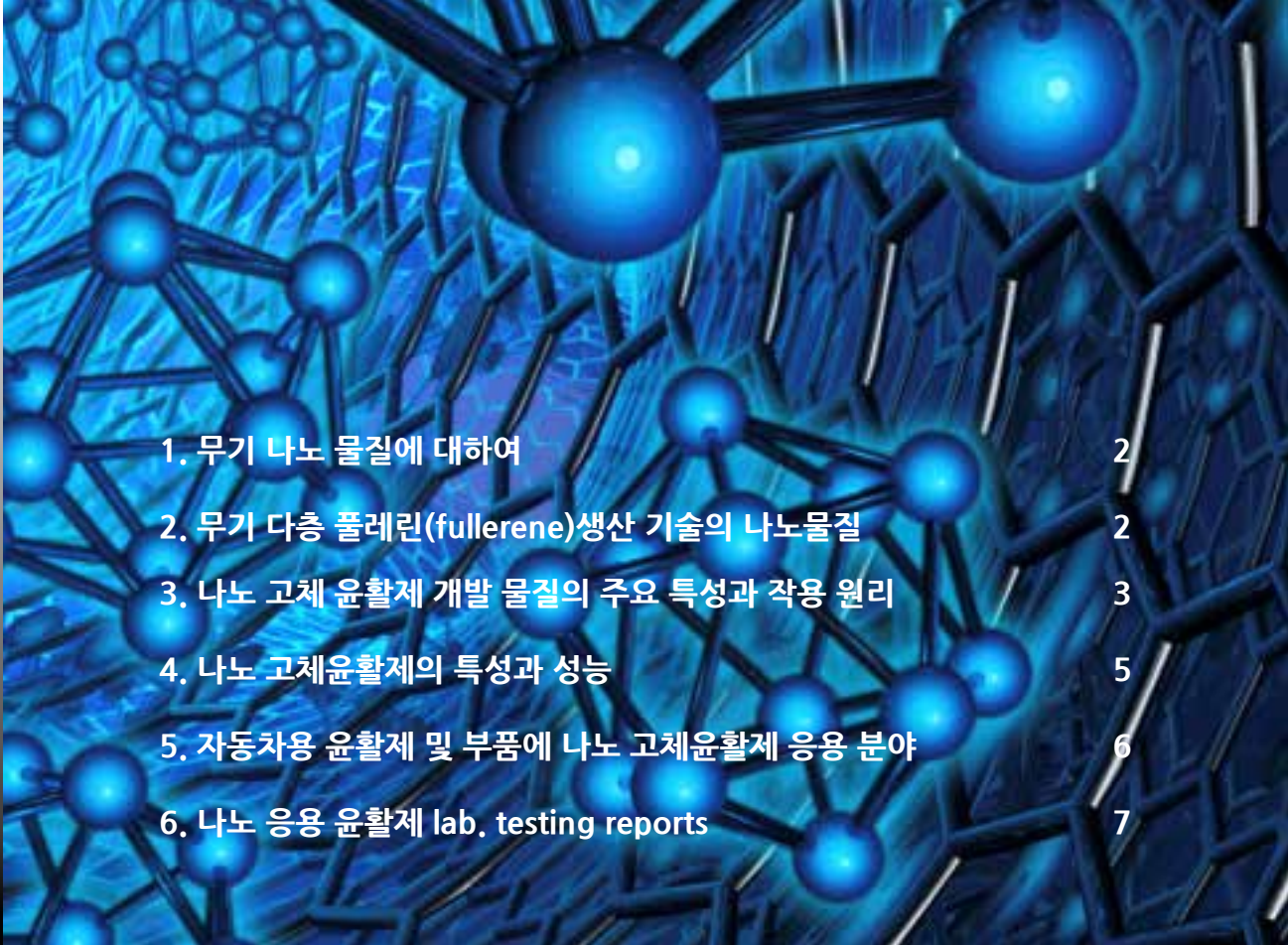




Nano Multi-layered Fullerene 기술을 바탕으로 한  
**자동차 산업에서 나노 고체윤활제 응용**

LUBCHEM Co., Ltd.



1. 무기 나노 물질에 대하여	2
2. 무기 다층 풀레린(fullerene)생산 기술의 나노물질	2
3. 나노 고체 윤활제 개발 물질의 주요 특성과 작용 원리	3
4. 나노 고체윤활제의 특성과 성능	5
5. 자동차용 윤활제 및 부품에 나노 고체윤활제 응용 분야	6
6. 나노 응용 윤활제 lab. testing reports	7

## 1. 무기 나노 물질에 대하여

NanoMaterials은 "Active Protection NANOMaterials"로 명명하며 무기 다층구조의 풀레린으로 정의합니다. 2002년에 최초로 상업적으로 다층구조 나노풀레린과 나노튜브를 상용화 하게 되었습니다.

유럽에 소재한 Weizmann 과학 연구소에서 특허 받은 기술을 바탕으로 나노 소재를 기초로 한 지금까지 개발된 윤활제와는 완전히 차원이 다른 새로운 나노 첨가제를 개발하게 되었습니다. 이 물질은 고성능 윤활제 개발외에 고체윤활 목적의 코팅제와 폴리머 혼합물등으로 응용이 가능하게 되었습니다.

이러한 소재는 뛰어난 온도 저항성과 극압성을 보유하게 됨으로 가혹한 조건에서 사용되는 여러 기계적인 부품 요소 윤활 목적에 매우 적합합니다.

이러한 물질의 조성과 형태에서 마찰로 유도되는 tribofilm이 형성이라는 독창적인 구조를 생성하게 됩니다. 이렇게 나노 입자에서 생성되는 풀레린은 작동 표면에 부착되어 마모로 인한 손상된 표면 흠을 메워주게 되고 일정 시간 후에는 금속 표면에 지속적인 고성능 윤활막을 형성하게 됩니다. 이러한 표면 재생효과는 에너지 효율성 증대와 더불어 부품 수명을 획기적으로 개선하게 됩니다.

NanoMaterials은 국제적으로 인정된 공인기관으로 부터 인증 획득과 혁신과 최우수상을 획득한 경력을 보유하고 있습니다. 또한 국제적인 저명한 여러 프로젝트에 참여하고 있습니다.

## 2. 무기 다층 풀레린(fullerene)생산 기술의 나노물질

NanoMaterials은 첨단 무기, 다층구조 풀레린 생산 기술과 물질을 말합니다.

상업적으로 최초로 다층의 구형과 나노튜브 형태의 무기 나노 물질로 부터 생산에 성공하게 되었습니다.

나노 소재가 최초로 무기 컴파운드와 합성되어 다층 구조의 구형과 튜브 형상의 새로운 Nanolube가 탄생하게 되었습니다. 이러한 입자들은 고압과 높은 온도에서 매우 우수한 저항성을 나타낼 뿐 만 아니라 화학적인 낮은 활성도, 비독성과 우수한 금속 친화성 성질을 갖추게 됩니다. 이러한 특징에 적절한 제조법과 첨가제 사용을 통하여 "초고성능" 윤활제 개발과 표면 코팅제와 폴리머 혼합물의 제조가 가능합니다.

이러한 물질이 가진 강점으로는

- 가혹한 조건에서 보다 우수한 성능
- 향상된 충격 흡수성
- 증대된 에너지 효율성
- 사용에 있어서 사용자와 환경친화성
- 부품의 수명 연장과 작동 메커니즘의 효율성의 획기적인 증대

등으로 요약할 수 있습니다.

### 3. 나노 고체 윤활제 개발 물질의 주요 특성과 작용 원리

#### 첨단 기술에 기반한 나노 플레린

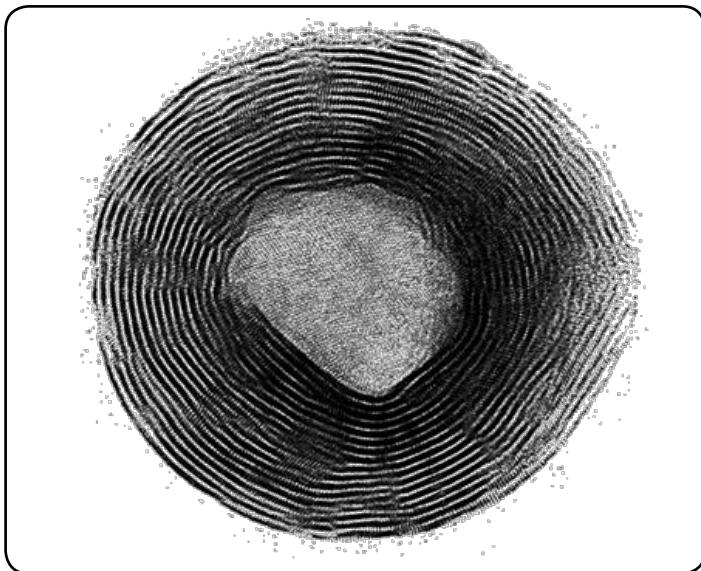
Nanolube는 무기, 다층 구조 플레린을 기술적으로 완성시킨 제품을 말합니다.

무기 소재를 바탕으로 다층의 원형과 튜브 형태의 나노 구조를 상업적으로 완성도를 높여 최초로 성공적으로 제품을 개발하게 되었습니다.  
무기 소재를 바탕으로 다층의 원형과 튜브형 나노 구조를 합성 무기 컴파운드 형태로 개발하게 되었습니다.

이러한 나노 소재는 훨씬 우수한 내압력성과 충격과 열에 대한 높은 저항성과 더불어 낮은 화학적 비활성, 낮은 독성과 높은 금속 결합 친화성을 갖추게 됩니다.

이러한 특성을 지닌 나노물질을 적절한 윤활유 제조법에 응용하게 되면 "슈퍼 성능"의 윤활유, 코팅제와 폴리머 혼합물을 제조 가능합니다. 이 물질의 대표적인 사용상 장점은 아래와 같습니다.

- 가혹한 조건에서 보다 우수한 성능 발휘
- 충격에 대한 향상된 저항성
- 에너지 효율성 증대
- 환경과 사용자 친화적인 물질
- 작동 메커니즘에서 효과적인 작동과 수명연장에 탁월한 효과



#### 무기 다층구조 나노 플레린

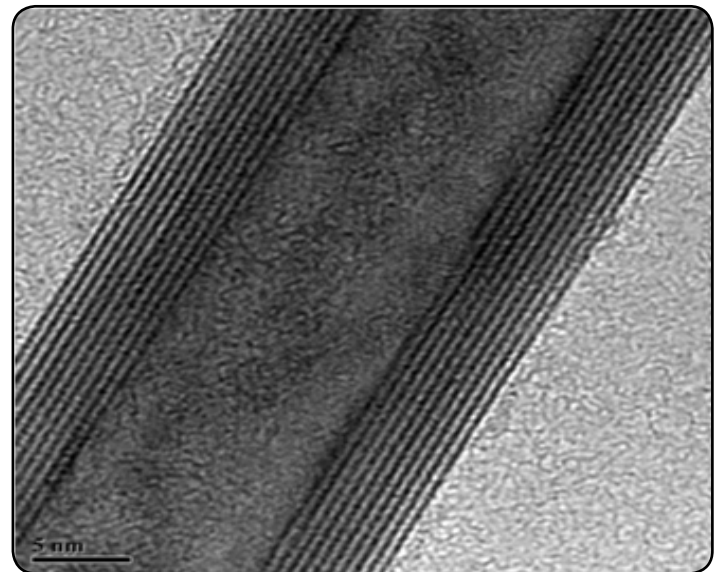
나노기술과 고체윤활제를 결합하여 개발된 Nanolube RC-X, GH-X 시리즈 제품은 다층구조 나노 구형 형상을 기반으로 한 신물질로 높은 과학 및 상업적인 성공을 이루어 내었습니다.

이 제품은 극도로 동질적이고 높은 대칭적인 구형 구조를 갖춘 무기 컴파운드의 20-100개 원형으로 구성되어 있습니다. 초기 입자의 직경은 30에서 70나노미터 범위의 층을 구성한 무기 컴파운드 20-100개의 원형적 층을 구성합니다. 근본이 되는 입자의 직경은 30에서 70나노미터 크기의 범위입니다. 이러한 다층의 입자들은 매우 높은 열과 압력에 대한 저항성을 갖추고 있습니다.

부차적으로 이들의 외부 층은 높은 압력이 존재하는 상태에서 스스로 플레린이 폴리머 마모나 손상된 표면을 매우면서 지속적인 고성능 새로운 윤활막을 형성합니다.

결과론적으로 윤활제 분야에서 첫번째로 NanoMaterial 무기 나노 플레린이 자연스럽게 적용이 되었습니다. "슈퍼 윤활 첨가제"로서 Nanolube 나노 플레린은 사용되는 기유와 작동 조건에서 최대 30% 이상 마모를 감소시킬 수 있는 능력을 갖추고 있습니다.

접촉 표면 압력이 증대되는 곳에서 Nano 플레린의 마찰론적 효율성이 더욱 증대되는 사실이 확인되었습니다.



#### 무기 다층구조 나노 튜브

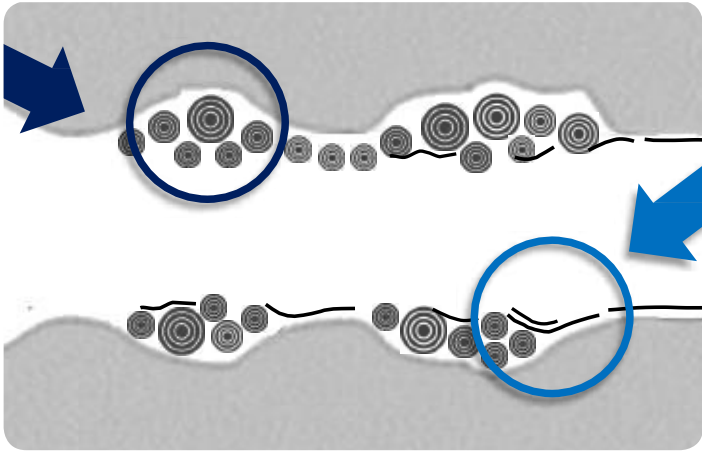
동질 기술 기반을 바탕으로 다층구조의 나노 튜브를 또한 생산하게 되었습니다.

NanoMaterials의 나노 튜브는 우수한 동질적인 밀도를 바탕으로 탄소 나노튜브보다도 훨씬 우수한 분산성을 갖춘 제품입니다.

나노튜브의 기계적인 특성은 초고강도와 고압에 대한 높은 저항성을 갖춰 충격에 대한 저항성과 혼합마찰 영역에서 마찰체에 효과적인 윤활막을 제공하는데 있습니다.

이러한 다층의 나노튜브는 다양한 물질(폴리머, 비폴리머)과 결합하여 사용이 가능하여 열과 기계적인 저항성의 증대로 물질의 마모에 대한 높은 보호성을 제공하게 됩니다.





**이중 효과, 표면 재생 나노윤활제의 광범위한 장점:**

- 보다 효과적인 기계 운용(열과 마모로 인한 기계적 효율성의 감소를 방지)
- 기계수명 연장(지속적인 마모로 인한 손상 부위 복구)
- 기계에 미치는 작동 Stress 감소(높은 하중과 온도에서 효과적인 작용)
- 보다 긴 오일 교환 주기 보장(열발생 감소, 마찰 감소, 부식현상 감소)
- 에너지 소모 감소
- 낮은 매연 배출
- 윤활제 교환 주기 연장
- 감소된 작동 소음(우수한 윤활성)

**표면 재생 메카니즘**

NanoLub® RC-X, GH-X, 다층 나노 폴레린은 2중 효과를 제공하는 차세대 윤활제로 규정: 나노입자가 종전에 사용되는 마찰감소와 내마모성 첨가제 기능과 결합되어 상승 효과 제공. NanoLub®는 지속적인 표면 재생 효과로 윤활제 수명 연장

**Pressure Damping**

**Friction-Induced Tribofilm Exfoliation & Surface Bonding**

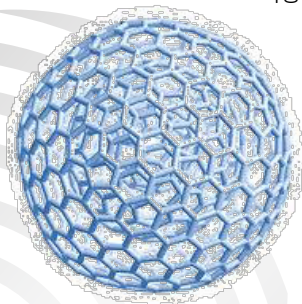
**1**

**2**

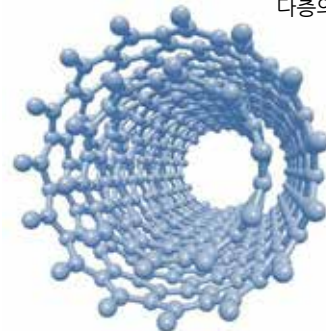
지속적인 마찰 상황에서, Nanolube 나노 폴레린이 형성되어 점차적으로 tribofilm층이 형성됨. 나노입자로부터 생성되는 폴레린이 손상된 금속 표면에 부착되어 표면을 지속적으로 재생함으로써 높은 윤활 코팅막을 생성하게 됩니다.. 이러한 슈퍼 윤활 마찰필름층은 윤활유가 없는 상태에서도 일정 시간 지속할 정도로 강력하게 존재합니다.

이러한 독창적인 표면 재생(마모 보수와 표면 코팅) 메커니즘으로 기계와 부품 수명이 종전 윤활제와 대비하여 월등히 높은 효과를 제공하게 됩니다.

다층의 나노구



다층의 나노튜브



무기, 다층의 E.P성의 나노-폴레린

## 4. 나노 고체 윤활제의 특징과 성능

### 그리스 기초 윤활제

표면 재생 나노 윤활제(GH-X)의 그리스 제조 첨가제로 적용시 다층의 플레린 솔루션

#### 특징

중전 여타 극압성(Extreme Pressure) 그리스 첨가제 대비 높은 극압성으로 부품의 마찰을 감소 시킴.

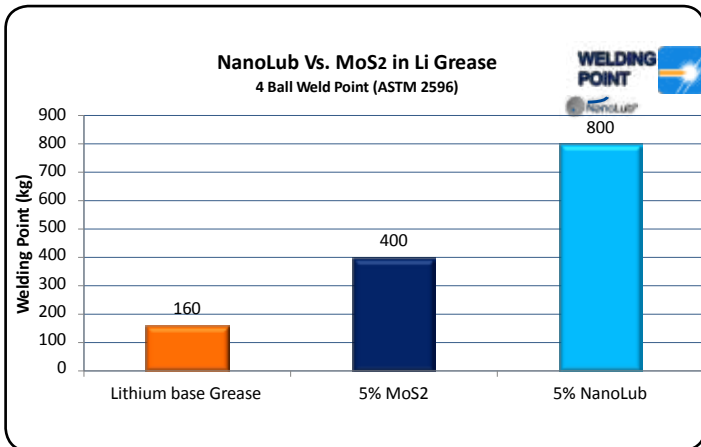
- 중전 그리스 대비 윤활부위 발열량 감소
- 지속적인 손상 부위의 표면 재생 효과
- 마찰필름(tribofilm coating) 생성으로 반 영구적인 표면막 코팅

#### 적용 장점

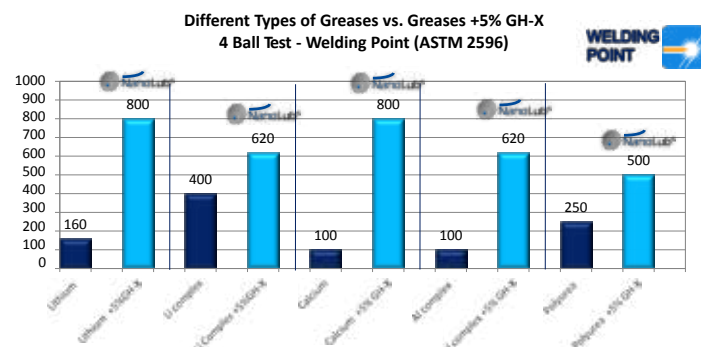
- 기계 수명 연장
- 사용그리스 수명보다 연장된 윤활 효과 지속
- 높은 표면 압력과 고온에서 특별히 보다 효과적임
- 기계 사용 기간과 상관없이 적용이 가능

#### 적용 형태

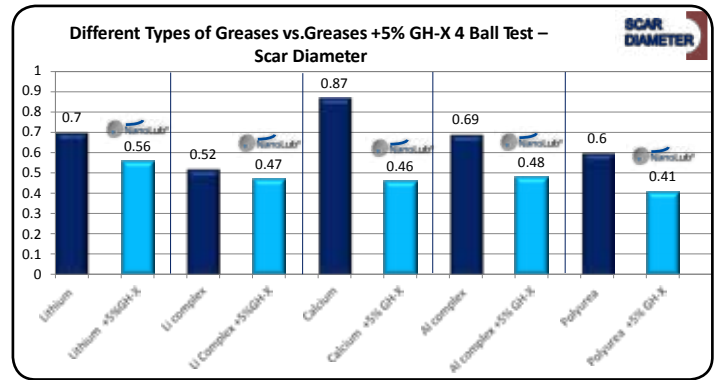
- 그리스 제조시 첨가제로 사용
- E.P 조건에서 그리스 첨가제
- 그리스 제조시 사용되는 각종 증주제에 상관 없이 활용이 가능
- (lithium, lithium complex, aluminum, aluminum complex, sodium, polyurea, PTFE, calcium, calcium complex, barium, barium complex)



NanoLub® GH-X 5% 사용과 그리스 형태별 극압성 변화



NanoLub® GH-X 5% 첨가시 증주제 형태별 극압성(융착점)의 변화



그리스 형태별 NanoLub® GH-X 5% 첨가시 극압성 향상(융착점)의 변화 결과 비교 시험

### 오일기초 윤활제

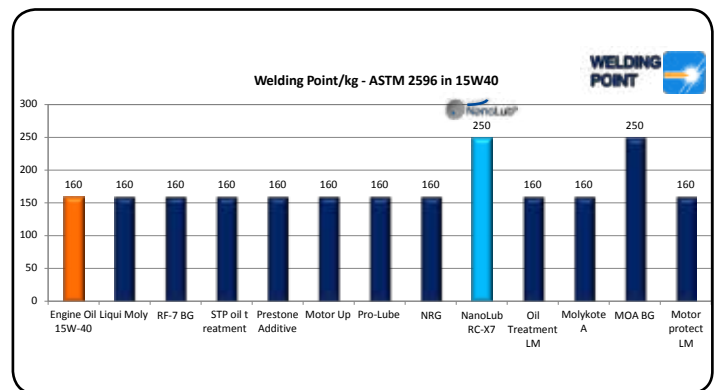
표면 재생 나노 윤활제 오일 첨가제. 나노 RC-X 다층 플레린 솔루션

#### 특징

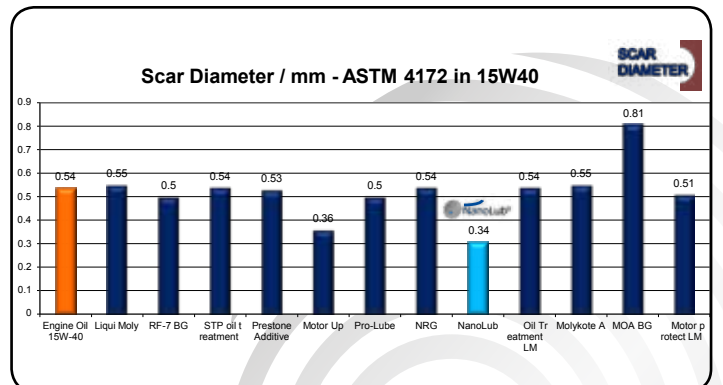
- 지속적으로 표면 코팅이 형성됨
- 오일 윤활에서 마찰과 발열 감소 효과
- 비부식성
- 비독성
- 극도로 높은 하중과 고온에서 특별히 효과적임
- 신차 및 중고차 엔진에 모두 적용이 가능

#### 장점

- 연료 소모 감소
- 매연 감소
- 내부 엔진 윤활 부품의 마모 감소 (엔진 수명 연장)
- 엔진 노이즈 감소
- 오일이 수명 연장 (오일 교환 비용 절감)
- 저온에서 보다 원활한 엔진 기동



NanoLub® RC-X 오일용 첨가제 5%를 15W40엔진 오일에 배합 극압성 향상 비교 시험



NanoLub® RC-X 오일용 첨가제 5%를 15W40엔진 오일에 배합 내마모성 향상 비교 시험

## 코팅 응용

Nanomaterials은 다층구조를 가진 무기 고체윤활제로 특별히 마찰과 마모 보호를 필요로 하는 마찰체에 얇은 막 코팅 분야에 응용할 수 있습니다. 독창적인 "양파"구조의 일형 나노물질은 외부의 얇은 층이 풀리면서 마찰체의 마모에 대응하여 지속적인 윤활 막이 형성됩니다. 이러한 "이중효과" 무기 건성 윤활제는 우수한 윤활성과 표면 재생 기능을 담당하게 됩니다.

이러한 이중 효과 건성 윤활제는 관계하는 표면상에서 마찰 계수를 종전대비 최대 1/3로 줄여줌으로써 결과적으로 표면의 마찰을 현저히 줄여 줄 수 있습니다.

NanoMaterials 무기 폴레린과 나노 튜브는 또한 비 폴리머 물질인 메탈과 세라믹 물질과 혼합하여 사용이 가능합니다.

## 폴리머 응용

나노 무기 입자는 폴리머 소재와 결합하여 폴리머의 강도증대, 파손에 대한 저항성을 제공함으로 폴리머의 마찰이론적이고 열적인 특성을 증대시키기 위해서 사용될 수 있습니다.

나노소재 다층구조 나노 입자는 나노카본 튜브의 가장 큰 문제점인 결합이 많은 입자 함유량과 응집 현상, 그리고 분산에 대한 문제를 해결할 수 있는 새로운 대체 물질로 고려할 수 있습니다.

Nanolube 제품은 결합 나노 입자 비중이 낮고, 매우 균질적이고 독창적인 형상으로 인하여, 나노튜브는 다양한 폴리머 결합 구조에서 매우 우수한 분산성을 제공하게 됩니다.

다층구조 무기 폴레린에 기초한 나노혼합물과 나노 튜브는 소량 사용만으로도 우수한 성능 향상을 제공합니다.

이러한 성능 향상은 분산된 나노 입자와 조합 물질 사이에서 광범위한 인터페이스 영역에 기인합니다.

나노물질이 사용된 폴리머 소재에서는 다음과 같은 우수한 특징적인 현상이 발견됩니다.

- 파손율 감소와 증대된 파손 강도
- 매우 높은 파손저항율

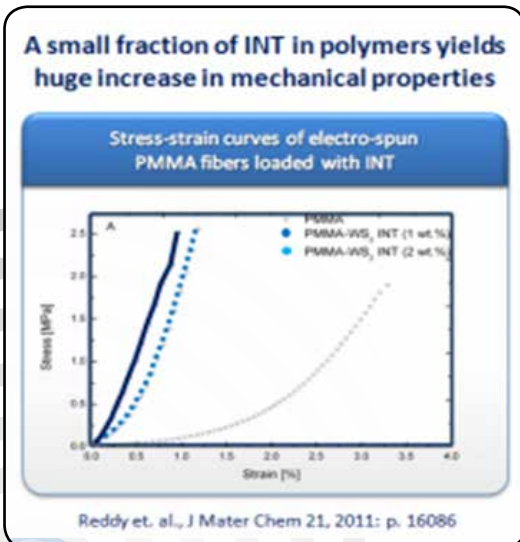
이러한 특징과 더불어 극압성과 마찰과 마모 감소 성질과 결합 미래 고성능 폴리머 혼합물 개발에 있어서 가장 전도 유망한 응용 분야중의 하나입니다.

이러한 결합 물질에서 보여진 대표적인 특성으로는

- 에폭시 혼합물과 접착제의 파손에 대한 저항과 표면 강도 향상등
- 증대된 강도와 마찰에 대한 저항성으로 탄성 PMMA 섬유와 강도 향상
- 다양한 폴리머에서 향상된 결정성과 glass-transition
- 분산 문제로 인한 카본 나노 튜브 사용이 불가능한 곳에서의 대체 물질

## 5. 자동차용 윤활제 및 부품에 나노 고체윤활제 응용 분야

- 고온에 노출되는 엔진 베어링용 윤활 그리스
- 마모와 부식방지 성능 개선을 위한 헬베어링과 C.V. Joint용 그리스 개발
- 광범위한 미끄럼 마찰부위를 구성하고 있는 자동차용 각종 케이בל과 윈도우 레귤레이터 부위의 그리스 개발과 표면 코팅
- 엔진의 성능 향상과 연비 개선을 위한 엔진오일 성능향상제 개발과 액슬 부위의 기어용 오일 첨가제
- 자동차 조립에 사용되는 각종 볼트 너트의 부식방지과 일정한 조임 예압 유지를 위한 표면 코팅
- 고강성 열플라스틱 소재개발을 위한 나노혼합물질



## 6. 나노 응용 윤활제 lab, testing reports

### 1. 나노 첨가제를 함유한 다양한 그리스 성능 시험

Product	Property	ASTM, DIN, ISO	testing Machinery	Laboratory	Base parameters and treat rate	Results		Summary
						Before	After	
GH-X	Welding point	2596	4 ball	In house	5% treat rate with Lithium base grease (Texaco)	160kg	800kg	200-640kg improvement in Welding point.
					5% treat rate with Lithium complex grease (Volcano Extra)	400kg	620kg	
					5% treat rate with Aluminium complex grease	250kg	800kg	
	Copper corrosion	D4048		In house	5% treat rate with Lithium base grease (Texaco)	3B	1A	Significant improvement in Copper corrosion
	Wear Scar Diameter	2266	4 ball	In house	5% treat rate with Lithium base grease (Texaco)	0.5mm	0.4mm	20%-33% improvement in Scar diameter
					5% treat rate with Lithium complex grease (Volcano Extra)	0.6mm	0.45mm	
5% treat rate with Aluminium complex grease					0.75mm	0.5mm		
Wear	DIN 51347	Bruger	In house	5% treat rate with Lithium base grease (Texaco)	25 N/mm2	196 N/mm2	up to 800% improvement	
				5% treat rate with Lithium complex grease (Volcano Extra)	48 N/mm2	215 N/mm2		
				5% treat rate with Aluminium complex grease	30 N/mm2	190 N/mm2		
RC-X	Wear Scar Diameter	4172	4 ball	In house	6% treat rate in SN 500	0.78mm	0.55mm	30%-40% improvement in Scar diameter
					6% treat rate in PAO 6	1.3mm	0.8mm	
	Wear/COF	D5706	SRV	INS	1.4% treat rate in 5W40 Shell Helix in 1.5GPa/1h	527mic	375mic	29% improvement in Scar diameter
Fuel efficiency			SAE J1321	SWRI	Shell Rotella T3 in 2012 FREIGHTLINER CASCADIA TRUCK			2.3% improvement in Fuel efficiency

### 2. 자동차용 그리스와 나노 첨가제 성능 시험

구분	휠베어링그리스			C.V Joint 그리스		
	SA	GH-X 1%	GH-X 3%	MA	GH-X 1%	GH-X 3%
Nano GH-X 함량	-	1%	3%	-	1%	3%
SA(HD)	100	99%	97%	-	-	-
MA(GM)	-	-	-	100	99%	97%
증주제	Urea	-	-	Urea	-	-
Four-ball EP(Kg)	160	620	800	500	500	500
Four-ball Wear(mm)	1,341	1,037	0,682	0,917	0,58	0,601

ASTM D 4170 시험 규격에 의거하여 기존 자동차 휠베어링용 그리스 OEM 제품에 나노 첨가제를 각각 1, 3% 함량비를 적용하여 마모와 마찰 부식 현상을 확인함.

첨가제 함유시;

- Fretting corrosion 현상의 획기적인 개선
- 마모량 최대 200% 감소

### NANO Additive TEST(Fretting Wear) - ASTM D 4170

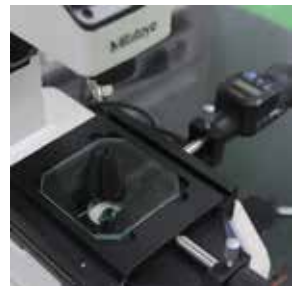
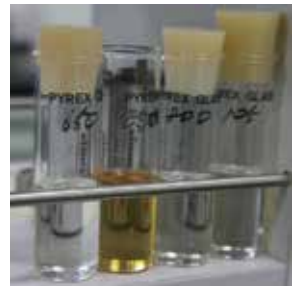


250 Kg, 30 Hz, 22 Hr

< 시험 후 사진 >



SA AF-1	SA AF 1 + GH-X(1%)	SA AF 1 + GH-X(3%)
무게 감량 2.6 mg	1.8 mg	1.2 mg



**LUBCHEM / Factory**

1762 Songgok-ri Dasan-myeon, Goryeong-gun,  
Gyeongsangbuk-Do, Rep. of KOREA (717-872)  
TEL.: +82-54-954-8500 / FAX: +82-54-954-0131

**Sales Office**

IBK 3F. 716-10 Hosan Dalseo Daegu City,  
Rep. of Korea (704-948)  
TEL.: +82-53-625-4833 / FAX: +82-53-582-6723 Mail to:  
[lubchemsales@gmail.com](mailto:lubchemsales@gmail.com)