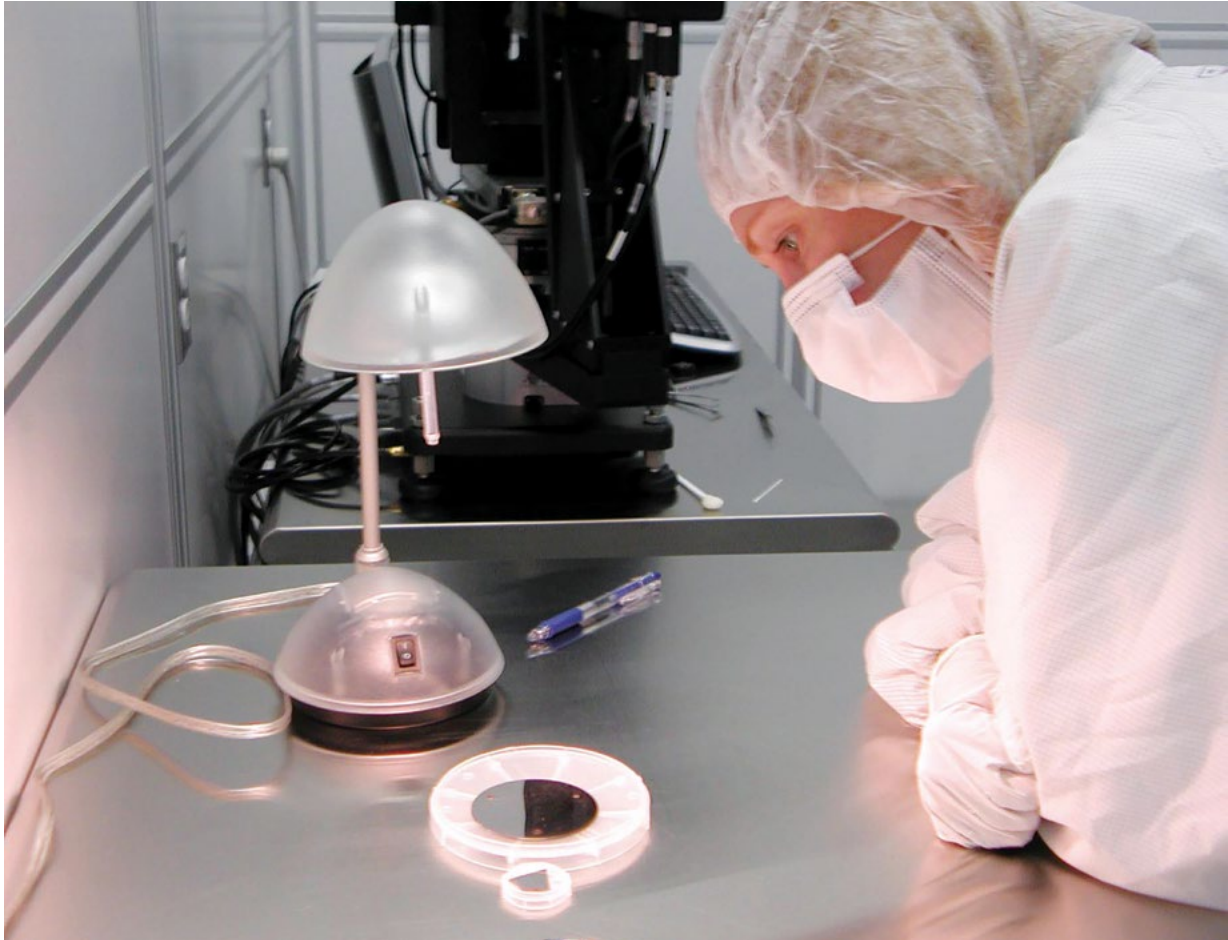


Metalik Camlar

Metalik camlar, yapıları camlarınkine benzeyen ve genellikle farklı tür metal atomları içeren malzemelerdir. Plastiklerden sonraki en önemli malzeme bilimi ürünü olduğu söylenen bu malzemelerin metal alaşımlarından (farklı metaller içeren karışımlardan) temel farkı yapılarının düzensiz olmasıdır. Atomların periyodik olarak tekrar eden konumlarda bulunduğu kristalli katıların aksine, metalik camlardaki atomlar günlük hayatta aşına olduğumuz camlardakiler gibi düzensiz bir biçimde dağılır.

Metalik camlar, metal atomları içerdikleri için, camlar gibi yalıtkan değil iletkenlerdir. Ayrıca, ısıtıldıklarında kolayca işlenebilecek ve kalıba dökülebilecek duruma gelirler. Hatta sıradan camlar gibi üflenerek şekil verilmeleri bile mümkündür. Sıradan metallerden ortalama olarak üç kat daha güçlü ve sert olan bu malzemeler, bilinen en sağlam malzemeler arasındadır.

Metalik camlar, birkaç farklı yöntemle üretilebiliyor. Bu yöntemlerin en basiti, sıradan camların üretiminde de kullanılan çok hızlı soğutma yöntemidir. Bazı metal alaşımlarının eritildikten sonra çok hızlı bir biçimde soğutulmasıyla metalik camlar üretilebiliyor. Soğutmanın çok hızlı bir biçimde yapılması düzenli kristal yapıların oluşmasının engellenmesi için özellikle gereklidir.

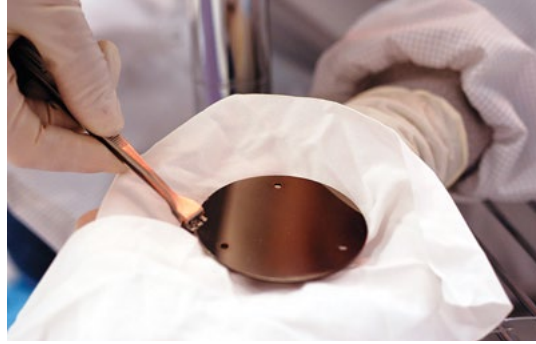


İlk metalik cam, California Teknoloji Enstitüsü'nde çalışan W. Klement, R. H. Willens ve P. Duwez tarafından 1960'ta geliştirilmişti. İçerisinde %75 altın, %25 silisyum bulunan alaşımdan metalik cam elde etmek için soğutmanın saniyede bir megakelvin (bir milyon Kelvin) hızla yapılması gerekiyordu. Bu durumun doğal bir sonucu olarak, metalik camların üretilmesi için malzemenin bir boyutunun çok ince olması gerekiyordu. Dolayısıyla bu dönemde üretilen ilk metalik camların kalınlığı yüz mikrometreden (metrenin on binde birinden) daha azdı. Ancak 1969'da %77,5 paladyum, %6 bakır ve %16,5 silisyum içeren metal alaşımından saniyede 100-1000 Kelvin soğutma hızıyla metalik cam elde edilebileceği keşfedildi.



Aksine, kristalli katıların içerisinde birbirlerine göre yönelimleri farklı çok sayıda kristal bulunur ve düzenli kristal yapıların aralarında kalan sınır bölgelerindeki atomların dizilişi düzensizdir. Kristalli katıların kırılma olmasının nedeni yapılarındaki bu sınır bölgeleridir. Metalik camlarda ise kristalli katılardakine benzer sınır bölgeleri yoktur. Bu yüzden metalik camların kırılma, teknik olarak cam olmalarına rağmen, oksitli camlardan ya da seramiklerden çok daha azdır.

Metalik camlar pek çok üstün özelliğe sahip olmalarına rağmen bugüne kadar ancak pahalı kol saatleri, tıbbi implantlar ya da profesyonel tenis raketleri gibi yüksek fiyata satılan özel ürünlerde kullanılıyordu.



1990'lara gelindiğindeyse saniyede sadece 1 Kelvin soğutma hızıyla üretilen metal alaşımları geliştirilmeye başlandı. Bu soğutma hızlarını metal kalıplar içerisinde bile elde etmek mümkün olduğu için bu dönemde kalınlığı birkaç santimetreye ulaşan metalik camlar üretilmeye başlandı. Aslında alaşımdaki metal türlerinin sayısı arttıkça, çok yavaş soğutma hızlarıyla bile metalik camlar elde etmek mümkün olmaya başlıyor. Bu durum "kafa karışıklığı etkisi" olarak adlandırılan bir etkiye bağlıdır. Alaşımdaki metal türlerinin sayısı arttıkça atomların soğuma sırasında düzenli bir yapı oluşturabilmesi için gerekli süre uzuyor ve kristalli yapı oluşmadan katılaşma tamamlanıyor.

Metalik cam üretmek için kullanılan alaşımların en iyileri zirkonyum ve paladyum içerenlerdir. Ayrıca demir, titanyum, bakır, magnezyum ve diğer metalleri içeren alaşımlardan da metalik camlar üretiliyor. Bu malzemeler, genellikle çok farklı büyüklükte metal atomları içerdiği için yapılarındaki boşluklar diğer metal alaşımlarındakilerden daha azdır.

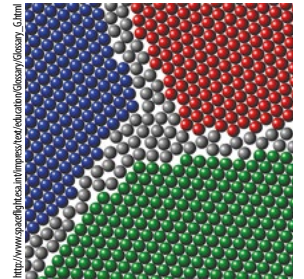
Metalik camların kırılma, sıradan metal alaşımlarına göre daha azdır ve bu durum sıradan metallerin yapılarındaki zayıf bölgelere benzeyen bölgelerin metalik camların yapısında yer almamasından kaynaklanır. Her ne kadar kristal yapısı güçlü bir yapı olsa da kristalli katılar "tek bir" kristalden oluşmaz.

Bu durumun en önemli nedeni metalik camların üretim maliyetinin çok yüksek olmasıydı. Çünkü hangi alaşımlardan hangi koşullar altında metalik cam elde edilebileceği önceden tahmin edilemiyor ve yeni metalik camlar geliştirebilmek için laboratuvar ortamında deneme yanılma içeren uzun çalışmalar yapmak gerekiyordu. Ancak K. J. Laws, D. B. Miracle ve M. Ferry adlı üç araştırmacı, hangi alaşımlardan hangi koşullar altında metalik cam elde edilebileceğini tahmin edebilen bir model geliştirdi. Gelecekte, geliştirilen modeli kullanarak yeni metalik cam türleri bulmak ve bu malzemelerin sahip olduğu özellikler ile atomik yapıları arasındaki ilişkiyi daha iyi kavramak mümkün olabilir. Böylece istenilen özelliklere sahip metalik camlar da tasarlanıp üretilir. Araştırmacılar, geliştirdikleri model sayesinde şimdiden iki yüzden fazla yeni metalik cam türünü üretmeyi başarmış.

Yaşanan son gelişmeler sayesinde gelecekte günlük hayatta daha fazla metalik camla karşılaşabiliriz. Örneğin üretim maliyetlerinin düşmesi sayesinde kişisel elektronik cihazlarda ve yeni nesil bataryalarda metalik camlar kullanılmaya başlanabilir.

Kaynak

Laws, K. J., ve ark., "A predictive structural model for bulk metallic glasses", *Nature Communications*, Cilt 6, Makale No: 8123, 2015.



Kristalli katıların içerisinde birbirlerine göre yönelimleri farklı çok sayıda kristal bulunur ve düzenli kristal yapıların aralarında kalan sınır bölgelerindeki atomların dizilişi düzensizdir.