



SILATHERM[®]

혁신적인 열전도성 충전재 개념
Innovative thermally conductive filler concepts



Hidden inside - Performance outside!

Minerals Ltd.

A SUBSIDIARY OF THE QUARZWERKE GROUP

HPF The Mineral Engineers 는 Quarzwerke 그룹의 사업부 중 하나로, 광물학과 합성 기술을 바탕으로 혁신적이고 기능적인 고성능 충전제와 첨가제를 개발한다는 비전을 추구하고 있습니다. 미네랄 충전제의 표면 처리 분야에서 쌓은 수십 년간의 경험을 바탕으로 당사는 고유한 시스템 솔루션을 공급할 수 있습니다.

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.

보이지 않게 발휘되는 성능

전동화가 증가함에 따라 마스터배치 및 화학물 제조업체에 새로운 활동 분야가 열리고 있습니다. 적절한 기계적 및 물리적 특성과 고품질 요건을 충족하는 플라스틱이 요구되고 있습니다.

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.

비단 자동차 분야가 아니더라도 열 발생과 효과적인 방열의 문제는 중요하게 대두됩니다. 다른 많은 응용 분야에서도 특정한 방열 수준이 요구됩니다. 예를 들어, 조명 장치의 수명에서 우수한 열 관리는 필수적이기 때문에 현대 조명 기술에 LED 의 사용 범위가 점차 확대되고 있습니다.

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.

따라서 열전도성 플라스틱은 상당한 이점을 앞세워 향후 그 중요성이 더욱 커질 것으로 전망됩니다. 이에 따라 플라스틱의 열전도율을 향상시키기 위해 SILATHERM® 제품군이 특별히 개발되었습니다. 이러한 미네랄 충전제 전류 절연성과 기계적 특성을 강화하는 효과도 동시에 가지고 있습니다.

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.



플라스틱 또는 금속?

금속이 플라스틱으로 대체되는 경향이 커지고 있으며, 그 이유가 경제적 효율성만은 아닙니다. 플라스틱으로 제작할 경우 복잡한 형상의 설계가 가능하고 시스템 통합도 용이합니다. 내부식성 및 내화학성 외에도 어느 정도 비슷한 강도에서 무게가 가볍다는 이점이 있습니다. 장기적으로 이러한 특성은 에너지 절약으로 이어질 수 있으며 궁극적으로 환경 개선에도 도움을 줍니다.

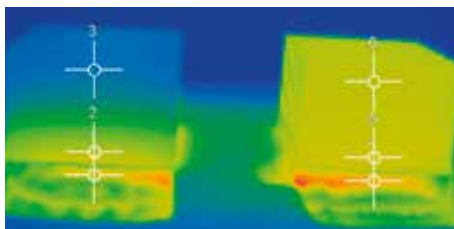
탄소 발자국

SILATHERM® 으로 만든 화합물과 기존 알루미늄 제품을 비교했습니다. 온실 효과는 화합물 톤당 2.8 톤의 CO₂이며, 비슷한 알루미늄 솔루션은 제품 톤당 11 ~ 16 톤의 CO₂입니다*. 이는 직접적인 비교에서 SILATHERM®을 사용한 플라스틱 화합물이 기후 보호와 온실 효과 측면에서 4-6배* 더 우수한 효과를 나타낸다는 의미입니다. 제품의 형상을 최적화하면(예: 방열판) 무게 감소에 따라 이 비율이 최대 8 배*까지 증가합니다.

알루미늄 방열판과 SILATHERM® 이용 플라스틱 방열판을 비교하면(아래 IR 이미지 참조) 열전도성 플라스틱을 선택하여 구성품의 형상을 변경하면 기술적 및 경제적 측면에서 금속 솔루션의 합리적인 대안이 제시됩니다. 요청 시 관련 정보를 제공해 드립니다.

열 이미지: 방열판 비교

thermal image: comparison heat sink



복합재
composite

알루미늄
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.

재료 material	밀도 density [g/cm ³]	열전도율 thermal conductivity [W/mK]
플라스틱 plastic	1.13	0.22
알루미늄 aluminium	2.7	235
화합물 + 65m% SILATHERM®	1.9	1.3

*무게에 기초하며 지역에 따라 다름

*based on the weight and depending on the region



선택의 어려움

- 본질적으로 폴리머는 약 0.2 W/mK 의 낮은 열전도율을 갖습니다.
- 이를 증가시키기 위해 열전도성 첨가제를 폴리머에 첨가해야 합니다.
- 열전도는 소위 포논이라고 하는 격자 진동을 통해 일어납니다. 포논은 탄성장의 기본 여기(양자)입니다.
- 원자의 움직임은 인접한 원자로 전달됩니다.
- 전자는 원자에 단단히 결합되어 있어 전기 전도성 고체와 마찬가지로 열전도에 추가적인 기여를 하지 못합니다.

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.*

전형적인 첨가제는 흑연, 금속 입자 또는 세라믹 재료입니다.
올바른 충전재를 선택하면 전기전도성이 금속에서는 얻을 수 없는 특성의 조합을 얻을 수 있습니다. 충전재 및 양에 따라 1 ~ 20 W/mK 정도의 열전도율을 실현할 수 있습니다.

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.

전도성과 저항성 | conductivity & resistance

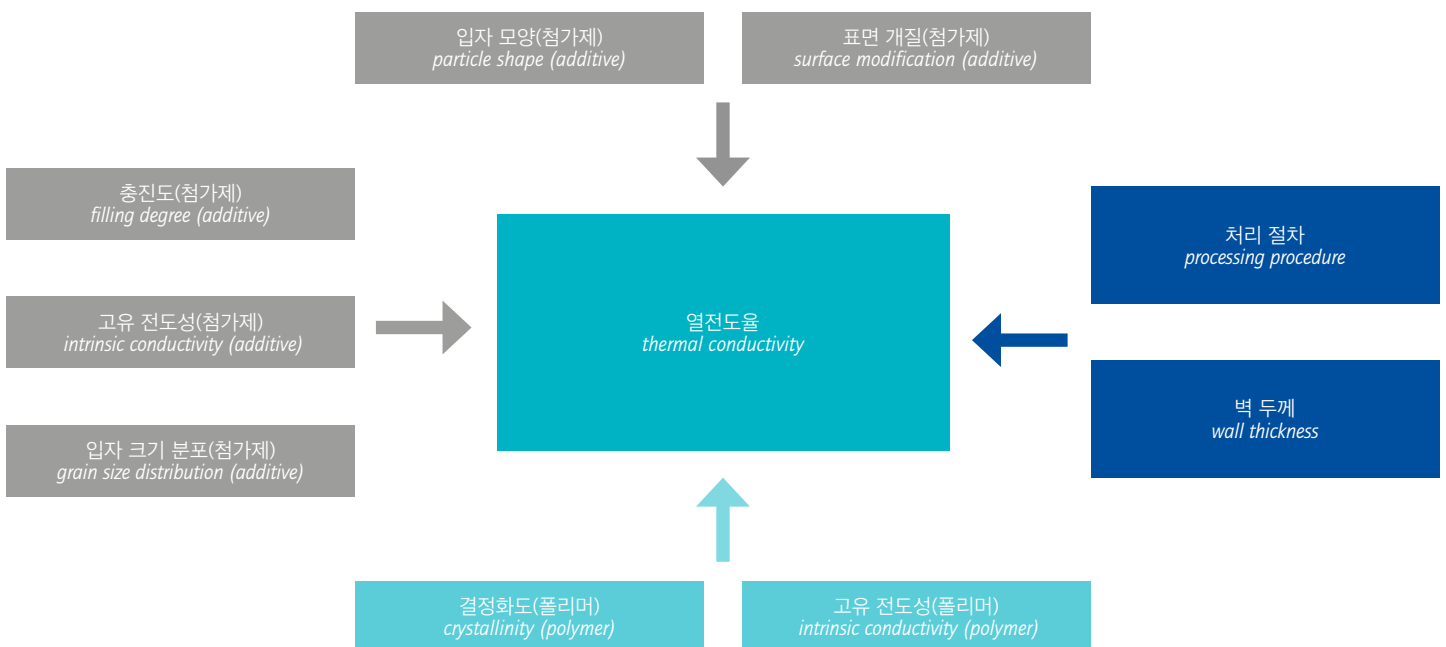
미네랄 mineral		열전도율 / thermal conductivity / [W/mK]	전기 저항 electrical resistance [Ohm * m]
전기 절연 electrically insulative	산화마그네슘 <i>magnesium oxide</i>	30	10 ²⁰
	산화알루미늄 <i>aluminium oxide</i>	30	10 ¹²
	질화붕소 <i>boron nitride</i>	30 ±; (400)	10 ¹³
	질화알루미늄 <i>aluminium nitride</i>	180	10 ¹⁵
	규산알루미늄 <i>aluminium silicate</i>	14	10 ¹³
	산화아연 <i>zinc oxide</i>	30	10 ¹¹
	황화아연 <i>zinc sulphide</i>	27	10 ¹¹
기타 충전재 other fillers		열전도율 / thermal conductivity / [W/mK]	전기 저항 electrical resistance [Ohm * m]
전기 전도성 electrically conductive	구리 <i>copper</i>	400	1.7 x 10 ⁻⁸
	알루미늄 <i>aluminium</i>	235	2.2 x 10 ⁻⁸
	철 <i>iron</i>	80	1.0 x 10 ⁻⁷
	흑연 <i>graphite</i>	150	2.5 x 10 ⁻⁶
	전도성 카본 블랙 <i>conductive carbon black</i>	15	5 x 10 ⁻⁵
	은 <i>silver</i>	430	16 x 10 ⁻³
	CNT (탄소-나노 튜브) (Carbon-Nanotubes)	6000	10 ³
	규소 <i>silicon</i>	150	10 ³



열전도율에 미치는 충전도의 영향

달성 가능한 열전도율은 다음 요인에 따라 다릅니다.

The achievable thermal conductivity depends on the following factors:

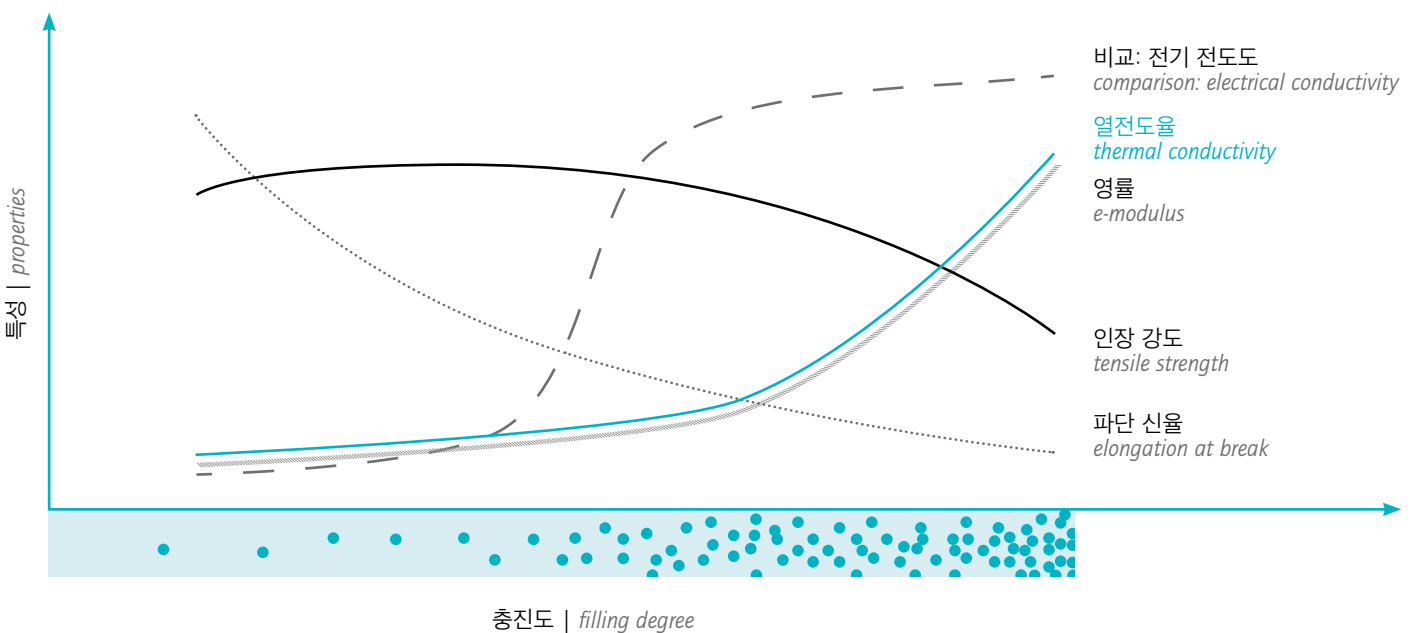




Influence of the filling degree on the heat conductivity

열전도율 외에 충전재는 다른 특성에도 큰 영향을 미칩니다. 충전재 함량이 증가함에 따라 열전도율이 비례적으로 증가합니다. 하지만 동시에 열전도성 플라스틱의 가공성이 감소합니다. 따라서, 열전도성 플라스틱을 선택할 때는 열전도율, 가공성, 기계적 특성 및 재료 비용을 항상 절충해야 합니다.

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.



제공 SILATHERM® 제품 요약

Available SILATHERM® products at a glance

제품 product	SILATHERM®	SILATHERM® Lite	SILATHERM® Plus	SILATHERM® Ultra	SILATHERM® Next	SILATHERM® Extra
밀도 density [g/cm ³]	3.6	2.3	4.0	2.3	4.0	진행 중 customised
중간 입자 크기 medium grain size D ₅₀ [µm]	2 - 15	5 - 6	5 - 73	3 - 20	2.3	진행 중 customised
모스 경도 Mohs hardness	5	6.5	9	1	9	진행 중 customised
고유 색상 intrinsic color	밝은 회색 - 밝은 갈색 light greyish to light brownish	흰색 white	흰색 white	흰색 white	흰색 white	밝은 흰색 light to white
열전도율 thermal conductivity	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]
미네랄 mineral	14	7	30	30±; (400∥)	30	진행 중 customised
열가소성 in thermoplastics	≤2.5	≤1.5	≤1.3	≤6.2	≤2.0	≤4.0
열경화성 in thermosets	>3.0	진행 중 upon demand	>4.0	진행 중 upon demand	진행 중 upon demand	>4.0
접착제 in adhesives	>2.0	진행 중 upon demand	≤2.0	진행 중 upon demand	진행 중 upon demand	진행 중 upon demand
엘라스토머 in elastomers	≤ 2.0	진행 중 upon demand	≤3.0	진행 중 upon demand	진행 중 upon demand	>4.0

나열된 모든 값은 제시용입니다. 시스템의 열전도율은 주로 사용된 제품의 충전도, 섬도 및 입자 모양에 따라 달라집니다. 자세한 기술 정보는 기술 애플리케이션 노트의 형태로 제공됩니다.

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.



주요 응용 분야

- 열전도성 열가소성 화합물
- 열전도성 에폭시 수지 복합재
- 에너지 밀도가 높은 전기 부품
- 발광 다이오드, 센서
- 마이크로 프로세서, EMC, CCL
- TIM 재료

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*





장점:

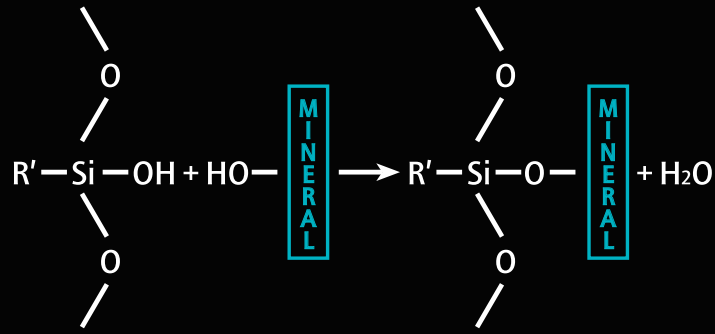
- 열전도율의 현저한 상승
- 열 변형저항, 등방성 및 뒤틀림 저항성 증가
- 고분자행렬과의 우수한 연결성
- 맞춤형제품 채택
- 높은 충전율에도 불구하고 우수한 가공성
- 전기 절연
- 전세계적인 이용가능성
- 성능비율 대비 우수한 가격

폴리머 시스템에 맞춤형된 표면 처리를 통해 보다 우수한 특성이 얻어집니다. 모든 SILATHERM® 등급에서 표면 개질을 통해 훨씬 더 우수한 균질성을 얻을 수 있습니다. 그 결과 기계적 특성이 더욱 향상되고 열전도율도 높아집니다.

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.



미네랄 표면에서의 실란 반응
Silan reaction at the surface of the mineral

특성 개선을 위한 실란화
Silanisation for even better properties





당사의 일부 제품은 유럽 CLP 규정 (EC/1272/2008) 에 따라 STOT RE 카테고리 1 또는 2 로 분류됩니다. 보다 자세한 정보는 해당 물질안전데이터시트에서 얻을 수 있습니다.
이 응용 기술 보고서에 나온 수치는 당사가 최대한 정확성에 유의하여 수집하여 수록했습니다. 그러나 당사는 개별 사례에 대한 결과와 권장 사항의 적합성 및 완전성에 대해 책임을 질 수 없으며, 제3자 특허권이 제한되지 않는다는 것을 보증할 수 없습니다.
여기에 사용된 ® 기호는 하나 이상의 국가에서 관련 상표가 등록되었음을 의미합니다. 추가 질문과 기타 문의할 사항이 있으며 당사로 연락하십시오. 카울린 함유 용지에 인쇄.

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.*

09.2022

에이치피에프미네랄스유한회사
서울 강남구 봉은사로 108,
글라스톤빌딩 7층
Tel: +82-2-6490-9977

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