Mikro 3D Baskı: Minyatürleşme Devrimi

Elektronik, biyoteknoloji, otomotiv ve havacılıkta minyatür cihazlara yönelik artan talep, mikro ölçekli katkı üretim teknolojilerinin geliştirilmesine olan ilgiyi artırıyor. Bu 3D baskı yöntemi, geleneksel üretimle mümkün olmayan şekillerde, daha hızlı ve çok daha düşük maliyetlerle küçük parçalar ve bileşenler üretebilir. Üreticiler, kendi mikro parçalarını şirket içinde 3D olarak basarak, günümüz tedarik zinciri aksamalarından etkilenmemektedir.

3D MicroPrint'ten metal 3D mikro baskı (Kaynak: 3D MicroPrint)

Dünya yüksek frekanslar, kısa dalga boyları ve küçük antenler ile 5G bant genişliğine geçerken, mikro yarı iletkenler çevremizdeki ürünlerde yer buldukça mikro ısı eşanjörlerine olan ihtiyaç artıyor. Tıbbi tedavi hastaya özel hale geldikçe, stentler gibi kişiselleştirilmiş tıbbi cihazlar üretme ihtiyacı da artıyor. Şu anda araştırmalarda çoğunlukla kullanılmasına rağmen, mikro ölçekli katkılı üretim, giyilebilir ve gömülü sensörlerden baskılı devre kartlarına ve canlı hücrelerle 3D baskıya kadar uygulamalar için büyük umut

vadediyor.

Mikro enjeksiyonlu kalıplama, mikro işleme ve aşındırma gibi geleneksel üretim teknikleri hassas küçük parçalar üretebilse de, bu tür işlemler özellikle tek veya toplu küçük parçalar için karmaşık ve maliyetlidir. Üstelik bu işleri yapabilecek çok fazla şirket yoktur. Mikro ölçekte eklemeli üretim, yüz binlerce parçaya kadar üretim için uygun olan yüksek çözünürlüklü ve yüksek hassasiyetli parçalarla geleneksel üretime bir alternatif sunuyor.

Mikro 3D Baskı Teknolojisinin Temelleri

Mikro ölçekte eklemeli üretim, genellikle 5 mikron katman kalınlığına ve 2 mikron çözünürlüğe kadar tek haneli mikronlarda ölçülen parçaların üretimini ifade eder. Hatta bazı teknolojiler, bir mikrondan 1000 kat daha küçük olan nanometre (nm) cinsinden ölçülebilen parçaları bile yazdırabilir. Referans olarak, bir insan saçının ortalama genişliği 75 mikrondur ve bir insan DNA ipliğinin çapı 2.5 nanometredir.

Bu teknoloji günümüzde lüks saat tasarımından havacılık ve uzay teknolojisine kadar her şeyde kullanılmaktadır. Çoğu mikro 3D baskı, reçine yazıcılar veya daha spesifik olarak ışıkla fotopolimerizasyon reaksiyonları yoluyla gerçekleştirilir. Ancak bazı şirketler polimerlerin ötesine geçerek çelik, bakır ve altın dahil metaller alanına girmeye başladı. Mikro katkılı üretim teknolojisinin beş ana kategorisine bir göz atalım.

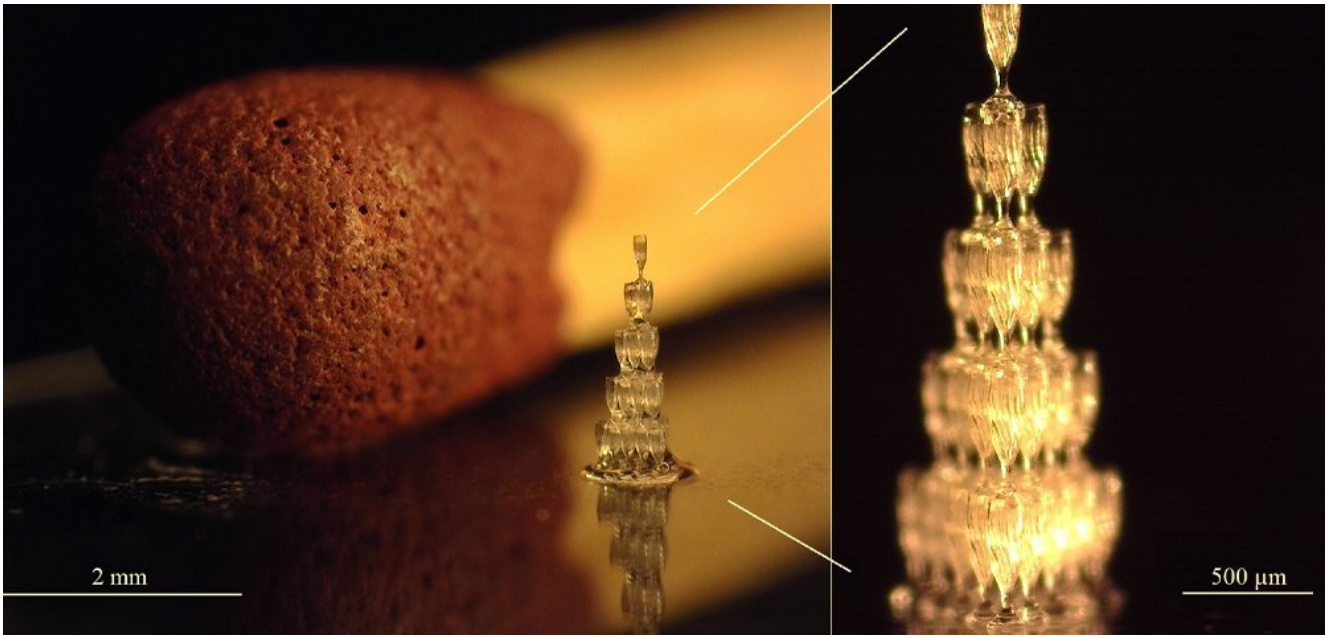
Mikrostereolitografi (µSLA)

Bu işlem, tekne polimerizasyon ailesindendir. Işığa duyarlı sıvı reçine malzemesinin ultraviyole lazere maruz bırakılmasını içerir. Genel süreç, çoğu ticari reçine yazıcısıyla aynıdır. Reçineyi bir tanka dökün, bir yapı platformunu reçineye indirin. Lazer 3D parçanın bir kesitini

katman katman çizerken, platform aşağıya indirilir. Aradaki fark, lazerlerin karmaşıklığı ve neredeyse inanılmaz derecede küçük ışık noktaları üretebilen lenslerin ve özel reçinelerin eklenmesidir.

Projeksiyon Mikrostereolitografisi (PμSL)

Bu eklemeli üretim tekniği düşük maliyeti, doğruluğu, hızı ve ayrıca polimerler ve biyomalzemeler gibi kullanabildiği malzeme yelpazesi nedeniyle büyüyor. PμSL işlemi, lazer yerine PμSL'nin bir projektörden gelen ultraviyole ışığı kullanması dışında μSLA'ya benzer. Teknik, mikro ölçekli çözünürlükte bir UV ışığı flaşı kullanarak tüm sıvı polimer katmanının hızlı fotopolimerizasyonuna izin verir, bu nedenle önemli ölçüde daha hızlıdır. Carbon gibi şirketlerin 3D yazıcılarında göreceğiniz dijital ışık işleme (DLP) reçine 3D baskı teknolojisine oldukça benzerlik gösterir.



Bu kuledeki her bir Şampanya flüt, Microlight3D tarafından TPP ile basılmış 400 mikron boyundadır .(Kaynak: Microlight3D)

İki Fotonlu Polimerizasyon (2PP veya TPP)

Bu teknolojinin mikro 3D yazıcılar arasında en yüksek doğruluğu sağladığı gösterilmiştir. Doku mühendisliği ve tıbbi implantlar gibi umut verici tıbbi yeniliklerin yanı sıra

mikromekanik dahil endüstriyel uygulamalar için kullanılmaktadır. Ancak teknoloji ve malzemeler hala çok pahalıyken, yazıcılar diğer teknolojilerden daha yavaş olabiliyor.

Bu yöntemde, özel ışığa duyarlı reçine teknesinin derinliğinde 3D desenleri izlemek için darbeli bir femtosaniye lazer kullanıyor. Bu teknoloji bir nanofabrikasyon teknolojisi olarak kabul edilen 1 µm'den daha düşük çözünürlüklere olanak tanıyor.

Litografiye Dayalı Metal İmalatı (LMM)

Bu metal 3D baskı yöntemi, aynı fotopolimerizasyon ilkelerinden bazılarını kullanarak cerrahi aletler ve mikromekanik parçalar da dahil olmak üzere uygulamalar için küçük metal parçalar oluşturur. LMM'de metal tozu, ışığa duyarlı bir reçine içinde homojen olarak dağıtılır ve daha sonra mavi ışığa maruz bırakılarak seçici olarak polimerize edilir. Baskıdan sonra, "yeşil" parçaların polimer bileşenleri çıkarılır ve bir fırında sinterleme işlemiyle tamamlanan tamamen metal "kahverengi" parçalar bırakılır. Besleme stokları paslanmaz çelik, titanyum, tungsten, pirinç, bakır, gümüş ve altın içerir.

Elektrokimyasal Biriktirme

Mikro metal 3D baskı teknolojisinin en ileri noktasında, herhangi bir son işlem gerektirmeyen bir metal mikro 3D baskı işlemi geliştiren İsviçre merkezli şirket Exaddon var. Bu işlemde, bir baskı nozulu metal iyonları içeren sıvıyı bir mikro kanal aracılığıyla baskı yüzeyine iletir. Bu iyonlar, nesne tamamlanana kadar daha büyük yapı taşlarına (voksellere) dönüşen katı metal atomlarına çözülür.

3D MicroPrint ile metal 3D baskılı parçalar (Kaynak: 3D MicroPrint)

Mikro Seçici Lazer Sinterleme (µSLS)

Bu toz yataklı füzyon bazlı katkı maddesi üretimi, esasen küçük ölçekte seçici lazer sinterlemedir (SLS) ve genellikle mikro lazer sinterleme olarak adlandırılır. SLS genellikle plastiklerle yapılan bir işlemi ifade etse de burada µSLS daha yaygın olarak metallerle bir lazer sinterleme işlemini ifade eder. µSLS alt 5 um çözünürlüğü ve 60 mm'den daha fazla olan bir verim ile gerçek 3D metal parçalar üretebiliyor.

µSLS'de, bir metal nanopartikül mürekkebi tabakası bir substrat üzerine kaplanıyor ve ardından tek tip bir nanopartikül tabakası üretmek için kurutuluyor. Daha sonra nanoparçacıkları istenen desenlere ısıtmak ve sinterlemek için dijital bir mikro ayna dizisi kullanılarak desenlenen lazer ışığı kullanılıyor. Bu adımlar dizisi daha sonra µSLS sisteminde 3D parçanın her katmanını oluşturmak için tekrarlanıyor.

Mikro 3D baskı – veya daha doğrusu mikro ölçekli katkı üretimi – mikroçiplerden tıbbi cihazlara kadar her şeyde yeni bir minyatürleşme devrimini körüklüyor.

Kaynak: ALL3DP