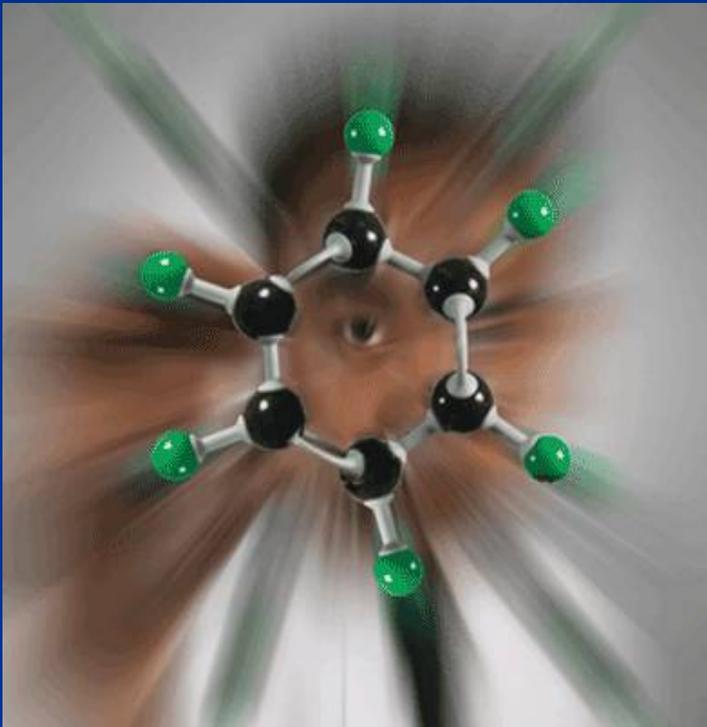


# IX. Szigetelésdiagnosztikai Konferencia



„Nanokompozit anyagok előállítása,  
mint a jövő anyagtechnológiája”

**BOGNÁR ALAJOS**

# Polimer Nanokompozit



- műanyag mátrixú (hőre lágyuló, hőre keményedő vagy elasztomer),
- kis mennyiségű (<5 tömeg%),
- Nanoméretű (min.  $1D < 100\text{nm}$ ),
- nagy alaki tényezővel (aspect ratio:  $L/h > 300$ ) rendelkező részecskével erősített szerkezeti anyagok.



Jobb mechanikai, termikus, elektromos és záró (barrier) tulajdonságok.

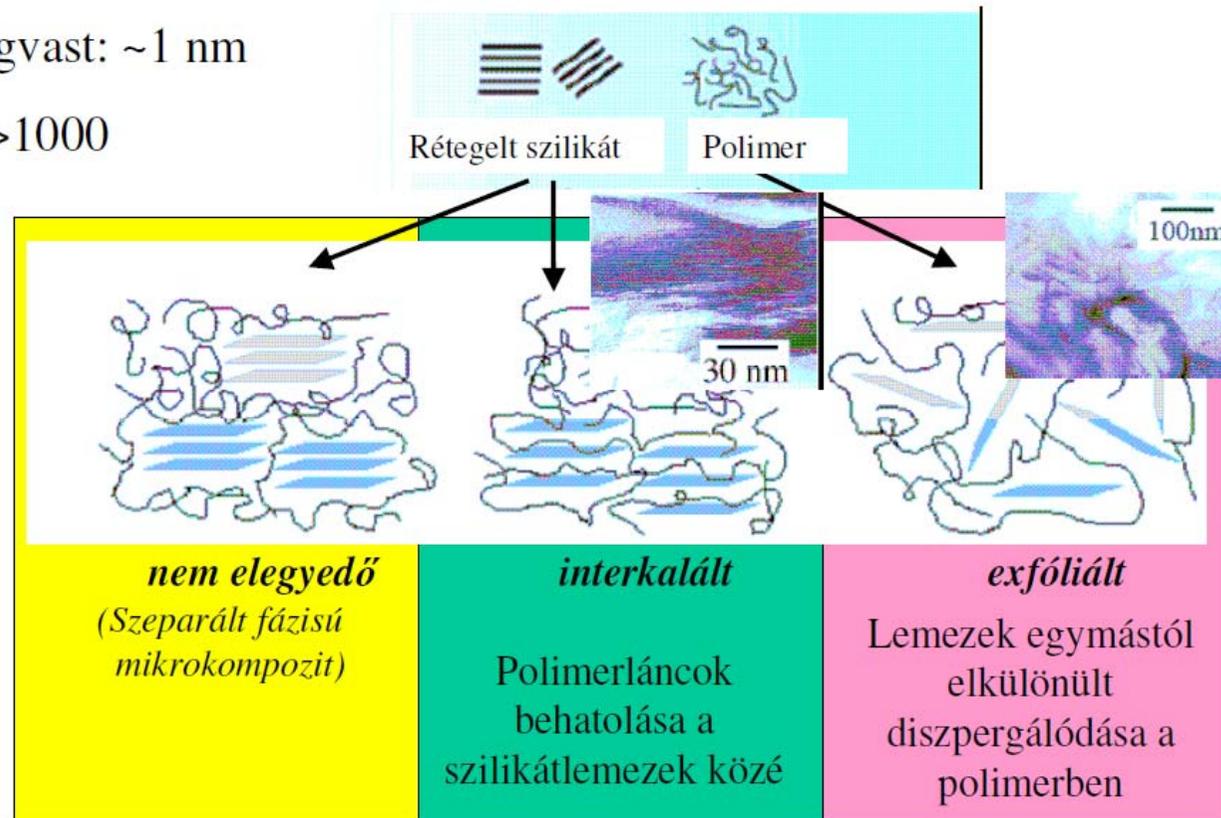
Nagymértékben csökken az éghetőséget miközben a transzparens tulajdonságok nem változnak akár egy nagyságrenddel kisebb töltőanyag tartalom mellett.

- autóipar (üzemanyag tartály, ütközők, külső és belső elemek)
- építőipar (szerkezeti elemek)
- repülőipar (éégsgátolt elemek és nagyteljesítményű szerkezeti elemek)
- Elektromos és elektronikai alkalmazás (elektromos alkatrészek és nyomtatott áramkör hordozó)
- Élelmiszer csomagolás (ételtároló doboz, film borítás)

# A réteges szilikátok beépülése a polimerekbe

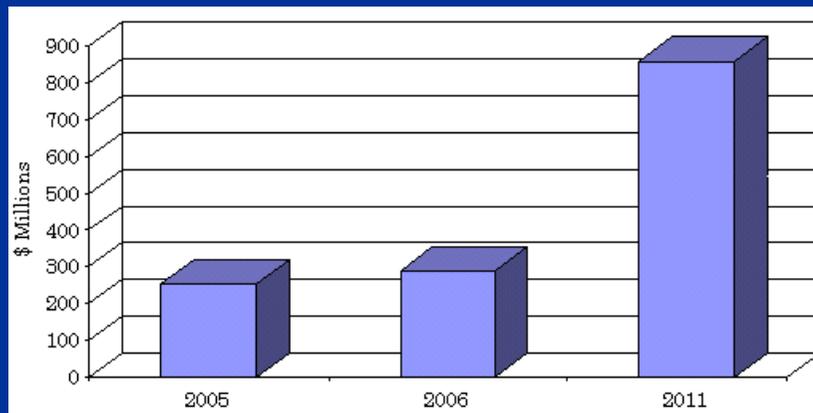
rétegvast: ~1 nm

$l/d > 1000$

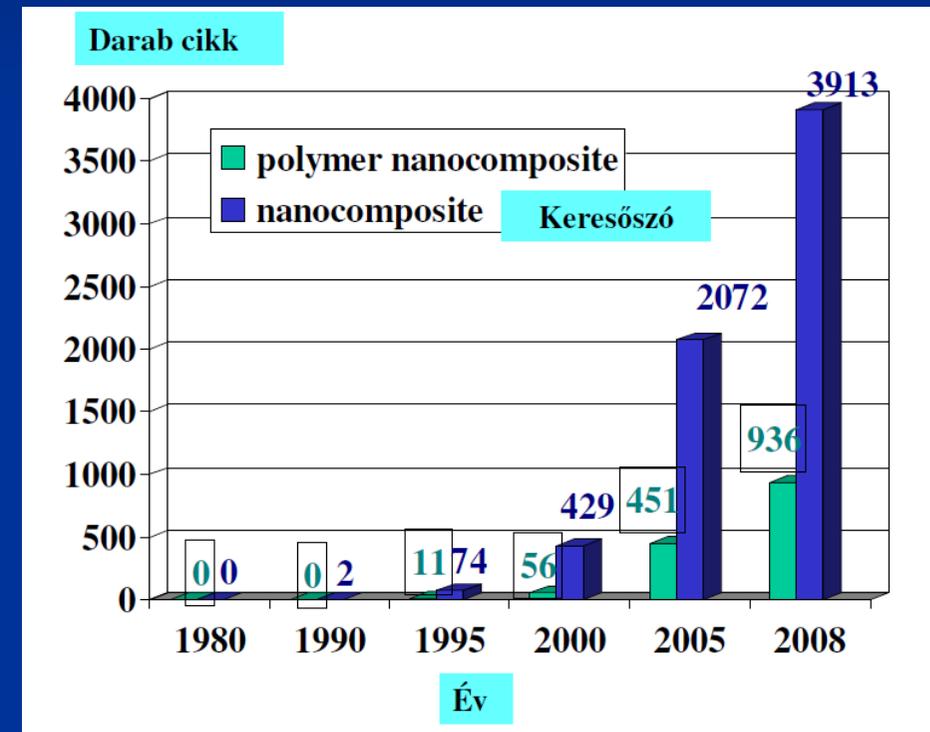


# A nanokompozitok globális felhasználásának a trendje

2005-2011 (millió \$)



Report ID: NAN021C, Published: June 2006  
Analyst: Andrew McWilliams



# Mit hord a jövő katonája, ha nem jut neki exoskeleton\*?



**„Jönnek a nanokatonák  
Kaméleonruha és könnyű sisak”**

Tudósok előrejelzései szerint 2025-re a fejlett hadseregek katonáit komoly nanotechnológiai háttér segíti majd a túlélésben - írja a BBC. Intelligens nanorészecskékkel dúsított egyenruhája minden terepen optimálisan fog működni: színe beleolvad a környezetbe; hőszigetelése a környezet hőjétől függően változik; megstoppolja magát, ha elszakad; ellenáll a vegyi fegyvereknek és cseppet sem suhog.



\* Biológiai az exoskeleton a rovarok, rákfélék védelmet nyújtó páncélja. A katonai laboratóriumokban és a populáris kultúrában egyfajta külső, fizikai képességeinket megsokszorozó, testünkre szerelhető motorizált váznak tekintik.

# Nanotechnológia! Miről beszélünk?

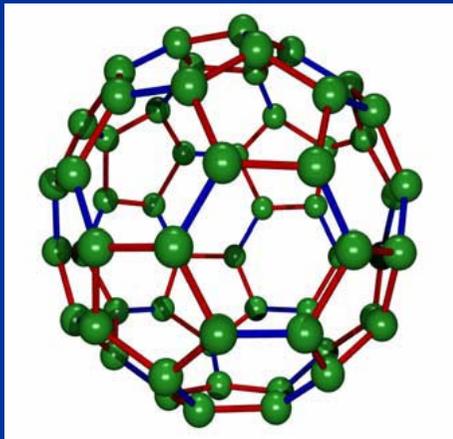


1 centiméter

1 nanométer

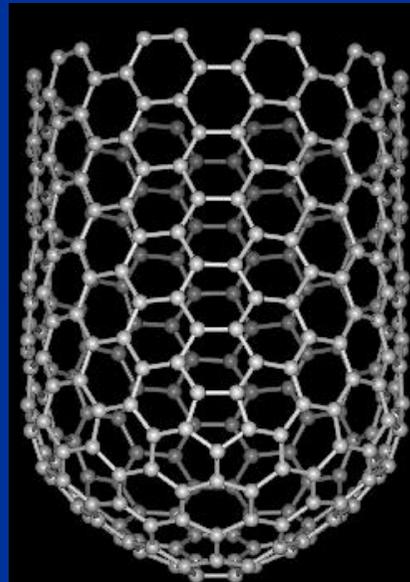
# Új szén allotrópok: az egy nano- méteres “foci” és rokonai, a szén nanocsövek

C60 molekula  
(fullerén),  
a „nano-foci”

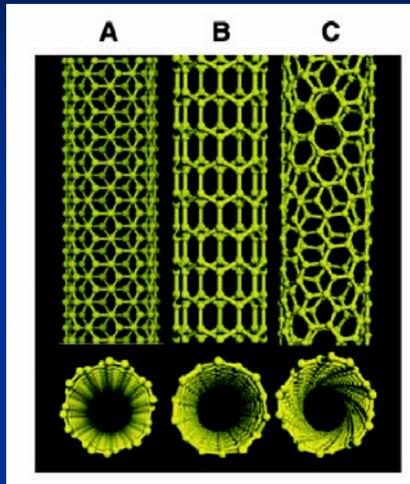


**NEM** állíthatók elő  
„kifaragással”, rá kell  
bírnunk a szénatomokat,  
hogy így kapcsolódjanak  
össze.

Grafén sík  
“feltekerése”

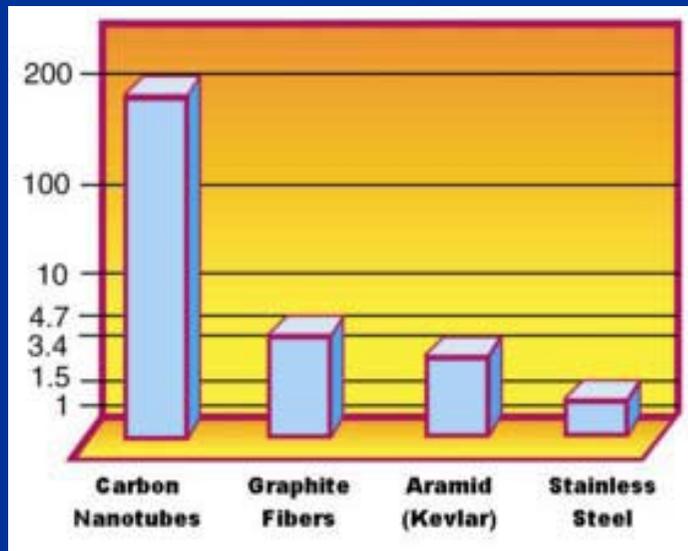


# Tulajdonságok



## ELKTRONSZERKEZET

- fém vagy félvezető (feltekerés sz.)
- ballisztikus vezető
- nanoelektronika „szilíciuma”



## MECHANIKUS

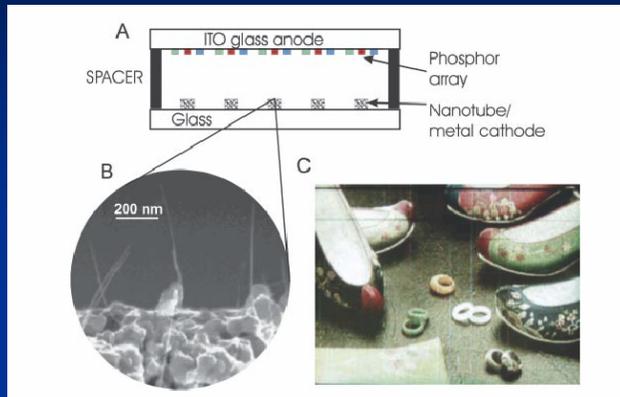
Egyfalú szén nanocsövek szakítószilárdsága (GPa) összevetve már alkalmazást nyert nagy szilárdságú anyagokéval K.-T Lau & D. Hui, Composites B, 33 (2002) 263

# Alkalmazások

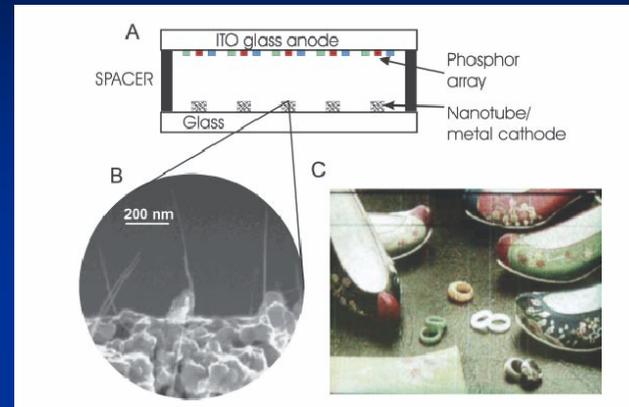


ENGINEERING & MARKETING

SERVICES LTD.



SÍKKÉPERNYŐ - SAMSUNG



VILÁGÍTÁS – ISE ELECTRONIC. CO. Japán

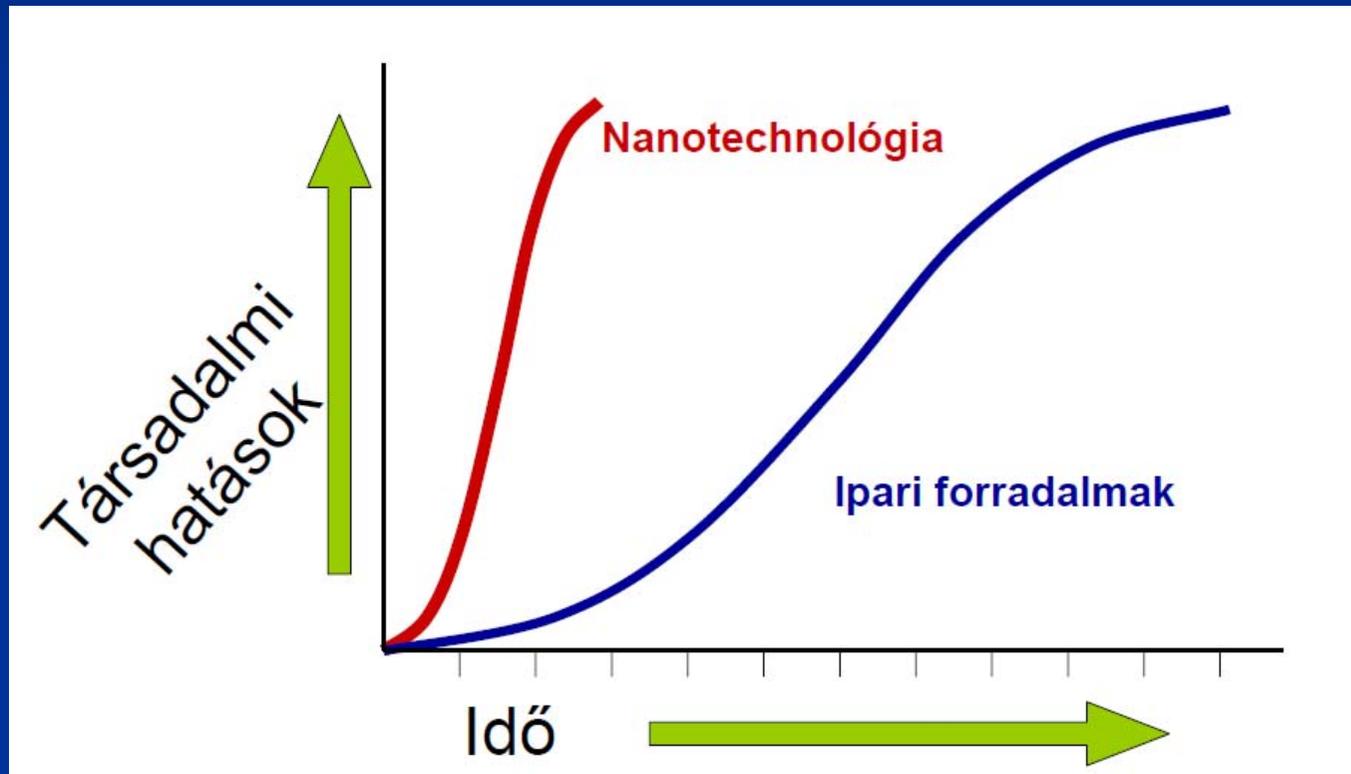


Hordozható RX készülék –  
APPLIED  
NANOTECHNOLOGIES Ltd.,  
USA



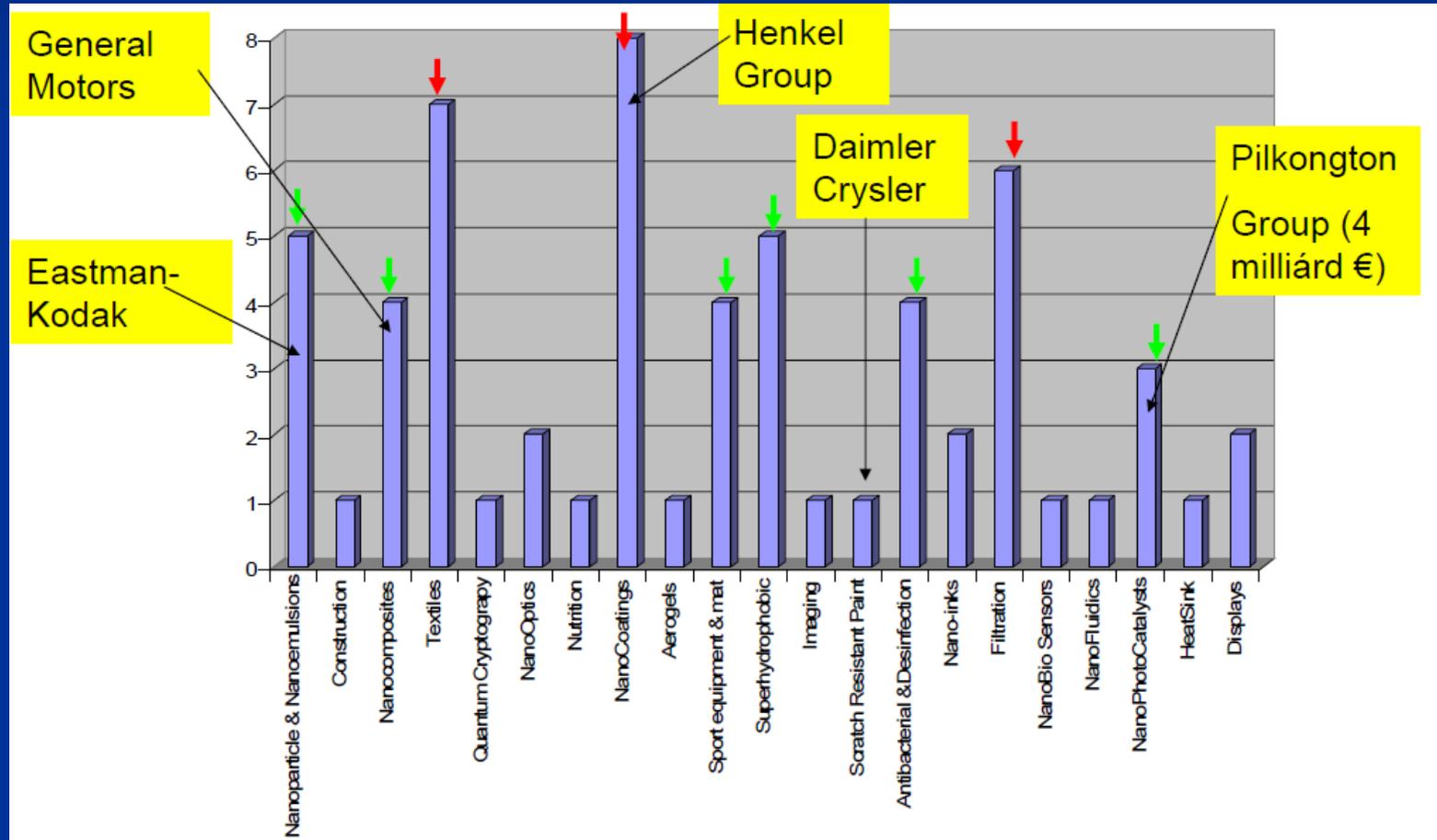
BICIKLI ( a teljes váz 1 kg!!)- EASTON  
SPORTS, USA

# Gyorsuló Hatások



# TÉNYEK

(2006 február 04) 71 cég forgalmaz  
„nano-alapú” termékeket (forrás:  
NANOVIP.COM)



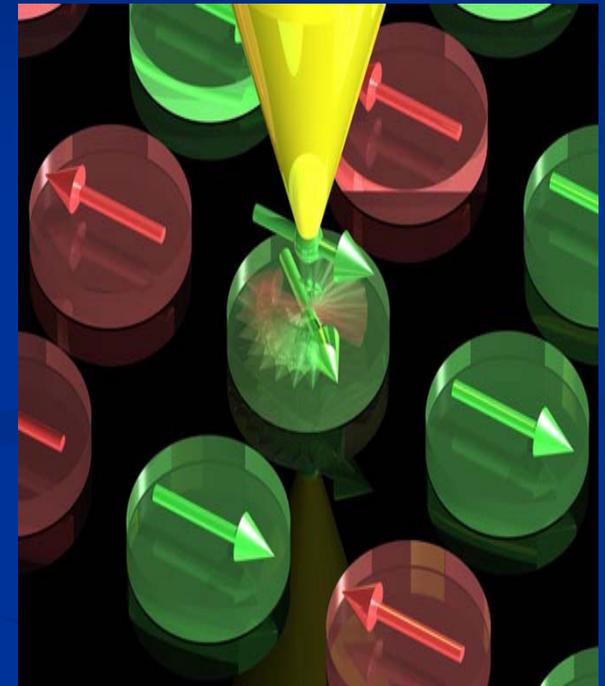
# TANULSÁGOK

- Az élsportolók és a csúcskozmetikumok világában nem az ár az elsődleges szempont – minőség és teljesítőképesség mindenképp felett! => ezek a területek alkalmasak az új és egyelőre igen drága technológiák ipari bevezetésére.
- Hasonló elvek érvényesülnek a katonai fejlesztésekben, azokról viszont kevesebbet hallunk ...

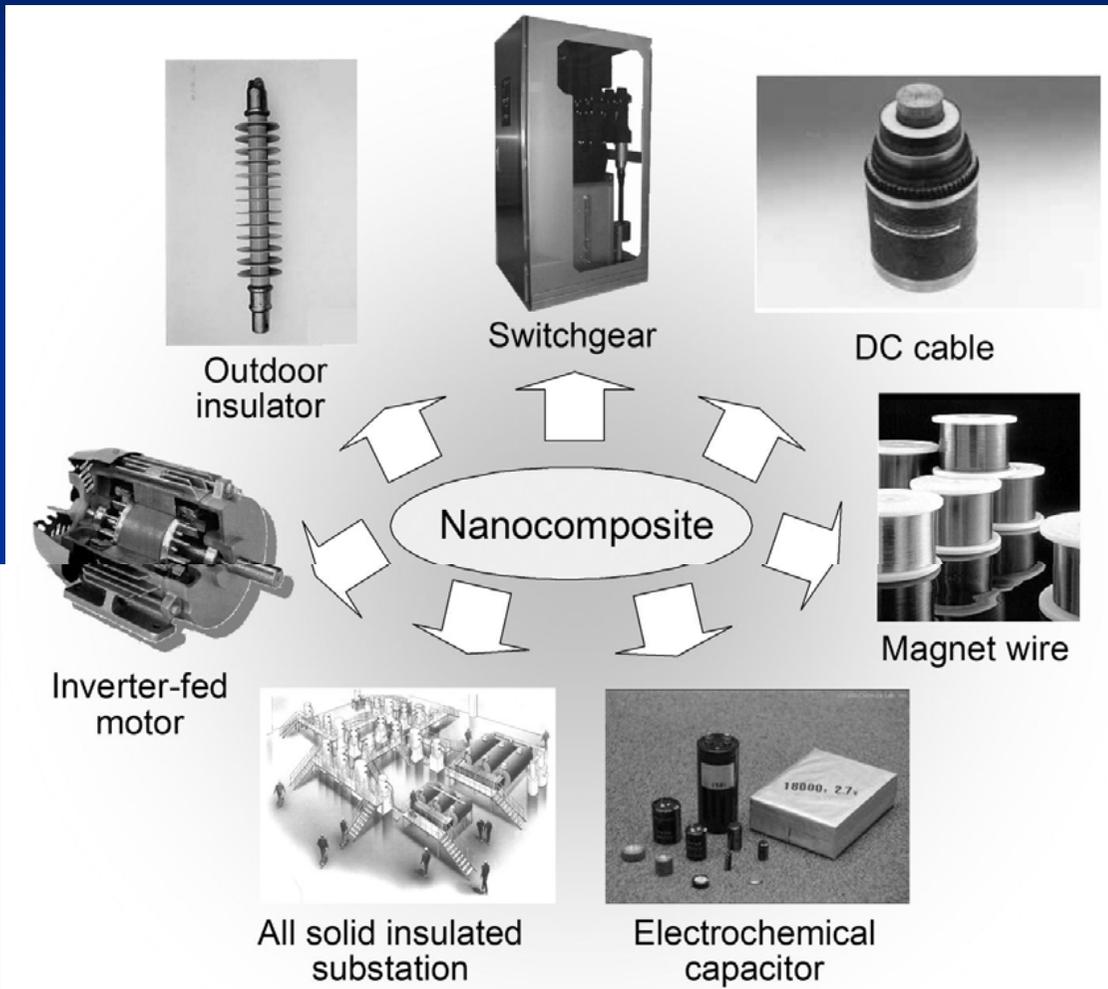


# Gondolatok

- A Nanotechnológia – DISZRUPTIV technológia => az autógyártás kiküszöbölte a hintó és szekér készítést => nemcsak új termék, de új termelési mód is. Az ipar MINDEN területét érinti!
- A Nanotechnológia – KONVERGENS technológia => a nano-, bio-, info- és kognotechnológiák egymás felé tartanak új ötletekkel és módszerekkel kölcsönösen „termékenyítve” egymást.



# Potential application of nanocomposites in power industry



Chairperson: Prof. T. Tanaka



Secretary: Y. Mizutani



Secretary: Dr. T. Imai



Assistant Secretary: N. Fuse

References: Toshiba Review, No12 (2007). Web-site(<http://www.nnets.co.jp/itemlist/insulator/gaisi/pori-1.html>), Nihon Network Support Co.. Nanotech 2006, Toshiba Co.. CRIEPI Research Report, H05008 (2006). Web-site(<http://www.ecass-forum.org/jpn/admission/adlc.html>), ECaSS forum. Web-site(<http://www.hitachi-hmw.co.jp/>), Hitachi Magnet Wire Co.. Hitachi Cable, No. 21 (2002).

# HVDC Cable material

Table 1. Generation Classification of HVDC Material

	1st generation	2nd generation For 250kV dc Cable	3rd generation For 500kV dc Cable
Base polymer	XLPE		
Material of filler	Mineral filler	MgO (99.96%)	MgO (99.98%)
Average diameter of filler	Micro size	30nm	50nm
Content of filler	40phr	5phr	1phr
Surface treatment of filler	-	Silane treatment	Silane treatment *
Separate treatment after silane treatment	-	Mill-crushing	Jet-crushing

\*: The method of processing of silane treatment and silane

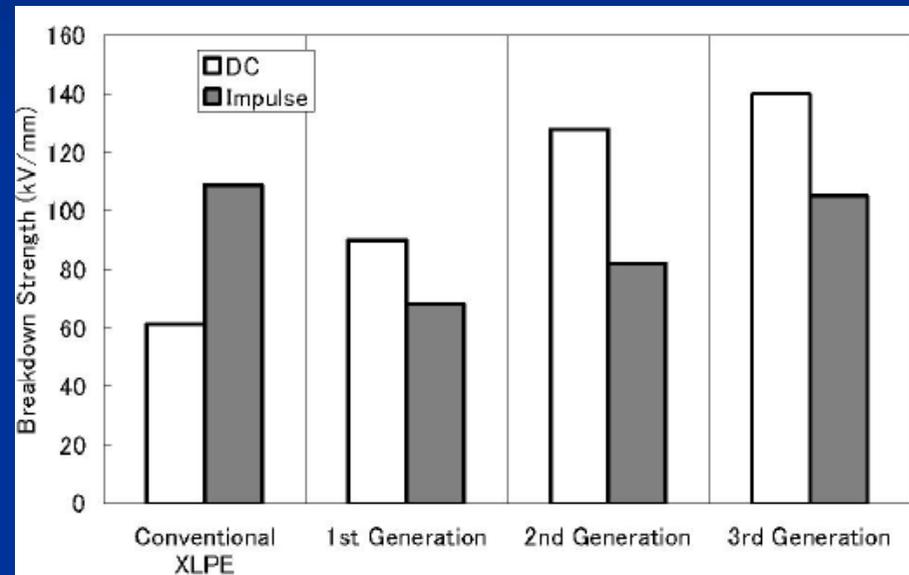
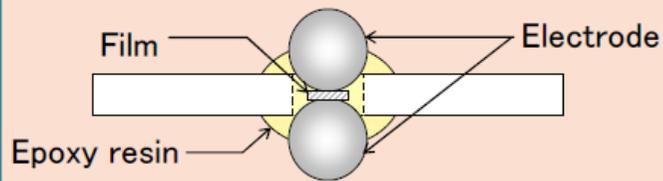


Fig. 1. Generation transition of breakdown strength of

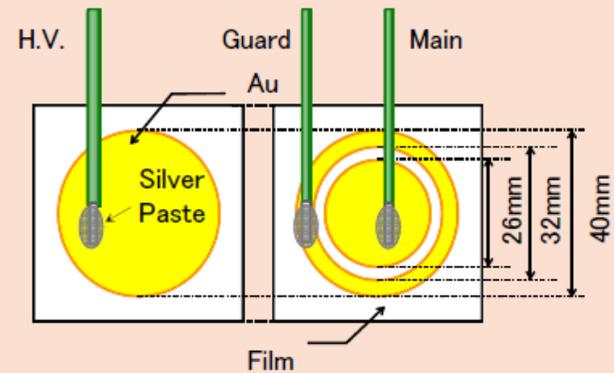
# Samples and Measurement System

## Breakdown test

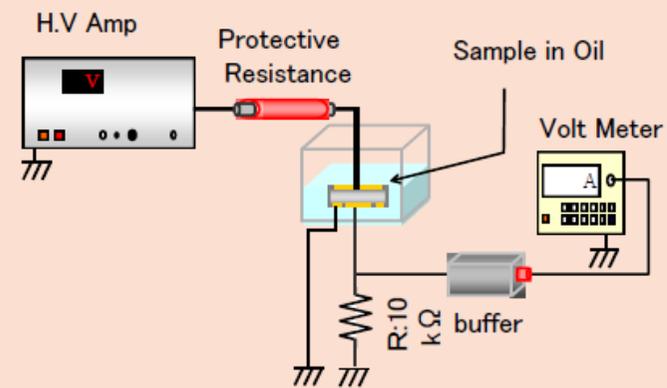


McKeown Electrode System

## Conduction current

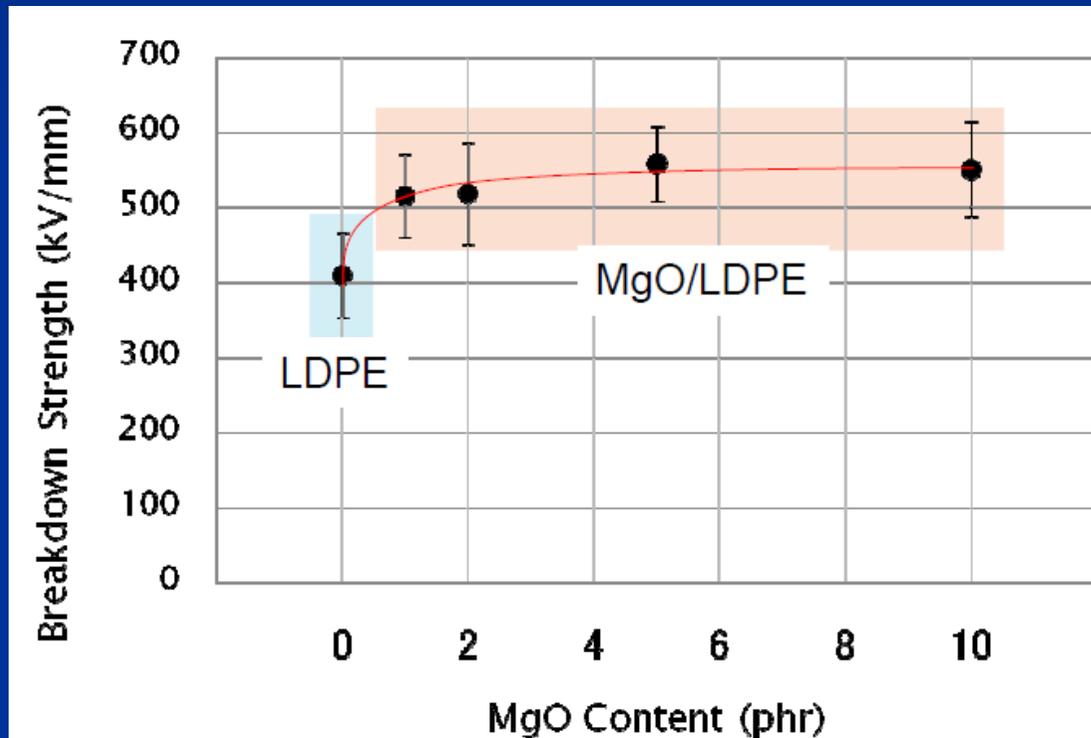


Sample configuration



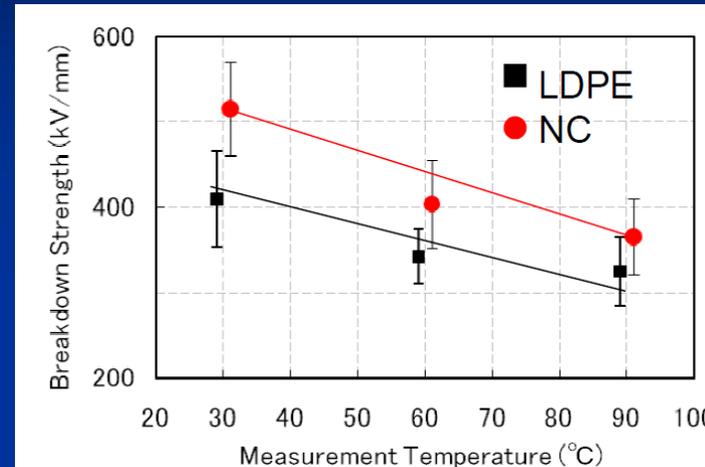
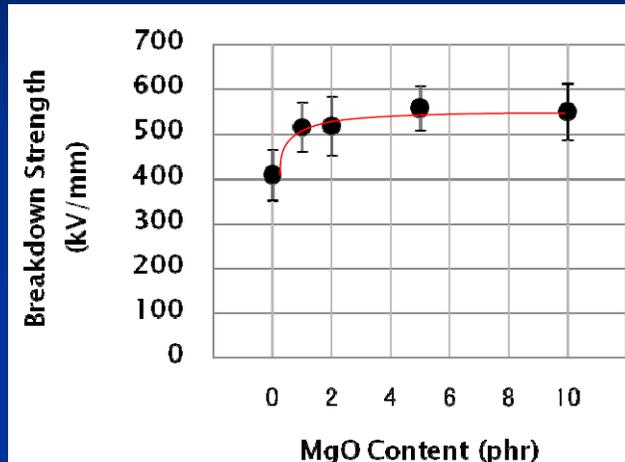
Measurement system

# DC Breakdown Characteristic



DC breakdown strength increased with addition of MgO nanofiller

# DC Breakdown process



Breakdown strength saturates with MgO contents

MgO does not act as a scattering center to electron avalanche

Negative temperature dependence

Local heat generation

Filamentary thermal breakdown ?

MgO reduce local heat generation

➔ Increase of breakdown strength

# Conclusion

LDPE (and XLPE) Nanocomposite with MgO nanofiller

- Space charge reduction at high fields
- Larger conduction current but reduction of local heat generation at high fields



- Possibility of Filamentary thermal breakdown

Improve of local defects by nanofiller



Increase of Breakdown strength  
Also for treeing breakdown and PD resistance



# Improving epoxy materials with nano-filler

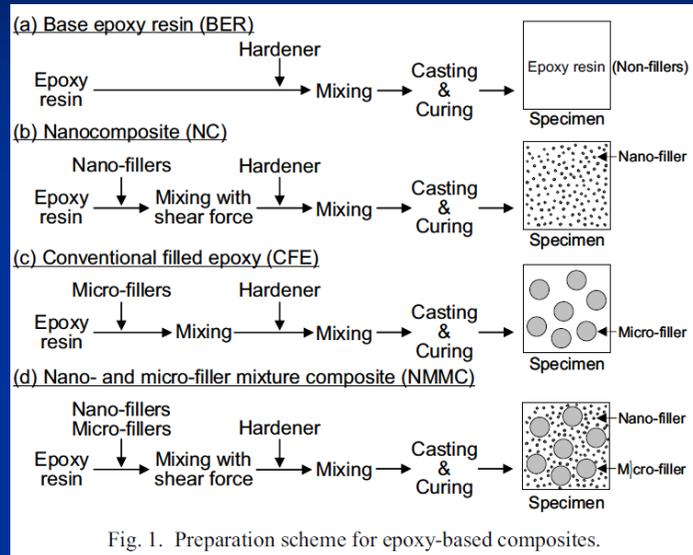


Fig. 1. Preparation scheme for epoxy-based composites.

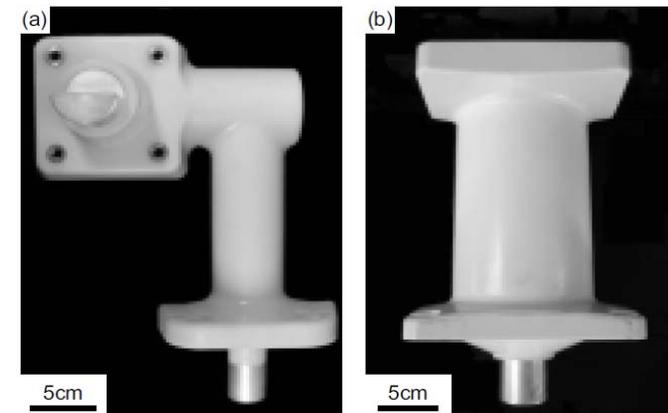
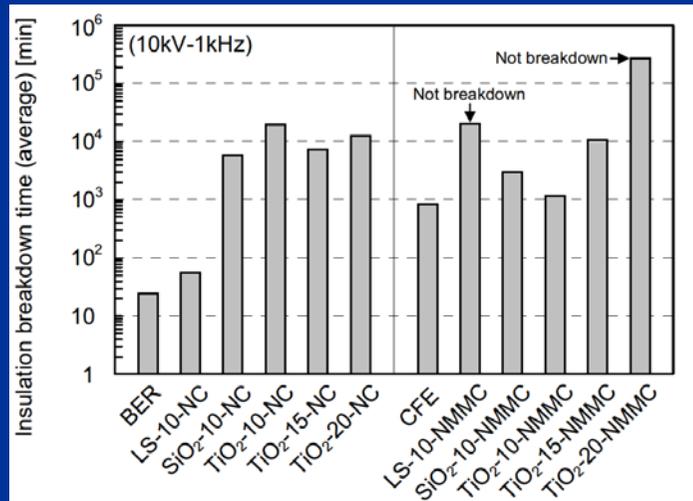
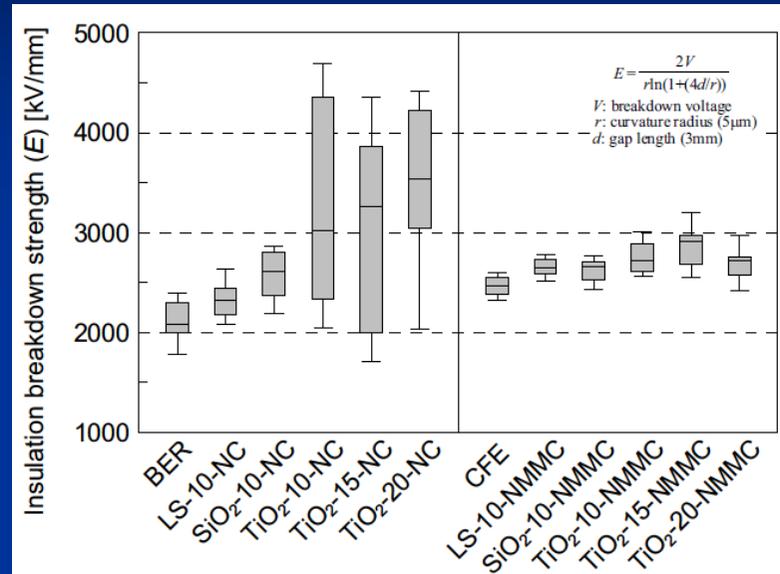
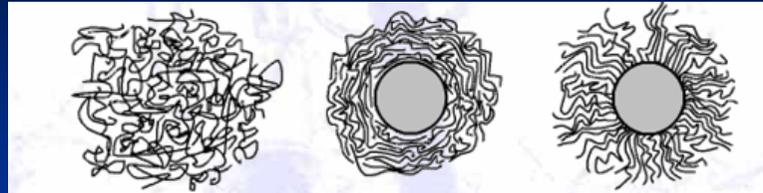


Fig. 9. Full-scale trial models molded by NMMCs, (a) Connecting conductor molded by LS-10-NMMC, (b) Vacuum interrupter molded by the TiO<sub>2</sub>-20-NMMC.

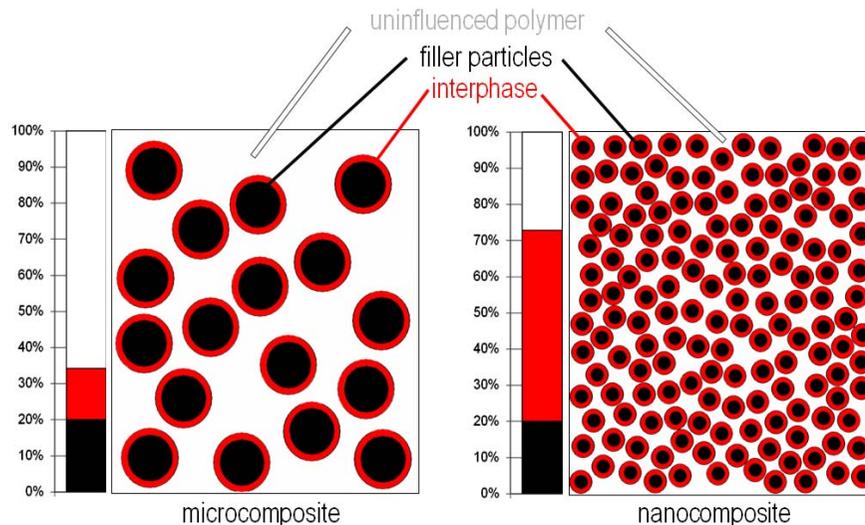
# Silicone rubber with nano-filler



## Polymer morphology with nanofiller particle

nanocomposite: polymeric material with filler particles having a size  $< 100$  nm

interphase: area of the polymer, where the polymer is influenced by the particles (red)  
 $\Rightarrow$  presumably properties of the interphase differ from the remaining polymer



very high interphase content  $\Rightarrow$  interphase can effect the properties of the whole material!

## Definition nanocomposite and mode of action

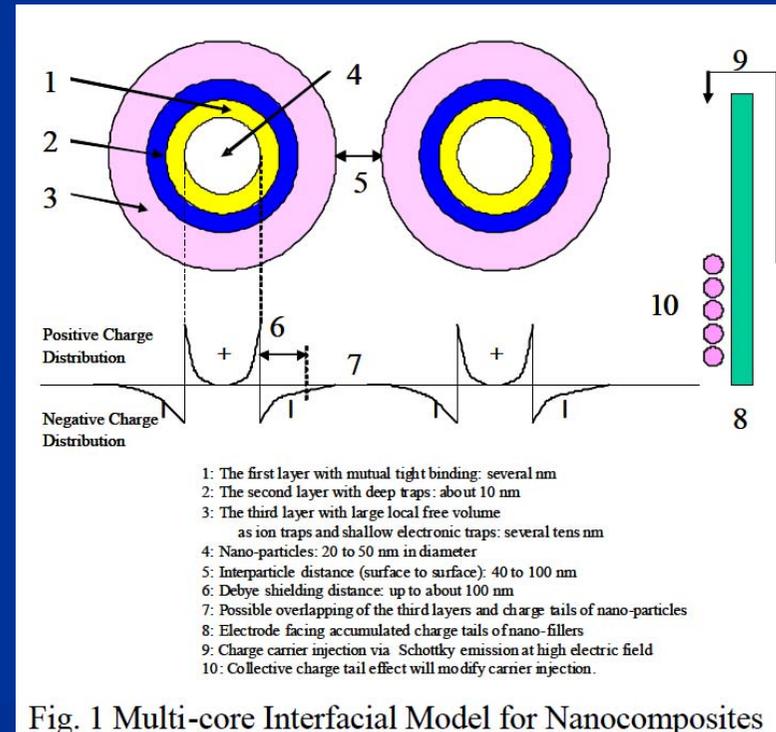
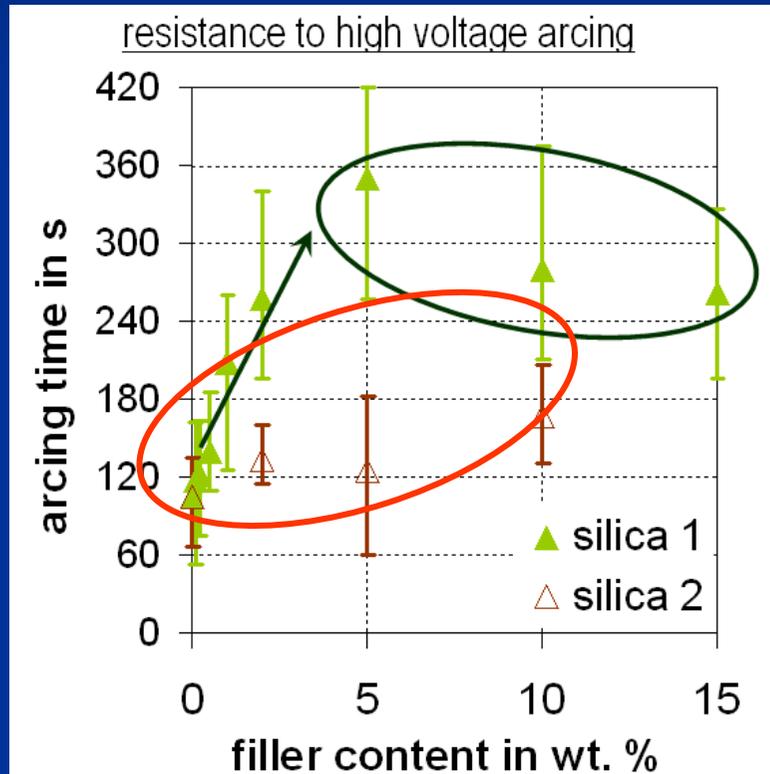


Fig. 1 Multi-core Interfacial Model for Nanocomposites

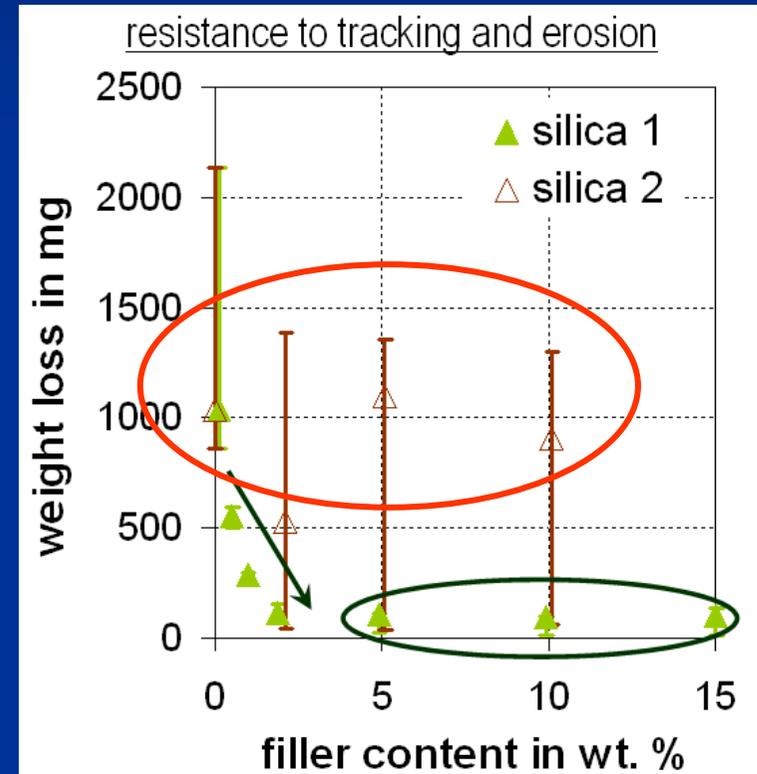
## Multi-Core model

# Results for the resistance to:

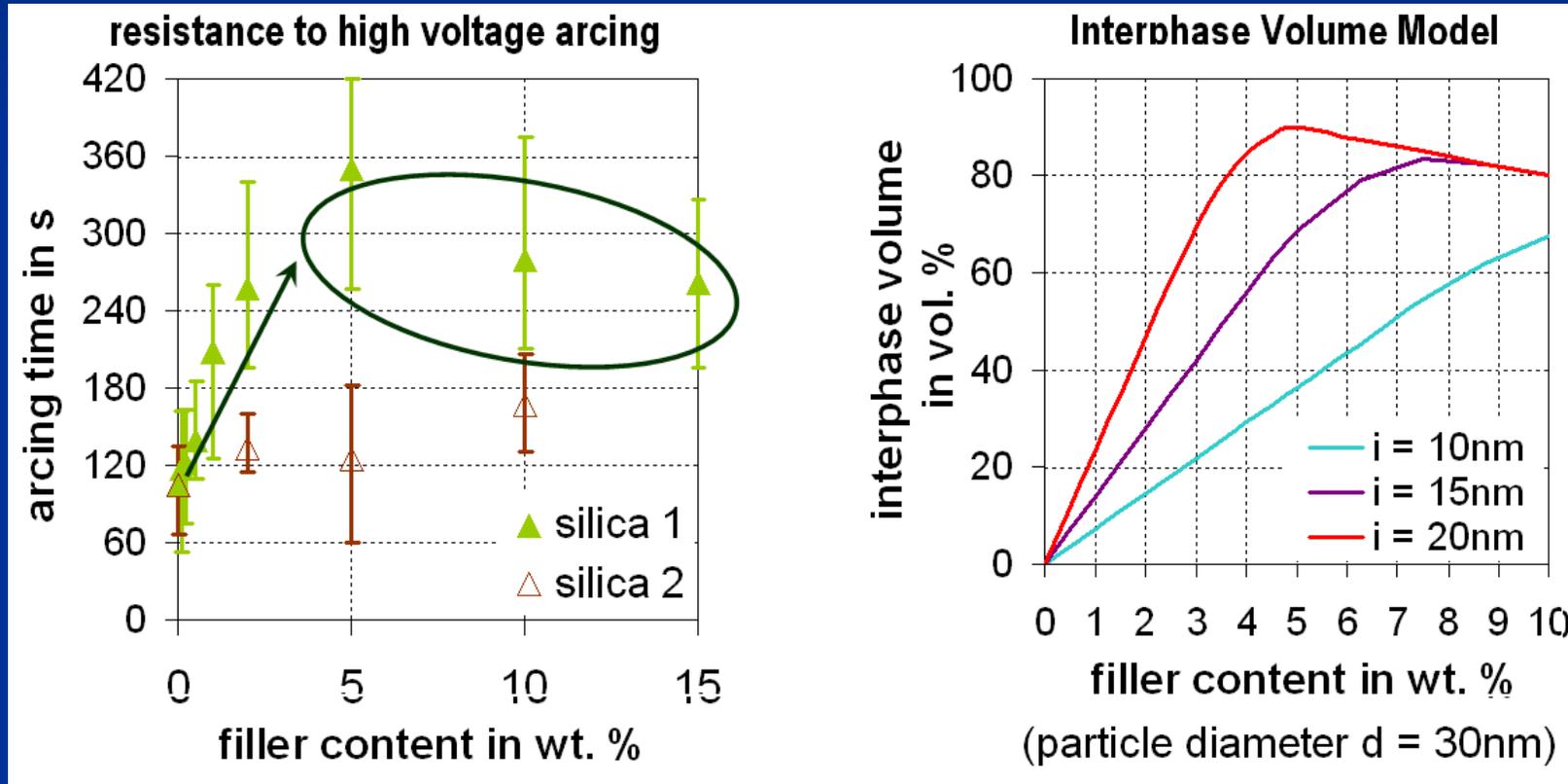
## Arcing



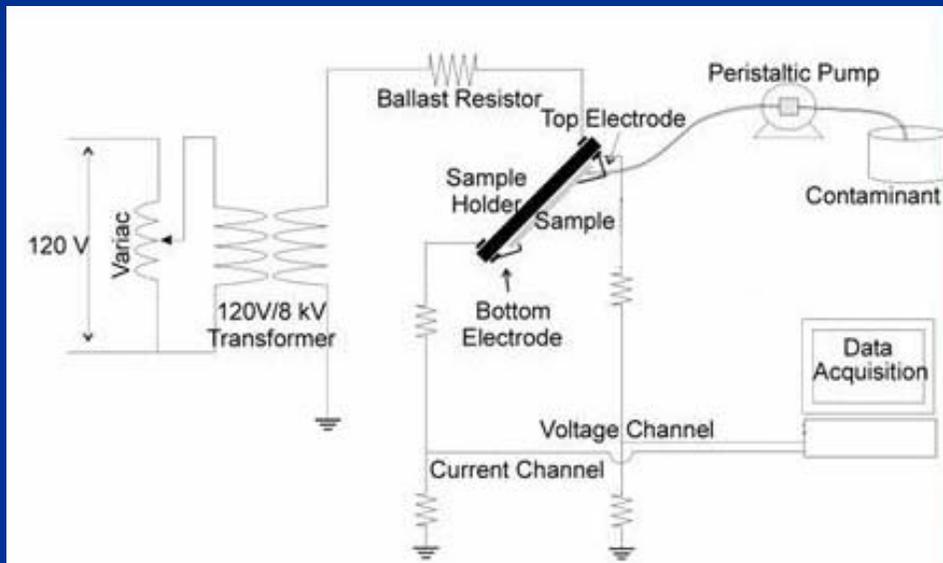
## Tracking & erosion



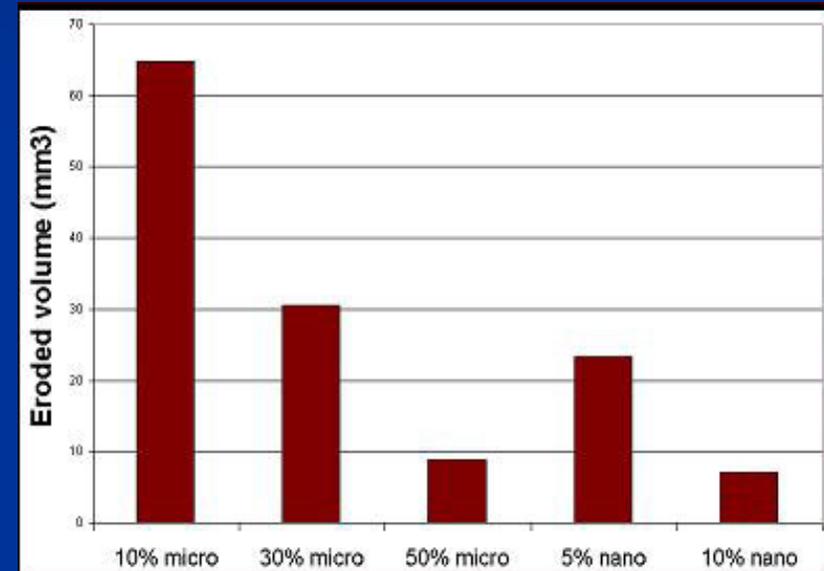
# Results for the resistance to arcing



# Resistance of tracking and erosion



Testing equipment



Test results

**Köszönöm a figyelmet!**