



victrex®

PASSION • INNOVATION • PERFORMANCE



二次加工ガイド

## 目次

切削加工	2
加工条件	2
切削加工品と射出成形品の性能比較	2
アニーリング(熱処理)	3
最適結晶化度を得るためのアニーリング	3
応力を除去するためのアニーリング	3
寸法安定性に向けたアニーリング	3
ビクトレックス製品の接合	3
接着剤による接合	3
表面前処理	3
接着剤のタイプ	4
溶着	4
蒸着	5
真空蒸着	5
メッキ加工	5
印刷、レーザーマーキングと塗装	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、当社は皆様の二次加工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ションが利用可能で、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、ユーザーの皆様に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。

## 切削加工

切削加工は射出成形品や押出成形品の二次加工に用いられ、これらの成形法では不可能な形状や公差を実現します。また試作品設計、少量生産や複雑形状の部品を製作する際に、ストックシェイプを切削加工する方法がよく用いられます。

### 加工条件

ビクトレックス製品は金属および他の熱可塑性エンジニアリングプラスチックに用いられている方法や装置を用い、これら装置の設定や使用する工具を変更することで切削加工が可能です。切削加工のガイドラインを表1に示します。

ビクトレックス製品はウォータージェットやレーザー加工機での切削加工も可能です。グラインダーは、特に強化グレードを用いた製品に対して、非常に厳密な公差を得る際に使用します。ラッピング加工は必要に応じて平滑性の向上や表面仕上げに用います。

ビクトレックス製品は優れた物性を有し、コンパウンド製品の中には高摩耗特性を持つグレードがあるため、カーバイド、カーバイド被覆やダイヤモンド材料を先端に着けた工具を使用して下さい。他材料を用いた工具は短時間での摩滅や成形品の外観を損なう恐れがあります。

高分子材料の切削加工は応力の生成や残留応力の解放が生じます。切削加工の前や中間工程として残留応力を除去するためのアニーリングが必要です。アニーリング手順についての詳細はアニーリングのページを参照して下さい。アニーリングを行った後に、最終切削加工を行って下さい。

ビクトレックス製品は金属に比べ弾性率が比較的低く、治具で強く締め付けることでソリや歪みを生じ易いため、可能な限り均等に左右対称に切削して下さい。

高分子材料の熱伝導率は金属より低く、切削加工時には急速に熱が蓄積されます。切削加工によって発生する熱を除去するために冷却用液体を使用して下さい。ビクトレックス製品には水性および油性冷媒が使用できます。

表1:ビクトレックス製品の切削加工ガイドライン

旋削			
材質		ナチュラル/ビクトレックス 製品非強化グレード	充填/ビクトレックス 製品強化グレード
切削速度	m/min	100 - 300	120 - 180
送り	mm/rev	0.1 - 0.7	0.1 - 0.3
逃げ角	°	5 - 15	5 - 15
すくい角	°	5 - 15	5 - 15
切削深さ	mm	1 - 6.5	1 - 7.5
冷媒		なし、もしくは水/オイル	なし、もしくは水/オイル
フライス削り			
カッター		標準、 カーバイドチップ	カーバイドチップ、 ダイヤモンドチップ
カッター速度	m/min	180 - 230	50 - 120
冷媒		水/オイル	水/オイル
孔開け加工			
切削速度	m/min	120	75 - 120
送り	mm/rev	0.05-0.20	0.05-0.20
リップ角	°	118	118
クリアランス角	°	12	12
冷媒		水/オイル	水/オイル
リーマー仕上げ			
ランナー		スパイラルフルート	スパイラルフルート
速度	rpm	100 - 200	100 - 200
冷媒		水/オイル	水/オイル

### 切削加工品と射出成形品の性能比較

多くの場合、少量生産品や複雑形状の部品を製造するにはストックシェイプからの切削加工が適しており、また切削加工で製造した試作品は金型製作に費用を投じる前に材料性能を評価する最適な方法です。しかしながら、ストックシェイプを切削加工した部品の物理的な性能は同グレードを用いた射出成形品と異なる場合があります。加工法の違いによって機械物性は大きく異なり、結晶化度、熱履歴や繊維配向といった加工上の様々な環境要件に影響を受けます。こうした傾向は繊維強化グレードを用いて薄肉製品を切削加工した際に顕著です。

## アニーリング (熱処理)

適切な成形条件で射出および押出されたビクトレックス製品の成形品は十分に結晶化しています。多くの場合、2次的なアニーリングは必要ありませんが、結晶化度を高め、熱履歴や応力を除去し、高温下で使用した際の寸法変化を抑えるためにアニーリングを必要とする場合もあります。以下に示す通り、適切なアニーリングの方法は加工目的によって異なります。具体的な部品や加工についての詳細はビクトレックスジャパンまでお問合せ下さい。

### 最適結晶化度を得るためのアニーリング

溶融加工において一定の結晶化度に達していない場合、結晶化度の上昇が必要な場合があります。ナチュラルカラーグレードでは、一般的に褐色の非晶質のスキン層が生じます。最適な結晶化度を得るために、射出成形の場合には金型温度を上昇させ、押出成形の場合は冷却速度を下げるなどの対策を講じて下さい。結晶化度を上昇させるためアニーリングが必要な場合の手順は以下の通りです。

- a) 部品を平衡温度 200°C まで加熱する。
- b) アニーリング温度で部品を保持する。保持時間は成形品の肉厚により異なり、肉厚 1mm 増加毎に保持時間を 1 時間延ばす。
- c) PEEK の場合で 140°C 以下、HT の場合 150°C 以下、ST の場合 160°C 以下に降温するまで、毎時 10°C の割合で部品を冷却する。材料の残留応力を最小化するためにゆっくりとした冷却が重要。
- d) オープンのスイッチを切り、部品を室温まで冷却する。

温度の上昇や保持時間の延長はアニーリングによる結晶化のレベルやタイプに影響を与えます。保持温度は部品が使用される最高温度より最低 20°C 高く設定して下さい。アニーリング温度は 200~250°C の範囲が広く用いられています。機械物性 (強度や弾性率) および耐薬品性の向上を目的として最高の結晶化度を得るため、アニーリング温度を 300°C 近くもしくは 300°C 以上に設定する場合がありますが、ナチュラルグレードの場合、こうした効果が得られる反面、延性が大幅に低下します。また高いアニーリング温度によって表面の酸化や黄変を生じることがあります。技術サポートを必要の際はビクトレックスジャパンまでお問合せ下さい。

### 応力を除去するためのアニーリング

射出成形や切削加工は部品に応力を与えます。これらの応力は部品の物理的な性能を低下させますが、上述の通り、保持温度 250°C でアニーリングすることで除去できます。

### 寸法安定性に向けたアニーリング

ビクトレックス製品を用いた部品を高温下で連続使用した場合、後結晶化や内部応力の弛緩により寸法変化を生じる場合があります。アニーリングによって歪み効果や熱履歴を除去することで、使用時の収縮や寸法変化を防ぐことができます。上述の通り、保持温度は部品が使用される最高温度より最低 20°C 高く設定して下さい。アニーリングを行った後に、最終切削加工を行って下さい。

## ビクトレックス製品の接合

ビクトレックス製品は一般的な熱可塑性樹脂の接合法が適用できます。接着剤による接合および溶着についての詳細は以下の通りです。リベット、ボルト、スナップフィット、締めばめなどの機械的な接合についても一般的な樹脂接合法が利用できます。

### 接着剤による接合

ビクトレックス製品とコンパウンドは汎用の接着剤で接合できます。

### 表面前処理

接着剤によって接合する面は良好な接合結果を得るために十分な前処理を行って下さい。接合面を乾燥しグリースやコンタミの無い清浄な状態に処理して下さい。ビクトレックス製品との接着強度を向上させる前処理方法には種々の方法があります。最も一般的な各種表面処理を施した場合の接着強度の比較を表2に示します。これらの数値はシングルラップ剪断形状で、Huntsman 社製二液エポキシ (AV138M/HV998) 用い100°C で 15 分間硬化させた 450G 試験片に対してシングルラップシアー試験より得られたものです。

表2: PEEK 450G の接着における前処理方法の比較

	接着強度 / MPa
無処理	0.7
粗面化	2.1
酸エッチング	5.5
レーザー	5.6
UV	5.0
プラズマ	5.0

## 接着剤のタイプ

ビクトレックス製品の接合にはエポキシ、シアノアクリレートおよびシリコン接着剤が適しています。代表的な接着剤と接着強度を表 3 に示します。接着剤は温度、機械特性や各種規制など製品要件に適したものを選定して下さい。

表3:ビクトレックス製品と各種接着剤の接着強度

接着剤	タイプ	メーカー	破壊応力/MPa			
			23°C	120°C	150°C	200°C
Araldite AV138M + HV 998	エポキシ	Huntsman	5.5 IF + CF	3.4 CF	-	-
Araldite AV 119	エポキシ	Huntsman	42.0 SF	4.0 CF	1.5 IF + CF	-
HAF 8401	ニトリルゴム-フェノール樹脂	Tesa AG	47.0 SF	2.4 IF	1.9 IF	-
Duralco 4460	エポキシ	Cotronics Corp.	1.7 IC	-	0.5 CF	0.4 IF + CF
Duralco 4703	エポキシ	Cotronics Corp.	17.0 SF	-	3.4 CF	1.0 CF
EPO-TEK 353 ND	エポキシ	Epoxy Technology	36.0 SF	-	3.1 CF	1.0 IF + CF
Duralco 4525	エポキシ	Cotronics Corp.	3.3 CF	-	-	0.6 CF

IF：基材と接着剤間の界面剥離

CF：接着剤の凝集破壊

SF：基材の凝集破壊

IC：種々要因の混在による剥離

## 溶着

ビクトレックス製品はホットプレート溶着、振動溶着、近距離超音波溶着といった一般的な熱可塑性樹脂の溶着法が適用でき、ホットメルト溶着も利用されています。ビクトレックス製品は熔融温度が非常に高いため、良好な接合結果を得るには大きなエネルギーを接着界面に集中させる必要があります。

レーザー溶着は成形品の精密な接合が可能で、ビクトレックス製品の封止やシールに用いられます。レーザー溶着では 1mm 厚もしくは 1mm 厚以下のレーザー透過部分（ナチュラル色）をレーザー吸収部分（黒色）に接合することができます。

全ての溶着法に関して、当社ではビクトレックス製品の実績を持つサプライヤーと協力されることをお勧めします。溶着法、接合部設計、加工メーカーおよびサプライヤーについてはビクトレックスジャパンまでお問合せ下さい。



レーザー溶着で精密に接合されたナチュラル色と黒色の Victrex PAEK 部品

\* 本ガイドに記載もしくは試験に使用された接着剤は、当社が使用を推奨するものではありません。接着剤の性能はサンプルおよび接着面の前処理、接着用途、硬化時間、テスト形状や速度など様々な要因に左右され、実際の結果と異なる場合があります。

AralditeはHuntsman Advanced Materialsの登録商標です。DuralcoはColtronics Corporationの商標です。EPO-TEKはEpoxy Technology, Inc.の登録商標です。

## 蒸着

### 真空蒸着

ビクトレックス製品は熱可塑性樹脂の蒸着プロセスで基材として用いられます。金属コーティングを行う前に、基材を乾燥しコンタミの無い清浄な状態に処理して下さい。蒸着加工では金属膜が薄いため、表面仕上げが粗いとコーティング層の品質に影響が出ますので、部品を射出成形および切削加工する際は表面仕上げに注意して下さい。

### メッキ加工

ビクトレックス製品は様々な金属を用いた無電解メッキ加工が可能です。加工メーカーについてはビクトレックスジャパンまでお問合せ下さい。

## 印刷とレーザーマーキング

ビクトレックス製品は様々な方法でマーキングが可能です。ビクトレックス製品への印刷には、インクやマーキング液を用います。レーザーマーキングは柔軟性、耐摩耗性、鮮明な仕上がり、スピーディーな加工などの利点があり、また成形品に接触せずに加工できます。

レーザーマーキングシステムのサプライヤーおよび加工メーカーについてはビクトレックスジャパンまでお問合せ下さい。

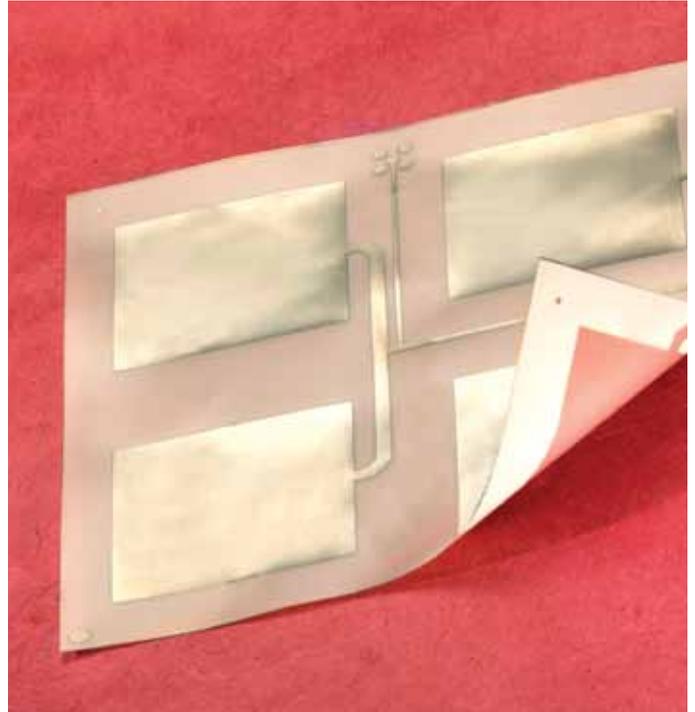
## 塗装

ビクトレックス製品は装飾および紫外線保護などを目的とした塗装が可能です。プラズマ処理などの表面前処理を行うことで、より良好な密着性を得られます。詳しくはビクトレックスジャパンまでお問合せ下さい。

## 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合せ頂くか、当社ウェブサイトをご参照下さい。 [www.victrex.com](http://www.victrex.com)



熱可塑性樹脂を金属蒸着加工する際は、基材を清浄、乾燥しコンタミの無い状態に保つことが重要



ビクトレックス製品による成形品は印刷およびレーザーマーキング加工が可能

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 PIPES™ 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.

