

Magnetik Malzemeler Grubunda Nano Teknolojisi

Selim YÜREKTEN, Yönetim Kurulu Başkanı
Enpay

Nano teknoloji uygulamaları, son yıllarda muhtelif malzemelerin üretiminde büyük bir reform oluşturdu. İleri magnetik malzeme (Advanced Material) üretiminde geliştirilen teknoloji sayesinde nanokristalin ve amorf metaller, konvansiyonel magnetik malzemelere kıyasla çok yüksek performans sayesinde, teknik ve ekonomik avantaj sağladılar. Özellikle çevreye uyumlu malzeme bususunda ön plana geçtiler.

Gerek Mayıs 2007 ve gerekse Ekim 2007 sayısında magnetik malzeme teknolojilerini ve bunların kullanım alanlarını inceleyen makalelerimizde oldukça detaylar içeren bilgiler vermiştik. [1]ve[2]

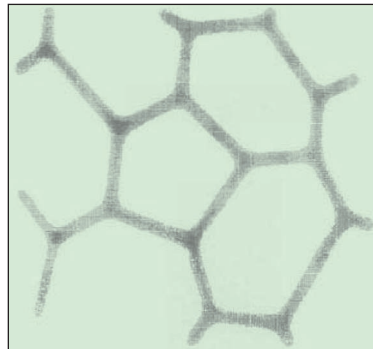
Nano teknoloji uygulamaları, son yıllarda muhtelif malzemelerin üretiminde büyük bir reform oluşturdu. İleri magnetik malzeme (Advanced Materials) üretiminde geliştirilen teknoloji sayesinde nanokristalin ve amorf metaller, konvansiyonel magnetik malzemelere kıyasla çok yüksek performans sayesinde, teknik ve ekonomik avantaj sağladılar. Özellikle çevreye uyum-

lu malzeme hususunda ön plana geçtiler.

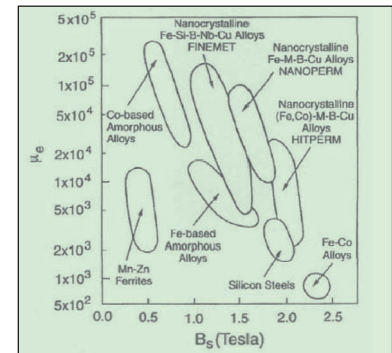
Bu yazımızda nanokristalin malzemeleri inceleyecek, amorf malzemeleri de ilerdeki bir makalemizde konu edeceğiz. Esasen her ikisinin özellikleri ve üretim şekli birbirine çok benzemektedir.

Elektrik ve elektronik sanayisinin girdisi olarak nanokristalin malzemeler, en çok ince band halinde kullanılır (0,022–0,035 mm.).

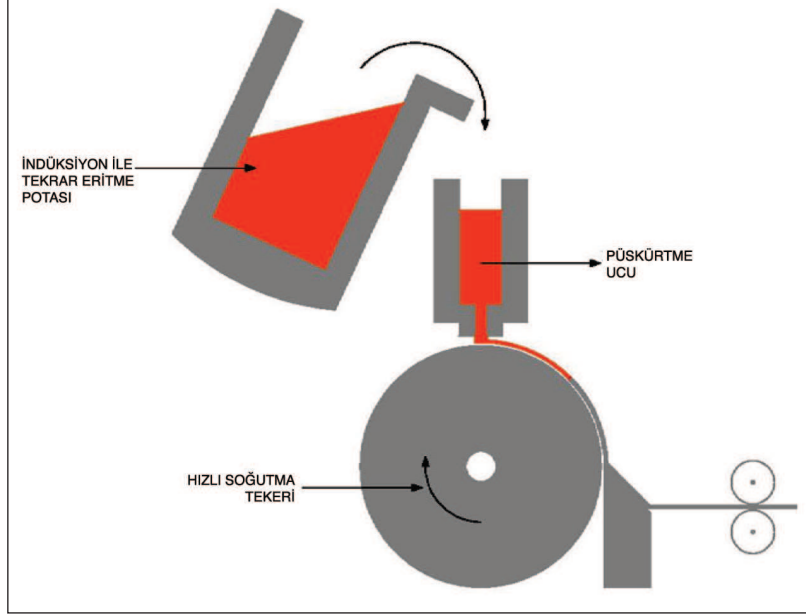
Bu konuda ilk teorik bilgiler, 1960'lı yıllarda ortaya çıktı. İlk üretim, 1990'larda ABD ve Ja-



Şekil 1. [7]



Şekil 2. [7]



Şekil 3.

ponya'da gerçekleştirildi. İşin endüstriyel uygulama alanına girişi, ancak son yıllarda mümkün oldu.

Malzeme yapısı demir, bakır, silisyum, bor, niobium gibi minerallerden oluşur. Şekil 1'de şematik olarak nanokristalin ferromagnetik grain yapısı; şekil 2'de ise yumuşak magnetik malzemelerin permeabiliteleri μ_e ile 1 kHz de doyma polarizasyonu ilişkisi görülüyor.

Nanokristalin band üretimi

Yukarıda verilen malzemeler, belli oranlarda karışım halinde bir potada ergitilir. Akışkan haldeki ergiyik, ince bir yarıktan hızla dönen disk üzerine dökülür. Bu esnada aniden soğur ve çok ince band haline dönüşür, teypler halinde sarılır. Bu haliyle çok kırılğan olduğundan eldivensiz dokunulmamalıdır.

Bir akım trafosunda nikel alaşımını nüve yerine nanokristalin nüve kullanılması halinde (Teknik performans aynı kalmak şartıyla); nüve ağırlığında ortalama yüzde 60 tasarruf, nüve kesitinin küçülmesi sebebiyle de yüzde 25 bakır tel tasarrufu sağlandığı görülmektedir.

Şekil 3'te şematik olarak üretim prosedürü görülüyor.

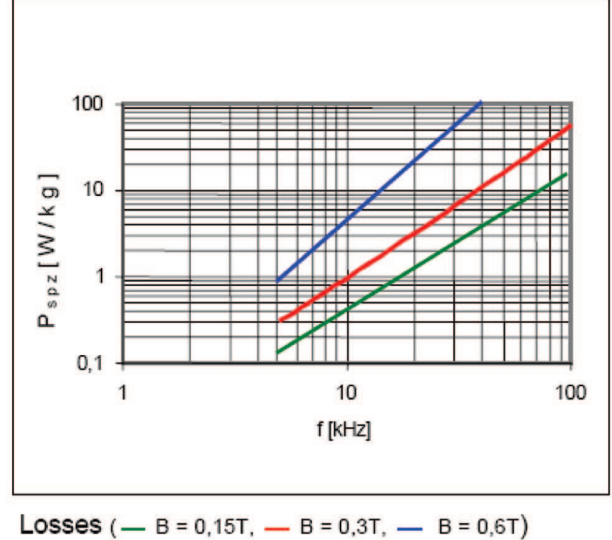
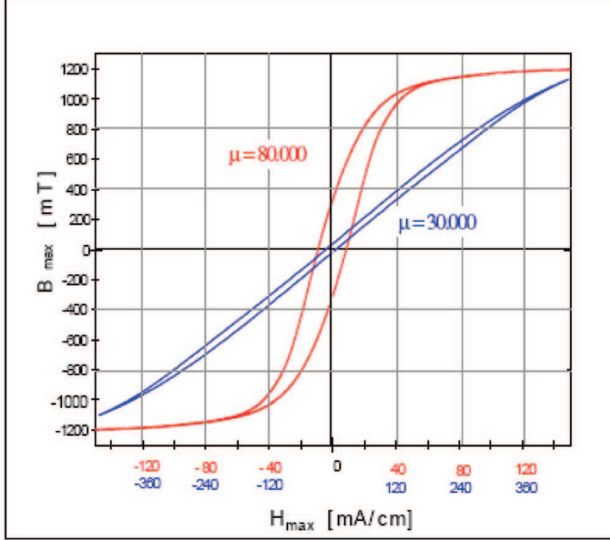
Bu hammadde, artık Enpay'ın İzmit fabrikasında üretiliyor. Ülkemiz, dışa bağımlılıktan kurtulmuştur. Zira üretimi global ölçekte birkaç üreticinin elinde monopol durumda idi.

Teknik özellikler

Doyma indüksiyonu (T)	1,25
Doyma magnetostrictionu (PPM)	< 5 (2x10 ⁻⁶)
Başlangıç permeabilitesi (0,8 mA /cm)	40.000–80.000
Kristalleşme safhası	Hc < 10 mA / cm
Max. permeabilite	> 250.000
Yoğunluk (g/ cm ³)	7,2
Küri sıcaklık (°C)	570
Kristalleşme sıcaklığı	510 °C
Kalınlık (mm)	0.025–0.035
Dolgu faktörü	> 0.72
Kayıp değeri (20 kHz. Ve 0,1 T)	0,5 W / kg

Diğer yumuşak magnetik malzemelerle mukayese değerleri

	Nano	Amorf	Enni ®80*
Permeabilite (10 kHz)	20 000 – 200 000	> 90 000	20 000
Kayıplar 25 kHz, 0,2 T;100°C	3 W / kg	5 W /kg	4 W/ kg
Doyma indüksiyonu	1,25 T	0,6 T	0,8 T
Kristalleşme safhası	5-10mA/cm	3 mA/cm	5-15mA/cm
Küri sıcaklık	600 °C	210 °C	400 °C
Max. çalışma sıcaklığı	150–180 °C	90°C	120°C



Elektro-magnetik özelliğini gösteren eğriler (Şekil 4 ve 5) [3]

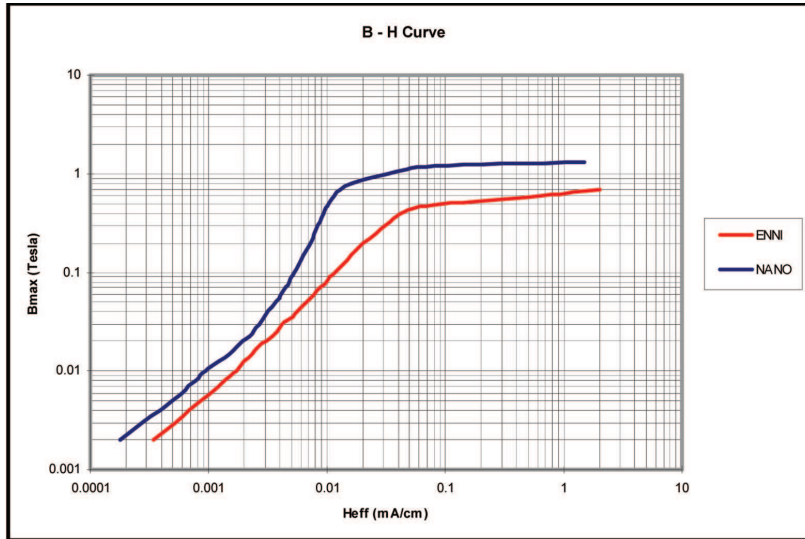
Şekil 6'da nanokristalinin nikel-alaşımına (Enni ® ya da mumetal) nazaran avantajlı durumu görülüyor. [3]

Kullanım alanı

En çok akım trafo nüvelerinin yapımı olmakla birlikte, genel ve tıp elektroniği devrelerinde re-

aktör, özel trafo, sensör röleler, magnetik ekranlamalar, bilgisayar modem trafoları, kaçak akım röleleri gibi bir çok alanda kullanılıyor. Bunlarda bugüne kadar kullanılan nikel alaşımları, ekonomik dezavantajları sebebiyle artık yerini nanokristalin malzemeye terk ediyor.

Diğer yandan global bilim ve endüstri kuruluşları, nanokristalin malzemesinin geliştirilmesi ile kullanım alanlarının genişletilmesi için büyük çaba sarf ediyor. Kısa zamanda elektrik ve elektronikte daha birçok kullanım alanı çıkacağı kesin görülüyor.



Şekil 6.

- Enni ® = Enpay nikel alaşımlı nüveleri

Getirdiği avantajlar

Özellikle akım trafolarında 0,2–0,2 S –0,1–0,5–0,5 S gibi hassas ölçme klaslarında nikel alaşımlılara nazaran yüksek avantaj getiriyor.

Örneğin; nüve kesiti daha küçülerek ağırlık takriben yüzde 30 kadar azalıyor. Bunun sonucu sargı bakır tasarrufu da sağlanıyor.

Tablo 1'de 500/1 A – 20 VA- CL 0,2 FS 5 50Hz akım trafosunda nano kristalin ile nikel alaşımlı nüve (Enni ® ya da Mumetal) arasındaki mukayese değerleri görülüyor.

NANOKRİSTALİN					ENNI®				
500/1A 20VA CL0.2Fs5 50Hz					500/1A 20VA CL0.2Fs5 50Hz				
NÜVE BOYUTU	267 / 300 x 35 mm				NÜVE BOYUTU	267 / 300 x 65 mm			
NÜVE AĞIRLIĞI	2.907 kg				NÜVE AĞIRLIĞI	7.765 kg			
KESİT	4.50 cm ²				KESİT	9.974 cm ²			
Ortalama Demir Yolu (Ife)	89.064 cm				Ortalama Demir Yolu (Ife)	89.064 cm			
Sarım Sayısı	500				Sarım Sayısı	500			
Sekonder Sargı Direnci	2.122 Ω				Sekonder Sargı Direnci	3.232 Ω			
Sekonder Devrenin Toplam Empedansı	22,46				Sekonder Devrenin Toplam Empedansı	23,75			
Empedans Açısı	36,22				Empedans Açısı	35,94			
Akım Hatası & Faz Kayması Hesabı									
I1/I1n*100 (%)	5,0	20,0	100,0	120,0	I1/I1n*100 (%)	5	20	100	120
I2 = I2n*I1 / I1n (A)	0,05	0,20	1,00	1,20	I2 = I2n*I1 / I1n (A)	0,05	0,2	1	1,2
E2= Z2 * I2 (V)	1,12	4,49	22,46	26,96	E2= Z2 * I2 (V)	1,19	4,75	23,75	28,50
Magnetik Endüksiyon B(Gs)	22,46	89,85	449,26	539,11	Magnetik Endüksiyon B(Gs)	10,72	42,87	214,33	257,19
Birim Alan Şiddeti (mAW/cm)	0,19	0,45	0,88	0,95	Birim Alan Şiddeti (mAW/cm)	0,22	0,75	2,66	3,35
Toplam Alan Şiddeti (AW)	0,0169	0,0401	0,0784	0,0846	Toplam Alan Şiddeti (AW)	0,0196	0,0668	0,2369	0,2984
ψ + α	41,06	65,96	93,21	93,49	ψ + α	71,47	78,07	93,03	95,54
Akım Hatası (ε)	-0,04440	-0,03659	-0,01565	-0,01408	Akım Hatası (ε)	-0,07430	-0,06536	-0,00473	-0,04949
Faz Hatası (δ)	1,7557	0,5615	-0,0297	-0,0003	Faz Hatası (δ)	0,855	0,475	-0,086	-0,165

Tablo 1.

Kısacası, nümerik tablodan görüleceği üzere bir akım trafosunda nikel alaşımlı nüve yerine nanokristalin nüve kullanılması halinde (Teknik performans aynı kalmak şartıyla); nüve ağırlığında ortalama yüzde 60 tasarruf, nüve kesitinin küçülmesi sebebiyle de yüzde 25 bakır tel tasarrufu sağlandığı görülüyor. Böyle bir ekonomik tasarruf elbette göz ardı edilemez. Enpay, son yıllarda Avrupa ölçü trafoları üreticilerine maliyetlerin azaltılmasında büyük katkı sağlayan bu reformun öncüsü olmuştur.

Kaynakça

[1] Selim Yürekten, Türkiye'de Magnetic teknolojileri üzerine düşünce-

Enpay, son yıllarda Avrupa ölçü trafoları üreticilerine maliyetlerin azaltılmasında büyük katkı sağlayan bu reformun öncüsü olmuştur.

ler, 3e Electrotech, Mayıs 2007

[2] Selim Yürekten, Magnetik malzemelerin çeşitleri ve kullanım alanları, 3e Electrotech, Ekim 2007

[3] ENNANO ® Cores, ENPAY

[4] Prof. Dr. Kemal Saroğlu, Soft Magnetik malzemelerin özellikleri ve elektro magnetik devreler, ENPAY

[5] Colonel Wm. T. McLymann, de-

signing Magnetic for high frequency DC-DC Converters, 1992 California

[6] Barranger JP. NASA Technical Note, NASA TND -3693, 1966

[7] Michael E. Mc. Henry, Matthew A. Willard, David E. Lauggblin, Amorphous and Nanocrystalline Materials for Applications as Soft Magnets, Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania, 1998

[8] Zuberek R, Murillo N, Gonzales J, Blanco JM, Garcia-Tello P. Nanostructured Mat, 1997, 8:11

[9] A.I. Gusev, A.A. Rempel Nanocrystalline Materials, Cambridge Int. Science Publ. 2004