

금속+탄소나노튜브 복합재

- ▶ 낮은 제조원가 및 높은 생산성
- ▶ 우수한 기계적 전기적 특성
- ▶ 경량 구조용 고강도 복합재
- ▶ 다양한 종류의 소재 사용 : 금속, 합금

소 개

특 징

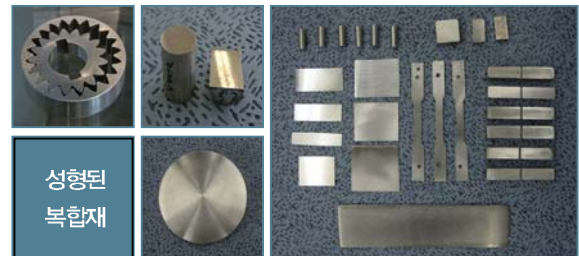
- 금속기지내에서의 탄소나노튜브 분산성 우수
- 금속 결정립의 나노화로 인한 강도 향상
- 탄소나노튜브의 우수한 기계적 특성에 의한 강도 및 인성 향상
- 탄소나노튜브의 우수한 전기적 특성에 의한 열 및 전기전도도 향상
- 나노결정립과 탄소나노튜브에 의한 내마모성 향상
- 기존의 고강도 복합재 대비 경량화 효과
- 고강도 복합소재 대비 저렴한 가격
- 수요자의 요구에 맞춤형의 다양한 종류의 금속-탄소나노복합재 제조

종 류

- 금속-탄소나노튜브 : Al+CNT, Cu+CNT, W+CNT 등
- 합금-탄소나노튜브 : Al alloy+CNT, STS+CNT, W alloy+CNT 등
- 탄소나노튜브 함량 : ~10 wt.%

응용분야

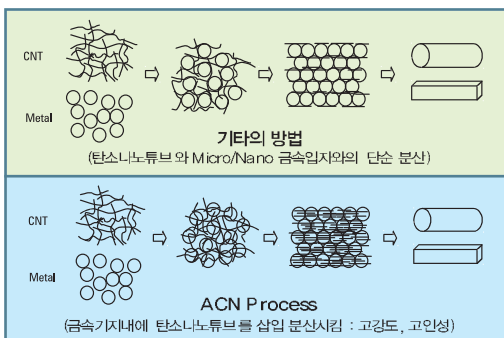
- 고강도 고인성의 경량 구조용 소재 : 우주항공, 자동차, 열차, 선박, 레저, 스포츠, 정밀기기, 의료용 기기 등
- 내마모 경량구조용 소재 : 우주항공, 자동차, 열차, 산업용 기계, 공구 등
- 우수한 열 및 전기전도도 : 전기전자, 컴퓨터, 자동차, 우주항공, 산업용 기계, 절삭공구 등



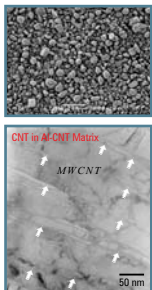
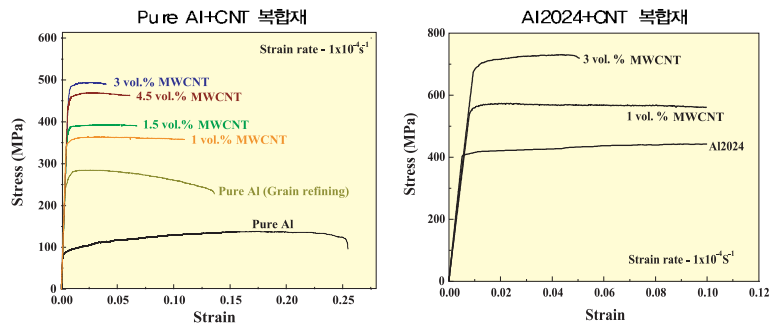
특 성

금속계 탄소나노복합재 제조공정 비교

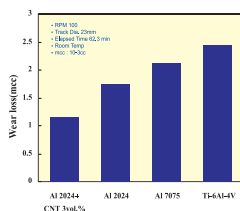
ACN Process : 최저 가격, 높은 생산성



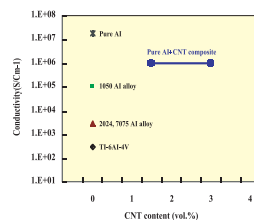
우수한 기계적 특성



내마모성



전기전도도



탄소나노복합재의 특성 비교

	Yield Strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HRB)	Specific strength (MPa)	Electrical conduct. (IACS%)	Wear loss (10 ⁻³ cc)
2024 Al Alloy	324	469	19	70.5	174	12	1.74
7075 Al Alloy	435	505	13	80.5	181	9	2.13
Ti-6Al-4V	880	950	14	260~	198	-	2.45
Pure Al + CNT (CNT 3 vol.%)	440	475	5~10	83.2	176	55	-
Alloy Al + CNT (CNT 3 vol.%)	715	720	4	93.7	265	-	1.16

• Tension test : ASTM E8
• Wear test : RPM100, Track Dia. 23mm, Elapsed time 62.3min, Room Temp



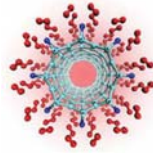
고분자+탄소나노튜브 복합재

- ▶ 균일한 분산성 및 전도도
- ▶ 소량의 CNT로 우수한 전도성 구현
- ▶ 우수한 물리화학적 특성
- ▶ 고분자 고유의 특성 유지
- ▶ 입자 박리 최소화

소 개

특 징

- 탄소나노튜브의 전기화학적 특성에 의한 전도도 향상
- 탄소나노튜브의 기계적 특성에 의한 강도 및 인성 향상
- 금속+CNT 복합분말 사용에 따른 균일한 분산성 및 전도도 구현
 - 금속에 삽입되는 CNT의 길이 제어 : 분산성 및 전도성 좌우
 - 사출 성형품의 표면과 내부에서의 CNT의 편석 방지
 - 역할 : CNT (전도도), 금속 (분산성 및 전도도)
- 소량의 CNT 첨가로 우수한 전도도 구현
- 고분자 고유의 특성 유지
- 성형품 표면에서의 전도성 입자 박리 최소화
- 수명 연장



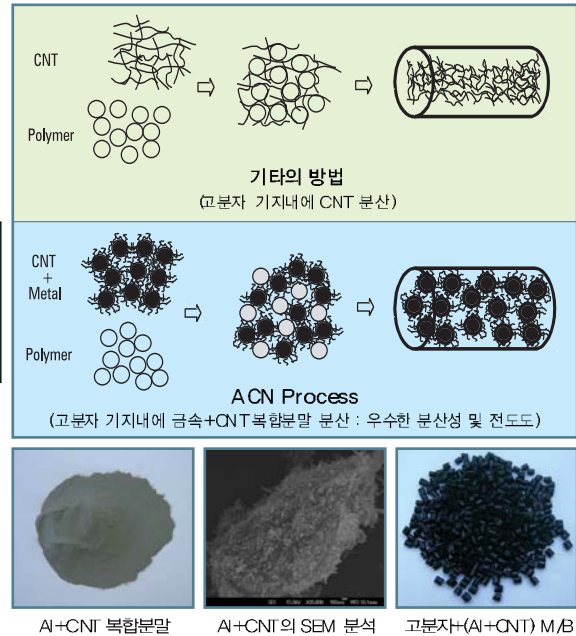
종 류

- PC+CNT, Nylon+CNT, PET+CNT, PE+CNT 등
- CNT 첨가량 : ~20 wt. %

응용분야

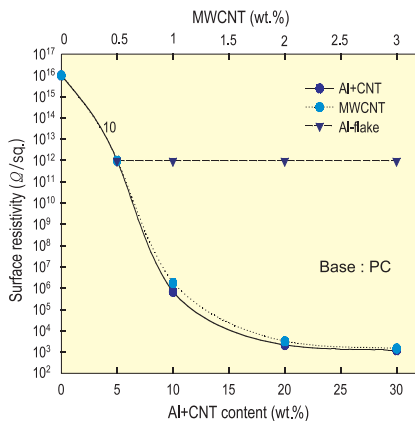
- 정전기 및 전자파 차폐재 (ESD & EMI) : 휴대기기, 의류, 컴퓨터, 장갑, 신발, 매트, 타일, 트레이, 테이프, 박스, 가방 코팅지, 필름 등
- 엔지니어링플라스틱, 열방산재 : 우주항공, 자동차, 전기전자, 의료용, 선박, 레저 스포츠 등

고분자계 탄소나노복합재 제조 공정 비교

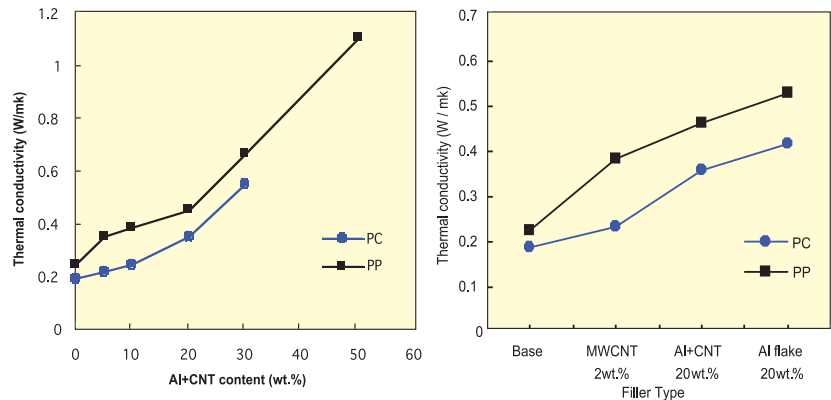


특 성

고분자계 탄소나노복합재의 표면저항

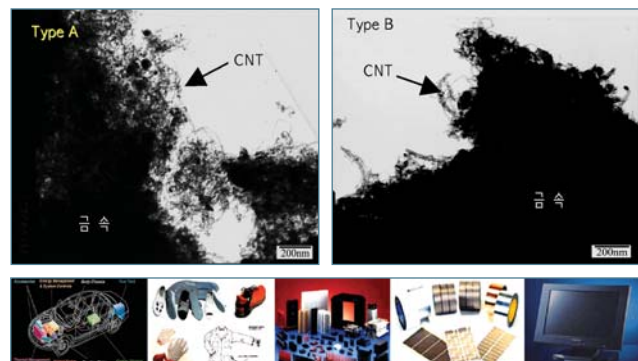
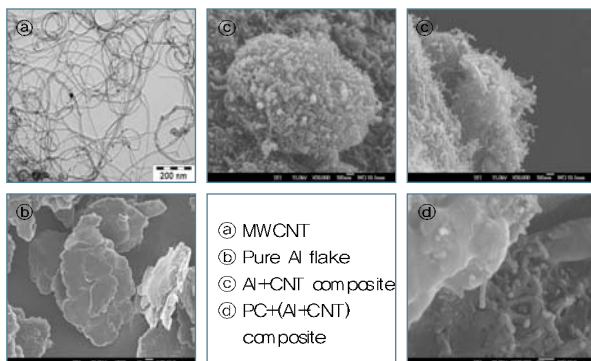


고분자계 탄소나노복합재의 열전도성



금속+CNT 복합분말에서의 CNT 길이의 영향

(전기전도성 : A > B)



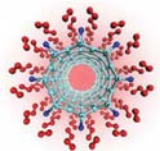
세라믹+탄소나노튜브 복합재

- ▶ 균일한 분산성 및 전도도
- ▶ 소량의 CNT로 우수한 전도성 구현
- ▶ 우수한 물리화학적 특성
- ▶ 세라믹 고유의 특성 유지

소 개

특 징

- 탄소나노튜브의 전기화학적 특성에 의한 전기전도도 부여
- 탄소나노튜브의 기계적 특성에 의한 강도 및 인성 향상
- 내마모성 및 내열성 부여
- 소량의 CNT 첨가로 우수한 전도도 구현
- 세라믹 고유의 특성 유지
- 성형품 표면에서의 전도성 입자 박리 최소화
- 성형품 수명 연장

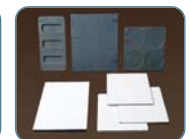
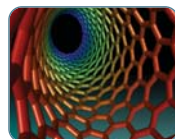


종 류

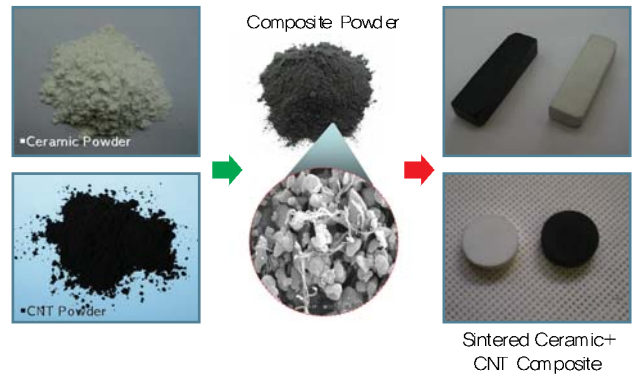
- ZrO_2 +CNT, Al_2O_3 +CNT 등.
- CNT 첨가량 : ~ 10 Vol%

응용분야

- 고강도 고인성 세라믹 코팅재
- 내열성 및 전기전도성이 요구되는 산업용 소재
- 내충격 내마모소성 세라믹 소재

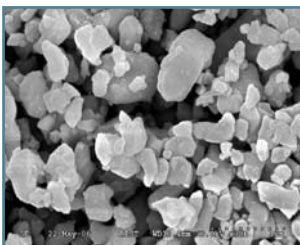


세라믹계 탄소나노복합재 제조 공정



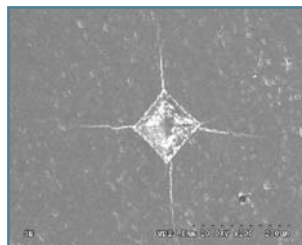
특 성

Ceramic+CNT Composite의 성상(SEM)

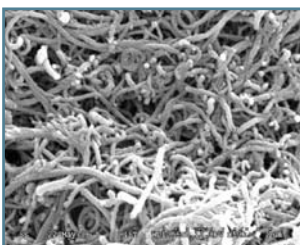


Raw ceramic powder

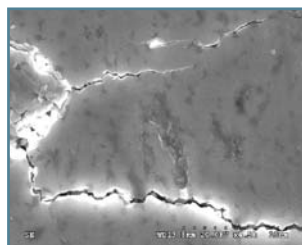
Ceramic+CNT Composite의 균열 전파 거동



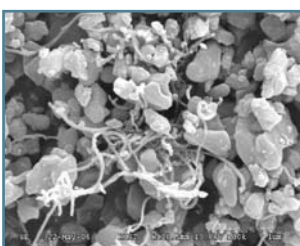
Vickers hardness press mark



Carbon Nanotube (MWCNT)



Prevent Crack propagation

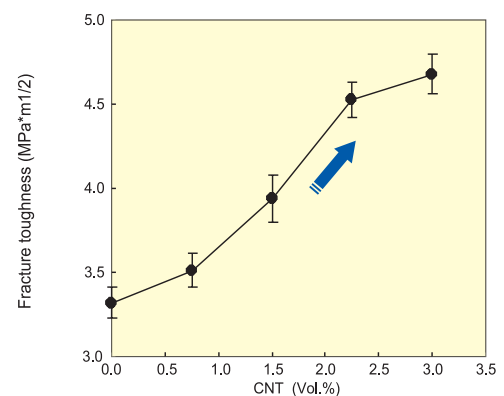


Ceramic+CNT Composite

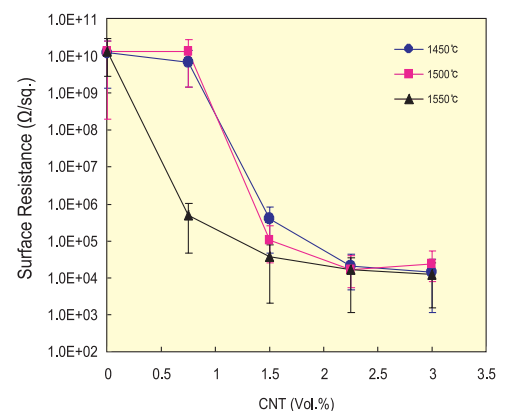


Crack bridging by CNT

Ceramic+CNT Composite의 파괴인성



Ceramic+CNT Composite의 표면저항



액상 탄소나노튜브

- ▶ CNT의 균일한 분산성
- ▶ 우수한 전기전도도 및 열전도도
- ▶ 사용의 용이성 및 다기능성
- ▶ 우수한 광촉매 특성

소 개

특 징

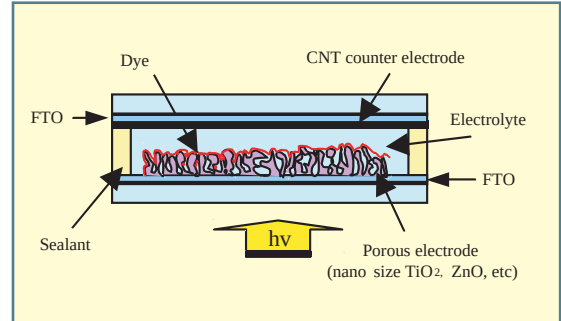
- CNT를 액상에 분산시킨 CNT 페이스트 및 CNT 잉크
- 고가의 백금 및 은 대체 가능
- 우수한 전기전도성 및 열 방산 특성
- 사용의 용이성 및 다기능성
- 환경 친화적인 소재 사용
- 응용 분야별 맞춤형 액상 CNT 제조 가능

종 류

- CNT 페이스트 : $10^1 \sim 10^2 \Omega / \text{sq.}$
- CNT 잉크 : $10^2 \sim 10^6 \Omega / \text{sq.}$

응용분야

- 정전기 및 전자파 차폐
- 염료감응태양전지의 전극재
- 유해가스 흡착, 광촉매 특성



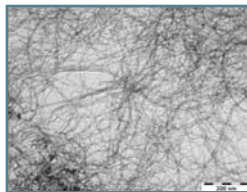
CNT 상대전극을 사용한 염료감응태양전지 개념도



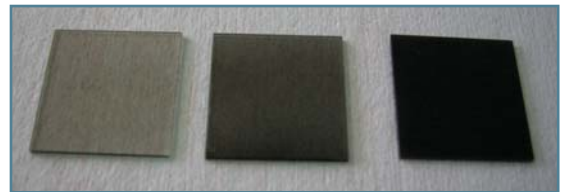
CNT 잉크



CNT 페이스트



액상 CNT용 고분산성 CNT



염료감응태양전지용 CNT 상대전극

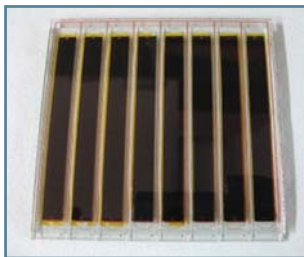
염료감응태양전지 상대전극에의 CNT 적용

특 징

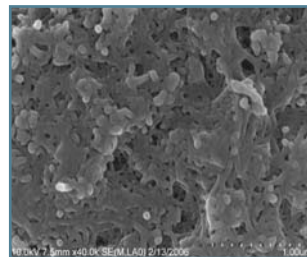
- 고가의 백금을 저렴한 CNT로 대체 : 경제성 향상
- 낮은 조도에서 우수한 광-전기 전환 효율 구현 : 사용 조건상 제한 완화
- 백금상대전극 대비 동등 이상의 효율과 안정성 구현



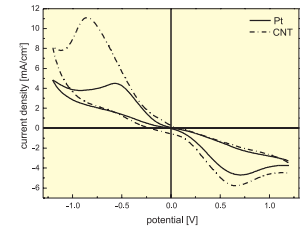
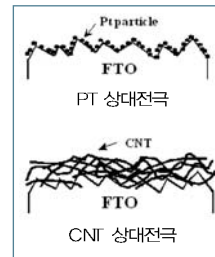
CNT 염료감응태양전지 모듈 (한국전기연구원-ACN)



CNT 염료감응태양전지 모듈



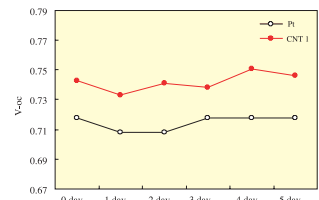
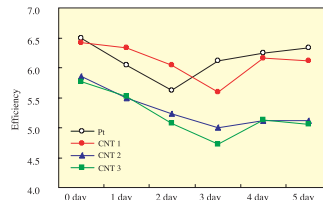
CNT 상대전극의 SEM 분석



Pt와 CNT의 Cyclic voltammogram (Scan rate : 100 mV/s)

특 성

- 면저항(Sheet resistance) : CNT 상대전극 ≒ Pt 상대전극 (CNT의 우수한 전도도)
- 전기화학적 특성 : CNT 상대전극 > Pt 상대전극 (CNT의 우수한 전기화학적 특성)
- CNT 상대전극 : 우수한 성능, 단순한 제조공정
→ CNT : 우수한 촉매 특성 낮은 전기저항, 우수한 전자 방출성, 넓은 표면적, 백금대비 우수한 경제성 등



Comparison of efficiency & V-oc between Pt and CNT electrode



탄소나노튜브(CNT)

- ▶ 대량생산 및 저렴한 가격
- ▶ 우수한 기계적/전기적/열적 특성
- ▶ 우수한 화학적 안정성
- ▶ 다기능성 소재 : 폭넓은 적용분야

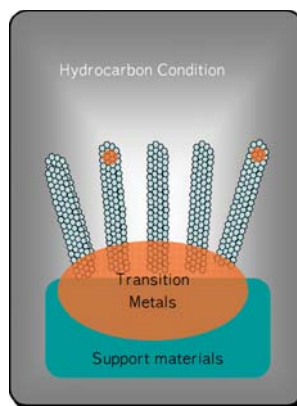
소 개

특징

- 21세기 꿈의 신소재
- 육각벌집구조의 중공형 형상
- 탁월한 기계적/전기적/열적 특성
- 대량생산에 의한 저렴한 가격
- 폭넓은 용도 및 다양한 응용 기술
- 전도도와 강도가 우수한 환경친화적인 소재
- 다기능성 구현 : 기계적/전기적/열적 특성 동시 구현

CNT의 특성

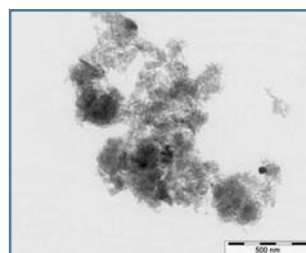
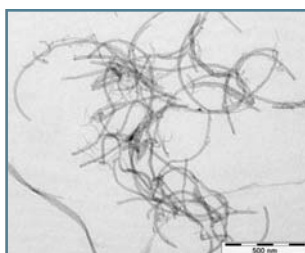
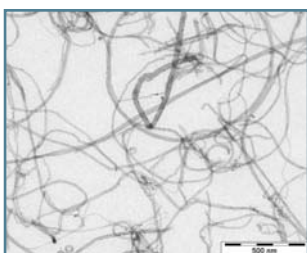
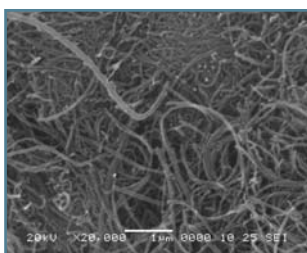
항목	수치	비고
Electrical Resistivity ($\Omega \cdot \text{cm}$)	0.1	Pure Cu (1.67)
Thermal Conductivity (W/mK)	~2,000	Pure Al (236)
Elastic Behavior	Young's Modulus (MWCNT)	1.28 TPa
	Maximum Tensile Strength	~100 GPa SUS 304 (0.6 Gpa)



소 개

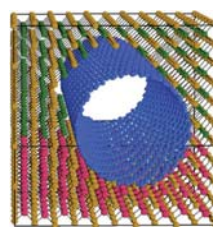
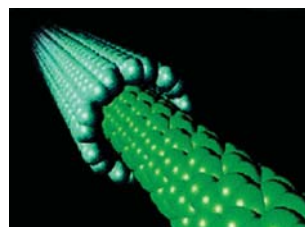
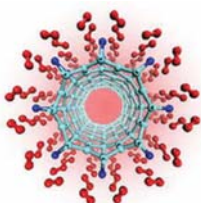
제품종류

종류	순도 (wt.%)	직경 (nm)	길이 (um)	비고
CNT 85, CNT90	85, 90	5~20	~10	Catalyst CVD
CNT97	over 97	5~20	~10	Purified CNT90
Chopped CNT	85, 90	5~20	~1, 1~3	Various Length



응용분야

- 전자 방출원, 광원
- 정전기 및 전자파 차폐
- 연료감응 태양전지 상대전극재
- 연료전지 전극재, 이차전지 음극재
- 금속+CNT, 세라믹+CNT, 고분자+CNT 복합재
- 액상 CNT : CNT paste, CNT ink
- 기능성 CNT : 광촉매, 고분산성 촉매특성
- 유해가스 흡착, 오염물질 분해



엔진 치료제(MISO-N)

- ▶ 탄소나노튜브, 나노백금 분산첨가
- ▶ 엔진 출력 증강, 연료비 절감
- ▶ 우수한 화학적 안정성 및 내열성
- ▶ 휘발유, 경유, LPG 적용

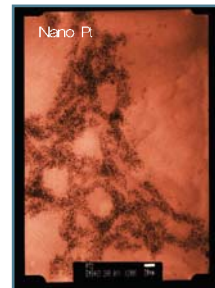
소 개

특징

- 새로운 개념의 엔진치료제: 연료절감 및 엔진성능 개선제
 - 나노백금과 탄소나노튜브를 고도의 분산기술을 활용하여 엔진오일에 분산
 - 엔진내부의 손상된 금속표면을 나노입자로 코팅함으로써 엔진효율 향상
 - 엔진내부 금속표면의 마모 방지 및 마찰에 의한 과부하/소음/진동 감소
- 나노백금: 완전연소 및 매연감소 효과
 - 연소 촉매작용 강화, 완벽한 코팅에 의한 압력 누설 및 오일유입 방지
- 나노길리로 가공한 탄소나노튜브: 윤활성 및 내열성 향상
 - 윤활 기능 극대화, 화학적 안정성, 우수한 열전도성(엔진 내부의 발생열 해소)
- 나노사이즈의 나노백금과 탄소나노튜브를 엔진오일에 균일 분산
 - 엔진오일의 고유기능 유지 및 오일필터의 막힘 현상 해소
- 적용 분야: 자동차, 항공기, 선박, 오토바이, 산업용 엔진



Chopped CNT



종류

- 80 ml : 승용차, SUV, 소형승합차
- 170 ml : 소형 버스 및 소형 트럭
- 170 mlTM : 대형버스 및 10톤 이상 트럭
- 4 L : 대량 소비업체

제조원

- 공동개발 : (주)어플라이드카본나노, (주)미지나노텍
- 특허 2건 : Chopped CNT, 나노입자 분산기술
- 2억원 생산물배상 책임보험가입



엔진치료제 Miso-N

사용법

- 휘발유, LPG, 디젤엔진 공용사용
- 1회 투입으로 20,000 km 이상 효과 지속
- 첨가주기를 짧게하면 더욱 효과적임

특성

첨가효과



기존 제품과의 비교

구분	MISO-N	기존 엔진오일 첨가제
주성분	탄소나노튜브(Chopped CNT), 나노백금(Nano Pt)	몰리브덴 화합물, 합성탄화수소, 고분자 물질(PTFE) 금속분말
기능성	엔진성능을 최상의 상태로 복원시켜줌	단순히 엔진오일의 성능을 향상시킴
내구성	온도에 제약없이 산화 및 연소되지 않고 코팅막이 오래 지속됨	가혹한 운전조건하에서는 산화되어 윤활막의 기능을 잃게됨
적용성	신차, 중고차에 관계없이 모든 차량에 사용가능, 오일교환시기와 무관하게 사용	신차/중고차, 휘발유/LPG/경유차에 따라 다른 제품 사용, 오일교환 시기에 사용
지속성	1회 주입으로 20,000 km 이상 사용가능	엔진오일 교체시마다 주입

연비향상 효과

	구분	조건	연비	비고
휘발유	아반테 1.5 DOHC ('97년식)	주입 전	1103	-
		주입 후	1290	▲ 17%
	SM5 ('01년식)	주입 전	1333	-
		주입 후	1459	▲ 9.5%
	EF Sonata 2.0 DOHC ('99년식)	주입 전	116	-
		주입 후	12.8	▲ 10.3%
	비스토 800cc (2000년식)	주입 전	1323	-
		주입 후	1499	▲ 13.3%
	프린스 1,800cc ('96년식)	주입 전	6.87	-
		주입 후	7.74	▲ 12.7%
경유	뉴그랜저 2,500cc ('97년식)	주입 전	7.96	-
		주입 후	9.12	▲ 14.6%
	EF 소나타 2,000cc ('99년식)	주입 전	8.71	-
		주입 후	9.33	▲ 7.2%
	쏘렌토 2.5 VGT ('04년식)	주입 전	10.8	-
		주입 후	13.6	▲ 25.9%
	쏘렌토 2.5 VGT ('05년식)	주입 전	11.4	-
		주입 후	13.5	▲ 18.6%
	현대파워텍 14톤 트럭	주입 전	3.62	-
		주입 후	3.79	▲ 4.7%

경제적 효과

차량 종류	주행거리 (km/년)	절감액 (원/년)			미소엔 구입비	절감효과 (원/년)
		연료비	엔진오일	합계		
소형승용차 (휘발유)	24,000	525,668	84,000	609,668	60,000	549,668
중형 SUV (경유)	36,000	943,878	288,000	1,231,878	90,000	1,141,878
14톤 화물트럭(경유)	72,000	1,695,068	360,000	2,055,068	144,000	1,911,068