

ÖZET

NANO PARÇACIKLAR İÇEREN METAL BAZLI KOMPOZİT KAPLAMALARIN ELEKTROLİTİK BİRİKTİRMESİ

Bir substratın yüzeyine korozyon direnci sağlamak için bir usul sağlanmaktadır. Usul, substratın yüzeyini (a) çinko, paladyum, gümüş, nikel, bakır, altın, platin, rodyum, rutenyum, krom ve bunların alaşımlarından oluşan gruptan seçilen bir biriktirme metalinin biriktirme metal iyonlarının bir kaynağını ve (b) metalik olmayan nano parçacıkların önceden karıştırılmış bir dispersiyonunu içeren bir elektrolitik kaplama çözeltisiyle temas ettirmeyi içermektedir, burada metalik olmayan parçacıkların üzerlerinde yüzey aktif madde moleküllerinin önceden karıştırılmış bir kaplaması vardır ve usul ayrıca biriktirme metalini ve metalik olmayan parçacıkları içeren bir metal bazlı kompozit kaplamayı yüzey üzerine elektrolitik olarak biriktirmek için bir harici elektron kaynağını elektrolitik kaplama çözeltisine uygulamayı içermektedir.

İSTEMLER

1. Bir substratın yüzeyine korozyon direnci sağlamak için bir usul olup, usul aşağıdakileri içermektedir:

substratın yüzeyini, aşağıdakileri içeren bir elektrolitik kaplama çözeltisiyle temas ettirme:

- 5 (a) çinko, paladyum, gümüş, nikel, bakır, altın, platin, rodyum, rutenyum, krom ve bunların alaşımlarından oluşan gruptan seçilen bir biriktirme metalinin biriktirme metal iyonlarının bir kaynağı ve

- 10 (b) floropolimer parçacıklarının bir popülasyonundaki parçacıkların çapının aritmetik ortalamasını belirten, 10 ile 500 nanometre arasında bir ortalama parçacık büyüklüğü olan floropolimer parçacıklarının önceden karıştırılmış bir dispersiyonu, burada floropolimer parçacıklarının üzerlerinde yüzey aktif madde moleküllerinin önceden karıştırılmış bir kaplaması vardır;

- 15 burada floropolimer parçacıkları, parçacıkların en az %30 hacminin 100 nm'den az bir parçacık büyüklüğü olduğu bir parçacık büyüklüğü dağılımıyla karakterize edilmektedir ve

burada yüzey aktif madde molekülleri şunları içermektedir:

A)

- bir birinci katyonik yüzey aktif madde ve

- bir veya daha fazla ek katyonik yüzey aktif madde,

- 20 burada yüzey aktif madde kaplamalarının, yüzey aktif madde molekülüne başına +1 ortalama yükü vardır veya

B)

- bir birinci katyonik yüzey aktif madde,

- bir veya daha fazla ek katyonik yüzey aktif madde ve

- 25 - bir veya daha fazla iyonik olmayan yüzey aktif madde,

burada yüzey aktif madde kaplamalarının, yüzey aktif madde molekülü başına +0.1 ile +1 arasında ortalama yükü vardır,

burada birinci katyonik yüzey aktif madde, dodesil trimetil amonyum klorür, bromür ve klorürün setil trimetil amonyum tuzları, bromür ve klorürün heksadesil trimetil amonyum tuzları ve klorür ve bromürün alkil dimetil benzil amonyum tuzları arasından seçilmektedir;

burada elektrolitik kaplama çözeltisi, floropolimer parçacıklarının her 100 m² - 150 m²'lik yüzey alanı için bir gram yüzey aktif madde içermektedir ve

biriktirme metalini ve floropolimer parçacıklarını içeren bir metal bazlı kompozit kaplamayı yüzeye elektrolitik olarak biriktirmek için bir harici elektron kaynağını elektrolitik kaplama çözeltisine uygulama.

2. İstem 1'e göre usul olup, burada elektrolitik kaplama bileşimi, elektrolitik kaplama bileşiminin ağırlıkça %1 ile ağırlıkça %10'u arasında floropolimer parçacık konsantrasyonu içermektedir.

3. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada kompozit kaplama biriktirme metalini ve ağırlıkça %1 ile ağırlıkça %5 floropolimer parçacıklarını içermektedir.

4. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada biriktirme metali paladyum içermektedir.

5. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada biriktirme metali çinko içermektedir.

6. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada biriktirme metali gümüş içermektedir.

7. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada biriktirme metali nikel içermektedir.

8. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada floropolimer parçacıklarının ortalama parçacık büyüklüğü 150 nm'den azdır.

9. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada floropolimer parçacıklarının ortalama parçacık büyüklüğü 50 nm ile 100 nm arasındadır.

TARİFNAME

NANO PARÇACIKLAR İÇEREN METAL BAZLI KOMPOZİT KAPLAMALARIN ELEKTROLİTİK BİRİKTİRMESİ

BULUŞUN ALANI

- 5 Bu buluş genel olarak metallerin ve metal alaşımlarının elektrolitik biriktirmesi (depozisyonu) ile ilgilidir. Buluş daha özelde, yüzeylerin fonksiyonel özelliklerini iyileştirmek için metalik olmayan nano parçacıkları içeren metal bazlı kompozit kaplamaların elektrolitik biriktirmesi ile ilgilidir.

BULUŞLA İLGİLİ BİLİNER HUSUSLAR

- 10 Metal korozyonu, az miktarda suyun metal yüzeylerine adsorpsiyonuyla başlamaktadır. Islanma, çevresel asitlerin, halitlerin ve diğer koroziv malzemelerin taşınmasına yönelik yolu sağlamaktadır. Su itici özellikteki bir hidrofobik yüzey, çevresel nemin adsorpsiyonunu engellemekte ve bir kaplanmış metal birikintisinin ve alttaki katmanların veya substratın korozyonunu önemli oranda azaltmaktadır.

- 15 (TEFLON®) ticari adı altında satılan) politetrafloroetilen gibi florlanmış polimerler, yüzeye hidrofobisite ve böylece su iticilik özelliği kazandırmalarıyla bilinmektedir. Florlanmış polimerler genellikle bir metal yüzeye, yüksek sıcaklıklarda pişirmeyle bir araya sinterlenmiş olan parçacıklar halinde uygulanmaktadır.

- 20 Son dönemde floropolimer parçacıklarının yüksek sıcaklıkta sinterlenmesini engelleyecek şekilde, florlanmış polimer parçacıklarının bir metal bazlı kompozit kaplama içine doğrudan biriktirilmesine yönelik usuller geliştirilmiştir. Örneğin Henry ve arkadaşları (U.S. Pat. No. 4,830,889) ve Feldstein (U.S. Pat. No. 5,721,055), elektriksiz nikel kaplama banyolarından florlanmış polietilenin ve nikelin birlikte biriktirilmesi işlemini açıklamaktadır. Ayrıca Kobayashi ve arkadaşları (U.S. 6,878,461) kaynağına bakınız.

- 25 Elektriksiz proseslerden farklı olarak Abys ve arkadaşları (U.S. 6, 274, 254), elektrikli konektörlerin aşınma direncini artırmak için elektrolitik kaplamayla Pd, Co ve PTFE'nin birlikte biriktirilmesi için bir usulü açıklamaktadır. US 4,098,654, katot olarak hareket eden bir elektriksiz olarak iletken substrata, bir poliflorokarbon reçinesinden ve bir metalden

oluşan bir kompozitin kaplamanın uygulanması için bir prosesi açıklamaktadır, burada reçineli parçacıkların 10 µm'den az ortalama parçacık büyüklüğü vardır ve bir katyonik florokarbon yüzey aktif maddenin ve bir iyonik olmayan yüzey aktif maddenin varlığında 3-150 g/l banyo çözeltisi konsantrasyonunda dağılmış olarak tutulmaktadır. Bu usul, iyonik olmayan yüzey aktif madde olarak bir florokarbon bileşiği kullanmaktadır.

Görünür ışığın dalga boylarıyla karşılaştırılabilir çapları olan (yani 380 nm – 780 nm) PTFE parçacıkları içeren bir elektrolitik olarak kaplanmış metal bazlı kompozit kaplama, koyu gri mat bir yüzey oluşturmaktadır. Bu tür alaşımlar, yüzey görünümünün kozmetik nedenlerle veya aşınma direnci gibi performans gereklilikleri nedeniyle istendiği, örneğin dekoratif otomotiv parçaları ve elektronik konektörleri gibi dekoratif uygulamalarda ve elektronik uygulamalarında kötü yüzeyler oluşturmaktadır. İlaveten, göreceli olarak büyük PTFE parçacıkları içeren kompozit kaplamalar, parçacık büyüklüğü dağılımına, tıkalı parçacıkların konsantrasyonuna ve dâhil edilen parçacıkların yüzey-hacim oranına bağlı olarak değişen derecelerde suyu itmektedir. Ayrıca büyük ebatlı parçacıklar, metal bazlı kompozit kaplamada eşit dağılmamış olabilmektedir.

Bu nedenle yumuşak, canlı ve parlak bir yüzeyi, yüksek derecede su iticiliği ve korozyon direnci ve birikintinin görünümünü etkilemeden aşınma direncini iyileştiren bir yağlı yüzeyi olan bir metal bazlı kompozit kaplama sağlayan bir kaplama prosesine yönelik ihtiyaç devam etmektedir.

BULUŞUN ÖZETİ

Bu nedenle mevcut buluşun muhtelif yönleri arasında yüksek derecede su iticiliği, korozyon direnci, aşınma direnci olan ve sürtünme ve sokma kuvvetlerinin katsayısını düşüren bir metal bazlı kompozit kaplama sağlayan bir elektrolitik metal biriktirme prosesinin sağlanmasının yer aldığı belirtilebilmektedir.

Bu amaca ulaşılması için mevcut buluş, istem 1'e göre bir substratın yüzeyine korozyon direnci sağlamak için bir usulü sağlamakta olup, usul aşağıdakileri içermektedir:

substratın yüzeyini, aşağıdakileri içeren bir elektrolitik kaplama çözeltisiyle temas ettirme:

(a) çinko, paladyum, gümüş, nikel, bakır, altın, platin, rodyum, rutenyum, krom ve bunların alaşımlarından oluşan gruptan seçilen bir biriktirme metalinin biriktirme metal iyonlarının bir kaynağı ve

5 (b) floropolimer parçacıklarının bir popülasyonundaki parçacıkların çapının aritmetik ortalamasını belirten, 10 ile 500 nanometre arasında bir ortalama parçacık büyüklüğü olan floropolimer parçacıklarının önceden karıştırılmış bir dispersiyonu, burada floropolimer parçacıklarının üzerlerinde yüzey aktif madde moleküllerinin önceden karıştırılmış bir kaplaması vardır;

10 burada floropolimer parçacıkları, parçacıkların en az %30 hacminin 100 nm'den az bir parçacık büyüklüğü olduğu bir parçacık büyüklüğü dağılımıyla karakterize edilmektedir ve burada yüzey aktif madde molekülleri şunları içermektedir:

A)

- bir birinci katyonik yüzey aktif madde ve
- bir veya daha fazla ek katyonik yüzey aktif madde,

15 burada yüzey aktif madde kaplamalarının, yüzey aktif madde molekülüne başına +1 ortalama yükü vardır veya

B)

- bir birinci katyonik yüzey aktif madde,
- bir veya daha fazla ek katyonik yüzey aktif madde ve
- bir veya daha fazla iyonik olmayan yüzey aktif madde,

20

burada yüzey aktif madde kaplamalarının, yüzey aktif madde molekülüne başına +0.1 ile +1 arasında ortalama yükü vardır,

25

burada birinci katyonik yüzey aktif madde, dodesil trimetil amonyum klorür, bromür ve klorürün setil trimetil amonyum tuzları, bromür ve klorürün heksadesil trimetil amonyum tuzları ve klorür ve bromürün alkil dimetil benzil amonyum tuzları arasından seçilmektedir;

burada elektrolitik kaplama çözeltisi, floropolimer parçacıklarının her 100 m² - 150 m²'lik yüzey alanı için bir gram yüzey aktif madde içermektedir ve

biriktirme metalini ve floropolimer parçacıklarını içeren bir metal bazlı kompozit kaplamayı yüzeye elektrolitik olarak biriktirmek için bir harici elektron kaynağını elektrolitik kaplama çözeltisine uygulama.

Floropolimer parçacıkları burada metalik olmayan parçacıklar olarak da anılmaktadır.

Buluşun diğer amaçları ve yönleri kısmen belirtilecek ve kısmen de aşağıdan aşikar hale gelecektir.

BULUŞUN DÜZENLEMELERİNİN AYRINTILI AÇIKLAMASI

- 10 Mevcut buluşa göre iyileştirilmiş yüzey özellikleri olan bir metal bazlı kompozit kaplama, bir substrat yüzeyine elektrolitik olarak biriktirilmektedir. İyileştirilmiş yüzey özellikleri arasında yüksek derecede su iticiliği, korozyon direnci, sertlik, aşınma direnci ve yağlılık yer almaktadır. Ayrıca, yüzey kaplaması azalan sürtünme katsayısıyla da karakterize edilebilmektedir. Metal bazlı kompozit kaplama, metal bazlı kompozit kaplamayla kaplı bir
- 15 konektör, aşınmayı azaltan azaltılmış sokma kuvveti gerektirdiğinden bir konektör yüzeyinin kaplanması için özellikle cazip olmaktadır.

- Mevcut buluşun metal bazlı kompozit kaplaması, çeşitli substratlara uygulanabilmekte ve bunları koruyabilmektedir. Mevcut buluşun metal bazlı kompozit kaplamalarıyla kaplamaya yönelik substratlar arasında konektörler ve diğer elektronik parçalar, otomotiv parçaları,
- 20 metalleştirilmiş plastikler ve enjeksiyonlu kalıplama aletlerinde kullanıma yönelik yapışmaz parçalar yer almaktadır.

- Metal bazlı kompozit kaplamada elektrolitik biriktirmeye yönelik metaller, çinko, paladyum, gümüş, nikel, bakır, altın, platin, rodyum, rutenyum, krom (dekoratif ve sert) ve bu metallerin herhangi birini içeren alaşımlarından oluşan gruptan seçilmektedir. Bir düzenlemede metal
- 25 bazlı kompozit kaplama bir bakır alaşımıdır. Örnek bakır alaşımları arasında Cu-Sn-Zn bronz ve Cu-Sn bronz yer almaktadır.

Metal bazlı kompozit kaplamanın iyileştirilmiş yüzey özellikleri, metalin/metallerin, metalik olmayan nano parçacıklarla birlikte biriktirilmesinden kaynaklanmaktadır. Görünür ışığın

dalga boylarından daha küçük ortalama parçacık büyüklüğü olan metalik olmayan nano parçacıkların, mevcut buluşun metal bazlı kompozit kaplamalarına dâhil edilmesiyle artan su iticiliği, korozyon direnci, sertlik, aşınma direnci ve yağlılık avantajları, kaplamaların görünümüne etki etmeden elde edilmektedir. Başka bir deyişle metalik olmayan nano parçacıklar olmadan canlı ve parlak bir kaplama sağlayan elektrolitik biriktirme usulü, metalik olmayan nano parçacıkları olan canlı ve parlak bir kaplama sağlamaktadır. Benzer şekilde, metalik olmayan nano parçacıklar olmadan yarı canlı bir kaplama sağlayan elektrolitik biriktirme usulü, metalik olmayan nano parçacıkları olan yarı canlı bir kaplama sağlamaktadır.

- 10 Mevcut buluşun metal bazlı kompozit kaplamalarına dâhil edilmek üzere metalik olmayan nano parçacıklar, bir floropolimerden oluşan metalik olmayan nano parçacıklardır. Floropolimer, politetrafloroetilen (PTFE, florlanmış etilen-propilen kopolimer (FEP), perfloroalkoksi reçinesi (PFE, tetrafloroetilen ve perflorovinileterlerin bir kopolimeri), etilen-tetrafloroetilen kopolimer (ETFE), poliklorotrifloroetilen (PCTFE), etilen-klorotrifloroetilen
- 15 kopolimer (ECTFE), poliviniliden florür (PVDF) ve polivinil florür (PVF) arasından seçilebilmektedir ve şu anda politetrafloroetilen tercih edilmektedir. Tercih edilen bir düzenlemede nano parçacıklar PTFE parçacıklarıdır.

Floropolimerden oluşan metalik olmayan nano parçacıkların ortalama parçacık büyüklüğü tercihen görünür ışığın dalga boyu civarında veya bundan büyük ölçüde daha küçük, yani 380

20 nm (0.38 μm) - 780 nm (0.780 μm) arasında olmaktadır Ortalama parçacık büyüklüğü 0.50 μm 'den az (500 nm), tipik olarak 0.25 μm 'den az (250 nm), daha tipik olarak 0.20 μm 'den az (200 nm) ve hatta daha tipik olarak 0.15 μm 'den az (150 nm) olmaktadır. Ortalama parçacık büyüklüğü 0.005 μm 'den fazla (5 nm), tipik olarak 0.01 μm 'den fazla (10 nm), daha tipik olarak 0.05 μm 'den (50 nm) fazla olmaktadır. Bu doğrultuda ortalama parçacık büyüklüğü

25 0.50 μm (500 nm) ile 0.005 μm (5 nm) arasında, tercihen 0.20 μm (200 nm) ile 0.01 μm (10 nm) arasında, örneğin 0.150 μm (150 nm) ile 0.05 μm (50 nm) arasında olabilmektedir. Bir düzenlemede metalik olmayan nano parçacıkların 0.05 μm (50 nm) ile 0.1 μm (100 nm) arasında bir ortalama parçacık büyüklüğü vardır. Bir düzenlemede metalik olmayan nano parçacıkların 0.01 μm (10 nm) ile 0.05 μm (50 nm) arasında bir ortalama parçacık büyüklüğü

30 vardır. Tercih edilen bir düzenlemede metalik olmayan nano parçacıkların 0.08 μm (80 nm) ile 0.05 μm (50 nm) arasında bir ortalama parçacık büyüklüğü vardır.

Yukarıda anılan ortalama parçacık büyüklüğü, bir floropolimer parçacıkları popülasyonu içindeki parçacıkların çapının aritmetik ortalaması anlamına gelmektedir. Metalik olmayan nano parçacıkların bir popülasyonu, çok çeşitli çapları içermektedir. Bu nedenle parçacık büyüklükleri, bir parçacık büyüklüğü dağılımı, yani çapı belirli bir limitin altında olan parçacıkların asgari hacim yüzdesi olarak da açıklanabilmektedir.

Parçacıkların en az %30 hacminin 100 nm'den az parçacık büyüklüğü vardır, tercihen parçacıkların en az %40 hacminin 100 nm'den az parçacık büyüklüğü vardır, daha çok tercihen parçacıkların en az %50 hacminin 100 nm'den az parçacık büyüklüğü vardır, hatta daha çok tercihen parçacıkların en az %60 hacminin 100 nm'den az parçacık büyüklüğü vardır.

Mevcut buluşta kullanılan floropolimer parçacıklarının, bir gram parçacığın toplam yüzey alanı anlamına gelen “spesifik yüzey alanı” vardır. Parçacık büyüklüğü azaldıkça parçacıkların belirli bir kütlesinin spesifik yüzey alanı artmaktadır. Bu doğrultuda genel bir önerme olarak daha küçük parçacıklar daha yüksek spesifik yüzey alanları sağlamaktadır. Bir parçacığın belirli bir işlevi sağlama yönündeki göreceli faaliyeti kısmen, açıkta kalan yüzey alanı bol olan bir süngerin, yumuşak dış kısmı olan bir nesneye kıyasla iyileştirilmiş emilimi olması ile aynı şekilde parçacığın yüzey alanının bir işlevi olmaktadır. Mevcut buluş, çeşitli diğer faktörlere karşı dengeli şekilde özel bir korozyon önleyici işlevin sağlanmasını kolaylaştırmak için yüzey alanı özellikleri olan parçacıklar kullanmaktadır. Bu parçacıklar özellikle, çözelti kararlılığını ve birikintide eşit parçacık dağılımını ve tek tip parçacık büyüklüğünü destekleyen, belirli düzenlemelerde çözeltide daha düşük bir nano parçacık konsantrasyonunun kullanılmasına imkân veren yüzey alanı özelliklerine sahiptirler. Daha büyük bir PTFE konsantrasyonunun kaplama prosesi modifikasyonlarıyla çözülebileceğinin öngörülmesine rağmen bu tercih edilen düzenlemenin özel yüzey özellikleri, kararlılık ve tek tiplik konularını büyük ölçüde daha az bir derecede ele almayı gerektirmektedir. Ayrıca, PTFE gibi daha yüksek parçacık konsantrasyonlarının sertlik veya süneklik üzerinde olumsuz etkileri olması başlangıçta mümkün gözükmemektedir ve bu tür etkileri olduğu ortaya çıkarsa tercih edilen yüzey alanı özellikleri, bu durumu önlemeye yardımcı olacaktır.

Bir düzenlemede buluş, parçacıkların en az ağırlıkça %50'sinin, tercihen en az ağırlıkça %90'ının en az 15 m²/g (örn. 15 ila 35 m²/g arası) olan bir spesifik yüzey alanı olduğu floropolimer parçacıklarını kullanmaktadır. Floropolimer parçacıklarının spesifik yüzey alanı,

- 50 m²/g kadar yüksek, örneğin 15 m²/g ila 35 m²/g arası olabilmektedir. Buluşun bu tercih edilen düzenlemesinde kullanılan parçacıkların, bir başka yönde, göreceli olarak yüksek yüzey alanı-hacim oranı vardır. Bu nano ebatlı parçacıkların, bir parçacıkta atom sayısı başına göreceli olarak yüksek yüzey atom yüzdesi vardır. Örneğin yalnızca 13 atomu olan daha
- 5 küçük bir parçacığın, yüzeyde %92 atomu vardır. Buna karşın, toplamda 1415 atomu olan daha büyük bir parçacığın yüzeyde yalnızca %35 atomu vardır. Parçacığın yüzeyindeki yüksek atom yüzdesi, yüksek parçacık yüzey enerjisiyle ilgilidir ve özellikleri ve aktiviteyi büyük ölçüde etkilemektedir. Göreceli olarak yüksek spesifik yüzey alanı ve yüksek yüzey alanı-hacim oranları olan nano parçacıklar avantajlı olmaktadır çünkü kompozit kaplamaya,
- 10 aynı yüzey alanını sağlamak için daha çok parçacık gerektiren daha büyük parçacıklara kıyasla floropolimer parçacıklarının göreceli olarak daha az oranı dâhil edilebilmekte ve yine de artan korozyon direnci etkileri elde edilebilmektedir. Diğer yandan, daha yüksek yüzey aktivitesi, tek tip dispersiyon gibi belirli önemli değişiklikleri önlemektedir. Bu doğrultuda kompozit kaplamada ağırlıkça %10 kadar az miktarda floropolimer parçacığı istenen etkileri
- 15 sağlamaktadır ve bazı düzenlemelerde floropolimer parçacığı bileşeni ağırlıkça %5 kadar az, örneğin ağırlıkça %1 - %5 arasında olmaktadır. Göreceli olarak daha saf bir kaplama, büyük ölçüde daha çok floropolimer parçacığı içeren bir kaplamaya göre daha sert ve daha sünek olabilmektedir; öte yandan kompozit kaplamaya göreceli olarak az miktarda nano parçacık katılmasıyla istenen özelliklerden ödün verilmemektedir.
- 20 Metalik olmayan nano parçacıklar, aglomerasyonu önleyen bir çözücü sisteminde dağılmaktadır. Elektrolitik bileşimler için çözücü genellikle sudur. Nano parçacıkların çoğu hidrofobik olduğundan suda dağılan nano parçacıklar, bağımsız olarak nano parçacıkların ortalama parçacık büyüklüğünden daha büyük olan ortalama parçacık büyüklüklerine sahip kümeler halinde topaklanma eğiliminde olmaktadır. Kozmetik açıdan bu durum bir
- 25 dezavantaj yaratmaktadır. Aglomera nano parçacıkları içeren bir metal bazlı kompozit kaplama, su iticiliği, korozyon direnci, sertlik, aşınma direnci ve yağlılık gibi yukarıda açıklanan avantajlara sahipken daha büyük aglomera nano parçacıklar, metal bazlı kompozit kaplamanın görünümünü olumsuz yönde etkilemektedir. Başka bir deyişle, nano parçacıklar olmadan parlak olan bir metal bazlı kompozit kaplama, nano parçacıkların aglomera
- 30 kümelerini içeriyorsa mat olabilmektedir. Bu doğrultuda, nano parçacıkların dağılmasına yönelik çözücü sistemi, nano parçacıkların sulu çözeltide aglomerasyonunu engellemek için yüzey aktif maddeler içermektedir.

Yüzey aktif maddeler, substrat yüzeyinin ıslanmasını ayrıca desteklemek ve elektrolitik kaplama çözeltisinin yüzey gerilimini 40 dyne-cm ile 70 dyne-cm arasına modifiye etmek için elektrolitik kaplama bileşimine katılmaktadır. Kaplama prosesi açısından düşük yüzey gerilimi, substrat yüzeyinin ıslanmasını iyileştirmek; çözeltinin gaz kabarcıklarından kurtulma kabiliyetini artırmak; yüzdeki çukurları/boşlukları önlemek; tane küçültücüler, parlaklık vericiler ve diğer banyo katkı maddeleri gibi organik malzemenin çözünürlüğünü artırmak ve tek tip birikintilere ve alaşımlara imkân veren muhtelif metallerin biriktirme potansiyellerini azaltmak için avantajlı olmaktadır. Metalik olmayan nano parçacıklara göre daha düşük bir yüzey gerilimi avantajlı olmaktadır çünkü bu, kaplama bileşimindeki metalik olmayan nano parçacıkların dağılıbilirliğini artırmaktadır.

Floropolimer parçacıkları, genellikle bir çözücüde dağılan bir formda satılmaktadır. Örnek bir disperse floropolimer parçacıkları kaynağı, görünür ışığın dalga boyu civarında veya bundan daha az olan PTFE parçacıklarının bir dispersiyonu olan (DuPont tarafından satışa sunulan) Teflon® PTFE 30'u içermektedir. Yani PTFE 30, parçacıkların parçacık büyüklük dağılımının 50-500 nm arasında olduğu ve ortalama parçacık büyüklüğünün 220 nm olduğu ağırlıkça %60 konsantrasyonda (100 gram çözeltide 60 gram parçacık) suda PTFE parçacıkları dispersiyonunu içermektedir. Farklı bir disperse floropolimer parçacıkları kaynağı örneği, parçacıkların ortalama parçacık büyüklüğünün 80 nm olduğu ağırlıkça %60 konsantrasyonda suda PTFE parçacıklarının bir dispersiyonu olan (DuPont tarafından satışa sunulan) Teflon® TE-5070AN'dir. Bu parçacıklar genellikle bir su/alkol çözücü sisteminde dağılmaktadır. Genellikle alkol, metanol, etanol, n-propanol, izo-propanol, n-butanol, izo-butanol ve tert-butanol gibi 1-4 karbon atomu içeren bir suda çözünür alkoldür. Genellikle su-alkol oranı (mol:mol) bir alkol molu başına 10 mol su ve 20 mol su arasındadır, daha tipik olarak bir alkol molu başına 14 mol su ve 18 mol su arasındadır.

Alternatif olarak bir kuru PTFE parçacıkları kaynağından bir çözelti hazırlanabilmekte ve ardından elektrolitik kaplama banyosuna katılabilmektedir. Kuru PTFE parçacıklarının örnek bir kaynağı, ortalama parçacık büyüklüğü 80 nm olan kuru PTFE parçacıkları içeren Teflon® TE-5069AN'dir. Diğer PTFE parçacıkları kaynakları, İtalya merkezli Solvay Solexis'ten temin edilebilen Solvay Solexis ticari adı altında ve St. Paul, Minnesota'dan (ABD) temin edilebilen Dyneon ticari adı altında satılanlardır.

Floropolimer parçacıkları, önceden karıştırılmış bir kaplamayla elektrolitik biriktirme bileşimine katılmaktadır, yani kaplamanın, metalik olmayan nano parçacıkların, elektrolitik biriktirme bileşiminin diğer bileşenleriyle (yani biriktirme metal iyonları, asit, su, antioksidanlar vb.) birleştirilmesinden önce uygulanan bir yüzey aktif madde kaplaması olduğu bir kaplanmış parçacık olarak katılmaktadır. Metalik olmayan nano parçacıkları kaplamak için kullanılan yüzey aktif maddeler, bileşimin yüzey gerilimini azaltmak için elektrolitik bileşime de katılabilmektedir. Floropolimer parçacıkları, ultrasonik ajitasyon ve/veya yüksek basınçlı akıntılarla sulu dispersiyonda yüzey aktif maddeyle kaplanabilmektedir. Bunun üzerine, üzerlerinde bir yüzey aktif madde kaplaması olan floropolimer parçacıkları içeren dispersiyon, elektrolitik kaplama bileşimine katılabilmektedir. Yüzey aktif madde kaplaması, parçacıkların aglomerasyonunu önlemekte ve çözeltideki floropolimer parçacıkların ve içi boş mikrosferlerin çözünübilirliğini/dağılılıklarını artırmaktadır.

Yüzey aktif maddelerin bir sınıfı, bir hidrofilik baş kısmı grubu ve bir hidrofilik kuyruk kısmı içermektedir. Anyonik yüzey aktif maddelerle ilişkilendirilmiş olan hidrofilik baş kısmı grupları arasında karboksilat, sulfonat, sülfat, fosfat ve fosfonat yer almaktadır. Katyonik yüzey aktif maddelerle ilişkilendirilmiş olan hidrofilik baş kısmı grupları arasında kuaterner amin, sulfonyum ve fosfonyum yer almaktadır. Kuaterner aminler arasında amonyum, piridinyum, bipiridinyum ve imidazolyum yer almaktadır. İyonik olmayan yüzey aktif maddelerle ilişkilendirilmiş olan hidrofilik baş kısmı grupları arasında alkol ve amid yer almaktadır. Zwitteriyonik yüzey aktif maddelerle ilişkilendirilmiş olan hidrofilik baş kısmı grupları arasında betain yer almaktadır. Hidrofilik kuyruk kısmı tipik olarak bir hidrokarbon zinciri içermektedir. Hidrokarbon zinciri tipik olarak 6-24 karbon atomu, daha tipik olarak 8-16 karbon atomu içermektedir.

Örnek katyonik yüzey aktif maddeler arasında dodesil trimetil amonyum klorür gibi kuaterner amonyum tuzları, bromür ve klorürün setil trimetil amonyum tuzları, bromür ve klorürün heksadesil trimetil amonyum tuzları, klorür ve bromürün alkil dimetil benzil amonyum tuzları ve benzerleri yer almaktadır. Bu bakımdan Lodyne® S-106A (Ciba Specialty Chemicals Corporation'dan temin edilebilen Floroalkil Amonyum Klorür Katyonik Yüzey Aktif Madde % 28-30) ve Ammonyx® 4002 (Stepan Company, Northfield, Illinois'ten temin edilebilen oktadesil dimetil benzil amonyum klorür Katyonik Yüzey Aktif Madde) özellikle tercih edilmektedir.

İyonik olmayan yüzey aktif maddeler sınıfı arasında örneğin etilen oksit (EO) tekrar birimleri ve/veya propilen oksit (PO) tekrar birimlerini baz alan polieter gruplarını içerenleri kapsamaktadır. Bu yüzey aktif maddeler tipik olarak iyonik değildir. Bir polieter zinciri olan yüzey aktif maddeler, 1-36 EO tekrar birimi, 1-36 PO tekrar birimi veya 1-36 EO tekrar biriminin ve PO tekrar biriminin bir kombinasyonunu içerebilmektedir. Daha tipik olarak polieter zinciri, 2-24 EO tekrar birimi, 2-24 PO tekrar birimi veya 2-24 EO tekrar biriminin ve PO tekrar biriminin bir kombinasyonunu içermektedir. Hatta daha tipik olarak polieter zinciri, 6-15 EO tekrar birimi, 6-15 PO tekrar birimi veya 6-15 EO tekrar biriminin ve PO tekrar biriminin bir kombinasyonunu içermektedir. Bu yüzey aktif maddeler, EO tekrar birimlerinin ve PO tekrar birimlerinin bloklarını, örneğin iki PO tekrar birimi bloğunun kapsadığı bir blok EO tekrar birimini veya iki EO tekrar birimi bloğunun kapsadığı bir blok PO tekrar birimini içerebilmektedir. Polieter yüzey aktif maddelerin bir diğer sınıfı, değişimli olarak PO ve EO tekrar birimlerini içermektedir. Bu yüzey aktif madde sınıfları içinde polietilen glikoller, polipropilen glikoller ve polipropilen glikol/polietilen glikoller yer almaktadır.

İyonik olmayan yüzey aktif maddelerin farklı bir sınıfı, gliserol eterler, butanol eterler, pentanol eterler, heksanol eterler, heptanol eterler, oktanol eterler, nonanol eterler, dekanol eterler, dodekanol eterler, tetradekanol eterler, fenol eterler, alkil sübstitüeli fenol eterler, â-naftol eterler ve â-naftol eterler gibi bir alkol veya fenol baz grubu üzerine inşa edilmiş EO, PO veya EO/PO tekrar birimlerini içermektedir. Alkil sübstitüeli fenol eterler açısından, fenol grubu, 8 (oktilfenol) veya 9 karbon atomu (nonilfenol) gibi 1 - 10 karbon atomuna sahip bir hidrokarbon zinciri ile sübstitüe edilmektedir. Polieter zinciri, 1-24 EO tekrar birimi, 1-24 PO tekrar birimi veya 1-24 EO ve PO tekrar biriminin bir kombinasyonunu içerebilmektedir. Daha tipik olarak polieter zinciri, 8-16 EO tekrar birimi, 8-16 PO tekrar birimi veya 8-16 EO ve PO tekrar birimlerinin bir kombinasyonunu içermektedir. Hatta daha tipik olarak polieter zinciri, 9, 10, 11 veya 12 EO tekrar birimi; 9, 10, 11 veya 12 PO tekrar birimi veya 9, 10, 11 veya 12 EO tekrar biriminin ve PO tekrar biriminin bir kombinasyonunu içermektedir.

Örnek bir â-naftol türevi iyonik olmayan yüzey aktif madde, naftol hidroksil grubuna bağlanan 12 etilen oksit monomer birimi olan â-naftoletoksilat olan Lugalvan BN012'dir. Benzer bir yüzey aktif madde, bir polietoksillenmiş nonilfenol olan Polymax NPA-15'tir. Farklı bir yüzey aktif madde, tipik olarak 9 veya 10 EO tekrar birimine sahip bir oktilfenol etoksilat olan Triton®-X100 iyonik olmayan yüzey aktif maddedir. Piyasadan temin edilebilen ek iyonik olmayan yüzey aktif maddeler arasında BASF şirketinden temin

edilebilen Pluronic® serisi yüzey aktif maddeler yer almaktadır. Pluronic® yüzey aktif maddeler, BASF'tan temin edilebilen P65, P84, P85, P103, P104, P105 ve P123 dâhil EO/PO blok kopolimerlerinin P serisini; BASF'tan temin edilebilen F108, F127, F38, F68, F77, F87, F88, F98 dâhil olmak üzere EO/PO blok kopolimerlerinin F serisini ve BASF'tan temin edilebilen L10, L101, L121, L31, L35, L44, L61, L62, L64, L81 ve L92 dâhil olmak üzere EO/PO blok kopolimerlerinin L serisini kapsamaktadır.

Ayrıca piyasadan temin edilebilen iyonik olmayan yüzey aktif maddeler arasında Zonyl® FSN (Polietilen Glikol iyonik olmayan yüzey aktif maddesi ile Telomar B Monoeter), Zonyl® FSN-100, Zonyl® FS-300, Zonyl®FS-500, Zonyl®FS-510, Zonyl®FS-610, Zonyl®FSPve Zonyl® UR dâhil olmak üzere DuPont'tan temin edilebilen ve Zonyl® ticari adı altında satılan suda çözünür, etoksillenmiş iyonik olmayan florosürfaktanlar yer almaktadır. Özellikle Zonyl® FSN (Polietilen Glikol iyonik olmayan yüzey aktif maddesi ile Telomar B Monoeter) tercih edilmektedir. Diğer iyonik olmayan yüzey aktif maddeler, ULTRAFAX ticari adı altında satılan kokoamid DEA ve kokoamid MEA gibi amin kondensatlarını içermektedir. İyonik olmayan yüzey aktif maddelerinin diğer sınıfları arasında, tipik olarak 1 - 36 EO tekrar birimini içeren bir polieter grubu ile esterleştirilmiş bir yağ asidi içeren asit etoksillenmiş yağ asitleri (polietoksi-esterler) yer almaktadır. Gliserol esterler, bir gliserol bazı üzerinde bir, iki veya üç yağ asidi grubu içermektedir.

Tercih edilen bir düzenlemede metalik olmayan nano parçacıklar, diğer bileşenlerle karıştırılmadan önce parçacıkların üzerinde bir iyonik olmayan kaplamayla önceden karıştırılmış dispersiyon halindedir. Ardından dispersiyon, asit, biriktirme metal iyonları ve bir katyonik yüzey aktif madde dâhil olmak üzere diğer içerik maddeleriyle karıştırılmaktadır. Farklı bir yüzey aktif madde kaplaması, floropolimer parçacıklara genel bir kaplama yükü, bu örnekte pozitif yük, sağlayacak şekilde metalik olmayan parçacık üzerine biriktirilmektedir. Yüzey aktif madde kaplaması, ağırlıklı olarak pozitif yüklü yüzey aktif madde molekülleri içermektedir. Pozitif yüklü bir yüzey aktif madde kaplaması, parçacıkları, elektrolitik biriktirme sırasında, metal ve isteğe bağlı olarak alaşım metaliyle birlikte biriktirmeyi arttıran katot substratına doğru ilerletme eğiliminde olacaktır. Yüzey aktif madde kaplamasının toplam yükü ölçülebilmektedir. Belirli bir yüzey aktif madde molekülünün yükü tipik olarak -1 (anyonik), 0 (iyonik olmayan veya zwitteriyonik) veya +1 (katyonik) olmaktadır. Bu nedenle, bir yüzey aktif madde molekülleri popülasyonu, -1 (tüm popülasyon anyonik yüzey aktif madde molekülleri içermektedir) ve +1 (tüm popülasyon katyonik yüzey aktif madde

molekülleri içermektedir) arasında değişen yüzey aktif madde molekülü başına ortalama bir yüke sahiptir. Genel olarak 0 yüke sahip bir yüzey aktif madde molekülü popülasyonu, örneğin, %50 anyonik yüzey aktif madde molekülü ve %50 katyonik yüzey aktif madde molekülü içerebilmektedir ya da genel olarak 0 yüke sahip olan popülasyon, %100 zwitteriyonik yüzey aktif madde molekülü veya %100 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü içerebilmektedir.

Bir düzenlemede yüzey aktif madde kaplaması, bir veya daha fazla ek katyonik yüzey aktif maddeyle kombinasyon halinde kullanılan bir katyonik yüzey aktif madde içermektedir, öyle ki yüzey aktif madde molekülü başına ortalama yük büyük ölçüde +1'e eşit olmaktadır, yani yüzey aktif madde kaplaması neredeyse tamamen katyonik yüzey aktif madde molekülünden oluşmaktadır.

Öte yandan yüzey aktif madde kaplamasının tamamen katyonik yüzey aktif maddelerden oluşması gerekmemektedir. Başka bir deyişle, yüzey aktif madde kaplaması, katyonik yüzey aktif madde molekülünün, anyonik yüzey aktif madde molekülü, zwitteriyonik yüzey aktif madde molekülü ve iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülüyle kombinasyonlarını içerebilmektedir. Metalik olmayan nano parçacıkları kaplayan yüzey aktif madde molekülünün popülasyonunun yüzey aktif madde molekülü başına ortalama yük 0'dan büyüktür ve özellikle tercih edilen bir düzenlemede yüzey aktif madde kaplaması, bir veya daha fazla ek katyonik yüzey aktif maddeyle ve bir veya daha fazla iyonik olmayan yüzey aktif maddeyle kombinasyon halinde kullanılan bir katyonik yüzey aktif madde içermektedir. Katyonik yüzey aktif madde molekülünün bir popülasyonunu ve iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülünü içeren yüzey aktif madde kaplamasının, 0.1 (%90 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %10 katyonik yüzey aktif madde molekülü) ile 1 (%100 katyonik yüzey aktif madde molekülü) arasında yüzey aktif madde molekülü başına bir ortalama yükü vardır. Metalik olmayan parçacıklar üzerindeki yüzey aktif madde kaplamasını oluşturan yüzey aktif madde molekülünün popülasyonunun yüzey aktif madde molekülü başına ortalama yükü en az 0.2 (%80 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %20 katyonik yüzey aktif molekülü), örneğin en az 0.3 (%70 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %30 katyonik yüzey aktif molekülü), en az 0.4 (%60 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %40 katyonik yüzey aktif molekülü), en az 0.5 (%50 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %50 katyonik yüzey aktif molekülü), en az 0.6 (%40 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %60 katyonik yüzey aktif molekülü), en az 0.7 (%30

iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %70 katyonik yüzey aktif molekülü), en az 0.8 (%20 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %80 katyonik yüzey aktif molekülü), hatta en az 0.9 (%10 iyonik olmayan yüzey aktif madde molekülü ve %90 katyonik yüzey aktif molekülü) olabilmektedir. Bu düzenlemelerin her birinde yüzey aktif madde molekülü başına ortalama yük en fazla 1'dir.

Yüzey aktif madde konsantrasyonu, toplam parçacık matris arayüz alanına göre belirlenmektedir. Parçacığın belirli bir ağırlık konsantrasyonu için ortalama parçacık büyüklüğü ne kadar küçükse parçacık yüzeyi toplam alanı o kadar yüksek olmaktadır. Toplam yüzey alanı, çözeltideki (g) parçacık ağırlığıyla çarpılan spesifik parçacık yüzeyiyle (m^2/g) hesaplanmaktadır. Bu hesaplama, m^2 olarak toplam yüzey alanını vermektedir. Yüksek bir spesifik parçacık yüzey alanı olan metalik olmayan nano parçacıkların belirli bir konsantrasyonu, aynı ağırlık konsantrasyonuna sahip mikro metre büyüklüğünde parçacıklara kıyasla çok daha fazla toplam parçacık sayısı içermektedir. Sonuç olarak ortalama parçacıklar arası mesafe azalmaktadır. Parçacıklar arasındaki etkileşim, örneğin van der Waals çekimi daha belirgin hale gelmektedir. Bu nedenle yüksek yüzey aktif madde konsantrasyonları, parçacıkların birbiriyle topaklanma veya pıhtılaşma eğilimini azaltmak için kullanılmaktadır. Bu nedenle yüzey aktif madde konsantrasyonu, parçacıkların kütle ve spesifik yüzey alanının fonksiyonudur. Bu nedenle bileşim, floropolimer parçacıklarının yüzey alanının her $100 m^2$ - $150 m^2$ 'si için bir gram yüzey aktif madde, daha çok tercihen floropolimer parçacıklarının yüzey alanının her $120 m^2$ - $150 m^2$ 'si için bir gram yüzey aktif madde içermektedir.

Örneğin Teflon® TE-5070AN dispersiyonunun (toplam kütle 750 gram) $23.0 m^2/g$ spesifik yüzey alanı ve $10350 m^2$ toplam yüzey alanı olan 450 gram PTFE parçacığı vardır. Bu toplam yüzey alanını kaplamaya ve disperse etmeye yönelik yüzey aktif madde kütlesi tercihen 50 gram ile 110 gram, daha çok tercihen 65 gram ile 90 gram arasındadır. Örneğin bu PTFE parçacıklarının 450 gramının disperse edilmesine yönelik bileşim, 5 gram ile 25 gram Ammonyx® 4002 (Oktadesil dimetil benzil amonyum klorür Katyonik Yüzey Aktif Madde), 5 gram ile 25 gram Zonyl® FSN (Polietilen Glikol iyonik olmayan yüzey aktif maddeli Telomar B Monoeter), 40 gram ile 60 gram Lodyne® S-106A (Floroalkil Amonyum Klorür Katyonik Yüzey Aktif Madde % 28-30), 30 gram ile 50 gram izopropil alkol ve 150 gram ile 250 gram H_2O içerebilmektedir. Yüzey aktif madde kaplaması, çözeltide floropolimer parçacıklarını stabilize etmek için katyonik yüzey aktif maddenin ve iyonik olmayan yüzey aktif maddenin bir kombinasyonunu içermektedir. Bu nedenle örneğin dispersiyon aşağıdaki

bileşenlerden oluşturulabilmektedir: PTFE parçacıkları (450 gram), Ammonyx® 4002 (10.72 g), Zonyl® FSN (14.37 g), Lodyne® S-106A (50.37 g), izopropil alkol (38.25 g) ve su (186.29 g).

Mevcut buluşun elektrolitik kaplama bileşimlerinde floropolimerlerden oluşan nano parçacıklar, ağırlıkça %0.1 ile %20, daha çok tercihen ağırlıkça %1 ile %10 arasında bir konsantrasyonda bulunmaktadır. Metalik olmayan nano-parçacıkların bu konsantrasyonlarda elektrolitik kaplama bileşimlerine katılmasıyla, biriktirilmiş metal bazlı kompozit kaplama ağırlıkça en az %1 nano-parçacık ile ağırlıkça en fazla % 50'ye kadar nano-parçacık içerebilmektedir.

- 5 Nano-parçacık kaynağı Teflon® PTFE 30 veya Teflon® TE-5070AN ise örneğin elektrolitik kaplama bileşimindeki konsantrasyonlar, 1 L elektrolitik kaplama çözeltisi başına 1.5 g ile 350 g arası ağırlıkça %60 PTFE dispersiyonu, tercihen 1 L elektrolitik kaplama çözeltisi başına 15 g ile 170 g arası ağırlıkça %60 PTFE dispersiyonu katılmasıyla elde edilebilmektedir. Hacim açısından, elektrolitik kaplama bileşimindeki konsantrasyonlar, 15 çözeltiye 1 L elektrolitik kaplama bileşimi başına 0.5 mL ile 160 mL arası PTFE dispersiyonu hacminde, daha çok tercihen 1 L elektrolitik kaplama bileşimi başına 6 mL ile 80 mL arası PTFE dispersiyonu hacminde PTFE dispersiyonu katılmasıyla elde edilebilmektedir. Floropolimer parçacık kaynağı, Teflon® TE-5069AN gibi bir kuru PTFE parçacık kaynağıysa, elektrolitik kaplama bileşimindeki konsantrasyon, 1 L elektrolitik kaplama 20 bileşimi başına 1 g ile 200 g arasında, daha çok tercihen 10 g ile 100 g arasında kuru PTFE parçacıkları katılmasıyla elde edilebilmektedir.

- Mevcut buluşun elektrolitik kaplama bileşimi, metalik olmayan nano-parçacıklara ve yüzey aktif maddelere ilaveten bir biriktirme metalinin bir biriktirme metal iyonları kaynağını ve her özel metal iyonun elektrolitik kaplamasına ait olarak alanda bilinen diğer katkı maddelerini 25 içermektedir. Bu tür katkı maddelerinin genel sınıfları arasında iletken tuzlar, parlaticılar, kompleks yapıcı maddeler, pH düzenleyicileri ve tamponlama maddeleri yer almaktadır.

- Mevcut buluşun metal bazlı kompozit kaplamalarını oluşturmak için nano-parçacıklar ile birlikte biriktirilebilen biriktirme metali, paladyum, çinko, nikel, gümüş, bakır, altın, platin, rodyum, rutenyum ve bu metallerin herhangi birini içeren alaşımları kapsamaktadır. Bu 30 biriktirme metallerinin biriktirilmesi için geçerli elektrolitik biriktirme kimyasalları aşağıda daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

Elektrolitik biriktirme, substrat yüzeyinin elektrolitik kaplama bileşimiyle temas ettirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Katot substratı ve anot, kabloyla elektriksel olarak ve sırasıyla bir redresöre (bir harici elektron kaynağı, yani bir güç kaynağı) bağlanmaktadır. Katot substratının net negatif yükü vardır, böylece çözeltideki biriktirme metal iyonları, katot yüzeyindeki metal bazlı kompozit kaplamayı biriktiren katot substratında azaltılmaktadır. Bir oksidasyon reaksiyonu anotta gerçekleşmektedir. Katot ve anot, tankta yatay veya dikey olarak yerleştirilmektedir.

Elektrolitik kaplama sisteminin çalışması sırasında biriktirme metali iyonları, redresöre enerji verildiğinde bir katot substratının yüzeyine indirgenmektedir. Bir pals akımı, direkt akım, ters periyodik akım veya farklı uygun bir akım kullanılabilir. Elektrolitik çözeltisinin sıcaklığı, bir ısıtıcının/soğutucunun kullanılmasıyla korunabilmektedir, böylece elektrolitik çözeltisi tutma tankından uzaklaştırılmaktadır ve ısıtıcıdan/soğutucudan akmaktadır ve ardından tutma tankına geri dönüştürülmektedir.

Biriktirme mekanizması, nano parçacıkların ve biriktirme metali iyonlarının birlikte biriktirilmesidir. Nano parçacıklar indirgenmemektedir ancak indirgenen ve nano parçacıkların etrafında biriktirilen metal iyonlarının indirgenmesiyle arayüzde sıkışmaktadır. Yüzey aktif maddeler, bunları katoda yönlendirmeye ve indirgeyici metal iyonları tarafından sarmalanıp sıkıştırılana kadar yüzeye geçici ve hafif olarak bağlanmalarına yardımcı olacak şekilde, nano parçacıklara yük yüklemek üzere seçilebilmektedir. Yüklenen yük tipik olarak pozitifdir.

Elektrolitik Paladyum

Nano parçacıklar içeren paladyum bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için elektrolitik kaplama çözeltisi bir paladyum iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren paladyum bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin konektörler ve kurşun çerçeveler gibi elektronik parçalar için kaplamalar, korozyon direncinin çok önemli olduğu gözlükler ve tükenmez ve kurşun kalem setleri gibi dekoratif uygulamalar ve yüzey geriliminin azaltılmasının da önemli olduğu mürekkep püskürtmeli öğeler gibi özel öğeler için kullanılmaktadır.

Paladyum bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama bileşimleri ayrıca bir iletken elektrolit, parlaklaştırıcılar, ligandlar ve bir yüzey aktif madde içerebilmektedir.

- Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir paladyum bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Paladyum (Pd Tetraamin Sülfat olarak)	10 g/L
Amonyum Sülfat	40 g/L
Dibazik Amonyum Fosfat	40 g/L
Allil Fenil Sülfon	0.25 g/L
Dodesil Trimetil Amonyum Klorür	0.6 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 mL/L

- Ek paladyum kaplama kimyasalları önceki teknikte, örneğin 6,274,254 sayılı ABD patentinde; 6,139,977 sayılı ABD patentinde; 5,976,344 sayılı ABD patentinde; 5,024,733 sayılı ABD patentinde; 4,911,799 sayılı ABD patentinde; 4,911,798 sayılı ABD patentinde; 4,486,274 sayılı ABD patentinde; 4,468,296 sayılı ABD patentinde ve 4,427,502 sayılı ABD patentinde açıklanmaktadır.

- Nano parçacıklar içeren paladyum bazlı kompozitlerin kaplamasına yönelik elektrolitik kaplama bileşimleri, kullanılan bileşim kimyasallarına bağlı olarak substratlar üzerine canlı ve parlak kaplamaları, yarı canlı kaplamaları veya mat kaplamaları kaplamak için kullanılabilir. Yüzey görünümünün kozmetik nedenlerle veya aşınma direnci gibi performans gereklilikleri nedeniyle istendiği bazı uygulamalar için canlı ve parlak bir kaplama tercih edilmektedir. Bir paladyum bazlı kompozitin kaplanması için tipik bir kaplama işleminde kaplama parametreleri aşağıdaki gibi olabilmektedir:

20°C ile 60°C arası, örneğin 25°C ile 35°C arası bir kaplama sıcaklığı

1 amp/dm² ile 100 amp/dm² arası akım yoğunluğu

0.05 µm/dk ile 50 µm/dk arası kaplama hızı. Paladyum bazlı kompozit kaplamalar, ağırlıkça %4-%10 arasında, tercihen ağırlıkça %4.5-%8.5 arasında nano parçacık içeriği içerebilmektedir. Tercihen nano parçacıklar, kaplanmış birikintide büyük ölçüde eşit olarak dağıtılmaktadır.

Elektrolitik Çinko

Nano parçacıklar içeren çinko bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama banyosu bir Zn iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren çinko bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin çinko ve çinko alaşımları, otomotiv parçaları için korozyon kaplamaları olarak kaplanabilmektedir.

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir çinko bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

NaOH	144 g/L
ZnO	21 g/L
Na glukonat	7.5 g/L
Salisiklik asit	6.9 g/L
Fe ³⁺ iyonları	0.555 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

Floropolimerden oluşan parçacıklar için ek bir örnek kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Çinko Oksit	7,5 g/L
-------------	---------

NaOH	105 g/L
Sodyum glukonat	25 g/L
Co ²⁺ iyonları (CoSO ₄ 'ten)	75 mg/L
Fe ²⁺ iyonları (FeSO ₄ 'ten)	50 mg/L
MIRAPOL®	1.4 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

Ek çinko kaplama kimyasalları, önceki teknikte, örneğin 5,435,898 sayılı ABD patentinde ve 6,080,447 sayılı ABD patentinde açıklanmaktadır.

Elektrolitik Kalay

- 5 Nano parçacıklar içeren kalay bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama banyosu bir Sn iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren kalay bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin kalay ve kalay alaşımları, lehimler olarak veya kurşun çerçevelerin ve konektörlerin kaplamaları olarak kullanılabilir.
- 10 Kalay bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama bileşimleri ayrıca iletken tuzlar, pH düzenleyici maddeler, özellikle güçlü asitler, yüzey aktif maddeler, tane küçültücüler ve antioksidanlar içerebilmektedir.

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir kalay bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Kalay metan sülfonat	40-80 g/L
Metan sülfonik asit	100-200 g/L

Islatma Maddesi 300 (Lucent ECS)	5-15 g/L
Antioksidan C1 (Lucent ECS)	1-3 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir kalay bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek farklı bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Kalay metan sülfonat	40-80 g/L
Metan sülfonik asit	100-200 g/L
Stannostarr	1-15 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

5

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir kalay bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için farklı bir örnek kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Kalay sülfat	24 g/L
Konsantre H ₂ SO ₄	(Hacme göre) %9.7
Triton X-100	3,75 g/L
Metakrilik asit	0,04 g/L
Benziliden aseton	0.04 g/L

Teflon® TE-5070AN

30 ml/L

Ek kalay kaplama kimyasalları, önceki teknikte, örneğin 5,061,351 sayılı ABD patentinde ve 20030025182 sayılı ABD yayınında ve 20050249968 sayılı ABD yayınında açıklanmaktadır.

Elektrolitik Nikel

- 5 Nano parçacıklar içeren nikel bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama banyosu bir Ni iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren nikel bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin nikel ve nikel alaşımları, bakır kurşun çerçeveler gibi bakır substratları üzerine koruyucu kaplamalar olarak kullanılabilir.
- 10 Nikel bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesine yönelik elektrolitik kaplama bileşimleri ayrıca, özellikle florlanmış alkil kuaterner amonyum iyodür veya perfloro dodesil trimetil amonyum florür olmak üzere tamponlama maddeleri ve ıslatıcı maddeler içerebilmektedir.

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir nikel bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Nikel ($\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2$ olarak)	120 g
Nikel tuzu ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	5 g
H_3BO_3	30 g
Florlanmış alkil kuaterner amonyum iyodür	10 ppm
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

15

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir nikel bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için farklı bir örnek kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Ni sülfamat	319-383 g/L
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	5-15 g/L
H_3BO_3	20-40 g/L
Sodyum Lauril Sülfat	0.2-0.4 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

Ek nikel kaplama kimyasalları, önceki teknikte, örneğin 6,399,220 sayılı ABD patentinde ve 6,090,263 sayılı ABD patentinde ve 5,916,696 sayılı ABD patentinde ve 20030025182 sayılı ABD yayınında ve 20050249968 sayılı ABD yayınında açıklanmaktadır.

5 **Elektrolitik Gümüş**

Nano parçacıklar içeren gümüş bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama banyosu bir Ag iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren gümüş bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin gümüş ve gümüş alaşımları, bakır substratlar üzerinde koruyucu kaplamalar olarak kullanılabilir.

- 10 Gümüş bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama bileşimleri ayrıca bir kompleks yapıcı madde, yüzey aktif maddeler, iletken elektrolit, tane küçültücüler ve leke önleyiciler içerebilmektedir.

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir gümüş bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Ag_2O	116 g/L
1,3-diaminopropan	113 g/L
Potasyum hidrojen fosfat	173 g/L

Teflon® TE-5070AN

30 ml/L

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren gümüş bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için farklı bir örnek kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

AgNO₃

17 g/L

1,3-diaminopropan

22 g/L

KNO₃

101 g/L

Teflon® TE-5070AN

30 ml/L

5

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren gümüş bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için farklı bir örnek kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

AgNO₃

0.79 g/L

N-(2-hidroksietil)etilendiamin triasetik asit

10 g/L

benzimidazol

1 g/L

3,5-dinitrohidroksi benzoik asit

1 g/L

İyonik olmayan yüzey aktif madde EO/PO blok kopolimeri

1 g/L

Polietilen glikol

0 g/L

HNO₃

0,98 g/L

Teflon® TE-5070AN

30 ml/L

Ek gümüş kaplama kimyasalları, önceki teknikte, örneğin 4, 478, 691 sayılı ABD patentinde ve 20060024430 sayılı ABD yayınında açıklanmaktadır.

Elektrolitik Altın

- 5 Nano parçacıklar içeren altın bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama banyosu bir Au iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren altın bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin altın ve altın alaşımları, mücevherlerde dekoratif kaplamalar olarak ve elektronik endüstrisinde elektrik kontak yüzeyi (sert altın dâhil) olarak kullanılabilir.
- 10 Altın bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama bileşimleri ayrıca oksidasyona, parlaticılara ve kompleks yapıcı maddelere karşı koruma için bir oksijen tutucu veya alkali metal pirofosfat içerebilmektedir.

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir altın bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Altın (metal olarak)	8-15 g/L
Sodyum altın sülfid	25-40 g/L
Parlaklaştırıcı	4-12 mL/L
Sodyum pirofosfat	15-60 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

15

Ek altın kaplama kimyasalları, önceki teknikte, örneğin 6, 126, 807 sayılı ABD patentinde ve 6.423.202 sayılı ABD patentinde açıklanmaktadır.

Elektrolitik Platin

Nano parçacıklar içeren platin bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama banyosu bir Pt iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren platin bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin platin ve platin alaşımları mücevher kaplamacılığında yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektrik alanında, platinden yapılan koruyucu filmler, elektrik devrelerinde iletim yolları olarak ve elektrik kontaklı cihazlarda kontak yüzeyleri olarak kullanılmaktadır.

Platin bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama bileşimleri ayrıca bir kompleks yapıcı madde ve bir iletken tuz içerebilmektedir.

- 10 Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir platin bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

PtCl ₂	20.0 g/L
Dietilentriamin ve fosfat tamponu	15.5 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren platin bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için farklı bir örnek kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

- 15

Pt (NO ₃) ₂	0.05 M
Dietilentriamin	0.1 M
KNO ₃	0,4 M
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

Ek platin kimyasalları önceki teknikte, örneğin 4,427,502 sayılı ABD patentinde açıklanmaktadır.

Elektrolitik Rodyum

5 Nano parçacıklar içeren rodyum bazlı kompozit kaplamaların biriktirilmesi için elektrolitik kaplama banyosu bir Rh iyonları kaynağı içermektedir. Nano parçacıklar içeren rodyum bazlı kompozit kaplamalar, çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin rodyum ve rodyum alaşımları mücevherde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca rodyum kaplama elektrik kontakları için kullanılmaktadır.

10 Floropolimerden oluşan nano-parçacıkları içeren bir rodyum bazlı kompozit kaplamanın biriktirilmesi için örnek bir kaplama bileşimi (buluşa ait değil) aşağıdakileri içerebilmektedir:

Rodyum sülfattan rodyum	2-8 g/L
Sülfürik asit	50 g/L
Rho Tech parlaklaştırıcı	150 mL/L
Teflon® TE-5070AN	30 ml/L

Rodyum kaplama kimyasalları ve rodyum kaplama usulleri önceki teknikte, örneğin 6,241,870 sayılı ABD patentinde açıklanmaktadır.

Alaşımlar

15 Yukarıda açıklanan metallerin ikisini veya daha fazlasını içeren çeşitli metal bazlı kompozit kaplamalar, nano parçacıklarla birlikte biriktirilebilmektedir. Bir düzenlemede metal bazlı kompozit kaplama, nano parçacıklarla birlikte biriktirilen gümüş ve kalay içermektedir. Bir düzenlemede metal bazlı kompozit kaplama, nano parçacıklarla birlikte biriktirilen altın ve kalay içermektedir.

20 Bir düzenlemede metal bazlı kompozit kaplama ayrıca termal kararlılığı, korozyon direncini ve difüzyon direncini artırmaya yarayan W, Mo veya Re gibi bir refrakter metal iyonu

içermektedir. Bir refrakter metal iyonunun katılması özellikle nikel bazlı kompozit kaplamalarda uygun olmaktadır.

W iyonlarının örnek kaynakları, tungsten trioksit, tungstik asitler, amonyum tungstik asit tuzları, tetrametilamonyum tungstik asit tuzları ve alkali metal tungstik asit tuzları, fosfotungstik asit, silikotungstat, diğer heteropolitungstik asitler ve bunların diğer karışımlarıdır. Örneğin tercih edilen bir biriktirme banyosu, 0.1 g/L - 10 g/L arasında tungstik asit içermektedir. Molibdenumun örnek kaynakları arasında TMAH ile önceden çözündürülmüş MoO_3 gibi molibdat tuzları; $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$; $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_2\text{O}_7$; $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_8\text{O}_{27} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; dimolibdatlar ($\text{Me}_2\text{Mo}_2\text{O}_7 \cdot n\text{H}_2\text{O}$); trimolibdatlar ($\text{Me}_2\text{Mo}_3\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), tetramolibdatlar ($\text{Me}_2\text{Mo}_4\text{O}_{13}$); metamolibdatlar ($\text{Me}_2\text{H}_{10-m}[\text{H}_2(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6] \cdot n\text{H}_2\text{O}$; burada m 10)'dan azdır; heksamolibdatlar ($\text{Me}_2\text{Mo}_6\text{O}_{19} \cdot n\text{H}_2\text{O}$); oktamolibdatlar ($\text{Me}_2\text{Mo}_8\text{O}_{25} \cdot n\text{H}_2\text{O}$); paramolibdatlar ($\text{Me}_2\text{Mo}_7\text{O}_{22} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Me}_{10}\text{Mo}_{12}\text{O}_{41} \cdot n\text{H}_2\text{O}$); burada yukarıda Me, amonyum, tetraetilamonyum ve alkali metal katyonlar arasından seçilen bir ters yükündür ve burada n, hidratlanmış oksitin bir kararlı veya yarı kararlı formuna karşılık gelen bir değeri olan bir tam sayıdır; molibdik asitleri; amonyumun, tetrametilamonyumun ve alkali metallerin molibdik asit tuzlarını; molibdenumun heteropoli asitlerini ve bunların diğer karışımları yer almaktadır. Re metalinin örnek kaynakları arasında renyum trioksitler, perrenik asitler, amonyum perrenik asit tuzları, tetrametilamonyum perrenik asit tuzları, alkali metal perrenik asit tuzları, renyumun heteropoliasitleri ve bunların diğer karışımları yer almaktadır.

Korozyon direncini ve yüzey yağlılığını gösteren parametreler

Artan korozyon direnci, kısmen, saf kalay kaplamaya kıyasla mevcut buluşun metal bazlı kompozit kaplamasının kaplama/hava/su arayüzündeki arayüzey temas açısındaki artışla ölçülebilmektedir. Son derece hidrofobik ve dolayısıyla korozyona dayanıklı yüzeyler, 70° üzerinde temas açılarıyla karakterize edilmektedir. Örneğin bir saf paladyum birikintisinin temas açısı 38° - 44° arasındadır ve göreceli olarak hidrofobik olmayan bir kaplamaya işaret etmektedir. Ortalama parçacık büyüklüğü $0.3 \mu\text{m}$ (300 nm) ile $0.5 \mu\text{m}$ (500 nm) arasında olan floropolimerden oluşan ağırlıkça % 0.01- %2.6 arasında nano parçacık içeren bir paladyum bazlı kompozit kaplamanın, 40° ile 120° arasında daha yüksek bir arayüz temas açısı vardı, bu da göreceli olarak daha yüksek hidrofobisitesine işaret etmektedir. Bir yüksek derecede hidrofobik kaplama, 80° ile 130° arasında önemli ölçüde daha yüksek arayüz temas açısı olan,

ortalama parçacık büyüklüğü 0.05 μm (50 nm) ile 0.1 μm (100 nm) arasında olan floropolimerden oluşan ağırlıkça % 4.5 - %8.5 arasında nano parçacık içeren bir paladyum bazlı kompozit kaplama içermektedir.

- 5 Nano parçacıkları içeren metal bazlı kompozit kaplamaların kalitesini belirlemeye yönelik diğer testler arasında ASTM B799 SO₂ Buhar Testi ile ölçülen gözeneklilik testi ve yansıtma testi yer almaktadır.

Aşağıdaki örnekler mevcut buluşu daha çok açıklamaktadır.

Örnek 1. Floropolimerden Oluşan Nano Parçacıkları İçeren Paladyum Bazlı Kompozit (Buluşa ait değil)

- 10 A) Paladyum, B) Floropolimerden oluşan göreceli olarak büyük nano parçacıklar içeren paladyum bazlı kompozit ve C) Floropolimerden oluşan nano parçacıkları içeren paladyum bazlı kompozitin biriktirilmesi için üç banyo hazırlanmıştır.

Banyo A) Paladyum

Paladyum (Pd Tetraamin Sülfat olarak)	10 g/L
Amonyum Sülfat	40 g/L
Dibazik Amonyum Fosfat	40 g/L
Allil Fenil Sülfon	0,25 g/L
Dodesil Trimetil Amonyum Klorür	0,6 g/L
DI suyunun 1 L'ye dengesi	

- 15 Banyo B) Ortalama parçacık büyüklüğü 0.3 μm (300 nm) ile 0.5 μm (500 nm) arasında olan floropolimer parçacıkları içeren paladyum bazlı kompozit

Paladyum (Pd Tetraamin Sülfat olarak)	10 g/L
Amonyum Sülfat	40 g/L
Dibazik Amonyum Fosfat	40 g/L
Allil Fenil Sülfon	0,25 g/L
Dodesil Trimetil Amonyum Klorür	0,6 g/L
Teflon® PTFE 30	30 mL/L
DI suyunun 1 L'ye dengesi	

Banyo C) Ortalama parçacık büyüklüğü 0.05 μm (50 nm) ile 0.07 μm (70 nm) arasında olan floropolimer parçacıkları içeren paladyum bazlı kompozit

Paladyum (Pd Tetraamin Sülfat olarak)	10 g/L
Amonyum Sülfat	40 g/L
Dibazik Amonyum Fosfat	40 g/L
Allil Fenil Sülfon	0,25 g/L
Dodesil Trimetil Amonyum Klorür	0,6 g/L
Teflon® TE-5070AN	30 mL/L
DI suyunun 1 L'ye dengesi	

Kaplamalar, her banyodan her birinden benzer koşullar altında biriktirilmiş ve EDS ölçümlerine, temas açısı ölçümlerine, gözeneklilik testlerine ve yansıtma ölçümlerine tabi tutulmuştur. Sonuçlar Tablo I’de gösterilmektedir.

Tablo I.

Alaşım Kaplamaların Fiziksel Özellikleri

Test	Banyo A’nın Paladyum Kaplaması	Banyo B’nin Paladyum Bazlı Kompozit Kaplaması	Banyo C’nin Paladyum Bazlı Kompozit Kaplaması
EDS Ölçümü	%0 PTFE	%0.0 - %2.6 PTFE	%4.5 - %8.5 PTFE
Arayüz Açısı	Temas 38 - 44°	40 - 120°	80 - 130°
Porozite Testi (ASTM B799, SO ₂ Buhar Testi)			
Yansıtma Ölçümleri			

5

Mevcut buluşun veya tercih edilen düzenlemesinin/düzenlemelerinin elemanları tanıtılırken “bir” “bu” ve “söz konusu” belirteçleri, elemanlardan bir tane veya birden fazla olduğunu kast edecek şekilde kullanılmaktadır. “İçeren”, “kapsayan” ve “sahip olan” terimlerinin kapsayıcı olması amaçlanmıştır ve listelenmiş elemanlardan başka ek elemanlar da olabileceği anlamına gelmektedir.

10