

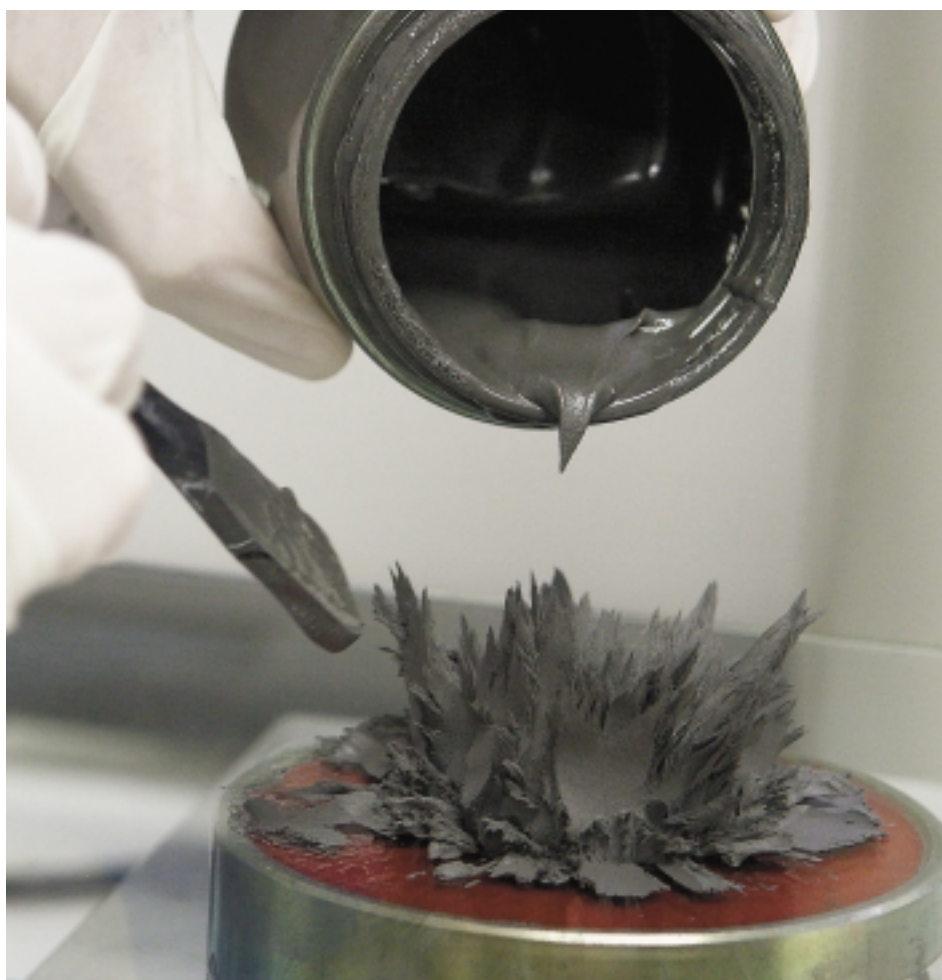
Materialak adimendunak ote?

Ibon Aranberri dok., Juan Carlos Manchado, Dani Garay, Lina Matellanes & J. Ramón Dios

GAIKER zentro teknologikoko ikertzaileak.

Inguraten gaituzten materialak soraioak omen dira, bizigabeak, eta, beraz, ez diete estimuluei erantzuten. Ez da egia, noski, baina teknologiaren aurrerapenak ekarri dituen material berrien ondoan lilura galtzen dute. Izan ere, tenperatura batetik gora beroa islatu eta argiari pasatzen uzten dion beirarekin alderatuta, betiko egurrak, harriak edo baita ohiko metalek ere gauza gutxi irudi dezakete.

MATERIAL ADIMENDUNAK –SMART EDO INTELLIGENT INGELESEZ– material aktibo edo multifuntzional izenez ere ezagutzen dira. Material horiek ingurunetik datozen estimulu fisiko eta kimikoei erantzuteko abilezia daukate. Baina ez edonola. Erantzunak itzulgarria eta kontrolatua izan behar du. Egurra, adibidez, bustiz gero puztu egiten da; lehortutakoan, ordea, ez da lehengora itzultzen. Sailkapen horren arabera, beraz, egurra ez litzateke material adimenduna izango, kanpo-estimulu bati erantzun dion arren.



Fluido magnetoerreologiko bat. Poto barruan dagoen likidoa piztutako elektroimanaren gainean isuriz gero, lerrokatu egiten da, eta solido-itxura hartzen du. Elektroimana itzali ondoren, eroritako likidoak likidoen propietateak berreskuratzen ditu berriz ere.

GAIKER

Material adimendunak sentsore eta eragingailu –‘sentitutako’ kinadari erantzun bat eman eta informazioa egituraren alde batetik bestera bidaltzeko gai direnak– berriak garatzeko baliagarriak dira, eta sentsore horiek, berriz, hainbat egitura –eraikinak, zubiak...– egin eta haien ezaugarriak une oro aztertzeko. Jada hasiak dira erabiltzen.

Mota ugari

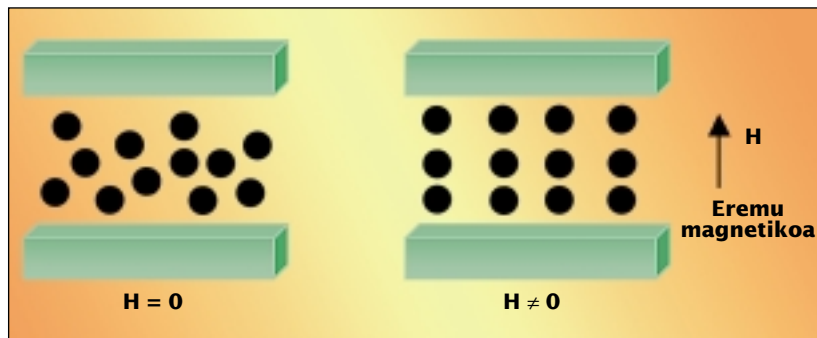
Material adimendunak mota askotakoak izan daitezke: organikoak edo ez-organikoak, metalikoak, zeramikoak edo polimerikoak... Ondorioz, erabilera ere mugagabea izan daiteke. Material adimendun guztien artean, ordea, polimeroak dira gaur egun gehien erabiltzen direnak. Izan ere, arinak, gogorrak eta merkeak izateaz gain, nahiko

MATERIAL ADIMENDUNEN SAILKAPENA
FORMA-MEMORIADUNAK
Aleazioak
Polimeroak
ELEKTROAKTIBOAK ETA MAGNETOAKTIBOAK
Piezoelektroiak
Fluido eta solido elektroerreologikoak
Fluido eta solido magnetoerreologikoak
Polimero eroaleak
FOTOAKTIBOAK
Fosforeszenteak eta fluororeszenteak
Elektroluminisizenteak
KROMOAKTIBOAK
Termokromikoak
Fotokromikoak
Elektrokromikoak
EGITURA ETA PROZESU ADIMENDUNAK
Zuntz optikodun sentsoreak
Egitura eta prozesu adimedunak

erraz sintetiza eta transformatu daitezke, eta nahi diren aplikazioetara aise zuzendu.

Material adimendun batzuek beren forma 'gogoratzeko' ahalmena daukate. Forma-memoriadunak esaten zaie. Eredu elektriko baten pean edo tenperaturaren eraginez deformatu egiten dira, eta estimulu fisikoa ezeztatzean aurreko egoerara bueltatzen dira. Ezagunenak SMAk (Shape Memory Alloys edo forma-memoriadun aleazioak) dira, baina azken urteetan SMPak (Shape Memory Polymers, forma-memoriadun polimeroak) ere ari dira ikertzen. SMPak dagoeneko merkaturatu dituzte Estatu Batuetan eta Japonian, baina ez oraindik Europan.

Beste batzuek, antzeko estimuluak jasota, propietate fisikoak aldatzen dituzte. Elektroaktiboak eta magnetoaktiboak, adibidez, inguruko eremu elektriko edo magnetikoaren arabera aldatzen dira. Hainbat –piezoelektroiak– gai dira inguruko energia elektriko energia mekaniko bihurtzeko, eta alderantziz.



Partikulen jarrera eremu gabe eta eremu bat piztean.

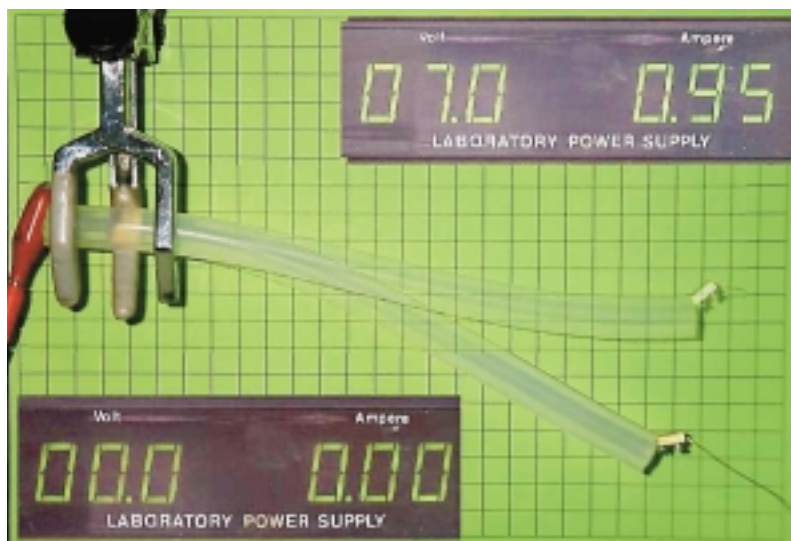
Solido eta fluido elektroerreologikoak ere sentikorak dira eremu elektriko eta magnetikoekiko. 5-10 mikrometro inguruko partikulez osatutako dispersioak dira. Eredu gabe dispersioak zeharo fluidoak dira, baina eremuaren pean partikulak lerrotatu egiten dira, eta likidoak solidoen propietateak hartzen ditu.

Ondoren, eremua desagertutakoan, partikulak 'lasaitu' egiten dira eta fluidoak bere ezaugarri intrintsekoak berreskuratzen ditu –jariartetasuna, kasu honetan–.

Merkatuan badira, adibidez, fluido magnetoerreologikoz egindako indargetzaille adimendunak dituzten autoak. Eta, horiei esker, ez dago eroso eta segurtasunez gidatzearen artean oreka-punturik bilatu beharrik. Izan ere, gaur egun indargetzaille seguruenak gogorrenak ere badira. Ondorioz, automobil-egileek legeak ezarritako segurtasun minimoarekin jokatu behar dute, autoen erosotasuna handitu ahal izateko.

Fluido magnetoerreologikoekin, ordea, oreka-behar hori desagertu egiten da, eta segurtasun eta erosotasun handiko

“material adimendunek materiala bera inguratzen duen eremutik estimulu fisiko eta kimikoei erantzuteko abilezia daukate”



Eredu elektriko 0 denean, materiala erlatiboki zuzen dago. Eredu piztutakoan, ordea, hodiaren barruan doan SMA berotu (70-80 °C) eta fasez aldatzen da. Ondorioz, uzkurto eta silikonazko hodia tolestu eta jaso egiten da. Eredu hutsera jaitzita, materialak forma-memoria daukanez, jatorrizko formara itzultzen da.

autoak egin daitezke. Oro har, automobilgintza oso esparru egokia da material adimendunentzat, elektronikak eta sentsoreek gero eta indar gehiago bereganatu dute eta.

Polimero eroaleak ere material elektroaktibo garrantzitsuak dira. Orainsu arte polimeroen ezaugarri nagusietako bat izaera isolatzailea zen, baina hainbat polimero eroale izan daitezkeela aurkitu zuten duela ez asko. Poliazetilenoa, polipirrola eta polianilina dira ezagunenak eta aztertuenak. Eta beharbada etorkizunean metalezko kable asko polimero eroaleez ordezkatu ahal izango dira.

Oraingoz, han-hemenka aurki daitezke, telefono mugikorretan eta telebista berrien koloredun pantaila lauetan. Material elektroluminiszentez eginak dira, eta abantaila hauek dituzte: arinak dira, ez dira berotzen eta argi igorle indartsuak dira.

Edonola ere, ikerketa-esparru indartsua da hau, eta, horren lekuko polimeroen eroankortasunaz jabetu ziren ikertzaileek 2000n jasotako Nobel saria.



Material fotokromiko bat. Argi ultramorea jasotakoan kolorez aldatzen dira.

Eroaleak izan ez baina argi-izpiei erantzuten dietenak ere badaude. Material horiek fotoaktiboak direla esaten da, eta hainbat motatako aldaketak jasan ditzakete. Aipagarrienak material fosforeszenteak eta fluoforeszenteak dira.

Bi horiek argi-izpiak igortzeko gai dira. Material fosforeszenteak izpiak jaso eta igorlea amatatu bezain azkar hasten dira jasotako argia/energia berriz igortzen (ordularietako orratz asko, adibidez, egunez argia jaso eta gaez argiztaten dira). Fluoforeszenteak, ostera, eguneko argi arruntean zuriak dira, baina, argi ultramorea jasoz gero, argi fluoforeszente indartsua emititzen dute aldi berean. Material elektroluminiszentek ere argi-igorle indartsu bihurtzen dira korrante elektriko bat jaso ondoren.

Azkenik, kromoaktibo esaten zaienak daude. Horiek kolorea aldatzeko gaitasuna dute, korrante elektriko bat

“dagoeneko merkatuan dauden hainbat produktu politagoak, merkeagoak eta, azken finean, erosoagoak izateko balio dute”

Material adimendunak EAEn

GAIKER zentro teknologikoan, polimero, plastiko eta konpositekin lan egiten dugu. Alde batetik, polimero eroaleak eta automobilgintzan horren sarri erabiltzen diren polipropilenoa (PP) eta poliestirenoa (PS) nahasten ari gara. Gaur egun merkatuan aurki daitezkeen polimero eroaleek ezaugarri mekaniko eskas samarrak dituzte, eta helburua da ezaugarri hobekak dituzten plastikoak sortzea. Horrez gain, material magnetoerreologikoak eta elektroerreologikoak aztertzen dihardugu. Partikula eta olio desberdinak dituzten esekidurak garatzen ari gara, merkatuan dauden esekidurak bezalakoak lortzeko asmotan. Horretarako, erabili beharreko fluidoek likatasunaz gain, partikulen kopurua, pisua eta haien arteko indarrak kontrolatu beharra dago.

Bestalde, Europako Batasunak finantzaturako solido magnetoerreologikoei buruzko proiektu baten partaide gara. Elastomeroekin —polimero-mota bat— lan egiten dugu. Elastomeroetan burdin mikropartikulak txertatzen ditugu, eta, ondoren, eremu magnetiko bat ezartzean, material horiek eragiten duten erresistentzia mekanikoa neurtzen dugu. Helburua da autoentzako indargetzaile apropos bat lortzea, eta, oraingoz, emaitzak itxaropentsuak dira.

Horrez gainera, Leioako Kimika Makromolekularreko Laborategiarekin batera, polimero piezoelektrokoekin eta forma-memoriadunekin ari gara lanean, horiek sintetizatzen eta horien transformazioa ikertzen. Sarri, ordea, polimero berriak oso kantitate txikietan sintetizatu ahal izaten dira hasieran, eta, zoritxarrez, denbora asko behar izaten da produktu horiek merkaturatzen. Bestalde, aplikazio eta teknologia berri horietan interesa duten enpresak ere topatu behar dira. Izan ere, teknologia hauek produktuei balio erantsia ematen dieten arren, maiz enpresa txikiak ez dute horrelako kontuetan sartu nahi izaten.

Euskal Autonomia Erkidegoan ACTIMAT partzuergoa osatu dugu material adimendunekin lanean dihardugun taldeok: MTC, CIDETEC, ROBOTIKER, INASMET, IKERLAN eta GAIKER zentro teknologikoak; Mondragon Unibertsitatea; eta EHUko Kimika Makromolekularreko Laborategia, Magnetismo eta Material Magnetikoen Taldea eta Metalurgia Fisikoaren Taldea (Leioakoak hirurak). Taldearen burua GAIKER zentro teknologikoa da 2000tik, eta partzuergoa Eusko Jaurlaritzako Industria, Merkataritza eta Turismo Sailak diruz laguntzen du, ETORTEK programaren bidez.

—elektrokromikoak—, erradiazio ultra-
morea —fotokromikoak— edo tenpera-
tura-aldaketa bat —termokromikoak—
jasaten badute. Jasotako energia
agortutakoan, noski, materialak berriz
ere jatorrizko kolorea berreskuratuko
luke.

Temperaturarekin kolorea aldatzen
duten materialak, adibidez, oso lagun-
garriak izango lirateke eguneroko bizi-
moduan, segurtasunaren ikuspuntutik,
bereziki. Zartaginak, kafe-makinak edo
edalontziak material termokromikoz
eginez gero, erraz ikusiko genuke zer
temperatura duten, eta asko murriztu-
ko lirateke erreduzak zein istripuak.
Umeei dagokienean ere, biberioia dela
edo bainua dela, oso interesgarriak
izan litezke.

Ontzien eta bilgarrien arloan ere, pro-
duktuen kalitatea hobetzeko adimen-
dun etiketak erabiltzen dira. Etiketa
horiek produktuaren kalitatea bermatzen
dute eta produkzio- eta banaketa-
prozesuen informazio zehatza ematen
dute.

Bestalde, produktu askoren temperatu-
ra etiketaren kolorearen arabera ere
jakin daiteke. Ingalaterran, adibidez,
Newscastle garagardoaren etiketak
izar urdin bat du. Etiketa temperaturaren
arabera ilundu edo argitu egiten da,

Egitura adimendunak

Material adimendunak egitura adimendunak diseinatzeko eta eraikitzeko ere erabiltzen dira. Sistema horietan zuntz optikoa erabiltzen da informazioa alde batetik bestera eramateko. Zuntz optikoko sentikortasun handiko materialak dira, eta, gainera, sentsore gisa ere erabil daitezke. Temperatura-aldaketak, indar desberdinak, deformazioak, tentsio-aldaketak eta abar antzemateko eta informazioa garraiatzeko gai dira.

Egitura adimendunak sentsorez eta eragingailuz hornituriko sistema konplexuak dira. Sistemaren beraren egoera (temperatura, deformazioa, korrosioa...) azaltzeko gai dira, eta baita materialaren beraren parametro batzuk aldatzeko ere (kolorea, forma, gortasuna...). Ondorioz, gai dira, zertarako diseinatu diren, eginbehar hari ezin hobeto erantzuteko.


eta, horri esker, botila hartu aurretik
bezeroak jakin dezake garagardoa
behar bezain hotza dagoen.

produktu berriak garatu dira, baina,
batez ere, dagoeneko erabiltzen ziren
gailuen pisua eta konplexutasuna
murriztea lortu da. Izan ere, kontuan
hartu behar da material adimendune-
kin ez direla erabat produktu berriak
egin nahi, baizik eta merkatuan dau-
den hainbat produktu politago, mer-
keago, fidagarriago eta, azken finean,
erosoago bihurtu nahi direla.

*“temperaturarekin
kolorez aldatzen
diren materialak
oso lagungarriak
lirateke eguneroko
bizimoduan
segurtasunaren
ikuspuntutik”*

Bistan denez, material adimendunak
dagoeneko erabili dira arrakasta
handiko aplikazioetan. Sistema eta

Horretarako, unibertsitateko ikerkun-
tza-taldean eta zentro teknologikoen
lana erabakigarria izango da hurren-
go urteetan. Unibertsitateko taldean
oinarritako ikerkuntzak material hauek
hobeto ulertzen lagunduko digu. Zen-
tro teknologikoek, berriz, material
hauen aplikazioetan lan egin beharko
dute, gizarteari produktu berriak eta
hobeak eskaintzeko.

Hala, material ‘pasiboen’ garaitik mate-
rial ‘aktiboen’ garaira pasatuko gara,
‘erantzuten’ dakiten materialen garaira,
eta nork daki etorkizunean zer etorri-
ko den. Material adimendunei buruz
GAIKERek antolatutako jardunaldietan
Jan Van Humbecck irakasleak iragarri
zuen, material adimendun edo argiez
gain, ‘jakitunak’ ere ezagutuko ditugu
agian. 



Material termokromikoak. Temperatura-aldaketek kolore desberdinak eragiten dituzte.

Informazio gehiago nahi izanez gero,
eskuragarri duzue ACTIMAT patzuergoak
Adimendun materialak izenez argitaratzen
duen hiruhilabetekaria. Aldizkari horretan,
atzerriko eta Euskal Herriko adimendun
materialiei buruzko ikerkuntzaren azken
berriak agertzen dira.