても、ナチュラルグレードの射出成形品よりも低くなります。加えて、ペレットを用いた圧縮成形品の粒子境界部分でのひび割れが多く報告されています。強化グレードを圧縮成形する場合、当社では PAEK ファインパウダーに粉碎した繊維をブレンドする方法を推奨しています。この方法によって、優れた機械特性を持つ成形品が得られます。

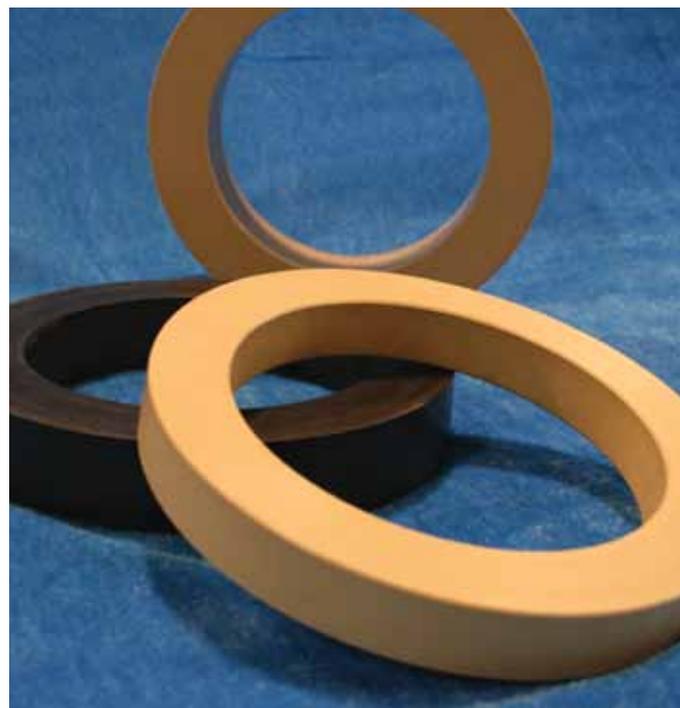
図 4 に示す通り、繊維強化ペレットの圧縮成形品を切削加工したサンプルの曲げ強度と剛性は、同グレードの射出成形品サンプルよりも大幅に低下します(引張挙動も同様)。しかしながら、粉碎した繊維をブレンドした PEEK 450PF パウダーの圧縮成形品の特性は、押出成形品と同程度にまで大幅に向上します。

図4:PEEK 450CA30 のペレットと粉碎繊維/パウダーブレンドを圧縮成形した場合の曲げ特性の比較



繊維配向の影響により、圧縮成形品の強度は射出成形品よりも明らかに低下しています。射出成形品は流動方向に繊維が高配向するため、繊維/流動方向に優れた機械特性を得ることができますが、垂直方向の機械特性は大幅に低下します。圧縮成形品を切削加工したサンプルの物性は、剪断力が働かないため等方性を示します。

射出成形品の生産に向けた試作を行う場合、圧縮成形品を切削加工した部品の物性と大幅に異なることがあるので十分に注意して下さい。特に繊維強化グレードの圧縮成形品を切削加工した薄肉部品は、射出成形品と比べて非常に脆弱な場合があります。



ピクトレックス製品ファインパウダーグレードを用いることで、成形品の性能を最大限引き出すことができます



圧縮成形による成形品は、この電気メッキ加工リングのような切削加工などの二次加工が可能です

## 成形不良と対策

これまでの実績から、多くの一般的な成形不良は不適切な加工環境や不十分な清浄度が原因で発生しています。一般的な成形不良について、考えられる原因と対策を以下に示します。

### 成形不良

| ポイド     |    |
|---------|----|
| 考えられる原因 | 対策 |

|              |               |
|--------------|---------------|
| 冷却時の圧力不足     | 圧力を上げる        |
| バリ           | 金型が密閉されているか確認 |
| 速過ぎる冷却       | 冷却速度を下げる      |
| 冷却サイクル中の圧力不足 | 取出しまで圧力を保つ    |

| 表面の黒点異物 |    |
|---------|----|
| 考えられる原因 | 対策 |

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 金型表面のコンタミ | 洗浄法を改善<br>(不織布の使用など) |
|-----------|----------------------|

| 成形品全体の黒点異物 |    |
|------------|----|
| 考えられる原因    | 対策 |

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| パウダーのコンタミ | 乾燥オープンの清浄度およびコンタミの経路を確認 |
|-----------|-------------------------|

| 重度の変色を伴う黒点異物 |    |
|--------------|----|
| 考えられる原因      | 対策 |

|                |                  |
|----------------|------------------|
| 高温下での保持時間が長過ぎる | 加工工程の温度と時間を最小化する |
|----------------|------------------|

| 劣化      |    |
|---------|----|
| 考えられる原因 | 対策 |

|                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| 過熱               | 設定温度を下げ、設定温度が適正値か確認             |
| 保持時間が長過ぎる        | 加工工程を最適化                        |
| ヒーター温度が低過ぎる      | ヒーター温度を上げる、または設置可能な箇所にヒーターを追加する |
| キャビティー内に多量の空気が残る | 樹脂の投入工程を調整                      |

| パウダーの未溶融 |    |
|----------|----|
| 考えられる原因  | 対策 |

|          |                    |
|----------|--------------------|
| 不十分な温度   | 設定温度を上げる           |
| 不十分な保持時間 | 保持時間を伸ばす           |
| 金型が不安定   | 金型内にコールドスポットが無いか確認 |

### 技術サポート

ビクトレックス社はポリアリルエーテルケトン製品に特化し、高い品質、充実した技術サポート、安定した供給など、皆様のあらゆるご要望にお応えします。競争の激しい今日の市場環境において、ビクトレックス社は高度な技術を持つサプライヤーと協力し、市場での成功に欠かせない綿密で迅速な技術サービスを提供致します。

ビクトレックス製品の詳細および技術サポートについてはビクトレックスジャパンにお問い合わせ頂くか、当社ウェブサイトをご参照下さい。 [www.victrex.com](http://www.victrex.com)

Victrex Polymer Solutions, a division of Victrex plc, is the world's leading manufacturer of Polyaryletherketone high performance polymers, which are sold under the brand names VICTREX® PEEK polymer, VICTREX® HT™ polymer, VICTREX® ST™ polymer, VICOTE® Coatings, APTIV® films, and VICTREX Pipes™. With production facilities in the UK backed by sales and distribution centres serving more than 30 countries worldwide, our global market development, sales, and technical support services work hand-in-hand with OEMs, designers and processors offering assistance in the areas of processing, design and application development to help them achieve new levels of cost savings, quality, and performance.

**World Headquarters**

Victrex plc  
Hillhouse International  
Thornton Cleveleys  
Lancashire FY5 4QD  
United Kingdom  
Tel: +44 (0)1253 897700  
Fax: +44 (0)1253 897701  
Email: victrexplc@victrex.com

**Americas**

Victrex USA Inc  
300 Conshohocken State Road  
Suite 120  
West Conshohocken, PA 19428  
USA  
Tel: +1 (0) 800-VICTREX  
Tel: +1 (0) 484-342-6001  
Fax: +1 (0) 484-342-6002  
Email: americas@victrex.com

**Europe**

Victrex Europa GmbH  
Langgasse 16  
65719 Hofheim/Ts.  
Germany  
Tel: +49 (0)6192 96490  
Fax: +49 (0)6192 964948  
Email: eurossales@victrex.com

**Japan**

Victrex Japan Inc.  
(ビクトレックスジャパン株式会社)  
ジャパン・テクノロジー・センター  
東京都港区三田1-4-28  
三田国際ビル アネックス  
108-0073  
Tel: 03 5427 4650  
Fax: 03 5427 4651  
Email: japansales@victrex.com

**Asia Pacific**

Victrex High-Performance  
Materials (Shanghai) Co Ltd  
Asia Innovation and  
Technology Center  
Part B Building G  
1688 Zhuanxing Road  
Xinzhuang Industry Park  
Shanghai 201108  
China  
Tel: +86 (0)21 6113 6900  
Fax: +86 (0)21 6113 6901  
Email: scsales@victrex.com

VICTREX PLC BELIEVES THAT THE INFORMATION CONTAINED IN THIS BROCHURE IS AN ACCURATE DESCRIPTION OF THE TYPICAL CHARACTERISTICS AND/OR USES OF THE PRODUCT OR PRODUCTS, BUT IT IS THE CUSTOMER'S RESPONSIBILITY TO THOROUGHLY TEST THE PRODUCT IN EACH SPECIFIC APPLICATION TO DETERMINE ITS PERFORMANCE, EFFICACY AND SAFETY FOR EACH END-USE PRODUCT, DEVICE OR OTHER APPLICATION. SUGGESTIONS OF USES SHOULD NOT BE TAKEN AS INDUCEMENTS TO INFRINGE ANY PARTICULAR PATENT. THE INFORMATION AND DATA CONTAINED HEREIN ARE BASED ON INFORMATION WE BELIEVE RELIABLE. MENTION OF A PRODUCT IN THIS DOCUMENTATION IS NOT A GUARANTEE OF AVAILABILITY. VICTREX PLC RESERVES THE RIGHT TO MODIFY PRODUCTS, SPECIFICATIONS AND/OR PACKAGING AS PART OF A CONTINUOUS PROGRAM OF PRODUCT DEVELOPMENT. VICTREX® IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTREX MANUFACTURING LIMITED. VICTREX PIPEST™ IS A TRADEMARK OF VICTREX MANUFACTURING LIMITED. PEEK-ESD™, HT™, ST™ AND WGT™ ARE TRADEMARKS OF VICTREX PLC. VICOTE® AND APTIV® ARE REGISTERED TRADEMARKS OF VICTREX PLC.

VICTREX PLC MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, A WARRANTY OF FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR OF INTELLECTUAL PROPERTY NON-INFRINGEMENT, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO PATENT NON-INFRINGEMENT, WHICH ARE EXPRESSLY DISCLAIMED, WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, IN FACT OR BY LAW. FURTHER, VICTREX PLC MAKES NO WARRANTY TO YOUR CUSTOMERS OR AGENTS, AND HAS NOT AUTHORIZED ANYONE TO MAKE ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OTHER THAN AS PROVIDED ABOVE. VICTREX PLC SHALL IN NO EVENT BE LIABLE FOR ANY GENERAL, INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, INCIDENTAL OR SIMILAR DAMAGES, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR HARM TO BUSINESS, LOST PROFITS OR LOST SAVINGS, EVEN IF VICTREX HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES, REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION.

