

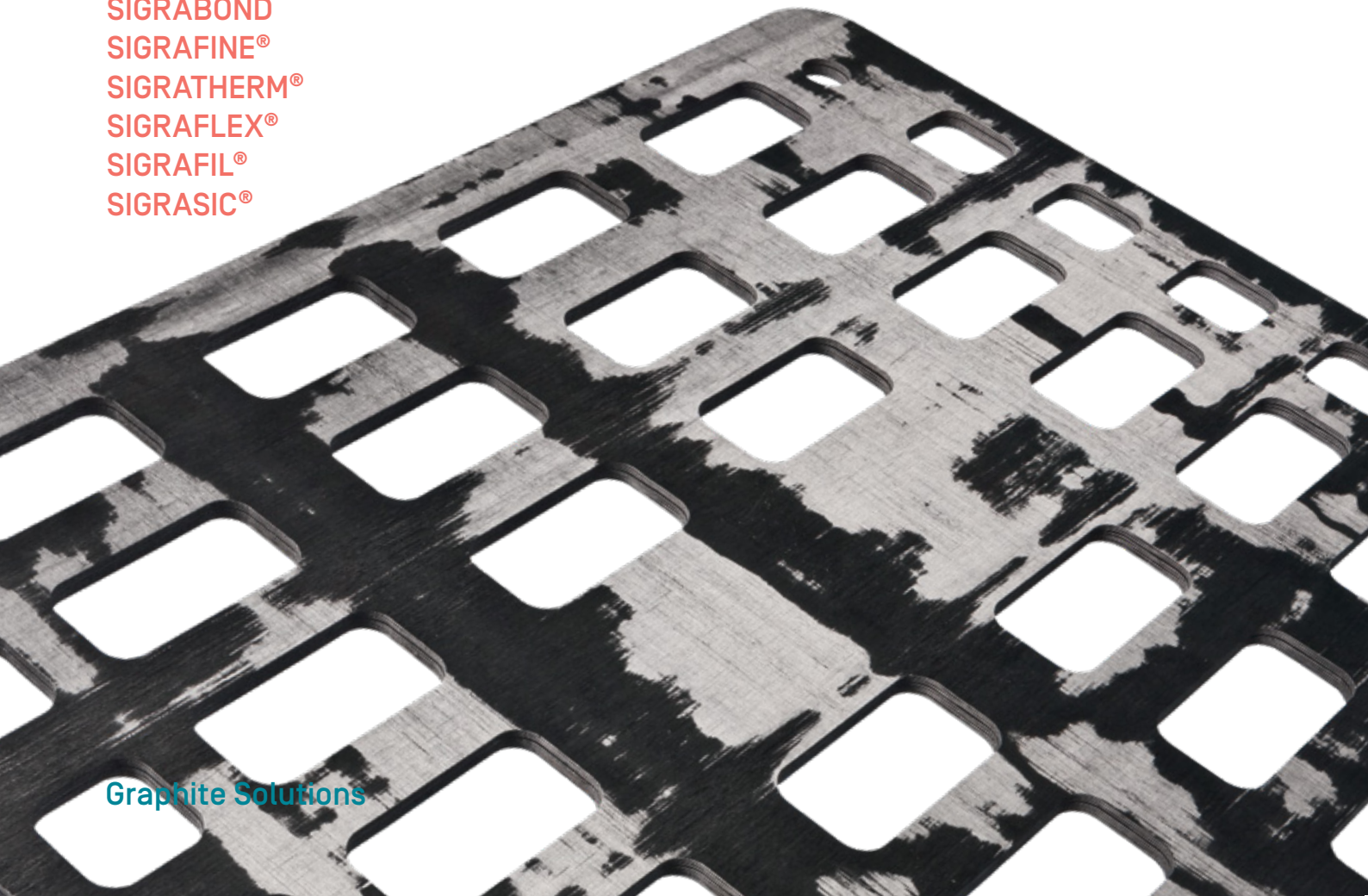


The Performancers


高温炉向け
特殊黒鉛

SIGRABOND
SIGRAFINE®
SIGRATHERM®
SIGRAFLEX®
SIGRAFIL®
SIGRASIC®

Graphite Solutions



3000



SIGRATHERM® GFA

We know heat

製品特性に対する要求の高まりを受け、製造プロセスは変化しています。多くの産業で、最大 3000℃ の温度が必要とされ、使用される炉内構成部品にとって大きな課題となっています。

SGL カーボン、このような高温下で確実に使用できる断熱材用黒鉛ソフトフェルトを開発しました。黒鉛のトップメーカーとして、わたしたちはこの種の高温プロセスに対応するシステムとノウハウを備えています。高温向けの高品質材料及び構成部品を提供し、そこで製造される製品の性能と品質の向上に貢献いたします。

000



高温炉向け 特殊黒鉛

SGL カーボン は、高温技術におけるあらゆる分野で高品質の材料と構成部品を提供しており、これらには発熱体、断熱材、ヒートシールド、サセプター、マッフルの他、チャージングキャリアや焼結用プレートがあります。

お客様のメリット

性能の向上：SGL 製品は、その卓越した技術特性により、炉を用いたプロセスでのサイクルタイムの短縮、省エネルギー化、及び処理物の歪み除去のための最適化に、大きく貢献してまいります。

実証済の品質：SGL 製品は、ISO 9001 に準拠した高品質基準を満たしており、高温炉メーカー様やユーザー様の要求仕様に対応することができます。

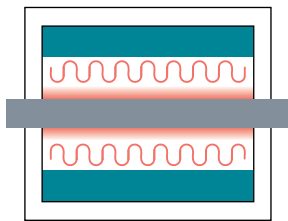
包括的サービス：SGL カーボンは、最新の FEM 解析によりお客様の課題解決のお手伝いをいたします。長年にわたって複雑かつ要求の厳しい製品を製造してきた経験を活かし、お客様における高性能設備の安定操業をサポートいたします。

わたしたちの技術的な応用知識はお客様にとって大いに役立つと自負しております。プロセスの最適化や、ニーズを満たすための具体的な解決方法の構築について、喜んでお手伝いいたします。

代表的な用途

SGL カーボンの製品

SGL カーボンの材料

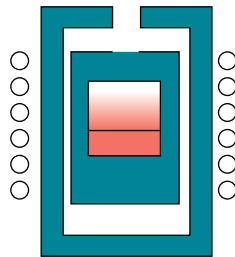


連続炉

- 炭素繊維製造炉
- 超硬用粉末の焼成炉
- 焼結炉
- ろう付炉
- 油焼入を伴う熱処理炉

- ヒーター
- マップル
- ライニング
- 断熱材(シリンダー及びプレート)

- SIGRABOND 炭素繊維強化炭素 [C/C]
- SIGRATHERM® 成形断熱材、ソフトフェルト
- SIGRAFLEX® 膨張黒鉛フォイル
- SIGRAFINE® CIP 成形、押出成形黒鉛

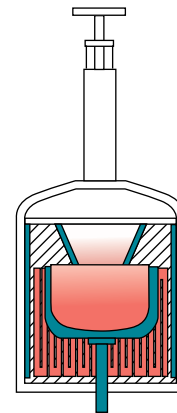


バッチ炉

- 熱処理 (焼き戻し、ガス浸炭、焼鈍) 炉
- ろう付炉
- 高压焼結炉
- CVD/PVD 炉
- 精密鑄造炉
- HIP 炉

- チャージングキャリア
- 焼結プレート
- ヒーター
- マップル
- ライニング
- 断熱材 (シリンダー及びプレート)
- ヒートシールド

- SIGRABOND 炭素繊維強化炭素 [C/C]
- SIGRASIC® 炭素繊維強化 SiC [C/SiC]
- SIGRATHERM® 成形断熱材、ソフトフェルト
- SIGRAFLEX® 膨張黒鉛フォイル
- SIGRAFINE® CIP 成形、押出成形黒鉛



半導体製造向け

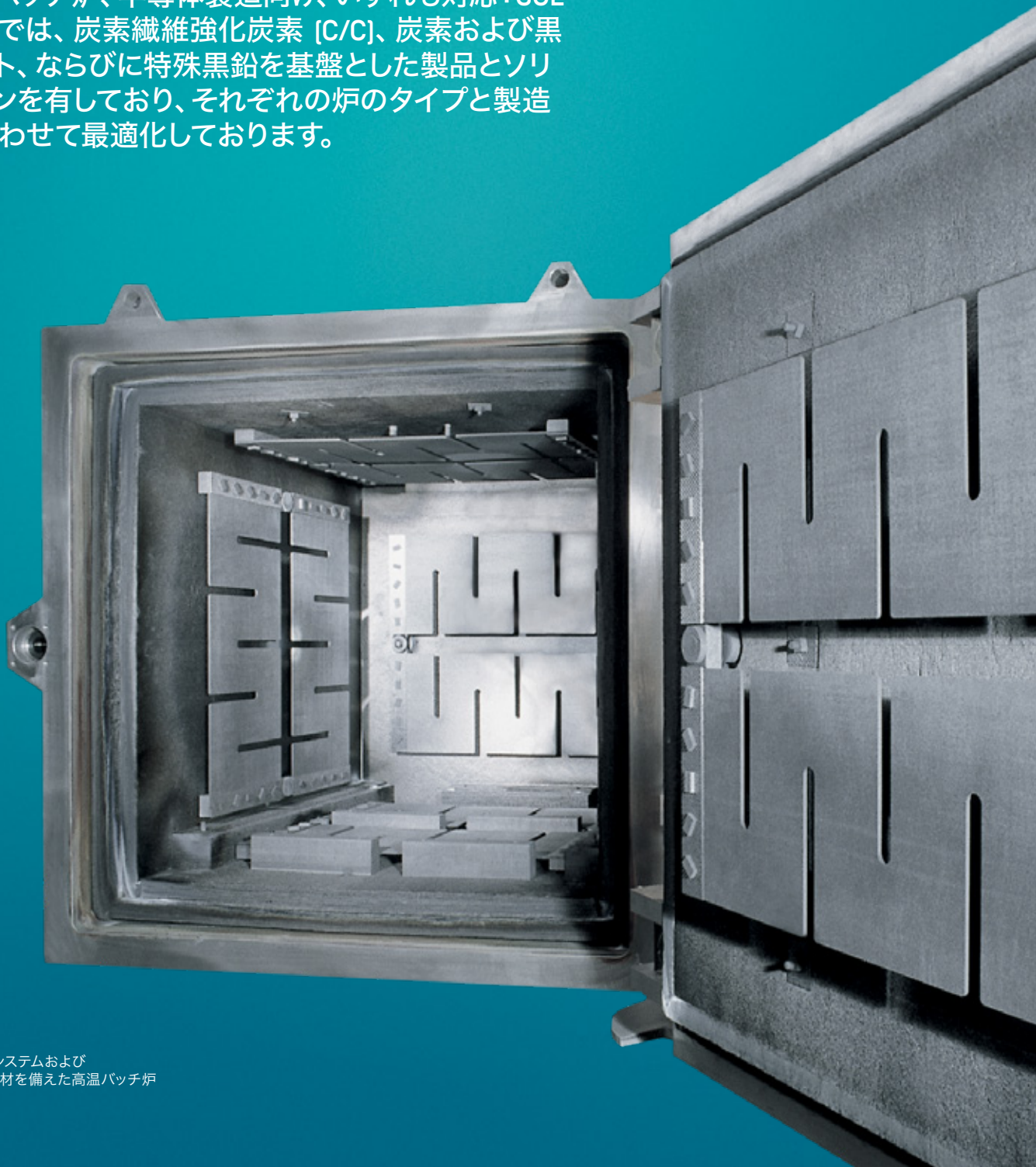
- SiC 結晶成長炉
- シリコン及びサファイア用 CZ 炉
- 光ファイバー線引炉

- ヒートシールド
- ヒーター
- 断熱材 (シリンダー及びプレート)
- ルツボ

- SIGRABOND 炭素繊維強化炭素 [C/C]
- SIGRASIC® 炭素繊維強化SiC [C/SiC]
- SIGRATHERM® 成形断熱材、ソフトフェルト
- SIGRAFLEX® 膨張黒鉛フォイル
- SIGRAFINE® CIP成形、押出成形黒鉛

連続炉、バッチ炉、 および半導体製造向けの の製品とサービス

連続炉、バッチ炉、半導体製造向け、いずれも対応：SGL
カーボンでは、炭素繊維強化炭素 [C/C]、炭素および黒
鉛フェルト、ならびに特殊黒鉛を基盤とした製品とソリ
ューションを有しており、それぞれの炉のタイプと製造
工程に合わせて最適化しております。



連続式不活性ガス 雰囲気炉

材料に関する広範な専門知識

SGL カーボンは、高温対応の繊維強化複合材を完全一貫製造している唯一のメーカーです。自社による炭素繊維製造、最先端の成形技術、及び高温プロセスを組み合わせることによって、お客様のニーズに合わせた高性能製品の製造を可能にしています。優れた設備を備えた当社の高温ラボでは、最高温度における材料挙動に関する重要データの取得をしています。

多様な製造工程に最適化

SGL カーボンは、連続式高温炉システムにおいて非常に優れた安定性を有する炭素繊維強化炭素 (C/C) および特殊黒鉛を用いたソリューションを提供いたします。SGL 製品には、断熱材やマッフルの他、ヒーターや熱処理用治具も含まれています。

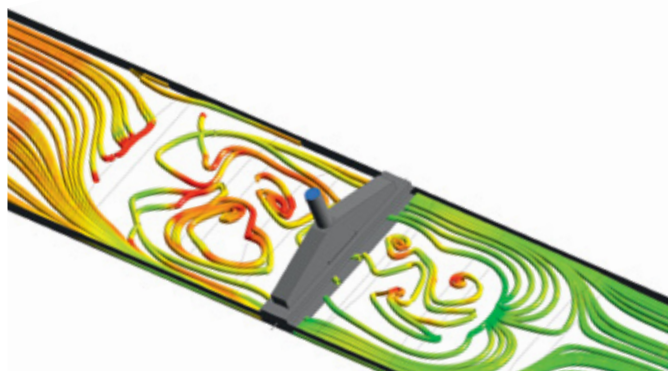
FEM解析に関する知識

SGL カーボンは、材料だけではなく、それらの材料がお客様の高温プロセスでどのように作用するかを予測するサービスも提供いたします。

FEM 解析を活用し、以下のことを行っています。

- ガスフローの最適化 (流体解析 CFD)
- 熱機械モデリング
- 構造機械モデリング

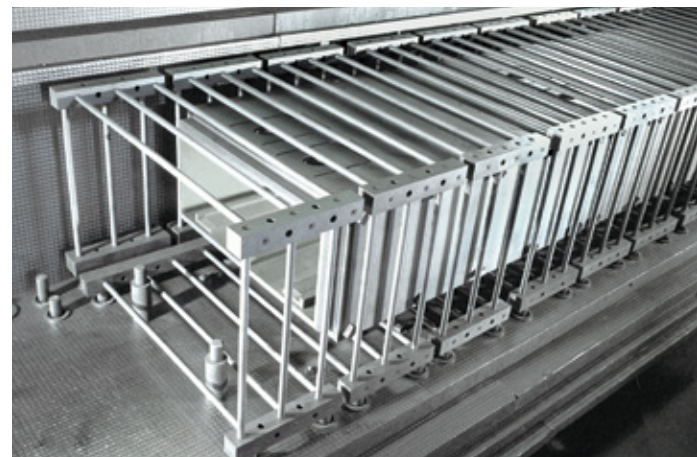
あらゆる設備を揃えたわたしたちの高温ラボでは、材料の高温挙動の検証のみならず、算出結果を現実に即して再構築することも可能です。



↑ 連続式高温炉のガスフローの FEM-CFD 解析

各製造工程に最適化された ソリューション

- 炭素繊維製造
- 超硬用粉末の焼成
- 油焼入を伴う熱処理
- ろう付
- 粉末冶金部品の焼結



↑ SIGRAFINE 加熱管と SIGRAFINE HLM マッフルを用いて設計した、連続式不活性ガス雰囲気炉の加熱システム

バッチ式真空炉およびバッチ式不活性ガス雰囲気炉の構成部品

対应用途

● チャンバー炉

熱処理

[焼き戻し、ガス浸炭、焼鈍]

ろう付

[高圧]焼結[最大 200 bar]

CVD-/PVD コーティング

● 精密鑄造炉

● ホットプレス [最大 2000 bar / 2200 °C]

機械プレス

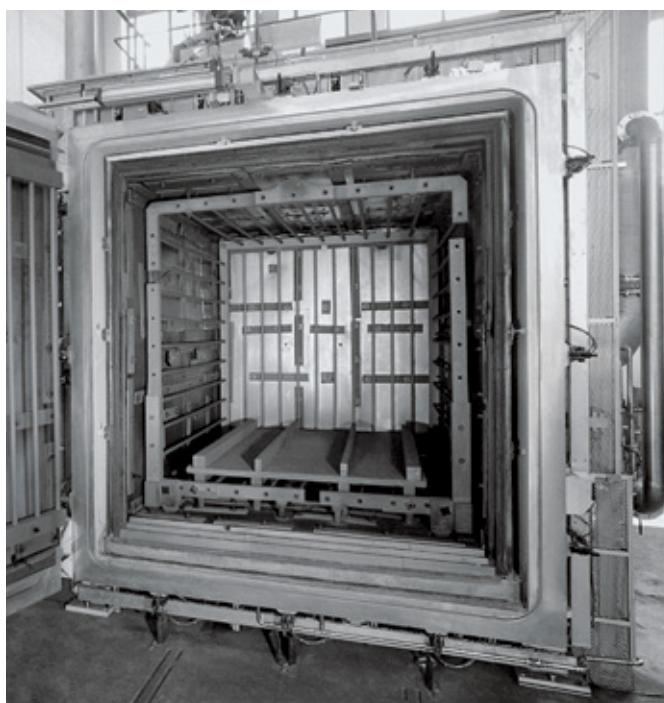
HIP

稼働時間の最大化

材料製造時、あるいは各製造工程において、高温プロセスは不可欠です。例としては、バッチ炉における、金属やセラミック加工品の精錬などがあります。

このような工程で使用されるシステムにとって、高温は非常に困難な課題となります。耐熱性に加えて、プロセスの円滑性、消費電力、そしてコストは全て重要なパラメータです。全体のランニングコストを可能な限り抑えるためには、稼働時間の最大化が求められます。

黒鉛、C/C、炭素および黒鉛フェルトは、高温使用に向けて開発されたものであり、こうした用途に最適です。



↑ SIGRATHERM 成形断熱材と、耐久性に優れた SIGRAFINE 黒鉛ヒーターを備えた高温炉

長期耐用年数のバッチ炉

特殊黒鉛、C/C、炭素および黒鉛フェルトからなる SGL 製品は、長寿命です。そのため、バッチ式真空炉・バッチ式不活性ガス雰囲気炉の用途において、際立った適性を有します。個々の構成部品を適切に選択することで、多くの用途において全体のランニングコストを削減することも可能です。わたしたちは、お客様の部品選択について、喜んでアドバイスさせていただきます。

半導体製造炉用構成部品

超高純度材料

第5世代モバイル通信技術(5G)、車両電動化(e-モビリティ)、および再生可能エネルギー拡大等の最新技術によって、半導体需要が加速しています。

超高純度のシリコンは一貫して、こうした用途の構成部品製造の基盤であり続けています。最も広く採用されている単結晶製造方法はCZ法ですが、そこで使用される高温炉では構成部品中の純度が最優先されます。

この点において SGL カーボンの材料は、あらゆる金属不純物をほぼ完全に除去できることから理想的と言えます。当社材料は均質性が高く、集中的で無駄のない炉のメンテナンスが可能となり、構成部品設計の優れた基盤ともなります。

次世代半導体材料にも最適

しかしながら、高機能半導体素子の多くは、シリコン以外の材質になってきています。サファイア、GaAs、GaN、そして特に SiC (炭化ケイ素)が次世代半導体材料とされています。とは言え、SiC 単結晶成長における物理気相輸送法 (PVT) のような、これまでとは炉の設計が異なってくる場合でも、当社の材料は、システム運用にあたって最適な選択肢であり続けています。

太陽電池製造用の効果的システム

太陽電池は、大量生産されるもう一つの代表的半導体素子です。単結晶引上システムや多結晶凝固炉で、当社の特殊黒鉛および高温向け C/C をご使用いただければ、その耐久性に満足いただけるはずです。

こうした当社材料は、お客様のシステムの効果的運用に役立ちます。ウエハの成膜工程などの結晶引上工程以外では、特殊黒鉛と C/C は搬送システム部材として適しています。



↑ CZ 結晶成長向けの SIGRAFINE ヒーターでは、超高純度を保証

安定したプロセスを通じた均一な品質

SGLカーボンの材料は、高純度で市場に即した品質であり、光ファイバー線引炉にも使用されています。当社の安定した製造工程を通じて、条件の厳しいお客様の炉システムにおいて均一な品質を保証いたします。高温加熱システム内では均質な特性が計画通りの温度分布を作り出します。優れた高温材によって温度ドリフトを防止します。

SIGRATHERM® ソフトフェルト

当社の炭素及び黒鉛ソフトフェルトが持つ、優れた断熱特性、柔軟性、均質性、および効率には、きっとご満足いただけるはずです。



最大サイズで、3000℃まで 最高の断熱性を発揮

低熱伝導率

最も厳しい断熱性の要求を満たすためには、当社の SIGRATHERM ソフトフェルトが不可欠です。当社の炭素及び黒鉛ソフトフェルトは、特殊な製造工程によって非常に低い熱伝導率を備えており、最高 3000℃ までその性能を発揮します。

お客様の炉にとって最高の選択肢

当社のソフトフェルトには、SIGRATHERM KFA 炭化ソフトフェルトと SIGRATHERM GFA 黒鉛ソフトフェルトがございます。これらは抵抗加熱式及び誘導加熱式の真空炉、並びに不活性ガス雰囲気炉の断熱に理想的です。黒鉛ソフトフェルトはこれらの比表面積を低減することで、真空引き時間を減少させて加工時間を短縮します。断熱層は低密度のため軽量です。

最適な材料利用率と、実現可能な最良の断熱設計

SIGRATHERM ソフトフェルトは、標準幅が 1200mm と 1350mm で、25m ~ 30m のロール長で提供しております。随時カットして使用すれば利用率を最適化できます。厚さは 1.5mm ~ 15mm の範囲で、多様なシステムに対して可能な限り最良な断熱設計を可能にします。最大厚さが 15mm であるため、現場で非常に効率よく大型の断熱空間を作り上げることが可能です。

即使用可能なカスタマイズされたフェルト断熱材

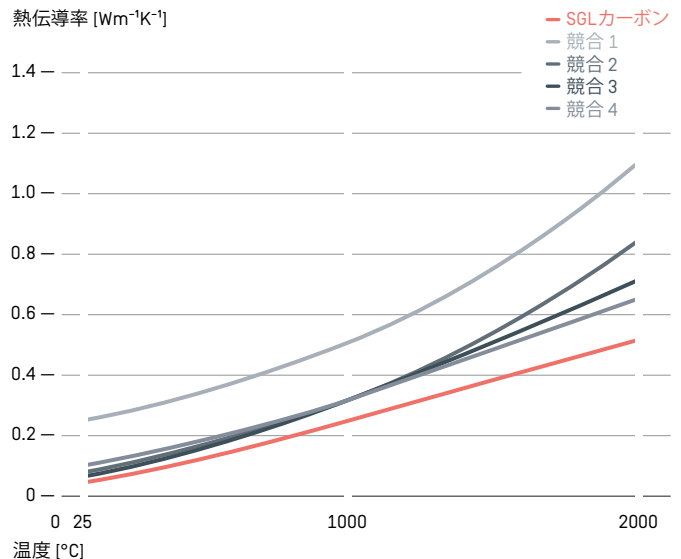
さらに SGL カーボンでは、お客様のご要望に合わせた特注カットのソフトフェルトにも対応しています。納入後すぐに使用可能なプラグインソリューションとなりますので、お客様の高温炉のメンテナンス時間を短縮し、高い稼働率を保証することができます。



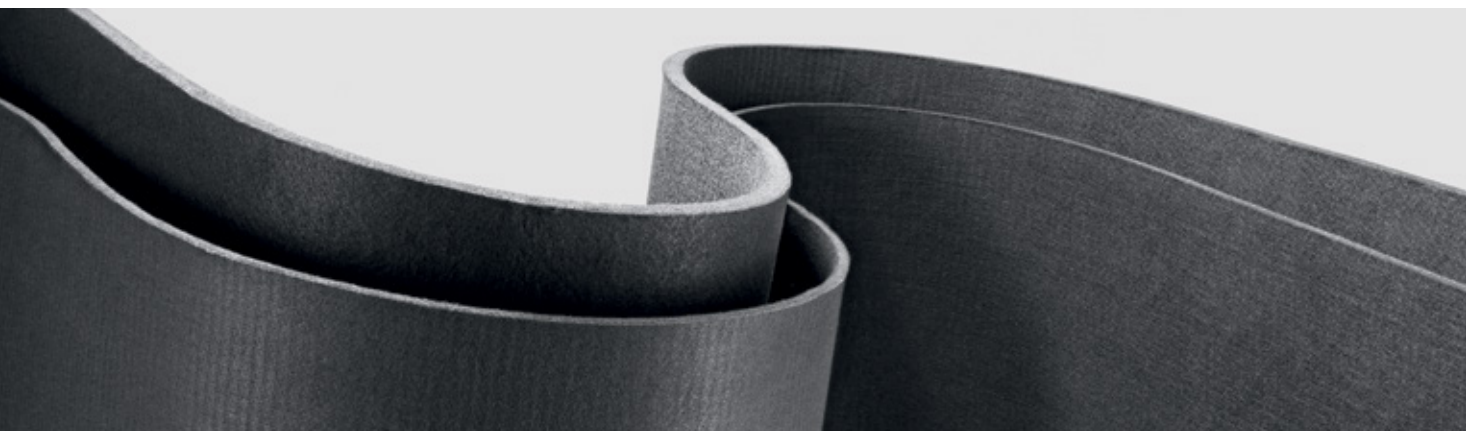
↑ 円筒形に巻いて縫製した結晶成長用途向け SIGRATHERM ソフトフェルトシリンダー

低熱伝導率により最高の断熱性能を実現

SGL 高温ラボによるソフトフェルト材の熱伝導性比較
[レーザーフラッシュ法]



誘導加熱炉のチャンバーの断熱に最適



↑ 低熱伝導率と均質な密度分布を持つ SIGRATHERM GFA ソフトフェルト

高い電気抵抗

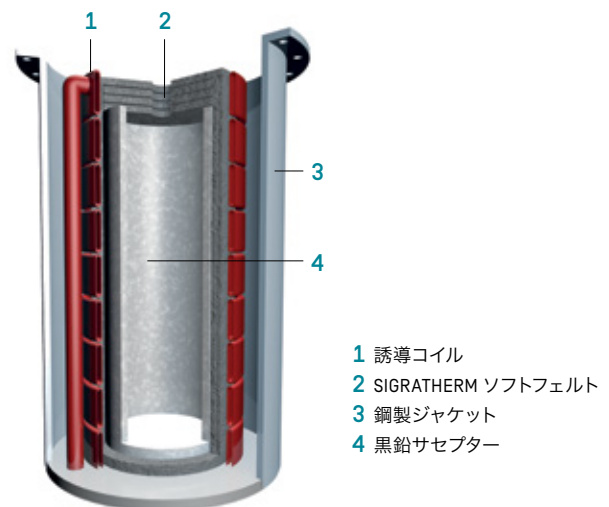
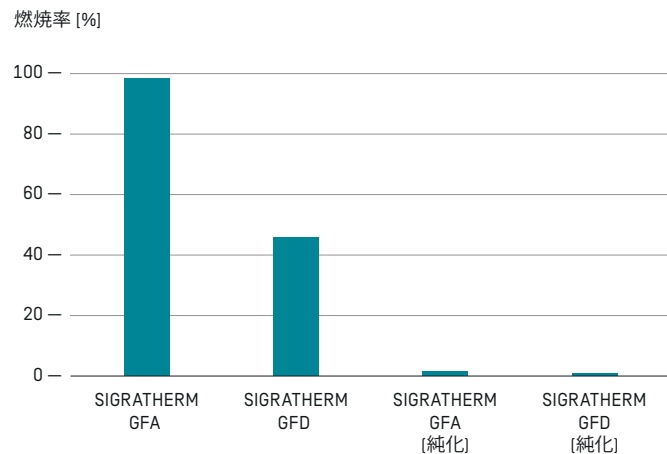
黒鉛製の SIGRATHERM GFA ソフトフェルトは薄いため、黒鉛材よりも電気抵抗はずっと高くなります。このことから、SIGRATHERM GFA は誘導加熱炉のチャンバーの断熱にぴったりです。周波数帯域において加熱を誘発してしまう誘導結合は一切発生しません。

より幅広い用途

SIGRATHERM ソフトフェルトは、様々な繊維原料から製造することができます。これらの原料はフェルトの耐酸化性に影響を及ぼします。耐酸化性が高いほど、用途の幅も広がります。従ってこれらのフェルトは、光ファイバー線引炉など、酸化性の高い環境における断熱材として使用できます。

純化ソフトフェルトは更に高い耐酸化性を示します

大気中での酸化によるソフトフェルトの重量損失の比較 (~ 600 °C)



↑ SIGRATHERM ソフトフェルト断熱材を用いた誘導炉の図解

高純度と均質性

全ての原子を定位置に

半導体産業など、特に高いレベルの技術が求められる産業では、一貫して高品質を持つ材料がなくてはなりません。敏感な高温プロセスは、熱伝導のわずかな違いから影響を受けてしまい、完成材の品質が大きく左右されてしまいます。

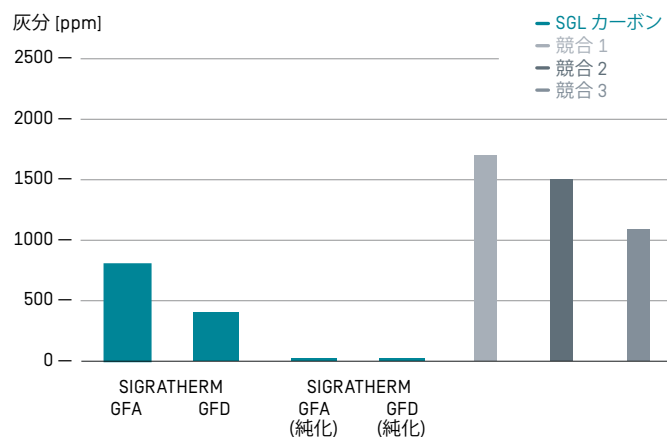
このことから、SGL カーボンではソフトフェルトの特性を緻密に検証しています。炉内の単結晶の全原子が正しく配置されている、とお客様が確信できるようにいたします。

ホットスポットをなくす

あらゆる点で完全に同一となるようにソフトフェルトを取り付けるには均一な厚さ分布が必須となります。当社は、このことを数多くの国際プロジェクトを行ってきた経験から学びました。高温用途では、断熱材の厚さが 300 mm 以上になることがあります。こうしたケースでは、当社のソフトフェルトは、滑らかな表面とバラツキの小さい厚さ分布を持つため、特に役立ちます。当社のフェルトであれば、熱伝導の分断や偏りを原因とする不要なエネルギー流出は一切発生しません。

最高純度が要求される用途に使用される SIGRATHERM GFA ソフトフェルト

灰分分析によるソフトフェルトの純度比較



↑ SIGRABOND Filwound サセプター / SIGRAFINE ヒーター / SIGRATHERM GFA ソフトフェルト断熱材を用いた CZ 結晶成長炉の構成

金属原子と半金属原子を除去

結晶の最終品質は、単に熱エネルギーの管理だけで決まるものではありません。不純物原子の混入も、最終製品の異常原因になり得ます。

SGL カーボンでは、これを回避するために全てのソフトフェルトをガス洗浄済の状態を提供しています。こうすることで、フェルトから金属原子と半金属原子を除去し、お客様の結晶引上げや結晶成長プロセスに一切影響を及ぼさない最高純度の材料を提供することができています。もちろん、熱伝導率は極めて低いレベルに維持されます。

SIGRATHERM® 成形断熱材

SGL カーボンは、短繊維及び長繊維を原料とする黒鉛質の成形断熱材を提供しております。短繊維の SIGRATHERM MFA 成形断熱材は、繊細な構造物にとって第一の選択肢です。長繊維の SIGRATHERM RFA 成形断熱材は、曲げ剛性が高いため大型のシリンダーに最適です。



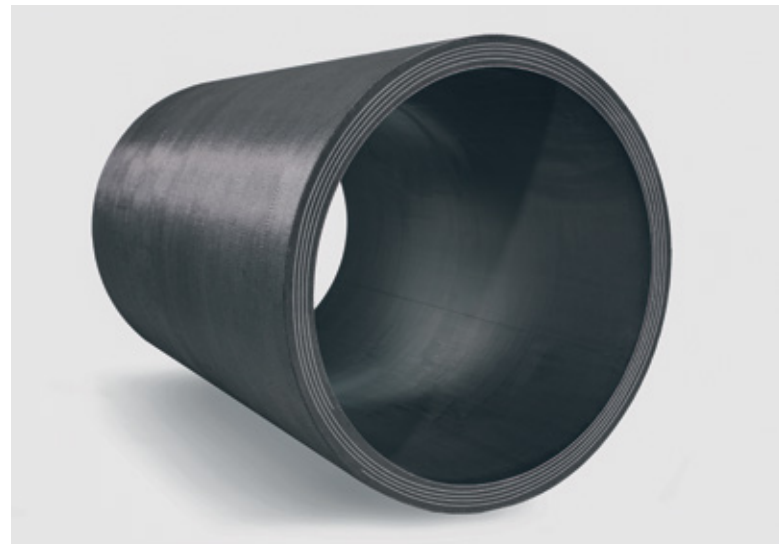
あらゆるニーズに応える 成形断熱材

優れた性能と寸法安定性を持つ断熱材

SGL カーボンの成形断熱材は、その高温耐性のおかげで、最高 2000 °C まで、条件次第では更に高温でも、 10^{-3} ~ 10^{-5} mbar の真空条件下や不活性ガスで使用できます。成形断熱層は熱伝導性が低いため、薄くても寸法の安定した良好な断熱性を実現します。

製造に関する広範な専門知識

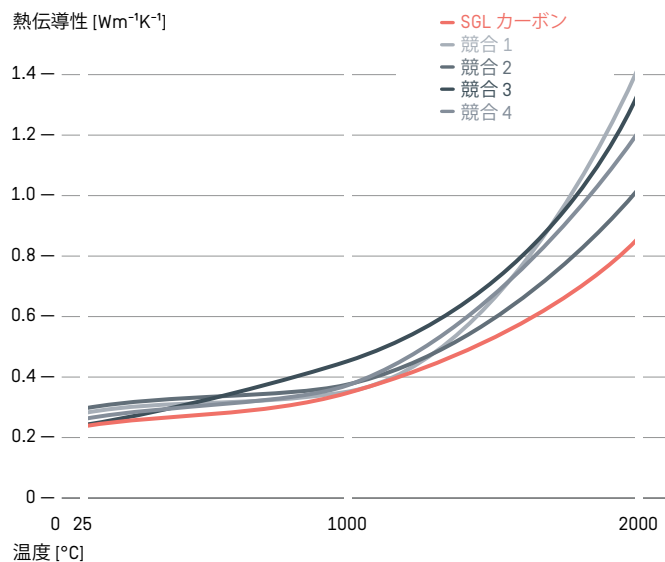
SGL カーボンの精密な技巧によって、お客様で調整を行う必要がない、プラグインソリューションを提供いたします。高い寸法安定性によって自立設計を可能にし、一貫して均一な断熱特性を保証します。ラビンス型継ぎ(相じゃくり継ぎ) や実継ぎによって SIGRATHERM MFA パネル同士をつなぎやすくし、大型構造物を製作することも可能です。



↑ SIGRATHERM RFA 長繊維断熱材のサンドウィッチ式シリンダー

SGL カーボンの成形断熱材の低熱伝導率

SGL 高温ラボによる成形断熱材の熱伝導性比較 (レーザーフラッシュ法)



当社が有する、製品関連の専門知識は、特に一体型シリンダーで発揮されています。当社ではこれらのシリンダーを、最大直径 1.5m、最長 4m まで製造することができます。標準サイズの他に、成形断熱材ブロック [1524 × 1219 × 440 mm] から製造した 3D 構成部品の製造も可能です。

お客様の製造工程を最適化

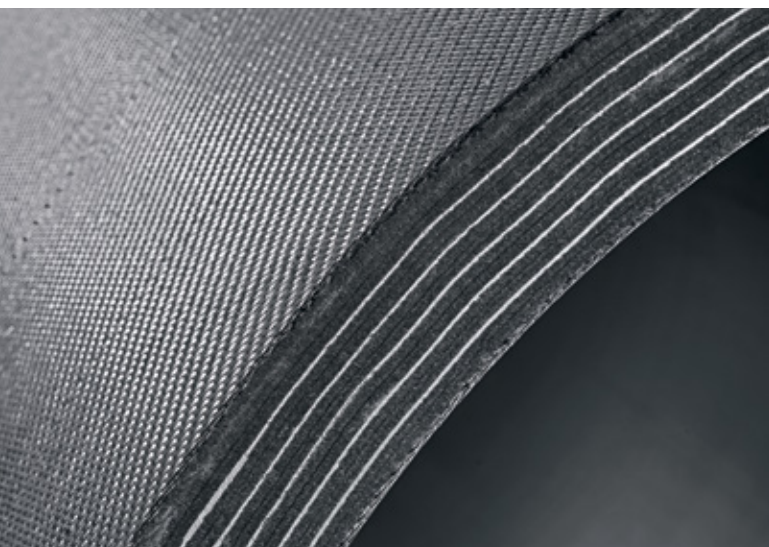
成形断熱材は材料密度が低いため、軽量かつ低熱容量となります。SIGRAFLEX 膨張黒鉛箔のコーティングをした SIGRATHERM 製品は、成形断熱材の持つ非常に優れた断熱特性に反射特性を兼ね備えています。これにより、最適な複合断熱性と、可能な限り最良な温度分布、そして気密性を提供することができます。

SIGRATHERM なら、プロセスを加速し、生産性を向上させ、メンテナンス時間を短縮できます。

損傷に対する保護

機械的損傷に対して高い信頼性で保護するために、SIGRATHERM に炭素繊維強化炭素 (C/C) 製メッシュのコーティングを施すことができます。これにより、断熱材を機械的、腐食的損傷から保護し、取扱いを容易にします。

高圧焼結炉用断熱材の スマートソリューション



↑ 当社特製の SIGRATHERM HIP 断熱シリンダーで不要な浸透を防止

ガスバリアを組み合わせた黒鉛製断熱材

高密度粉末冶金部品を製造する工業炉向けの断熱シリンダー及びディスクは、特殊な特性を備えていなければなりません。熱による脱脂と、その後の高圧焼結 [最高 200 bar] においても、多様な黒鉛断熱材とガスバリアを完璧に連係させることが求められます。

こうした状況では、安定した C/C 強化表面が、寸法精度、取扱い性、信頼性の高い機械的保護を確実にします。



↑ 一体型 SIGRATHERM MFA 成形断熱材シリンダー

均一な断熱特性

SIGRAFLEX 膨張黒鉛フォイルによる気密バリアを組み合わせた完璧な断熱構造によって、均質な断熱性を確実にし、不要な対流を回避します。

SIGRATHERM 黒鉛フェルトと SIGRAFLEX 膨張黒鉛フォイルのサンドウィッチ構造により、被加工材からのアウトガスが断熱層を透過してしまうのを確実に防ぎます。断熱特性は元の状態のまま劣化することはありません。このように材料を組み合わせることで、長期の耐用年数とエネルギー効率に優れた高可用性も保証いたします。

半導体製造と光ファイバー製造のための 最高純度の成形断熱材

炉環境に合わせた設計

成形断熱材には寸法安定性があり、複雑な構成部品や形状を製造するために使用することができます。この製品が持つ寸法安定性は、工業炉のメンテナンスと運転を単純化するプラグインソリューションを生み出すための優れた出発点でもあります。これらの炉は不活性ガス雰囲気で作動しますが、ガラス材の使用と溶融した半導体から放出される蒸気によって、非常に腐食性の高い環境が生じます。高温下では、このガスの反応性が極めて高くなり、炉内に激しい腐食を及ぼします。SGL カーボンは、これに対処するため、お客様の炉環境に基づいた設計をおこない、断熱材を最適な方法で保護します。このことで、お客様のシステムの生産性向上につながります。

空間の最適活用

SGL カーボンは、断熱ソリューションをお客様と共同開発し、お客様が炉のチャンバーの活用方法を改善することで生産能力向上を可能にします。この例として、CZ法の結晶引上げシステムにおける、24インチから28インチへのサイズアップが挙げられます。適切な材料選択と正しい材料の組合せに関する当社のノウハウを活かすことによって、断熱材の壁の厚さを最小限に抑えたり、断熱材の中にヒートシールドなどの構成部品を統合したりすることができます。



↑カーボンコーティングを施した SIGRATHERM MFA 成形断熱材。光ファイバー線引炉内のプラグイン部品として即使用可能。

SIGRAFLEX® TH 膨張黒鉛フォイル/シート

SIGRAFLEX 膨張黒鉛フォイル/シートはそのユニークな特性により、高温用途に最適です。これらのフォイルおよびシートは高温プロセスの効率を向上させる他、断熱材をアウトガスから保護します。膨張黒鉛フォイル/シートは、ヒートシールドやフォイルブロック(多層フォイル接着による板材)にも加工することができます。

超高純度、フレキシブル、かつ不浸透性

製造工程

SGL カーボンでは、天然黒鉛から SIGRAFLEX 膨張黒鉛フォイル/シートを製造しています。まず化学反応によって、天然黒鉛から黒鉛層間化合物を生成します。これに続く熱処理により膨張させることで、大量の片状黒鉛が生成されます。これらはバインダーを添加する必要なく、圧縮・圧延加工で柔軟性のあるフォイルに、あるいはプレス加工でシートや成形品になります。

冷却時の高速ガス

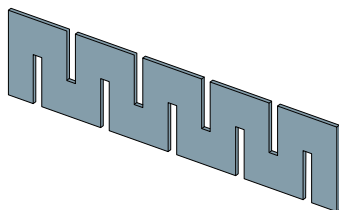
材質が膨張することで表面積が増大し、このことが直接的に特性を向上させています。更に、カスタム対応した工程を通じて要求仕様を実現させることもできます。

SIGRAFLEX 製品は、ヒートシールド、ヒーター、断熱材および成形断熱材のコーティングとしての使用に最適です。

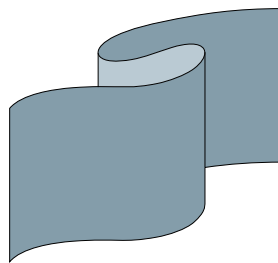
表面が滑らかであることから、断熱材を損傷させずに高速ガスによる冷却を行うことが可能です。

SIGRAFLEX 膨張黒鉛フォイル/シートが誇る多くの利点

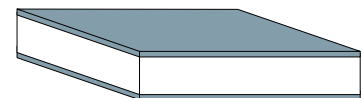
- 柔らかく柔軟性がある
- カutting・プレス加工が容易
- 熱伝導性に優れ、導電性を持つ
- 静電気が帯電しない
- 高純度
- 経年劣化への耐性がある
- ガラス、セラミックおよび熔融金属による濡れが発生しない



↑ 膨張黒鉛シート製のヒーター

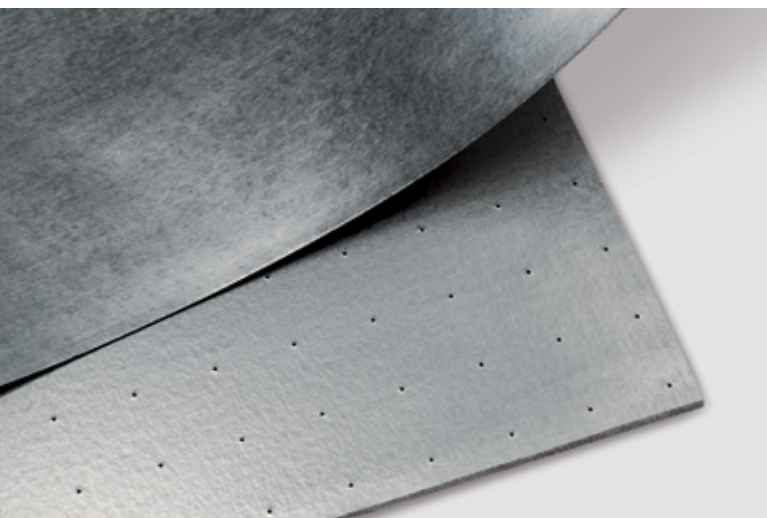


↑ 柔軟性のあるライニング

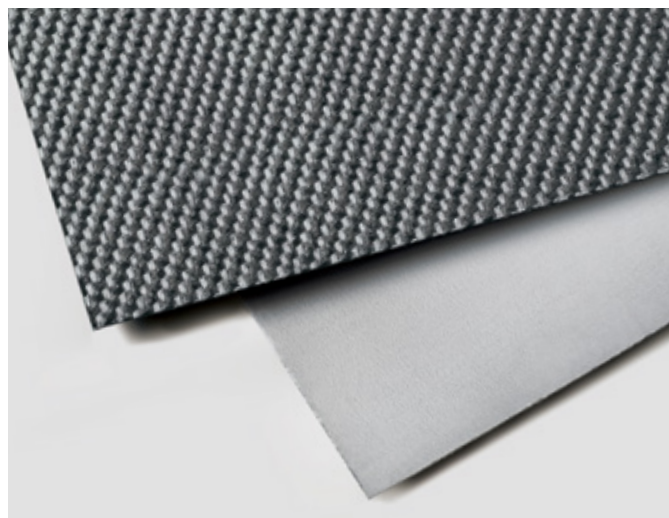


↑ 表面保護に使用される膨張黒鉛フォイル

高温用途で最大限に性能発揮



↑ SIGRAFLEX TH 膨張黒鉛のフォイルと穴あきシート



↑ 膨張黒鉛フォイルと C/C の複合材から成るヒートシールド

高性能のプロセスとシステム

膨張天然黒鉛を原料とする SIGRAFLEX 製品により、高温域におけるシステムとプロセスの性能向上と、消費電力削減を実現し、最高の生産信頼性を保証します。

SIGRAFLEX 製品は、以下の用途で多くの大手企業に採用されています。

- ヒーター
- るつぼのライニング
- 鋳型
- ホットプレスの外部被覆
- 溶接、はんだ付けおよび焼結作業での保護材
- 薄い金属フォイルを気相から分離するための積層材
- レーザービームに対する保護材
- 断熱フェルトの表面保護層
- サンドウィッチ型断熱材におけるガス拡散バリア層

断熱材を保護するヒートシールド

SIGRAFLEX 膨張黒鉛フォイル/シートは、ヒートシールドやフォイルブロック(多層フォイル接着による板材)にも加工することができます。ヒートシールド (C/C とフォイルの複合材)は、優れた機械的安定性によって断熱材を保護することで、その性能を自ら証明します。また、これらのシールドは、断熱材の吸水量を減少させ、熱反射を向上させます。

炭化フォイルブロック

SGL カーボンでは、SIGRAFLEX 膨張黒鉛フォイルからフォイルブロックを製造しています。これらは、ヒートシールド、あるいはチャージプレートの代替品など、高温炉設計での多岐にわたる用途に使用できます。

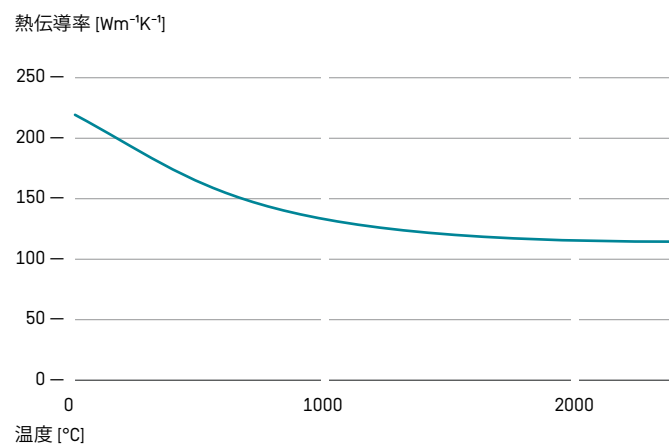
SIGRAFLEX® TH [かさ密度 1.0g/cm³] の材料データ

代表特性		単位	値
昇華温度		°C	> 3000
耐熱温度	大気中 不活性ガス/真空	°C	約 400 約 3000
電気抵抗率 [20°C]	面方向 厚さ方向	μΩm	11 700
熱伝導率 [20°C]	面方向 厚さ方向	Wm ⁻¹ K ⁻¹	220 5
比熱 [20°C]		kJkg ⁻¹ K ⁻¹	0.7
熱膨張係数 [20 - 1000°C]	面方向 厚さ方向	10 ⁻⁶ K ⁻¹	約 1 約 50
シヨア硬さ [D]			30
破断時伸び		%	≥ 1
引張強度		N/mm ²	≥ 4
ガス透過率	厚さ方向	cm ³ /s	2 x 10 ⁻⁵
放射率 [1500°C]			0.65
灰分		%	約 0.1

上記以外の特性値や寸法につきましては別途ご要望下さい

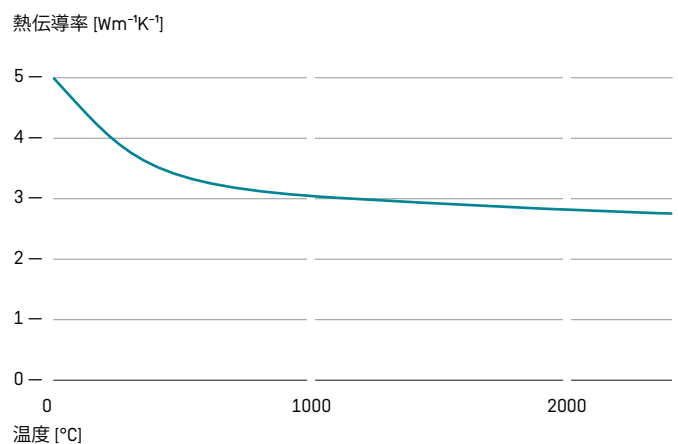
温度上昇に伴う熱伝導率の低下 (面方向)

SIGRAFLEX (かさ密度 1.0 g/cm³) 熱伝導率の温度変化(面方向)



温度上昇に伴う熱伝導率の低下 (厚さ方向)

SIGRAFLEX (かさ密度 1.0 g/cm³) 熱伝導率の温度変化(厚さ方向)



SIGRABOND 炭素繊維強化炭素 (C/C)

2000℃ 以上の高温における最高レベルの剛性と抵抗値：
SIGRABOND C/C を用いれば、大枠の寸法は変えずに薄く設計できます。SGL カーボンの設計チームは、FEM 解析などの最先端の手法を用いて、お客様の高温用途に最も効率的なソリューションを構築いたします。



構成部品の 開発・製造・設計

完全一貫製造

SGL カーボン は、繊維から完成部品に至るまで、あらゆる C/C 製造工程をカバーしている唯一のメーカーです。当社では、独自の専門知識を駆使して、優れたシステムソリューションをお客様に提供いたします。お客様の具体的なご要望に応じて、C/C 製の高機能部材の開発・設計・製造を行っております。

最高の曲げ剛性

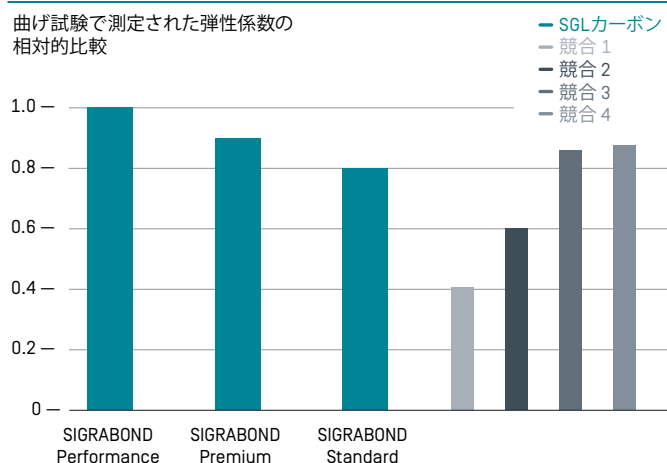
SIGRABOND Performance は、業界最高の曲げ剛性を備えた C/C 材ですので、お客様の炉容量を最大限に活用することができます。さらなる利点として、金属よりもはるかに軽いことが挙げられます。お客様の現場における作業負担を大幅に軽減できます。



↑ フィラメントワインディングで製造した SIGRABOND ヒーター

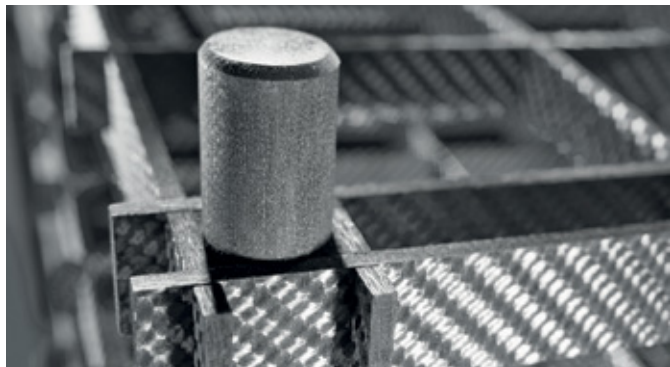
構成部品およびシステムソリューションとしての C/C プレート
SGL 製品には、炭素繊維メッシュや単一方向炭素繊維 [UD] を母材とした C/C プレートもございます。当社では、0.8mm ~ 30mm の板厚で、2450mm x 1220mm を標準サイズとして製造しています。大型プレートは、コストを最適化した構成部品やシステムソリューションに最適です。また、炉のチャンバーの構造材や取付部品も製造しています。

SIGRABOND Performance の最高レベルの剛性



要求特性を満たす円形構成部品

SGL カーボンでは、プレート形状の他に円筒形状の構成部品も製造しております。ワインディング技術を用いて、要求される特性を満足させています。このワインディング工程では、効率的に十分な厚さを得ることができます。一方、織物材をベースにしたチューブは積層によって製造しています。これらの製品は優れた加工性を持つ特殊製品です。高温システムで要求されることが多い複雑形状にも対応可能です。



↑ C/C と黒鉛のハイブリッド設計によるコーナー接続

SIGRABOND C/C チャージングキャリア

多くのサイクルを経た後でも安定性を維持

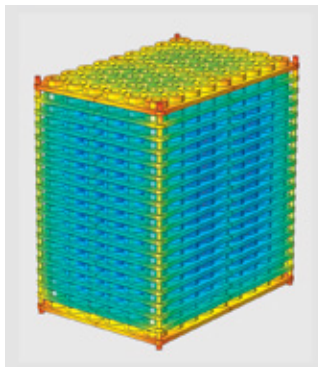
SGL カーボンの SIGRABOND チャージングキャリアーは、何百ものサイクルを経た後でも、材料疲労や反りの兆候を一切示しません。何年経っても、搬送アームは問題なく積み降ろし可能です。時間と費用のかかるマニュアル調整作業を省き、廃却費用も削減し、生産性と費用対効果を向上させることが可能となります。

SIGRABOND C/C チャージングキャリアーの利点

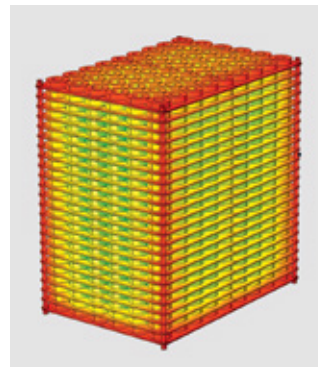
- プロセス時間短縮と消費電力低減
- システム積載容量の増加
- システム調整作業の省略
- 使用寿命の延長
- 軽量のため取扱いが容易
- 積載の自動化が可能

SIGRABOND Performance で炉容量増加

SGL カーボンは、チャージングキャリアーに最適な C/C 材料、SIGRABOND Performance を開発しました。高い曲げ剛性と曲げ強度のおかげで、より効率化されたシステム設計と炉容量の増加が可能となりました。



↑ SIGRABOND Sinter 製プレートによって、黒鉛よりもさらに積載を最適化



SIGRABOND Sinter

費用対効果に優れた C/C 材料

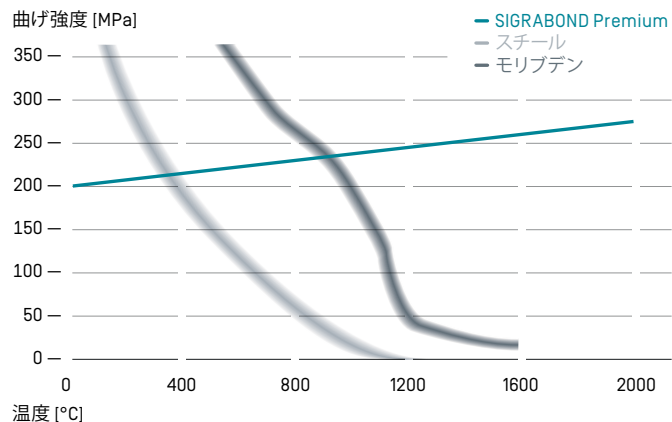
SIGRABOND Sinter は、既存の焼結システムにおけるバッチサイズを向上させるために開発されました。コストが最適化されたこの C/C 材料によって、焼結チャージングキャリアーにおける最高の費用対効果を提供します。

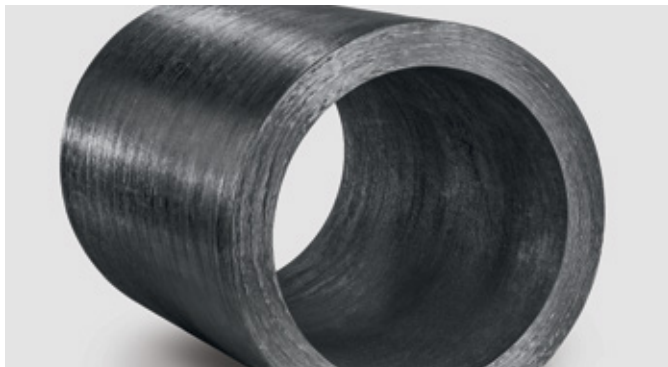
生産能力の向上

既存の焼結システムを最大限に利用し、生産能力を25%以上向上させることができます。低熱容量と大きな積載表面によって、均一な温度分布を実現し、一貫した製品品質を保証します。

温度とともに上昇する C/C の曲げ強度

高温材の曲げ強度比較





↑ SIGRABOND Filwound 製、工業用セラミックスおよび硬質合金用のホットプレス金型



↑ SIGRABOND Filwound 製、32 インチ CZ 結晶成長炉向けのサセプター

SIGRABOND Filwound

高圧焼結の過酷な使用条件にも耐える

C/C 製ホットプレス金型は、2000°C を超える高圧焼結システムの効率的な運転に欠かせません。製品への要求が厳しくなるのに従い、さらに高いプレス圧が必要となってきます。このことから、C/C はホットプレス用金型として非常に適しています。炭素繊維のらせん巻構造は、必要とされる耐破裂性を有しており安全運転に必須です

高い品質と信頼性

SGL カーボン は、らせん巻構造におけるパイオニアです。何十年にもわたる製造実績のおかげで、一貫した品質とともに高い信頼性をお客様に保証いたします。

SIGRABOND C/C ヒーターとルツボ

広い抵抗範囲

特定の状況下の工業炉において、黒鉛ヒーターでは複雑化してしまう可能性があります。SGL カーボンは、まさにこのために C/C ヒーターを製造しています。積層とワインディングを多様に施した製品を提供し、広範囲にわたる要求抵抗値に対応しています。

脆性破壊がなく導電性

負荷容量が大きいだけでなく脆性破壊も起こらないという点が、C/C ヒーターの決定的な利点です。また、この材料は、完全な熱衝撃耐性を持ち、最高の加熱速度を容易に達成できます。

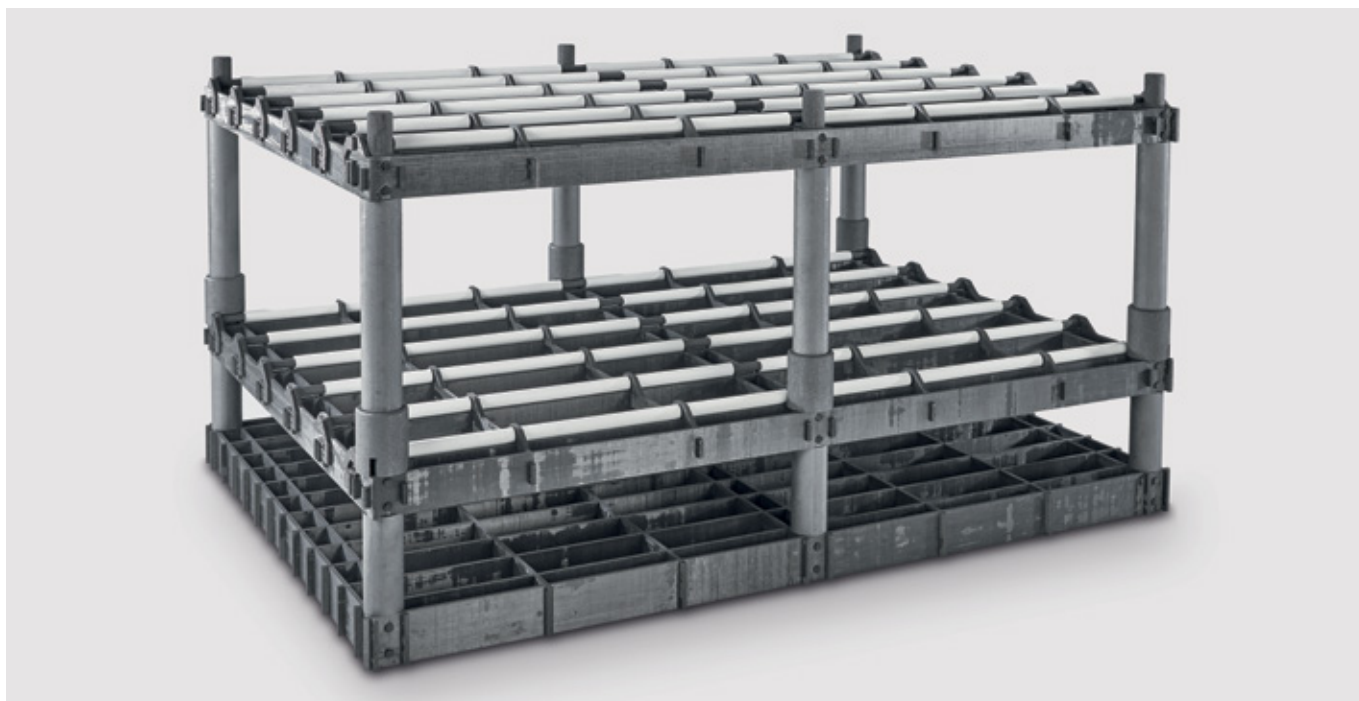
最適化された炉容量の利用

C/C ヒーターは薄いため、炉容量を最大限活用することが可能です。当社の成形断熱材やソフトフェルトによる最高の断熱ソリューションと組み合わせれば、既存システムの生産能力を向上させることが可能です。

最高純度の半導体の製造をサポート

結晶成長システムの改造はとても効果的です。SGL カーボンでは、薄型の断熱材や空間を最適化した加熱システムだけでなく、C/C 製の溶解ルツボも製造しています。壁厚が薄いにもかかわらず、より大量の溶解物を扱うことができます。こうした手段を用いることで、お客様のシステムの性能を向上させます。断熱材と同様に、ルツボには金属不純物が一切なく、半導体技術におけるお客様の用途に対応しています。これにより、将来の半導体構成部品に向けた最高純度の半導体製造をサポートいたします。

インダストリー4.0 – SIGRABONDを用いた熱処理プロセスの自動化



↑ SIGRABOND Performance チャージングラック。C/Cとセラミックをハイブリッド使用することで共晶反応を防止

極度の温度偏差でも寸法安定性を確保

SIGRABOND Performance は、スチールと比べて非常に寸法安定性に優れています。当社の C/C 材は耐熱衝撃性が高いため、焼入れにおける大幅な温度変化も問題ありません。

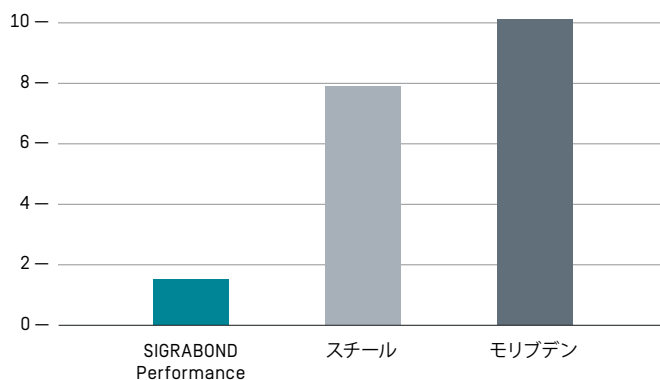
熱処理サイクルを多数繰り返した後もチャージングキャリアーの形状を維持できます。そのため、積み降ろし時に、ロボットによる信頼性の高い位置制御が可能です。

また、副次的効果として、チャージングキャリアーの軽量化が挙げられます。これにより、炉の正味の積載量が増大します。

SIGRABOND Performance は、ほかの高温材料と比較してはるかに軽量です

高温材料の密度

密度 [g/cm³]



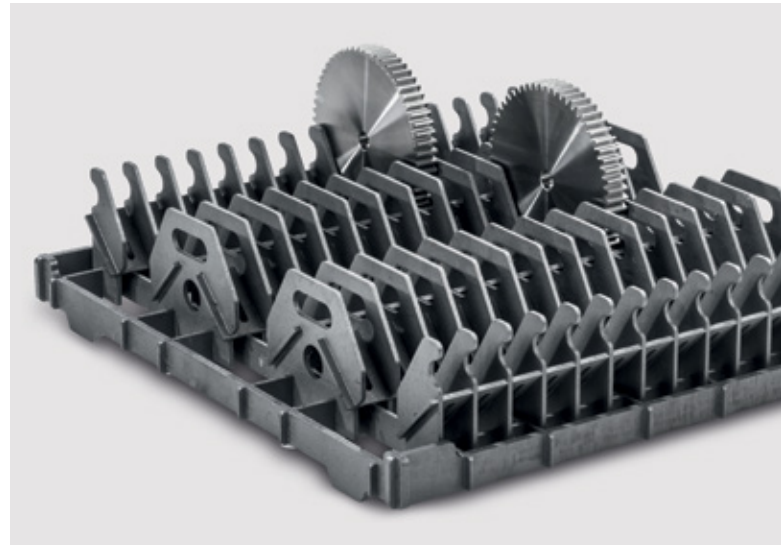
SIGRASIC® による熱処理プロセス自動化

SIGRASIC - 自動化された油焼入れにおける第一選択肢

標準的な C/C 材料は、油焼入れによる硬化プロセスと後洗浄においてその限界に達します。C/C が多孔質であるため、油と洗浄剤が孔に溜まってしまうことがその理由です。後続の加熱段階では、これら残留物が加熱中に凝縮されて、炉内を汚染してしまいます。

こうした問題を解決すべく、SGL カーボンは開放気孔率が低い SIGRASIC を開発しました。加えてこの材料は、軽量で、長期間安定で変形しません。

油焼入れにおいて通常行われている予備酸化では、最高約 500℃ におけるチャージングキャリアーの耐酸化性が必要となりますが、SIGRASIC はこの要件も満たしています。

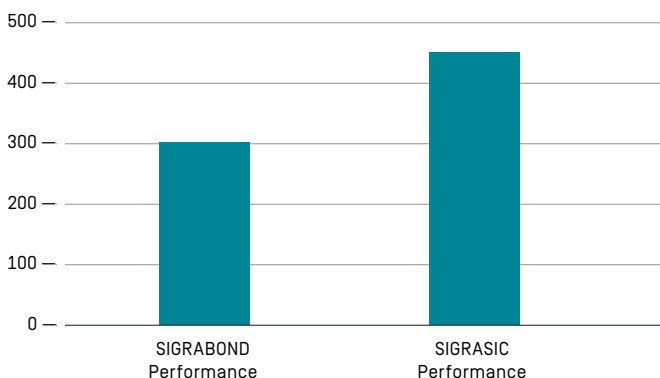


↑ 予備酸化と油焼入れを含む熱処理向けの、SIGRASIC Performance チャージングラック

予備酸化に対応した SIGRASIC

熱処理における最高予備酸化温度

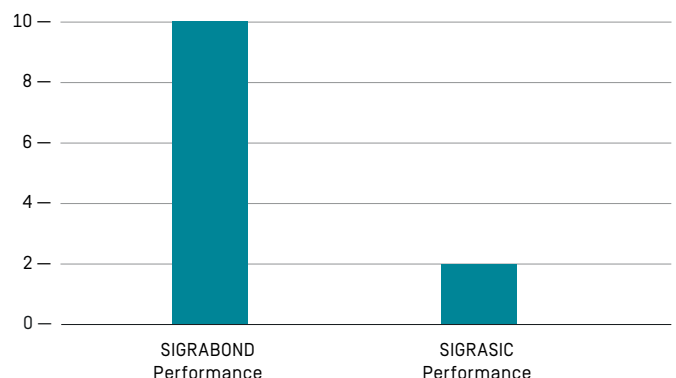
予備酸化温度 [°C]



開放気孔率が低い SIGRASIC Performance

油焼入れにおける開放気孔率の比較

開放気孔率 (%)

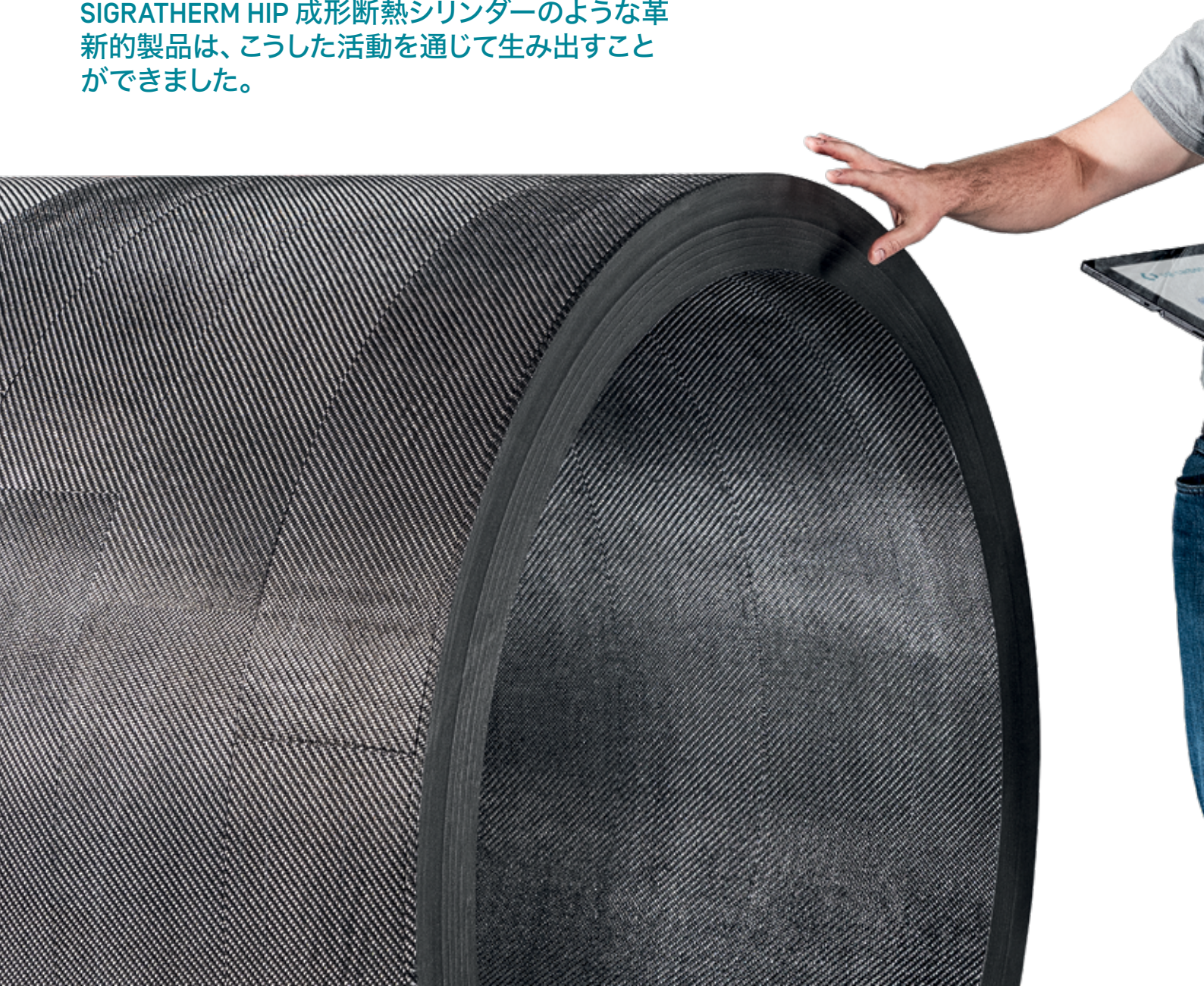


お客様とともに 成功を目指して

わたしたちは、製品だけでなく、お客様が持続的に利益を得ることができる知的ソリューションを提供いたします

お客様と密に協力しながら具体的な要件に関する知識を共有することで、前向きなソリューションの創出と具体的なニーズへの対応を可能にいたします。

SIGRATHERM HIP 成形断熱シリンダーのような革新的製品は、こうした活動を通じて生み出すことができました。





200 bar - 当社となら可能です

ある大手高圧焼結炉メーカーが、製品群を拡大する中で、最大 200 bar の圧力下で稼働する高圧システムを開発しました。

この新たな炉技術を促進すべく、断熱ソリューションも刷新する必要がありました。当社製品群を多数組み合わせることで、炉内の圧力分布を維持する製品を実現しました。これにより、最高圧力における製品の焼結結果を均一にすることができました。

当社により、お客様の工程のために完璧な特性を備えたオーダーメイドの断熱ソリューションを開発することができたのです。

SIGRATHERM® HIP

当社が持つ、広範な材料の専門知識と高温環境のノウハウ、そして誠実に対応することによって、先進的な焼結システムの厳しい要件に対応できる製品特性を明確にすることができました。

スマート ソリューション

材料、構成部品、製造工程のいずれであろうと、わたしたちは思考力と行動力をお客様のために結集させ、全体像を注視し続けています。当社のソリューションは常に未来を見据えています。

SGL 独自の製品例は以下の通りです。

Mobility モビリティ

- 自動車/航空機製造用、
繊維強化複合材を基盤とした、軽量部材
- 電気自動車リチウムイオン電池用の黒鉛負極材
- スポーツカーおよび高級車用のカーボンセラミック・ブレーキディスク

Energy エネルギー

- 特殊黒鉛および繊維材を基盤とした、
太陽電池向け高温ソリューション
- 風力発電ローターブレード用炭素繊維材
- 燃料電池用ガス拡散層
- 高効率の熱交換及び熱回収システム
- 高圧ガス容器用の炭素繊維

Digitization デジタイゼーション

- 半導体における多結晶・単結晶引上げ用の、炭素/
黒鉛/炭素繊維複合材の構成部品
- LED製造用、高精度加工とコーティングを施した黒鉛製搬送部材



→ 世界最大の等方プレスによる、最先端かつ環境にやさしい製造工程

SGL Carbon

SGLカーボンは、炭素・黒鉛・炭素繊維・繊維強化複合材を基盤とした製品の開発と製造におけるトップメーカーです。わたしたちは、お客様とともに、明確な利益を生み出すことができる、知的で革新的、かつ持続可能なソリューションを開発しています。

わたしたちは、材料、エンジニアリング、およびアプリケーションに関する徹底したノウハウを駆使して、Mobility、Energy、そしてDigitizationといった、今後の主要分野に多大な貢献をしております。



問合せ先

欧州/中東/アフリカ

SGL CARBON GmbH
Werner-von-Siemens-Strasse 18
86405 Meitingen/Germany
gs-europe@sglcarbon.com

アメリカ

SGL CARBON LLC
900 Theresia Street
PA 15857 St. Marys/USA
gs-america@sglcarbon.com

アジア太平洋

SGL CARBON Far East Ltd.
151 Huan Chen Dong Lu
Shanghai Fengpu Industrial Development Zone
201401 Fengxian/China
gs-asia@sglcarbon.com

® SGL Carbon SE の登録商標

本書の情報は SGL グループの現在の知識を基盤としており、SGL グループの製品及びその用途に関する一般的な見解を提供することを意図したものです。従って、これらの情報を、ここに記載の製品具体的特性や、特定の用途におけるそれらの適性を保証するものとして解釈されるべきではありません。既存の工業所有権はいずれも、順守する必要があります。SGL グループの製品品質は、SGL グループの「一般販売条件」の下で保証しています。

05 2021/0 2NÄ Printed in Germany



Graphite Solutions
SGL CARBON GmbH
Soehnleinstrasse 8
65201 Wiesbaden/Germany
www.sglcarbon.com/company

