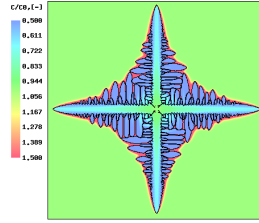


Tozlarda Mikroyapı Kontrolü

Doç. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU

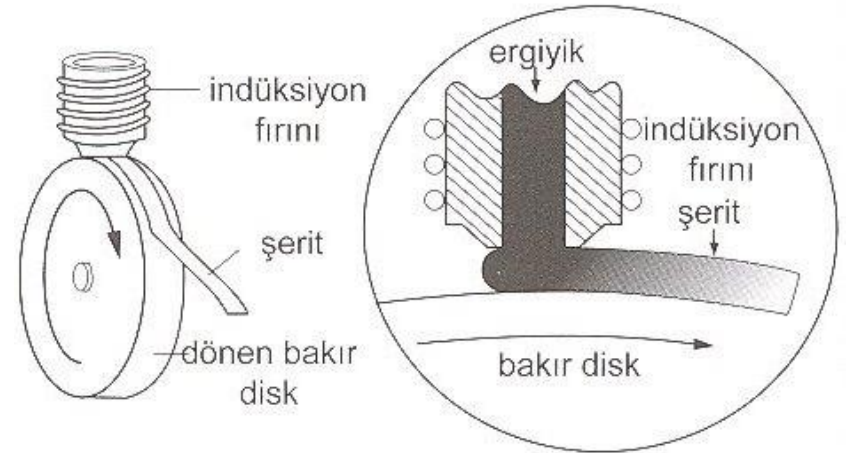
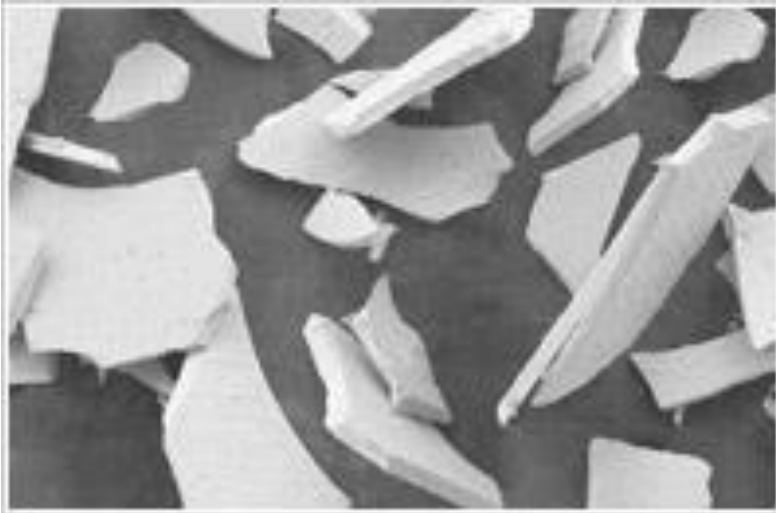
Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü



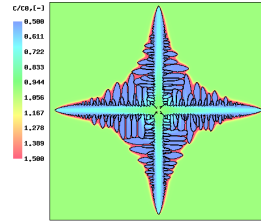
■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- Hızlı katılma teknikleri ile malzeme üretimi için çok farklı teknikler geliştirilmiştir.
- Bunlardan bir tanesi ergiyik savurma yöntemleridir.
- Bu teknikte ergiyik hızla dönen (20.000 – 50.000 dev/dak.) bakır disk üzerine akıtılır.
- Ergiyik disk üzerinde anında soğur ancak santrifuj kuvvetler ile ince ve 25-100 mikron kalınlığa sahip amorf şeritler halinde hızla savrulur.
- Daha sonra elde edilen bu şeritler öğütülür.



Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü

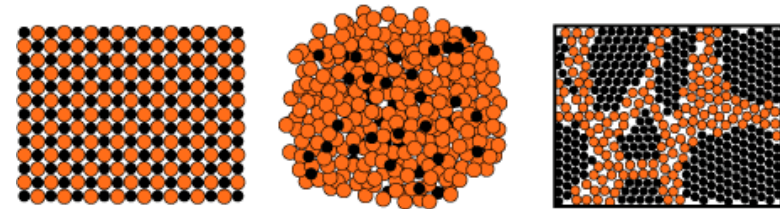
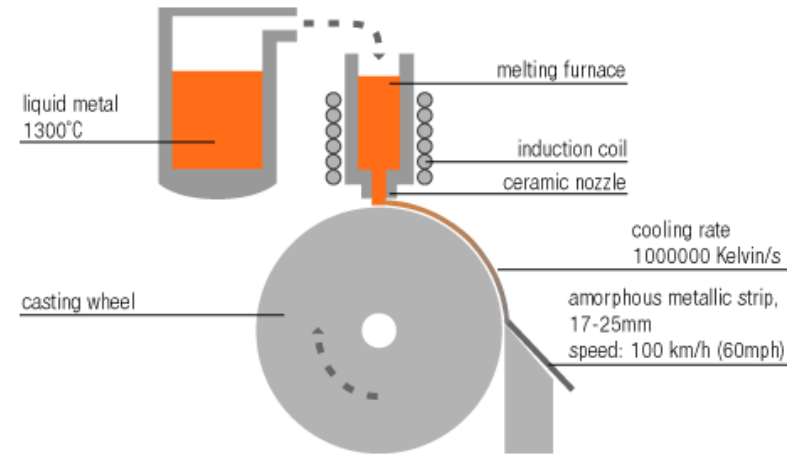


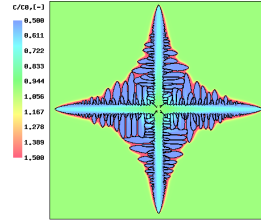
■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

Special features of this process are:

- Aşırı yüksek soğuma hızı 10^6 K/s (i.e. Yaklaşık 1400° C den 400° C veya daha az düşük sıcaklığına bir mili saniye içinde)
- Yüksek döküm hızı 100 km/h

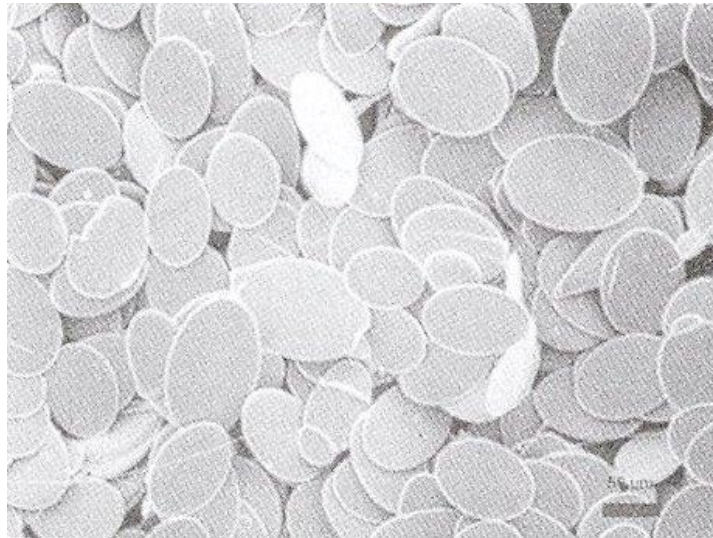
Elde edilen amorf yapı ısıtılma işlemi ile nano kristalli yapıya dönüşebilir.





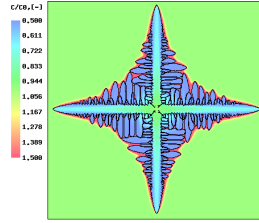
■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- Amorf toz üretimi için atomizasyon ile doğrudan oluşum, ergiyik savurmaya tercih edilir.
- Yüksek hızlı helyum jetleri ve ilave olarak ergiyik parçacıklarının hızla soğutulması ile yapılır.
- Dönen disk üzerine gaz atomize damlacıkların püskürtülmesi ile üretilmiş olan 75 mikron çaplı pul şeklinde amorf parçacıklar aşağıda verilmiştir.
- Atomize edilmiş olan damlacıklar dönen katı altlığa çarpmaları halinde aşırı soğur ve katılaştır.



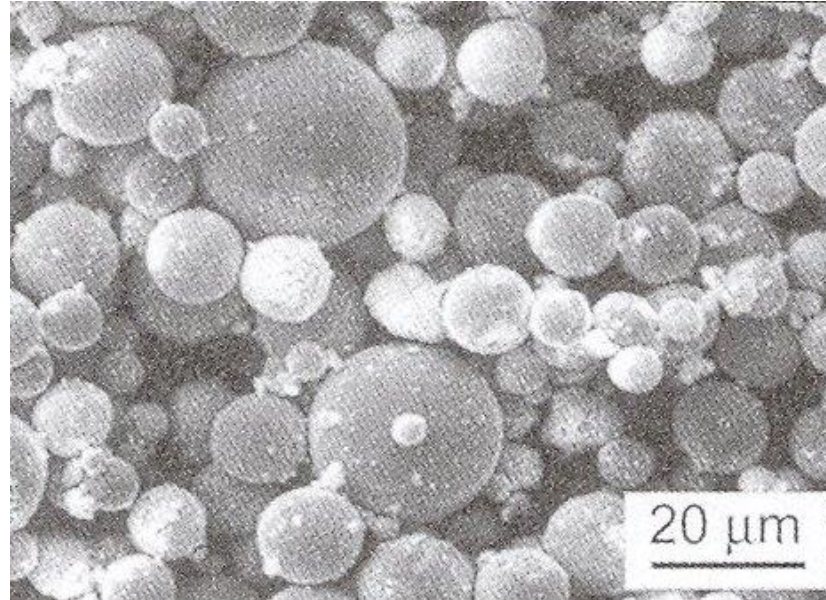
Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü



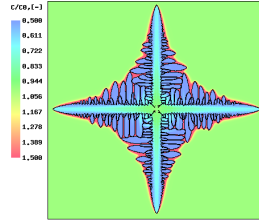
■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- Diğer bir yöntem ise yüksek sıcaklık plazma tabancası ile eritmek ve eriyik damlacıklarını hızlandırarak soğuk bir altlığa doğru püskürtmektir.
- Püskürtme küçük eriyik damlacıklara katılma öncesi çarparak daha küçük parçacıklara ayrılmasına neden olur.



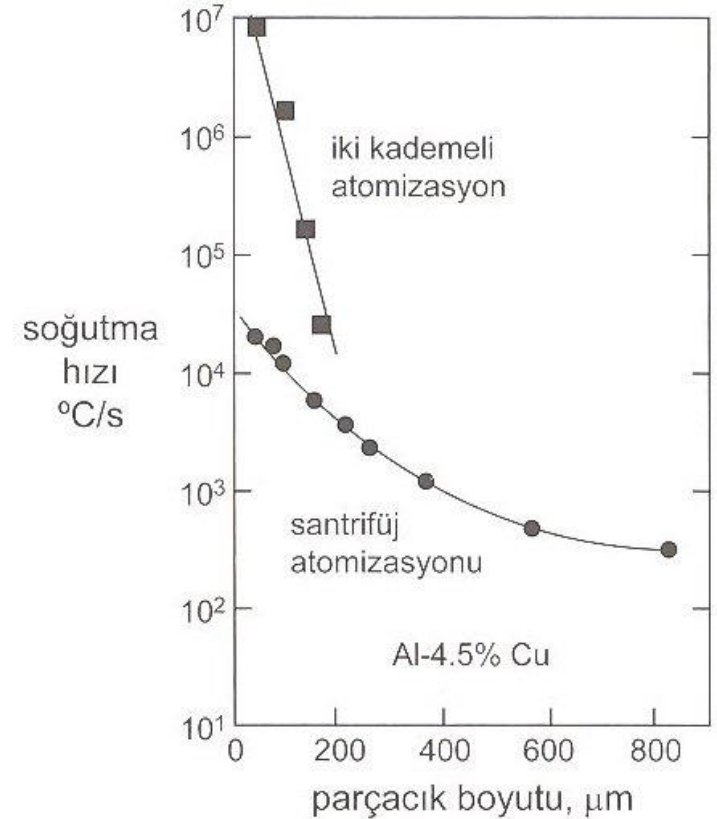
Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü



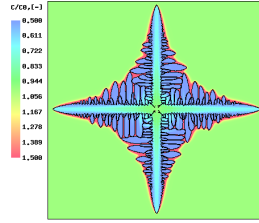
■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- Soğuma hızı ile partikül boyutu arasında ters orantı vardır.
- İki kademeli atomizasyonda atomize olmuş ergiyik damlacıklarının bir döner disk üzerine çarpması ile daha küçük parçacıklara ayrışır ve daha hızlı soğurlar.
- Atomize olmuş bir damlacık normalde konveksiyonun ve radyasyonun etkisi ile soğur.
- Ancak damlacık soğuk bir altlık üzerine çarptırılırsa parçalanabilir ve konduksiyon ile ısı çıkışı olur, bu da soğumayı hızlandırır.



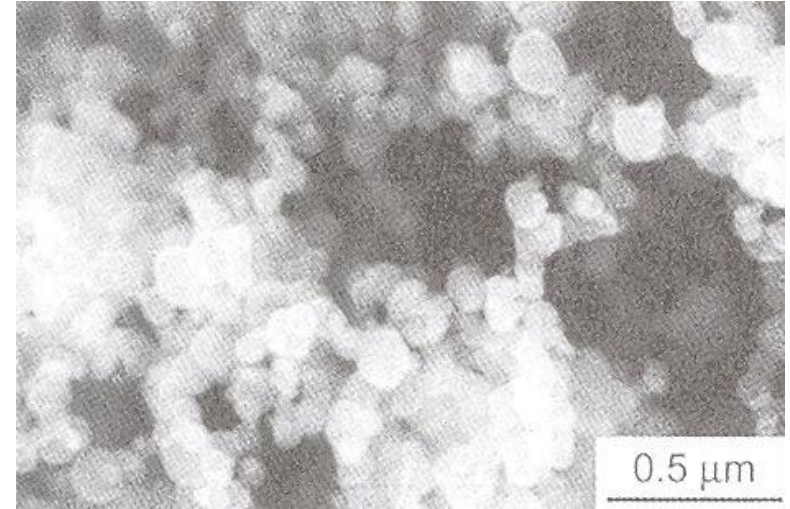
Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü



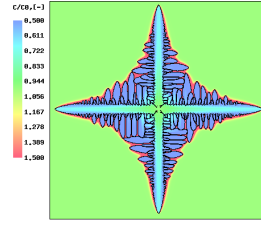
■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- NANO boyutlu yapılar, Buharlaştırma teknikleri
- Buharın doğrudan katıya yoğuştuğu noktada soğutulması.
- Benzer şekilde malzeme buharlaştırılır ve katı çökeltileri ısı kaynağından uzakta oldukça küçük kristaller halinde elde edilir.
- Isıtmanın bir vakum ortamında yapılması durumunda buhar, kaynaktan uzaklaşır ve genellikle istenilen toplama noktalarında soğuk yüzey üzerinde soğuyarak yoğuşur.



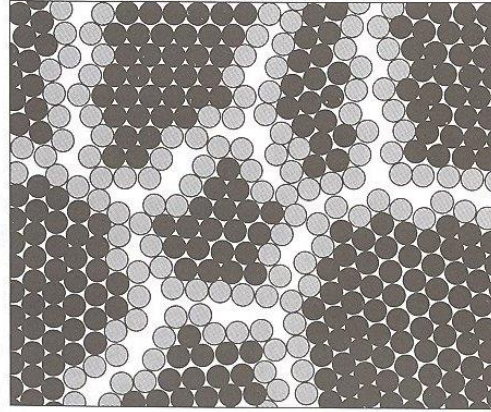
Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü

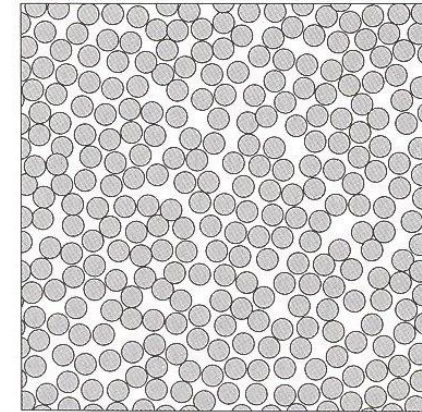


■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- Tane sınırları, bozunmuş atomik bağlar nedeniyle yüksek enerjili hatalı bölgelerdir.
- Amorf yapılarda atomik diziliş tamamen gelişigüzedir. Ancak nano kristalli bir yapıda tane sınırlarında bozunmuş katmanlar ile çevrelenmiş kristal adaları yer alır.
- Tane boyutu küçüldükçe bağları bozunmuş atomların miktarında artış olacaktır. Nano yapılarda tane sınırı atomları yapının büyük bir kısmını oluşturur.
- Ortalama 5 nm boyutlu bir tanede atomların yaklaşık yarısının bozunmuş bağ içerebilir.



nano boyutlu

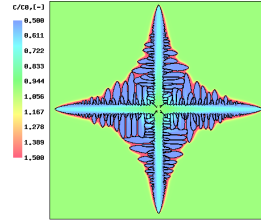


amorf

Amorf malzemelerde kristal yapı yoktur. Nano boyutlu malzemelerde tane sınırlarında bozunmuş bağlar ile çevrelenmiş kristal paketleri bulunur. Kristal boyutu azaldıkça tane sınırı bağlarındaki bozunum ile ilişkili atomların yüzdesi artar.

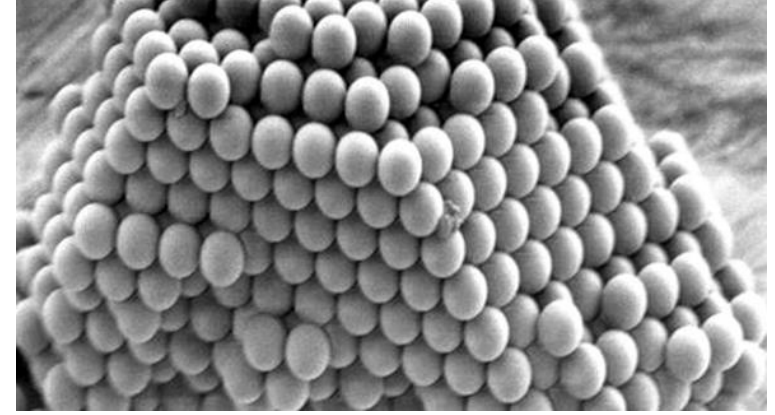
Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü



■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

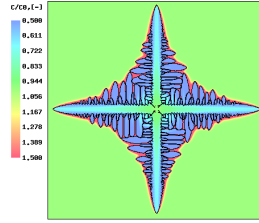
- Dolayısıyla mikroyapı ölçeği birkaç nm seviyesine azaldıkça, malzeme özelliklerini belirlemede arayüzey özellikleri en etkili parametre olacaktır.
- Sonuçta nano boyutlu yapılar, esasta kırılğan olan malzemelere süneklik katmış olacaklardır.



WC-10Co sertmetalinde tane boyutu 800 nm'den 200 nm'ye düştüğünde sertlik 1600 HV'den 1950 HV'ye çıkmaktadır.

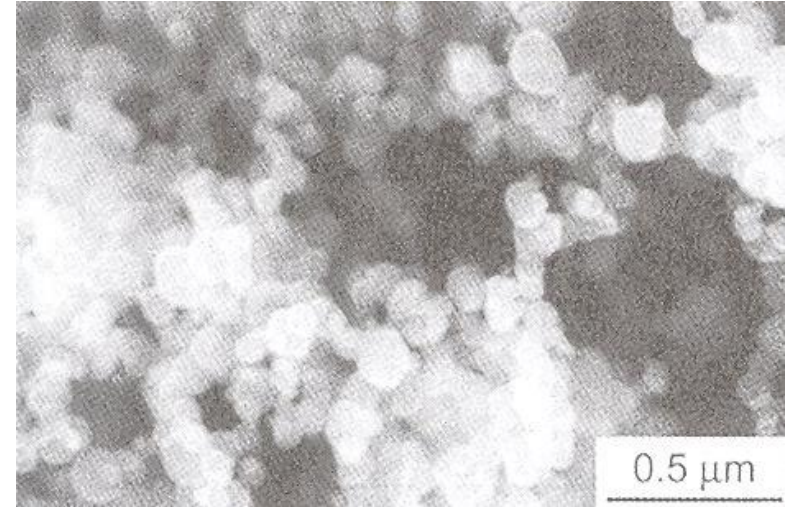
Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü



■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- Buhar fazından çekirdeklenen parçacıklar 20-100 nm boyut aralığında oluşturulabilir.
- Dolayısı ile nano boyutlu tozlar, birim hacim başına yüksek arayüzey alanına sahiptirler.
- Tane sınırları ve arayüzeyler, diğer kristal yapıları bölgelere göre yüksek enerjili olduğundan bu malzemeler daha üstün performans sergileyebilir.

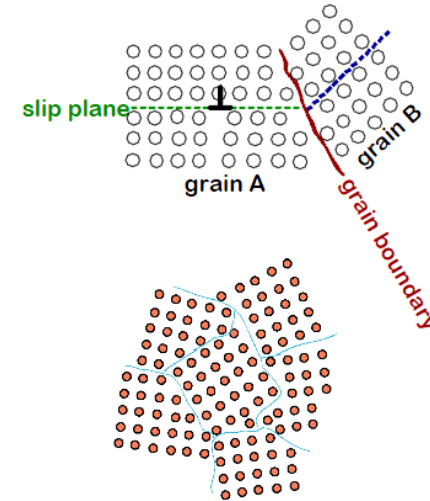
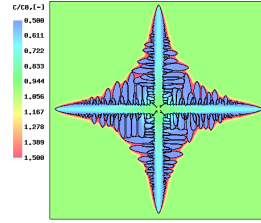
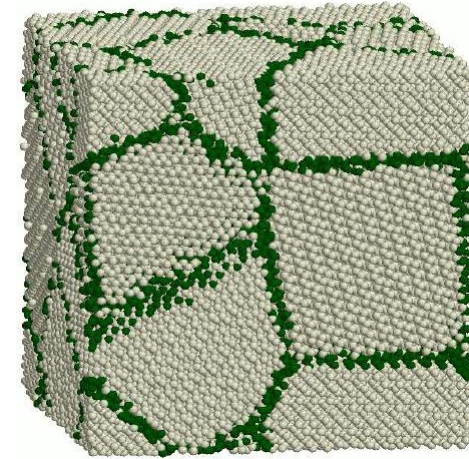


Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü

■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- Çok kristalli malzemelerin mukavemeti Hall-Petch bağıntısı ile ilişkilendirilir.
- $\sigma_y = \sigma_0 + kd^{-1/2}$
- σ_y , akma mukavemeti, d tane boyutu, σ_0 , ve k ise malzeme sabitleridir.



Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü

■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT)

- % 0,2 C içeren bir çelik için akma mukavemetindeki değişim,

- Tane boyutu, mikron

- 30

- 5

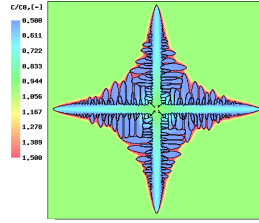
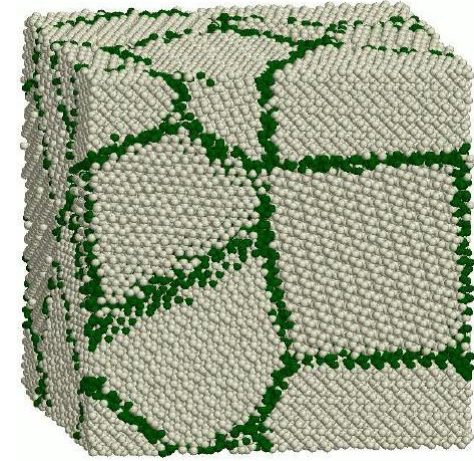
- 1

Akma Muk., MPa

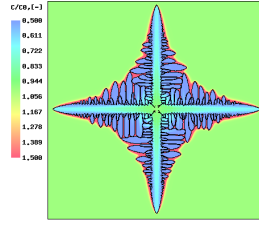
290

430

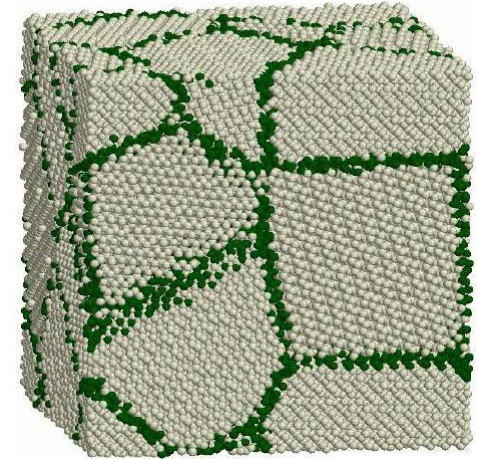
700



Nano boyutlu parçacıkların var olması halinde bu tür malzemelerden ultra yüksek mukavemet değerlerinin elde edilmesi mümkün görülmektedir.

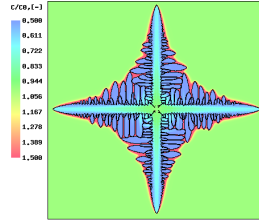


- **Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT), ÖZET....**
 - HKT teknikleri ve nano boyutlu işlemler geleneksel toz üretim metotlarına göre oldukça pahalıdır.
 - Yapılan harcamalar daha çok savunma ve spor malzemelerinde yüksek performanslı ürünlerin elde edilmesi için kullanılmaktadır.
 - Tozların genel olarak ortalama fiyatı 1-10 dolar arasında iken, hızlı katılaştırma ürünlerinin kg başına maliyeti 50 dolardan başlamaktadır.
 - Hızlı katılaştırılmış toz üretimi için gaz, santrifuj atomizasyonu ile ergiyik savurma gibi teknikler kullanılır.
 - Buharda hızlı bir şekilde soğutma ile doğrudan çekirdeklenen katı, genelde nano boyutlu tozların üretimine neden olur.



Toz Metalurjisi

Mikroyapı Kontrolü



■ Hızlı katılaştırma teknolojileri (HKT), ÖZET...

- Orta seviye soğutma hızlarında, malzemenin kristal yapılı olduğu konumda yeni mikrokristalli yapıların oluşturulması için yeterli fırsat vardır.
- Bu yapılarda dökümdeki gibi segregasyon görülmez.
- HKT ve Nano boyutlu yapılar yüksek mukavemet sergiler.
- Amorf malzemelerin yüksek korozyon direnci tane sınırlarının ve ikinci fazın olmamasından kaynaklanır.

