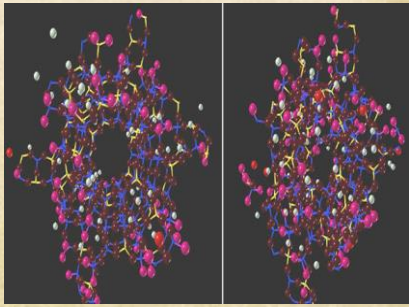
DERS: CAM TEKNOLOJİSİ

KONU: • METALİK CAMLAR



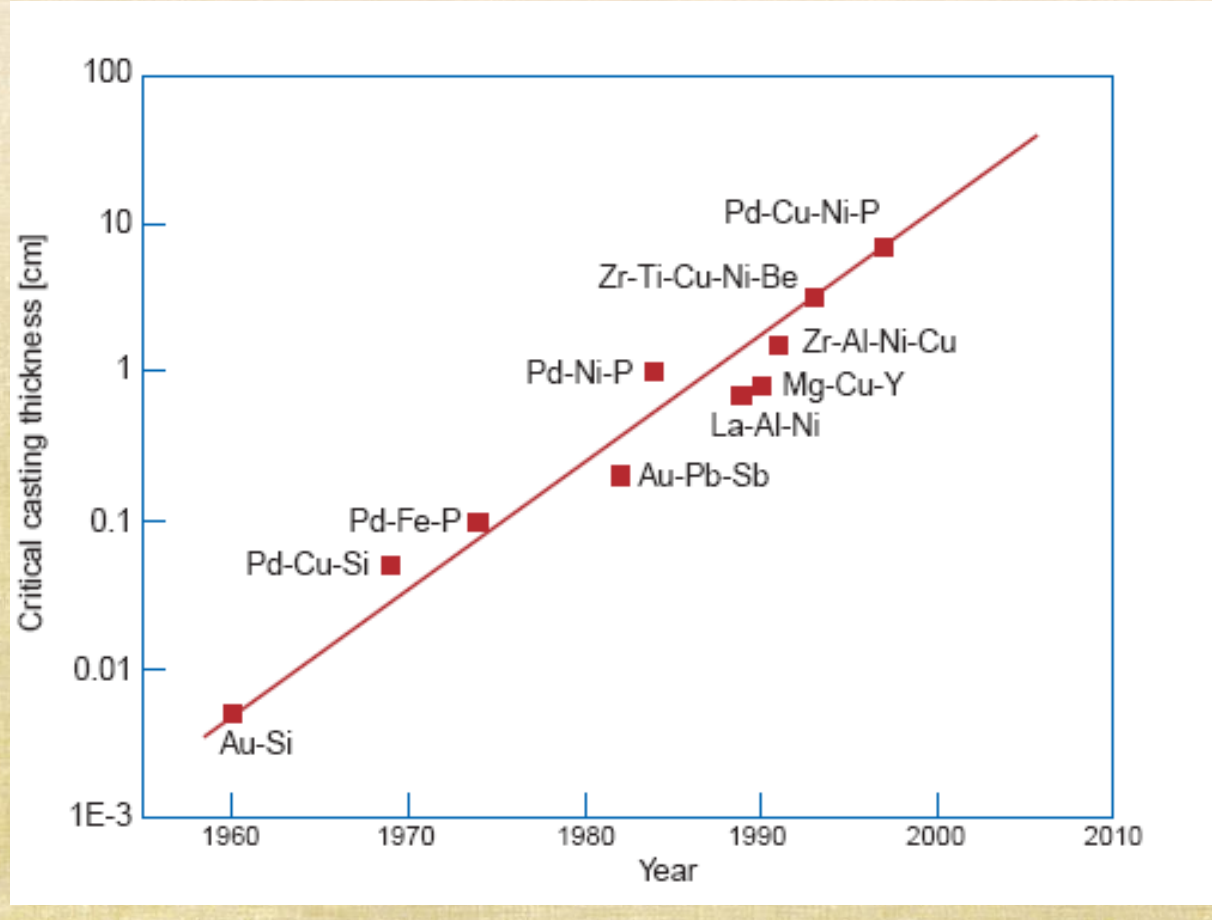
Dr.Öğretim Üyesi Nermin DEMİRKOL

nermin.demirkol@kocaeli.edu.tr

METALİK CAMLAR: Süper Güçlü ve Süper Esnek Metaller

Sıvı haldeki bir metalin kristallenmeye izin vermeyecek biçimde ^{0}C/sn oranında soğutulması ile elde edilen katı metal yapısına denir. Bunun için de çok hızlı bir ^{0}C/sn oranı ile sıvı metal soğutulmalıdır.

1950-2008


100
10
1
0.1
0.01
1E-3
Critical casting thickness [cm]
1960
1970
1980
1990
2000
2010
Year
Pd-Cu-Ni-P
Zr-Ti-Cu-Ni-Be
Zr-Al-Ni-Cu
Pd-Ni-P
Mg-Cu-Y
La-Al-Ni
Au-Pb-Sb
Pd-Fe-P
Pd-Cu-Si
Au-Si

1950

İlk camsı metallerin üretiminin pratiğe uygulanamayacağı, tamamen teorik olarak kalacağı düşünülüyordu.

Çünkü saf sıvı metali amorf yapı içinde katı hale getirmek için 1.000.000.000 ^{0}C/sn' lik bir soğutmaya ihtiyaç vardı.

1960

Caltech-Pol Cuwez; erimiş saf bir metalin içine zirkonyum veya nikel katarak hızlı bir şekilde dönen soğutulmuş bir bakır silindire dökerek camsı metaller yapmıştır.

Fakat bu camsı metallerin kalınlığı sadece birkaç nanometre kadardır.

Daha kalın metalik cam yapısı elde etmek için silindir hızını azalttığında elde edilen yapı kristalli yapı olmuştur.

Soğutma hızı~1.000.000 ^{0}C/sn

Günümüzde;

Akihisa Inoue of Tohoku University-Japonya yapılan çalışmalarda yapıya lantanyum gibi büyük metal atomlarının eklenmesi ile kristalizasyon hızının büyük ölçüde düştüğü görülmüştür.

Dolayısıyla eğer küçük ve büyük atomlardan doğru bir kombinasyon yapılırsa her çeşit metalik alaşım camsı yapıda elde edilebilir.

Günümüzde de halen kullanılan yöntemdir.

Böyle bir yapıda; En küçük atomlar büyük atomların etrafında kümelenir, orta büyüklükte atomlar da bu kümelerin arasındaki boşlukları doldururlar.

Büyük atomların yapıyı dağıtması sayesinde kristal olmayan yapılar elde edilir.

METALİK CAMLARIN ÖZELLİKLERİ

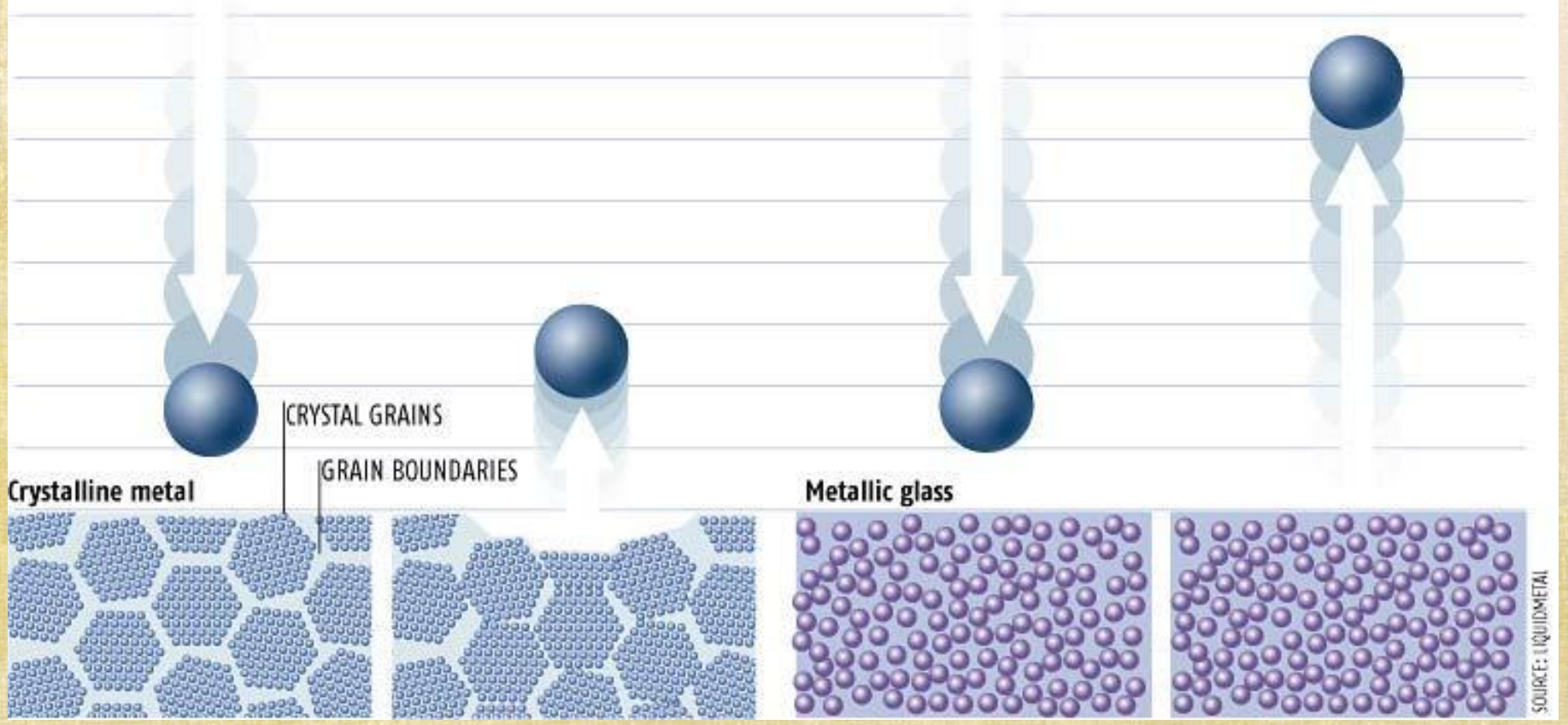
◊ Mukavemet (Paslanmaz Çelikten iki kat mukavemetli olmasına rağmen daha hafif)
◊ Sertlik (Yüzey uygulamalarında)
◊ Tokluk (Seramiklere oranla daha yüksek kırılma direnci)
◊ Elastiklik (Yüksek akma noktası)
◊ Tane sınırlarının olmayışı korozyon ve aşınma direncini arttırır.

BOUNCING BACK

Metals with a glassy, or amorphous, structure can be far stronger and springier than normal metals

Drop a metal ball onto a normal metal and the grains shift along grain boundaries, absorbing the energy of the bounce and creating a dent

Drop a metal ball onto a metallic glass and it bounces back up



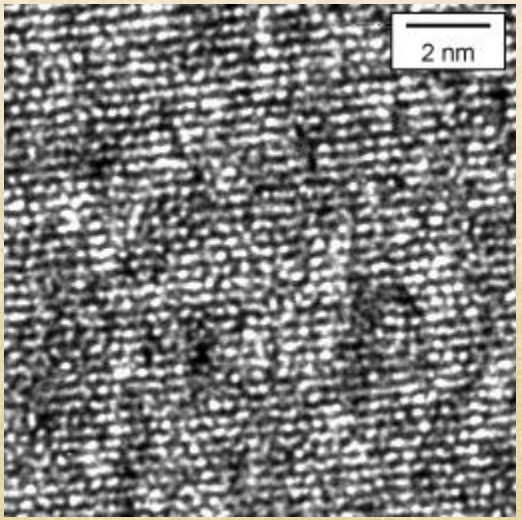
Kristal yapılı çok taneli malzemelerde; tane sınırları yapının zayıf noktalarıdır. Gelen bir darbe yüzünden etkileyen kuvvetin bir kısmı geri verilirken kalanı tane sınırları tarafından absorblanır (Plastik deformasyon).

Metalik camlarda ise tane sınırları olmadığı ve atomlar yapı içerisinde sıkı bir şekilde yerleştiği için uygulanan kuvvet aynen geri verilir ve eski şekline hemen kavuşur (Elastik deformasyon). Bu sayede yapı mukavemetli,tok, aynı zamanda esnek olmaktadır.

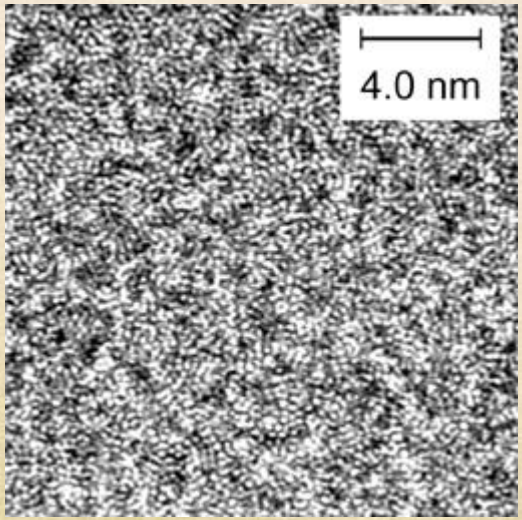
Mukavemet-Elastiklik Ashby Diyagramı

Properties	Vit1	Al alloys	Ti alloys	Steel alloys
Density (g cm^{-3})	6.1	2.6-2.9	4.3-5.1	7.8
Tensile yield strength, σ_y (GPa)	1.9	0.10-0.63	0.18-1.32	0.50-1.60
Elastic strain limit, ε_{el}	2%	~0.5%	~0.5%	~0.5%
Fracture toughness, K_{1c} (MPa $m^{½}$)	20-140	23-45	55-115	50-154
Specific strength (GPa g^{-1} cm^{-3})	0.32	<0.24	< 0.31	<0.21

TEM GÖRÜNTÜLERİ
(Zirkonyum Alaşımları)



A) KRİSTAL YAPI

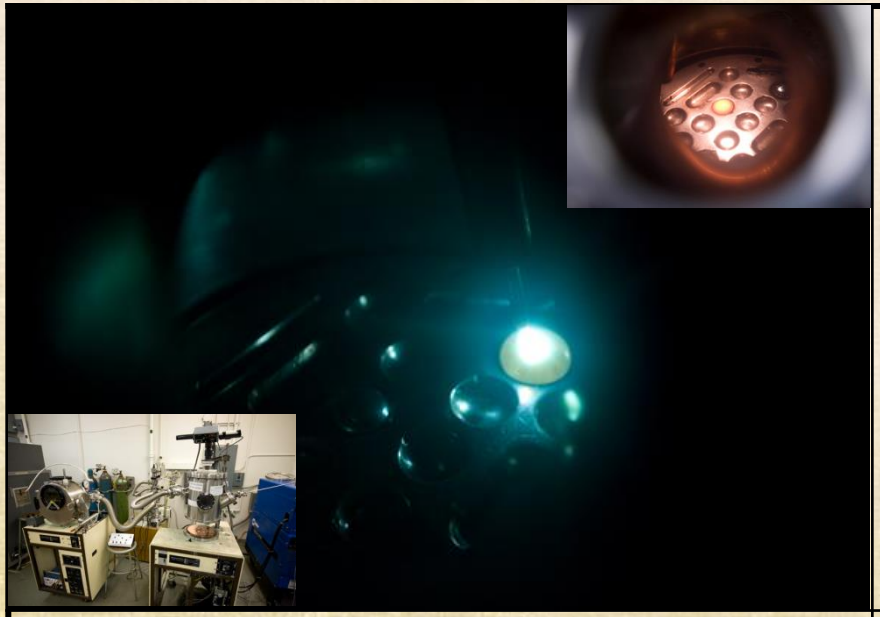


B) AMORF YAPI

ÜRETİMİ VE KULLANIM ALANLARI

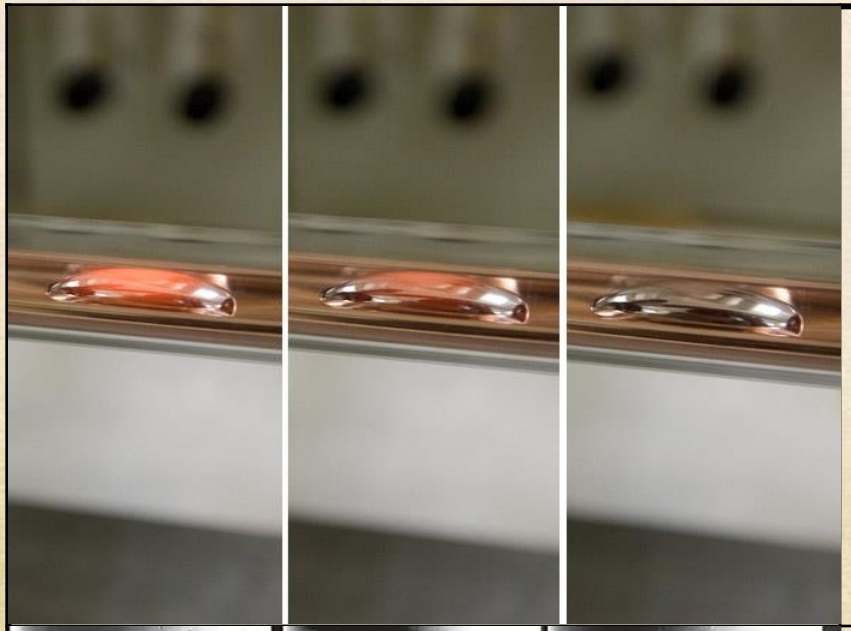
Metalik camların yapıları sıvı metal yapısında olduğu için; çeliklere nazaran çok düşük bir sıcaklıkta (Vitreloy=400^{0}C,çelikler=1000^{0}C) dövülebilir ve 10 cm kalınlığa kadar plastikler kadar kolay bir şekilde döküm yapılabilmektedir.

Döküm yapılan malzemede soğuma esnasında oluşan küçülme çok küçüktür ve elde edilen ürünün yüzeyi pürüzsüz ve parlaktır.



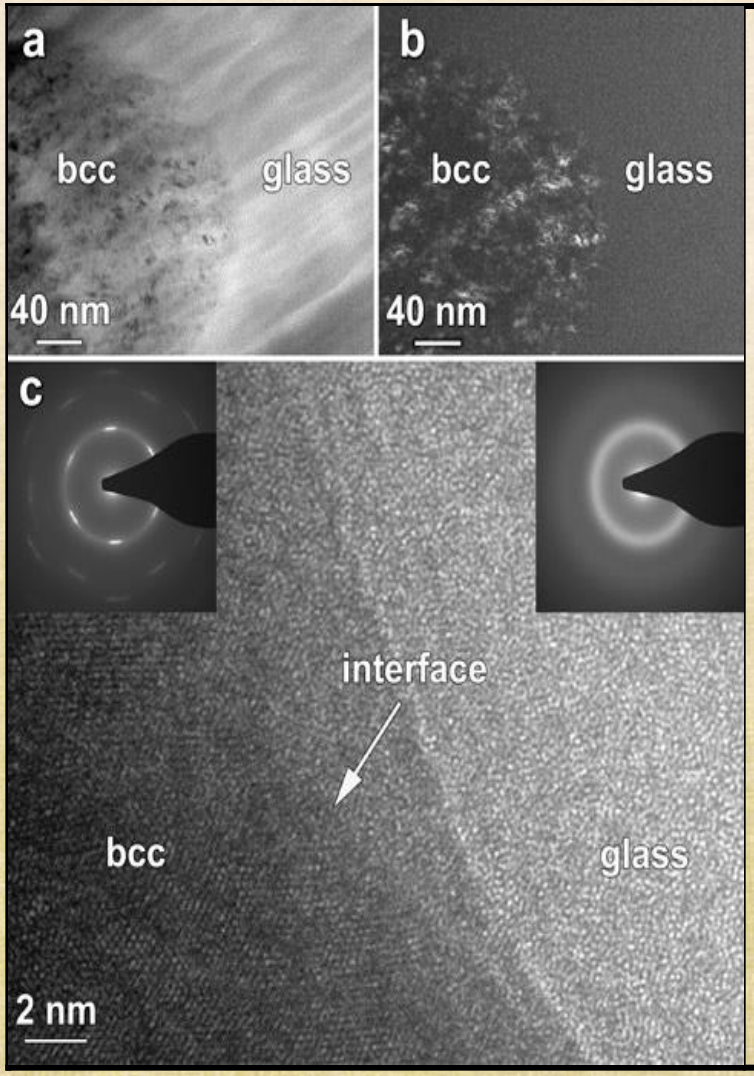
Plazma ark ergitme kullanılarak istenilen karışım metalinin homojen olarak ergimesi sağlanır. Plazma arkı sayesinde burada sıcaklık 3000 K'ye ulaşır.

Elde edilen alaşım yüksek frekanslı bir bobin yardımıyla malzemenin (800-1000^{0}C)erime noktasının altında bir sıcaklığa ısıtılıp yapıda çok az bir kristallenme sağlanır.



Elde edilen alaşımın hızla soğutulması ile metalik camlar elde edilir. Fakat laboratuvar ortamında yapılan bu deneyde yapıda çok az miktarda kristal oluşmuştur.

SEM görüntüleri: Kristal barındıran camsı metallerle tamamen saf olan camsı metallerin çekme deneyi sonuçları



Buradaki TEM görüntülerinde ise içerisinde kristalli yapı oluşmuş bir metalik cam.

Silah Yapımında;

◊Yüksek akma mukavemeti
◊Yüksek sertlik
◊Yüksek sertlik-ağırlık oranı
◊Yüksek elastiklik
◊İyi korozyon ve aşınma dayanımı
◊Kolay şekillendirme (plastik malzemeler gibi)
◊Manyetik olmama

Tıbbi

◊İnsan vücuduna uyumlu
◊Yüksek aşınma direnci
◊Ti veya paslanmaz çelikten daha yüksek sertlik-ağırlık oranı
◊Boyut oranlarını ayarlamada çok yüksek hassasiyet
◊Çelikten daha keskin
◊Elmastan daha ucuz
◊Düşük aşınma-uzun ömür

Spor Ekipmanları

◊Düşük titreşimle yüksek enerji transferi
◊Çok iyi titreşim emici özellik
◊Rakip metallere göre 10 kat fazla esneklik
◊Hafiflik ve rakip metallere göre yaklaşık 3 kat mukavemet
◊Yüksek aşınma direnci ve korozyon dayanımı
◊Kolay şekil verilebilme

www.nermindemirkol.com

nermin.demirkol@kocaeli.edu.tr