



SILATHERM®

画期的な熱伝導性フィラー
Innovative thermally conductive filler concepts



Hidden inside - Performance outside!

Minerals Ltd.

A SUBSIDIARY OF THE QUARZWERKE GROUP

HPF The Mineral EngineersはQuarzwerke Group の一部門で、未来を見据えながら、鉱物と合成物をベースとする革新的で機能的な高性能フィラーと添加物を開発しています。無機フィラーを数十年に渡って表面加工している経験を通じて、比類ないシステムソリューションを提供できるようになりました。

HPF The Mineral Engineers is a division of Quarzwerke Group, which is looking toward the future with the development of innovative and functional high-performance fillers and additives on a mineralogical and synthetic basis. Decades of experience in surface treatment of mineral fillers have enabled us to supply unique system solutions.

Hidden Inside – Performance Outside

電化の進展に伴い、マスターバッチとコンパウンドメーカーには新たな活動分野が開かれています。適切な機械特性と物理特性を備えた高品質プラスチックが求められています。

With increasing electrification, new fields of activity are opening for masterbatch and compound producers. Plastics with the appropriate mechanical and physical properties and high quality requirements are in demand.

自動車に限らず、発熱およびその効果的な放熱は、重要な問題です。狙い通りの放熱は、様々な用途で必須です。例えば、照明器具の耐用年数には、優れた熱管理が不可欠なので、現代の照明技術ではLEDがますます多く利用されています。

Not only in automotive, the topic of heat generation and its effective dissipation plays an important role. A targeted heat dissipation is required for numerous other applications. For example, LEDs are increasingly being used in modern lighting technology, as good heat management is indispensable for the service life of the luminaires.

したがって、熱伝導性プラスチックは、数多くの利点のために今後ますます重要となるでしょう。それゆえ、プラスチックの熱伝導率向上のためSILATHERM®製品群が開発されました。この無機フィラーは、電流を絶縁すると同時に機械特性を改善します。

Heat-conductive plastics will therefore play an increasingly important role in the future, as their use creates a number of considerable advantages. Therefore the SILATHERM® product family was specially developed to improve the thermal conductivity of plastics. At the same time, these mineral fillers insulate against electric current and improve the mechanical properties.



プラスチック、それとも金属?

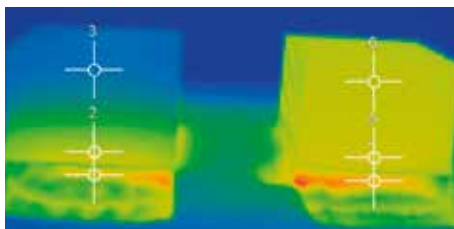
金属はますますプラスチックに置き換えられています。プラスチックのすぐれた経済効率だけが理由ではありません。プラスチック製品には、複雑な形状の設計とシステム統合の可能性もあるのです。耐腐食性と耐薬品性に加えて、部分的には同等な強度を保ちながら軽量化することが可能です。長期的には、こうした特性のお陰で最終的には環境への負荷が少なく、省エネとなるのです。

カーボン負荷

当社は、SILATHERM® を使ったコンパウンドと従来のアルミニウム製品とを比較しました。温室効果では、コンパウンド1トンにつき2.8トンのCO₂が発生するのに対し、アルミニウムでは、1トンの製品につき11~16トンのCO₂*が排出されます。つまり、直接比較すると、SILATHERM® を使ったプラスチックコンパウンドは、温暖防止と温室効果に関して、4~6倍*も効果が高いことを意味します。たとえばヒートシンクなどの形状を最適すると、重量の低減によって最大8倍*も効果が得られます。

アルミニウム製ヒートシンクと、SILATHERM® を使用したプラスチック製ヒートシンクの比較（下のIR画像を参照）では、熱伝導性プラスチックを形状変更して使うと、金属製品に比べて技術的・経済的に理に適った代替品が得られることを示しています。この調査の詳細をご希望の場合はご請求ください。

熱画像：ヒートシンクの比較
thermal image: comparison heat sink



合成品
composite

アルミニウム
aluminium

Plastic or metal?

Metals are increasingly being replaced by plastics, and not only because of their higher economic efficiency. Plastic production also offers the possibility of designing complex geometries and system integration. In addition to corrosion and chemical resistance, there is also a lower weight with partly comparable strength. In the long term, these properties can lead to energy savings, which is ultimately better for the environment.

Carbon Footprint

We compared a compound made with SILATHERM® with a conventional aluminium product. The greenhouse effect is 2.8 tonnes of CO₂ per tonne of compound while the comparable aluminium solution is 11 to 16 tonnes of CO₂ per tonne of product*. This means that in a direct comparison, a plastic compound with SILATHERM® performs better by a factor of 4 to 6* in terms of climate protection and greenhouse effects. If the geometry of the product, e.g. of a heat sink, is optimised, the factor increases to up to 8* depending on the weight reduction.

The comparison of the aluminium and plastic heat sinks with SILATHERM® (see IR image below) shows that the choice of a thermally conductive plastic in combination with a change in the geometry of the component offers a technically and economically sensible alternative to metal solutions. Details of this investigation are available upon request.

材料 material	密度 density [g/cm ³]	熱伝導率 thermal conductivity [W/mK]
プラスチック plastic	1.13	0.22
アルミニウム aluminium	2.7	235
コンパウンド compound + 65m% SILATHERM®	1.9	1.3

* 重量と地域により異なります
*based on the weight and depending on the region



選択の悩み

- ポリマーは本質的に低熱伝導率で、およそ0.2 W/mKです。
- これを高めるには、ポリマーに熱伝導性添加物を加えます。
- フォノンと呼ばれる格子振動によって熱伝導が起こります。フォノンは弾性場の素励起（量子）です。
- 原子の動きが次から次へと伝わります。
- 誘電性の固体と同様、電子は原子にしっかりと結合しているため、さらなる熱伝導には寄与しません。

The agony of choice

- *Polymers intrinsically have a low thermal conductivity of approx. 0.2 W/mK.*
- *In order to increase this, thermally conductive additives must be added to the polymer.*
- *Heat conduction takes place through lattice oscillations, the so-called phonons. A phonon is the elementary excitation (quantum) of the elastic field.*
- *The movement of the atoms is transmitted from neighbour to neighbour.*
- *The electrons are firmly bound to the atom and therefore cannot additionally contribute to heat conduction, as is the case with electrically conductive solids.*

典型的な添加材は、グラファイト、金属粒子またはセラミック材です。適切なフィラーを選択すれば、電導性の金属材料にはあり得ない、複数の特性を実現することが可能です。フィラーの種類と量に応じて、熱伝導率の範囲は、1~20 W/mKとなります。

Typical additives are graphite, metallic particles or ceramic materials. When choosing the right filler, a combination of properties can be achieved that is not present in metallic materials because they also conduct the electric current. Depending on the filler and the quantity, the achievable thermal conductivity often ranges between 1 and 20 W/mK.

伝導性と抵抗性 | conductivity & resistance

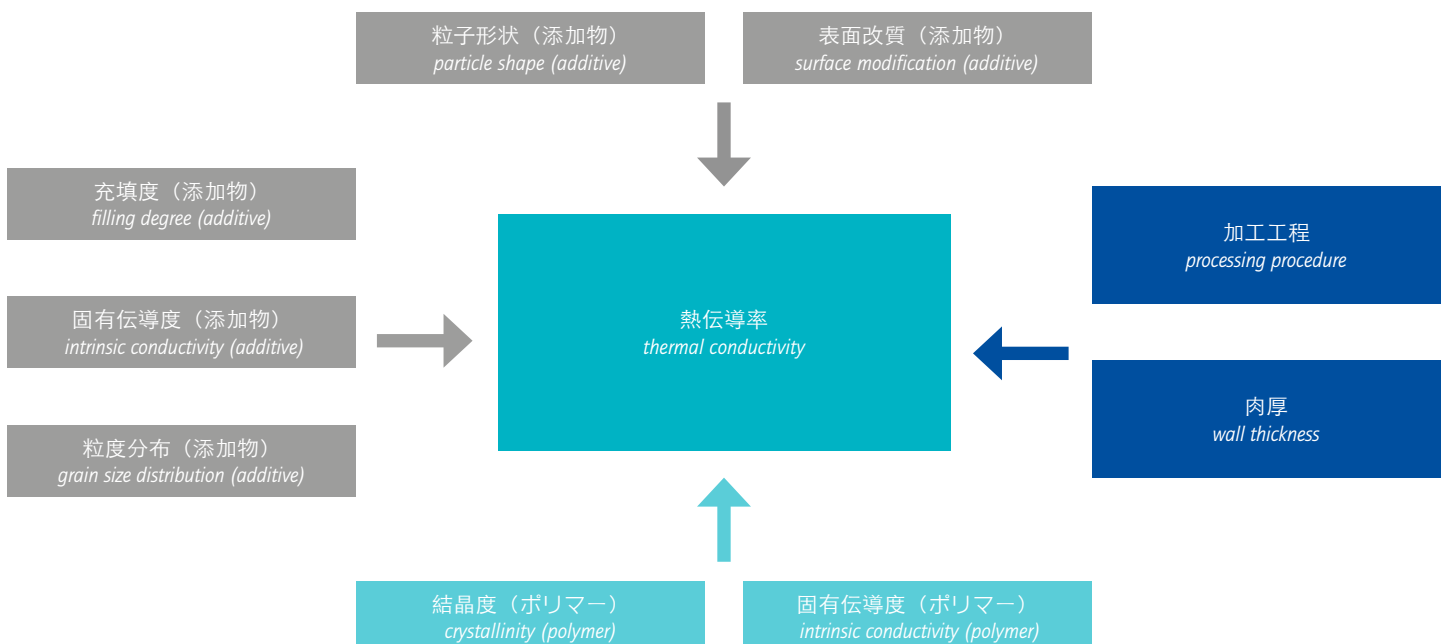
鉱物 mineral		熱伝導率 thermal conductivity λ [W/mK]	電気抵抗 electrical resistance [Ohm*m]
電気絶縁 electrically insulative	酸化マグネシウム <i>magnesium oxide</i>	30	10^{20}
	酸化アルミニウム <i>aluminium oxide</i>	30	10^{12}
	窒化ホウ素 <i>boron nitride</i>	30 ±; (400)	10^{13}
	窒化アルミニウム <i>aluminium nitride</i>	180	10^{15}
	ケイ酸アルミニウム <i>aluminium silicate</i>	14	10^{13}
	酸化亜鉛 <i>zinc oxide</i>	30	10^{11}
	硫化亜鉛 <i>zinc sulphide</i>	27	10^{11}
その他のフィラー other fillers		熱伝導率 thermal conductivity λ [W/mK]	電気抵抗 electrical resistance [Ohm*m]
導電性 electrically conductive	銅 <i>copper</i>	400	1.7×10^{-8}
	アルミニウム <i>aluminium</i>	235	2.2×10^{-8}
	鉄 <i>iron</i>	80	1.0×10^{-7}
	グラファイト <i>graphite</i>	150	2.5×10^{-6}
	導電性カーボンブラック <i>conductive carbon black</i>	15	5×10^{-5}
	銀 <i>silver</i>	430	16×10^{-3}
	CNT (カーボンナノチューブ <i>Carbon-Nanotubes</i>)	6000	10^3
	シリコン <i>silicon</i>	150	10^3



充填度による熱伝導性の変化

熱伝導率は、次の要素により
変化します：

*The achievable thermal conductivity
depends on the following factors:*

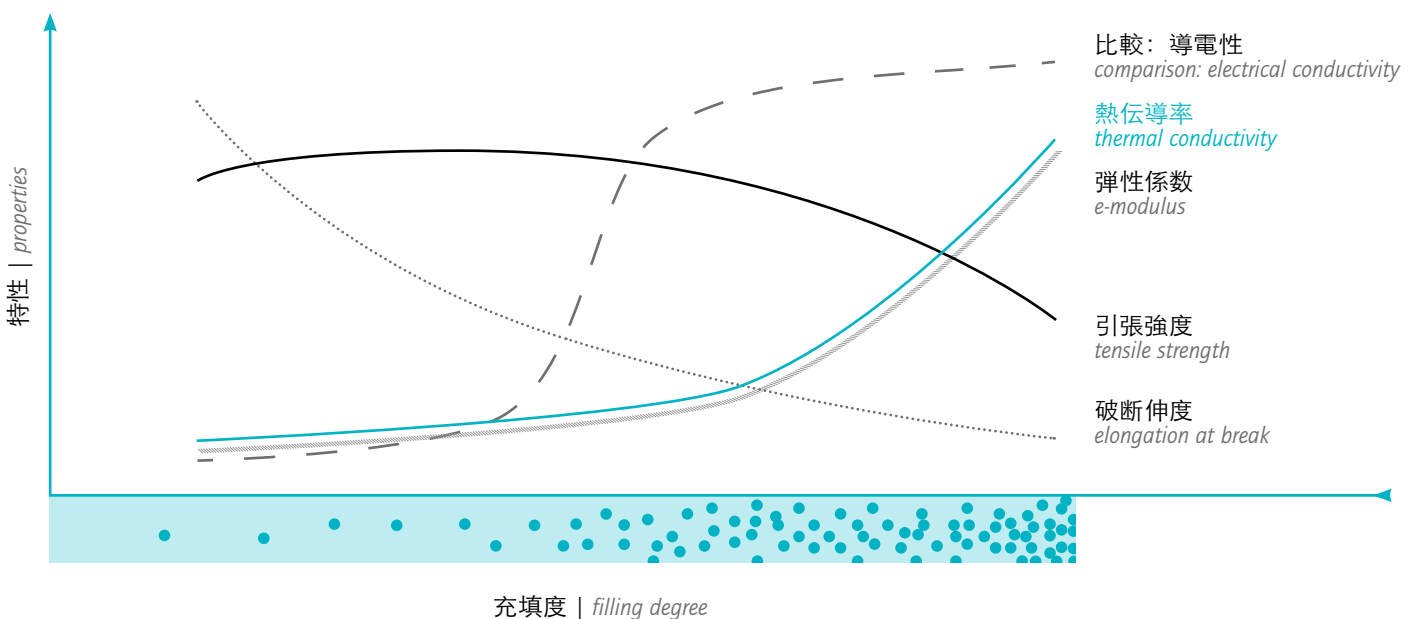




Influence of the filing degree on the heat conductivity

フィラーは熱伝導性だけでなく、他の特性にも大きな影響を与えます。フィラー含有量が増えるに従い、熱伝導率は比例して高くなります。同時に、熱伝導性プラスチックの加工性は低下します。このため、熱伝導性プラスチックを選択する場合、熱伝導性、加工性、機械特性、原料費の間の最適点を見つける必要があります。

In addition to thermal conductivity, fillers have a strong influence on other properties, too. With increasing filler content, the thermal conductivity increases proportionally. At the same time, the processability of the thermally conductive plastic decreases. Thus, when selecting a thermally conductive plastic, a compromise must always be made between thermal conductivity, processability, mechanical properties and material costs.



提供中の SILATHERM® 製品一覽

Available SILATHERM® products at a glance

製品 product	SILATHERM® 1466	SILATHERM® Lite	SILATHERM® Plus	SILATHERM® Ultra	SILATHERM® Next	SILATHERM® Extra
密度 density [g/cm ³]	3.6	2.3	4	2.3	4	特注品 customised
中程度の粒度 medium grain size D ₅₀ [µm]	2 - 15	5 - 6	5 - 73	3 - 20	2.3	特注品 customised
モース硬度 Mohs hardness	5	6.5	9	1	9	特注品 customised
固有色 intrinsic color	ライトグレー、 ダークホワイト light grey, dark white	白 white	白 white	白 white	白 white	明色から白色 light to white
熱伝導率 thermal conductivity	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]
鉱物 mineral	14	7	30	30+; (400)	30	特注品 customised
熱可塑性樹脂 in thermoplastics	≤2.5	≤1.5	≤1.3	≤6.2	≤2.0	≤4.0
熱硬化性樹脂 in thermosets	>3.0	開発中 upon demand	>4.0	開発中 upon demand	開発中 upon demand	>4.0
接着剤 in adhesives	>2.0	開発中 upon demand	≤2.0	開発中 upon demand	開発中 upon demand	開発中 upon demand
エラストマー in elastomers	≤ 2.0	開発中 upon demand	≤3.0	開発中 upon demand	開発中 upon demand	>4.0

記載されている値はすべて目安です。熱伝導率は、主として使用するフィラーの充填度、細かさと粒形に依存します。技術適応記録の形で、詳細な技術情報をご覧ください。

All listed values are indicative. The thermal conductivity of a system depends mainly on the degree of filling, the fineness and the grain shape of the product used. Detailed technical information is available in form of technical application notes.



主な用途

- 熱伝導性熱可塑性コンパウンド
- 熱伝導性エポキシ樹脂コンポジット
- 高エネルギー密度の電気部品
- 発光ダイオード、センサー
- マイクロプロセッサ、EMC、CCL
- TIM材料

Key applications

- thermally conductive thermoplastic compounds
- thermally conductive epoxy resin composites
- electrical components with high energy density
- light emitting diodes, sensors
- microprocessors, EMC, CCL
- TIM material





特徴:

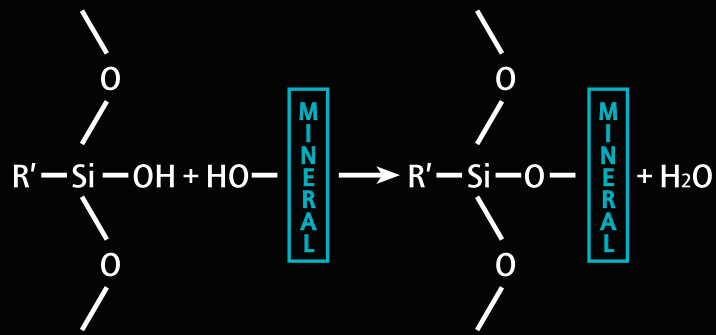
- 著しい熱伝導率の向上
- 耐熱変形性の向上、等方性と低反り性の改善
- ポリマーマトリクスへの優れた接続
- 製品への最適
- 高充填度にも関わらず、優れた加工性
- 電気絶縁性
- 世界中で調達可能
- 優れた価格/性能比

ポリマー系に合わせて表面加工をすることにより、さらに優れた特性を發揮できます。すべての SILATHERM® グレードで、表面改質によって遥かに優れた均質が得られます。こうして機械的強度の向上と、さらに高い熱伝導率を実現できます。

Advantages:

- *significant increase in thermal conductivity*
- *increased heat distortion resistance, isotropy and warpage resistance*
- *excellent connection to the polymer matrix*
- *customised product adaptations*
- *excellent processability despite high filling levels*
- *electrical insulation*
- *worldwide availability*
- *good price/performance ratio*

Even better properties are achieved by surface treatment tailored to the polymer system. With all SILATHERM® grades, the surface modification can achieve significantly better homogenisation. This leads to better mechanics and even higher thermal conductivities.



鉱物表面でのシランの反応
Silan reaction at the surface of the mineral

さらに優れた特性を与えるためのシラン処理
Silanisation for even better properties





当社製品の一部は欧州CLP規制 (EC/1272/2008) のSTOT RE (特定標的臓器毒性(反復ばく露)) カテゴリー1または2に分類されています。それぞれの素材の安全データシートにより詳細な情報が記載されています。この応用技術レポートに記載されている数値は、当社が知りうる範囲で収集された最良の値を示しています。ただし、個々のケースにおける結果および、当社の推奨事項の適合性と完全性について、当社は責任を負いかねること、またサードパーティーの特許権が一切制約されないことを保証しかねることをご理解ください。本文中の®記号の使用は、単一または複数の国（ただしすべてではない）において関連する商標が登録されていることを意味します。その他に質問やご相談がございましたら、お気軽にご連絡ください。カオリンを含む紙に印刷

Some of our products are classified into the STOT RE cat. 1 or 2 according to the European CLP Regulation (EC/1272/2008). More detailed information is available from the respective material safety data-sheet.

The figures documented in this application technique report were collected and shown to the best of our knowledge. However, we ask for understanding that we cannot take over liability for the results in individual cases and for the suitability and completeness of our recommendations, and cannot guarantee that no third-party patent rights are restricted.

The use of the symbol ® herein signifies the registration of the associated trademark in one or more, but not all, countries. We are available for further questions and consultation. Printed on paper containing kaolin.

より詳しい情報については
こちらをご覧ください:

Further information:



[www.quarzwerte.com/produkte/
high-performance-fillers/silatherm](http://www.quarzwerte.com/produkte/high-performance-fillers/silatherm)

7F, Glaston Bldg.,
108 Bongeunsa-Ro,
Gangnam-Gu,
Seoul, Korea (06123)
Phone: +82-2-6490-9977
www.hpffminerals.kr

Hidden inside – Performance outside!



Minerals Ltd.

A SUBSIDIARY OF THE QUARZWERKE GROUP